

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Інститут транспорту і логістики  
Кафедра міського будівництва та господарства**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня магістр**

спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціалізація «Міське будівництво та господарство»  
(шифр і назва спеціальності)

на тему ЕНЕГРОАУДИТ АДМІНІСТРАТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Виконав: студент групи МБГ-16дм

Скурідіна Т.М.  
(прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проф. Татарченко Г.О.  
(науковий ступінь, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Завідувач  
кафедри проф. Татарченко Г.О.  
(науковий ступінь, прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент  
Т \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)





Вступ.....	6
1 Літературний огляд.....	10
1.1 Етапи формування політики енергозбереження в Україні.....	10
1.2 Енергоаудит як інструмент енергозбереження.....	14
1.3 Міжнародний досвід підвищення енергетичної ефективності на прикладі окремих країн.....	17
2 Методика проведення енергетичного аудита.....	22
2.1 Методика енергетичного аудиту.....	22
2.2 Види енергетичних обстежень будівель.....	22
2.2.1 Простий (експрес) енергетичний аудит будівлі.....	27
2.2.2 Комплексний (повний) енергетичний аудит будівлі.....	30
2.3 Порядок проведення енергетичного обстеження будівлі.....	33
2.3.1 Збір документальної інформації.....	33
2.3.2 Обстеження інженерного обладнання.....	35
2.3.3 Інструментальне обстеження.....	46
2.3.4 Обробка й аналіз отриманої інформації.....	56
2.3.5 Розробка рекомендацій по енергозбереженню.....	59
2.3.6 Оформлення звіту з енергетичного аудиту.....	63
3 Енергоаудит адміністративної будівлі.....	66
3.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	66
3.2 Кліматичні данні.....	67
3.3 Геометричні показники огорожувальних конструкцій.....	68
3.3.1 Стіни (загальна інформація).....	68
3.3.2 Вікна (загальна інформація).....	70
3.3.3 Двері (загальна інформація).....	71
3.3.4 Покриття (загальна інформація).....	71
3.3.5 Підлога на ґрунті (загальна інформація).....	72
3.3.6 Перекриття під балконом (загальна інформація).....	74
3.4 Обстеження інженерних систем.....	75
3.5 Обстеження технічного стану будівлі.....	81
3.6 Тепловізійне обстеження зовнішніх огорожувальних конструкцій.....	82
3.7 Визначення фактичного класу енергоефективності адміністративної	

будівлі.....	94
3.7.1 Теплотехнічні показники будівлі.....	94
3.7.2 Розрахунок теплових надходжень.....	95
3.7.3 Визначення енергетичних показників будівлі та присвоєння класу енергоефективності.....	98
3.8 Висновки по розділу 3.....	102
4 Рекомендації по підвищенню енергетичної ефективності адміністративної будівлі.....	103
4.1 Розробка енергозберігаючих заходів.....	103
4.1.1 Утеплення фасаду.....	103
4.1.2 Заміна вікон.....	106
4.1.3 Заміна дверей.....	107
4.1.4 Утеплення даху (суміщене).....	108
4.1.5 Утеплення перекриття під балконом.....	110
4.1.6 Модернізація системи освітлення.....	111
4.1.7 Неокупні заходи.....	113
4.2 Екологічні висновки.....	113
4.3 Висновки про доцільність реалізації енергозберігаючих заходів.....	114
4.4 Визначення фактичного класу енергоефективності адміністративної будівлі.....	115
4.4.1 Теплотехнічні показники будівлі.....	115
4.4.2 Розрахунок теплових надходжень.....	117
4.4.3 Визначення енергетичних показників будівлі та присвоєння класу енергоефективності.....	119
Розрахункове значення питомих тепловитрат.....	123
Висновок.....	124
Додатки.....	125

## Вступ

Енергозберігаючі заходи є ключовою ланкою реформування житлово-комунального господарства та промисловості України в цілому. У переводі економіки України на енергозберігаючий шлях розвитку важливе місце займає всебічний комплексний аналіз всіх енергетичних ресурсів. Саме з цього і повинна починатися робота з енергозбереження та енергоефективності, оскільки тут, як ніде, треба знати: де, що (в яких кількостях), куди і чому втрачається енергія. Проблема енергоефективності старіючої промисловості, дорогого тепла для житла, швидкого подорожання газу потребує уваги всіх і, в загалі, державної політики енергозбереження.

Відчутного результату на шляху до енергоефективності можливо досягти тільки при впровадженні системного підходу до енергозбереження в рамках всієї України. І першим кроком до цього стало прийняття базових законодавчих актів. Станом на сьогоднішній день Верховна Рада України прийняла чотири необхідних, а саме - «Про особливості здійснення права власності в багатоквартирному будинку», який, фактично, звільнив жителів багатоквартирних будинків від диктату ЖЕКів радянського зразка «Про житлово-комунальні послуги» який створює умови для розвитку конкуренції на ринку і наділяє споживачів правом укладати прозорі договори безпосередньо з постачальниками послуг; «Про енергетичну ефективність будівель» який запроваджує механізм отримання уніфікованого сертифіката енергоефективності будівлі і ключовий - «Про Фонд енергоефективності», власне, що дозволяє запуснути цей механізм. На виході ще один закон ; «Про комерційний облік комунальних послуг» після прийняття якого люди будуть оплачувати тільки фактично спожиті послуги, а не нараховані зі стелі.

Другим кроком на шляху до енергоефективності буде масове впровадження енергетичних паспортів (сертифікатів енергоефективності).

Зараз, проблемам впровадження енергозберігаючих заходів в різні сфери господарства присвячено багато наукових робіт і приділяється значна увага.

Однак безпосередньо розробкам енергозберігаючих заходів не приділяється належного значення. У роботах багатьох фахівців акцент ставиться на вдосконаленні обліку споживання енергоносіїв, що, звичайно, важливо, але недостатньо. Для обліку всіх факторів, що впливають на енергоефективність будівлі, необхідна розробка енергопаспортів усіх об'єктів.

Наукова новизна - на базі аналізу фактичного споживання енергоресурсів розроблено енергетичний паспорт нежитлового приміщення. Виявлено, що встановлений клас енергоефективності нежитлової будівлі не відповідає сучасним вимогам до ефективного використання енергетичних ресурсів внаслідок застосування застарілих матеріалів і технологій. Розроблена комплексна програма енергозберігаючих заходів з підвищення енергоефективності нежитлового приміщення та термін окупності і потенціал енергозбереження, що прийнята радою директорів та технічною радою ТОВ МЖК «Мрія-Інвест».

Мета дослідження - на базі експериментально-аналітичного дослідження енергетичного стану адміністративної будівлі та економічних розрахунків втрат розробити комплексну програму енергозберігаючих заходів по підвищенню енергоефективності нежитлового приміщення.

Для досягнення мети досліджень були поставлені наступні основні задачі:

- провести енергетичне обстеження адміністративної будівлі;
- виконати теплотехнічний розрахунок існуючих огорожувальних конструкцій;
- скласти енергетичний паспорт будівлі;
- розробити комплекс енергозберігаючих заходів для огорожувальних конструкцій будівлі та інженерних систем;
- провести порівняльний аналіз класу енергоефективності будівлі до і після проведення енергозберігаючих заходів;

- розрахувати вартість впроваджуваних заходів, обчислити термін їх окупності і потенціал енергозбереження.

Об'єкт дослідження - розвиток енергозберігаючих технологій в сфері реновації будівельних об'єктів.

Предмет дослідження - комплекс енергозберігаючих заходів для адміністративних нежитлових будівель.

Теоретична значимість результатів дослідження полягає в тому, що в науково-дослідній роботі сформульовано перелік проблем перевитрати енергоресурсів, розроблені енергозберігаючі заходи та описано принципи впровадження енергозберігаючих технологій, що є певним внеском у теорію про енергоефективності нежитлових приміщень. Практична значимість дослідження полягає в можливості використання висновків і рекомендацій для нежитлових будівель існуючої забудови, з метою ефективного використання енергетичних ресурсів.

За розрахунками була побудована модель надходжень та витрат теплової енергії в межах будівлі, з якої видно основні тепловитрати: через віконні конструкції, суміщене покриття та стіни (основні та цокольні). Причиною такого явища є недостатнє значення опору теплопередачі віконних конструкцій та відсутність теплоізоляції.

На основі аналізу побудованої моделі, запропоновані енергозберігаючі заходи, які укомплектовані в три відмінних за обсягами пакети (Додаток Д).

Проведено економічну, енергетичну оцінку, розрахована приблизна вартість впровадження та можливий строк окупності, для кожного пакету та окремо для кожного заходу.

Підсумком роботи є енергопаспорт (Додаток А), в якому представлені площі та значення опору теплопередачі та площі огорожувальних конструкцій до та після термомодернізації, значення загальних тепловитрат та клас енергоефективності.



Методологічну основу даного дослідження складає комплексний аналіз розробок енергозбереження в нежитловому фонді. В основі методології закладений експериментальний метод дослідження, він передбачає вивчення параметрів об'єкта дослідження в природних умовах, виявлення оптимальних технічних рішень та економічну ефективність, дозволяє знизити енергоспоживання та енерговитрати.

Визначення площ огорожувальних конструкцій проходило за поверховими планами будівлі та з урахуванням положень ДСТУ-НБ А. 2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будинків при новому будівництві та реконструкції.

Всі розрахунки для розробки енергетичного паспорту виконано за методикою ДСТУ-НБ А. 2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції.

Вимоги до теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій (теплоізоляційної оболонки) будинків і споруд і порядку їх розрахунку з метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на обігрівання, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень встановлено у ДБН В 2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.

Методичні положення щодо вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення громадських будівель під час капітального ремонту (термомодернізації) встановлює ДСТУ Б В. 2.6-189 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.

Основні положення магістерської роботи були представлені і обговорені на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах» (березень 2017 року).

## 1 Літературний огляд

### 1.1 Етапи формування політики енергозбереження в Україні

У 70-80-х роках ХХ сторіччя найбільш важливим показником рівня розвитку суспільства і держави було кількість виробленої енергії і валовий національний продукт на душу населення країни. В теперішній час більш повно рівень розвитку технології, обладнання, а тому, і суспільства в цілому характеризують, крім валового національного продукту на душу населення, показники енергоємності одиниці продукції по різних видах виробництва. Вони безпосередньо пов'язані з паливно-енергетичними ресурсами країни і ефективністю їх використання, рівнем розвитку технології і обладнання, фінансовим і економічним добробутом держави. На жаль, але за цими показниками Україна значно відстає від провідних країн світу. Промисловості нашої країни притаманний високий рівень енергоємності. На виробництво ВВП вартістю 1 USD у нас витрачається 3,25 кг палива, тоді як у Західній Європі – 0,6 кг.

Дана обставина пояснюється тим, що ні в СРСР, ні в Україні зокрема не існувало єдиної державної політики енергозбереження. Вона була передана в галузеві міністерства, де, на жаль, не була ефективно реалізована. Причина цього – низькі ціни на енергоносії, впровадження технологій і устаткування без урахування показників їх енергоефективності, відсутність матеріальної зацікавленості в реалізації енергозберігаючих заходів. В той же рік практично у всіх високорозвинених країнах важливість і необхідність прийняття екстрених заходів у сфері енергозбереження була усвідомлена на рівні урядів цих держав, і тому ними були прийняті відповідні законодавчі акти з організації та управління енергозбереженням. Таким чином, країни з ринковою економікою вже протягом десятків років успішно реалізують програми, спрямовані на ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів.

Першими кроками України на шляху енергозбереження було прийняття в 1994 році закону "Про енергозбереження". Слідом за цим у 1995 році було

створено національне агентство з енергозбереження. Протягом 1997-2000 рр. була розроблена концепція і програма енергозбереження, зокрема у бюджетній сфері. У державному бюджеті на 2001 рік було передбачено виділення коштів на реалізацію енергозберігаючих заходів у бюджетній сфері об'ємом 25 млн. гривень. З урахуванням додатково залучених на ці цілі коштів місцевих бюджетів (24 млн грн), очікуване скорочення бюджетних витрат на споживання ПЕР в установах бюджетної сфери склало 66 млн гривень. Таким чином, термін окупності цих коштів не перевищив одного року. Статистика давала підстави вважати обраний шлях вірним. Наступний крок - Закон України "Про альтернативні джерела енергії", прийнятий у 2003 році. Він визначав правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії та сприяв розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі. Проект цього закону включав фінансові механізми і стимули для виробників і споживачів відновлюваної енергії, але в кінцевій версії ці позиції були видалені накладенням вето Президентом України.

У січні 2008 року в закон «Про енергозбереження» були внесені зміни та доповнення і з'явилося поняття «екологічний збір» (штраф за перевитрату або марнотратне використання енергії), збільшилися штрафи за порушення законодавства, з'явилися пільги за використання альтернативних і відновлюваних видів енергії.

У 2010 році Національне агентство з питань ефективного використання енергоресурсів (НАЕР) було реорганізовано в Державне агентство з енергозбереження та енергоефективності, була розроблена та прийнята Державна цільова програма з енергозбереження. Майже всі області розробили і прийняли на сесіях обласних рад регіональні програми з енергозбереження, в містах великих міст та обласних центрах України почали створюються відділи енергозбереження на підприємствах з'являється посаду енергоменеджер. Починається активне співробітництво з іноземними організаціями (Світовий банк виділяє кошти на реконструкцію систем водопостачання та

водовідведення, набирає обертів програма «Реформування міського теплозабезпечення, Німецький фонд GIZ допомагає мерії міста розробляти місцеві програми енергозбереження та інше). Активно впроваджується така послуга як енергоаудит. За 2010 рік офіційно проведено 120 енергоаудитів. Зрозуміло, що це крапля в морі, але це перші кроки, які показують, що без енергозбереження немає руху вперед.

Слід зазначити, що з прийняттям всіх вищевказаних документів в Україні вже сформувалася національна стратегія енергоефективності.

За останній рік уряд України змінив підхід до впровадження енергозберігаючих заходів з фіскального підходу на індивідуальний. Діяльність уряду передбачає впровадження механізму державно-приватного партнерства заради зниження обсягів споживання енергії. Такий підхід поширений за кордоном: є влада, яка створює стимули для досягнення потрібних показників, і бізнес, який реалізує певні нормативи з використанням цих стимулів або відповідає за невжиття заходів.

Якщо, припустимо, компанія готова підвищити енергоефективність, вона укладає з уповноваженим державним органом відповідну угоду. Після досягнення запланованих цілей підприємство отримує сертифікат енергоефективності та включається до державного реєстру енергоефективних підприємств і може претендувати на державну допомогу.

Таким чином, передбачено такі види підтримки: фінансування цільових програм, компенсація відсотків за банківськими кредитами, стимулювання виробників і споживачів альтернативної енергії, а також виробників енергоефективного обладнання.

Якщо ж преференції отримані, але заходи не проводяться, вкладені бюджетом кошти повинні бути повернені. За таке порушення уряд пропонує ввести додаткові штрафи і санкції - аж до передачі підприємств у власність держави.

Всі ці наміри пропонуються урядом в новому законопроекті, який передбачає декілька ключових новацій. По-перше, передбачається ввести обов'язковий облік всіх видів енергії. За різними оцінками, обсяги тепла, газу і води, що витрачаються без лічильників, в деяких регіонах країни становлять 30-60% від всіх спожитих ресурсів. Вони обіцяють розпочати масштабну кампанію по обладнанню всієї інфраструктури лічильниками. Після того, як стане зрозуміло, скільки ресурсів витрачається даремно, будуть переглянуті і діючі нормативи.

По-друге, буде введено обов'язкове енергетичне маркування імпортової та вітчизняної продукції. Такі марки змусять покупця задуматися, наскільки витратним буде експлуатація обладнання. Це буде психологічно впливати і на виробників. Навряд чи хтось буде добровільно маркувати котел або чайник як найбільш енергоємний у своєму класі, але якщо штраф за недостовірне маркування буде дорівнюватися вартості всієї реалізованої продукції, буде набагато простіше переобладнати виробничі потужності.

По-третє, пропонується запровадити державну експертизу ефективного енергетичного користування. Її позитивні висновки будуть обов'язковими для реалізації інвестиційних та інноваційних проектів, проектів будівництва, модернізації, створення нової енергоємної техніки і технологій, що претендують на державну підтримку.

Для окремих категорій підприємств планується обов'язковий енергетичний аудит. Його в обов'язковому порядку повинні будуть проходити підприємства-монополісти, підприємства, що претендують на державну підтримку, компанії з держави понад 50% і енергоспоживанням понад 1000 тонн умовного палива в рік, а також бюджетні організації.

По-четверте, пропонується ввести принцип обов'язкового енергетичного менеджменту на всіх підприємствах, які споживають понад 5000 тонн умовного палива в рік. Цей принцип полягає в контролі споживання енергоресурсів, навчання персоналу принципам ефективного енергетичного користування.

Таким чином в теперішній час всі енергоаудитори прибувають в очікуванні безпосередньо Закону України «Про енергетичний аудит», який би увібрав в себе всі кращі напрацювання за минулі два десятиліття.

Так само чекають своєї черги необхідні на шляху до енергоефективності закон "Про комерційний облік комунальних послуг» після прийняття якого люди будуть сплачувати тільки за фактично спожиті послуги, а не нараховані зі стелі.

## **1.2 Енергоаудит як інструмент енергозбереження**

В основі вирішення завдань енергозбереження важливу роль займає проведення своєчасного, професійного енергетичного обстеження об'єкта — енергоаудиту.

До мети енергоаудиту можна віднести:

- виявлення джерел нераціональних витрат і невиправданих втрат енергії;
- визначення показників енергетичної ефективності;
- визначення потенціалу енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності;
- розробка цільової комплексної програми енергозбереження.

Проведення енергоаудиту як правило включає в себе:

- аналіз стану системи електропостачання, тепlopостачання, водопостачання об'єкта;
- оцінку стану систем та засобів обліку енергоносіїв та їх відповідність встановленим вимогам;
- виявлення необґрунтованих втрат;
- перевірка енергетичних балансів об'єкта;
- оцінку доцільності запропонованих енергозберігаючих заходів, реалізованих на об'єкті;
- енергомоніторинг — відстеження встановлених і фактичних параметрів енергоспоживання;

- вимірювання — визначення за допомогою спеціальних приладів параметрів у контрольних точках;
- опитування і анкетування учасників процесу виробництва або споживання енергоресурсів;
- розрахунки економічної ефективності впровадження тих або інших організаційних пропозицій, або інвестицій в енергозберігаючі технології;
- складання звіту, який містить результати проведеного енергоаудиту та рекомендації. [1]

Таким чином, енергетичний аудит дозволяє отримати об'єктивні дані про стан витрачання паливно-енергетичних ресурсів підприємством, визначити показники енергетичної ефективності та виявити потенціал енергозбереження, а також розробити заходи щодо підвищення енергетичної ефективності.

