

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»  
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА  
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту  
магістра

на тему: **«Підвищення енергетичної ефективності котеджу в  
м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту»**

Виконав: здобувач VI курсу, групи 601-НТ  
другого рівня вищої освіти  
спеціальності 144 «Теплоенергетика»  
Харченко А.О.

Керівник: Чернецька І.В.  
кандидат технічних наук,  
доцент

Рецензент: Ткачук С.С.

Полтава – 2025 року

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
<b>РОЗДІЛ 1.....</b>	<b>5</b>
<b>ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Актуальність і важливість підвищення енергетичної ефективності.....	5
1.2. Аналіз існуючого стану енергоефективності в приватних будинках в Україні. ....	9
1.3. Світовий досвід та тенденції щодо термомодернізації будівель. ....	14
1.4. Процедура проведення енергетичного аудиту. ....	31
<b>РОЗДІЛ 2.....</b>	<b>41</b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>41</b>
2.1. Постановка задачі.....	41
2.2. Вибір об’єкту дослідження. Опис та локалізація. ....	42
2.3. Інженерні системи котеджу. ....	57
2.4. Методика теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій.....	61
2.5. Методика визначення енергопотреби та енергоспоживання, класу енергетичної ефективності будівлі.....	63
<b>РОЗДІЛ 3.....</b>	<b>73</b>
<b>ЕНЕРГОАУДИТ КОТЕДЖУ. ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....</b>	<b>73</b>
3.1. Розрахунок енергопотреби на опалення. ....	73
3.2. Розрахунок споживання теплової енергії та енергоспоживання під час освітлення.....	89
3.3. Річне споживання теплової енергії фактично.....	94
3.4. Заходи з енергозбереження.....	98
3.5. Енергопотреба та споживання енергії під час опалення після впровадження заходів з термомодернізації. ....	104
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>109</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>110</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>112</b>
Додаток А.....	112
Додаток Б.....	113
Додаток В.....	113

					<b>601-НТ-231026-ДП</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
		<i>Харченко</i>		<b>04.01</b>	<i>«Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту»</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Чернецька</i>		<b>04.01</b>			2	116
<i>Н.Контр.</i>		<i>Чернецька</i>		<b>04.01</b>		<i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» кафедра ТГПВтаТ</i>		
<i>Зав.каф.</i>		<i>Голік Ю.С.</i>		<b>13.01</b>				

## ВСТУП

У сучасному світі забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів є важливим фактором розвитку будь-якої країни. Україна, як і багато інших держав, стикається з викликами у сфері енергоефективності, особливо в контексті житлових будівель, таких як котеджі. Через зростаючі ціни на енергоносії, залежність від імпорту природного газу та необхідність дотримання екологічних стандартів актуальність термомодернізації житлових будинків набуває особливого значення.

Котеджі, як важлива частина житлового фонду, часто характеризуються високими тепловтратами через недостатню ізоляцію, застарілі інженерні системи та низький рівень енергозбереження. Це призводить до значних витрат на опалення та створює додаткове навантаження на енергетичну систему країни. У цьому контексті енергетичний аудит стає першим кроком до впровадження заходів, спрямованих на зниження енерговитрат та підвищення рівня комфорту проживання.

Процес термомодернізації передбачає впровадження комплексних заходів, таких як утеплення зовнішніх конструкцій, встановлення енергоефективних вікон та дверей, модернізація систем опалення та вентиляції, а також використання альтернативних джерел енергії, зокрема сонячних панелей. Особливе значення має вибір оптимальних матеріалів та технологій, які дозволять досягти не лише енергетичної, але й економічної ефективності.

Зростаюча вартість енергоресурсів та підвищення екологічних вимог диктують необхідність пошуку нових рішень у сфері енергоефективності. Удосконалення вентиляційних систем, впровадження рекуперації тепла та використання новітніх технологій дозволяють не лише знизити енергоспоживання, але й забезпечити комфортний мікроклімат у приміщеннях.

Таким чином, термомодернізація котеджів на основі проведення енергетичного аудиту є актуальним завданням, що дозволяє вирішити низку важливих проблем: зменшення залежності від імпортних енергоресурсів,

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищення енергоефективності житлових будівель та створення комфортних і безпечних умов проживання для мешканців.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

1.1. Актуальність і важливість підвищення енергетичної ефективності.

Енергоефективність у будівлях відіграє ключову роль у будівництві й управлінні. Це поняття включає оптимізацію використання енергії, спрямовану на зменшення відходів та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Енергоефективність визначається як здатність використовувати менше енергії для виконання тих самих завдань або функцій. У контексті будівель вона охоплює широкий набір стратегій, технологій і практик, спрямованих на скорочення енергоспоживання без втрати продуктивності чи якості. Це дозволяє не лише зменшити експлуатаційні витрати, але й знизити рівень викидів парникових газів, сприяючи захисту довкілля.

Переваги інвестицій в енергоефективність будівель:

1. Тривала економія енергії та коштів. Енергоефективні будівлі споживають менше ресурсів, що зменшує витрати на електроенергію, воду та обслуговування у довгостроковій перспективі.

2. Скорочення викидів і екологічного впливу. Завдяки меншій залежності від викопного палива такі будівлі виробляють менше парникових газів, а використання відновлюваних джерел енергії додатково зменшує вуглецевий слід.

3. Підвищений тепловий комфорт. Енергоефективні конструкції створюють комфортний температурний режим усередині приміщень, що забезпечує сприятливі умови для життя та роботи.

4. Поліпшення здоров'я та продуктивності. Постійна вентиляція та доступ свіжого повітря позитивно впливають на самопочуття людей, підвищуючи їхню працездатність і загальний комфорт.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Зростання вартості нерухомості. Енергоефективні будівлі користуються більшим попитом серед споживачів і бізнесу, що підвищує їхню ринкову вартість.

6. Можливість досягнення нульових рахунків за комунальні послуги. У деяких випадках завдяки використанню відновлюваних джерел енергії та податкових пільг екологічні будівлі можуть повністю компенсувати витрати на комунальні послуги.

7. Здорове внутрішнє середовище. Використання натуральних і нетоксичних матеріалів у будівництві знижує ризик алергій та респіраторних захворювань серед мешканців.

8. Зменшення залежності від традиційних джерел енергії. Такі будівлі активно використовують відновлювані ресурси, знижуючи залежність від викопного палива та зменшуючи екологічний слід.

9. Стійкі матеріали. Застосування ефективних і відновлюваних будівельних матеріалів робить зелені будівлі екологічно дружніми й довговічними.

По суті, енергоефективність у будівлях не лише сприяє економії коштів, але й підтримує екологічну відповідальність, здоровий спосіб життя.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

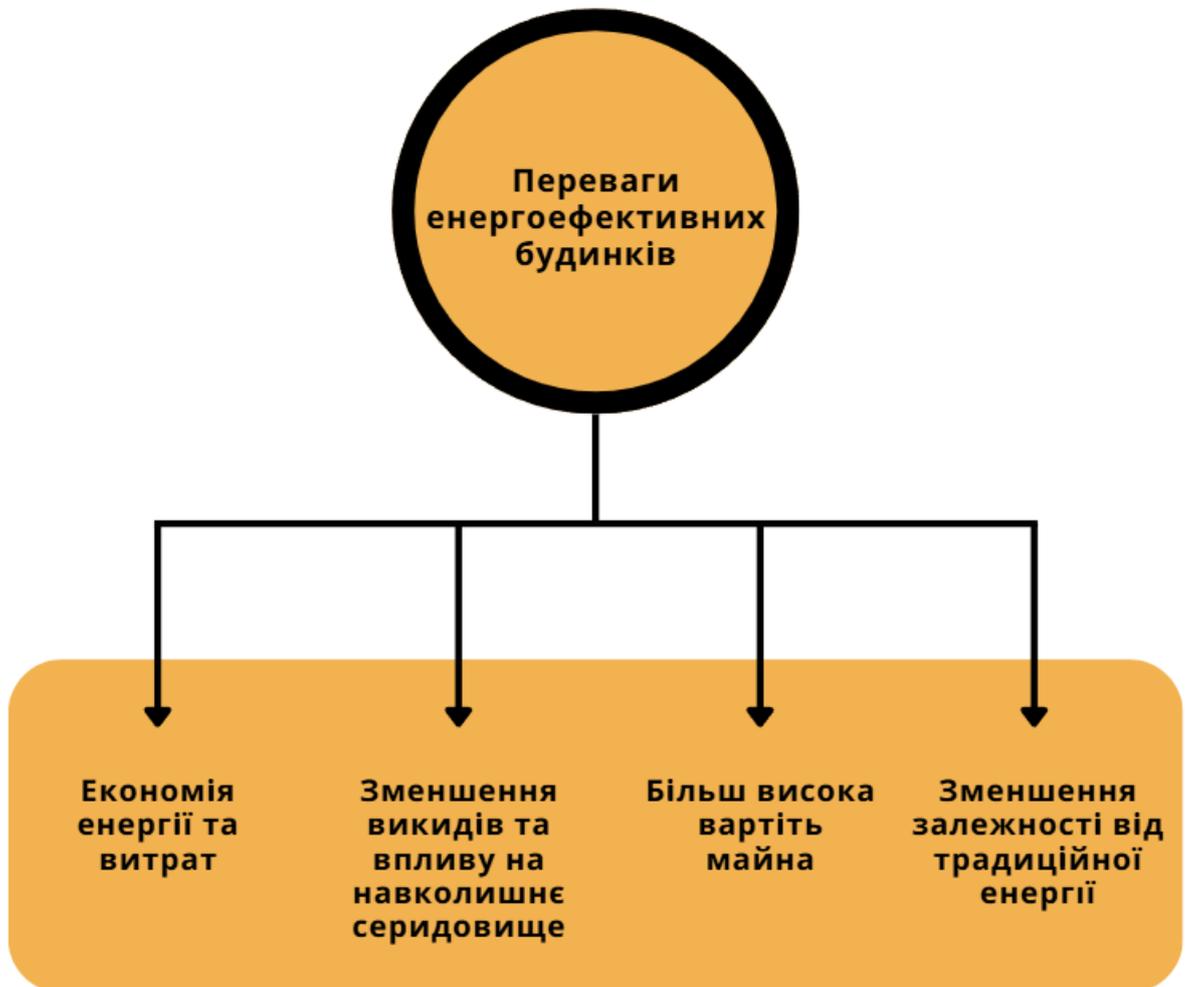


Рисунок 1.1 – Переваги енергоефективних будинків

Для досягнення енергоефективності в будівлях необхідно впроваджувати комплексні заходи, які охоплюють різні аспекти проєктування, будівництва та експлуатації об'єктів. По-перше, важливо забезпечити якісну теплоізоляцію огорожувальних конструкцій, таких як стіни, дах, підлога та вікна, щоб мінімізувати тепловтрати. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів і технологій допомагає значно скоротити витрати на опалення в холодний період року та охолодження у спекотну пору. Ефективна теплоізоляція створює комфортний мікроклімат усередині приміщень і знижує енергоспоживання будівлі загалом.

По-друге, необхідно впроваджувати енергоефективні системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Це включає встановлення сучасних котлів, теплових насосів, рекуператорів та інших пристроїв, які дозволяють максимально ефективно використовувати

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тепло і холод. Регулярне обслуговування таких систем також відіграє важливу роль, оскільки воно запобігає втраті ефективності через зношення обладнання. Крім того, налаштування систем на оптимальний режим роботи з урахуванням часу доби та рівня завантаженості приміщень допомагає додатково економити енергію і досягти максимальної ефективності системи.

Третій ключовий крок полягає у використанні енергозберігаючих освітлювальних приладів та побутової техніки. Заміна традиційних ламп розжарювання на світлодіодні джерела світла дозволяє суттєво зменшити витрати на освітлення. Аналогічно, вибір побутової техніки з високим класом енергоефективності (наприклад, A+++ або вище) сприяє зменшенню загального енергоспоживання будівлі. Такі пристрої споживають менше електроенергії, забезпечуючи при цьому високу продуктивність і довговічність.

Четвертим важливим напрямом є встановлення систем управління енергоспоживанням, які дозволяють автоматизувати та оптимізувати використання ресурсів. Розумні системи управління освітленням, опаленням та вентиляцією, а також датчики руху та температурні контролери дають змогу знижувати енергозатрати, адаптуючи роботу обладнання до поточних потреб. Наприклад, автоматичне вимкнення світла в порожніх кімнатах або зниження температури вночі допомагає уникнути нераціонального використання енергії.

П'ятий напрям — це активне використання відновлюваних джерел енергії. Встановлення сонячних панелей, вітрогенераторів або використання теплових насосів дозволяє значно зменшити залежність від традиційних джерел енергії. Такі технології не лише екологічно чисті, а й економічно вигідні в довгостроковій перспективі, оскільки вони скорочують витрати на оплату комунальних послуг і зменшують вуглецевий слід будівлі.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Аналіз існуючого стану енергоефективності в приватних будинках в Україні.

В Україні питання енергоефективності приватних будинків залишається критично важливим. Більшість таких будинків була збудована в минулому столітті, у періоди, коли питання збереження енергії не було пріоритетним. Відповідно, ці будівлі не відповідають сучасним вимогам до утеплення та енергозбереження. Вони часто мають значні тепловтрати через стіни, дахи, підвали, старі вікна та двері. Оскільки витрати на опалення є основною статтею витрат в осінньо-зимовий період, багато родин змушені обмежувати інші свої потреби, щоб забезпечити тепло в оселях. Це є особливо актуальним для наших регіонів з холодним кліматом, де низька температура тримається впродовж 3-5 місяців.

Одна з найбільших проблем старого житлового фонду полягає в його будівельних характеристиках. Приватні будинки, побудовані за типовими радянськими проектами, часто не мають належного утеплення або взагалі були зведені з матеріалів, які швидко втрачають свої теплоізоляційні властивості. Наприклад, популярні у 80-90-х роках шлакоблоки або силікатна цегла сьогодні вважаються неефективними з точки зору утримання тепла. Стіни таких будинків зазвичай не утеплені зовнішнім шаром ізоляційного матеріалу, що призводить до втрати тепла і значних перевитрат енергоресурсів.

Окремою проблемою є дахи приватних будинків. У більшості старих будівель вони утеплені або погано, або зовсім не утеплені. Тепло піднімається догори, і якщо дах не має якісного ізоляційного шару, втрачається значна частина енергії, витраченої на опалення. Підвали та фундаменти також часто залишаються без належного утеплення, через що холод проникає знизу, особливо у будинках, побудованих на відкритій місцевості.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ще однією важливою складовою тепловтрат є вікна та двері. У багатьох будинках досі використовуються старі дерев'яні вікна, які мають низькі ізоляційні властивості. Вони пропускають холодне повітря і дозволяють теплу виходити назовні. Сучасні енергоефективні вікна з подвійним або потрійним склопакетом, хоча і значно ефективніші, залишаються недоступними для багатьох родин через їхню високу вартість.

Системи опалення в приватних будинках також часто залишаються застарілими. Багато осель досі використовують старі газові котли або печі, які мають низький коефіцієнт корисної дії (ККД). Використання дров'яних або вугільних печей, хоч і популярне в сільській місцевості через відносну дешевизну палива, є енерговитратним і завдає шкоди довкіллю. Встановлення сучасних конденсаційних котлів, теплових насосів або систем на основі відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, могло б значно скоротити споживання енергоресурсів, але це потребує суттєвих інвестицій.

Існує Закон від 04.06.2024 № 3764-ІХ, спрямований на підвищення енергоефективності будівель, зменшення споживання енергоресурсів і скорочення викидів парникових газів. Він є частиною виконання зобов'язань України в рамках Угоди про асоціацію з ЄС і відповідає положенням Директиви 2010/31/ЄС. Основна мета закону — створення умов для енергозбереження, скорочення витрат на енергію і зниження енергетичної залежності.

Закон передбачає обов'язкову сертифікацію енергетичної ефективності для нових будівель, об'єктів після капітального ремонту, а також для державних будівель площею понад 250 м<sup>2</sup>. Сертифікати енергоефективності надають інформацію про рівень енергоспоживання будівлі та рекомендації для його зниження. Окрім того, передбачено обстеження інженерних систем, таких як опалення, вентиляція чи

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кондиціонування, для оцінки їх стану і визначення можливостей модернізації.

Встановлено мінімальні вимоги до енергоспоживання, які застосовуються до нових та реконструйованих будівель. Для реалізації закону працює Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України, яке координує впровадження політики в цій сфері. Закон також запроваджує інститут енергоаудиторів, які здійснюють оцінку будівель і надають рекомендації для покращення їхньої енергоефективності.

Для стимулювання енергозбереження передбачено низку фінансових інструментів, таких як державні програми підтримки (зокрема "Теплі кредити"), гранти та пільгові кредити. Це дозволяє громадянам і бізнесу модернізувати будівлі, утеплювати їх та зменшувати витрати на енергію. Впровадження закону позитивно впливає на якість житла, знижує витрати домогосподарств і підвищує комфорт проживання, водночас створюючи нові можливості для інвестування в енергоефективні технології.

Однак залишаються виклики, зокрема висока вартість енергоефективних заходів для певних категорій громадян та необхідність активного інформування населення про переваги таких змін. Закон є важливим кроком у гармонізації з європейськими стандартами, сприяє модернізації житлового фонду України, стимулює розвиток зеленої економіки і наближає країну до досягнення енергетичної незалежності.

Держава впроваджує деякі програми підтримки, такі як "Теплі кредити", що дозволяють компенсувати частину витрат на утеплення чи модернізацію. Однак цих заходів недостатньо, щоб охопити весь приватний сектор. Суттєвий бар'єр становлять високі початкові витрати, які багато родин не можуть собі дозволити. Наприклад, повне утеплення будинку, заміна вікон і встановлення сучасного котла можуть коштувати

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

десятки тисяч гривень, що є значною сумою для більшості домогосподарств.

Додатково проблемою залишається недостатня поінформованість населення. Багато людей не знають про можливості, які надають державні або міжнародні програми. Також не всі розуміють, наскільки великою може бути економія в перспективі. Наприклад, утеплений будинок може скоротити витрати на опалення на 30-50%, але тривалий період окупності і недовіра до нових технологій часто зупиняють власників від прийняття рішень про модернізацію.

Сільські райони перебувають у ще складнішому становищі. У багатьох селах немає централізованих програм підтримки, а інфраструктура для енергоефективної модернізації майже відсутня. Жителі змушені опалювати оселі дровами або вугіллям, що є неефективним і шкідливим для довкілля. У деяких випадках утеплення взагалі не проводиться, оскільки витрати на нього значно перевищують можливості місцевих мешканців.

Водночас в Україні спостерігається поступове зростання інтересу до енергозбереження. З'являються нові компанії, які спеціалізуються на наданні послуг із модернізації житла. Зростає обізнаність про альтернативні джерела енергії, такі як сонячні батареї чи системи геотермального опалення. Дедалі більше людей розглядають можливість утеплення будинків як засіб зменшення витрат у довгостроковій перспективі. Ці процеси особливо активні у великих містах і серед більш заможних верств населення, але їхня динаміка поки що недостатня, щоб забезпечити масштабний ефект.

Європейські країни, зокрема, демонструють вищі показники енергоефективності завдяки жорстким державним стандартам і фінансовим стимулам. Проте ситуація в Україні потребує окремого, глибшого підходу. Для того щоб вирішити проблему, необхідно не тільки створити умови для фінансування модернізації, але й розвивати

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформаційні кампанії, які б підвищували обізнаність громадян про важливість енергоефективності. Впровадження локальних програм, спрямованих на підтримку модернізації в регіонах, могло б сприяти поступовому покращенню ситуації.

Термін окупності основних засобів, які можуть бути реалізовані, відіграє важливу роль у визначенні їхньої ефективності:

- **Системи освітлення:** перехід на LED-освітлення має один із найкоротших термінів окупності — близько **1–2 років**, залежно від масштабу заміни та інтенсивності використання.

- **Системи опалення:** модернізація чи заміна може окупитися в середньому за **3–5 років**, особливо якщо використовуються сучасні котли або автоматизовані системи керування.

- **Утеплення будівлі:** цей процес, хоча й вимагає значних інвестицій, окупається протягом **5–10 років**, залежно від типу матеріалів, стану будівлі та кліматичних умов.

- **Встановлення сонячних панелей:** термін окупності залежить від потужності системи, але в середньому становить **7–10 років**, з можливістю скорочення цього періоду за рахунок державних субсидій або програм підтримки.

Звісно, ці показники є орієнтовними, і термін окупності для кожного об'єкта визначається індивідуально. Вони слугують інструментом для оцінки економічної ефективності проєктів та сприяють їх популяризації серед населення та бізнесу.

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3. Світовий досвід та тенденції щодо термомодернізації будівель.

Історичні відомості про угоду COP28 про подвоєння прогресу з підвищення енергоефективності.

На саміті COP28 наприкінці 2023 року майже 200 країн досягли знакового договору про спільну роботу задля колективного подвоєння середньорічного глобального темпу підвищення енергоефективності до 2030 року. Це стало найбільш потужним визнанням урядами центральної ролі енергоефективності у переході до чистої енергетики, що стало важливим поштовхом для підвищення національних амбіцій і прискорення дій. Однак, через рік після цього історичного досягнення, це ще не призвело до помітного прогресу в сфері енергоефективності, і необхідні значні зрушення у впровадженні політик. Глобальний прогрес у сфері енергоефективності, який вимірюється швидкістю зміни первинної енергоємності, у 2024 році очікує лише незначне покращення на рівні близько 1%. Це такий самий показник, як і у 2023 році, та майже половина середнього рівня за період 2010–2019 років.

Таке недавнє уповільнення продовжує тенденцію, яка спостерігалася у другій половині минулого десятиліття, коли річний прогрес скоротився з 2,2% у 2010–2015 роках до 1,6% у 2015–2019 роках. Вплив пандемії COVID-19 у 2020 та 2021 роках призвів до двох дуже слабких років із прогресом у зниженні енергоємності менше 1% на рік. Енергетична криза 2022 року сприяла прискоренню прогресу до 2%, що також відповідає середньому темпу цього десятиліття за Сценарієм заявлених політик Міжнародного енергетичного агентства (МЕА).

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

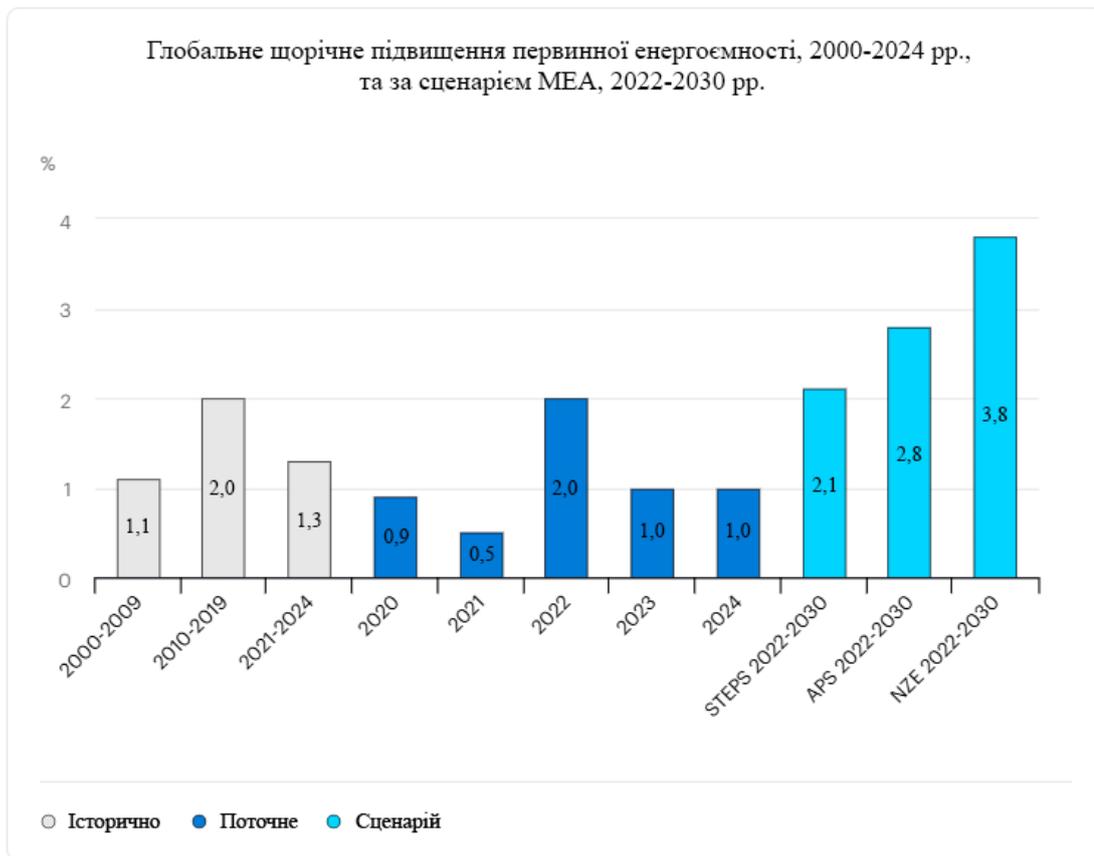


Рисунок 1.2 – Глобальне щорічне підвищення енергоємності

APS (Announced Pledges Scenario) – передбачає, що всі зобов'язання щодо боротьби зі зміною клімату, прийняті урядами та галузями промисловості по всьому світу, будуть виконані в повному обсязі та вчасно.

NZE (Net Zero Emissions) – нормативний сценарій, який показує шлях до досягнення світовим енергетичним сектором нульових чистих викидів CO<sub>2</sub>.

Енергоефективність називають «першим паливом» у переході на чисту енергію, адже вона забезпечує одні з найшвидших і найбільш економічно ефективних способів зменшення викидів CO<sub>2</sub>, водночас знижуючи витрати на електроенергію та зміцнюючи енергетичну безпеку.

Енергоефективність є найбільшим заходом із зменшення енергетичного попиту у сценарії «Нульові викиди до 2050 року» (NZE), разом із тісно пов'язаними заходами електрифікації, зміни поведінки,

цифровізації та ефективності використання матеріалів. Усі ці заходи разом формують глобальну енергоємність — кількість енергії, необхідну для виробництва одиниці ВВП. У сценарії «Нульові викиди» глобальна енергоємність зменшується приблизно на 4% на рік у середньому за це десятиліття, що вдвічі перевищує темпи, досягнуті у період між 2010 і 2019 роками. Хоча всі заходи щодо зменшення енергетичного попиту сприяють покращенню енергоємності, і багато з них взаємопов'язані, основна увага у цьому контексті приділяється енергоефективності конкретних технологій.

Країни, на які припадає понад 70% світового споживання енергії, впровадили нові або посилили існуючі політики підвищення енергоефективності з початку поточної енергетичної кризи:

- **Європейський Союз** у травні 2024 року ухвалив оновлену Директиву щодо енергоефективності будівель. Документ вимагає, щоб усі нові будівлі мали нульовий рівень викидів до 2030 року, передбачає запровадження мінімальних стандартів енергоефективності (MEPS) для нежитлових будівель і обов'язкові довгострокові стратегії реновації. Цей законодавчий акт доповнює більш суворі цілі та політики, закладені в оновленій Директиві про енергоефективність, прийнятій наприкінці 2023 року.

- **Сполучені Штати** у 2024 році переглянули та оновили стандарти енергоефективності для будівель. Нові вимоги передбачають, що всі нові будівлі з 2030 року мають досягати стандарту нульових викидів. Особливу увагу приділено модернізації існуючих будівель: впроваджено фінансові стимули у вигляді податкових пільг, грантів та пільгових кредитів для впровадження енергоефективних технологій. Ці заходи спрямовані на зниження енергоспоживання та зменшення вуглецевого сліду сектору нерухомості. Також акцент зроблено на розвитку зелених будівель: передбачено впровадження енергозберігаючих технологій, таких як теплоізоляційні матеріали нового покоління, ефективні системи

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC) і системи відновлюваної енергії, зокрема сонячних панелей. Очікується, що ці заходи сприятимуть скороченню споживання енергії в будівлях на 30% до 2035 року.

- **Китай** у травні 2024 року оприлюднив План дій щодо енергозбереження та скорочення вуглецевих викидів на 2024–2025 роки. План передбачає підвищення національної енергоємності на 2,5% до кінця 2024 року, із вищою метою в 3,5%, особливо в ключових галузях промисловості. Загалом план спрямований на досягнення енергозбереження в обсязі, еквівалентному 100 мільйонам тонн вугілля (2,9 ексаджоулів) за два роки. Окремо було розроблено конкретні плани скорочення споживання енергії та викидів вуглецю в 2024–2025 роках для цементної, сталеливарної, аміачної, алюмінієвої, нафтохімічної промисловостей і центрів обробки даних.

- **Індія** у вересні 2024 року запустила програму PM Electric Drive Revolution in Innovative Vehicle Enhancement (PM E-DRIVE) для сприяння впровадженню електромобілів. Ця програма стала наступницею ініціативи «Швидке впровадження та виробництво електромобілів» (FAME) і підтримує розвиток зарядної інфраструктури, а також впровадження електричних двоколісних і триколісних транспортних засобів та електричних автобусів за допомогою субсидій на закупівлю. Крім того, уряд оголосив про запуск схеми стимулювання виробництва електромобілів у 2024 році, щоб залучити міжнародних виробників до створення виробничих потужностей в Індії.

Прогрес у зниженні енергоємності сповільнився з 2022 року через швидше, ніж у середньому, зростання попиту на енергію, поєднане з повільнішим, ніж у середньому, економічним зростанням. У 2023 році світовий темп покращення енергоємності склав лише 1%, а попередні оцінки на 2024 рік свідчать про аналогічний результат. Це вказує на те, що світ ще не рухається до досягнення мети удвічі пришвидшити прогрес,

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановленої на COP28 у Дубаї наприкінці 2023 року. Для порівняння, у 2022 році вдалося досягти покращення енергоемності на 2%, що було характерним і для періоду 2010–2019 років.