Головною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження та допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енергоспоживання.

Предметом енергетичного аудиту є системне обстеження витрат палива і енергії, аналізу і видачі рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути будь-яке підприємство, енергетична установка, будинок, технічна система, агрегат, який споживає або виробляє енергію. [2]

В Україні діяльність з проведення енергоаудиту регламентують закони – «Про енергозбереження», «Про місцеве самоврядування в Україні», «Про житлово-комунальні послуги», «Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку», а також розпорядження Президента України від 20.10.2005р. №1199/2005 «Про заходи щодо забезпечення енергетичної безпеки України».

Крім того, протягом усього року існування поняття про енергетичний аудит, були розроблені і впроваджені державні стандарти, а саме: ДСТУ 2155-93

Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню», ДСТУ 23349-94 «Енергозбереження. Основні положення», ДСТУ 2804-94 «Енергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення», ДСТУ 4065-2001 «Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги», ДСТУ 4472:2005 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги»; ДСТУ 4715:2007 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад і зміст робіт на стадіях розроблення та впровадження», ДСТУ 4714:2007 «Енергозбереження. Паливно-енергетичний баланс промислових підприємств. Методика побудови та аналізу».

Відповідно до п. 19 Постанови КМУ від 03.04.2006 №412 щодо впровадження та функціонування єдиної системи енергетичних аудитів в Україні, в НТУ «Київський політехнічний інститут» були розроблені, а після затвердження технічних регламентів та методики в Міністерстві юстиції стали обов'язковими для впровадження всіма галузями промисловості, наступні документи: «Технічний регламент енергетичних обстежень», «Технічний регламент з організації енергозберігаючих заходів на промислових підприємствах», Міжгалузева методика «Загальні вимоги до енергетичного обстеження».

Проведення на підприємстві енергетичного аудиту — необхідна основа для впровадження системи енергетичного менеджменту.

Енергетичний менеджмент — це система управління, заснована на проведенні набору типових вимірювань і перевірок, що забезпечує таку роботу підприємства, при якій споживається тільки необхідна для виробництва кількість енергії. Енергетичний менеджмент — це інструмент управління підприємством, який забезпечує постійне знання розподілу і рівня споживання енергоресурсів на підприємстві, оптимального використання енергоресурсів як для виробництва, так і для потреб опалення та інших невиробничих потреб. [3]



Займаються енергетичним менеджментом співробітники підприємства, відповідальні за використання енергоресурсів.

Енергетичний аудит, проведений професійними енергетичними аудиторами, а потім енергетичний менеджмент, яким займаються фахівці самого підприємства — це заходи, з яких слід починати підвищувати ефективність українських підприємств. Застосування такого підходу зменшить імпорт дорогих енергоносіїв і в довгостроковому плані зменшить залежність країни від країн — виробників енергоносіїв.

### **1.3 Міжнародний досвід підвищення енергетичної ефективності на прикладі окремих країн**

У багатьох країнах накопичений досить великий досвід підвищення енергетичної ефективності. В європейському союзі однією з найбільш ефективних країн у галузі енергозбереження та підвищення енергоефективності є Фінляндія, яка займає перше місце в світі з використання біоенергії.

У Фінляндії найнижчі в світі викиди вуглекислого газу на 1 кВт/рік енергії. До 2020 року з нинішніх 4% використовуваної фінами відновлюваної енергії зросте до 38%. Вже діє національна програма з розробки нових технологій виробництва біопалива другого покоління на основі деревних відходів.

Для довідки:

- Уряд розробляє додаткові стимули для підприємств щодо підвищення їх енергоефективності: субсидії на покупку нових технологій, податкові пільги.
- Пропаганда енергозбереження на тлі високих тарифів на енергію змінила мислення фінів, які намагаються економити ресурси і використовувати тільки екологічну продукцію. Багато з них у своїх будинках використовують гібридне опалення (грунтове тепло, сонячна енергія, біопаливо, тепло повітря).
- Завдяки горизонту планування, що обчислюється десятиліттями, плани по підвищенню ефективності економіки і зниженню її залежності від не відновлюваних джерел енергії не залежать від поточної цінової кон'юнктури.

- Жорсткі законодавчі норми вимагають функціонування підприємств з урахуванням екологічних обмежень. Наприклад, всі фінські підприємства включені в систему обробки відходів. [4]

Курс на енергоефективність та екологічність Фінляндії дозволили стати одним з лідерів у виробництві та експорті чистих технологій і проривних інноваційних рішень.

Ще одна країною що успішно реалізує програми енергозбереження є Данія.

Данія знаходиться в більш виграшному положенні в сфері енергоефективності в порівнянні з іншими країнами завдяки своїй розумній енергетичній політиці.

Для довідки:

- З 1981 року по теперішній час Данія збільшила економічне зростання на 75% у цілому, в той час як витрата енергії за великим рахунком не змінилася.
- Данія інвестувала кошти в ефективні енергетичні рішення і поновлювані джерела енергії. У той же час, за допомогою податкових послаблень для підприємств зробили для них більш привабливим завдання концентрації на альтернативних і оптимально ефективних рішеннях. Така заохочувальна, мотиваційна система виявилася досить успішною і анітрохи не вплинула на конкурентоспроможність Данії.
- Під час фінансової кризи екологічна спрямованість країни показує всім непоганий приклад. Дані за 2008 рік свідчать, що датський експорт енергетичних технологій зріс на 19 відсотків, що приблизно в чотири рази більше, ніж відповідні значення загального експорту. Таке положення речей доводить, що інвестиції в екологічну промисловість можуть окупатися – і зараз, і в майбутньому.
- Велика кількість датських компаній належить до еліти світового бізнесу, і саме за ними залишається першість у екологічній модернізації виробництва і продукції, яка стала основою політики великих корпорацій.

- Більш того, розміщуючи свої заводи в інших країнах світу, компанії не зраджують своїм принципам екологічності. Слід зазначити, що така політика знаходить підтримку в уряді Данії і служить обопільної користі корпорацій та суспільства. [4]

Ще одною країною, що ефективно реалізує програми енергозбереження, є Німеччина. У цій країні директиви європейського союзу (ЄС) щодо енергоефективності будівель введені в існуючий національний закон (норми)  $E_n E_v$ , що відноситься до енергозбереження.

Для довідки:

- Важливо відзначити, що впровадження енергозбереження в Німеччині фінансують банки і великі корпорації, а не держава. Капітал DENA – Німецьке Енергетичне Агентство (Die Deutsche Energie-Agentur GmbH – DENA) – товариство з обмеженою відповідальністю – створено в 2000р. у Берліні і є федеральною структурою.
- Його засновниками є держава і фінансовий інститут – Кредитне відомство відновлення і розвитку (KfW) – це право порівну ділиться між федеральним урядом і банківською групою KfW.
- Німеччина є країною, яка активно використовує сучасні технології енергозбереження та альтернативні джерела енергії.
- Берлін має намір економити на енергоносіях за рахунок альтернативних джерел енергії. Всі басейни будуть оснащені сонячними батареями. Приватні інвестори отримають можливість розмістити на дахах громадських будівель понад 100 000м<sup>2</sup> сонячних батарей і подавати отриману енергію у міську мережу.
- З 2007р. адміністрація Берліна мала права закуповувати для своїх потреб лише автомобілі, які споживають в міському циклі не більше 6,5л бензину на 100 км пробігу. Зараз межа допустимого витрати знижена до 5л.

- При придбанні комп'ютерів та інших електронних приладів, адміністративні установи Берліна зупиняють свій вибір на продуктах, які споживають найменшу кількість електрики. [4]

Питання енергозбереження в США вирішені на жорсткій обов'язковій основі. Користувачеві енергоресурсами не надається право обирати чи не обирати шлях енергоефективного господарювання.

Для довідки:

- Енергозбереження входить до числа стратегічних інтересів США, які розуміють енергозбереження як спосіб зменшити енергозалежність країни, скоротити кількість ввезених нафтопродуктів, перейти на альтернативні джерела енергії.
- У споживача є два варіанти правомірної поведінки: у першому випадку споживач енергоресурсів виконує вимоги федеральних органів та органів місцевого штату з енергозбереження, у другому - платить штрафи за невиконання цих вимог.
- У 1992 році був прийнятий федеральний закон "Energy Policy Act of 1992" (Закон про енергетичну політику 1992), в якому були визначені основні напрямки роботи з енергозбереження в Сполучених Штатах Америки. Згідно з цим законом була створена структура федеральних і місцевих агентств з енергозбереження, розробляються програми фінансування та заохочення робіт по впровадженню енергоефективних технологій.
- Будь який споживач енергоресурсів зобов'язаний розробити і погодити з адміністративними органами план використання наданих йому енергоресурсів у відповідності з вимогами Sec. 204. Integrated Resource Plans зазначеного закону. [4]

Деякі нові заходи, спрямовані на підвищення енергоефективності США:

- 5 млрд. доларів у фонд Програми допомоги з утепленням. Ця програма, існує вже 30 років, оплачує витрати по ремонту будинків сімей з низьким доходом з метою енергозбереження. Понад 5,6 мільйона сімей з низьким доходом

отримали послуги в рамках цієї програми, здійснення якої почалося в 1976 році. Програма підвищує рівень комфорту будинків і знижує витрати сімей на електроенергію в довгостроковій перспективі.

- 4 млрд. доларів на модернізацію державного житла, що перебуває у віданні Міністерства житлового будівництва і міського розвитку США, для підвищення енергоефективності.
- 300 млн. доларів на знижки для споживачів, які купують енергозберігаючі електроприлади.
- 3,2 млрд. доларів на гранти штатам і місцевим органам влади для підтримки впровадження проектів підвищення енергоефективності та енергозбереження в державних будівлях.
- 4,2 млрд. доларів для адміністрації загальних служб США на перетворення будівель, що належать федеральному уряду, у високопродуктивні екологічно чисті будинки, в яких поєднуються методи енергозбереження та використання поновлюваних джерел енергії.
- 6,9 млрд. доларів – Федеральній адміністрації по пасажирським перевезенням для передачі місцевим службам громадського транспорту з метою інвестицій у проекти з енергозбереження та розширення можливостей систем громадського транспорту.
- 50 млн. доларів на зусилля, спрямовані на підвищення енергоефективності інформаційних технологій та технологій зв'язку.
- Збільшення податкових пільг для домовласників і підприємств, які за власний рахунок здійснюють модернізацію своїх об'єктів нерухомості з метою підвищення енергоефективності. [4]

## **2 Методика проведення енергетичного аудита**

### **2.1 Методика енергетичного аудиту**

Послідовне вирішення завдань, що передбачає енергетичний менеджмент складається в методику проведення енергоаудиту. Якщо енергетичне обстеження проводиться за вказівкою органів нагляду за ефективністю використання енергоресурсів, або згідно з обласним або центральним планами держустанов, то використовується методика енергетичного обстеження, що затверджена відповідними органами. Якщо енергоаудит проводиться за ініціативою споживача паливно-енергетичних ресурсів, то методика може визначатися в залежності від поставлених завдань при енергоаудиті. Хоча мета у тому і іншому випадку одна - оцінка ефективності використання енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо зниження витрат на паливо - та енергозабезпечення. Незважаючи на існування нормативно-технічних документів, що визначають правила проведення енергетичних обстежень підприємства, енергоаудитори, в даний час, не мають конкретних, узаконених, методик проведення обстежень підприємств як у цілому, так і окремих його систем і установок. [5]

### **2.2 Види енергетичних обстежень будівель**

Методологія ведення енергоаудиту залежить від тієї інформації, яку прагне отримати і за яку бажає платити клієнт. З одного боку, енергоаудит може бути простим оглядом енергоспоживання, заснованим на даних лічильників будівлі. З іншого боку, енергоаудит може бути комплексним і трудомістким процесом по визначенню та ідентифікації всіх напрямків витрат енергії і передбачати установку нового стаціонарного вимірювального обладнання, тестування та вимірювання протягом тривалого періоду часу. [6]

Існує безліч способів проведення енергоаудиту, і вибір одного з них залежить від наступних факторів:

- кваліфікації енергоаудитора;

- наявності вимірників (стаціонарних і переносних);
- розуміння, чого вимагає і за що бажає платити клієнт.

Перед проведенням енергетичного обстеження та підготовки енергопаспорта, слід зрозуміти:

- які є види енергоаудиту;
- чим вони відрізняються;
- як вони впливають на строки та вартість.

Різновиди енергетичних обстежень класифікуються на 3 основні групи:

- щодо обсягів і вартості проведених робіт;
- за термінами проведення робіт;
- за типами обстежуваних об'єктів.

Види енергоаудиту за обсягом робіт поділяються на:

- експрес енергетичні обстеження;
- повні (комплексні) енергетичні обстеження.

Експрес енергоаудит – це аудит за скороченою програмою. Експрес енергоаудит:

- проводиться у стислі строки;
- без або з мінімальним набором приладового обладнання;
- спрямований на оцінку ефективності одного або декількох видів енергетичних ресурсів або окремого агрегату;
- є самим простим і дешевим видом енергоаудиту. [7]

Його метою є створення загальної картини організації, її технологічних процесів і створення типової програми з енергозбереження. Детальні вимірювання, тестування та аналіз роботи устаткування не виконуються для цього виду енергоаудиту.

Повне інструментальне енергетичне обстеження передбачає:

- повну перевірку енергосистем з інструментальними вимірами;
- комплексне енергообстеження всіх будинків, будівель та обладнання;

- проведення аудиту всіх технологічних процесів;
- оцінку ефективності використання всіх видів енергетичних ресурсів;
- розробку повноцінної програми з енергозбереження.

Результатом такого виду енергообстеження є індивідуально розроблена програма з енергозбереження та енергетичний паспорт.

Детальний (інструментальний) енергоаудит є найбільш повним, складним, трудомістким і дорогим з усіх видів енергоаудиту.

Вартість детального енергоаудиту залежить від:

- розміра підприємства;
- кількості та складності обладнання;
- глибини необхідного технічного і фінансового аналізу.

Більшості організацій енергоаудит з таким рівнем деталізації та складності не потрібно.

З огляду на високі витрати, детальний енергоаудит має сенс проводити:

- на великих промислових підприємствах;
- в організаціях з високим енергоспоживанням;
- в організаціях з бюджетом, який покриє не тільки вартість детального енергоаудиту, але і впровадження енергозберігаючих заходів. [7]

Локальний енергетичний аудит проводиться з метою оптимізувати енергоспоживання або вирішити проблеми на окремій ділянці, обладнанні або в будівлі.

Приклади локального енергоаудиту:

- енергетичне обстеження котельні перед установкою нового котла;
- енергоаудит будівлі у зв'язку з високим споживанням теплової енергії;
- енергоаудит трубопроводу у зв'язку з багаторазовим збільшенням споживання води.

Локальний енергоаудит має сенс провести, якщо ви знаєте або підозрюєте, що у вас є проблема, яку можна вирішити, запровадивши енергозберігаючі заходи або провівши ремонт. [7]



Види енергоаудиту за термінами проведення включають в себе:

- первинні;
- чергові;
- позачергові;
- предексплуатаційні обстеження.

Первинне енергетичне обстеження має на увазі енергоаудит підприємств і організацій які раніше не проходили енергетичне обстеження.

Чергове енергетичне обстеження доцільно проводити через 5 років після первинного енергоаудиту та не рідше одного разу в 5 років у подальшому. Його мета – оцінити динаміку показників енергоефективності протягом певного періоду, а також перевірити ефективність впроваджених заходів з енергозбереження.

У процесі даного виду енергоаудиту:

- виявляються причини змін споживання з моменту проведення останнього енергообстеження;
- розробляються рекомендації щодо зниження витрачання паливно-енергетичних ресурсів;
- коригується енергопаспорт;
- складається звіт про енергообстеження.

Позачергове енергообстеження проводиться у разі збільшення споживання паливно-енергетичних ресурсів на 25% і більше від запланованих.

Позачерговий енергоаудит проводиться завжди, якщо:

- викликають сумніви підсумки попереднього енергетичного обстеження;
- різко падає ефективність використання енергетичних ресурсів;
- змінюється вид використовуваного палива;
- у разі інших, кардинальних змін в організації.

Передексплуатаційне енергетичне обстеження актуально для об'єктів де була реконструкція або переоснащення, а також об'єктів, які тільки вводяться в експлуатацію. Такий вид енергоаудиту входить до складу заходів з введених в

експлуатацію нових або реконструйованих об'єктів та оформлюється у вигляді енергетичного паспорта будівлі або сертифікату по проектній документації.

Мета предексплуатаційного енергообстеження:

- виявити показники енергоефективності об'єктів до початку експлуатації;
- визначити порушення нормативної та іншої документації при будівництві;
- якщо такі є, розробити заходи, спрямовані на усунення виявлених порушень.

Енергетичне обстеження організації може проводитися щодо:

- систем енергоресурсів (газ, вода, електрика, опалення);
- систем вентиляції та кондиціонування;
- видів обладнання;
- будівель і споруд;
- викидів в атмосферу;
- а також щодо юридичних осіб.

Серед основних завдань енергоаудиту можна назвати:

- встановлення фактичного стану енергоспоживання на підприємстві;
- визначення раціональних величин енергоспоживання при генеруванні і транспортуванні енергії, а також у виробничих процесах і установках;
- виявлення причин виникнення втрат, визначення значень втрат та резервів економії ПЕР;
- розробку рекомендацій по підвищенню ефективності використання ПЕР.

Глибина вирішення поставлених завдань і обсяг необхідної для цього інформації залежать від рівня, або виду проведеного енергоаудиту. Так, можна виділити два рівня енергоаудиту – простий і повний енергетичний аудит.

Залежно від мети проведених робіт допускаються будь-які комбінації видів енергетичних обстежень та енергоаудиту. [7]

### 2.2.1 Простий (експрес) енергетичний аудит будівлі

Іноді при проведенні енергетичного аудиту об'єкта необхідно дослідити і визначити енергетичну ефективність лише певної ланки енергоспоживання, а не об'єкта в цілому. В таких випадках проводять простий (експрес) аудит.

Прикладами такого обстеження для будівель можуть бути:

- обстеження огорожувальних конструкцій;
- обстеження віконних блоків;
- обстеження теплопункту;
- обстеження електричної мережі;

Простий енергоаудит проводиться за скороченою програмою, як правило, з мінімальним використанням або без використання приладового устаткування і носять обмежений за обсягом і часом проведення характер. [8]

Метою цього виду енергоаудиту є отримання вихідної інформації про підприємство, його технології, енергетичному господарстві, енергоспоживаючих системах і установках у тому обсязі, який дозволить енергоаудиторам зробити доказовий висновок про наявність і величину потенціалу енергозбереження, про можливості зниження фінансових витрат на енергоносії, намітити основні напрямки енергозбереження на підприємстві.

Доцільно проведення експрес енергоаудиту, якщо об'єкт обстеження досить простий і зрозумілий в плані енергоспоживання. У цьому випадку не має сенсу проводити детальне обстеження і витратити значні кошти на комплексний енергоаудит. Достатньо запровадити типові заходи (заміна дверей і вікон) і проблема буде вирішена.

Всю роботу по експрес аудиту можна розділити на три етапи.

#### 1 Попередній етап (збір основних даних)

Мета: Попередня оцінка структури енергоспоживання, виділення найбільш енергоємних підрозділів і технологічних циклів, оцінка місць найбільш ймовірних втрат енергоресурсів.

1.1 Документування основних характеристик обстежуваного підприємства, збір загальних відомостей про підприємство, організаційну структуру, асортимент продукції, що випускається.

1.2 Визначення структури енергоспоживання: встановлені потужності підрозділів; основні споживачі за видами енергоресурсів; великі технологічні споживачі.

1.3 Документування характеристик використовуваних енергоресурсів: склад споживаних і вироблюваних енергоресурсів при проведенні експрес енергоаудиту; систем і схем енергопостачання; вироблення енергоресурсів на підприємстві; цін (тарифів) на енергоресурси; наявність обліку енергоресурсів.

1.4 Документування складу і характеристик основних будівель і споруд.

1.5 Виділення найбільш енергоємних підрозділів і технологічних циклів, оцінка місць найбільш ймовірних втрат енергоресурсів.

1.6 Визначення переліку обстежуваних об'єктів, інструментальних замірів.

1.7 Узгодження програми обстеження з керівництвом підприємства про порядок і пріоритетність проведення робіт на різних об'єктах.

## 2 Документальне енергетичне обстеження

Мета: Складання фактичного енергетичного балансу підприємства в динаміці за п'ять останніх років на підставі документальної інформації.

2.1 Оцінка показників енергоспоживання за даними приладів обліку для природного газу; електроенергії; твердого та рідкого палива; моторного палива; теплоти на опалення і ГВП; технологічних теплоти і пари; технічної води; стисненого повітря.

2.2 Оцінка показників вироблення енергоресурсів на підприємстві в котельні; компресорної станції; насосних станціях.

2.3 Розробка фактичного енергетичного балансу по кожному підрозділу і енергетичній установці.

2.4 Розробка фактичного енергетичного балансу підприємства, визначення індикаторів енергоефективності.

### 3 Обробка та аналіз отриманої інформації

Мета: Визначення ступеня ефективності енергоспоживання і причин низької енергоефективності. Попередня техніко-економічна оцінка енергозберігаючих заходів та визначення найбільш ефективних енергозберігаючих заходів.

3.1 Оцінка ефективності енергоспоживання, порівняння отриманих показників з даними роботи аналогічних об'єктів.

3.2 Визначення причин підвищеної витрати енергетичних ресурсів і втрат енергії.

3.3 Визначення можливих енергозберігаючих заходів, визначення витрат на їх проведення, очікуваного ефекту і терміну окупності.

3.4 Кваліфікація заходів по двомірній шкалі: «маловитратні - середньовитратні - крупнозатратні» і «швидко окупаються - середньо окупаються - довго окупаються».

3.5 Розробка аудиторського висновку (звіту) за результатами обстеження, що включає енергетичні паспорти (розділи укладення) або сертифікати для опалювальних будівель, котельних, компресорної станції, насосних станцій, печей, великого енергоспоживаючого обладнання.

3.6 Попередня розробка програми енергозбереження підприємства з укрупненою оцінкою ефекту енергозберігаючих заходів.

3.7 Розробка енергетичного паспорта або сертифікату організації згідно з нормативними вимогами.

3.8 Подання пропозицій щодо подальшої роботи по обстеженню.

Результатами експрес енергоаудиту є:

- загальний огляд енергоспоживання об'єкта,
- рекомендації по найбільш доступним заходам енергозбереження,
- звіт з енергоаудиту,
- енергетичний паспорт або сертифікат.

### 2.2.2 Комплексний (повний) енергетичний аудит будівлі

Для найбільш ефективної реалізації енергозберігаючих можливостей в будівлях з великою площею, на підприємствах і виробництвах, а так само для зниження ризику - рекомендується застосовувати комплексний підхід, який пропонує великий вибір заходів, максимальну економію і включає в себе розгляд всього енергоспоживаючого обладнання. При такому підході використовується методичний збір даних, що значно спрощує завдання, яке стоїть перед фахівцями і дозволяє знайти, а в подальшому реалізувати на практиці, без труднощів, оптимально відповідні рішення.

Комплексний енергоаудит - це велика і трудомістка робота. Він проводиться бригадою фахівців що має в своєму складі інженерів електриків, теплотехніків, інженерів КВП та економістів, які пройшли спеціальну підготовку і мають досвід практичних робіт та володіють навичками роботи зі спеціальними приладами. Отже, від кваліфікації фахівців, комплектації приладового парку енергоаудиторської організації, також залежить вартість енергоаудиту.

Енергоаудит цього рівня передбачає більш точну оцінку потенціалу енергозбереження, розробку не тільки напрямків, але і технічних рішень щодо раціонального користування та енергозбереження, створення передумов для підготовки комплексного довгострокового плану реалізації енергозбереження на підприємстві.

Даний метод заснований на підрахунку кількості використаної енергії і порівняння цієї величини з нормативами і теоретичним енергоспоживанням. Метод допомагає визначити потенційну економію енергії. [9]

Поглиблений енергоаудит на початковому етапі включає всі роботи, розглянуті вище за експрес-обстеження. В якості вихідної інформації, яку зобов'язані надати співробітники підприємства, є більш розширені відомості:

- про випуск основної та додаткової продукції підприємством;

- про наявність енергетичного паспорта, організаційно-технічних заходів щодо економії енергоресурсів; про питомих витратах ПЕР на продукцію, що випускається;
- про енергоспоживання, тарифах та фінансових витратах на енергоресурси (електроенергія, теплоенергія, паливо, вода, стиснене повітря, стиснений азот, холод);
- про облік споживання енергоресурсів;
- про джерела енергопостачання та параметри енергоносіїв (ДПП, ТП, ТЕЦ, котельня, компресорні та холодильні установки);
- про комунікації підприємства;
- про систему опалення будівель, споруд, підприємств;
- про систему гарячого і холодного водопостачання,
- про кількість водорозбірних кранів;
- про припливно-витяжну вентиляцію;
- про технологічну, тепло- та топлivosпоживаюче обладнання;
- про джерела вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР);
- про систему збору та повернення конденсату;
- про холодильне, компресорне обладнання;
- про встановлені потужності електроустановок за напрямками їх використання;
- про систему освітлення, електроприймальниках будівель, споруд і т. п.

На цьому рівні для заповнення відсутньої інформації, яка необхідна для оцінки ефективності енерговикористання, але не може бути отримана з документів або викликає сумнів в достовірності, використовують інструментальне обстеження.

Для проведення інструментального обстеження повинні застосовуватися стаціонарні або спеціалізовані портативні прилади. При проведенні вимірювань слід максимально використовувати вже існуючі вузли обліку енергоресурсів на підприємстві, як комерційні, так і технічні. При інструментальному обстеженні

підприємство ділиться на системи або об'єкти, які підлягають по можливості комплексному дослідженню.

Для реалізації завдань енергоаудиту слід дати кількісну і якісну оцінку фактичного стану енерговикористання всіх видів енергоресурсів і розрахунковим шляхом визначити розрахунково-нормативне споживання енергоресурсів.

Зібрана інформація дозволяє скласти принципову схему енергозабезпечення та енергоспоживання підприємства, в якій відбиваються не тільки власні витрати енергії підприємством, але і наявність сторонніх споживачів, що знаходяться і не знаходяться на балансі підприємства.

Поглиблений енергоаудит характеризується, по-перше, тим, що встановлюється не тільки фактичне енергоспоживання, а й проводиться попередня оцінка необхідного енергоспоживання з урахуванням нормованих втрат енергії по всьому технологічному ланцюжку підприємства.

Другою характерною особливістю поглибленого енергоаудиту є детальний розгляд і аналіз окремих систем виробництва та розподілу енергоносіїв.

Третьою характерною особливістю поглибленого енергоаудиту є розробка не тільки напрямків енергозбереження, але і технічних рішень, що їх реалізують.

Енергозберігаючі рекомендації (заходи) розробляються шляхом застосування, в основному, типових методів енергозбереження до виявлених на етапі аналізу об'єктів з найбільш марнотратним або неефективним використанням енергоресурсів.

При розробці та викладенні рекомендацій коротко вказують існуючий стан, визначають технічну суть пропонованого вдосконалення та принцип отримання економії, розраховують потенційну річну економію у фізичному і грошовому еквіваленті, оцінюють загальний економічний ефект запропонованої рекомендації.



Для попередньої оцінки економічного ефекту достатньо використовувати простий термін окупності. При повній оцінці економічного ефекту енергозберігаючого проекту рекомендується застосування більш складних методів оцінки економічної ефективності проектів.

Результатом комплексного (повного) енергоаудиту є:

- одержання енергетичного паспорт ;
- формування стратегії енергетичного менеджменту (програми підвищення енергетичної ефективності);
- докладний звіт щодо здійснення енергоаудиту. [9]

## **2.3 Порядок проведення енергетичного обстеження будівлі**

Енергетичний аудит передбачає наступні етапи:

- збір документальної інформації;
- обстеження інженерного обладнання;
- інструментальне обстеження;
- обробка і аналіз отриманої інформації;
- розробка рекомендацій з енергозбереження;
- оформлення звіту з енергетичного аудиту.

### **2.3.1 Збір документальної інформації**

Перед початком роботи з обстеження підприємства аудитори повинні отримати загальне уявлення про підприємство, розібратися в його структурі, ознайомитися з технологічними процесами і отримати перелік основного обладнання, виявити найбільш ймовірні місця втрат енергоресурсів, оцінити зацікавленість керівництва об'єкта в проведенні енергоаудиту. [5]

Джерелами інформації є:

- інтерв'ю і анкетування керівництва та технічного персоналу;
- схеми енергопостачання та обліку енергоресурсів;

- звітна документація з комерційного та технічного обліку енергоресурсів;
- договори з постачальниками енергоресурсів;
- схеми енергопостачання та обліку енергоресурсів;
- рахунки від постачальників енергоресурсів;
- добові, тижневі і місячні графіки навантаження;
- дані за обсягом виробленої продукції, цінами і тарифами;
- технічна документація на технологічне і допоміжне обладнання (технологічні схеми, специфікації, режимні карти, регламенти тощо);
- звітна документація з ремонтних, налагоджувальних, випробувальних та енергозберігаючих заходів;
- перспективні програми енергозбереження, проектна документація на технологічні або організаційні удосконалення, плани розвитку підприємства.

Підприємство повинно надати енергоаудиторам всю наявну документальну інформацію не менш ніж за 24 останніх місяці.

У зборі інформації на підготовчому етапі беруть участь як організація що обстежує, так і організація що підлягає обстеженню. Інформація фіксується в опитувальних формах, розроблених енергоаудиторами. За достовірність представлених даних несе відповідальність керівництво підприємства. Завдання енергоаудиторів - вибіркоким контролем оцінити достовірність поданих відомостей.

Склад первинної інформації включає:

- загальні відомості про підприємство;
- фактичні звітні дані за енергокористуванню і випуску продукції в поточному і базовому році (по місяцях);
- перелік основного енерготехнологічного обладнання;
- технічні та енергетичні характеристики установок;
- техніко-економічні характеристики енергоносіїв, що використовуються на підприємстві;

- відомості про підстанції, джерела тепло - водопостачання, стисненого повітря, паливопостачання.

Отримана інформація дасть чітку картину поточної ситуації з енерговикористанням на підприємстві і можливість виявити пріоритетні напрямки для подальшої роботи.

### **2.3.2 Обстеження інженерного обладнання**

Обстеження технічного стану систем інженерного обладнання проводять при комплексному обстеженні технічного стану будівель і споруд.

Обстеження інженерного обладнання та його елементів полягає у визначенні фактичного технічного стану систем, виявлення дефектів, пошкоджень і несправностей, кількісної оцінки фізичного і морального зносу, встановлення відхилень від проекту. [5]

Оцінку технічного стану інженерних систем будинків і споруд проводять з урахуванням середньогалузевих нормативних термінів служби елементів і інженерних пристроїв. Фізичний знос системи визначають як суму середньозваженого зносу елементів. Моральний знос систем інженерного обладнання визначають невідповідністю його експлуатаційних якостей діючим нормативним вимогам. Кількісну оцінку морального зносу проводять методом визначення розмірів витрат на усунення зносу у відсотках від відновної вартості будівлі. При детальному обстеженні систем опалення, гарячого та холодного водопостачання проводять оцінку корозійного стану трубопроводів і нагрівальних приладів. Корозійний стан оцінюють по глибині максимального корозійного ураження стінки металу і за середнім значенням звуження перерізу труб корозійно-накипними відкладеннями в порівнянні з новою трубою.

У цьому випадку зразки відбирають з елементів системи (стояків, підводок до нагрівальних приладів, нагрівальних приладів). За зразками визначають максимальну глибину корозійного ураження і звуження значення «живого» перерізу. При відборі і транспортуванні зразків-вирізків необхідно забезпечити повну схоронність корозійних відкладень у трубах (зразках). На

вирізані зразки складають паспорти, які разом із зразками направляють на лабораторні обстеження.

Число стояків, з яких відбирають зразки, повинно бути не менше трьох. При обстеженні системи з замоноліченими стояками зразки для аналізу відбирають у місцях їх приєднання до магістралей в підвалі.

Число підводок, з яких відбирають зразки, повинно бути не менше трьох, які йдуть від стояків у різних секціях і до різних опалювальних приладів.

Допустиме значення максимальної відносної глибини корозійного ураження труб слід приймати рівним 50 % значення товщини стінки нової труби. Допустиме значення звуження трубопроводів корозійно-накипними відкладеннями слід приймати у відповідності з гідравлічним розрахунком для труб, що були в експлуатації (значення абсолютної шорсткості - 0,75 мм).

При цих умовах допустиме звуження складе:

- для труб з умовним внутрішнім діаметром = 15 мм - 20 %;
- для труб з умовним внутрішнім діаметром = 20 мм - 15 %;
- для труб з умовним внутрішнім діаметром = 25 мм - 12 %;
- для труб з умовним внутрішнім діаметром = 32 мм - 10 %;
- для труб з умовним внутрішнім діаметром = 40 мм - 8 %;
- для труб з умовним внутрішнім діаметром = 50 мм - 6 %.

Допустимим звуженням «живого» перерізу конвекторів за умови допустимого зниження тепловіддачі опалювального приладу слід вважати 10%. Допустиме значення звуження трубопроводів корозійно-накипними відкладеннями беруть із зменшенням «живого» перерізу труби не більше ніж на 30%, в результаті чого забезпечується значення мінімального вільного напору у санітарних приладів.

### **Обстеження технічного стану систем гарячого водопостачання**

При обстеженні технічного стану систем гарячого водопостачання керуються ДБН В.2.5-22-2002 і проводять наступні роботи:

- описують систему (тип системи, схема розводки трубопроводів);

- обстежують циркуляційні насоси, контрольно-вимірвальні прилади, запірно-регулюючу арматуру на вводі в будівлю або споруду;
- обстежують трубопроводи (в підвалі, приміщеннях, на горищі) і встановлюють дефекти (свищі в металі, крапельні течі в місцях різьбових з'єднань трубопроводів і врізки запірної арматури, сліди ремонту трубопроводів і магістралей, не прогрів рушникосушок, ураження корозією трубопроводів і рушникосушок, порушення теплоізоляції магістральних трубопроводів і стояків), обстежують стан кріплення і опор трубопроводів;
- проводять інструментальні вимірювання:
  - 1) температури води в прямому трубопроводі і на зворотному трубопроводі (в тепловому пункті будинку);
  - 2) температури води, що подається на водорозбір;
  - 3) температури циркуляційної води (у нижніх підстав циркуляційних стояків);
  - 4) температури води, що зливається з водорозбірних кранів (у контрольних приміщеннях і стояках приміщень, найбільш віддалених від теплового пункту);
  - 5) температури поверхні рушникосушок, найбільш віддалених (у контрольних приміщеннях і стояках теплового пункту);
  - 6) вільного напору у водорозбірних кранів (в приміщеннях верхнього поверху найбільш віддалених від теплового пункту стояками);
  - 7) ухилів прокладки магістральних трубопроводів і підводок (в підвалі і приміщеннях-представниках).

На основі результатів обстеження встановлюють ступінь відповідності.

### **Обстеження технічного стану системи опалення**

Для оцінки технічного стану системи опалення керуються ДБН В.2.5-67-2013 і проводять наступні роботи:

- описують систему (тип системи - централізована, місцева, однотрубна, двотрубна; схему розводки подавальної і зворотної магістралі та ін);
- визначають типи і марки опалювальних приладів;

- обстежують найбільш відповідальні елементи системи (насоси, магістральну запірну арматуру, контрольно-вимірювальну апаратуру, автоматичні пристрої);
- обстежують трубопроводи, опалювальні прилади, запірно-регулюючу арматуру (в підвалі, приміщеннях, на сходових клітках, горищі).
- встановлюють відхилення в системі від проекту;
- виявляють такі пошкодження, несправності та дефекти:

1) ураження корозією і свищі магістральних трубопроводів, стояків, підводок, опалювальних приладів;

2) корозійне поразку замочених трубопроводів;

3) сліди ремонтів (хомути, латки, заварка, заміна окремих ділянок, контру розвідних трубопроводів, крапельні течі в місцях врізки запірно-регулюючої арматури, демонтаж і поломка опалювальних приладів на сходових клітках, у вестибюлях, вихід з ладу системи опалення сходових кліток, вестибюлів, руйнування або відсутність на окремих ділянках трубопроводів теплоізоляції;

- проводять наступні інструментальні вимірювання:

1) температури зовнішнього повітря (в районі будинку);

2) температури води в подавальному трубопроводі теплової мережі (на сайті теплового вводу або теплового пункту до змішувального пристрою або водопідігрівача або після вступної засувки);

3) температури води на зворотному трубопроводі теплової лінії (на сайті теплового вводу або теплового пункту перед вступної засувкою);

4) температури води в подавальному трубопроводі системи опалення (на сайті теплового вводу або теплового пункту після змішувального пристрою при його наявності або після водонагрівача при незалежній системі опалення);

5) температури води на зворотному трубопроводі системи опалення (на сайті теплового вводу або теплового пункту);

6) температури поверхні опалювальних стояків у верхнього і нижнього підстав (на всіх стояках);

- 7) температури поверхні опалювальних приладів у приміщеннях-представниках);
- 8) температури поверхні підводок подавальних і зворотних до опалювальних приладів (в приміщеннях-представниках);
- 9) температури повітря в опалювальних приміщеннях (в приміщеннях-представниках);
- 10) ухилів розвідних трубопроводів;
- 11) тиску в системі: в подавальному і зворотному трубопроводі теплової мережі (на сайті теплового вводу або теплового пункту), в подавальному і зворотному трубопроводах системи опалення.