З 2000 по 2023 рік найбільший прогрес у зниженні енергоемності зафіксовано у будівлях та легкових транспортних засобах. Споживання енергії на одиницю площі будівель і на пройдений пасажиро-кілометр зменшилося приблизно на 25%.

Щоб досягти показників енергозбереження за сценарієм Net Zero, ефективність має зрости приблизно на третину у будівлях. Це означає, що результати, на досягнення яких раніше йшли десятиліття, тепер потрібно реалізувати менш ніж за десять років, що підкреслює важливість технологічних інновацій і прискорення їх впровадження.

Глобальне покращення енергоемності по секторах в сценарії Net Zero, 2000-2030 рр.

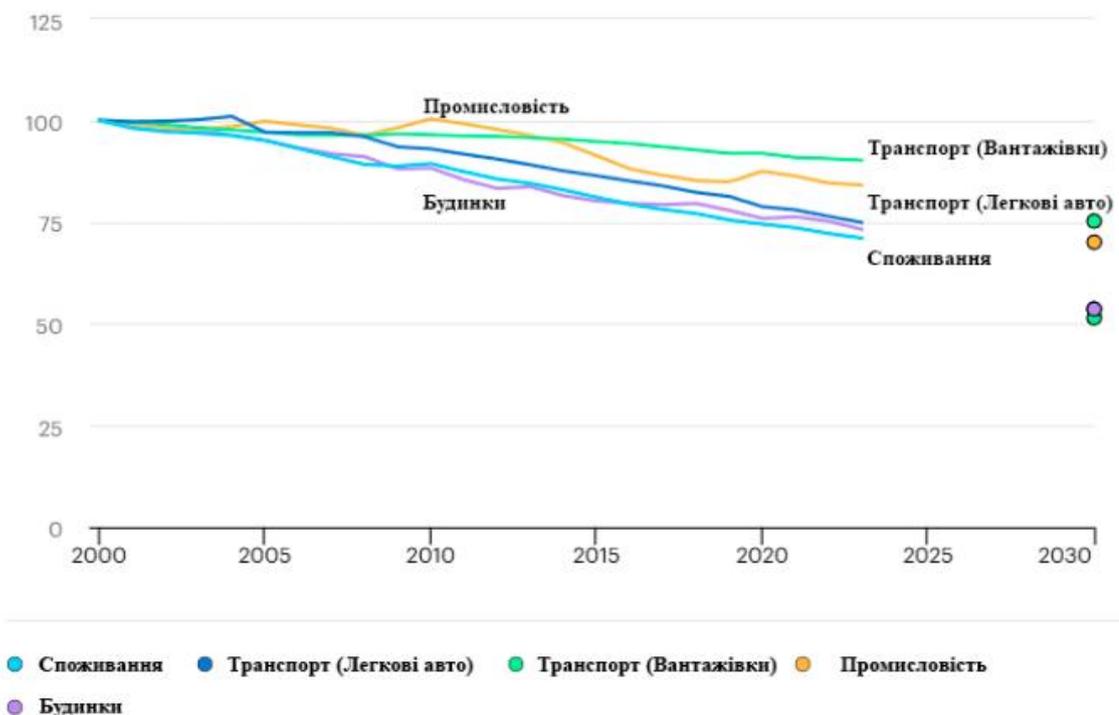


Рисунок 1.4 – Глобальне покращення енергоемності

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

18

Активна заміна застарілого обладнання на сучасне, яке відповідає новим стандартам, може суттєво прискорити цей процес. Сьогодні стандарти і маркування енергоефективності застосовуються до понад 100 видів приладів і обладнання в житловому секторі. Майже всі країни впровадили обов'язкові мінімальні стандарти енергоефективності для найпоширеніших приладів.

Програми, які діють понад два десятиліття, дозволили більш ніж удвічі зменшити середнє споживання енергії сучасними кондиціонерами, холодильниками, лампами та телевізорами. У країнах, де ці програми стартували пізніше, економія енергії є меншою, адже потрібен час для поступової заміни старого обладнання на нове, відповідне сучасним стандартам.

У сценарії Net Zero середньостатистичний прилад до 2030 року буде споживати на 25% менше енергії порівняно з 2020 роком. Для досягнення цієї мети більшість приладів і обладнання, що будуть продаватися у 2035 році, мають відповідати найкращим сучасним технологіям, хоча це не обов'язково передбачає створення нових технологій.

Також передбачається, що всі нові будівлі у 2030 році споживатимуть на 50% менше енергії для опалення і охолодження порівняно з 2020 роком. Це можна досягти завдяки таким заходам, як покращена теплоізоляція, більш ефективні кондиціонери, сучасні системи опалення та водонагрівачі.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інвестиції в енергоефективність у секторах кінцевого споживання, включаючи електрифікацію, у 2024 році зростуть приблизно на 4%, досягнувши рекордного рівня в 660 мільярдів доларів США, встановленого у 2022 році. Це на 10% більше, ніж сума всіх інвестицій у видобуток нафти та газу в тому ж році. З 2019 року обсяги вкладень зросли на 45% завдяки енергетичній кризі та пандемії COVID-19, які стимулювали уряди спрямовувати значні ресурси на підтримку споживчих інвестицій в енергоефективність. Найбільше зростання за цей період спостерігалось у транспорті (77%), потім у будівлях (34%) та в промисловості (13%).

Останні тенденції демонструють неоднозначність. З 2022 до 2024 року вкладення в сектор будівель зменшилися на 7%, у транспортний сектор зросли на 14%, а в промисловість залишилися стабільними. Витрати на ефективну електрифікацію, особливо на електромобілі в Китаї, Європі та Північній Америці, стрімко зростають. Водночас більшість інших видів витрат на енергоефективність скорочуються через зниження впливу високих цін на енергоносії та згортання програм стимулювання, запроваджених під час COVID-19. У результаті глобальні інвестиції в кінцеве споживання за останні два роки стабілізувалися, а зростання інфляції та відсоткових ставок підвищило вартість впровадження і фінансування енергоефективних технологій.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Глобальні інвестиції в кінцеве використання, пов'язані з енергоефективністю, в сценарії Net Zero, 2019–2030 рр.

млрд доларів США (2022)

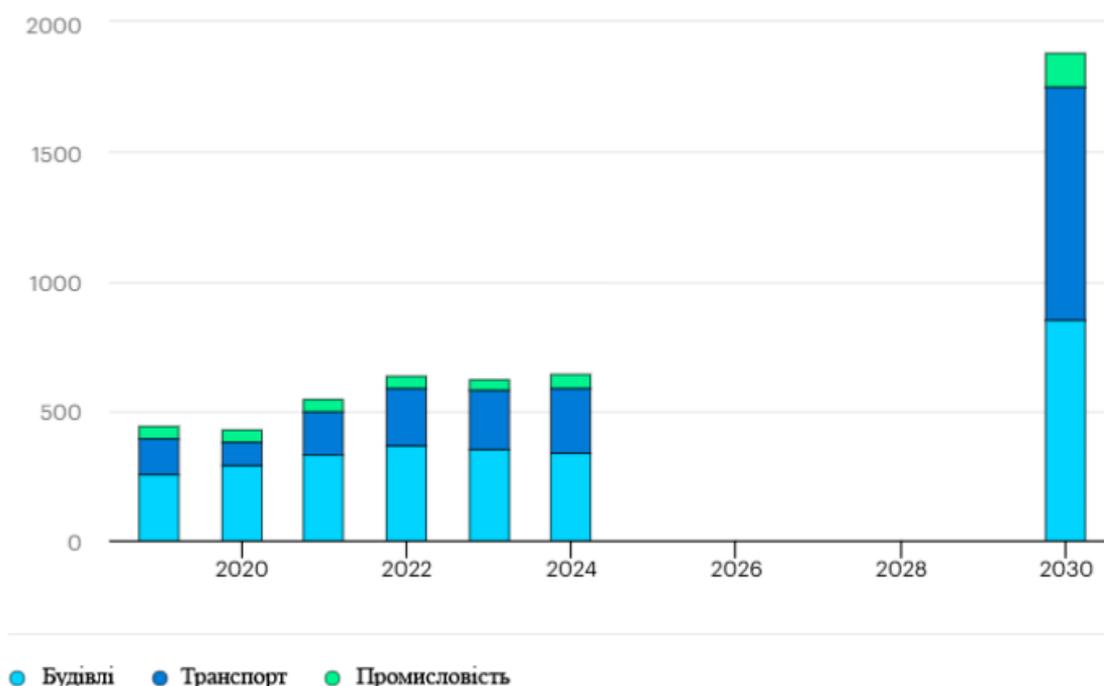


Рисунок 1.6 – Глобальні інвестиції в кінцеве використання пов'язані з енергоефективністю

Для реалізації сценарію Net Zero інвестиції в ефективні будівлі, транспорт та промисловість мають зрости з нинішніх 650 мільярдів доларів США на рік до близько 1,9 трильйона доларів США щороку до 2030 року. У країнах, що розвиваються, основну частину зростання становитимуть вкладення у підвищення технічної ефективності нових сучасних будинків і побутових приладів. Це включає покращення енергоефективності будівель через якісну ізоляцію, сучасні системи опалення та охолодження. Електрифікація транспорту також відіграє важливу роль, особливо завдяки поширенню електричних мотоциклів і триколісних транспортних засобів. У країнах Африки на південь від

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

21

Сахари головною зміною стане перехід на чисті види палива для приготування їжі.

У розвинених країнах ефективність підвищується здебільшого завдяки заміні старої інфраструктури новими, більш енергоефективними та електрифікованими системами. Це включає широке впровадження електромобілів, зарядних станцій, теплових насосів у будівлях і промислових об'єктах. Модернізація енергоємних будівель, таких як лікарні, торгові центри, офіси, школи та університети, а також вдосконалення систем централізованого опалення та охолодження, може забезпечити швидкий прогрес. Зміна поведінкових моделей також є ключовою складовою. Її можна підтримати інвестиціями у розвиток цифрових рішень, таких як розумні термостати.

Високі ціни на енергоносії та загрози енергетичній безпеці посилили проблеми з кліматом, підвищивши важливість політики енергоефективності.

За останні кілька років світові енергетичні ринки зазнали серйозних потрясінь, включаючи зростання цін на енергоносії, ризики для енергопостачання та безпеки, а також частіші екстремальні температури та хвилі спеки в багатьох частинах світу. У зв'язку з цим уряди країн як ніколи раніше усвідомлюють необхідність впровадження політики енергоефективності. На COP28 це усвідомлення було перетворено на амбіції, із спільною метою подвоїти середньорічний темп підвищення енергоефективності до 2030 року. Для досягнення цієї цілі багато урядів зараз перетворюють свої амбіції на конкретні дії, і до 2025 року в багатьох регіонах будуть реалізовані нові або оновлені політики енергоефективності.

Європейський Союз ухвалив переглянута Директиву з енергоефективності будівель у травні 2024 року, яка передбачає будівництво нових будівель із нульовим рівнем викидів до 2030 року, запровадження мінімальних стандартів енергоефективності для

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нежитлових будівель і обов'язкові стратегії довгострокової реновації. Це законодавство доповнює цілі та політику, що були переглянуті в кінці 2023 року. Схема декарбонізації державного сектору Великобританії передбачає виділення майже 680 мільйонів доларів США на підтримку енергоефективності в школах, лікарнях і громадських будівлях.

Канада презентувала Канадську стратегію зеленого будівництва, яка передбачає майже 600 мільйонів доларів США для прискорення модернізації та нормативну базу для поетапного відмови від масляного опалення в нових будівлях вже в 2028 році. Мексика опублікувала проект нового стандарту для центральних кондиціонерів.

У травні 2024 року Китай опублікував План дій з енергозбереження та зменшення викидів вуглецю на 2024-2025 роки. Він включає мету підвищити національну енергоефективність на 2,5% до 2024 року, з більш високою метою в 3,5%, особливо в великих галузях промисловості. Загалом, план спрямований на заощадження енергії в розмірі 100 мільйонів тонн вугілля за два роки. План дій передбачає конкретні кроки щодо зниження енергоспоживання та викидів вуглецю для таких галузей, як цементна, сталеливарна, синтетична аміачна, електролітична алюмінієва, центри обробки даних та нафтохімічна промисловість.

Японія оголосила Стратегію енергоефективності та переходу на невикопні джерела енергії на 2024 рік, надаючи пріоритет технологіям енергозбереження для ефективного використання тепла в промисловості та будівлях. Південна Корея запустила програму управління енергоефективністю для середніх та великих будівель, встановивши цільові показники енергоспоживання на одиницю площі та присвоївши рейтинги на основі досягнення цих відносних цілей. Австралія впровадила новий стандарт енергоефективності транспортних засобів, спрямований на скорочення викидів від нових легкових автомобілів більш ніж на 60% та вдвічі зменшити викиди від нових легких комерційних автомобілів до 2030 року. Сінгапур ввів ваучери на 225

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доларів США (300 сингапурських доларів) для багатьох домогосподарств на придбання енерго- та водозберігаючих приладів. Індонезія розробляє стандарти економії пального для вантажівок за підтримки МЕА.

У Африці Спільнота розвитку Півдня Африки затвердила мінімальні стандарти енергоефективності для кондиціонерів та холодильного обладнання, що має знизити витрати споживачів на 840 мільйонів доларів США на рік. Південна Африка прийняла закон про зміну клімату, щоб підвищити енергоефективність по всій країні за допомогою секторальних цілей зі скорочення викидів. Кенія оновила свій енергетичний кодекс будівель, зробивши вимоги до ефективності для нових будівель обов'язковими.

Міжнародна ціль - це подвоєння глобального рівня підвищення енергоефективності до 2030 року.

Середнє споживання енергії житловими будинками в Україні суттєво перевищує показники європейських країн та деяких інших розвинених держав. Згідно з даними за 2016 рік, середнє питоме енергоспоживання в українських багатоквартирних житлових будинках становило 264 кВт·год на квадратний метр. Для порівняння, в більшості європейських країнах цей показник значно нижчий і не перевищує 90 кВт·год на квадратний метр.

**Японія:** середнє питоме енергоспоживання в житлових будинках Японії становить близько 60-70 кВт·год на квадратний метр. Це зумовлено високим рівнем впровадження енергоефективних технологій, таких як ізоляція та використання альтернативних джерел енергії, а також високою свідомістю населення щодо економії енергії.

**Канада:** середнє питоме енергоспоживання в канадських житлових будинках варіюється в межах 80-85 кВт·год на квадратний метр. Високе енергоспоживання в Канаді частково обумовлене холодним кліматом, що зумовлює великі витрати енергії на опалення, а також зростаючим попитом на електрику в зимовий період.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**США:** середнє питоме енергоспоживання в житлових будинках США становить приблизно 100-120 кВт·год на квадратний метр. Це зумовлено великими розмірами житла, різноманітністю кліматичних умов і меншою увагою до енергоефективності в деяких регіонах. У США багато будинків мають великі площі, що спричиняє підвищене споживання енергії, особливо в умовах жаркого або холодного клімату.

**Німеччина:** середнє питоме енергоспоживання в німецьких житлових будинках становить близько 80-90 кВт·год на квадратний метр. Це один з найкращих показників серед європейських країн, що зумовлено активним впровадженням енергоефективних технологій та строгими нормами будівельної енергетичної ефективності.

**Велика Британія:** середнє питоме енергоспоживання в Великій Британії становить близько 70-80 кВт·год на квадратний метр. Це знижене споживання енергії також обумовлено високими стандартами енергоефективності, такими як утеплення будинків і використання відновлювальних джерел енергії.

Останні оцінки вказують на певний прогрес в Україні у зниженні енергоспоживання. Наприклад, середнє питоме енергоспоживання житловими будинками зменшилося до 186 кВт·год на квадратний метр. Однак цей показник все ще далекий від європейських стандартів. Основними причинами високих показників в Україні є застаріла інфраструктура, недостатнє утеплення будівель та низький рівень впровадження сучасних енергоефективних технологій.

Для порівняння, у Німеччині середня сім'я з трьох осіб споживає приблизно 2500 кВт·год електроенергії на рік, що еквівалентно 208 кВт·год на місяць. Водночас в Україні середнє споживання електроенергії для двокімнатної квартири становить від 250 до 400 кВт·год на місяць. Такі високі показники свідчать про відмінності у підходах до енергоспоживання, що частково пояснюється меншою увагою до економії та енергоефективності в минулому.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Енергоефективність – це не лише про скорочення витрат. Це ще й важливий елемент енергетичної безпеки країни. Удосконалення енергоефективності житлових будинків дозволить не тільки зменшити рахунки за комунальні послуги, а й знизити залежність України від імпорту енергоресурсів. Досвід європейських країн, таких як Швеція чи Німеччина, показує, що впровадження сучасних ізоляційних матеріалів, систем вентиляції з рекуперацією тепла та енергоощадних технологій дозволяє значно скоротити споживання енергії без шкоди для якості життя.

Крім того, важливим фактором є підвищення рівня обізнаності населення. У країнах Європи велика увага приділяється освітнім програмам щодо раціонального використання енергії. В Україні також потрібні активні інформаційні кампанії, які допоможуть змінити підхід громадян до споживання енергії. Наприклад, прості заходи, такі як використання світлодіодних ламп, правильно налаштоване опалення або виключення непотрібних електроприладів, можуть зменшити рахунки на десятки відсотків.

Зменшення споживання енергії в Україні має стати пріоритетом державної політики. Інвестиції в енергоефективність, модернізація житлового фонду та впровадження інноваційних технологій здатні принести значні економічні й екологічні вигоди. Результати таких заходів будуть корисними не лише для кожного окремого домогосподарства, а й для всієї країни.

Для кращого розуміння ситуації, наведемо середнє пито́ме енергоспоживання житлових будинків у кількох країнах:

- **Японія:** середнє споживання електроенергії на душу населення становить близько 7 000 кВт·год на рік.
- **Канада:** середнє споживання електроенергії на душу населення становить близько 16 000 кВт·год на рік.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **США:** середнє споживання електроенергії на душу населення становить близько 12 000 кВт·год на рік.
- **Велика Британія:** середнє споживання електроенергії на душу населення становить близько 4 000 кВт·год на рік.
- **Франція:** середнє споживання електроенергії на душу населення становить близько 7 000 кВт·год на рік.
- **Німеччина:** середнє споживання електроенергії на душу населення становить близько 6 000 кВт·год на рік.

1.3.8. Енергоефективність як «перше паливо» на шляху до чистої енергетики – це глобальне завдання є найсильнішим визнанням урядами важливості енергоефективності в процесі переходу до чистих джерел енергії. Ціль була узгоджена поряд з іншими важливими цілями для енергетичної системи на 2030 рік, такими як утримати збільшення потужностей відновлювальних джерел енергії та значне скорочення викидів метану в енергетичному секторі. Угода на COP28 чітко визначила кроки, які уряди мають зробити для досягнення цієї мети.

У 2024 році кілька міжнародних угод спиралися на результати COP28 в контексті енергоефективності. Наприклад, у Комюніке міністрів з питань клімату, енергетики та навколишнього середовища G7 політичні лідери підтвердили цю мету та закликали уряди вжити додаткових заходів для досягнення амбіцій COP28. Аналогічно, у Заяві міністрів за підсумками зустрічі міністрів з енергетичних переходів G20 у Бразилії в жовтні 2024 року міністри країн G20 погодилися підтримати зусилля щодо подвоєння середньорічного темпу підвищення енергоефективності у світі та посилення енергоефективності і енергозбереження як основного виду палива.

Важливо відзначити, що європейці вже давно зрозуміли важливість використання альтернативних джерел енергії, що дозволяє їм зменшити залежність від традиційних енергетичних ресурсів і зберігати навколишнє середовище. Це стало можливим завдяки розвинутій

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інфраструктурі, інвестиціям у відновлювальні джерела енергії та прагненню до сталого розвитку. Вони активно використовують різні види альтернативних джерел енергії для котеджів і приватних будинків, що дозволяє значно знизити витрати на енергоспоживання та зменшити викиди вуглекислого газу.

Аналізуючи можливості для України, варто зазначити, що альтернативні джерела енергії можуть стати не тільки економічно вигідними, а й екологічно безпечними для приватних домоволодінь. Одним з таких варіантів є використання вітрових турбін. Україна має значний потенціал для використання вітрової енергії, зокрема в південних та східних регіонах, де середні швидкості вітру достатньо високі для ефективної генерації енергії. Однак, попри перспективність вітрових установок, їх застосування в котеджах має свої обмеження через необхідність достатньо великої площі для встановлення вітротурбін та високу вартість обладнання.

Іншим варіантом є використання біоенергії. Біомаса, така як дерево, солома або інші органічні відходи, може бути використана для обігріву будинків та виробництва електричної енергії. В Україні є величезні ресурси сільськогосподарських відходів, що дозволяють ефективно використовувати їх для енергозабезпечення. Однак, цей метод потребує належної інфраструктури для збору та переробки відходів, а також системи для їх спалювання або перетворення в біогаз.

Сонячна енергія є одним з найбільш перспективних і доступних варіантів для альтернативного енергозабезпечення котеджів в Україні. Кліматичні умови країни дозволяють ефективно використовувати сонячні панелі, особливо на півдні, де кількість сонячних днів на рік досить велика. Сонячні панелі можна встановити на дахах будинків, що дозволяє не тільки знизити витрати на електричну енергію, але й сприяє збереженню енергоресурсів. Сонячні установки відрізняються відносно

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

низьким рівнем обслуговування та експлуатаційними витратами, що робить їх економічно вигідними в перспективі.

Установка сонячних панелей також має перевагу в тому, що дозволяє зберігати надлишкову енергію для використання вночі або в похмурі дні, що робить цей варіант більш стабільним і надійним. Окрім того, наявність державних програм та субсидій для установки сонячних панелей сприяє їхній популяризації серед населення, що робить цей спосіб енергозабезпечення все більш доступним.

Загалом, хоча інші альтернативні джерела енергії також мають перспективи для використання в Україні, сонячні панелі є найбільш універсальним і ефективним варіантом для котеджів в українських умовах. Вони не тільки забезпечують економічні переваги в довгостроковій перспективі, але й сприяють розвитку екологічно чистих технологій у країні.

Важливо відзначити, що європейці вже давно зрозуміли важливість використання альтернативних джерел енергії, що дозволяє їм зменшити залежність від традиційних енергетичних ресурсів і зберігати навколишнє середовище. Це стало можливим завдяки розвинутій інфраструктурі, інвестиціям у відновлювальні джерела енергії та прагненню до сталого розвитку. Вони активно використовують різні види альтернативних джерел енергії для котеджів і приватних будинків, що дозволяє значно знизити витрати на енергоспоживання та зменшити викиди вуглекислого газу.

Аналізуючи можливості для України, варто зазначити, що альтернативні джерела енергії можуть стати не тільки економічно вигідними, а й екологічно безпечними для приватних домоволодінь. Одним з таких варіантів є використання вітрових турбін. Україна має значний потенціал для використання вітрової енергії, зокрема в південних та східних регіонах, де середні швидкості вітру достатньо високі для ефективної генерації енергії. Однак, попри перспективність

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вітрових установок, їх застосування в котеджах має свої обмеження через необхідність достатньо великої площі для встановлення вітротурбін та високу вартість обладнання.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						30
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

#### 1.4. Процедура проведення енергетичного аудиту.

Найбільша ефективність енергозберігаючих заходів досягається завдяки попередньому проведенню енергетичного аудиту, який здійснюється кваліфікованим фахівцем. Це обумовлено тим, що енергетичний аудит дозволяє детально проаналізувати поточний стан енергоспоживання об'єкта (будь-то будівля, виробниче підприємство або інша інфраструктура) та виявити ділянки, де відбувається надмірне споживання енергії.

Кваліфікований спеціаліст під час аудиту проводить комплексне обстеження всіх аспектів енергоспоживання: систем опалення, вентиляції, кондиціонування, освітлення, а також оцінює ефективність використання електричної та теплової енергії. Крім того, фахівець проводить аналіз енергоефективності обладнання та інженерних систем, що використовуються, визначає потенційні джерела енергетичних втрат та пропонує конкретні рекомендації щодо їх оптимізації.

Енергетичний аудит дає змогу виявити слабкі місця в енергоспоживанні, розробити план заходів для зниження витрат енергії та покращення ефективності, оптимізувати витрати на енергоресурси, зменшити екологічний вплив і отримати фінансову вигоду.

Стандарти проведення енергоаудиту:

1. ДСТУ EN 16247-2 Енергетичні аудити. Частина 2. Будівлі.
2. ДСТУ ISO 50002 Вимоги та настанова щодо проведення енергоаудиту.
3. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи й етапи проведення енергетичного аудиту будівель.
4. Професійний стандарт «Енергетичний аудитор будівель»
5. Коротке порівняння стандартів щодо послідовності виконання.
6. Послідовність виконання виходячи із стандартів.
  - Складові процесу енергоаудиту.
  - Попереднє погодження. Попередня нарада.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Збір інформації. Опитувальні листи.
- Робота на об'єкті.
- Аналіз та розрахунки.
- Звітування.

#### 1.4.1. ДСТУ EN 16247-2 Енергетичні аудити. Частина 2. Будівлі.

Цей стандарт установлює конкретні вимоги щодо енергетичного аудиту в будівлях. У ньому подано вимоги, методологію та описано зміст звітних документів енергетичного аудиту в будівлях чи групі будівель, крім окремих приватних осель.

Енергетичний аудит сприяє виявленню можливостей для підвищення енергоефективності житлової будівлі. Він може бути складовою частиною загальної системи енергетичного менеджменту.

Експлуатація будівель передбачає надання таких послуг, як опалення, охолодження, вентиляція, освітлення, гаряче водопостачання, а також транспортування (наприклад, ліфти, ескалатори та рухомі доріжки). Крім того, енергія використовується для роботи різноманітних приладів у будівлях.

Обсяг споживання енергії залежить від таких чинників:

- місцеві кліматичні умови;
- характеристики оболонки будівлі;
- запроєктовані умови внутрішнього середовища;
- характеристики та налаштування технічних систем будівель;
- види робіт і процесів, що виконуються в будівлях;
- поведінка користувачів будівлі та режим її експлуатації.

Енергетичний аудит може охоплювати всю будівлю, окремі її частини чи певні технічні системи.

Показники енергетичної ефективності (наприклад, дані бенчмаркінгу або середньостатистичні показники питомого енергоспоживання) зазвичай доступні на національному рівні для різних

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

типів будівель і строків їх експлуатації. Ці дані можна використовувати для аналізу та порівняльної оцінки енергетичних характеристик.

1.4.2 ДСТУ ISO 50002 Вимоги та настанова щодо проведення енергоаудиту.

У цьому стандарті визначено вимоги до процесу енергетичного аудиту в частині підвищення рівня досягнутої/досяжної енергоефективності. Він поширюється на всі типи установ та організацій, а також усі види енергії та використання енергії.

Метою цього стандарту є визначення мінімального набору вимог, що сприяють виявленню можливостей для покращення рівня досягнутої або потенційної енергоефективності.

Енергоаудит передбачає детальний аналіз рівня поточної чи можливої енергоефективності організації, обладнання, систем або процесів. Він базується на відповідних вимірюваннях і спостереженнях за споживанням енергії, її ефективністю та загальним використанням. Енергетичні аудити планують і проводять для виявлення й визначення пріоритетних заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності, зменшення енергетичних втрат і отримання екологічних переваг. Результати енергоаудиту містять дані про поточний стан енергоспоживання й енергоефективності, а також структуровані рекомендації щодо покращення цих показників і отримання фінансових вигод.

Енергоаудит може бути частиною енергетичного аналізу, сприяти моніторингу, вимірюванню та аналізу, як це описано в ISO 50001, або виконуватися окремо.

Цей стандарт дозволяє використовувати різні підходи залежно від характеру й обсягу робіт, меж та цілей аудиту. Він спрямований на гармонізацію загальних аспектів проведення енергетичного аудиту для підвищення його об'єктивності та прозорості.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.4.3. ДСТУ Б В.2.2-39 Методи й етапи проведення енергетичного аудиту будівель.

Цей стандарт встановлює вимоги до методів проведення енергетичного аудиту будівель, що приймаються до експлуатації та експлуатуються, їх інженерних систем, вибору об'єктів аудиту, до складу робіт з проведення енергетичного аудиту будівель, алгоритму ведення енергетичного аудиту будівель, аналізу отриманих результатів, до оформлення звітної документації з енергетичного аудиту будівель або їх відокремлених частин.

Алгоритм ведення енергетичного аудиту будівлі включає наступні етапи:

**Збір вихідних даних.** На початковому етапі здійснюється збір інформації про будівлю, яка підлягає аудиту. Це включає документацію на будівлю (плани, технічні паспорти), дані про споживання енергії (рахунки, контракти з енергопостачальниками), а також інформацію про типи та характеристики інженерних систем.

**Огляд об'єкта.** На цьому етапі проводиться детальний візуальний огляд будівлі та її інженерних систем. Аудитори фіксують технічний стан огорожувальних конструкцій (стіни, вікна, покрівля), систем опалення, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання, освітлення, а також стан автоматики та засобів енергомоніторингу.

**Інструментальні вимірювання.** З метою отримання точних даних виконуються спеціалізовані вимірювання: тепловізійна діагностика, заміри температури, вологості, освітленості, а також споживання електроенергії та тепла. Ці дані дозволяють оцінити рівень тепловтрат, ефективність роботи інженерних систем та енергоємність будівлі.