На основі результатів обстеження встановлюють ступінь відповідності.

#### **Обстеження технічного стану системи холодного водопостачання**

Для оцінки технічного стану системи холодного водопостачання керуються ДБН В.2.5-74-2013 і проводять наступні роботи:

- описують систему (тупикова, кільцева), що включає в себе: введення в будівлю, водомірний вузол, розводящу мережа, стояки, підводки до санітарних приладів; водорозбірну, змішувальну та запірно-регулюючу арматуру;
- обстежують водопровідні вводи в будинок і виявляють ушкодження (розлади розтрубних і зварних з'єднань чавунних і сталевих трубопроводів під дією згинаючих зусиль з-за нерівномірного осідання);
- обстежують прибудинкову територію (газон) та вимощення у зоні введення (наявність осад, провалів, не утрамбованого ґрунту);
- обстежують водомірний вузол і контрольно-вимірювальні прилади; перевіряють калібр і сітку водоміра (при порушеннях надходження води до водорозбірних точках приміщень верхніх поверхів);
- обстежують насосні установки;
- обстежують трубопроводи, запірну арматуру і крани, водоміри і виявляють ушкодження у підвалі і приміщеннях (течі на трубопроводах у

місцях врізки кранів і запірної арматури, пошкодження трубопроводів, сліди ремонту трубопроводів, ураження корозією трубопроводів, розлад запірної арматури і змивних бачків);

- проводять наступні інструментальні вимірювання в системі:

1) тиску в подавальному трубопроводі (на вузлі вводу);

2) вільного напору у водорозбірних кранів (в приміщеннях верхнього поверху найбільш віддалених від введення в стояках).

На основі результатів обстеження встановлюють ступінь відповідності.

### **Обстеження технічного стану систем каналізації**

Для оцінки технічного стану системи каналізації керуються ДБН В.2.5-75-2013 і проводять наступні роботи:

- обстежують трубопроводи і санітарно-технічні прилади в приміщеннях і підвалах і виявляють дефекти (пошкодження трубопроводів, розлад розтрубних і стикових з'єднань, крапельні течії в місцях приєднання санітарно-технічних приладів, сліди ремонтів і заміни окремих ділянок трубопроводів);
- перевіряють відповідність трасування трубопроводів, прокладених в підвалі, проектним рішенням;
- інструментально вимірюють ухили горизонтальних ділянок трубопроводів у підвалі, ухил горизонтальних ділянок і випусків повинен бути не менше 0,02, а відвідних ділянок від стояків - не менше 0,05;
- проводять розрахунок (у разі постійного затоплення підвалу стічними водами) діаметра випуску трубопроводу в залежності від числа припадають на нього санітарно-технічних приладів;
- обстежують вентиляційні стояки каналізаційної мережі, враховуючи що виступаюча частина стояків виводиться через покрівлю або в збірну вентиляційну шахту на висоту:

від плоскої покрівлі неексплуатованої . . . . . 0,3 м;

від скатної покрівлі . . . . . 0,5 м;



від експлуатованої покрівлі . . . . . 3,0 м;

від обріза збірної вентиляційної шахти . . . . . 0,1 м.

Діаметр виступаючої частини каналізаційного стояка повинен відповідати діаметру стічної частини каналізаційного стояка; випуск вентиляційних каналізаційних стояків в обсяг холодного горища не допускається.

На основі результатів обстеження встановлюють ступінь відповідності.

### **Обстеження технічного стану систем вентиляції**

Для оцінки технічного стану системи вентиляції керуються ДБН В.2.5-67-2013. І проводять наступні роботи:

- описують конструктивне рішення системи вентиляції (витяжна природна канална без організованого припливу повітря, механічна канална припливно-витяжна система димовидалення з механічним способом спонукання);
- обстежують технічний стан елементів системи і виявляють такі дефекти і несправності:
  - 1) негерметичність повітроводів, патрубків в місцях приєднання до вентиляційних блоків (у приміщеннях);
  - 2) порушення цілісності (зменшення габаритів, демонтаж) вентиляційних блоків (приміщеннях);
  - 3) невідповідність перерізу повітроводів вентиляційних отворів і розподільників проектного рішення (у приміщеннях);
  - 4) негерметичність, порушення цілісності та теплоізоляції вентиляційних коробів і шахт (холодний горище);
  - 5) порушення цілісності оголовок вентиляційних блоків (дифузорів), негерметичність теплого горища, що є збірної вентиляційної камерою;
  - 6) механічні пошкодження вентиляційних шахт, дефлекторів на покрівлі;
  - 7) пошкодження приладів автоматики системи димовидалення;
  - 8) пошкодження механіки припливно-витяжної системи (вентиляційних агрегатів, вентиляторів, клапанів, засувок);

- здійснюють інструментальні вимірювання обсягів витяжки повітря (у всіх приміщеннях);
- перевіряють вентиляційні та димові канали на прохідність.

На основі результатів обстеження встановлюють ступінь відповідності.

### **Обстеження технічного стану водостоків**

Для оцінки технічного стану водостоків керуються ДБН В.2.6-14-97 і проводять наступні роботи:

- описують конструктивну систему водовідведення (зовнішній водостік, неорганізований зовнішній водостік, внутрішній водостік);
- обстежують технічний стан водовідвід пристроїв і виявляють наступні несправності та пошкодження:
  - 1) корозія, свищі, пробоїни і руйнування металевих жолобів, звисів та водостічних труб;
  - 2) порушення сполучень окремих елементів водостічних труб;
  - 3) відсутність окремих елементів водостічних труб і кріплень до зовнішніх стін;
  - 4) засмічення водостічних труб;
  - 5) порушення гідроізоляції в місцях сполучення водоприймальних воронок внутрішнього водостоку з покрівлею;
  - 6) порушення герметичності стикових з'єднань за стояка внутрішнього водостоку;
  - 7) засмічення та обледеніння водоприймальних воронок внутрішнього водостоку і відкритих випусків;
  - 8) порушення теплоізоляції стояків внутрішнього водостоку в холодному горищі;
  - 9) конденсаційне зволоження теплоізоляції стояків внутрішнього водостоку в холодному горищі;
  - 10) відсутність захисних решіток ковпаків в воронки внутрішнього водостоку.

При утворенні конденсату і криги на зв'язках і водовідвідних пристроях проводять обстеження горища і встановлюють наступні причини порушень температурно-вологісного режиму:

- руйнування стінок вентиляційних коробів і вентиляційних шахт;
- руйнування або відсутність теплоізоляції трубопроводів інженерних комунікацій;
- недостатня товщина теплоізоляції горищного перекриття (визначається розрахунком);
- випуск обсяг горища витяжних каналів каналізації або підвальних;
- відсутність герметичності притворів горищних входних дверей та люків.

На підставі обстеження встановлюють дотримання вимог до системи водовідвідних пристроїв.

### **Обстеження технічного стану систем газопостачання**

Система газопостачання включає в себе інженерні пристрої для транспортування газу до місця спалювання, а також найбільш ефективного і безпечного його використання. Газ спалюється в газопальникових пристроях, конструкції яких залежать від призначення газового приладу (газова плита, бойлер, піч тощо). Продукти згоряння внутрішніх пристроїв газопостачання видаляються вентиляцією.

Для оцінки технічного стану системи газопостачання керуються ДБН В.2.5-20-2001 і проводять наступні роботи:

- описують конструктивну схему газового вводу в будівлю (зовнішній enter, цокольний ввід, прокладку введення через технічний підвал, в тому числі від закільцьованої внутрішньо квартальної мережі);
- вивчають технічну документацію на газопроводи і газове обладнання, що включає в себе:

- 1) ситуаційний план домоволодіння зі схемою газових розводок та виникаючих пристроїв (плани цих комунікацій зберігаються у спеціалізованих газових службах;
- 2) списки газових приладів із зазначенням приміщень, де вони встановлені, число і тип установок;
- 3) акти про стан газоходів;
- 4) акти про капітальному ремонті обладнання;
- 5) паспорта технічних пристроїв;
- 6) акти приймання газопроводів і газового обладнання в експлуатацію;
- 7) акти приймальних випробувань і обстежень, проведених у процесі експлуатації газопроводів і газового обладнання;
- 8) акти, звіти про виконаних роботах при проведенні капітальних ремонтів і реконструкції газопроводів і газового обладнання;
- 9) комплект конструкторських креслень із зазначенням основних технічних рішень та всіх змін, внесених при виробництві робіт і відміток про погодження цих змін з організацією, що розробила проект газопроводів і газового обладнання;
- 10) акти розслідування аварій та порушень технологічних процесів, що впливають на збереження газопроводів та газового обладнання;
  - обстеженням встановлюють відповідність проекту існуючої системи газопостачання (прокладки газопроводів, установки газових приладів, апаратів та іншого газовикористовуючого обладнання):
  - обстежують технічний стан трубопроводів та обладнання і виявляють дефекти і несправності:
    - 1) витоків газу і нещільність з'єднань ділянок трубопроводу;
    - 2) наявність деформацій у трубопроводах, що виникли при осіданні будівлі;
    - 3) відсутність гільз у місцях проходів трубопроводів через перекриття та стіни (гільзи повинні забезпечувати вільні незалежні від будівельних конструкцій лінійні переміщення, викликані температурними деформаціями газопроводу),

4) розлад газових плит, водонагрівальних колонок і т. п.;

- перевіряють роботу системи вентиляції і газоходів;
- обстежують технічний стан димоходів (газоходів) на наявність прохідності, щільності, відособленості, наявність нормальної тяги.

Основними причинами порушення нормальної роботи димарів є:

- 1) завали димоходів будівельним сміттям, розчином, цеглою від обвалення оголовків труб;
- 2) закупорки сніговими або крижаними заторами внаслідок охолодження стінок оголовка при сильних морозах;
- 3) місцеві звуження димоходу;
- 4) розташування оголовка димової труби в зоні вітрового підпору;
- 5) нещільність димоходів.

#### **Обстеження технічного стану електричних мереж та засобів зв'язку**

Для оцінки технічного стану електричних мереж керуються ДБН В.2.5-23-2010. Контроль технічного стану електричних мереж і засобів зв'язку полягає в обстеженні наступного електрообладнання будівель і споруд:

- ввідних шаф і ввідно-розподільних пристроїв, починаючи з вхідних затискачів живильних кабелів або ввідних ізоляторів на будівлях;
- внутрішньобудинкового електрообладнання та внутрішньобудинкових електричних мереж живлення електроприймачів загальнобудинкових споживачів;
- поверхових щитків і шаф, у т. ч. слабкострумівих, з встановленими в них апаратами захисту та управління, а також електроустановочними виробами (за винятком лічильників енергії);
- освітлювальних установок загальнобудинкових приміщень з комунікаційної і автоматичною апаратурою їх управління, включаючи світильники, встановлені на сходових клітинах, поверхових коридорах, у вестибюлях, під'їздах, ліфтових холах, у сміттєзбірників, у підвалах, на горищах, у підсобних приміщеннях і вбудованих у будівлю приміщеннях;

- силових і освітлювальних установок, автоматизації котельних установок автоматизації котелень, бойлерних, теплових пунктів і ін;
- електричних установок систем димовидалення, систем автоматичної сигналізації, внутрішнього протипожежного водопроводу, вантажних та пасажирських ліфтів;
- автоматичних замикальних пристроїв дверей будинку.

Обстеженням системи електрообладнання в підвалі, на горищі, у приміщеннях і на сходових клітинах встановлюють:

- несправності, пошкодження елементів системи;
- забезпечення функціонування системи пожежної безпеки;
- забезпечення безаварійної роботи силових, освітлювальних установок і обладнання автоматизації;
- наявність приладів обліку електроенергії, встановлених на сходових майданчиках, у коридорах, вестибюлях, холах та ін.

### 2.3.3 Інструментальне обстеження

Інструментальне обстеження проводиться для заповнення інформації, відсутньої для оцінки ефективності енерговикористання, або при виникненні сумніву в достовірності наданої інформації. [5]

Зазвичай при інструментальному обстеженні проводиться:

1. Вимірювання освітленості, електричних параметрів трифазних, однофазних і високовольтних систем. Виміри здійснюються приладами для вимірювання, реєстрації та аналізу параметрів електрообладнання та електричних мереж, такими як люксметри, монітори напруги, аналізатори електроспоживання.
2. Вимірювання температури, вологості і швидкості. Для вимірювань температури, вологості і швидкості середовища, речовин, теплоносіїв, матеріалів, виробів необхідно мати вимірювальний комплекс, функціональна схема якого включає датчики, блок обробки даних,

термоелектродні дроти. Датчики знаходяться в контакті з досліджуваною середовищем (тілом) і служать свого роду «перетворювачами» температури, вологості і швидкості в інший фізичний параметр, що підлягає вимірюванню. Їх підключають до входів приладу – блоку обробки даних.

3. Вимірювання тиску. Для вимірювання тиску використовуються барометри, манометри, вакуумметри та ін., які вимірюють барометричний або надмірний тиск, а також розрідження в мм вод. ст., мм рт. ст., МПа, кгс/см<sup>2</sup> кгс/м<sup>2</sup> та ін.
4. Вимірювання витрати. Для вимірювання витрат рідин (води, нафтопродуктів), газів і пари застосовують витратоміри або ротаметри.
5. Газоаналізатори призначені для контролю повноти згоряння палива, надлишку повітря та визначення в продуктах згоряння об'ємної доли вуглекислого газу, кисню, окису вуглецю, водню, метану.

Інструментальний енергоаудит включає в себе:

- обстеження огорожуючих конструкцій фундаменту будівель;
- вимірювання витрат теплоносіїв;
- тепловізійне обстеження;
- виміри якості електроенергії;
- заміри повітропроникності;
- обстеження котла та котельного обладнання;
- вимірювання параметрів електроенергії і газового середовища.

Крім того, інструментальне обстеження будівлі дозволяє отримати відомості:

- про розвиток деструктивних процесів в конструкції;
- про величину корозійних руйнувань;
- про руйнування і ослаблення цегляної кладки;
- про наявність браку або дефектів у вже зібраної конструкції, наприклад, порожнечі і ненадійні зварні з'єднання.

Для проведення інструментального обстеження повинні застосовуватися стаціонарні або переносні спеціалізовані прилади.

До стаціонарних приладів відносяться прилади комерційного обліку енергоресурсів, контрольно-вимірювальна і авторегулююча апаратура, прилади

кліматичного спостереження та інше обладнання, встановлене на об'єкті енергоаудиту.

До портативних приладів відносяться витратомір, товщиномір, інфрачервоні і контактні термометри, газоаналізатор, тепловізор, аналізатор якості електроенергії, мультиметр з безконтактним датчиком струму, люксометр, тахометр і ін. Всі вимірювальні прилади повинні бути повірені у встановленому порядку.

Таблиця 2.1.

Типове обладнання для проведення енергетичного обстеження

Електровимірювальні прилади			
1.	Енерготестер ПKE	Реєструє і аналізує показники якості електро-енергії (ПKE), реєструє добовий графік наванта-ження, визначає розподіл навантаження по фазах, забезпечує перевірку пра-вильності підключення елек-тролічильників, вимірює втрати потужності в кабельній або повітряної лінії електропостачання 0,4 кВ, виконує осцилографу-вання.	Дозволяє вимірювати і реєструвати основні показ-ники якості електроенергії (ПKE), параметри електро-енергії в однофазних і трифазних електромережах, активної, реактивної і повної електропотужності. Дозволяє перевірити праце-здатність і правильність підключення енергетичних вимірювальних перетворю-вачів напруги, струму, потужності на місцях їх експлуатації, а також 1-фазних та 3-фазних лічиль-ників електроенергії без роз-риву струмових ланцюгів.
2.	Аналізатори якості енергії, електронні 3-х фазні лі-чильники з мікро-ЕОМ і роз'ємними	Вимірюють активне, реак-тивне енергоспоживання в 3-х фазної мережі з лінійною напругою до 400В і струмом до 20-2000А, з допомогою багатомежних	У енергоаудиті використо-вується для перевірки електролічильників, реєс-трації графіків електроспо-живання обладнання та параметрів мережі енерго-

Продовження таблиці 2.1.



2.	багатомезжними трансформаторами струму, інфрачервоним портом зв'язку з РС.	токовимірювальних кліщів (межі вимірювання на 20 і 2000А). Вбудований комп'ютер дозволяє записувати середню потужність навантаження, розподіл потужності по фазах мережі живлення, аналізувати якість енергії до 50 гармоніки з заданими інтервалами вимірювання, повірити електролічильники безпосередньо в місцях встановлення. Мають інфрачервоні порти зв'язку та програмно сумісні з персональними комп'ютерами. Електроживлення від гальванічних джерел.	постачання за досліджуваній період. Є програма обробки отриманої інформації і підготовки звіту.
<b>Теплотехнічні прилади</b>			
3.	Ультразвукові витратоміри — прилад з датчиками накладного типу (працює без врізання в трубопровод).	Реєструє швидкість і вважає витрату рідини в трубах 15-2000 мм при швидкості 0,3-12, порт зв'язку з РС. Електроживлення від гальванічних джерел. Є зарядний пристрій. Робоча температура датчиків типу А від -35 до 100°C; типу від -35 до 200°C	Призначені для проведення вимірювання режимів роботи гідросистем (і витрати теплоти в комплекті з блоками-накопичувачами і датчиками температур при аналізі режимів роботи систем теплопостачання, опалення будівель). У комплекті з дифманометрами і електронними електролічильниками дозволяє отримати інформацію для розрахунків графіків зміни ККД насосного обладнання в процесі експлуатації.
4.		Прилад призначений для реєстрації показань цифро-	Накопичувач інформації, що використовується при вимірах

Продовження таблиці 2.1.