**Аналіз зібраних даних.** На основі отриманої інформації здійснюється аналіз енергетичних характеристик будівлі. Оцінюється відповідність теплотехнічних показників нормативним вимогам, розраховується питомий показник енергоспоживання, виявляються зони

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищених втрат енергії, визначаються потенційні заходи з енергозбереження.

Розробка рекомендацій. На основі аналізу формулюються заходи для підвищення енергоефективності. Це можуть бути як організаційні рішення (оптимізація режимів роботи систем), так і технічні заходи (утеплення, модернізація обладнання, встановлення енергозберігаючих приладів).

Оцінка економічної доцільності. Для кожного з запропонованих заходів розраховується вартість реалізації, очікувана економія енергоресурсів та термін окупності. Це дозволяє визначити пріоритетні напрямки для впровадження.

Підготовка звіту. Завершальним етапом є оформлення звітної документації. У звіті містяться опис будівлі, результати аналізу, перелік запропонованих заходів, розрахунки економічного ефекту та висновки щодо загального рівня енергоефективності об'єкта.

Звіт з енергетичного аудиту є офіційним документом, який може бути використаний для отримання фінансування, участі в програмах енергозбереження або для розробки стратегій модернізації будівлі.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

#### 1.4.4. Коротке порівняння стандартів щодо послідовності

виконання.

Таблиця 1.1 – Порівняння стандартів.

Назва стандарту	Застосування	Особливості
<b>ДСТУ EN 16247-2</b> <b>Енергетичні аудити.</b> <b>Частина 2. Будівлі.</b>	Енергоаудит будівлі	Конкретні настанови та кроки до виконання енергоаудиту
<b>ДСТУ ISO 50002</b> <b>Вимоги та настанова</b> <b>щодо проведення</b> <b>енергоаудиту</b>	Енергоаудит в цілому	Загальні вимоги та напрямки діяльності енергоаудитора
<b>ДСТУ Б В.2.2-39</b> <b>Методи й етапи</b> <b>проведення</b> <b>енергетичного аудиту</b> <b>будівель</b>	Методи енергоаудиту будівлі та інженерних систем	Визначення методів проведення енергоаудитів, визначення об'єктів, оформлення документів
<b>Професійний стандарт</b> <b>«Енергетичний аудитор будівель»</b>	Вимоги до професії енергоаудитора будівель	Визначені конкретні області знань та навички енергоаудитора.

#### 1.4.5. Послідовність виконання виходячи із стандартів.

##### 1) ДСТУ EN 16247-2 Складові процесу енергоаудиту.



Рисунок 1.7 – Складові процесу енергоаудиту

## 2) Попереднє погодження.

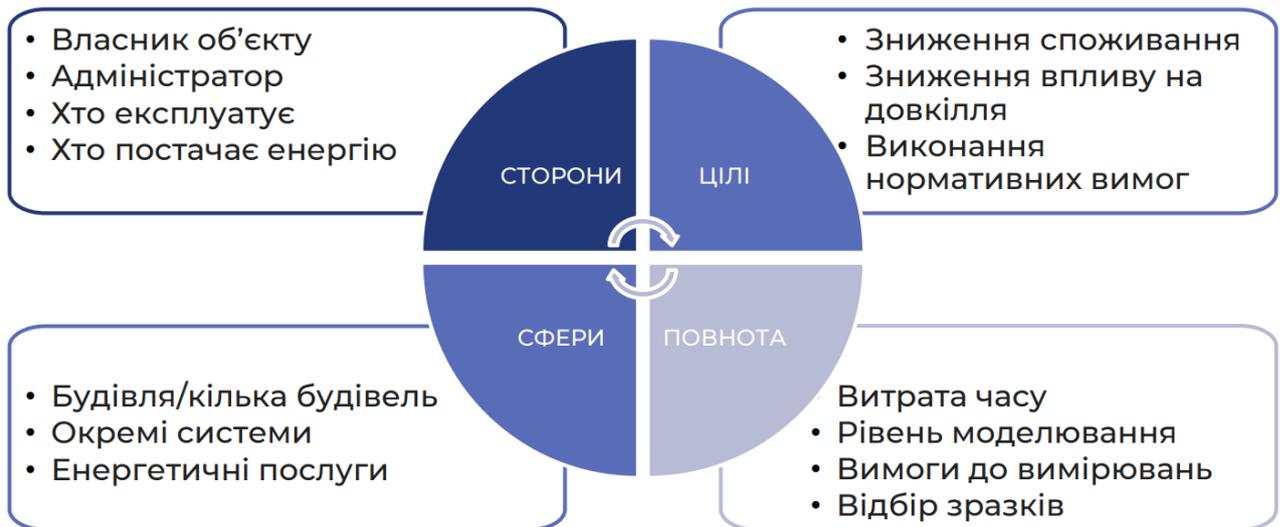


Рисунок 1.8 – Попереднє погодження

## Попередня нарада.

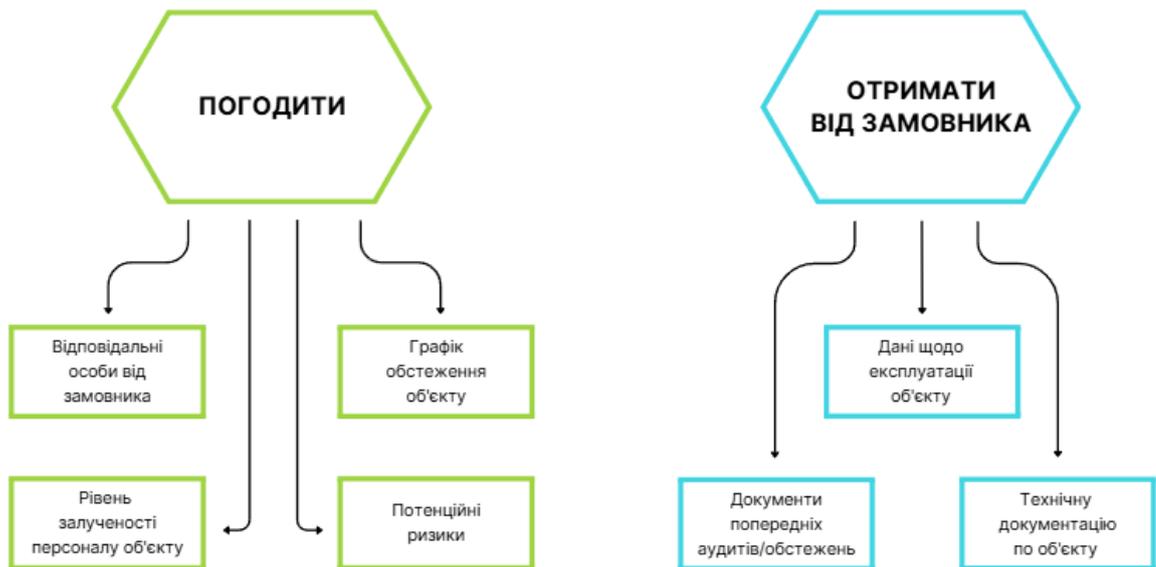


Рисунок 1.9 – Попередня нарада

## 3) Збір інформації. Опитувальні листи.

Опитувальні листи:

- Контакти обслуговуючого персоналу.
- Геометрія об'єкту та загальні дані (рік, геолокація, відвідувачі, персонал, тарифи).
- Дані мікроклімату приміщень.
- Дані про облік енергоспоживання.
- Інформація про споживання енергії та палива.

- Характеристика огороджувальних конструкцій.
- Характеристика енергоспоживчого обладнання.

#### 4) Робота на об'єкті.

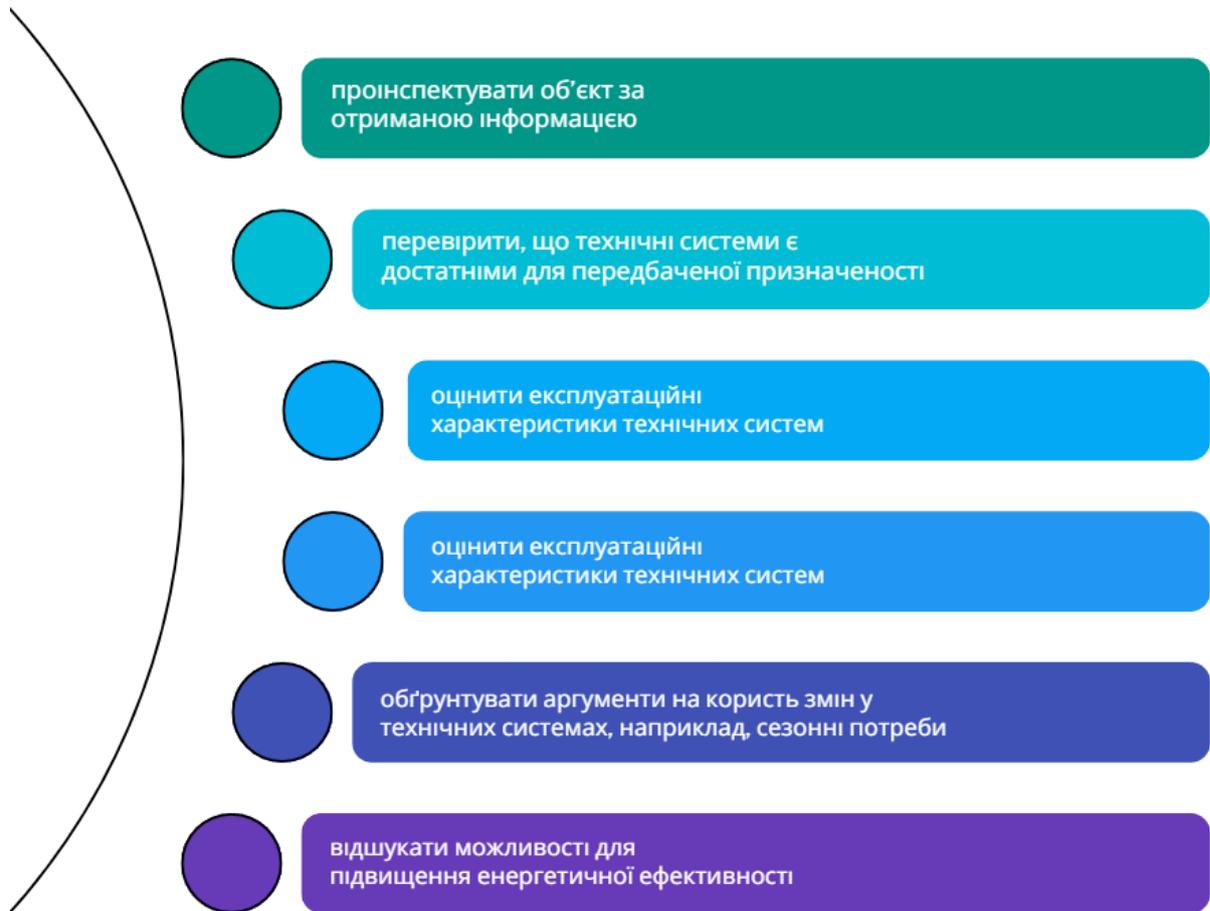


Рисунок 1.10 – Робота на об'єкті

#### 5) Аналіз та розрахунки.

- Належний рівень енергетичних послуг.
- Експлуатаційні характеристики систем та оболонки будівлі.
- Енергетичні характеристики інженерних систем та оболонки будівлі.
- Структура енергоспоживання будівлі.
- Показники енергоефективності – питоме використання енергії.
- Потенціал підвищення енергоефективності будівлі – пропоновані заходи.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) Звітування.

- Вступ: (опис аудиту будівлі; метод роботи; контактна інформація про аудитора).
- Зведені відомості щодо використання енергії в будівлі та запропонованих заходів із підвищення енергоефективності.
- Основні відомості про будівлю.
- Аудит механічних та електричних систем (опис наявної ситуації).
- Запропоновані можливості для підвищення енергетичної ефективності (опис можливих поліпшень).

1.4.6. Енергетичний аудит спрямований на виявлення неефективностей та розробку рекомендацій для зниження енергоспоживання і оптимізації витрат. Його проведення починається зі збору інформації про об'єкт, включаючи технічний стан, режими експлуатації та поточні витрати. На підготовчому етапі вивчається проектна, технічна й експлуатаційна документація, аналізуються рахунки за енергоресурси, а також формується план дослідження із визначенням обсягу робіт та вибором необхідних інструментів.

На наступному етапі виконується візуальне обстеження об'єкта для оцінки стану будівель, обладнання та систем енергопостачання. Фіксуються зовнішні дефекти, пошкодження утеплення, витоки повітря чи води. Після цього проводиться інструментальне обстеження, яке включає точні вимірювання за допомогою спеціалізованих приладів.

Основними інструментами для енергетичного аудиту є тепловізори для виявлення тепловтрат, пірометри для вимірювання температури поверхонь, енергомонітори для аналізу споживання електроенергії, газоаналізатори для оцінки ефективності роботи котлів, анемометри для вимірювання параметрів повітряного потоку, люксметри для визначення рівня освітленості, вологоміри для аналізу вологості та ультразвукові детектори для виявлення витоків.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед використанням обладнання важливо перевірити його калібрування та налаштувати відповідно до умов об'єкта. Точки вимірювання обираються в зонах з найбільшою ймовірністю втрат енергії або інших дефектів. Вимірювання проводяться за стабільних умов для забезпечення точності даних. Отримані результати аналізуються з урахуванням нормативів і стандартів, визначаються втрати тепла, питомі витрати енергії та ефективність систем.

На основі аналізу розробляються рекомендації, спрямовані на підвищення енергоефективності, такі як модернізація обладнання, впровадження автоматизації чи використання альтернативних джерел енергії. Усі результати та пропозиції узагальнюються у звіті, що включає висновки, аналітичні розрахунки та плани реалізації заходів.

Енергетичний аудит вимагає комплексного підходу, застосування сучасного обладнання та дотримання актуальних стандартів. Це дозволяє не лише знизити витрати, а й сприяти збереженню ресурсів та довкілля завдяки підвищенню енергоефективності об'єкта.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						40
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 2

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Постановка задачі.

На основі проведеного аналізу існуючого стану енергоефективності в приватних будинках, світових тенденцій щодо її підвищення та вивчення принципів енергетичного аудиту сформулюємо основні задачі дослідження.

Мета роботи – виявлення шляхів підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава.

Задачі дослідження:

- дослідити питання енергоефективності приватних будівель в Україні та за кордоном;
- обґрунтувати методіку проведення енергетичного аудиту та виконати енергоаудит будівлі по вул. Грушева 38а у м. Полтава;
- визначити клас енергоефективності існуючого котеджу в м. Полтава;
- розробити рекомендації щодо термомодернізації котеджу;
- виконати розрахунок потенційного енергозбереження від модернізації огорожуючих конструкцій;
- проаналізувати доцільність використання альтернативних джерел енергії для котеджу.

Об'єкт дослідження – приватний будинок по вул. Грушева 38а у м. Полтава.

Предмет дослідження – енергетична ефективність котеджу.

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2. Вибір об'єкту дослідження. Опис та локалізація.

Для аналізу візьмемо один із приватних будинків у м. Полтава, який має конфігурацію, досить поширену в нашій місцевості й може вважатися типовим, а саме котедж, який розташований по вулиці Грушева 38а.



Рисунок 2.1 – котедж в м. Полтава Північний Схід 60°



Рисунок 2.2 – котедж в м. Полтава Південний Схід 150°

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.3 - котедж в м. Полтава Південний Захід 240°



Рисунок 2.4 – котедж в м. Полтава Північний Захід 330°

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						43
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Об'єктом дослідження є котедж в м. Полтава.

Рік будівництва – 2015.

Основні розмірні параметри будівлі: загальна площа об'єкта складає 142 м<sup>2</sup>, а об'єм 560 м<sup>3</sup>.

Вихідні дані для розрахунків візьмемо з технічної документації на будинок.

Літера	Поверхи	№ груп приміщень	Номери приміщень	Призначення приміщень	Загальна площа приміщень (підрозподілена за формулами) (кв. м)	Площа приміщень (кв. м.)			Площа літніх приміщень (кв. м)	Площа приміщень загального користування (кв.м)	Самовільно збудована, переобладнана площа приміщень (кв.м)	Примітка
						загальна (сума гр.8 та 9)	житлова	допоміжна				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>A-2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Коридор</b>	<b>14,1</b>			<b>14,1</b>				
			<b>2</b>	<b>Кухня</b>	<b>15,3</b>			<b>15,3</b>				
			<b>3</b>	<b>Вітальня</b>	<b>21,2</b>		<b>21,2</b>					
			<b>4</b>	<b>Кімната</b>	<b>14,3</b>		<b>14,3</b>					
			<b>5</b>	<b>Санвузол</b>	<b>5,3</b>			<b>5,3</b>				
<b>Всього по 1-му поверху:</b>					<b>70,2</b>	<b>70,2</b>	<b>35,5</b>	<b>34,7</b>				
<b>Ман.</b>			<b>6</b>	<b>Сходи</b>	<b>4,7</b>			<b>4,7</b>				
			<b>7</b>	<b>Санвузол</b>	<b>12,2</b>			<b>12,2</b>				
			<b>8</b>	<b>Кімната</b>	<b>16,4</b>		<b>16,4</b>					
			<b>9</b>	<b>Кімната</b>	<b>19,2</b>		<b>19,2</b>					
			<b>10</b>	<b>Хол</b>	<b>19,3</b>			<b>19,3</b>				
<b>Всього по мансардному поверху:</b>					<b>71,8</b>	<b>71,8</b>	<b>35,6</b>	<b>36,2</b>				
<b>Всього по будинку:</b>					<b>142,0</b>	<b>142,0</b>	<b>71,1</b>	<b>70,9</b>				

Рисунок 2.5 – Експлікація котеджу

Літер	Назва об'єкта	Рік побудови	Опис основних конструктивних елементів						Інженерне обладнання						Висота будівлі (м)	Площа основи осн. (кв. м)	Об'єм (куб. м)	Вартість заміщення (грн.)	Коефіцієнт знецінення	% фз. зносу	Інвентаризаційна вартість (грн.)
			Фундамент	Стіни	Покрівля	Перекриття	Підлога	Сходи	електрика	водопровід	каналізація	газопровід	вид опалення								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
А-2 а	Житловий будинок	2015	Бетон, бетонні стовпи	Черепашник обл. цеглою, цегляні стовпи	Металочерепиця	Залізобетонні панелі, дерево	Цементна стяжка	Металеві	так	так	так	від котла	6,83	104,70	642,00	796842	1,00	0	796842		
а1	Гараж	2015	Бетон	Черепашник обл. цеглою	Металочерепиця	Залізобетонні панелі	Цементна стяжка		так	ні	ні	ні	3,15	28,80	91,00	135966	1,00	0	135966		
№1	Огорожа	2015	Металева в цегляних стовпах													10153	1,00	0	10153		
№2	Викрбна яма	2015	3/6 мільця													8116	1,00	0	8116		
№3	Огорожа	2015	Бетонна в бетонних стовпах													23849	1,00	0	23849		
Усього.																	974926			974926	

Рисунок 2.6 – Характеристика будинку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

601-НТ-231026-МР

Арк.

45

Креслення з технічного паспорту будинку.

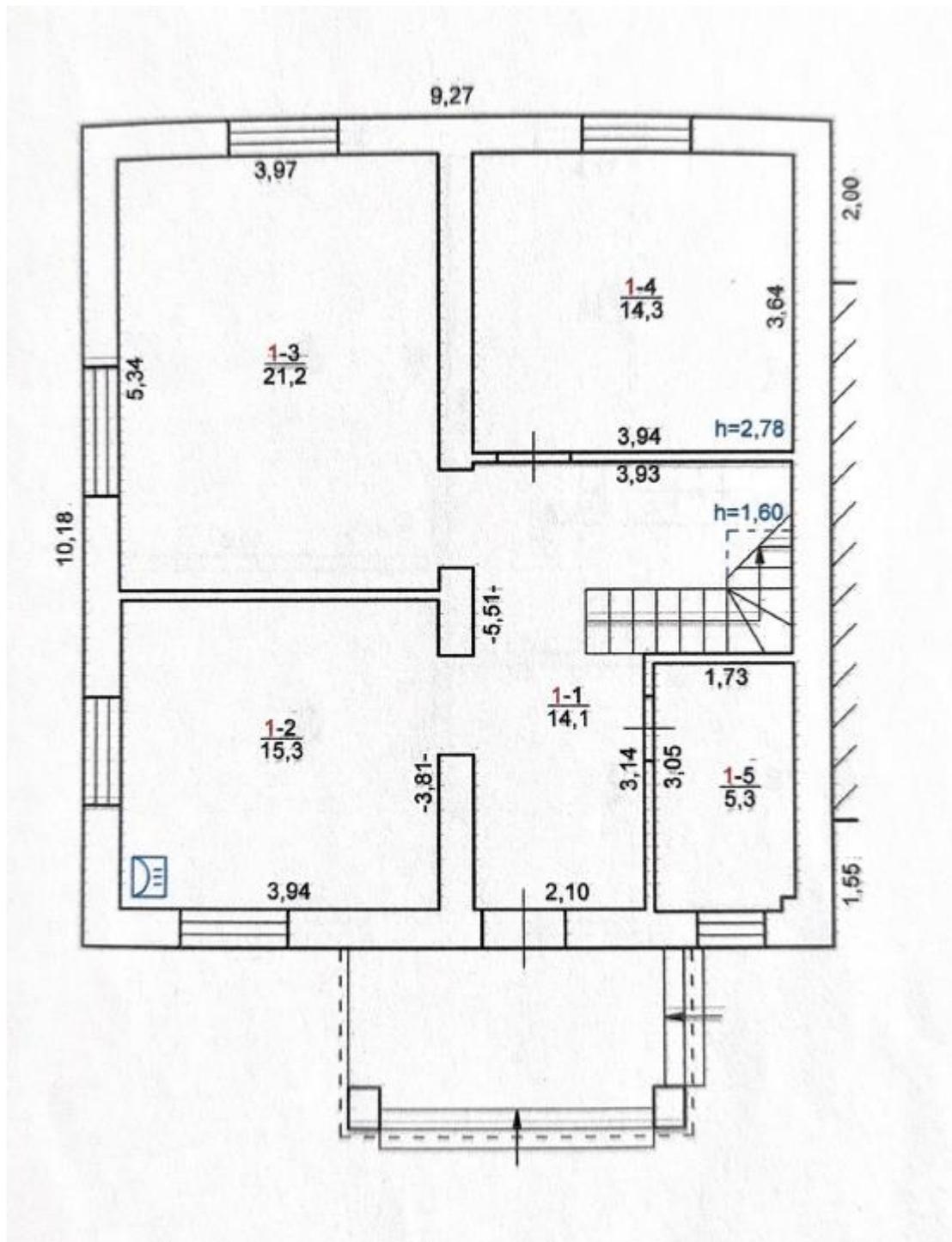


Рисунок 2.7 – План першого поверху

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

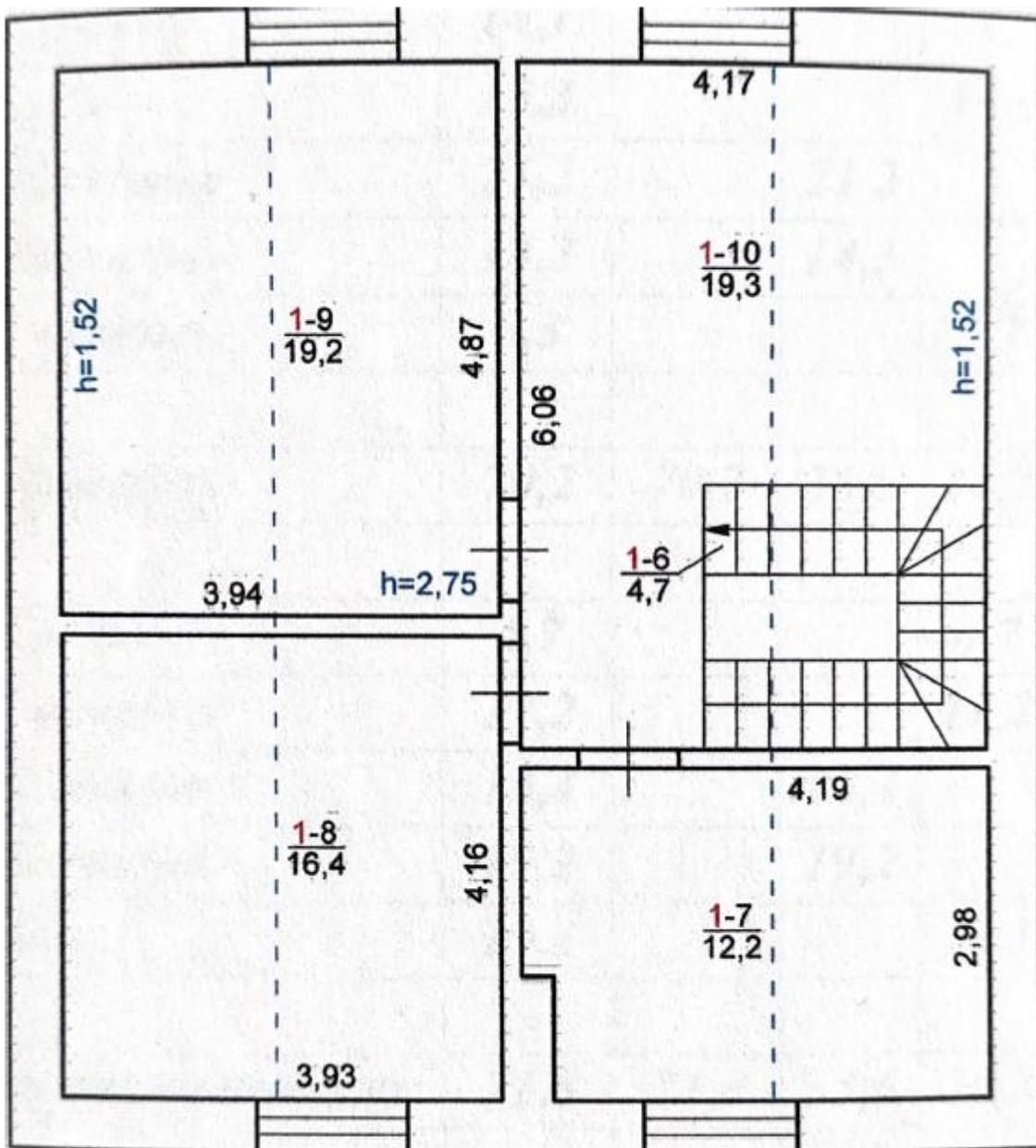


Рисунок 2.8 – План другого поверху

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

47

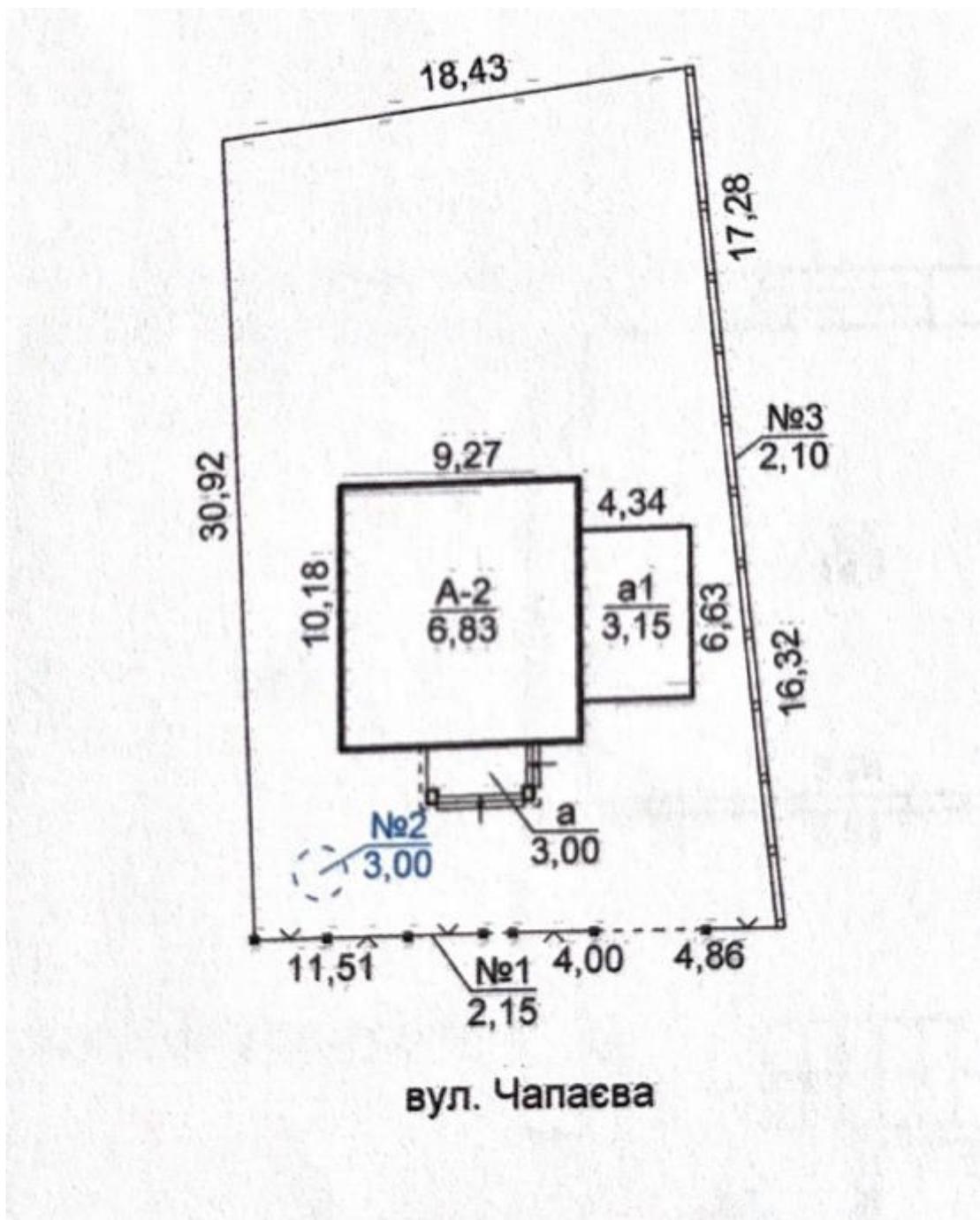


Рисунок 2.9 – План ділянки

Кліматичні умови розміщення згідно з додатками А, В:

Нормативні вимоги до огорожуючих конструкцій приймаємо за ДБН В.2.6-31:2021 (додатки Б, В):

Вологісний режим приміщень нормальний – умови експлуатації Б.

Кліматична зона – І.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова температура внутрішнього повітря (для теплотехнічних розрахунків) приймається за ДБН В.2.6-31:2021:

$$t_{в} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Розрахункове значення відносної вологості приміщень  $\phi = 55\%$ .

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 розрахункова температура зовнішнього повітря для м. Полтава, Полтавської області:

$$t_{з} = -23 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Кількість градусо-днів опалювального періоду для I температурної зони:

$$D_d = 3524 \text{ }^{\circ}\text{C} * \text{дїб}$$

Тривалість опалювального періоду визначається як тривалість періоду з середньодобовою температурою  $\leq 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$  і відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27 для м. Полтава складає:

$$Z_{оп} = 178 \text{ дїб}$$

Середньомісячна температура зовнішнього повітря приймається згідно з ДСТУ 9190:2022 за додатком А. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для м. Полтава, Полтавської області складає:

$$t_{опз} = -0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 для м. Полтава, Полтавської області:

Таблиця 2.1 – Середньомісячні значення температури

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-5,6	-4,7	0,3	9,0	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-3,4
Відносна вологість, %	85	82	78	66	61	65	66	64	69	77	86	87

Житловий будинок побудовано з черепашника обкладеного цеглою, товщина стін – 500 мм. Додаткова теплоізоляція відсутня.

Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в І-й температурній зоні експлуатації України (м. Полтава) становить

$$R_{qmin} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Значення розрахункових теплофізичних показників матеріалів визначаємо в ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».

Розрахунок термічного опору стін:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{1p}} + \frac{d_2}{\lambda_{2p}} + \frac{d_3}{\lambda_{3p}} + \frac{1}{h_{se}},$$

$h_{si}$ ,  $h_{se}$  – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б;

$R_i$  – тепловий опір і-го шару конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт. Для замкнених повітряних прошарків значення теплового опору визначають за даними, наведеними у додатку В;

$d_i$  – товщина і-го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м · К), приймають згідно з додатком А;

$i \dots I$  – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Внутрішній шар стіни побудований з повнотілої цегли  $d_1 = 125$  мм. Між внутрішнім і зовнішнім шаром покладений ракушняк М25,  $d_2 = 230$  мм. Штукатурка  $d_3 = 20$  мм. Зовнішній шар стіни побудований з пустотілої цегли  $d_4 = 125$  мм.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,125}{0,81} + \frac{0,23}{0,3} + \frac{0,02}{0,28} + \frac{0,125}{0,58} + \frac{1}{23} = 1,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок термічного опору даху:

Дах складається з металочерепиці (0,5 мм), мінеральної вати (200 мм) і гіпсокартону (10 мм). Також проложена гідроізоляційна і пароізоляційна плівки, які не враховуємо.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{10} + \frac{0,0005}{30} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{1}{6} = 4,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Розрахунок термічного опору підлоги:

Підлога складається з шару щебеню (100 мм), 2 слоїв бетонної стяжки (100 мм і 50 мм), пінополістеролу (50 мм), вспіненого поліетилену (3 мм) і ламінату (6 мм). Також проложена гідроізоляційна і пароізоляційна плівки, які не враховуємо.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5,9} + \frac{0,1}{0,6} + \frac{0,15}{1,86} + \frac{0,05}{0,045} + \frac{0,003}{0,045} + \frac{0,006}{0,14} + \frac{1}{6} = 1,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Розрахунок термічного опору вікон:

Встановлені вікна компанії Steko S500, з опором теплопередачі

$R_{\Sigma} = 0,89 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Кількість вікон – 10 шт. Розміри вікон зазначені в таблиці 2.1

Площа вікон  $F_{\text{вік}} = 17,95 \text{ м}^2$ .

Таблиця 2.2 – Розміри вікон.

Розташування	Розміри	Сторона світу
Санвузол (1 пов.)	750x1440 мм	Північний Схід (60°)
Кухня (перше вікно)	1270x1440 мм	Північний Схід (60°)
Кухня (друге вікно)	1270x1440 мм	Південний Схід (150°)
Вітальня (перше вікно)	1550x1440 мм	Південний Схід (150°)
Вітальня (друге вікно)	1270x1440 мм	Південний Захід (240°)
Кімната 1 (1 пов.)	1270x1440 мм	Південний Захід (240°)
Санвузол (2 пов.)	1270x1440 мм	Північний Схід (60°)
Кімната 2 (2 пов.)	1270x1440 мм	Північний Схід (60°)
Кімната 3 (2 пов.)	1270x1440 мм	Південний Захід (240°)
Кімната 4 (2 пов.)	1270x1440 мм	Південний Захід (240°)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

51

Таблиця 2.3 – Характеристики огороджувальних конструкцій.

Параметр	Одиниці вимірювання	Значення
<b>Конструкція стіни</b>		
Цегла червона пустотіла	мм	125
Цегла червона повнотіла	мм	125
Ракушняк	мм	230
Штукатурка	мм	20
Опір теплопередачі стін $R_{стін}$	$м^2 \cdot K / Вт$	0,983
<b>Площа стіни</b>		
Північний Схід 60°	$м^2$	61,85
Південний Схід 150°	$м^2$	51
Південний Захід 240°	$м^2$	61,85
Північний Захід 330°	$м^2$	51
Загальна площа $S_{стін}$	$м^2$	225,7
<b>Конструкція вікон</b>		<b>Металопластикові</b>
Північний Схід 60°	$м^2$	6,57
Південний Схід 150°	$м^2$	4,06
Південний Захід 240°	$м^2$	7,62
Північний Захід 330°	$м^2$	0
Загальна площа вікон $S_{вікон}$	$м^2$	17,95
<b>Вхідні двері</b>		<b>Дерев'яні</b>
Площа дверей	$м^2$	1,84
<b>Конструкція горищного перекриття</b>		
Металочерепиця	мм	0,5
Мінеральна вата	мм	200
Гіпсокартон	мм	10
Площа горищного перекриття	$м^2$	84,6
<b>Підлога на ґрунті</b>		
Щебінь	мм	100
Бетонна стяжка	мм	150
Пінополістерол	мм	50
Вспінений поліетилен	мм	3
Ламінат	мм	6
Площа підлоги	$м^2$	73,6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

52

Таблиця 2.4 – Загальні дані про котедж

Параметр	Одиниці вимірювання	Значення
Рік забудови	-	2015
Кількість поверхів	-	2
Площа забудови, $S_{\text{заб}}$	$\text{м}^2$	142
Об'єм загальний, $V_{\text{заг}}$	$\text{м}^3$	642
Площа опалювальна, $S_{\text{оп}}$	$\text{м}^2$	142
Об'єм опалювальний, $V_{\text{оп}}$	$\text{м}^3$	560
Чиста висота приміщення, $h_{\text{прим}}$	м	6,83
Кількість користувачів, осіб	-	5

$$h_{\min} = 5 \text{ м}; \quad h_{\max} = 8,3 \text{ м.}$$

Коефіцієнт скління фасадів будинку  $m_w$  визначається за формулою:

$$m_w = \frac{\sum A_{wi}}{(\sum A_{wi} + \sum A_i + \sum A_{fdi})}$$

де  $\sum A_{wi}$  - загальна сума площ світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів,  $\text{м}^2$ ;

$\sum A_i$  та  $\sum A_{fdi}$  - загальні суми площ не світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів (відповідно стін та дверей),  $\text{м}^2$ .

$$\sum A_{wi} = 17,95 \text{ м}^2$$

$$\sum A_i = 225,7 \text{ м}^2$$

$$\sum A_{fdi} = 1,84 \text{ м}^2$$

$$m_w = \frac{17,95}{(17,95 + 225,7 + 1,84)} = 0,073$$

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняння термічних опорів з нормативними.

Ця частина проекту виконана відповідно до вимог ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».

Ці стандарти та правила обумовлюють такі вимоги (для м. Полтава – I температурна зона):

Мінімальний опір теплопередачі зовнішніх стін  $R_{qmin} \geq 4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Мінімальний опір теплопередачі вікон  $R_{qmin} \geq 0,90 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Мінімальний опір теплопередачі вхідних дверей  $R_{qmin} \geq 0,70 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Мінімальний опір теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом та проїздами  $R_{qmin} \geq 5,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Мінімальний опір теплопередачі суміщеного покриття  $R_{qmin} \geq 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Зовнішні стіни в котеджі не відповідають стандартам і опір теплопередачі становить  $R_{стин} = 1,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Вікна в котеджі майже відповідають стандартам і опір теплопередачі становить  $R_{вікон} = 0,89 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Вхідні двері в котеджі не відповідають стандартам і опір теплопередачі становить  $R_{дверей} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,07}{0,41} + \frac{1}{23} = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Підлога в котеджі не відповідає стандартам і опір теплопередачі становить  $R_{підлоги} = 1,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Дах в котеджі не відповідає стандартам і опір теплопередачі становить  $R_{даху} = 4,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з Додатком до Мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель (Наказ Міністерства розвитку громад та територій України 27 жовтня 2020 року № 260) **граничне значення питомого енергоспоживання будівель при опаленні та охолодженні**  $EP_p = 120$  кВт·год/м<sup>2</sup> за річний період.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 допустимий перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стін складає  $\Delta T_{ст} = 4,0$  °С, стелі –  $\Delta T_{ст} = 3,0$  °С, підлоги –  $\Delta T_{ст} = 2,0$  °С.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

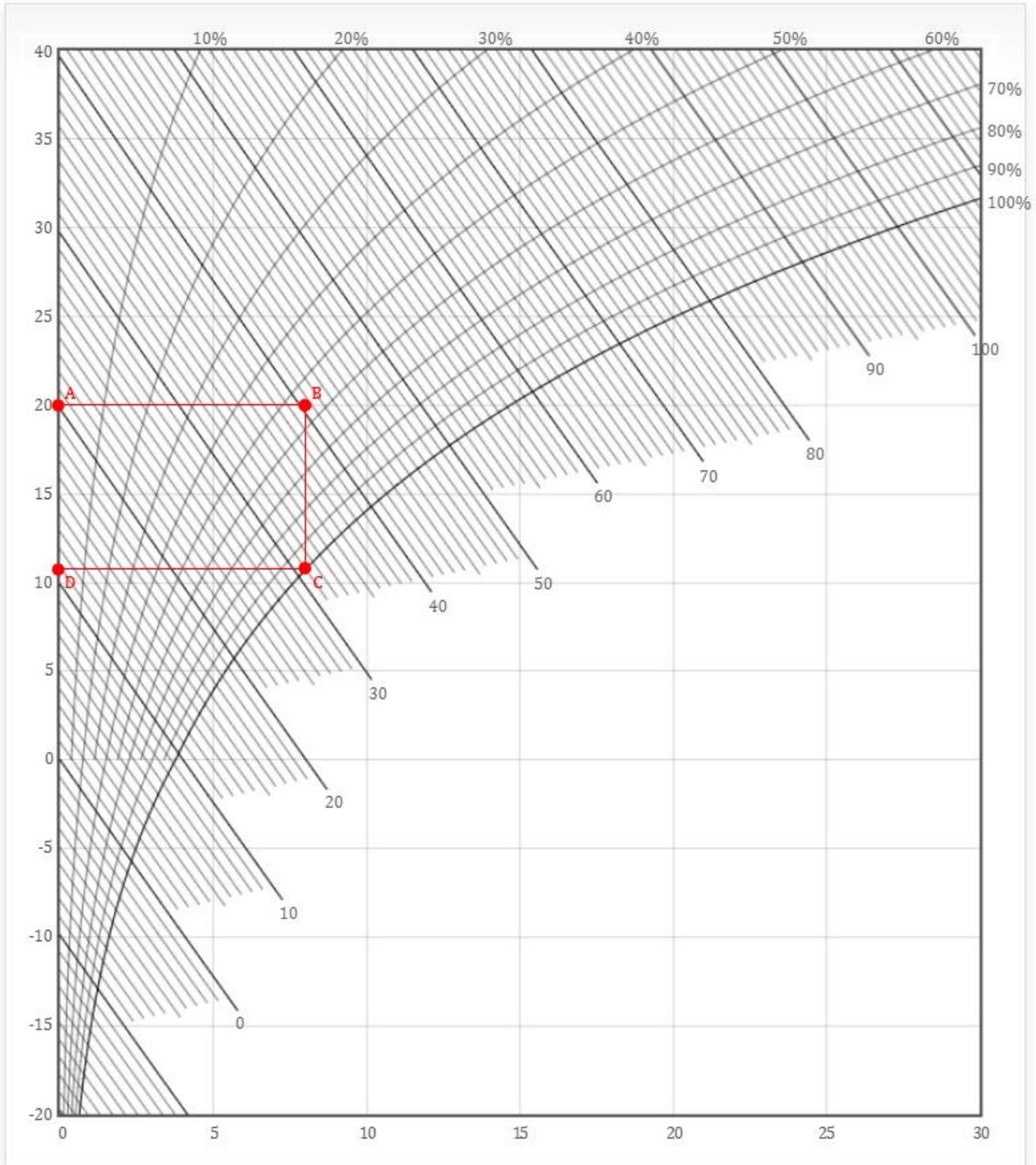


Рисунок 2.10 – i-d діаграма

Мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні  $T_{\min} = 10,7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

56

### 2.3. Інженерні системи котеджу.

Наразі опалення приміщень будівлі забезпечується за рахунок індивідуальної системи теплопостачання, а саме газового котла Ariston Egis Plus 24FF.



Рисунок 2.11 – Газовий котел Ariston Egis Plus 24FF

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Газ для роботи котла постачає компанія «Нафтогаз».

Тип лічильника ВК-Г4



Рисунок 2.12 – Лічильник ВК-Г4

Вода в котедрж постачається компанією КП ПОР «Полтававодоканал». Облік виконує лічильник води типу ЛК-15.



Рисунок 2.13 – Лічильник води ЛК-15

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-231026-МР				

Електропостачання об'єкту здійснює електропостачальна компанія ТОВ «Полтаваенергозбут».

Тип лічильника NIK 2303 AP6

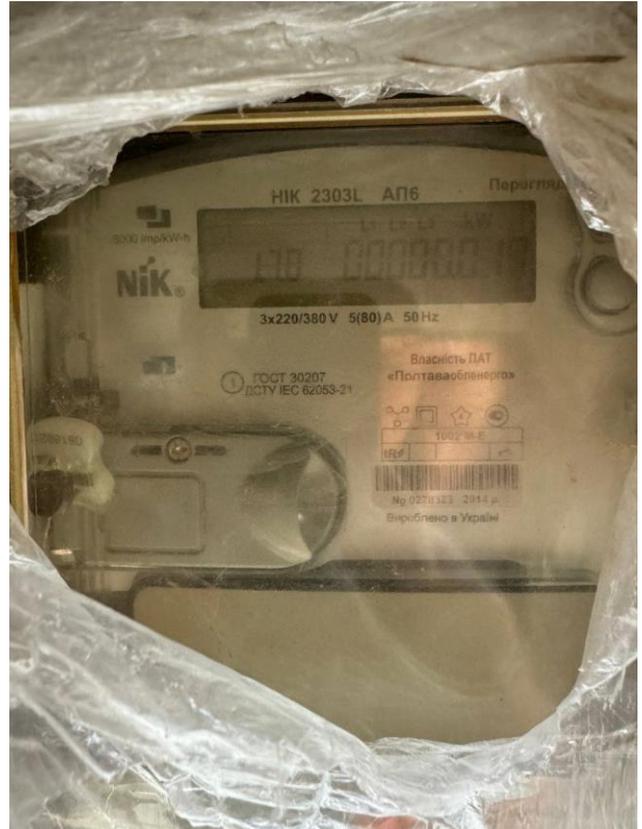


Рисунок 2.14 – Лічильник NIK 2303 AP6

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-НТ-231026-МР				

Котедж використовує такі види енергоносіїв: тепла енергія , вода, електрична енергія. Тариф на газ становить – 7,96 грн/м.куб, тариф на електроенергію становить – 4,32 грн/кВт.

Таблиця 2.5 - Існуючі сервісні контракти з експлуатації і обслуговування

Існуючі сервісні контракти з експлуатації і обслуговування	Відповідальна компанія
Система опалення	-
Система гарячого водопостачання	-
Система холодного водопостачання	КП ПОР «Полтававодоканал»
Система освітлення	«Полтаваенергозбут»
Система газопостачання	«Нафтогаз»

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

2.4. Методика теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій.

Теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій мають на меті забезпечення ефективної теплоізоляції будівель та споруд, що сприяє зниженню тепловтрат, підвищенню енергоефективності та створенню комфортних умов для перебування людей. Ці розрахунки враховують фізичні та теплотехнічні властивості матеріалів, кліматичні умови регіону, а також експлуатаційні характеристики конструкцій.

Методика теплотехнічних розрахунків ґрунтується на визначенні основних параметрів, таких як тепловий опір, коефіцієнт теплопередачі, температурний градієнт і ризик утворення конденсату. Розрахунки проводяться відповідно до чинних нормативних документів, таких як ДСТУ, СНиП та інші національні або міжнародні стандарти.

Основою методу є обчислення теплового опору огорожувальної конструкції. Тепловий опір визначається як відношення товщини матеріалу до його коефіцієнта теплопровідності. Чим більший тепловий опір, тим менше тепла втрачається через конструкцію. Сумарний тепловий опір конструкції враховує всі шари матеріалів, з яких вона складається, включаючи теплоізоляцію, несучі шари та внутрішнє або зовнішнє оздоблення.

Для оцінки енергоефективності будівель розраховується коефіцієнт теплопередачі, який показує кількість тепла, що проходить через 1 квадратний метр огорожувальної конструкції за одиницю часу при різниці температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем в 1°C. Згідно з нормативами, коефіцієнт теплопередачі повинен бути нижчим за встановлені граничні значення, що залежать від кліматичної зони.

Кліматичні умови відіграють ключову роль у теплотехнічних розрахунках. Враховуються середньомісячні та середньодобові температури, вологість, швидкість вітру та тривалість опалювального

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

періоду. Ці параметри впливають на вибір матеріалів і товщину теплоізоляційного шару.

Методика також передбачає врахування особливостей експлуатації будівель. Наприклад, для житлових, промислових або адміністративних споруд встановлюються різні вимоги до теплоізоляції залежно від їхнього призначення, кількості тепловиділення всередині приміщень та рівня вологості.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						62
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.5. Методика визначення енергопотреби та енергоспоживання, класу енергетичної ефективності будівлі.

Методика визначення енергопотреби, енергоспоживання та класу енергетичної ефективності будівлі базується на аналізі кількості енергії, необхідної для забезпечення комфортних умов проживання або експлуатації будівлі. Ця методика має на меті оцінити ефективність використання енергії в будівлі з урахуванням її конструктивних особливостей, технічного оснащення, кліматичних умов та інших факторів, що впливають на споживання енергоресурсів.

Розрахунок енергопотреби будівлі починається з аналізу її енергетичних характеристик. Визначаються всі види енергії, які використовуються для опалення, охолодження, гарячого водопостачання, вентиляції, освітлення та інших систем. Для кожної з цих систем оцінюється кількість енергії, необхідної для забезпечення їхньої роботи в нормальних умовах. Ці розрахунки базуються на даних про теплові втрати через огорожувальні конструкції будівлі, вплив інфільтрації повітря, ефективність роботи систем теплопостачання та кондиціонування, а також на інформації про кліматичні особливості регіону.

Енергоспоживання будівлі визначається шляхом підсумовування споживаної енергії за всіма напрямками. Враховується як споживання первинної енергії (вугілля, природний газ, електроенергія тощо), так і кінцевої (енергія, що безпосередньо використовується системами будівлі). У процесі аналізу застосовуються коефіцієнти перерахунку для різних видів енергії з метою уніфікації результатів.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначається на основі порівняння фактичного енергоспоживання будівлі з нормативними показниками. Для цього застосовується енергетичний сертифікат, який встановлює відповідність будівлі одному з класів, зазвичай від «А» (висока енергоефективність) до «G» (низька енергоефективність).

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення класу залежить від розрахункових показників питомого споживання енергії (кВт·год/м<sup>2</sup> на рік) та порівнюється із встановленими нормативами.

$$\Delta_{ep} = [(EP_{use} - EP_p)/EP_p] * 100$$

Таблиця 2.6 – Клас енергетичної ефективності будівелі

Клас енергетичної ефективності будівлі	Відсоткові показники, $\Delta_{ep}$
A	$\Delta_{ep} > -50$
B	$-50 \leq \Delta_{ep} < -20$
C	$-20 \leq \Delta_{ep} \leq 0$
D	$0 < \Delta_{ep} \leq 20$
E	$20 < \Delta_{ep} \leq 35$
F	$35 < \Delta_{ep} \leq 50$
G	$50 < \Delta_{ep}$

Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні ( $EP_{use}$ ), кВт\*год/м<sup>2</sup>, розраховується за формулою:

$$EP_{use} = EP_{H,use} + EP_{C,use};$$

$EP_{H,use}$  – питоме енергоспоживання при опаленні кВт\*год/м<sup>2</sup>

$$EP_{H,use} = Q_{H,use}/A_f - \text{для житлових будівель}$$

$EP_{C,use}$  – питоме енергоспоживання при охолодженні кВт\*год/м<sup>2</sup>

$$EP_{C,use} = Q_{C,use}/A_f - \text{для житлових будівель}$$

Для отримання даних про енергетичну ефективність використовуються сучасні методи моделювання, енергетичні аудити, а також інструменти, що дозволяють оцінити тепловий баланс будівлі. Враховуються характеристики огорожувальних конструкцій, такі як коефіцієнт теплопередачі, повітропроникність, наявність теплових містків. Крім того, аналізується ефективність інженерних систем, включаючи системи опалення, вентиляції, кондиціонування та

освітлення. Також беруться до уваги відновлювальні джерела енергії, якщо вони використовуються в будівлі.

Важливу роль у визначенні класу енергетичної ефективності відіграє кліматичний фактор. Він включає врахування середніх температур, рівня сонячної радіації, тривалості опалювального періоду та інших характеристик регіону. Це дозволяє адаптувати розрахунки до конкретних умов і забезпечити точність оцінки.

Загальна оцінка енергоспоживання та енергопотреби використовується для розробки заходів щодо підвищення енергоефективності. Це можуть бути рекомендації з утеплення будівлі, модернізації систем опалення та вентиляції, встановлення енергоефективних вікон, використання відновлюваних джерел енергії тощо. Реалізація таких заходів сприяє зменшенню енергоспоживання, зниженню викидів парникових газів та економії коштів на енергоресурси.

Таким чином, методика визначення енергопотреби, енергоспоживання та класу енергетичної ефективності будівлі є комплексним підходом, який забезпечує об'єктивну оцінку енергетичних характеристик будівлі та створює підґрунтя для її енергомодернізації.

### **Теплопередача трансмісією.**

Сумарну теплопередачу через конструкції будівлі шляхом трансмісії  $Q_{tr}$ , [Вт·год], визначають окремо для кожного місяця та кожної зони будівлі за такими формулами:

Для опалення

$$Q_{tr} = N_{tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e)t;$$

де  $N_{tr,adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, [Вт/К], встановлений для різниці температур всередині-зовні, визначений згідно з 8.2 ДСТУ 9190:2022;

$\theta_{int,set,H}$  – розрахункова (задана) внутрішня температура зони будівлі під час опалення, [°C], визначена згідно з розділом 13 ДСТУ 9190:2022;

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\theta_e$  – розрахункова (задана) внутрішня температура зони будівлі під час опалення, [°C], визначена згідно з розділом 13 ДСТУ 9190:2022;

Сумарне значення узагальненого коефіцієнта теплопередачі трансмісією  $H_{tr,adj}$ , [Вт/К], розраховують за формулою:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A,$$

де  $H_d$  – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, [Вт/К];

$H_g$  – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, [Вт/К];

$H_U$  – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, [Вт/К];

$H_A$  – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, [Вт/К];

У загальному випадку  $H_x$ , що відображає  $H_D$ ,  $H_g$ ,  $H_U$  або  $H_A$ , сформований з трьох співмножників та його розраховують за формулою:

$$H_x = b_{tr,x} \sum_i A_i U_i,$$

де  $A_i$  – площа  $i$ -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі виміряна за внутрішніми розмірами, включно з площею внутрішніх дверних та віконних укосів, [м<sup>2</sup>];

$U_i$  – площа  $i$ -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі виміряна за внутрішніми розмірами, включно з площею внутрішніх дверних та віконних укосів, [м<sup>2</sup>];

$b_{tr,x}$  – поправковий коефіцієнт, що становить:

$b_{tr,x} = 1$  – під час розрахунків  $H_D$  та  $H_g$ ;

$b_{tr,x} \neq 1$  – під час розрахунків  $H_U$ ,  $H_A$ , значення потрібно визначати згідно з 8.2.2.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **Енергопотреба для опалення.**

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для опалення,  $Q_{H,nd}$ , [Вт·год], за умови постійного опалення, розраховують за формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} - Q_{ve,pre-heat},$$

де  $Q_{H,nd,cont}$  – енергопотреба для постійного опалення будівлі, [Вт·год], має бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{H,ht}$  – сумарна теплопередача в режимі опалення, [Вт·год], визначена згідно з ДСТУ 9190:2022, пункт 7.2.3.1;

$Q_{H,gn}$  – сумарні теплонадходження в режимі опалення, [Вт·год], визначені згідно з ДСТУ 9190:2022, пункт 7.2.3.2;

$\eta_{H,gn}$  – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень, визначений згідно з ДСТУ 9190:2022, пункт 12.2;

$Q_{ve,pre-heat}$  – енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря, [Вт·год], визначена згідно з ДСТУ 9190:2022, пункт 9.4.

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для опалення,  $Q_{H,nd}$ , за умови переривчастого опалення, якщо виконують умови ДСТУ 9190:2022, пункт 13.2, визначають за формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,interm},$$

де  $Q_{H,nd,interm}$  визначають згідно з ДСТУ 9190:2022, пункт 13.3.

У випадку з довготривалим періодом невикористання  $Q_{H,nd}$  визначають з поправками згідно з ДСТУ 9190:2022, пункт 13.5.

### **Річні енергопотреби для опалення зони будівлі.**

Річні енергопотреби для опалення та охолодження даної зони будівлі  $Q_{H,nd,an}$  [кВт·год], розраховують за формулою, складанням розрахованої енергопотреби за кожний місяць:

$$Q_{H,nd,an} = \sum Q_{H,nd,i} / 1000$$

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{ve}$ , [Вт·год], розраховують для кожного місяця та для кожної z-ої зони за формулою:

$$Q_{ve,H} = N_{ve,adj,H} * (\theta_{int,set,H} - \theta_e) * t,$$

Де  $N_{ve,adj,H}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією для опалення, [Вт/К], визначений згідно з 9.2;

$\theta_{int,set,H}$  – задана температура зони будівлі для опалення, [°C], визначена згідно з розділом 13;

$\theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, [°C], визначена згідно з додатком А;

$t$  – тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, [год], визначена згідно з додатком А.

## Узагальнений коефіцієнт теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $N_{ve,adj}$ , [Вт/К], розраховують за формулою:

$$N_{ve,adj,H} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,H} b_{ve,H} + q_{inf,mn,H}),$$

де  $\rho_a c_a$  – теплоємність одиниці об'єму повітря, дорівнює 0,336 [Вт·год/(м·К)];

$q_{ve,mn,H}$  – усереднена за часом витрата повітря для вентиляції для опалення, [м<sup>3</sup>/год], визначена згідно з 9.2.1;

$b_{ve,H}$  – температурний поправковий коефіцієнт, що коригує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією замість різниці температур у випадках, коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища (а саме за наявності утилізування теплоти), значення необхідно визначати згідно з 9.2.4.

$q_{inf,mn,H}$  – усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації для опалення, [м<sup>3</sup>/год], визначена згідно з 9.2.3;

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Внутрішні теплонадходження

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядають,  $Q_{int}$ , [кВт·год], розраховують для кожного місяця за формулою:

$$Q_{int} = N/168 * (\sum \Phi_{int,mn,k} A_{f,k}) * t;$$

$N$  – графік використання, залежно від призначення будівлі, може бути прийнятий згідно з таблицею 6, [год/тиждень];

$\Phi_{int,mn,k}$  – усереднена за часом щільність теплового потоку від  $k$ -го внутрішнього джерела залежно від призначення будівлі, що може бути прийнята згідно з таблицею 6 як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, [Вт/м<sup>2</sup>];

$A_{f,k}$  – кондиціонована площа  $k$ -ї зони будівлі, м<sup>2</sup>;

### Загальні сонячні теплонадходження

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядають, для кожного місяця  $Q_{sol}$ , [кВт·год], розраховують за формулою:

$$Q_{sol} = (\sum \Phi_{sol,mn,k}) * t / 1000;$$

$\Phi_{sol,mn,k}$  – усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го джерела сонячного випромінювання, [Вт], визначений згідно з 11.3;

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Сумарне енергоспоживання системи опалення, охолодження та вентиляції.

### Тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення.

Розраховування загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення виконують щомісяця згідно з ДСТУ EN 15316-2 з використанням ефективності за формулою:

$$Q_{H,em,Is} = (f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad} / \eta_{em} - 1) \cdot Q_{H,em,out},$$

де  $Q_{H,em,Is}$  – загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, [Вт·год];

$Q_{H,em,out} = Q_{H,nd}$  – енергія виходу від підсистеми тепловіддавання/виділення за конкретний місяць, [Вт·год], є енергопотребою в опаленні за конкретний місяць  $Q_{H,nd}$ , що визначають згідно з 7.2.1;

$f_{hydr}$  – коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

$f_{im}$  – 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 променеви складову теплового потоку (лише для променевих систем опалення);

$\eta_{em}$  – загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні, що визначають за формулою:

$$\eta_{em} = 1 / [4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})],$$

де  $\eta_{str}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

$\eta_{ctr}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta_{emb}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем).

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2,$$

де  $\eta_{str1}$  і  $\eta_{str2}$  приймають згідно з таблицею 17 ДСТУ 9190:2022.

**Енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти.**

Для цілей стандарту прийнято, що загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти дорівнює енергії входу в підсистему розподілення:

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i},$$

де  $Q_{H,gen,out,i}$  – енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, [Вт·год];

$Q_{H,dis,in,i}$  – енергія входу в підсистему розподілення упродовж і-го місяця, [Вт·год], визначена згідно з 15.5.6.

Тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти.

Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, Вт·год, розраховують за формулою:

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

$\eta_{H,gen}$  – коефіцієнт ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти;

$Q_{H,gen,out,i}$  – енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, [Вт·год], визначена згідно з 15.6.1.

Коефіцієнт ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти  $\eta_{H,gen}$  приймають згідно з даними таблиці 26.

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Споживання теплової енергії під час опалення.

Споживання теплової енергії під час опалення будівлі визначають за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,is,i},$$

де  $Q_{H,gen,out,i}$  – енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж  $i$ -го місяця, [Вт·год], визначена згідно з ДСТУ 9190:2022 пункт 15.6.1;

$Q_{H,gen,is,i}$  – енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж  $i$ -го місяця, [Вт·год], визначена згідно з ДСТУ 9190:2022 пункт 15.6.1;

Річне споживання теплової енергії під час опалення, [кВт·год], розраховують підсумовуванням розрахованих місячних енергоспоживань за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,use,an} = \sum Q_{H,use,i} / 1000$$

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 3**  
**ЕНЕРГОАУДИТ КОТЕДЖУ. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З**  
**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

3.1. Розрахунок енергопотреби на опалення.

Таблиця 3.1 – Температурні дані

Існуючі умови внутрішнього середовища		Задовільно	
Середня внутрішня температура	Фактично	Виміряно при зовнішній температурі	Норматив
Температура внутрішнього повітря, °С	21,2	1	20
Зниження температури, °С	+1,2	1	20

3.1. Розрахунок теплових витрат котеджу

Таблиця 3.2 – Розрахунок тепловтрат

№	Вид конструкції	Площа, $A_i$	$R, m^2 \cdot K / W$	$U_{op}$	$\Delta U_{tb}$	$b_{tr,H}$	$H_{x,H}$
1	Стіни	225,7	1,37	0,73	0	1	164,7
2	Вікна	17,95	0,89	1,12	0	1	20,1
3	Двері	1,84	0,33	3,03	0	1	5,58
4	Дах	84,6	1,8	0,56	0,05	1	51,6
5	Підлога	73,6	4,31	0,23	0,1	1	24,3

$$b_{tr,H} = b_{tr,C}; H_{x,H} = H_{x,C};$$

$$H_{x,H} = A_i * (U + \Delta U) * b_{tr,x,H};$$

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована з формулами (9) та (10) ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця:

Таблиця 3.3 – Сумарна теплопередача трансмісією

Місяці року	$\theta_e$	t	$b_{ia}$	$H_{ia}$	$H_a$	$H_{tr,adj,H}$	$Q_{tr,H}$ , кВт·год
січень	-5,6	744	0,59	13,7	8,1	197,1	3754,51
лютий	-4,7	672	0,6	13,7	8,2	197,3	3274,22
березень	0,3	744	0,66	13,7	9,0	198,1	2903,26
квітень	9	720	0,79	13,7	10,8	199,9	1582,92
травень	15,4	744	1	13,7	13,7	202,7	693,855
червень	18,7	720	1	13,7	13,7	202,7	189,764
липень	20,5	744	1	13,7	13,7	202,7	-75,419
серпень	19,7	744	1	13,7	13,7	202,7	45,2514
вересень	14,3	720	1	13,7	13,7	202,7	832,042
жовтень	7,7	744	0,8	13,7	11,0	200,0	1830,24
листопад	1,3	720	0,67	13,7	9,2	198,2	2668,83
грудень	-3,3	744	0,6	13,7	8,2	197,3	3419,57
$\Sigma$	7,8	8760	9,71	164,3	133,0	2401,5	21119,1

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e)t;$$

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A; H_u = 0; [Вт/К]$$

$$H_D = b_{tr,x} \Sigma A_i U_i, b_{tr,x} = 1; [Вт/К]$$

$$H_D = 1 * 225,7 * 1,02 = 230,2;$$

$$H_g = b_{tr,x} \Sigma A_i U_i, b_{tr,x} = 1; [Вт/К]$$

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_g = 1 * 73,6 * 0,33 = 24,3;$$

$$H_A = H_{iA} \cdot b_A, [Вт/К]$$

$H_{iA} = b_{tr,x} \sum A_i U_i$ ,  $b_{tr,x} = 1$ ; [Вт/К] - безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією між кондиціонованим об'ємом/зоною та суміжною будівлею.

$$S_g = 6,7 * 2,8 = 18,76 - \text{площа стіни гаража, що примикає до будинку};$$

$b_A = (\theta_i - \theta_a) / (\theta_i - \theta_e)$ ; - Поправковий коефіцієнт  $b_A$  розраховують для кожного місяця за формулою.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією для опалення представлено в таблиці:

Таблиця 3.4 – Коефіцієнт теплопередачі вентиляцією для опалення

Місяці року	Природня вентиляція в період присутності				Інфільтрація в період відсутності			
	Кратність повітрообміну	Обсяг повітря, що вентилюється	Частка роботи	Коефіцієнт	Кратність повітрообміну	Обсяг повітря, що вентилюється	частка роботи	Коефіцієнт
	n, год <sup>-1</sup>	V <sub>ve</sub> , м <sup>3</sup>	t <sub>ve,H</sub> /168	b <sub>ve,H</sub>	n, год <sup>-1</sup>	V <sub>ve</sub> , м <sup>3</sup>	t <sub>ve,H</sub> /168	b <sub>ve,H</sub>
січень	0,6	560	0,67	1	0,58	560	0,33	1
лютий	0,6	560	0,67	1	0,58	560	0,33	1
березень	0,6	560	0,67	1	0,51	560	0,33	1
квітень	0,6	560	0,67	1	0,43	560	0,33	1
травень	0,6	560	0,67	1	0,34	560	0,33	1
червень	0,6	560	0,67	1	0,3	560	0,33	1
липень	0,6	560	0,67	1	0,26	560	0,33	1
серпень	0,6	560	0,67	1	0,3	560	0,33	1
вересень	0,6	560	0,67	1	0,37	560	0,33	1
жовтень	0,6	560	0,67	1	0,43	560	0,33	1
листопад	0,6	560	0,67	1	0,51	560	0,33	1
грудень	0,6	560	0,67	1	0,55	560	0,33	1

$$H_{ve,adj,H} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,H} b_{ve,H} + q_{inf,mn,H}).$$

$$H_{ve,adj,H(1,2)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 92) = 99,2;$$

$$H_{ve,adj,H(3,11)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 80,9) = 95,5;$$

$$H_{ve,adj,H(4,10)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 68,3) = 91,3;$$

$$H_{ve,adj,H(5)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 54) = 86,5;$$

$$H_{ve,adj,H(6,8)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 47,6) = 84,3;$$

$$H_{ve,adj,H(7)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 41,3) = 82,2;$$

$$H_{ve,adj,H(9)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 58,7) = 88;$$

$$H_{ve,adj,H(12)} = 0,336 * (203,3 * 1 + 87,3) = 97,7;$$

$$q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} t_{ve,H} / 168;$$

$$q_{ve,mn,H} = 305 * 112 / 168 = 203,3;$$

$$q_{ve,H} = Q_{tot} * 3,6 = n * q_p + S * q_b;$$

$$q_{ve,H} = Q_{tot} * 3,6 = 5 * 7 + 142 * 0,35 = 305 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{inf,mn,H} = n_{inf,H} V_{ve} v_v t_{inf,H} / 168;$$

$$q_{inf,mn,H(1,2)} = 0,58 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 92;$$

$$q_{inf,mn,H(3,11)} = 0,51 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 80,9;$$

$$q_{inf,mn,H(4,10)} = 0,43 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 68,3;$$

$$q_{inf,mn,H(5)} = 0,34 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 54;$$

$$q_{inf,mn,H(6,8)} = 0,3 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 47,6;$$

$$q_{inf,mn,H(7)} = 0,26 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 41,3;$$

$$q_{inf,mn,H(9)} = 0,37 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 58,7;$$

$$q_{inf,mn,H(12)} = 0,55 * 560 * 0,85 * 56 / 168 = 87,3;$$

$$b_{ve,H} = (1 - f_{ve,frac,H} * \eta_{ve}); \eta_{ve} = 0;$$

$$b_{ve,H} = 1$$

					<i>601-HT-231026-MP</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарна теплопередача вентиляцією для періоду опалення [кВт·год]:

Таблиця 3.5 – Сумарна теплопередача вентиляцією

Місяці року	$\theta_e$	t	$N_{ve,adj,H}$	$Q_{ve,H}$
січень	-5,6	744	99,2	1889,4
лютий	-4,7	672	99,2	1646,6
березень	0,3	744	95,5	1399,7
квітень	9	720	91,3	723,1
травень	15,4	744	86,5	296
червень	18,7	720	84,3	78,9
липень	20,5	744	82,2	-30,6
серпень	19,7	744	84,3	18,8
вересень	14,3	720	88	361,2
жовтень	7,7	744	91,3	835,5
листопад	1,3	720	95,5	1285,8
грудень	-3,3	744	97,7	1693,6

$$Q_{ve,H} = N_{ve,adj,H} * (\theta_{int,set,H} - \theta_e) * t;$$

$$Q_{ve,H1} = 99,2 * (20 - (-5,6)) * 744 = 1889403;$$

$$Q_{ve,H2} = 99,2 * (20 - (-4,7)) * 672 = 1646561;$$

$$Q_{ve,H3} = 95,5 * (20 - 0,3) * 744 = 1399724;$$

$$Q_{ve,H4} = 91,3 * (20 - 9) * 720 = 723096;$$

$$Q_{ve,H5} = 86,5 * (20 - 15,4) * 744 = 296038;$$

$$Q_{ve,H6} = 84,3 * (20 - 18,7) * 720 = 78905;$$

$$Q_{ve,H7} = 82,2 * (20 - 20,5) * 744 = -30578;$$

$$Q_{ve,H8} = 84,3 * (20 - 19,7) * 744 = 18816;$$

$$Q_{ve,H9} = 88 * (20 - 14,3) * 720 = 361152;$$

$$Q_{ve,H10} = 91,3 * (20 - 7,7) * 744 = 835505;$$

$$Q_{ve,H11} = 95,5 * (20 - 1,3) * 720 = 1285812;$$

$$Q_{ve,H12} = 97,7 * (20 - (-3,3)) * 744 = 1693649;$$

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарна теплопередача для періоду опалення [кВт·год]:

Таблиця 3.6 – Сумарна теплопередача для періоду опалення

Місяці року	$Q_{tr,H}$	$Q_{ve,H}$	$Q_{H,ht}$
січень	4954	1889,4	6843,4
лютий	4339	1646,6	5985,4
березень	3852	1399,7	5251,5
квітень	2111	723,1	2833
травень	936,5	296	1232,5
червень	256	78,9	335,1
липень	-101,8	-30,6	-132,4
серпень	61	18,8	79,9
вересень	1123	361,2	1484,2
жовтень	2440,6	835,5	3276,1
листопад	3542,4	1285,8	4828,2
грудень	4531,4	1693,6	6225
$\Sigma$	28043,8	10198,1	38241,9

Еквівалентна площа інсоляції світлопрозорих елементів:

Таблиця 3.7 – Еквівалентна площа інсоляції світлопрозорих елементів

	ПН-Сх 60°	ПД-Сх 150°	ПД-Зх 240°	ПН-Зх 330°
$A_{w,p}$	6,57	4,06	7,62	-
$A_{sol}$	3,1	1,92	3,6	-

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_f) A_{w,p}, [M^2]; F_f = 0,3; F_{sh,gl} = 1;$$

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n;$$

$$g_{gl} = 0,9 * 0,75 = 0,675;$$

$$A_{sol1} = 1 * 0,675 (1 - 0,3) * 6,57 = 3,1;$$

$$A_{sol2} = 1 * 0,675 (1 - 0,3) * 4,06 = 1,92;$$

$$A_{sol3} = 1 * 0,675 (1 - 0,3) * 7,62 = 3,6;$$

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі:

Таблиця 3.8 – Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі

	ПН-Сх 60°	ПД-Сх 150°	ПД-Зх 240°	ПН-Зх 330°	Дах
$A_c$	61,85	51	61,85	51	84,6
$U_c$	0,73	0,73	0,73	0,73	0,56
$A_{sol}$	1,36	1,12	1,36	1,12	1,63

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c, [M^2]; R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; \alpha_{s,c} = 0,7;$$

$$A_{sol(1,3)} = 0,7 * 0,043 * 0,73 * 61,85 = 1,36;$$

$$A_{sol(2,4)} = 0,7 * 0,043 * 0,73 * 51 = 1,12;$$

$$A_{sol\text{дах}} = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c, [M^2]; R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; \alpha_{s,c} = 0,8;$$

$$A_{sol\text{дах}} = 0,8 * 0,043 * 0,56 * 84,6 = 1,63;$$

Тепловий потік через прозорі конструкції:

Таблиця 3.9 – Тепловий потік через прозорі конструкції

Місяці року	$F_{sh,ob,k}$	$F_{sh,ob,k}$	$F_{sh,ob,k}$	$I_{sol,k}$	$I_{sol,k}$	$I_{sol,k}$	$\Phi_{sol,k,вікон}$
	ПнСх	ПдСх	ПдЗх	ПнСх	ПдСх	ПдЗх	Всього
	-	-	-	-	-	-	
січень	1	1	1	13	39	40	259,2
лютий	1	1	1	25	60	64	423,1
березень	1	1	1	39	76	83	565,6
квітень	1	1	1	55	96	93	689,6
травень	1	1	1	74	114	111	847,9
червень	1	1	1	93	115	113	915,9
липень	1	1	1	86	115	112	890,6
серпень	1	1	1	69	117	115	852,5
вересень	1	1	1	43	103	102	698,3
жовтень	1	1	1	22	71	69	452,9
листопад	1	1	1	11	35	36	230,9
грудень	1	1	1	9	28	28	182,5

$$\Phi_{sol,k,i} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k},$$

Таблиця 3.10 – Тепловий потік через прозорі конструкції для ПнСх, ПдСх, ПдЗх

Місяці року	$\Phi_{sol,k1}$	$\Phi_{sol,k2}$	$\Phi_{sol,k3}$
	ПнСх	ПдСх	ПдЗх
січень	40,3	74,88	144
лютий	77,5	115,2	230,4
березень	120,9	145,92	298,8
квітень	170,5	184,32	334,8
травень	229,4	218,88	399,6
червень	288,3	220,8	406,8
липень	266,6	220,8	403,2
серпень	213,9	224,64	414
вересень	133,3	197,76	367,2
жовтень	68,2	136,32	248,4
листопад	34,1	67,2	129,6
грудень	27,9	53,76	100,8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

81

Тепловий потік через непрозорі конструкції:

Таблиця 3.11 – Тепловий потік через непрозорі конструкції

Місяці року	F <sub>sh,ob,k</sub>	F <sub>sh,ob,k</sub>	F <sub>sh,ob,k</sub>	F <sub>sh,ob,k</sub>	I <sub>sol,k</sub>	Φ <sub>sol,k</sub>				
	ПнСх	ПдСх	ПдЗх	ПнЗх	ПнСх	ПдСх	ПдЗх	ПнЗх	Гориз.	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
січень	1	1	1	1	13	39	40	14	32	-98,6
лютий	1	1	1	1	25	60	64	25	62	35,1
березень	1	1	1	1	39	76	83	40	106	186,4
квітень	1	1	1	1	55	96	93	54	155	339,7
травень	1	1	1	1	74	114	111	77	217	537,0
червень	1	1	1	1	93	115	113	90	243	623,6
липень	1	1	1	1	86	115	112	84	231	586,4
серпень	1	1	1	1	69	117	115	67	199	498,4
вересень	1	1	1	1	43	103	102	43	143	311,6
жовтень	1	1	1	1	22	71	69	22	77	71,2
листопад	1	1	1	1	11	35	36	11	34	-111,4
грудень	1	1	1	1	9	28	28	9	22	-154,6

$$\Phi_{sol,k,x} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k},$$

$$\Phi_{r,k} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er},$$

$$\Phi_{r,k1,3} = 0,043 * 0,73 * 61,85 * 4,65 * 11 = 99,3;$$

$$\Phi_{r,k2,4} = 0,043 * 0,73 * 51 * 4,65 * 11 = 81,9;$$

$$\Phi_{r,k,дах} = 0,043 * 0,56 * 84,6 * 4,5 * 11 = 101;$$

$$h_{r,ст} = 5\varepsilon, \varepsilon = 0,93;$$

$$h_{r,ст} = 4,65;$$

$$h_{r,дах} = 5\varepsilon, \varepsilon = 0,9;$$

$$h_{r,дах} = 4,5;$$

$$\Phi_{sol,k} = \Phi_{sol,k1} + \Phi_{sol,k2} + \Phi_{sol,k3} + \Phi_{sol,k4} + \Phi_{sol,k,дах};$$

Таблиця 3.12 – Тепловий потік через непрозорі конструкції для стін

і даху

Місяці року	$\Phi_{sol,k1}$	$\Phi_{sol,k2}$	$\Phi_{sol,k3}$	$\Phi_{sol,k4}$	$\Phi_{sol,k,дах}$	$\Phi_{sol,k}$
	ПнСх	ПдСх	ПдЗх	ПнЗх	Дах	$\Sigma$
січень	-32,0	2,8	4,7	-25,3	-48,8	-98,6
лютий	-15,7	26,3	37,3	-12,9	0,1	35,1
березень	3,4	44,2	63,1	3,9	71,8	186,4
квітень	25,1	66,6	76,7	19,6	151,7	339,7
травень	50,9	86,8	101,2	45,3	252,7	537,0
червень	76,7	87,9	103,9	59,9	295,1	623,6
липень	67,2	87,9	102,6	53,2	275,5	586,4
серпень	44,1	90,2	106,6	34,1	223,4	498,4
вересень	8,8	74,5	89,0	7,2	132,1	311,6
жовтень	-19,8	38,6	44,1	-16,3	24,5	71,2
листопад	-34,7	-1,7	-0,7	-28,6	-45,6	-111,4
грудень	-37,4	-9,6	-11,6	-30,9	-65,1	-154,6

Таблиця 3.13 – Сумарні сонячні теплонадходження

Місяці року	$\Phi_{sol,k,вікон}$	$\Phi_{sol,k,стін,даху}$	$\Phi_{sol,mn,k}$
	Всього	Всього	Всього
січень	259,2	-98,6	160,6
лютий	423,1	35,1	458,2
березень	565,6	186,4	752,0
квітень	689,6	339,7	1029,3
травень	847,9	537,0	1384,8
червень	915,9	623,6	1539,5
липень	890,6	586,4	1477,0
серпень	852,5	498,4	1351,0
вересень	698,3	311,6	1009,8
жовтень	452,9	71,2	524,1
листопад	230,9	-111,4	119,5
грудень	182,5	-154,6	27,9

Загальні теплонадходження:

Таблиця 3.14 – Загальні теплонадходження

Місяці року	$\Phi_{sol,mn,k}$ , Вт	t, год	$Q_{sol}$ , кВт	$Q_{int}$ , кВт	$Q_{gn}$ , кВт
січень	160,6	744	119,5	425,15	544,6
лютий	458,2	672	307,9	330,8	638,7
березень	752,0	744	559,5	425,15	984,6
квітень	1029,3	720	741,1	354,4	1095,5
травень	1384,8	744	1030,3	425,15	1455,5
червень	1539,5	720	1108,4	354,4	1462,8
липень	1477,0	744	1098,9	425,15	1524,1
серпень	1351,0	744	1005,1	425,15	1430,3
вересень	1009,8	720	727,1	354,4	1081,5
жовтень	524,1	744	389,9	425,15	815,1
листопад	119,5	720	86,1	354,4	440,5
грудень	27,9	744	20,7	425,15	445,9

$$Q_{sol} = (\sum \Phi_{sol,mn,k}) * t / 1000;$$

$$Q_{int} = N/168 * (\sum \Phi_{int,mn,k} A_{f,k}) * t + Q_{w,dis,rbl,m};$$

$$N = 112; N_{m,noc} = 0;$$

$$Q_{int1,3,5,7,8,10,12} = 112/168 * (5,2 * 142) * 744 = 425,15;$$

$$Q_{int2} = 112/168 * (5,2 * 142) * 672 = 330,8;$$

$$Q_{int4,6,9,11} = 112/168 * (5,2 * 142) * 720 = 354,4;$$

$$\Phi_{int,mn,k} = \Phi_{int,oc} + \Phi_{int,L} + \Phi_{int,A} = 1,2 + 2,0 + 2,0 = 5,2;$$

Коефіцієнт використання надходжень для опалення.

$$\eta_{H,gn} = 1 - \gamma_H^{a_H} / 1 - \gamma_H^{a_H + 1};$$

$$\gamma_H = Q_{H,gn} / Q_{H,ht};$$

$$a_H = a_{H,0} + \tau / \tau_{H,0}; a_{H,0} = 1; \tau_{H,0} = 15 \text{ год};$$

$$\tau_H = C_m / H_{tr,adj,H} + H_{ve,adj,H};$$

$$C_m = C * A_f; [\text{Вт} \cdot \text{год} / \text{К}]$$

$$C_m = 50 * 142 = 7100 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К};$$

Таблиця 3.15 – Коефіцієнт використання надходжень для опалення

Місяці року	$\tau_H$	$a_H$	$\eta_{H,gn}$
січень	24,0	2,597	0,997
лютий	23,9	2,597	0,995
березень	24,2	2,612	0,983
квітень	24,4	2,626	0,929
травень	24,5	2,636	0,640
червень	24,7	2,649	0,22
липень	24,9	2,661	-0,070
серпень	24,7	2,649	0,056
вересень	24,4	2,628	0,800
жовтень	24,4	2,625	0,970
листопад	24,2	2,612	0,997
грудень	24,1	2,605	0,998

Енергопотреба для опалення.

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn},$$

Таблиця 3.16 – Енергопотреба для опалення

Місяці року	$Q_{H,ht}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$
січень	5643,9	0,997	544,6	5100,8
лютий	4920,8	0,995	638,7	4285,6
березень	4303,0	0,983	984,6	3335,5
квітень	2306,0	0,929	1095,5	1288,6
травень	989,9	0,640	1455,5	57,9
червень	268,7	0,223	1462,8	0,0
липень	-106,0	-0,070	1524,1	0,0
серпень	64,1	0,056	1430,3	0,0
вересень	1193,2	0,800	1081,5	328,1
жовтень	2665,7	0,970	815,1	1875,1
листопад	3954,6	0,997	440,5	3515,7
грудень	5113,2	0,998	445,9	4668,2

Отже, енергопотреба на опалення складає:

Місяці року	$Q_{tr,H}$	$Q_{ve,H}$	$Q_{H,ht}$	$Q_{sol,H}$	$Q_{int,H}$	$Q_{H,gn}$	$\gamma_H$	$H_{tr,adj,H}$	$H_{ve,adj,H}$	$a_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$
Січень	3754,5	1889,4	5643,9	119,5	425,15	544,6	0,10	197,1	99,2	2,597	0,997	5100,8
Лютий	3274,2	1646,6	4920,8	307,9	330,8	638,7	0,13	197,3	99,2	2,597	0,995	4285,6
Березень	2903,3	1399,7	4303,0	559,5	425,15	984,6	0,23	198,1	95,5	2,612	0,983	3335,5
Квітень	1582,9	723,1	2306,0	741,1	354,4	1095,5	0,48	199,9	91,3	2,626	0,929	1288,6
Травень	693,9	296	989,9	1030,3	425,15	1455,5	1,47	202,7	86,5	2,636	0,640	57,9
Червень	189,8	78,9	268,7	1108,4	354,4	1462,8	5,44	202,7	84,3	2,649	0,22	0,0
Липень	-75,4	-30,6	-106,0	1098,9	425,15	1524,1	-14,38	202,7	82,2	2,661	-0,070	0,0
Серпень	45,3	18,8	64,1	1005,1	425,15	1430,3	22,33	202,7	84,3	2,649	0,056	0,0
Вересень	832,0	361,2	1193,2	727,1	354,4	1081,5	0,91	202,7	88	2,628	0,800	328,1
Жовтень	1830,2	835,5	2665,7	389,9	425,15	815,1	0,31	200,0	91,3	2,625	0,970	1875,1
Листопад	2668,8	1285,8	3954,6	86,1	354,4	440,5	0,11	198,2	95,5	2,612	0,997	3515,7
Грудень	3419,6	1693,6	5113,2	20,7	425,15	445,9	0,09	197,3	97,7	2,605	0,998	4668,2
Всього за рік	21119,1	10198,1	31317,1	7194,5	4724,5	11919,0	17,2	2401,5	1095,0	31,5	8,5	24455,5

Рисунок 3.1 – Енергопотреба на опалення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

601-НТ-231026-МР

Арк.

87

Розрахункова річна енергопотреба на опалення за існуючого стану огорожувальних конструкцій дорівнює 24455,5 кВт·год.

Питома енергопотреба на опалення на одиницю опалювальної площі:

$$E_N = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f = 24455,5 / 142 = 172,2$$

[кВт·год/м<sup>2</sup>]

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						88
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.2. Розрахунок споживання теплової енергії та енергоспоживання під час освітлення.

Розраховування загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення виконують щомісяця згідно з ДСТУ EN 15316-2 з використанням ефективності за формулою:

$$Q_{H,em,is} = (f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad} / \eta_{em} - 1) \cdot Q_{H,em,out}; f_{hydr} = 1,03; f_{rad} = 1; f_{im} = 1;$$

$$\eta_{em} = 1 / [4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})];$$

$$\eta_{em} = 1 / [4 - (0,88 + 0,88 + 1)] = 0,81;$$

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2;$$

$$\eta_{str} = (0,93 + 0,83)/2 = 0,88;$$

Таблиця 3.17 – Тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення

Місяці року	$Q_{H,em,out}$	$Q_{H,em,is}$
січень	5100,8	1385,4
лютий	4285,6	1164,0
березень	3335,5	905,9
квітень	1288,6	350,0
травень	57,9	15,7
червень	0	0
липень	0	0
серпень	0	0
вересень	328,1	89
жовтень	1875,1	509,3
листопад	3515,7	954,9
грудень	4668,2	1268

Енергія входу до підсистеми тепловіддачі/виділення ДСТУ 9190:2022 Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення, розраховують за формулою:

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} + (1 - 0,8 \cdot \eta_{H,gn,i}) \cdot Q_{H,em,is,i}, [\text{кВт} \cdot \text{год}]$$

$$Q_{H,em,out,i} = Q_{H,nd,i};$$

Таблиця 3.18 – Енергія входу до підсистеми тепловіддачі/виділення

Місяці року	$Q_{H,em,is}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$	$Q_{H,em,in,i}$
січень	1385,4	0,997	5100,8	5381,2
лютий	1164,0	0,995	4285,6	4523,1
березень	905,9	0,983	3335,5	3529,0
квітень	350,0	0,929	1288,6	1378,5
травень	15,7	0,64	57,9	65,6
червень	0,0	0,223	0	0
липень	0,0	-0,07	0	0
серпень	0,0	0,056	0	0
вересень	89,1	0,8	328,1	360,2
жовтень	509,3	0,97	1875,1	1989,2
листопад	954,9	0,997	3515,7	3709,0
грудень	1267,9	0,998	4668,2	4923,8

Споживання теплової енергії під час опалення будівлі визначають за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,is,i};$$

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,em,in,i};$$

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i};$$

$$Q_{H,gen,is,i} = Q_{H,gen,out,i} (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen}; \eta_{H,gen} = 0,76;$$

Таблиця 3.19 – Споживання теплової енергії

Місяці року	$Q_{H,gen,out,i}$	$Q_{H,gen,is,i}$	$Q_{H,use,i}$
січень	6662,1	2103,8	8765,9
лютий	5636,5	1779,9	7416,4
березень	4496,8	1420	5916,8
квітень	1899,8	599,9	2499,7
травень	320,4	101,2	421,6
червень	0	0	0
липень	0	0	0
серпень	0	0	0
вересень	652,4	206	858,4
жовтень	2622,4	828,1	3450,5
листопад	4650,2	1468,5	6118,7
грудень	6124,1	1933,9	8058

Річне споживання теплової енергії;

$$Q_{H,use} = Q_{H,use,an} = \sum Q_{H,use,i};$$

$$Q_{H,use,an} = 34025,6;$$

$$EP_{use} = 34025,6 / 142 = 240 \text{ [кВт} \cdot \text{год/м}^2\text{]}$$

Річні енергопотреби для ГВП;

$$Q_{DHW,nd} = 15 * 142 = 2130 \text{ [кВт} \cdot \text{год]}$$

Річний обсяг енергоспоживання системи ГВП, [кВт·год];

$$Q_{DHW,use} = Q_{DHW,tot,use} = Q_{DHW,nd} * \eta_{H,gen};$$

$$Q_{DHW,use} = Q_{DHW,tot,use} = 2130 * 0,76 = 1618,8;$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

91

Енергоспоживання під час освітлення.