	Електронний прилад збору даних (блок накопичувач, Даталоггер)	вого і аналогових сигналів від вимірювальних приладів з заданим інтервалом між вимірами з поданням зібраної інформації у цифровому вигляді для передачі в РС. Прилад укомплектований термо-парами накладного типу з робочим діапазоном температур від -30 до 70°C, від -50 до 15 °С, від -100 до 300°C. Інтервал періодів при запису може змінюватися від 1 сек. до 24 годин з кроком 1 с. Ємність пам'яті дозволяє в автоматичному режимі збирати та зберігати інформацію за тривалий період. Можна змінювати масштаб записуваного сигналу. Має автономне електроживлення від гальванічних джерел і живлення від електромережі.	температур безпосередньо з термопарами і м/с ( $Re = >4000$ ), виводить інформацію на дисплей, є додатково аналоговий вихід на принтер або запам'ятовуючий пристрій в комплекті з будь-яким приладом, що має аналоговий вихід. При роботі з ультразвуковим витратоміром може працювати в режимі лічильника витрати води і тепло лічильника з цифровим записом графіків водо - і тепло споживання. Режим теплотлічильника реалізується при підключенні двох термопар на пряму і зворотну лінії тепломережі.
5.	Ультразвукові товщиніміри	Вимірює товщину стінки труб і інших твердих матеріалів. Діапазон вимірювання 0,95-199 мм. Електроживлення від гальванічних джерел.	Призначений для роботи в комплекті з ультразвуковим витратоміром при вимірюванні товщини стінки труб.
6.	Електронні газоаналізатори	Прилад вимірює розрідження в газоході, температуру, вміст O <sub>2</sub> , CO, NO топкових газів котлів, температуру зовнішнього повітря, обчислює вміст CO <sub>2</sub> ,	Призначений для аналізу і настройки режимів роботи палинкових пристроїв, печей та котлів при проведенні енергетичних обстежень та пуско-налагоджувальних робіт.

		ККД горіння, коефіцієнт надлишку повітря, втрати тепла з відхідними газами $q_2$ . Електроживлення від гальванічних джерел.	
7.	Інфрачервоні термометри з лазерним прицілом	Прилад призначений для дистанційного вимірювання температур поверхонь у діапазоні від $-20$ до $500^{\circ}\text{C}$ і більше, з цифровою індикацією результатів вимірювань і лазерним зазначенням точки вимірювань. Точність вимірювань $\pm 0,10$ С. Електроживлення від гальванічних джерел.	Дозволяє проводити обстеження стану теплоізоляції теплотрас, будинків, місць витоків теплоти, холоду, електричних контактів, пошук об'єктів із заданою температурою поверхні.
8.	Тепловізори	Прилад реєструє в інфрачервоному світлі зображення досліджуваного об'єкта з записом і обробкою зображення в цифровому вигляді. Електроживлення від гальванічних джерел.	Дозволяє проводити обстеження та діагностувати стан теплоізоляції теплотрас, будинків, місць витоків теплоти, холоду, електричних контактів, пошук об'єктів із заданою температурою поверхні при точності вимірювання температур $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ .
9.	Термоанемометр	Прилад вимірює температуру газового потоку в діапазоні від $-30$ до $90^{\circ}\text{C}$ , швидкість повітря від $0$ до $30$ м/сек. Прилад з теле-скопичним висувним датчиком. Електроживлення від гальванічних джерел.	Прилад призначений для обстеження сушильних установок, систем вентиляції, інтенсивності інфільтрації повітря.

Закінчення таблиці 2.1.

10.	Прилад для вимірювання температури та вологості повітря	Прилад вимірює температуру від 0 до 450°C і вологість від 0 до 97%. Є аналоговий вихід. Напряга живлення 9В.	Застосовується для аналізу режимів роботи вентиляційних систем, сушильних установок, кліматичних камер.
11.	Контактний прилад для вимірювання температури	Двоканальний прилад для вимірювання температури за допомогою термопар заглибного і накладного типу в діапазоні температур від -200 до 400°C, дозволяє вимірювати різницю температур.	Прилад в комплекті з ультразвуковим витратоміром дозволяє вимірювати витрату теплоти в системах теплопостачання.
12.	Акустичний ультразвуковий дефектоскоп (витокошукач)	Прилад по ультразвуковому рівнем шуму, створеного струменем в місці витоку пневмосистем, дозволяє виявляти дефекти в пневмомагістралях, ємностях, вентилях і інших пристроях. Електроживлення від гальванічних джерел.	Прилад призначений для виявлення місць витоків у газових системах, що працюють під тиском та розрідженням, визначити дефекти в підшипниках та ін
13.	Тахометр	Прилад вимірює контактним або дистанційним оптичним способом швидкість обертання. Прилад цифровий. Межа вимірювання від 0 до 10000 об/хв. Електроживлення від гальванічних джерел.	Прилад призначений для дослідження режимів роботи вентиляторів, насосів, компресорів, електродвигунів.
14.	Електронні манометри і дифманометри	Прилади вимірюють тиск і перепади тиску в пневмо- і гідросистемах. Мають високу точність вимірювання.	Прилади призначені для реєстрації режимів роботи вентиляторів, насосів, компресорів, пневмо-гідросистем.
Прилади для вимірювання освітлення			
15.	Люксметр	Межа вимірювання рівня освітленості від 0 до 20000 люкс.	Призначений для обстеження системи освітлення.

Розрізняють одноразові та балансові вимірювання, а також реєстрацію даних.

Одноразові вимірювання більш прості, призначені для дослідження енергоефективності окремого об'єкта.

Для них потрібен мінімальний набір приладового парку.

Балансові вимірювання актуальні для вимірювання балансу енергоспоживання різними ділянками, підрозділами підприємства або споживачами.

При цьому кілька однотипних приладів встановлюються в різних точках.

Реєстрація параметрів виконується з метою визначення залежності параметра в часі (зняття добового графіка навантаження).

У цьому випадку потрібні прилади з зовнішніми або внутрішніми пристроями запису і зберігання даних.

При інструментальному обстеженні об'єкт поділяється на окремі системи і об'єкти, які підлягають комплексному обстеженню.

Вимірювання при інструментальному обстеженні поділяються на такі види:

- Одноразові вимірювання - найбільш простий вид вимірювань, при якому досліджується енергоефективність окремого об'єкта при роботі в певному режимі. Прикладом може служити вимірювання ККД котла, обстеження насосів, вентиляторів, компресорів і т. д. Для однократних вимірювань достатній мінімальний набір вимірювальних приладів, оснащення яких записувальними пристроями не обов'язково.
- Балансові вимірювання застосовуються при складанні балансу розподілу якого-небудь енергоресурсу окремими споживачами, ділянками, підрозділами або підприємствами. Перед проведенням балансових вимірювань необхідно мати точну схему розподілу енергоносія, за якою повинен бути складений план вимірів, необхідних для зведення балансу. Для проведення балансових вимірювань бажано мати кілька вимірювальних приладів для одноразових вимірів у різних точках. Рекомендується використовувати стаціонарні прилади, наявні на підприємстві, наприклад, системи комерційного та технічного обліку енергоресурсів.

- Реєстрація параметрів - визначення залежності якого-небудь параметра в часі. Прикладом таких вимірювань може служити зняття добового графіка навантаження, визначення температурної залежності споживання тепла і т. ін. Для цього виду вимірювань необхідно використовувати прилади з внутрішніми або зовнішніми пристроями запису і зберігання даних і можливістю передачі їх на комп'ютер. У ряді випадків допускається застосування стаціонарних лічильників без записуючих пристроїв за умови зняття їх показань через рівні проміжки часу.

Інструментальний енергоаудит проводиться за одним із чотирьох методів:

- тепловізійне обстеження;
- мультиметричне обстеження;
- вимірювання витрати пари і рідини;
- вимірювання параметрів електроенергії.

При тепловізійному обстеженні виявляються джерела теплових втрат. У цьому методі обстеження основним обладнанням є тепловізор, який фіксує інфрачервоне випромінювання від якого-небудь об'єкта, перетворюючи його з теплового зображення у видиме. Даний метод обстеження особливо важливий при енергоаудиті адміністративних, житлових і виробничих будівель.

При мультиметричному обстеженні вимірюються рівні вологості, шуму, температури і цифрового мультиметра. Під час проведення мультиметричного обстеження рівень шуму вимірюють у навчальних закладах, промислових підприємствах і в hi-fi додатках. Силу світла вимірюють в приміщеннях, де воно падає під різними кутами. За допомогою цифрового мультиметра вимірюються змінні і постійні напруга і струм, опір, ємність, робочий цикл, а також тестуються діоди і передзвонюються електричні ланцюги на обрив.

При проведенні вимірювань витрати пари, газу або рідини ставляться наступні завдання:

- вимірювання кількості речовини, що проходить через вимірювальний ділянку за добу, зміну та ін. В цьому випадку вимірювальне обладнання називається лічильниками кількості;
- вимірювання кількості речовини, що проходить через вимірювальний ділянку за годину, хвилину, секунду. У цьому випадку вимірювальне обладнання називається витратомірами.

Існує більше двох десятків різних способів вимірювання витрати, але найпоширенішими витратомірами є: електромагнітні, змінного і постійного перепаду тиску, тахометричні.

Вимірювання параметрів електроенергії проводиться за допомогою електроаналізатора. Так, завдяки аналізатора якості постачання електроенергією для трифазної мережі можна не тільки передбачити і запобігти, але й усунути можливі і наявні неполадки в системах, що розподіляють електроенергію.

Метод інструментального обстеження – вимірювання газового середовища – передбачає використання газоаналізатора, який визначає концентрацію різноманітних газів у газовій суміші. Використовується цей прилад для вимірювання шкідливих речовин в газових викидах в промисловості. Крім того, газоаналізатор допомагає налаштовувати та обслуговувати печі, котли, пальники, газові турбіни, які працюють на будь-яких видах палива.

Прилади, за допомогою яких здійснюється енергоаудит, повинні бути сертифіковані і пройти перевірку в установленому порядку. Крім виведення показань на дисплей або шкалу, прилади повинні мати стандартний аналоговий або цифровий вихід для підключення до реєструючого пристрою, комп'ютерів та інших зовнішніх пристроїв. Портативні прилади повинні мати автономне живлення.

### 2.3.4 Обробка й аналіз отриманої інформації

Метою даного етапу є обробка і критичний аналіз зібраної на попередніх етапах інформації для того, щоб запропонувати шляхи зниження витрат на енергоресурси. [5]

Існують три основних способи зниження енергоспоживання:

- виключення нераціонального використання енергії;
- усунення втрат енергії;
- підвищення ефективності перетворення енергії.

Вся інформація, отримана з документів чи шляхом інструментального обстеження, є вихідним матеріалом для аналізу ефективності енерговикористання, який проводиться в наступному порядку:

- аналізується динаміка витрат енергоносіїв, і фінансових витрат на них за три роки, що передують енергоаудиту, і визначається структура споживання енергоносіїв у відсотковому відношенні;
- будуються фактичні баланси по всіх видах енергоносіїв по всіх будівлях і в цілому по організації;
- визначаються втрати енергоносіїв в різних елементах систем енергопостачання;
- розраховуються нормативні витрати енергоносіїв по всіх будівлях і в цілому по організації.

Методи аналізу можуть застосовуватися як до окремого об'єкта, так і підприємству в цілому. Конкретні методи аналізу енергоефективності залежать від виду обладнання і досліджуваного процесу, типу і галузевої приналежності підприємства.

Методи аналізу підрозділяються на фізичні та фінансово-економічні.

Мета фізичного аналізу - визначення характеристик ефективності енерговикористання.

Цей метод складається з наступних складових:



- визначається склад об'єктів, за якими буде проводитися аналіз (окремі споживачі, системи, технологічні лінії, цехи, підрозділи та підприємство в цілому);
- знаходиться розподіл всієї споживаної об'єктами енергії за окремими видами енергоресурсів та енергоносіїв (електроенергія, паливо, теплова енергія і т. д.). В цьому випадку всі дані по енергоспоживанню приводяться до єдиної системи вимірювання;
- визначаються для кожного об'єкта фактори, що впливають на споживання енергії. Наприклад, для систем опалення – зовнішня температура, для систем передачі і перетворення енергії – вихідна корисна енергія та ін.;
- обчислюється питоме енергоспоживання за окремими видами енергоресурсів та об'єктів;
- значення отриманого питомого енергоспоживання порівнюються з нормативними значеннями, після чого робиться висновок про ефективність енерговикористання, як по окремих об'єктах, так і по підприємству в цілому;
- визначаються прямі втрати різних енергоносіїв за рахунок витоків, недовантаження втрат, простоїв, неправильної експлуатації та інших виявлених порушень;
- виявляються найбільш несприятливі об'єкти з точки зору ефективності енерговикористання.

Після закінчення аналізу передісторії енергоспоживання на об'єкті переходимо до наступних позицій:

- розрахунок споживання енергії різними споживачами;
- поділ фінансових витрат на енергію пропорційно між споживачами;
- складання енергобалансу;
- виявлення відхилення в енергоспоживанні порівняно з нормами / іншими типовими об'єктами.

Дана інформація дуже важлива для клієнтів, тому що вона або підтверджує, або нівелює раніше складене переконання про розміри енергоспоживання в межах досліджуваного об'єкта.

Іноді, в процесі підготовки до проведення енергоаудиту, виявляються відхилення показників енергоспоживання від норми. Ці відхилення можуть бути викликані неправильними рахунками постачальників палива, в таких випадках можна домогтися повернення коштів. В інших випадках можуть бути виявлені відхилення від норми, викликані банальним зловживанням енергією. У такій ситуації енергоаудит успішно змальовує цю негативну практику, тим самим спонукаючи керівництво організації прийняти відповідні заходи, щоб уникнути повторення подібних ексцесів.

Для досягнення цілей, перерахованих вище, енергоаудитор використовує деякі або всі з наступних розділів:

- звіт про річну закупівлю енергоресурсів;
- графік регресійного аналізу;
- таблицю енергоаудиту;
- коефіцієнти вартості енергоресурсів;
- діаграму Сэнки;
- кругові діаграми енергоспоживання;
- енергобаланс;
- енергетичні характеристики.

Фінансово-економічний аналіз проводиться паралельно з фізичним. Основна його мета - надати економічне обґрунтування висновків, отриманих на підставі фізичного аналізу. На цьому етапі обчислюється розподіл витрат на енергоресурси по всіх об'єктах енергоспоживання та видами енергоресурсів. Оцінюються прямі втрати в грошовому вираженні. Фінансово-економічні критерії мають вирішальне значення при аналізі енергозберігаючих рекомендацій і проектів.

Варіанти енергозберігаючих заходів можуть бути проаналізовані кількома економічними методами для оцінки привабливості кожного з них. Економічні критерії (використовувані для оцінки) включають просту окупність, поточну вартість та внутрішню норму рентабельності.

Найбільш загальним критерієм економічного аналізу є простий період окупності, який розраховується шляхом ділення витрат пов'язаних з реалізацією енергозберігаючих заходів на вартість енергії, яка була зекономлена за рік.

Терміном простої окупності є кількість років, необхідна для того, щоб економія енергії в результаті інвестування компенсувала інвестиційні витрати. Таким чином, чим менший термін окупності, тим більш привабливі інвестиції.

Другий критерій оцінки - поточна вартість. Гривня сьогодні коштує більше, ніж буде коштувати завтра, по двом принциповим причинам: загальної цінової інфляції та вартості грошей з урахуванням прибутку майбутнього періоду. На основі загальної цінової інфляції, купівельна спроможність гривні з рокам зменшується. Вартість грошей з урахуванням прибутку майбутнього періоду стосується того факту, що при відсутності загальної цінової інфляції гроші, отримані раніше, краще, ніж гроші, одержані пізніше.

Та третій критерій оцінки - внутрішня ставка рентабельності (ВСР). ВСР - це процентна ставка при якій поточна вартість майбутніх надходжень дорівнює поточній вартості капіталовкладень.

### **2.3.5 Розробка рекомендацій по енергозбереженню**

Розробка рекомендацій з енергозбереження (англ. Development of recommendation on energy saving ) - це обґрунтування економічних, організаційних, технічних і технологічних удосконалень, головним чином спрямованих на підвищення ефективності об'єкта, з обов'язковою оцінкою можливостей їх реалізації, передбачуваних витрат і прогнозованого ефекту у фізичному і грошовому еквіваленті. [10]

У загальному сенсі це найважливіший етап у проведенні енергоаудиту.

Енергозберігаючі рекомендації розробляються шляхом застосування

типових методів енергозбереження до виявлених на етапі аналізу об'єктів з найбільш марнотратним або неефективним використанням енергоресурсів.

Мета даного етапу:

- визначити, які з ідей можливі як реальні проекти;
- порівняти альтернативні ідеї та вибрати кращі;
- розробити єдиний список проектів.

При розробці рекомендацій необхідно:

- визначити технічну суть пропонованого вдосконалення та принцип отримання економії;
- розрахувати потенційну річну економію у фізичному і грошовому еквіваленті;
- визначити склад обладнання, необхідного для реалізації рекомендацій, його приблизну вартість доставки, встановлення та введення в експлуатацію;
- розглянути всі можливості зниження витрат, наприклад, виготовлення і монтаж обладнання силами самого підприємства, організації, установи;
- визначити можливі побічні ефекти від впровадження рекомендацій, що впливають на реальну економічну ефективність;
- оцінити загальний економічний ефект запропонованої рекомендації з урахуванням всього вище переліченого.

Для взаємозалежних рекомендацій розраховуються, як мінімум, два показника економічної ефективності:

1. Ефект тільки за умови виконання даної рекомендації.
2. Ефект за умови виконання всіх запропонованих рекомендацій.

Після оцінки економічної ефективності всі рекомендації класифікуються за трьома категоріями:

- безвитратні і низьковитратні – здійснювані у порядку поточної діяльності підприємства;

- среднетратные – здійснюються, як правило, за рахунок власних коштів підприємства, організації, установи;
- високовартісні – потребують додаткових інвестицій, що здійснюються, як правило, із залученням позикових коштів.

На закінчення всі енергозберігаючі рекомендації зводяться в одну таблицю, де вони розташовуються по трьом категоріям, перерахованим вище. У кожній з категорій рекомендації розташовуються в порядку зниження їх економічної ефективності.