Річний обсяг енергоспоживання під час освітлення  $Q_{Wuse}$ , [кВт·год],

розраховують за формулою:

$$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP}; \text{ [кВт·год]}$$

$$Q_{Wuse} = 3905 + 852 = 4757;$$

$$Q_{WL} = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)] \cdot A_f / 1000; \text{ [кВт·год]}$$

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc}; \text{ [кВт·год]}$$

$$Q_{WL} = (11 \cdot 1) \cdot [(2250 \cdot 1 \cdot 1) + (250 \cdot 1)] \cdot 142 / 1000 = 3905;$$

$$Q_{WP} = 1 \cdot 142 + 5 \cdot 142 = 852;$$

Клас енергетичної ефективності до проведення заходів з термомодернізації:

$$\Delta_{ep} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \cdot 100;$$

$$\Delta_{ep} = [(172,2 - 120) / 120] \cdot 100 = 43,5;$$

Це значення відповідає класу енергетичної ефективності F.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Україна, Полтавська обл., м. Полтава, вул. Грушева 38а		
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	-		
Відомості про об'єкт сертифікації	існуюча будівля		
Функціональне призначення та назва будівлі:	будівля житлова		
Відомості про конструкцію будівлі			
Опалювальна площа, (м <sup>2</sup> ):	142	Опалювальний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	560
Кількість поверхів	2	Рік прийняття в експлуатацію:	2015
Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
Питоме споживання первинної енергії		172,2 кВт год/м <sup>2</sup>	
Питомі викиди парникових газів		-	
Дані енергоаудитора:		Номер та дата реєстрації	
Харченко Артем Олексійович		-	

Рисунок 3.2 – Енерг. серт. буд. до термомодернізації

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

### 3.3. Річне споживання теплової енергії фактично.

Теплова енергія використовується виключно для потреб опалення. З рисунка 3.3 видно, що найбільше споживання теплової енергії припадає на зимовий період, оскільки це найхолодніша пора року. Навесні споживання зменшується через підвищення температури. У період з травня по вересень включно за всі три роки споживання теплової енергії було відсутнє, оскільки це неопалювальний сезон. Починаючи з жовтня, спостерігається поступове зростання споживання теплової енергії для обігріву котеджу.

Порівнюючи дані за 2022–2024 роки, можна зазначити, що за цей період рівень споживання теплової енергії залишався майже незмінним.

Інформація про споживання теплової енергії за 2022–2024 роки представлена у таблиці 3.20 та відображена на графіку рисунка 3.3.

У таблиці 3.20 проілюстровано динаміку зміни кількості коштів, яка була витрачена на генерацію теплової енергії для опалення котеджу.

Таблиця 3.20 – Річне споживання теплової енергії.

№	2022	2023	2024
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	4,2	4,4	4,7
Лютий	3,2	4,0	3,5
Березень	3,3	3,1	2,9
Квітень	1,5	1,4	1,5
Травень	0,0	0,0	0,0
Червень	0,0	0,0	0,0
Липень	0,0	0,0	0,0
Серпень	0,0	0,0	0,0
Вересень	0,0	0,0	0,0
Жовтень	1,3	1,4	1,3
Листопад	2,9	3,0	3,6
Грудень	3,8	3,8	3,7
Σ	20,3	21,2	21,1

Таблиця 3.21 – Кількість коштів витрачених на опалення.

№	2022	2023	2024
	грн	грн	грн
Січень	4057	4235	4462
Лютий	3023	3875	3353
Березень	3141	2990	2813
Квітень	1465	1335	1400
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	1269	1335	1253
Листопад	2787	2898	3416
Грудень	3688	3634	3580
Σ	19430	20300	20277

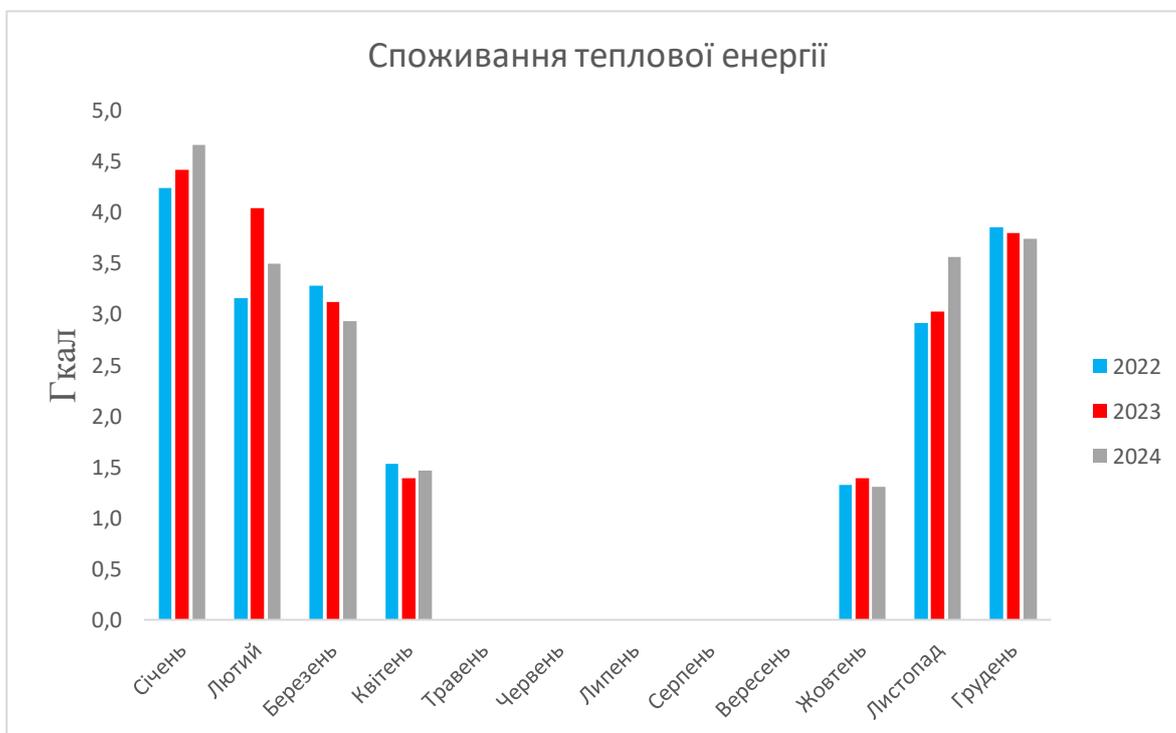


Рисунок 3.3 – Графік споживання теплової енергії

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

95

Річне споживання електричної енергії.

Споживання електричної енергії іде за рахунок роботи системи освітлення, кухонного обладнання та використання різних побутових приборів.

Як видно на рисунку 3.4, споживання протягом року майже рівномірне, а значні витрати в грудні та серпні пов'язані з тим, що це найхолодніший і найжаркіший місяці в році.

Помісячні дані витрат електроенергії наведені в таблиці 3.22.

Таблиця 3.22 – Річне споживання електричної енергії

№	2022		2023		2024	
	кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
Січень	240	1037	248	1071	440	1901
Лютий	246	1063	244	1054	406	1754
Березень	301	1300	501	2164	390	1685
Квітень	324	1400	391	1689	350	1512
Травень	356	1538	399	1724	360	1555
Червень	314	1356	365	1577	332	1434
Липень	338	1460	326	1408	308	1331
Серпень	374	1616	510	2203	281	1214
Вересень	370	1598	428	1849	213	920
Жовтень	243	1050	335	1447	254	1097
Листопад	334	1443	340	1469	293	1266
Грудень	450	1944	510	2203	426	1840
Σ	3890	16805	4597	19859	4053	17509

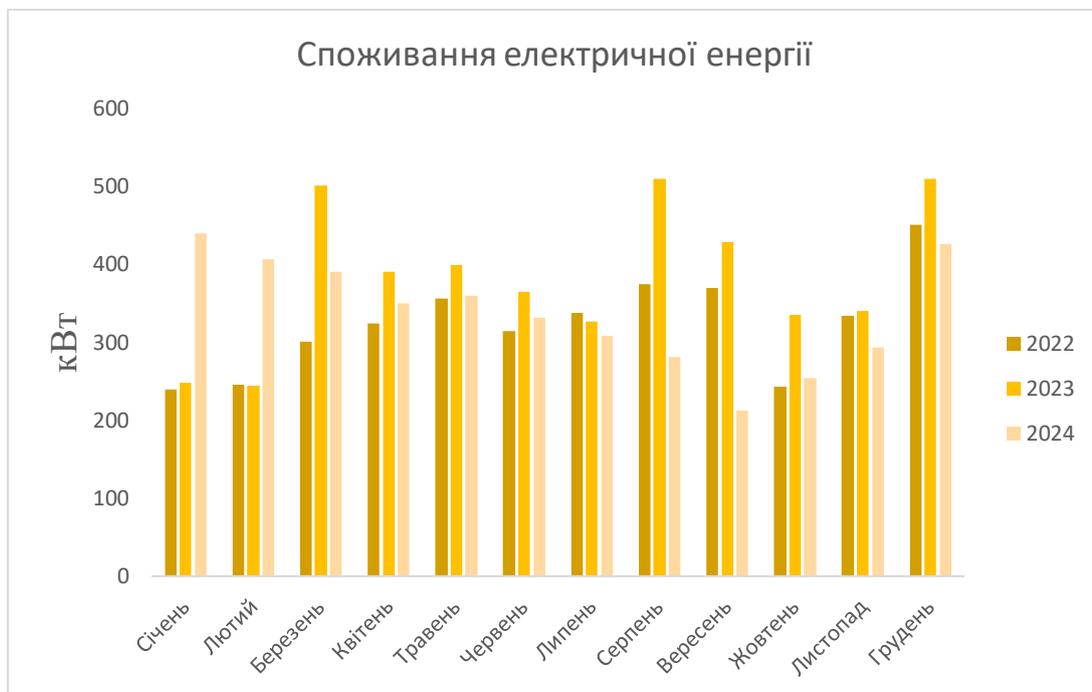


Рисунок 3.4 – Графік споживання електричної енергії

Середнє річне споживання теплової енергії за 2021 – 2023 роки:

$$Q_{\text{факт}} = 20,87 \text{ Гкал} = 24272 \text{ кВт}\cdot\text{год};$$

$$E_{\text{Nфакт}} = 24272 / 142 = 171 \text{ [кВт}\cdot\text{год/м}^2\text{]};$$

Середнє річне споживання електричної енергії за 2021 – 2023 роки:

$$Q_{\text{електр}} = 4180 \text{ кВт/год};$$

$$E_{\text{Nелектр}} = 4180 / 142 = 29,44 \text{ [кВт}\cdot\text{год/м}^2\text{]};$$

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4. Заходи з енергозбереження.

#### 1) Утеплення огорожувальних конструкцій.

Виходячи з розрахунків зроблених у 2 розділі, опір теплопередачі вікон задовольняє вимоги ДСТУ 9191:2022, а опір теплопередачі стін, дверей, підлоги і даху котеджу не відповідає вимогам, а саме:

$R_{\text{стін}} = 0,983 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , що в 4,07 разів менше нормативного.

$R_{\text{дверей}} = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , що в 2,12 разів менше нормативного.

$R_{\text{підлоги}} = 1,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , що в 2,78 разів менше нормативного.

$R_{\text{даху}} = 4,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , що в 1,62 разів менше нормативного.

Виходячи з цих розрахунків, мною було прийнято покращити стан утеплення стін. Вибір пав на вспінений пінополістирол (густиною  $50 \text{ кг/м}^3$ ), так як серед усіх інших теплоізоляційних матеріалів він має найкращі показники теплопровідності, що дозволить зробити товщину теплоізоляційного шару якнайменшою. Пропонується взяти 150 мм пінополістиролу, що повністю задовольнить вимогу ДСТУ 9191:2022.



Рисунок 3.5 – Вспінений пінополістирол (густиною  $50 \text{ кг/м}^3$ )

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після впровадження заходів з утеплення стін опір теплопередачі буде:

$$R_{\text{стін}} = 1/8,7 + 0,125/0,81 + 0,23/0,6 + 0,02/0,28 + 0,125/0,58 + 1/23 + 0,15/0,043 = 4,47 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}.$$

Таблиця 3.23 – Термічні опіри огородж. конструкцій [ $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ ]

Назва огорожувальної конструкції	До термомодернізації	Після термомодернізації	Норма
Стіни	0,983	4,47	4,00
Вікна	0,89	0,89	0,9
Двері	0,33	1,25	0,7
Підлога	1,8	1,8	5,00
Дах	4,31	4,31	7,00

Також рекомендується замінити двері в будинку, а саме використати двері **HORMANN ThermoSafe**, де товщина рами 80 мм. Опір теплопередачі ці дверей  $R_{\text{дверей}} = 1,25 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , що повністю задовольнить вимогу ДСТУ 9191:2022. Матеріал стулки – алюміній, заповнення з поліуритану, безпечне скло VSG (гартоване) товщиною 8 мм, захист від зламу клас RC 3 (WK 3).



Рисунок 3.6 – Вхідні двері

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Встановлення термостату для погодного регулювання роботи котла.

Пропонується встановити термостат Vaillant sensoCOMFORT VRC 720/3f в комплекті з датчиком зовнішньої температури Vaillant VRC 693.



Рисунок 3.7 – Термостат Vaillant sensoCOMFORT VRC 720/3f



Рисунок 3.8 – Датчик зовнішньої температури Vaillant VRC 693

					<b>601-НТ-231026-МР</b>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Погодне регулювання має низку переваг. Воно дозволяє зменшити споживання енергії на 20–30%, що сприяє економії газу чи електрики. Також забезпечить підвищений комфорт завдяки плавній зміні температури без різких перепадів. Процеси автоматизуються, що зводить потребу у ручному втручанні до мінімуму. Крім того, регулювання роботи котла захищає систему від перегріву чи перевантаження.

3) Застосування сонячних панелей як альтернативного джерела енергетичної енергії.

Встановлення сонячних панелей є доцільним рішенням, яке забезпечує екологічно чисту енергію, знижує витрати на електроенергію та сприяє енергонезалежності. Сонячні панелі Risen RSM 40-8-400M у поєднанні з гібридним інвертором Deye SUN-6k-SG05LP1-EU створюють оптимальну систему для котеджів завдяки їхній високій ефективності, надійності та доступній ціні. Інвертор відрізняється безшумною роботою, що додає комфорту під час його експлуатації. Він має сучасний дизайн, простий у налаштуванні та здатний інтегруватися з різними компонентами для створення гнучкої енергетичної системи.



Рисунок 3.9 – Сонячні панелі Risen RSM 40-8-400M

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.10 – Гібридний інвертор Deye SUN-6k-SG05LP1-EU

Для повноцінної роботи системи важливим елементом є акумуляторна батарея Deye RW-M6.1, LiFePO<sub>4</sub>. Вона забезпечує зберігання надлишкової енергії, що дозволяє використовувати її в нічний час, у пікові години споживання або в умовах нестабільного електропостачання. Завдяки передовій технології LiFePO<sub>4</sub> акумулятор характеризується високою тривалістю служби, енергоефективністю та безпекою. Це рішення дозволяє суттєво мінімізувати залежність від традиційних джерел електроенергії, що є актуальним для регіонів з частими перебоями в енергопостачанні або високою вартістю електрики.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.11 – Акумуляторна батарея Deye RW-M6.1, LiFePO4

Крім того, встановлення сонячних панелей сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, адже використання відновлюваних джерел енергії допомагає знижувати викиди вуглекислого газу в атмосферу. Це є важливим кроком у боротьбі зі змінами клімату та переходом до сталого використання ресурсів.

Сонячна енергетична система на базі Risen RSM 40-8-400M, Deye SUN-6k-SG05LP1-EU та Deye RW-M6.1 дозволяє значно підвищити рівень комфорту проживання в котеджі, оптимізувати витрати на енергозабезпечення та зробити будинок більш автономним. Інвестиція у цю технологію є не лише економічно вигідною, а й спрямованою на майбутнє, створюючи безпечне та енергоефективне середовище для вас і вашої родини.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5. Енергопотреба та споживання енергії під час опалення після впровадження заходів з термомодернізації.

Місяці року	$Q_{tr,H}$	$Q_{ve,H}$	$Q_{H,ht}$	$Q_{sol,H}$	$Q_{int,H}$	$Q_{H,gn}$	$\gamma_H$	$H_{tr,adj,H}$	$H_{ve,adj,H}$	$a_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$
Січень	1470,9	1889,4	3360,3	145,3	425,15	570,5	0,17	77,2	99,2	3,683	0,999	2790,5
Лютий	1282,5	1646,6	2929,1	291,5	330,8	622,3	0,21	77,3	99,2	3,682	0,998	2308,4
Березень	1136,1	1399,7	2535,8	499,9	425,15	925,1	0,36	77,5	95,5	3,736	0,986	1623,7
Квітень	618,2	723,1	1341,3	646,5	354,4	1000,9	0,75	78,1	91,3	3,795	0,888	452,5
Травень	270,1	296	566,1	882,6	425,15	1307,7	2,31	78,9	86,5	3,861	0,423	0,0
Червень	73,9	78,9	152,8	943,2	354,4	1297,6	8,49	78,9	84,3	3,900	0,12	0,0
Липень	-29,4	-30,6	-60,0	937,3	425,15	1362,5	-22,72	78,9	82,2	3,938	-0,044	0,0
Серпень	17,6	18,8	36,4	862,1	425,15	1287,3	35,35	78,9	84,3	3,900	0,028	0,0
Вересень	323,9	361,2	685,1	636,8	354,4	991,2	1,45	78,9	88	3,836	0,628	62,6
Жовтень	714,7	835,5	1550,2	365,7	425,15	790,8	0,51	78,1	91,3	3,794	0,960	791,0
Листопад	1044,2	1285,8	2330,0	119,2	354,4	473,6	0,20	77,6	95,5	3,735	0,998	1857,4
Грудень	1339,5	1693,6	3033,1	67,2	425,15	492,4	0,16	77,3	97,7	3,705	0,999	2541,2
Всього за рік	8262,2	10198,1	18460,2	6397,3	4724,5	11121,7	27,2	937,6	1095,0	45,6	8,0	12427,3

Рисунок 3.12 – Енергопотреба енергії під час опалення після ВЗзТ;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

601-НТ-231026-МР

Арк.

104

Розрахункова річна енергопотреба на опалення огорожувальних конструкцій після впровадження заходів з термомодернізації дорівнює 12427,3 кВт·год.

Питома енергопотреба на опалення на одиницю опалювальної площі:

$$E_{N\text{після}} = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f = 12427,3 / 142 = 87,5$$

[кВт·год/м<sup>2</sup>]

Отже, розрахункова питома потреба на опалення після впровадження заходів з термомодернізації знизиться в 1,97 разів.

Таблиця 3.24 – Тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення після впровадження заходів з термомодернізації.

Місяці року	Q <sub>H,em,out</sub>	Q <sub>H,em,is</sub>
січень	2790,5	757,9
лютий	2308,4	627,0
березень	1623,7	441,0
квітень	452,5	122,9
травень	0	0,0
червень	0	0
липень	0	0
серпень	0	0
вересень	62,6	17
жовтень	791	214,8
листопад	1857,4	504,5
грудень	2541,2	690

Таблиця 3.25 – Енергія входу до підсистеми тепловіддачі/виділення після впровадження заходів з термомодернізації.

Місяці року	$Q_{H,em,is}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$	$Q_{H,em,in,i}$
січень	757,9	0,999	2790,5	2942,8
лютий	627,0	0,998	2308,4	2435,0
березень	441,0	0,986	1623,7	1716,8
квітень	122,9	0,888	452,5	488,1
травень	0,0	0,423	0	0,0
червень	0,0	0,12	0	0
липень	0,0	-0,044	0	0
серпень	0,0	0,028	0	0
вересень	17,0	0,628	62,6	71,1
жовтень	214,8	0,960	791	840,8
листопад	504,5	0,998	1857,4	1959,1
грудень	690,2	0,999	2541,2	2679,8

Таблиця 3.26 – Споживання теплової енергії після ВЗзТ.

Місяці року	$Q_{H,gen,out,i}$	$Q_{H,gen,is,i}$	$Q_{H,use,i}$
січень	2942,8	929,3	3872,1
лютий	2435,0	769,0	3204,0
березень	1716,8	542	2259,0
квітень	488,1	154,1	642,2
травень	0,0	0,0	0,0
червень	0,0	0	0
липень	0,0	0	0
серпень	0,0	0	0
вересень	71,1	22	93,5
жовтень	840,8	265,5	1106,4
листопад	1959,1	618,7	2577,8
грудень	2679,8	846,3	3526

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-НТ-231026-МР

Арк.

106

Річне споживання теплової енергії;

$$Q_{H,use} = Q_{H,use,an} = \sum Q_{H,use,i};$$

$$Q_{H,use,an} = 17281;$$

$$EP_{use} = 17281 / 142 = 121,7 \text{ [кВт} \cdot \text{год/м}^2\text{]};$$

120 [кВт · год/м<sup>2</sup>] нормативне значення.

Отже, річне споживання теплової енергії після термомодернізації зменшиться в 1,97 разів.

Клас енергетичної ефективності після проведення заходів з термомодернізації:

$$\Delta_{ep} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] * 100;$$

$$\Delta_{ep} = [(121,7 - 120) / 120] * 100 = 1,42;$$

Це значення відповідає класу енергетичної ефективності D.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						107
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Україна, Полтавська обл., м. Полтава, вул. Грушева 38а	
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	-	
Відомості про об'єкт сертифікації	існуюча будівля	
Функціональне призначення та назва будівлі:	будівля житлова	
<b>Відомості про конструкцію будівлі</b>		
Опалювальна площа, (м <sup>2</sup> ):	142	Опалювальний об'єм, (м <sup>3</sup> ): 560
Кількість поверхів	2	Рік прийняття в експлуатацію: 2015
Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання
		<span style="font-size: 48pt;">D</span>
Питоме споживання первинної енергії		121,7 кВт год/м <sup>2</sup>
Питомі викиди парникових газів		-
Дані енергоаудитора:		Номер та дата реєстрації
Харченко Артем Олексійович		-

Рисунок 3.13 – Енерг. серт. буд. після термомодернізації

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано сучасні підходи до термомодернізації котеджів з урахуванням українського та міжнародного досвіду. Основна мета дослідження – визначити ефективні стратегії підвищення енергоефективності приватних будинків, забезпечуючи зменшення енергоспоживання на опалення, охолодження та гаряче водопостачання.

Термомодернізація котеджу дозволяє оптимізувати витрати енергоресурсів, підвищити комфорт проживання та знизити негативний вплив на довкілля. У роботі виконано аналіз тепловтрат через конструктивні елементи будівлі, а також запропоновано конкретні енергозберігаючі заходи.

Усі розрахунки виконано відповідно до нормативних документів, включаючи ДСТУ, з врахуванням енергетичних потреб будівлі до і після термомодернізації. Результати дослідження демонструють значне скорочення енергоспоживання та підвищення загальної ефективності будинку.

До впровадження заходів з термомодернізації будинок мав клас енергоефективності F, що відповідає відсотковому показнику  $\Delta_{ep} = 43,5$ .

Після впровадження заходів з термомодернізації клас енергоефективності будинку став D, що відповідає відсотковому показнику  $\Delta_{ep} = 1,42$ .

Після проведення аналізу і розрахунків можемо спостерігати тенденцію до значного скорочення енергоспоживання та покращення показників енергоефективності будівлі. Така тенденція підтверджує доцільність реалізації заходів з термомодернізації, що включають утеплення стін, заміну вхідних дверей, встановлення термостату з датчиком зовнішнього повітря, а також впровадження альтернативних джерел енергії.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЛІТЕРАТУРА

1. [ДСТУ 9190:2022](#) Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання.
2. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування [Чинний з 01.01.2014]. К.: Державне підприємство "Укрархбудінформ", 2014. 141 с.;
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний з 01.09.2022]. К., 2022. 23 с.;
5. ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
6. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. З урахуванням Зміни № 1.
7. Г.І. Онищук. Технічні аспекти реконструкції житлових будинків в Україні. Онищук Г.І. Реконструкція житла. Випуск 13. НДІ проектреконструкція. 2012.
8. НАКАЗ 11.07.2018 № 172 - Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката.
9. НАКАЗ 27.10.2020 № 260 - Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель.
10. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
11. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Уведений вперше; чинний від 2015.01.01]. К. Мінрегіонбуд України, 2016. 205 с.;
12. Навчальний посібник до виконання кваліфікаційної магістерської роботи студентами спеціальності 144 «Теплоенергетика» / Ю. С.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Голік, Д. В. Гузик, О. Б. Борщ, Т. С. Кугаєвська, Ю. О. Шурчкова, О. В. Череднікова. – Полтава : ПолтНТУ, 2019. – 98 с.

13. Офіційний сайт платформи «E-Audit» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e-audit.escoua.com/user/sign-in?next=/home/>;
14. Калькулятор сонячної електроенергії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://solartechnology.com.ua/ru/online-calculator>;
15. Правила пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-п#Text>;
16. Про впровадження систем енергетичного менеджменту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-п#Text>;
17. Визначення розрахункового навантаження квартири та груп електроприймачів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://helpiks.org/2-118032.html> - Назва з екрану.