Наведемо для прикладу перелік можливих заходів з енергозбереження в громадських приміщеннях і ймовірну економію від їх впровадження

**Таблиця 2.2**

**Заходи з енергозбереження у громадських приміщеннях та їх ймовірна економія**

№	Заходи з енергозбереження	Очікувана економія ПЕР, %
<b>1. Економія теплової енергії при опаленні будівель</b>		
1.1.	Автоматизація і диспетчеризація котелень, центральних теплових пунктів	до 15%
1.2.	Установка на вводах теплोलічильників, контроль за витратою тепла	до 5%
1.3.	Перехід в опалювальних системах від теплоносія пари до води	от 3 до 8%
1.4.	Установка на нагрівальних приладах терморегуляторів (місцеве регулювання)	от 6 до 7%
1.5.	Зняття декоративних огорож з радіаторів і установка радіаторів-рефлекторів (екранів з алюмінієвої фольги) між зовнішньою стіною і нагрівальним приладом	до 15%
1.6.	Періодичне промивання системи опалення	до 5%
<b>2. Підвищення теплового захисту будівель (зниження тепловтрат)</b>		
2.1.	Використання багатошарових зовнішніх панелей з утеплювачем	до 30% від тепловтрат через зовнішні огорожі
2.2.	Створення теплих горищ і подвійних тамбурів	від 3 до 5% від витрат тепла на опалення
2.3.	Використання роздільних віконних рам замість спарених	до 5%

Продовження таблиці 2.2.

2.4.	Використання заповнених віконних проміжків 3 і 4 кульовим склінням	від 3 до 8%
2.5.	Використання теплозахисного скла при склінні	від 3 до 8%
3. Економія теплової енергії при гарячому водопостачанні		
3.1.	Використання змішувачів з регуляторами температури	до 5%
3.2.	Встановлення поетапних дросельних шайб або стабілізаторів для вирівнювання тиску і зменшення водозабору	до 5%
3.3.	Організація обліку витрати гарячої води	до 5%
4. Енерго - ресурсозберігаючі заходи в системі водопостачання та водовідведення		
4.1.	Усунення витоків води з зливних бачків з заміною застарілих конструкцій на сучасні	до 80%, від загального обсягу витоків
4.2.	Заміна зношених кранів-змішувачів, туалетних кранів, установка регуляторів тиску води	до 50%, від загального обсягу витрат води на будинки
4.3.	Автоматизація роботи підвищувальних насосів	до 5%
4.4.	Організація обліку витрати холодної води	до 5%
5. Енергозберігаючі заходи в системах вентиляції та кондиціонування повітря		
5.1.	Зменшення обміну повітря у нічний час та у вихідні до 0,5 м <sup>3</sup> / год в приміщеннях, які не використовуються	не менше 10% від витрат тепла на опалення
5.2.	Автоматичне регулювання температури припливного повітря	10% від витрати тепла на вентиляційні системи
5.3.	Локалізація шкідливих виділень всередині приміщення	до 50% від витрат тепла на вентиляційні системи
5.4.	Використання поворотних повітророзподільників, які дозволяють подавати повітря з великою різницею температур	до 100%, від витрат теплоти на підігрів припливного повітря
5.5.	Використання жалюзі на вікнах	до 15%, від витрат електроенергії на кондиціонування повітря
6. Економія палива за рахунок використання теплоти з низьким потенціалом, вторинних енергоресурсів та відновлюваних джерел енергії		
6.1.	Впровадження сонячних пасивних систем опалення	30 - 40% від загальних витрат тепла на традиційне опалення будівель

Закінчення таблиці 2.2.

7. Енергозберігаючі заходи в системі електропостачання		
7.1.	Зменшення кількості особистих електропобутових приладів (кип'ятильники, кавоварки, електрочайники тощо)	до 20% від річного споживання електроенергії
7.2.	Оснащення систем електропостачання системами моніторингу споживання електричної енергії	до 20% від річного споживання електроенергії
8. Економія електричної енергії в освітленні		
8.1.	Подальше скорочення застосування ламп розжарювання і заміна їх на компактні люмінесцентні	до 55%, від споживаної ними електроенергії
8.2.	Застосування малогабаритних криптонових ламп замість звичайних люмінесцентних	до 8% споживаної ними електроенергії
8.3.	Забарвлення приміщень в більш світлі тони	до 10%, від споживаної ними електроенергії
8.4.	Заміна електромагнітної пускорегулювальної арматури люмінесцентних ламп на електронну	до 10%, споживаної ними електроенергії

### 2.3.6 Оформлення звіту з енергетичного аудиту

Звіт з енергетичного аудиту представляє собою документ, в якому повинні відображатися результати обстеження об'єкта. Порядок і повнота викладу повинні відповідати досягнутим домовленостям між замовником і виконавцем. Звіт з енергетичного обстеження повинен мати описову та аналітичну частини.

В описовій частині надається вся інформація про обстежувану організацію, що має відношення до питань енерговикористання, а також загальна характеристика організації.

В аналітичній частині наводиться аналіз ефективності енерговикористання, описуються енергозберігаючі заходи і порядок їх виконання.

Звіт з енергоаудиту має містити такі розділи:

- титульний лист із зазначенням виконавців;
- зміст;
- опис підприємства;

- висновки, пропозиції і рекомендації з енергозбереження;
- підсумкові висновки енергоаудиторської організації;
- програми та таблиці.

В розділ «Опис підприємства» можуть бути включені:

- схеми виробництва;
- розташування об'єктів;
- карта споживання енергії;
- обсяги продукції;
- загальна характеристика системи електро - і теплопостачання.

Особливу увагу варто приділити розділу «Рекомендації».

Першочерговими завданнями, на яких має сконцентруватися розділ «рекомендації» є:

- підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів;
- зниження витрат на оплату енергоносіїв;
- зниження витрат на технічне обслуговування;
- підвищення надійності систем енергопостачання;
- підвищення експлуатаційного ресурсу обладнання.

Доцільно розділ "Рекомендації" розбити на наступні категорії:

- організаційні і низько затратні заходи з енергозбереження;
- середньо затратні заходи;
- високо затратні заходи.

У підсумковому висновку необхідно вказати:

- виявлені або не виявлені будь-які порушення на обстежуваному об'єкті;
- сума загальної економії від впровадження енергозберігаючих заходів;
- покроковий план програми з енергозбереження.

Зведена таблиця енергозберігаючих заходів виноситься на початок та/або в кінець звіту з енергетичного обстеження.



Звіт повинен бути коротким і конкретним, всі розрахунки та матеріали обстеження слід виносити в додатки.

Основні числові дані (склад енергоносіїв, структуру енергоспоживання, структуру витрат на енергоносії і ряд інших) представляються у вигляді таблиць та кругових діаграм.

Добові та інші графіки споживання різних енергоносіїв слід представляти у вигляді лінійних або стовпчастих графіків.

Звіт з обов'язкового енергетичного обстеження повинен закінчуватися енергетичним паспортом організації.

### 3 Енергоаудит адміністративної будівлі

#### 3.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Адміністративна будівля "Оріон" являє собою двоповерхову будівлю з цокольним поверхом. Будівля введена в експлуатацію в 1994 році.

Конструктивна схема будівлі – безкаркасне з зовнішньо несучими стінами, просторова жорсткість забезпечується внутрішніми поперечними стінами, та стінами сходових клітин, з'єднаними з зовнішніми поздовжніми стінами і міжповерховими перекриттями.

**Таблиця 3.1**

Характеристика основних параметрів будівлі

Години роботи на добу	8	годин
Загальна площа становить	1064,7	м <sup>2</sup>
Корисна площа	1062,1	м <sup>2</sup>
Основна площа становить	678,8	м <sup>2</sup>
Додаткова площа	383,3	м <sup>2</sup>
Площа балкона	2,6	м <sup>2</sup>
Опалювальна площа	1123	м <sup>2</sup>
Розрахункова площа	665,0	м <sup>2</sup>
Опалювальний об'єм	3299	м <sup>3</sup>
Висота приміщень	2,5; 3,05	м

В цокольному поверсі розташовані чотири кабінети, два склади, два коридори, шість приміщень побутового призначення і сходові клітка.

На першому поверсі розташовані два тамбура, щитова, сходові клітка, санітарний вузол, три коридори, три приміщення побутового призначення та одинадцять кабінетів.

Другий поверх складається з трьох коридорів, сходової клітки, санітарного вузла, одного приміщення побутового призначення, двох балконів і п'ятнадцяти кабінетів, один з яких дворівневий. Додаток Д (Експлікація).

### 3.2 Кліматичні дані

Обстежувана адміністративне офісна будівля «Оріон» , знаходиться в Луганській області у місті Северодонецьк, тобто в першій кліматичній зоні. Даний регіон характеризується наступними параметрами.

Клімат — помірно-континентальний. Зима порівняно м'яка, малосніжна, з похмурою погодою. Літо тепле, в окремі роки спекотне і посушливе. Переважно денна температура повітря 24-26°C. Опади випадають у вигляді короткочасних злив, рідко з грозами і вітрами.

Середньорічна температура в місті Северодонецьк — 8,2°C. Випадає близько 499мм опадів у рік. Опади є найнижчими в березень, в середньому 27мм. Найбільша кількість опадів випадає на червень, в середньому 59мм, Середньорічна вологість повітря становить 74%.

Домінують континентальні вітри переважно східні і південно-східні. Середня швидкість вітру від 3,1 до 5 м/с.

Тривалість опалювального періоду 172 днів при забезпеченості  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  для Луганської області. Середня температура опалювального періоду  $-0,4^{\circ}\text{C}$ . [14]

**Таблиця 3.2**

Кліматичні дані

Показник	Значення	Одиниці вимірювання
Розрахункова температура внутрішнього повітря	20	°C
Температура найбільш холодної п'ятиденки	-25	°C
Середня температура повітря за опалювальний період (при забезпеченості $\leq 8^{\circ}\text{C}$ )	-0,4	°C
Тривалість опалювального періоду (при забезпеченості $\leq 8^{\circ}\text{C}$ )	175	доба
Розрахункова кількість градусо-днів	3509	°C • доба
Середня швидкість вітру для Луганської області	3	м/с
Максимальна швидкість вітру	6	м/с

### 3.3 Геометричні показники огорожувальних конструкцій

Таблиця 3.3

#### Геометричні показники

Показник	Позначення і розмірність	Фактичне значення
Загальна площа огорожувальних конструкцій	$F_{\Sigma}$ , м <sup>2</sup>	1614,1
Загальна площа стін	$F_{ст}$ , м <sup>2</sup>	397,1
Загальна площа цокольних стін	$F_{ст}$ , м <sup>2</sup>	199,2
Загальна площа вікон	$F_{ок}$ , м <sup>2</sup>	276,1
Загальна площа даху	$F_{кр}$ , м <sup>2</sup>	361,0
Загальна площа статі (на ґрунті)	$F_{пол}$ , м <sup>2</sup>	364,0
Загальна площа перекриття під балконом	$F_{перекр}$ , м <sup>2</sup>	2,6
Загальна площа дверей	$F_{дв}$ , м <sup>2</sup>	13,8
Коефіцієнт скління фасаду	$M_{ко}$	0,40
Показник компактності будівлі	$L_{пкз}$ , м	0,49

#### 3.3.1 Стіни (загальна інформація)

Площа внутрішньої поверхні зовнішніх стін становить 397,1м<sup>2</sup>. Площа фасаду – 420м<sup>2</sup>.

Конструкція стін являє собою кладку з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині в 2 цегли  $\delta=0,51\text{м}$  ( $\rho=1800\text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda=0,87\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ). Опір теплопередачі становить  $0,77\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ , що не відповідає вимогам ДБН [23]. Нормативне значення –  $3,3\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ .

Цокольні бетонні стіни товщиною  $\delta=0,6\text{м}$  ( $\rho=2400\text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda=1,86\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ). Середньозважений опір теплопередачі складає  $0,99\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ .

Висота цокольного поверху 2,5м, при цьому висота цокольних стін над рівнем ґрунту становить 1,8м, з урахуванням перекриття. Площа внутрішньої поверхні становить 136м<sup>2</sup>. Термічний опір  $0,53\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ .

Висота цокольних стін нижче рівня ґрунту на 1м. Площа внутрішньої поверхні – 64м<sup>2</sup>. Опір теплопередачі розраховано за зональною методикою і приймається як для першої зони  $2,1\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$  з додаванням опору конструкції  $0,53\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ .

Загальна площа внутрішньої поверхні внутрішніх стін цокольного поверху становить 199,2м<sup>2</sup>. Площа для утеплення — 233м<sup>2</sup>.

Відсутність теплоізоляції в значній мірі впливає на експлуатаційні та теплотехнічні показники конструкцій.

Фундаменти стрічкові з бетонних блоків.

**Таблиця 3.4**

Теплофізичні характеристики зовнішніх стін [22]

Найменування матеріалу шару	Товщин а шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda_i$ Вт/(м•К)	Термічний опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$
Кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	1800	0,87	0,59
Внутрішня штукатурка	0,02	1700	0,87	0,02
$\Sigma R$				0,61

Опір теплопередачі:

$$R_{np} = 1/\alpha_b + \Sigma R_i + 1/\alpha_3 = 1/8,7 + 0,61 + 1/23 = 0,115 + 0,61 + 0,043 = 0,77 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, \quad (1)$$

**Таблиця 3.5**

Теплофізичні характеристики цокольних стін над поверхнею ґрунту [22]

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda_i$ Вт/(м•К)	Термічн. опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$
Бетон	0,6	2400	1,86	0,32
Внутрішня та зовнішня штукатурка	0,04	1700	0,87	0,05
$\Sigma R$				0,37

Опір теплопередачі:

$$R_{np} = 1/\alpha_b + \Sigma R_i + 1/\alpha_3 = 1/8,7 + 0,37 + 1/23 = 0,115 + 0,37 + 0,043 = 0,53 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \quad (2)$$

**Таблиця 3.6**

Загальні характеристики зовнішніх та цокольних стін будівлі

Загальна площа внутрішньої поверхні зовнішніх стін	397,1	м <sup>2</sup>
Загальна площа внутрішньої поверхні цокольних стін над поверхнею ґрунту	199	м <sup>2</sup>

Закінчення таблиці 3.6.

Приведений термічний опір	0,77	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Приведений термічний опір	0,99	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Нормативний термічний опір [22]	3,3	(м <sup>2</sup> •К)/Вт

### 3.3.2 Вікна (загальна інформація)

Віконні прорізи заповнені однокамерними полівінілхлоридними вікнами (ПВХ), загальна кількість 50шт.

У розрахунок приймається, опір теплопередачі 0,32 (м<sup>2</sup>•К)/Вт [22], як для 4М<sub>1</sub> -16 - 4М<sub>1</sub> (Порядок скління - від зовнішньої поверхні. Позначення скла: М1 - листове стандартне, 16- інтервал між ними).

Необхідно провести заміну всіх віконних конструкцій із-за невідповідності вимогам [22], нормативне значення 0,75 (м<sup>2</sup>•К)/Вт

**Таблиця 3.7**

Орієнтація віконних конструкцій за сторонами світу

Орієнтація	Північ	Південь	Захід	Схід
Площа, м <sup>2</sup>	33,8	124,6	67,9	49,8

**Таблиця 3.8**

Характеристика віконних конструкцій

Розміри		Кількість, шт	Площа, м <sup>2</sup>	Матеріал
Висота, м	Ширина, м			
2,20	1,30	8	22,9	ПВХ
2,20	1,80	14	55,4	ПВХ
2,20	3,00	26	171,6	ПВХ
1,50	2,00	2	6,0	ПВХ
1,20	1,20	14	20,2	ПВХ
Всього		50	276,1	

**Таблиця 3.9**

Загальні характеристики віконних конструкцій

Загальна площа вікон	276,1	м <sup>2</sup>
в. т. ч. ПВХ	276,1	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір	0,32	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Нормативний термічний опір [22]	0,75	(м <sup>2</sup> •К)/Вт

### 3.3.3 Двері (загальна інформація)

Будівля має 5 зовнішніх дверей двох типів. Перший тип – дві двері виконані з ПВХ з склінням, знаходяться в задовільному стані, приведений термічний опір становить  $0,54 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ , не вимагають заміни.

Другий тип – три двері, дерев'яні, мають погану герметичність. Вимагають заміни.

**Таблиця 3.10**

Орієнтація дверних конструкцій за сторонами світу

Орієнтація	Північ	Південь	Захід	Схід
Площа, м <sup>2</sup>	8,6	3,5	-	1,6

**Таблиця 3.11**

Характеристика дверних конструкцій

Розміри		Кількість, шт	Площа, м <sup>2</sup>	Матеріал Висота, м
Висота, м	Ширина, м			
2	0,8	2	3,2	ПВХ
2,2	1,6	3	10,6	дерево
Всього		5	13,8	

**Таблиця 3.12**

Загальні характеристики дверних конструкцій

Загальна площа дверей	13,8	м <sup>2</sup>
в т. ч. ПВХ (Т1)	3,2	м <sup>2</sup>
в т. ч. дерев'яні (Т2)	10,6	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір дверей (Т1)	0,54	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Приведений термічний опір дверей (Т2)	0,114	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Наведений середньозважений опір	0,21	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Нормативний термічний опір [22]	0,5	(м <sup>2</sup> •К)/Вт

### 3.3.4 Покриття (загальна інформація)

Покриття (суміщене) - збірні залізобетонні плити без утеплення. Опір теплопередачі становить  $0,36 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ , що не відповідає нормативним вимогам.

Площа покриття в межах внутрішніх стін  $361\text{ м}^2$ . Площа для утеплення  $375\text{ м}^2$ .

Таблиця 3.13

Теплофізичні характеристики покриття (суміщене)

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda_i$ Вт/(м•К)	Термічний опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$
Залізобетонні плити перекриття	0,22	2500	2,04	0,11
Стяжка, цементно-піщана	0,05	1800	0,87	0,06
$\Sigma R$				0,17

Опір теплопередачі:

$$R_{np} = 1/\alpha_v + \Sigma R_i + 1/\alpha_n = 1/8,7 + 0,17 + 1/12 = 0,115 + 0,17 + 0,083 = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \quad (3)$$

Таблиця 3.14

Загальні характеристики суміщеного покриття

Площа	361	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір (суміщене)	0,36	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Нормативний термічний опір [20]	5,35	(м <sup>2</sup> •К)/Вт

### 3.3.5 Підлога на ґрунті (загальна інформація)

Підлога на ґрунті бетонна з покриттям лінолеумом і бетонна з покриттям кахель (у коридорі, санвузлах і на сходових клітинах). Стан задовільний. Площа в межах внутрішніх стін 364,0м<sup>2</sup>.

Таблиця 3.15

Теплофізичні характеристики покриття підлоги на ґрунті

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda_i$ Вт/(м•К)	Термічний опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$
Бетонна стяжка на щебені	0,15	2400	1,51	0,10
Стяжка, цементно-піщана	0,05	1700	1,5	0,03
Лінолеум	0,03	700	0,35	0,09
$\Sigma R$				0,16

Оскільки підлога покладена на ґрунті, розрахунок опору теплопередачі проводиться за зональною методикою [27]. Термічний опір підлоги становить 4,49 (м<sup>2</sup>•К)/Вт. [22]



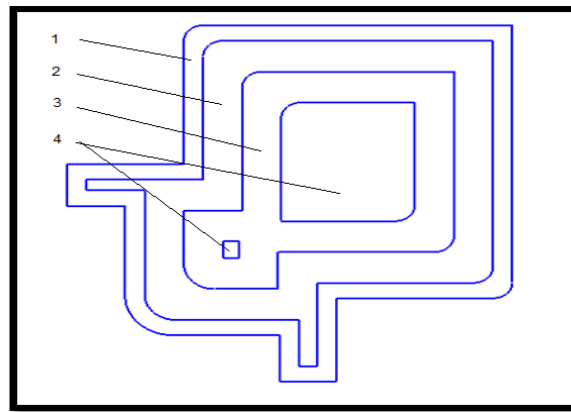


Рис. 3.1. – Визначення зон підлоги на ґрунті для розрахунку опору теплопередачі

**Таблиця 3.16**

Розрахунок опору теплопередачі підлоги

	$R_i, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$		Площа**, $\text{ м}^2$	
	Бетонна підлога	Бетонна підлога з покриттям лінолеум *	Бетонна підлога	Бетонна підлога з покриттям лінолеум *
Зона 1	2,1	2,26	17,4	69,6
Зона 2	4,3	4,46	26,5	106,0
Зона 3	8,6	8,76	18,4	73,8
Зона 4	14,2	14,36	10,4	41,8

\*Враховано опір теплопередачі підлоги з покриттям лінолеум з Таблиці 3.15  $R=0,16 (\text{ м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ ; шари покриття бетонної підлоги не прийняті до уваги в зв'язку з тим, що величина з опору теплопередачі близько до нуля.

\*\*Відношення площ бетонної підлоги з покриттям лінолеум прийнято як 1:5

Опір теплопередачі:

$$R_{\text{пр}} = F_{\text{підл}} / (F_{61}/R_{61} + F_{62}/R_{62} + F_{63}/R_{63} + F_{64}/R_{64}) + 1/\alpha_{\text{в}} \quad (4)$$

$$R_{\text{пр}} = 364,0 / ((17,4/2,1 + 26,5/4,3 + 18,4/8,6 + 10,4/14,2) + (69,6/2,26 + 106,0/4,46 + 73,8/8,76 + 41,8/14,36)) + 1/8,7 = 4,37 + 0,115 = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де:

$F_{\text{підл}}$  – загальна площа підлоги;

$F_{61}, F_{62}, F_{63}, F_{64}$  - відповідно площа бетонної підлоги кожної зони 1-ї, 2-ї, 3-ї та 4-ї;

$R_{61}, R_{62}, R_{63}, R_{64}$  - відповідно термічний опір бетонної підлоги кожної зони 1-ї, 2-ї, 3-ї та 4-ї, без врахування термічного опору шарів, які не приймаються в розрахунок, оскільки їх значення близьке до 0;

$F_{л1}, F_{л2}, F_{л3}, F_{л4}$  - відповідно площа бетонної підлоги з покриттям лінолеум для кожної зони 1-ї, 2-ї, 3-ї та 4-ї;

$R_{л1}, R_{л2}, R_{л3}, R_{л4}$  - відповідно термічний опір бетонної підлоги кожної зони 1-ї, 2-ї, 3-ї та 4-ї, з додаванням термічного опору з Таблиці 3.15  $R=0,16 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ .

**Таблиця 3.17**

Загальні характеристики підлоги на ґрунті

Загальна площа підлоги	364,0	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір	4,49	(м <sup>2</sup> •К)/Вт

### 3.3.6 Перекриття під балконом (загальна інформація)

Над опалювальними приміщеннями першого поверху розміщений балкон 2,6м<sup>2</sup>. Перекриття – залізобетонні багатопустотні плити.

**Таблиця 3.18**

Теплофізичні характеристики перекриття під балконом

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda_i$ Вт/(м•К)	Термічн. опір $R_i=\delta_i/\lambda_i$
Керамічна плитка для підлоги	0,02	700	0,35	0,018
Стяжка ЦПР	0,03	1600	0,81	0,04
Збірні залізобетонні плити	0,22	2500	2,04	0,11
$\Sigma R$				0,16

Таблиця 3.19

Загальні характеристики перекриття під балконом

Загальна площа перекриття	2,6	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір	0,16	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Нормативний термічний опір [22]	5,35	(м <sup>2</sup> •К)/Вт

### 3.4 Обстеження інженерних систем

#### Система опалення

Об'єкт опалюється з використанням індивідуального газового підлогового чавунного котла Sime Family модель RX 48 CE IONO, ККД становить 86%. Система опалення двотрубна з нижнім розведенням. Регулювання температури теплоносія відбувається по засобам автоматики котла. Ведеться облік спожитого газового палива.

Нагрівальними приладами у приміщеннях є біметалічні радіатори (32шт. середня довжина 8 секцій). Розведення системи опалення виконано із приміщення в підвалі. Циркуляція теплоносія – примусова, за рахунок насоса в приміщенні котельні. Зовнішні мережі відсутні.

Система оснащена балансуєчими клапанами на стояках і терморегуляторами. За радіаторами опалення встановлені відображаючі екрани з фольгопласта.

В ході тепловізійного обстеження значних забитостей не виявлено.

Остання промивка системи опалення проводилася в 2011 році.

Згідно з [22], питомі річні витрати на опалення адміністративного будинку поверховістю від 1 до 3 не повинні перевищувати:

$$E_{\max}=(230 \cdot Vh^{-1/3}) \quad (5)$$

$$E_{\max}=230 \cdot 3299^{-1/3}=230 \cdot 0,07=15,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$$

Повні витрати на опалення всього будинку не повинні перевищувати:

$$Q_{\text{год}}= E_{\max} \cdot V_h \quad (6)$$

$$Q_{\text{год}} = 15,5 \cdot 3299 = 50982 \text{ кВт}\cdot\text{год або } 43,8 \text{ Гкал}$$

Для перерахунку одержаних значень м<sup>3</sup> природного газу, приймаємо в розрахунок теплотворну здатність газу 1 м<sup>3</sup> = 9,3 кВт. І тоді обсяг необхідного палива буде дорівнює:

$$V = Q_{\text{год}} / (H_i \cdot \text{ККД}) \quad (7)$$

$$V = 50982 / (9,3 \cdot 0,86) = 6374 \text{ м}^3$$

де:

$Q_{\text{год}}$  - те саме, що у формулі (6);

$H_i$ - теплотворна здатність газу, кВт;

ККД - коефіцієнт корисної дії наявного котельного обладнання, відповідно до паспортних даних.

### Таблиця 3.20

Фактичне споживання природного газу для потреб опалення

Найменування	Одиниця вимірювання	2014 рік	2015 рік	2016 рік
Природный газ	м <sup>3</sup>	6532	6654	6729

Після порівняння результатів розрахунку та фактичного споживання природного газу можна сказати, що фактичне споживання перевищує нормативне. Це можна пояснити тим, що основні огорожувальні конструкції не мають достатнього опору теплопередачі і як наслідок, великі тепловтрати тягнуть за собою великі витрати на опалення.

### Система водопостачання

Холодне водопостачання в адміністративній будівлі «Оріон» використовується на господарсько-побутові потреби. Постачальником води є ТОВ «Таун Сервіс». Встановлено прилад обліку WILO Тур: TOP-S30/10 — 1 шт. Каналізація приєднана до зовнішніх мереж.

Система гарячого водопостачання реалізована 2-ма бойлерами.

Дані про річне споживання питної води в адміністративній будівлі «Оріон» представлені в таблиці 3.21

**Таблиця 3.21**

Річна потреба у питній воді

2014 рік	2015 рік	2016 рік
м <sup>3</sup>	М <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>
281	298	259

Нормативне споживання господарсько-питної води, м<sup>3</sup>, розраховується за формулою:

$$M = a \cdot Z, \quad (8)$$

де: а – середня за рік витрата холодної води, [25] м<sup>3</sup>/ч.;

Z - тривалість роботи системи водопостачання, ч.

**Таблиця 3.22**

Розрахунок нормативного річного споживання холодної води

Кількість працівників адміністративної будівлі	Добова витрата, м <sup>3</sup> /добу.	Кількість днів роботи на рік	Нормативне споживання води, м <sup>3</sup>
55	0,015	248	204,6

**Система вентиляції**

На об'єкті застосована припливно-витяжна система вентиляції в основних приміщеннях, яка реалізується припливно - витяжною установкою на даху і вентканалами в стінах. У приміщеннях, відведених для кухні, встановлена витяжна система. Також вентиляція здійснюється за рахунок інфільтрації.

**Електроприлади і система освітлення**

Адміністративне офісна будівля "Оріон" забезпечується електричною енергією від ТОВ "Луганські енергетичні системи". Оплата за споживання електрики виробляється за виставленими рахунками на підставі приладів

обліку. Електроенергія в основному витрачається на внутрішнє і зовнішнє освітлення, живлення побутової та офісної техніки.

В офісі встановлений прилад обліку електроенергії – трифазний електролічильник НІК 2301 АПІВ.

Дані про кількість споживаної електроенергії та її розподіл в офісі «Оріон» наведені в таблиці 3.23

**Таблиця 3.23**

Відомості про споживання електроенергії

Одиниця вимірювання	2014 рік	2015 рік	2016 рік
тис. кВт•год	32183	31594	32784

Дані про кількість споживаної електроенергії та її розподіл в офісі "Оріон" за 2016 рік наведено в таблиці 3.24.

**Таблиця 3.24**

Розподіл споживання електроенергії в 2016 році

Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Відсоткове співвідношення
Система освітлення	кВт•год	8523	26%
Офісна та побутова техніка	кВт•год	24261	74%

З Таблиці 3.24 видно, що основну частку в структурі споживання електроенергії займає офісна та побутова техніка.

Кількість споживаної енергії в рік, для освітлення, кВт•год розраховується за формулою:

$$W_{\text{осв.}} = N \cdot P \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{пот}} \cdot t \cdot K_{\text{пр}} \quad (9)$$

де: N - кількість ламп, шт;

P - потужність ламп, кВт;

$K_{\text{и}}$  - коефіцієнт використання ламп;

$K_{\text{пот}}$  - коефіцієнт втрат в пускорегулювальній апаратурі;

$t$  - число годин роботи лампи в рік, год;

$k_{пр}$  - коефіцієнт перевищення або зменшення освітленості;

щодо норми.

Результати розрахунків нормативного споживання електроенергії на освітлення, наведені в таблиці 3.25

**Таблиця 3.25**

Розрахунки нормативного споживання електроенергії на освітлення

Тип ламп	N, шт.	P, кВт	$k_b$	$k_{пот}$	t, ч	$k_{пр}$	$W_{осв}$ , кВт•год
Розжарювання	17	0,075	1	1,0	824	1	1050,6
Люмінесцентні	270	0,018	1	1,1	824	1	4405,1
Люмінесцентні	8	0,04	1	1,1	824	1	290,1
Світлодіодні	125	0,009	1	1,95	824	1	880,65
Світлодіодні прожектор	2	0,03	1	1,95	2920	1	166,44
Світлодіодний прожектор	1	0,05	1	1,95	2920	1	284,7
Всього	423						7076,99

Нормативне споживання електроенергії згідно з даними по потужності і часу роботи для побутової й офісної техніки, кВт•год, розраховане за формулою:

$$W_{облад.} = k \cdot n \cdot P \cdot t \cdot n_t \quad (10)$$

де:  $k$  – коефіцієнт завантаження;

$n$  – кількість електроприймачів;

$P$  – потужність електроприймачів, кВт;

$t$  – год роботи в день, год;

$n_t$  – коефіцієнт днів роботи в році;

Результати розрахунків нормативного споживання електроенергії на живлення побутової та офісної техніки, наведені в Таблиці 3.24, 3.25 і 3.26.

Таблиця 3.26

Розрахунки нормативного споживання електроенергії на живлення побутової техніки

Найменування обладнання	n, шт.	P, кВт	k	t, ч	n <sub>t</sub> , ч	W <sub>обл</sub> , кВт·год
Холодильник	4	0,35	0,3	10	206	865,2
Електроводонагрівач	2	1,5	0,3	6	206	1112,4
Електрочайник	12	1,5	0,2	2	206	1483,2
Обігрівач конверторний	4	1	0,3	2	206	494,4
Мікрохвильова піч	4	0,8	0,1	1	206	65,92
Кондиціонер	19	1	0,3	4	206	4696,8
Кавоварка	2	1,2	0,1	1	206	49,44
Мультиварка	1	2	0,1	1	206	41,2
Кухонна витяжка	1	0,3	0,1	1	206	6,18
Насос відцентровий	1	0,48	0,1	1	206	9,8
<b>ВСЬОГО:</b>	<b>49</b>					<b>8824,27</b>

Таблиця 3.27

Розрахунки нормативного споживання електроенергії на живлення офісної техніки

Найменування обладнання	n, шт.	P, кВт	k	t, ч	n <sub>t</sub> , ч	W <sub>обл</sub> , кВт·год
Ноутбук	32	0,2	0,4	8	206	4218,88
Комп'ютер	23	0,3	0,4	8	206	4548,48
Монітор	7	0,2	0,4	8	206	922,88
Факс	2	0,264	0,2	0,5	206	10,87
Багатофункціональні пристрої	8	0,35	0,5	2	206	576,8
Принтер	10	0,29	0,5	1	206	298,7
<b>ВСЬОГО</b>	<b>82</b>					<b>10576,61</b>



**Таблиця 3.28**

Зведені значення нормативного споживання електроенергії

Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Відсоткове співвідношення
Освітлення	кВт•год	7076,99	26,7%
Побутова техніка	кВт•год	8824,27	33,3%
Офісна техніка	кВт•год	10576,61	40%
Сумарне споживання	кВт•год	26477,87	100%

### 3.5 Обстеження технічного стану будівлі

При візуальному обстеженні будівлі виявлено руйнування підстави ступенів центрального входу. Ці руйнування тягнуть за собою попадання вологи в цокольне приміщення. Необхідно провести відновлення гідробор'єра і провести капітальний ремонт сходів центрального входу в офісну будівлю. В районі запасного виходу (північна сторона будинку) із цокольного поверху виявлені тріщини в місці примикання вимощування до стіни. Ширина тріщини 0,5 см. На вимощуванні є мох. Вимощування знаходиться в глухому місці. Характер розвитку тріщини свідчить про місцеві деформації ґрунтової основи, що з'явилися в результаті регулярного замочування ґрунтів. Необхідно виконати заходи що виключають можливість замочування ґрунтів (ремонт вимощення, організацію водовідведення від будівлі).

При обстеженні будівлі нижче відмітки 0,000 (цокольний поверх) виявлено відшарування оздоблювального шару через періодичне зволоження в приміщенні що використовується під склад. Є сліди ураження конструкцій грибок, що так само свідчать про періодичне зволоження конструкцій і порушення повітрообміну в приміщеннях цокольного поверху. У деяких приміщеннях цокольного поверху штукатурний шар експлуатується більш 20 років, вимагає заміни. Необхідно виконати гідроізоляцію стін цокольного поверху, а також відновити вимощення і організацію правильного водовідведення від будівлі, а так само відновити вентиляцію в приміщеннях.

При візуальному обстеженні стін вище відмітки 0,000 в місцях установки кондиціонерів (трубка відводу конденсату) не закладені отвори. Необхідно усунути щілини.

Віконні прорізи заповнені однокамерними вікнами (ПВХ). При візуальному обстеженні в деяких місцях виявлені пошкодження зовнішніх укосів і відсутність герметизації монтажного шва під підвіконням. Ці ушкодження призводять до наявності протягів і промерзання.

Всі перекриття в будівлі залізобетонні. Дефектів впливаючих на несучу здатність не виявлено.

Стіни будівлі виконані з силікатної цегли. Тріщин і візуальних дефектів не виявлено.

Дах будівлі плоский, покрит рулонним покрівельним матеріалом, не утеплений. Візуальних пошкоджень не виявлено.

Після виконання візуального обстеження офісної будівлі «Оріон», розташованої за адресою квартал МЖК «Мрія» будинок 2 виявлено, що стіни будівлі, перекриття, покрівля мають категорію технічного стану, як працездатну. Технічний стан будівлі дозволяє здійснювати його експлуатацію без зупинки робочого процесу. Необхідний частковий ремонт будівлі і проведення заходів з підвищення енергоефективності.

Звіт про технічний стан адміністративної будівлі «Оріон» надано в додатку Б.

### **3.6 Тепловізійне обстеження зовнішніх огорожувальних конструкцій**

Метою тепловізійного обстеження огорожувальних конструкцій є виявлення їх фактичних теплозахисних якостей та їх відповідність нинішнім нормативним вимогам для забезпечення економії та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Тепловізійне обстеження передбачає визначення теплотехнічних параметрів конструкцій, використовуючи при цьому неруйнівні і розрахункові

методи дослідження. Воно полягає у тепловізійній зйомці фасадів будівлі та інженерного обладнання, з отриманням інфрачервоного зображення ділянок з температурними аномаліями (реперні зони), де за кольорами можна визначити температуру на поверхні конструкцій, і так саме визначити величину теплового потоку через обрані ділянки площі.

Оцінка теплозахисних властивостей конструкцій здійснювалася в натурних умовах при різниці температур всередині і зовні будівлі не менш ніж 20°C.

Тепловізійне обстеження проводилося 24 листопада 2017 року, у вечірній час, при температурі зовнішнього повітря мінус 3°C, швидкості вітру 4 м/с, погодні умови задовольняли проведенню тепловізійного обстеження. У момент проведення вимірювань бруд та інші нальоти, на досліджуваних поверхнях були прибрані, поверхні не були схильні до впливів прямих сонячних променів.

Перелік приладів і устаткування:

- тепловізор DALI серії LT3 ;
- фотоапарат Sony DSC-RX100;
- рулетка, максимальною довжиною 5 метрів;
- лінійка металева, довжиною 300мм.

Для тепловізійної зйомки використовувалася Тепловізійна камера серії DALI LT3 це одна з новітніх портативних інфрачервоних камер з оптичним дозволом матриці 160x120, вона обладнана об'єктивом з інфрачервоним, тепловізійним модулем щодо формування зображення у видимій спектральній частини, рідинно-кристалічним дисплеєм, зовнішній micro SD пам'яттю, лазерним модулем, змінною акумуляторною батареєю, простим у використанні програмним забезпеченням і системою обробки даних. Тепловізор DALI серії LT3 дозволяє зробити миттєві і точні вимірювання температури.

В ході тепловізійного обстеження були виявлені наступні характерні містки холоду (теплопровідні включення):



Рис.3.2 (а)

Заповнення віконних прорізів конструкціями, що мають значення опору теплопередачі значно нижче нормативного.