					<i>601-НТ-231026-МР</i>	Арк.
						111
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# ДОДАТКИ

## Додаток А

### Розрахункові температури зовнішнього повітря різних міст України [3]

№	Місто	Температура середня місячна												Ср. за рік	Розрахункова темп-ра	Період із середньою добовою температурою повітря					
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			≤ 8°С		≤ 10°С		≥ 21°С	
		днів	Середня темп.	днів	Середня темп.	днів	Середня темп.	днів	Середня темп.	днів	Середня темп.	днів	Середня темп.			днів	Середня темп.	днів	Середня темп.	днів	Середня темп.
1	Київ	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5	8	-2,2	17,6	-0,1	19,5	0,7	-	-
2	Сімферополь	-0,3	0,4	3,7	10,1	15,1	19,2	21,8	21,3	16,7	11,0	6,1	2,1	10,6	-1,5	15,4	2,6	17,5	3,5	61	21,8
3	Ялта	4,1	4,2	6,0	10,6	15,7	19,8	23,6	23,2	19,0	13,6	9,5	6,1	13,0	-6	12,6	5,3	15,2	6,1	83	23,0
4	Вінниця	-5,1	-3,8	0,5	8,1	14,2	17,2	18,7	18,0	13,3	7,6	1,8	-2,9	7,3	-2,1	18,2	-0,2	20,2	0,6	-	-
5	Львів	-4,2	-3,0	1,1	8,1	13,9	16,9	18,4	17,7	13,2	7,9	2,4	-2,4	7,5	-2,0	18,0	0,3	20,1	1,1	-	-
6	Дніпро	-4,7	-3,8	1,1	9,6	16,0	19,6	21,6	20,7	15,4	8,6	2,2	-2,5	8,7	-2,4	17,2	-0,2	18,8	0,6	57	21,6
7	Кривий Ріг	-4,3	-3,3	1,6	9,6	15,8	19,4	21,5	20,7	15,5	8,9	2,7	-2,0	8,8	-1,7	17,1	0,2	18,8	1,0	55	21,5
8	Донецьк	-5,2	-4,4	0,7	9,4	15,4	19,0	21,2	19,8	14,9	8,0	1,8	-2,9	8,1	-2,2	17,6	-0,5	19,2	0,3	47	21,3
9	Житомир	-5,1	-4,0	0,4	7,9	14,0	17,1	18,5	17,7	13,0	7,4	1,7	-2,8	7,2	-2,2	18,4	-0,2	20,3	0,5	-	-
10	Ужгород	-2,4	-0,2	4,7	10,8	15,8	18,7	20,3	19,8	15,5	10,2	4,7	-0,5	9,8	-1,8	15,4	1,4	17,5	2,5	28	20,7
11	Запоріжжя	-3,5	-2,6	2,0	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1	9,6	-2,1	16,6	0,6	18,2	1,4	69	22
12	Ів.-Франківськ	-4,3	-2,6	1,7	8,1	13,6	16,7	18,3	17,7	13,4	8,0	2,5	-2,4	7,6	-2,0	17,9	0,4	20,0	1,2	-	-
13	Кропивницький	-4,9	-3,9	0,8	9,1	15,2	18,6	20,4	19,7	14,7	8,2	2,1	-2,6	8,1	-2,2	17,5	-0,3	19,2	0,5	32	20,8
14	Луганськ	-5,0	-4,2	1,1	10,1	16,1	19,9	22,0	20,7	15,1	8,2	2,2	-2,5	8,6	-2,5	17,2	-0,4	18,8	0,4	61	21,7
15	Львів	-4,0	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	-2,2	7,4	-1,9	17,9	0,4	20,1	1,2	-	-
16	Миколаїв	-2,6	-1,6	2,8	10,2	16,4	20,3	22,7	22,0	16,8	10,4	4,2	-0,4	10,1	-2,0	16,1	1,1	17,8	2,0	75	22,3
17	Одеса	-1,3	-0,6	2,9	9,2	15,3	19,6	22,0	21,6	17,0	11,3	5,8	1,1	10,3	-1,8	15,8	2,0	17,8	3,0	65	21,9
18	Полтава	-5,6	-4,7	0,3	9,0	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-3,4	7,8	-2,3	17,8	-0,8	19,5	0,0	31	10,8
19	Рівне	-4,6	-3,4	0,7	8,0	13,8	16,7	18,2	17,5	13,1	7,7	2,1	-2,6	7,3	-2,1	18,2	0,1	20,2	0,8	-	-
20	Суми	-6,6	-5,8	-0,8	8,1	14,6	17,9	19,5	18,4	13,0	6,7	0,4	-4,3	6,8	-2,5	18,7	-1,4	20,4	-0,6	-	-
21	Тернопіль	-5,0	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1	6,9	-2,0	18,4	-0,2	20,5	0,6	-	-
22	Харків	-5,9	-5,1	0,0	9,0	15,5	18,9	20,7	19,7	14,1	7,5	1,0	-3,7	7,6	-2,3	17,9	-1,0	19,6	-0,2	37	20,9
23	Херсон	-2,5	-1,6	2,8	10,1	16,1	20,0	22,4	21,6	16,5	10,1	4,3	-0,2	10,0	-1,9	16,3	1,3	18,1	2,2	69	22,1
24	Хмельницький	-4,9	-3,6	0,6	7,9	13,9	16,8	18,4	17,7	13,1	7,6	1,9	-2,9	7,2	-2,1	18,3	-0,1	20,3	0,7	-	-
25	Черкаси	-5,0	-4,0	0,7	8,9	15,2	18,4	20,1	19,3	14,2	7,9	2,0	-2,7	7,9	-2,1	17,8	-0,3	19,5	0,5	18	20,6
26	Чернівці	-4,1	-2,4	2,0	8,9	14,5	17,6	19,1	18,4	14,1	8,7	2,7	-2,1	8,1	-2,0	17,5	0,5	19,6	1,4	-	-
27	Чернівці	-5,9	-4,9	-0,1	8,0	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1,0	-3,5	7,0	-2,3	18,7	-0,9	20,4	-0,2	-	-
28	Умань	-4,8	-3,7	0,9	8,7	14,6	17,8	19,4	18,6	13,6	7,7	2,0	-2,5	7,7	-2,0	17,9	-0,1	19,7	0,7	-	-
29	Феодосія	1,2	1,6	4,6	10,6	16,1	20,8	23,2	23,1	18,4	12,6	7,6	3,8	12,0	-1,5	14,2	3,6	16,3	4,3	83	23,3
30	Ковель	-3,9	-2,7	1,3	8,1	13,9	16,9	18,2	17,6	13,0	7,9	2,5	-1,9	7,6	-2,1	17,7	0,4	19,9	1,2	-	-

## Додаток Б

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі житлових та громадських будівель [3]

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{\text{дпн}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для температурної зони		
		I	II	
1	2	3	4	
1	Зовнішні стіни	4,0	3,5	
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,0	6,0	
3	Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалювальних горищ	6,0	5,5	
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалювальними підвалами	5,0	4,0	
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції із коефіцієнтом скління	$m_{\text{ск.пр}} \leq 0,3$	0,75	0,60
		$0,3 < m_{\text{ск.пр}} \leq 0,5$	0,90	0,75
		$m_{\text{ск.пр}} > 0,5$	1,10	0,95
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70	
7	Зовнішні глухі двері	0,75	0,60	

## Додаток В

КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



*Міністерство освіти і науки України  
Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"  
Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики*



*Графічна частина  
до магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему: "Підвищення енергетичної  
ефективності котеджу в м. Полтава на  
основі проведення енергетичного аудиту"*

*Виконав: студент 2 курсу, групи 601-НТ  
спеціальності 144 "Теплоенергетика"  
Харченко А.О.*

*Керівник: Чернецька І.В.  
Рецензент: Ткачук С.С.  
Зав. кафедрою: Голік Ю.С.*

*Полтава - 2025*



Фотофіксація (існуючий стан)

Фасад по осі А



Фасад по осі 1



Фасад по осі Б



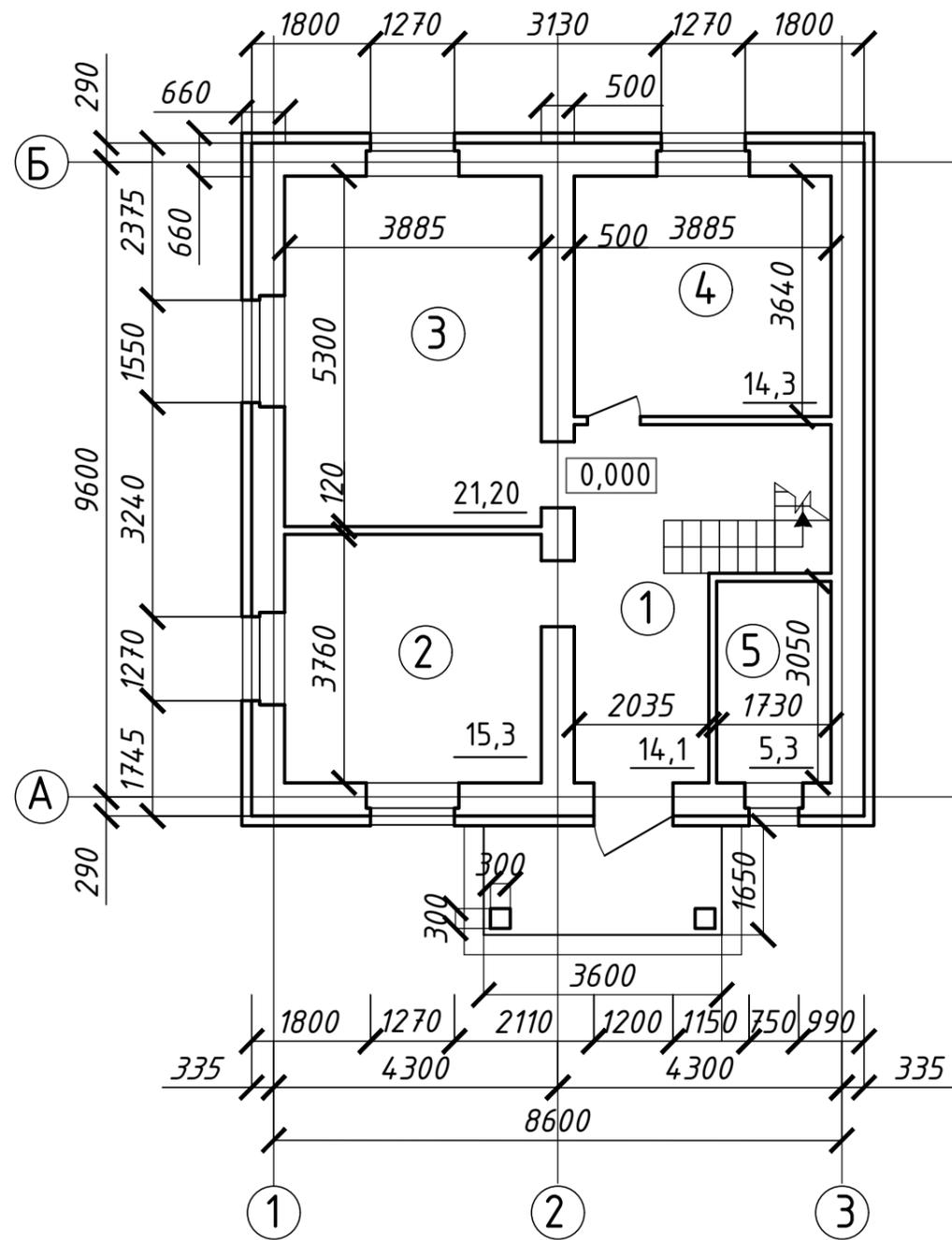
Фасад по осі 3



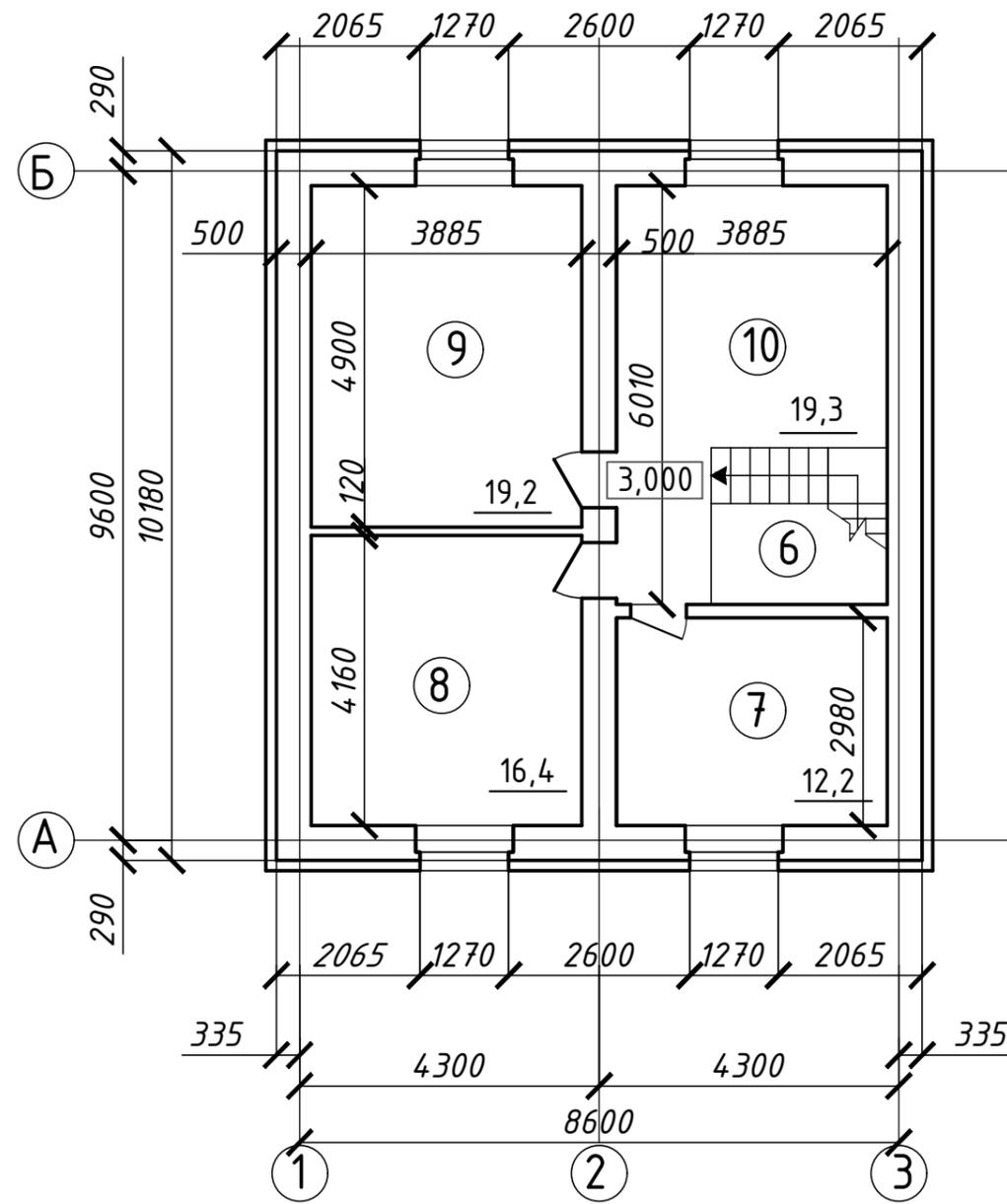
Інв. № ориг. Підпис і дата Взамін інв. №

						601НТ-231026-МР			
						"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"			
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Харченко					ДП	2	11
Керівник		Чернецька							
Н. контроль		Чернецька							
Зав. каф.		Голік Ю.С.							
						Фотофіксація (існуючий стан)			
						 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			

План першого поверху



План другого поверху



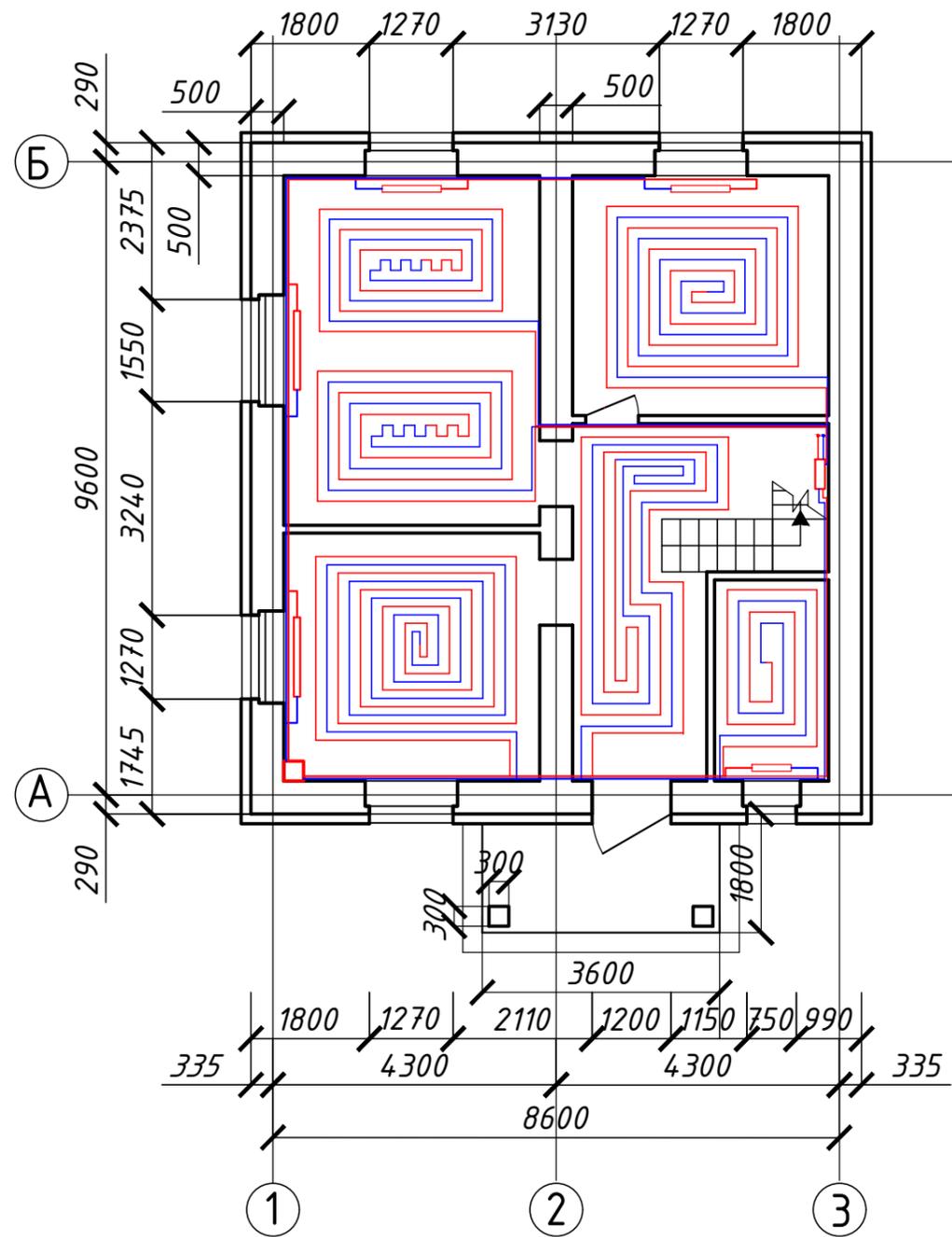
Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
1	Коридор	14,1
2	Кухня	15,3
3	Вітальня	21,2
4	Кімната	14,3
5	Санвузол	5,3
6	Сходи	4,7
7	Санвузол	12,2
8	Кімната	16,4
9	Кімната	19,2
10	Хол	19,3

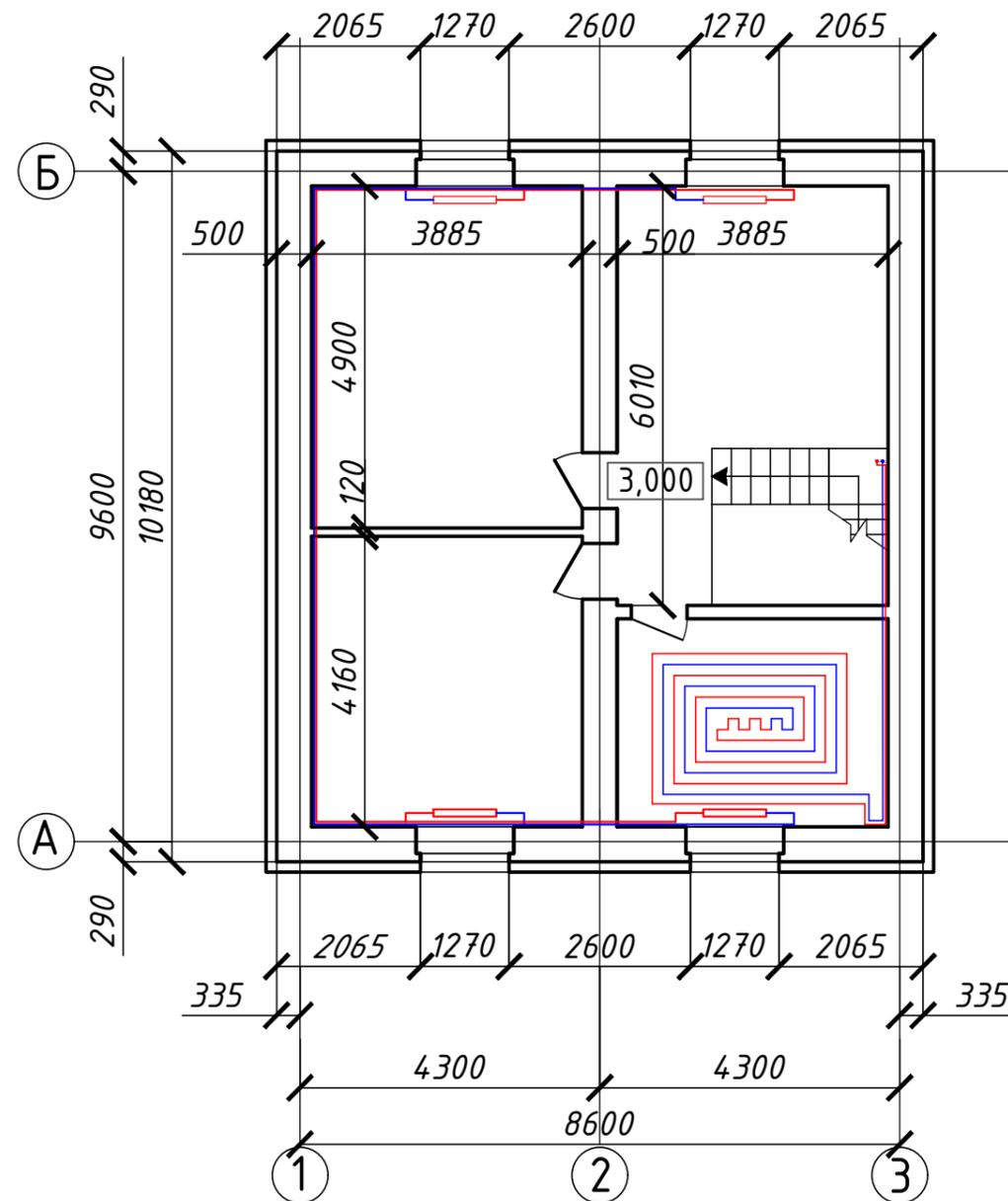
Інв. № ориг. Підпис і дата Взамін інв. №

					601НТ-231026-МР		
					"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"		
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата		
		Розробив	Харченко			Стадія	Аркуш
		Керівник	Чернецька			ДП	3
		Н. контроль	Чернецька			Аркушів	11
		Зав. каф.	Голік Ю.С.				
Обмірні креслення. План 1-го та 2-го поверхів.						 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"	

План першого поверху. Опалення



План другого поверху. Опалення



Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
1	Коридор	14,1
2	Кухня	15,3
3	Вітальня	21,2
4	Кімната	14,3
5	Санвузол	5,3
6	Сходи	4,7
7	Санвузол	12,2
8	Кімната	16,4
9	Кімната	19,2
10	Хол	19,3

Умовні позначення

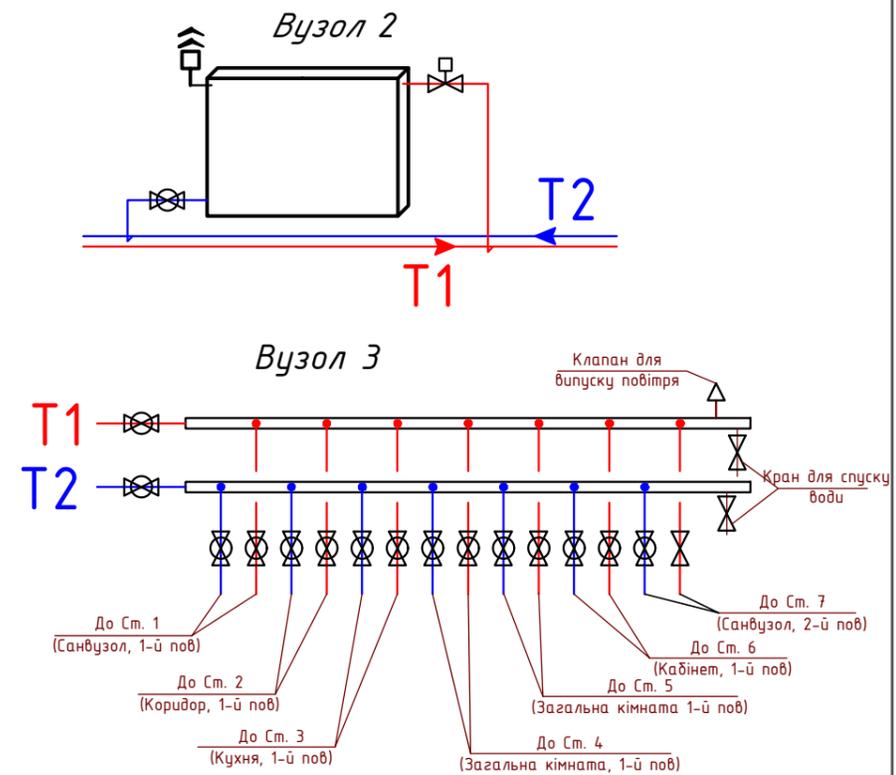
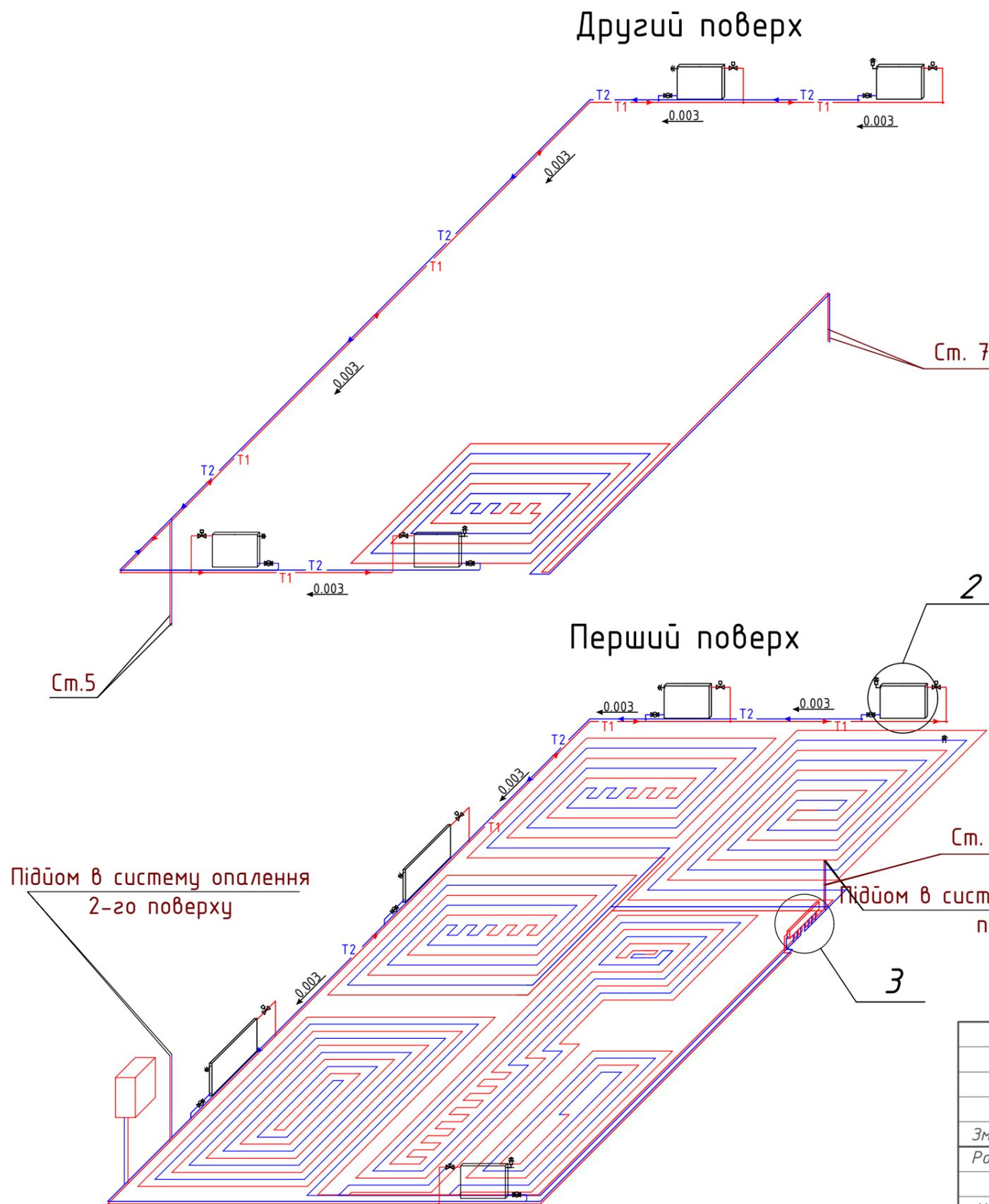
-  - Т1 - подавальний трубопровід;
-  - Т2 - зворотній трубопровід;
-  - котел;
-  - радіатор;

1. За відмітку 0.000, прийнято рівень чистої підлоги першого поверху;
2. Розведення трубопроводів Т1, Т2 виконано приховано в конструкції стін та підлоги;
3. Трубопроводи системи опалення віднесенні від стін умовно;

Інв. № ориг. Підпис і дата Взамін інв. №

					601НТ-231026-МР			
					"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"			
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
		Розробив	Харченко			ДП	4	11
		Керівник	Чернецька					
		Н. контроль	Чернецька					
		Зав. каф.	Голік Ю.С.					
						План 1-го поверху. Опалення. План 2-го поверху. Опалення		 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

# АксонOMETрична схема системи опалення



## Умовні позначення до плану системи опалення

-  - шаровий кран;
-  - термостатичний клапан;
-  T1 - подавальний трубопровід;
-  T2 - зворотній трубопровід;
-  - кран Маєвського;
-  - повітропускний кран;

Інв. № ориг. Підпис і дата. Взамін інв. №

						601HT-231026-MP		
						"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"		
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
		Розробив	Харченко			ДП	5	11
		Керівник	Чернецька			АксонOMETрична схема системи опалення. Вузли 2 та 3		
		Н. контроль	Чернецька					
		Зав. каф.	Голік Ю.С.					
						 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		

# ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:		Україна, Полтавська обл., м. Полтава, вул. Грушева 38а	
Ідентифікатор об'єкта будівництва:		-	
Відомості про об'єкт сертифікації		існуюча будівля	
Функціональне призначення та назва будівлі:		будівля житлова	
Відомості про конструкцію будівлі			
Опалювальна площа, (м <sup>2</sup> ):	142	Опалювальний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	560
Кількість поверхів	2	Рік прийняття в експлуатацію:	2015
Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
		<span style="font-size: 48px; font-weight: bold;">F</span>	
Питоме споживання первинної енергії		172,2 кВт год/м <sup>2</sup>	
Питомі викиди парникових газів		-	
Дані енергоаудитора:		Номер та дата реєстрації	
Харченко Артем Олексійович		-	

Клас енергетичної ефективності будівлі визначається за формулою:

$$\Delta_{ep} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \cdot 100,$$

де  $EP_p$  – граничне значення питомого енергоспоживання будівлі, в даному випадку  $EP_p = 120$  [кВт·год/м<sup>2</sup>]

Клас енергетичної ефективності будівлі	Відсоткові показники, $\Delta_{ep}$
A	$\Delta_{ep} > -50$
B	$-50 \leq \Delta_{ep} < -20$
C	$-20 \leq \Delta_{ep} \leq 0$
D	$0 < \Delta_{ep} \leq 20$
E	$20 < \Delta_{ep} \leq 35$
F	$35 < \Delta_{ep} \leq 50$
G	$50 < \Delta_{ep}$

Оскільки питоме споживання енергії котеджу 172,2 кВт·год/м<sup>2</sup>, то клас енергетичної ефетивності будівлі дорівнює:

$$\Delta_{ep} = [(172,2 - 120) / 120] \cdot 100 = 43,5$$

Це значення відповідає класу енергетичної ефективності F.

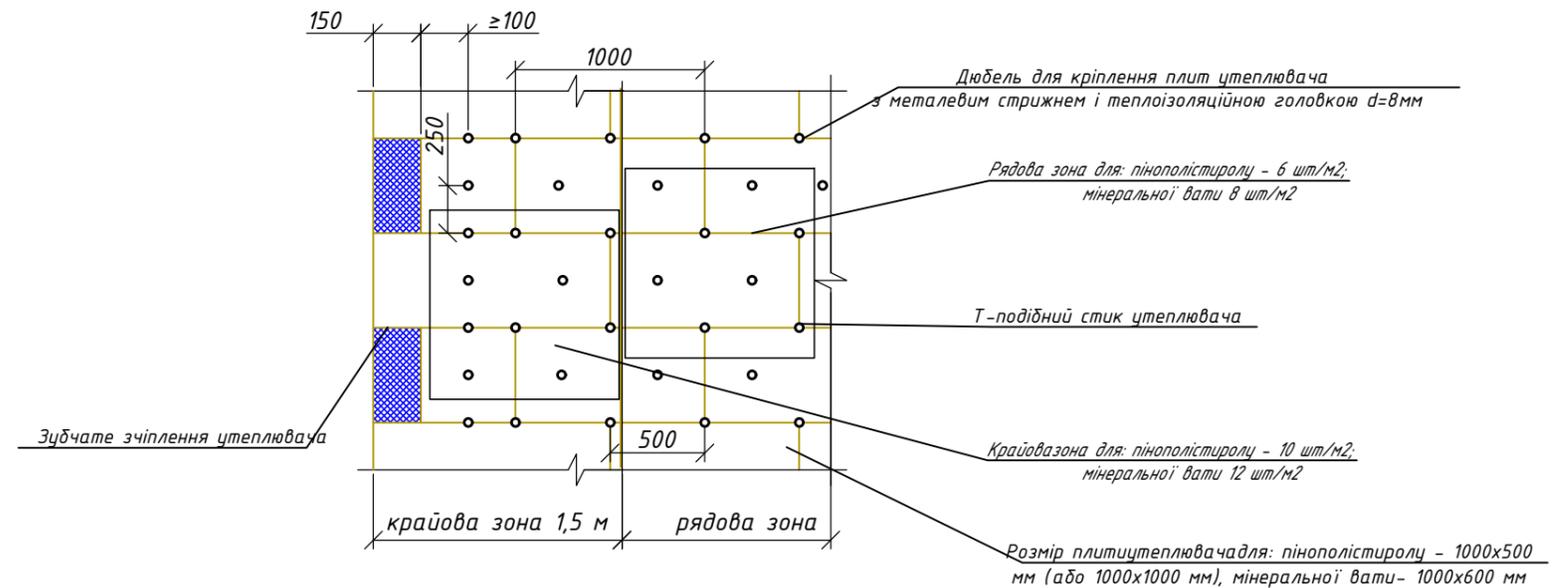
Інв. № ориг.

Підпис і дата

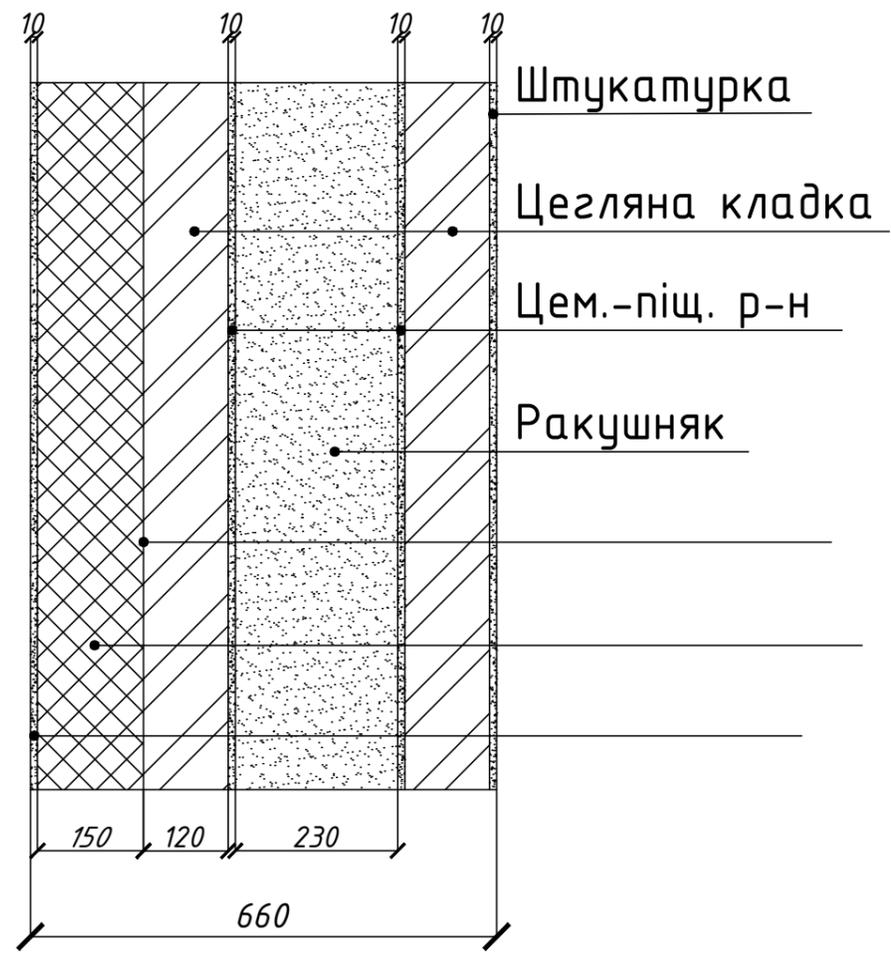
Взамін інв. №

						601HT-231026-MP		
						"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"		
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Харченко				ДП	6	11
Керівник		Чернецька				Енергетичний сертифікат будівлі до термомодернізації		
Н. контроль		Чернецька						
Зав. каф.		Голік Ю.С.						
						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		

Схема кріплення плит утеплювача



Вузол утеплення



Влаштування цокольного профілю по периметру будівлі

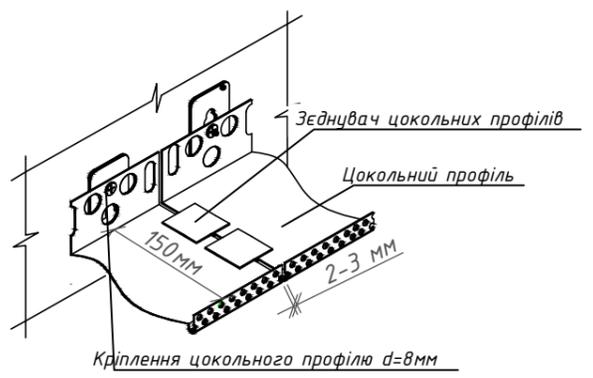
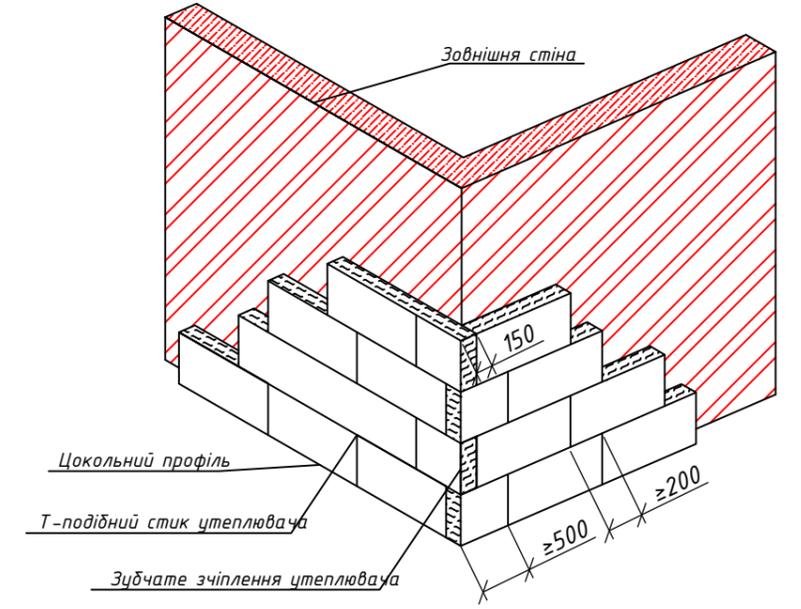
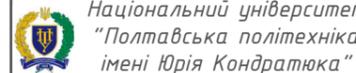


Схема перев'язки плит утеплювача

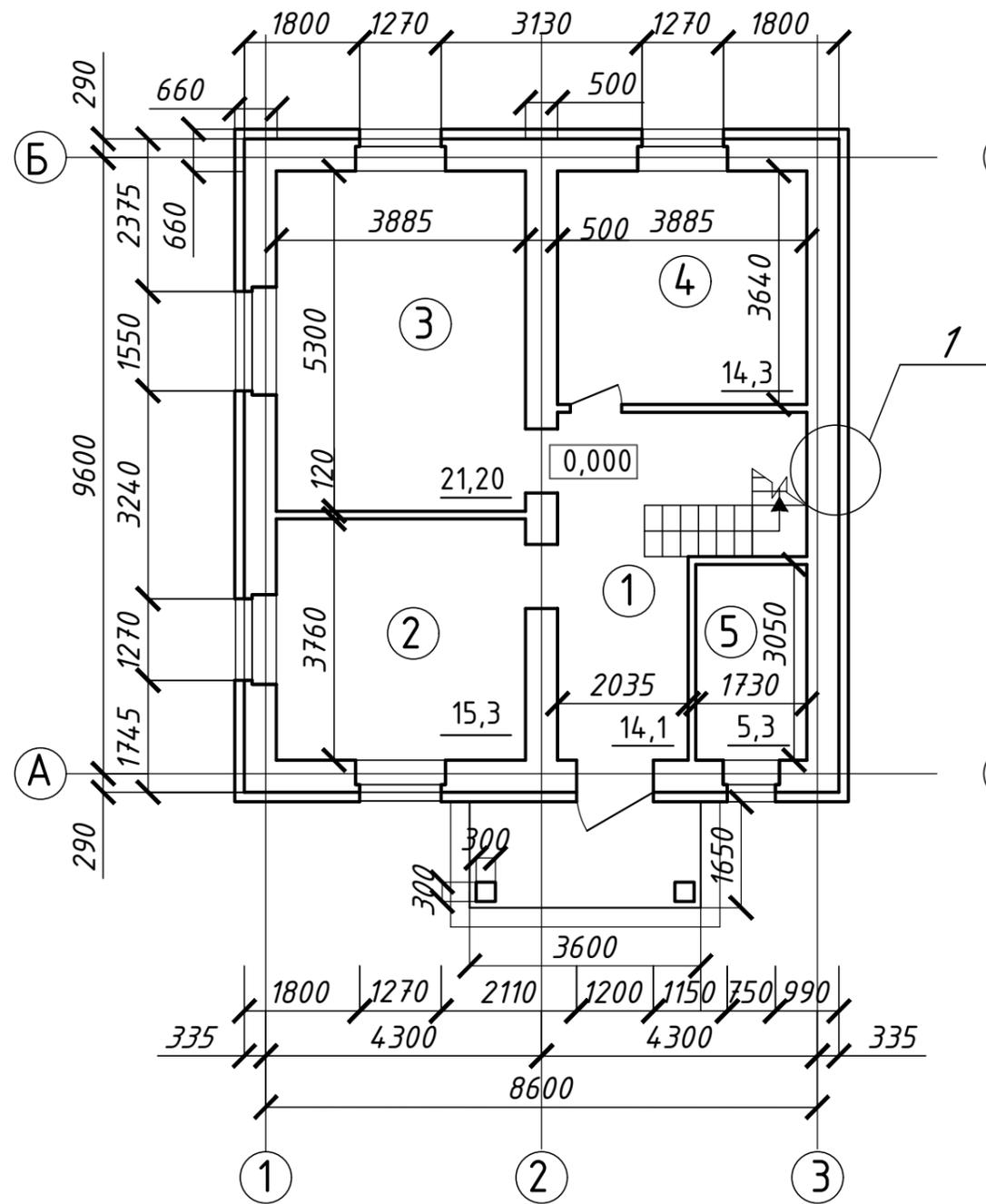


- Примітки
1. Розмір плит пінополістиролу 1000x500x150 мм (1000\*1000\*150).
  2. Влаштування плит теплової ізоляції необхідно в шахматному порядку, з розбіжкою по краям не менше 200 мм; щоб мінімальна висота смуги утеплювача становила 200 мм.
  3. Закріплювати плити утеплювача дюбелями слід не раніше ніж через три доби після їх приклеювання до поверхні зовнішніх стінних конструкцій.
  4. Клеючу розчинову суміш наносять на мінераловатні плити тільки суцільним способом.
  5. Після нанесення розчинової суміші плити необхідно відразу встановити в проектне положення та притиснути. Зусилля при притисненні повинно бути таким, щоб як мінімум на 40 % розчинова суміш розподілилася поміж основою та плитою. Плити необхідно приклеювати впритул одна до одної, в одній площині, не допускаючи збігу вертикальних швів. Ширина швів не повинна перевищувати 2 мм. Залишки розчинової суміші необхідно видалити за допомогою води до її затвердіння. В нормальних умовах влаштування захисного шару слід розпочати через 3 доби після наклеювання плит. Кількість клеючої розчинової суміші в кожному окремому випадку обирається таким чином, щоб після притиснення плити до основи клеюча розчинова суміш покривала як мінімум 60 % поверхні.
  6. Плити утеплювача закріплюють на конструкції знизу вгору, встановлюючи перший ряд плит на перфоровані цокольні профілі, укріплені з дотриманням правил прив'язки швів: зміщення швів в напрямку горизонталі; зубчаста перев'язка на кутах будинку; обрамлення віконних та інших прорізів плитами з підігнаними за місцем вирізами.
  7. Обрамлення віконних прорізів необхідно здійснювати з негорючих теплоізоляційних матеріалів (пінополістирол класу горючості НГ з відповідним сертифікатом або мінеральна базальтова вата)

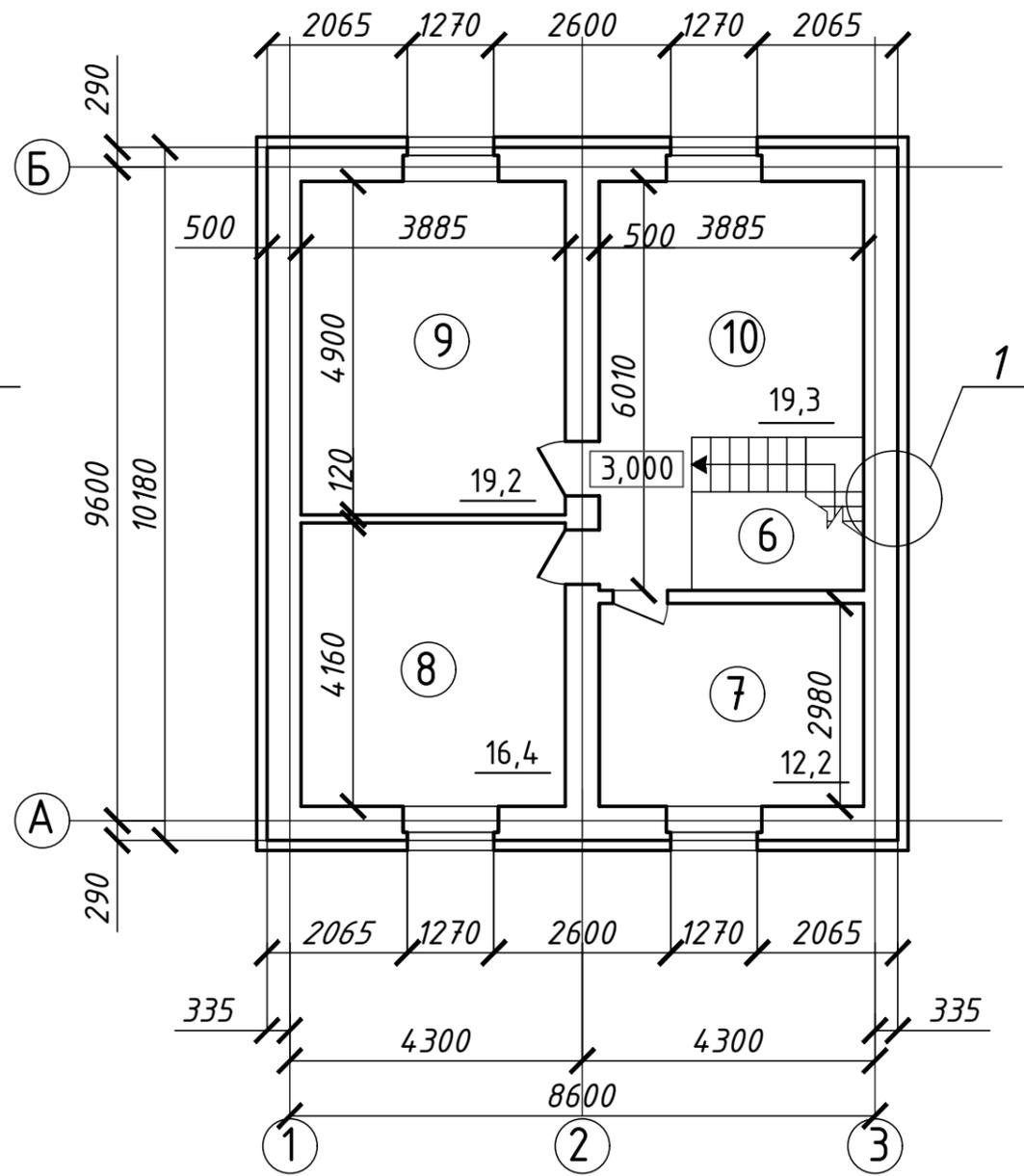
						601НТ-231026-МР		
						"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"		
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Харченко				ДП	7	11
Керівник		Чернецька						
Н. контроль		Чернецька						
Зав. каф.		Голік Ю.С.						
						Пропозиції по вдосконаленню. Вузол утеплення		

Інв. № ориг. Підпис і дата. Взамін інв. №

План першого поверху



План другого поверху



Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
1	Коридор	14,1
2	Кухня	15,3
3	Вітальня	21,2
4	Кімната	14,3
5	Санвузол	5,3
6	Сходи	4,7
7	Санвузол	12,2
8	Кімната	16,4
9	Кімната	19,2
10	Хол	19,3

Вузол 1



Інв. № ориг. Підпис і дата Взамін інв. №

					601НТ-231026-МР		
					"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"		
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата		
Розробив		Харченко				Стадія	Аркуш
Керівник		Чернецька				ДП	8
Н. контроль		Чернецька				Аркушів	11
Зав. каф.		Голік Ю.С.				План 1-го та 2-го поверхів після термомодернізації Вузол утеплення	
						 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"	

# ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:		Україна, Полтавська обл., м. Полтава, вул. Грушева 38а	
Ідентифікатор об'єкта будівництва:		-	
Відомості про об'єкт сертифікації		існуюча будівля	
Функціональне призначення та назва будівлі:		будівля житлова	
Відомості про конструкцію будівлі			
Опалювальна площа, (м <sup>2</sup> ):	142	Опалювальний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	560
Кількість поверхів	2	Рік прийняття в експлуатацію:	2015
Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
		<span style="font-size: 48pt;">D</span>	
Питоме споживання первинної енергії		121,7 кВт год/м <sup>2</sup>	
Питомі викиди парникових газів		-	
Дані енергоаудитора:		Номер та дата реєстрації	
Харченко Артем Олексійович		-	

Клас енергетичної ефективності будівлі визначається за формулою:

$$\Delta_{ep} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \cdot 100,$$

де  $EP_p$  – граничне значення питомого енергоспоживання будівлі, в даному випадку  $EP_p = 120$  [кВт·год/м<sup>2</sup>]

Клас енергетичної ефективності будівлі	Відсоткові показники, $\Delta_{ep}$
A	$\Delta_{ep} > -50$
B	$-50 \leq \Delta_{ep} < -20$
C	$-20 \leq \Delta_{ep} \leq 0$
D	$0 < \Delta_{ep} \leq 20$
E	$20 < \Delta_{ep} \leq 35$
F	$35 < \Delta_{ep} \leq 50$
G	$50 < \Delta_{ep}$

Оскільки питоме споживання енергії котеджу 121,7 кВт·год/м<sup>2</sup>, то клас енергетичної ефективності будівлі дорівнює:

$$\Delta_{ep} = [(121,7 - 120) / 120] \cdot 100 = 1,42$$

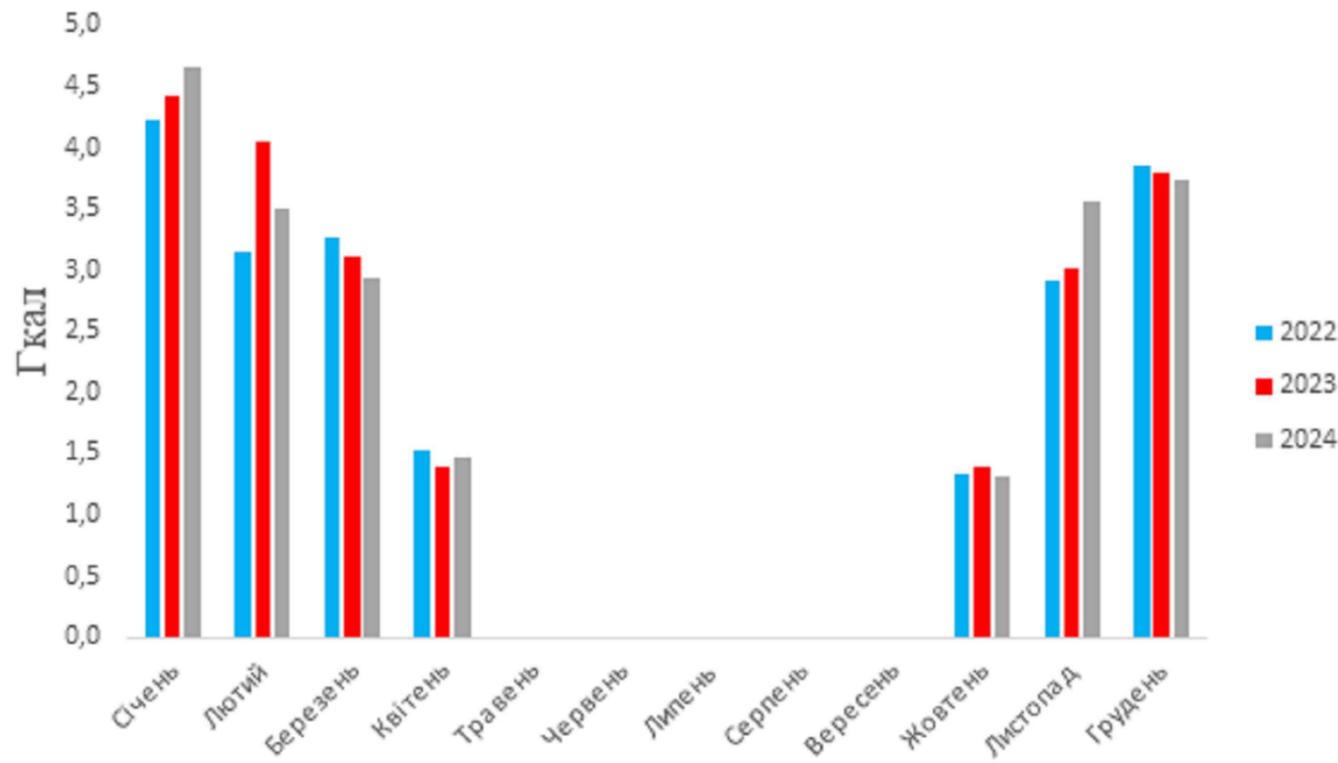
Це значення відповідає класу енергетичної ефективності D.

Інв. № ориг. Підпис і дата Взамін інв. №

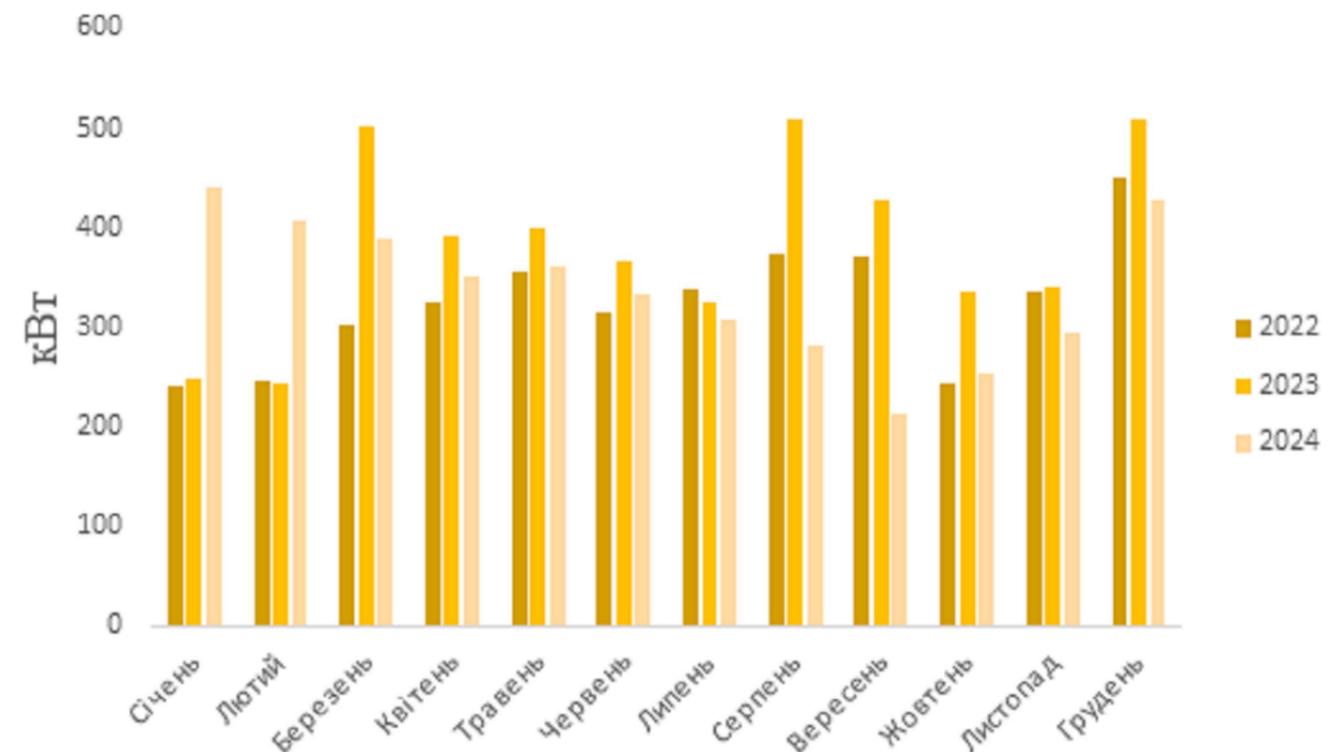
						601HT-231026-MP		
						"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"		
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Харченко				ДП	9	11
Керівник		Чернецька				Енергетичний сертифікат будівлі після термомодернізації		
Н. контроль		Чернецька						
Зав. каф.		Голік Ю.С.						
						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		

## Графіки фактичного споживання теплової енергії та споживання електричної енергії

### Споживання теплової енергії



### Споживання електричної енергії



Інв. № ориг. Підпис і дата Взамін інв.№

601НТ-231026-МР					
"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"					
Зм.	Кіл.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата
Розробив		Харченко			
Керівник		Чернецька			
Н. контроль		Чернецька			
Зав. каф.		Голік Ю.С.			
				Графіки споживання теплової та електричної енергії	
			Стадія	Аркуш	Аркушів
			ДП	10	11
				 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"	

## ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано сучасні підходи до термомодернізації котеджів з урахуванням українського та міжнародного досвіду. Основна мета дослідження – визначити ефективні стратегії підвищення енергоефективності приватних будинків, забезпечуючи зменшення енергоспоживання на опалення, охолодження та гаряче водопостачання.

Термомодернізація котеджу дозволяє оптимізувати витрати енергоресурсів, підвищити комфорт проживання та знизити негативний вплив на довкілля. У роботі виконано аналіз тепловтрат через конструктивні елементи будівлі, а також запропоновано конкретні енергозберігаючі заходи.

Усі розрахунки виконано відповідно до нормативних документів, включаючи ДСТУ, з врахуванням енергетичних потреб будівлі до і після термомодернізації. Результати дослідження демонструють значне скорочення енергоспоживання та підвищення загальної ефективності будинку.

До впровадження заходів з термомодернізації будинок мав клас енергоефективності F, що відповідає відсотковому показнику  $\Delta_{ep} = 43,5$ .

Після впровадження заходів з термомодернізації клас енергоефективності будинку став D, що відповідає відсотковому показнику  $\Delta_{ep} = 1,42$ .

Після проведення аналізу і розрахунків можемо спостерігати тенденцію до значного скорочення енергоспоживання та покращення показників енергоефективності будівлі. Така тенденція підтверджує доцільність реалізації заходів з термомодернізації, що включають утеплення стін, заміну входних дверей, встановлення термостату з датчиком зовнішнього повітря, а також впровадження альтернативних джерел енергії.

Інв. № ориг. Підпис і дата Взамін інв. №

						<i>601HT-231026-MP</i>		
						<i>"Підвищення енергетичної ефективності котеджу в м. Полтава на основі проведення енергетичного аудиту"</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Харченко</i>					<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>
							<i>ДП</i>	<i>11</i>
<i>Керівник</i>		<i>Чернецька</i>						<i>11</i>
<i>Н. контроль</i>		<i>Чернецька</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Голік Ю.С.</i>						
						<i>Висновки</i>	 Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"	