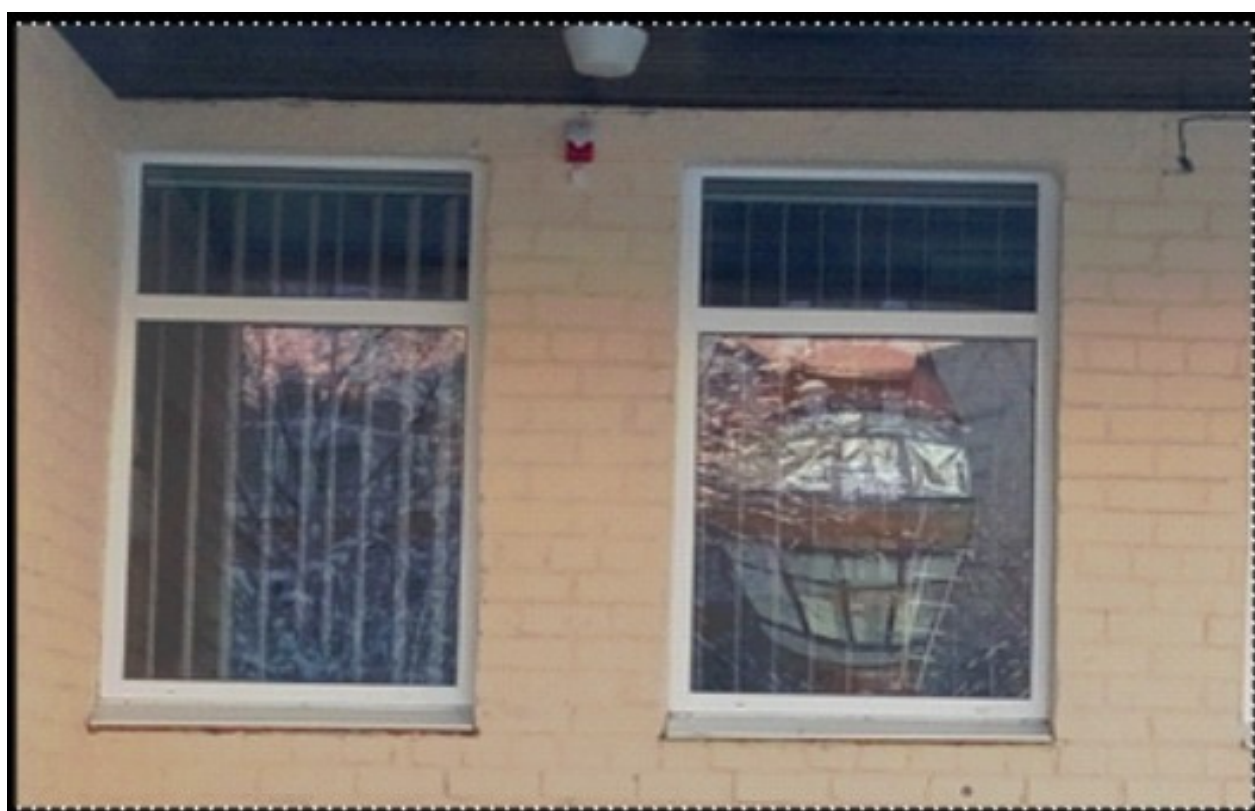


Рис.3.2 (б)

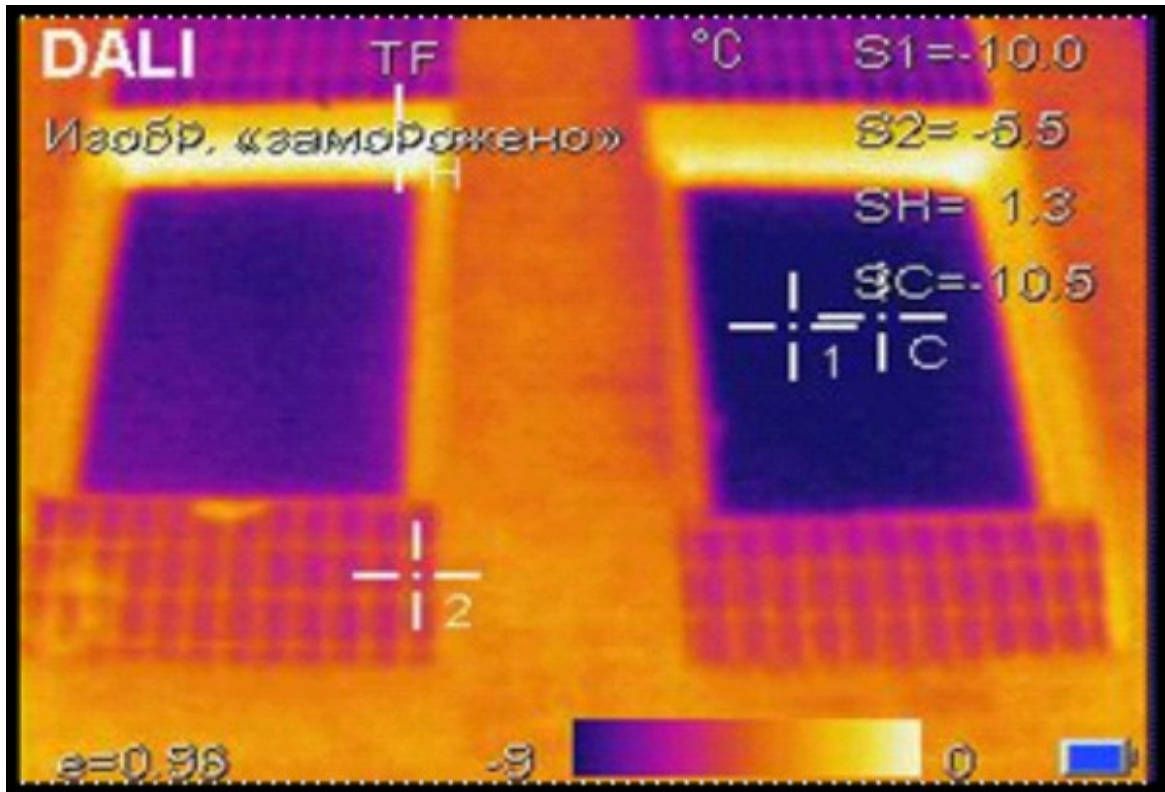


Рис.3.3 (а)

Відсутність теплоізоляції віконних укосів значним чином впливає на теплозахисні властивості конструкцій.



Рис.3.3 (б)

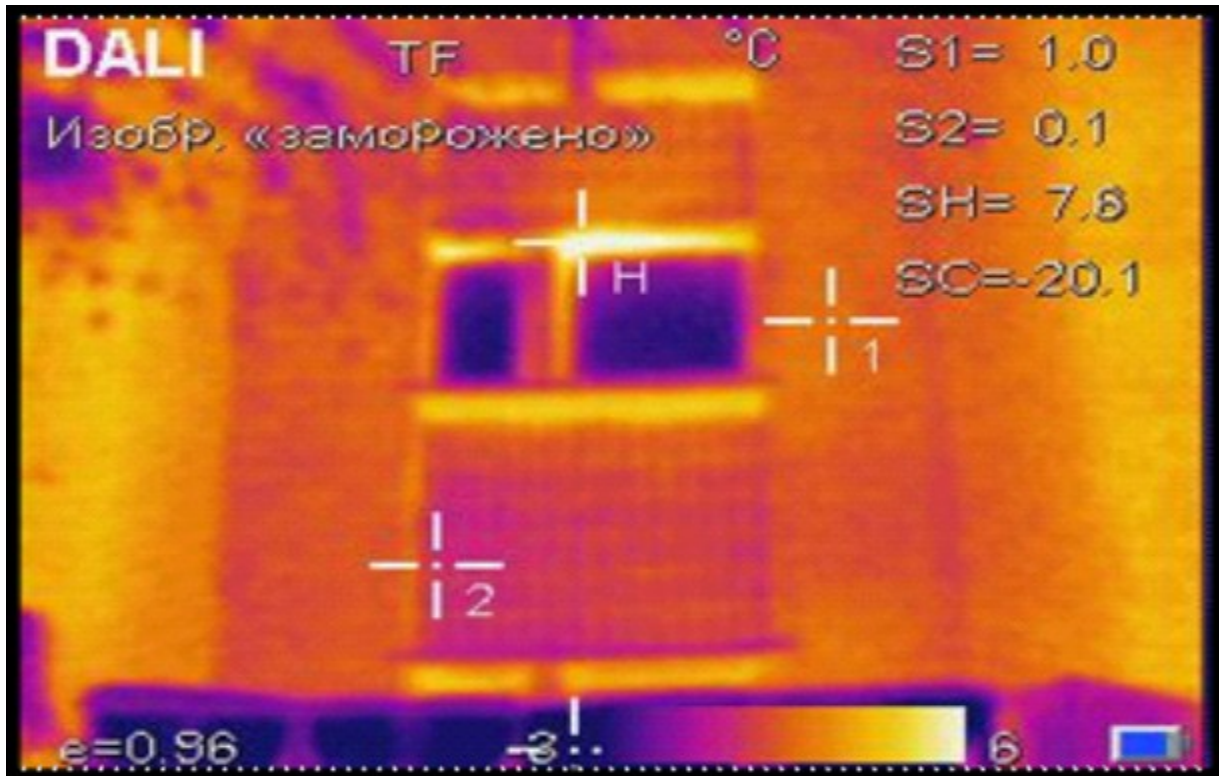


Рис.

3.4 (а)

Вікна у дерев'яному плетінні мають нещільності через що відбуваються значні тепловитрати.

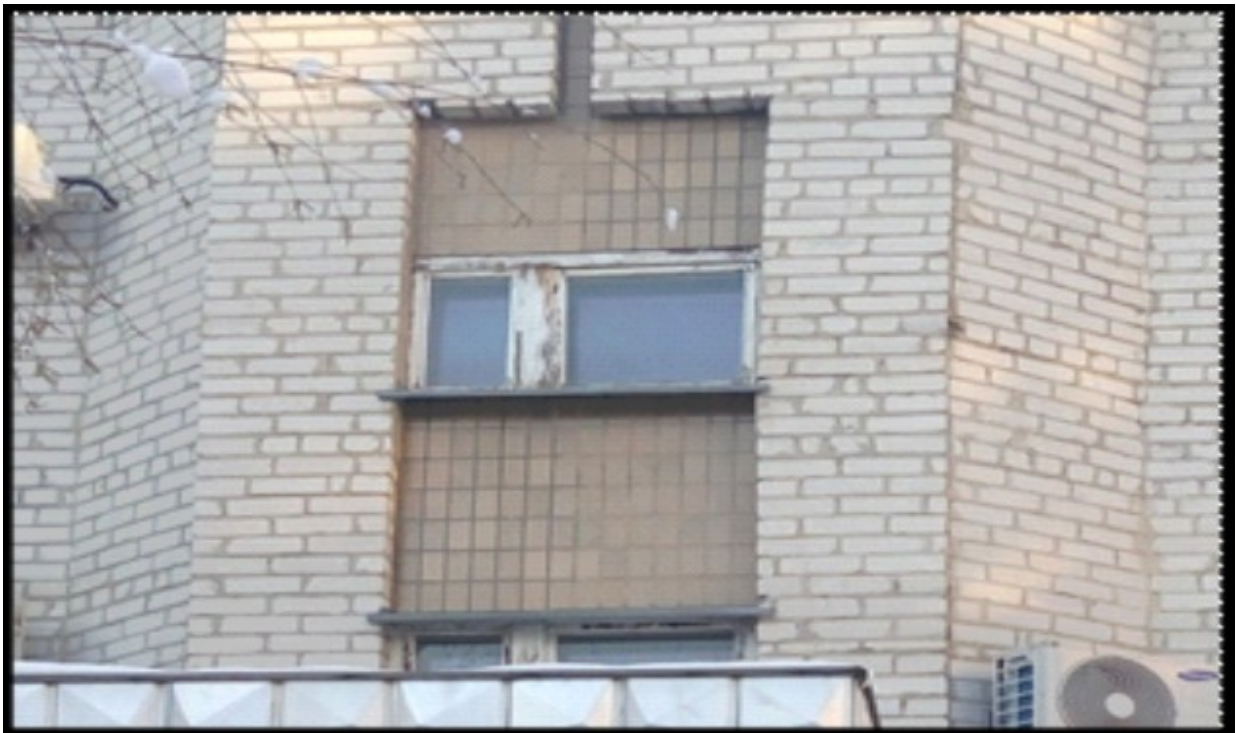


Рис.3.4 (б)

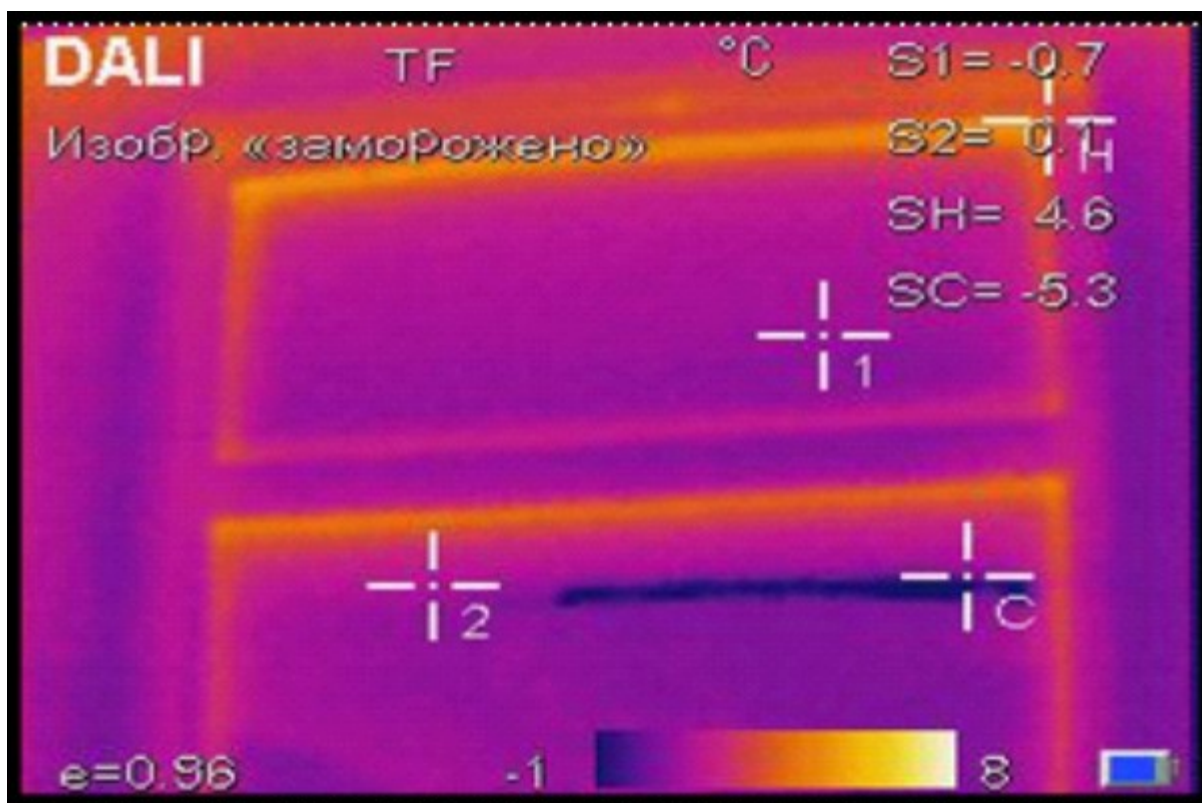


Рис.3.4 (а)

Недостатнє значення опору теплопередачі існуючих віконних конструкцій добре видно на термограмі.

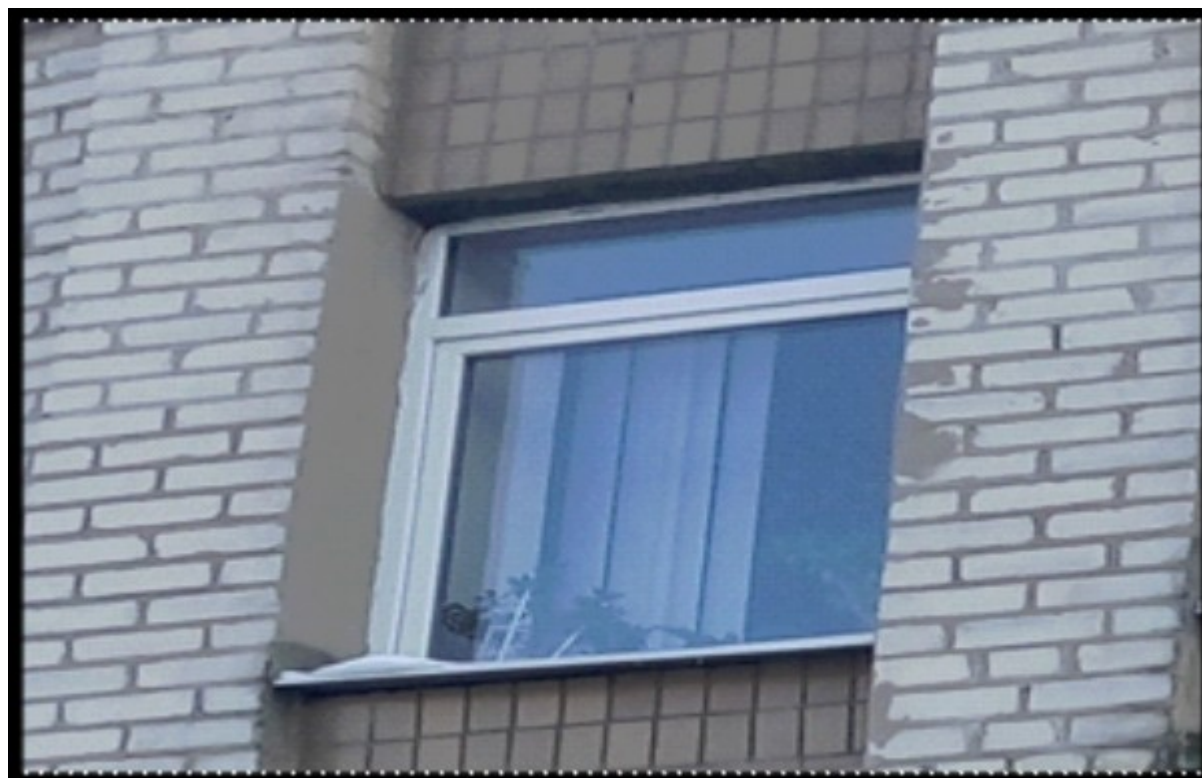


Рис.

Рис.3.4 (б)

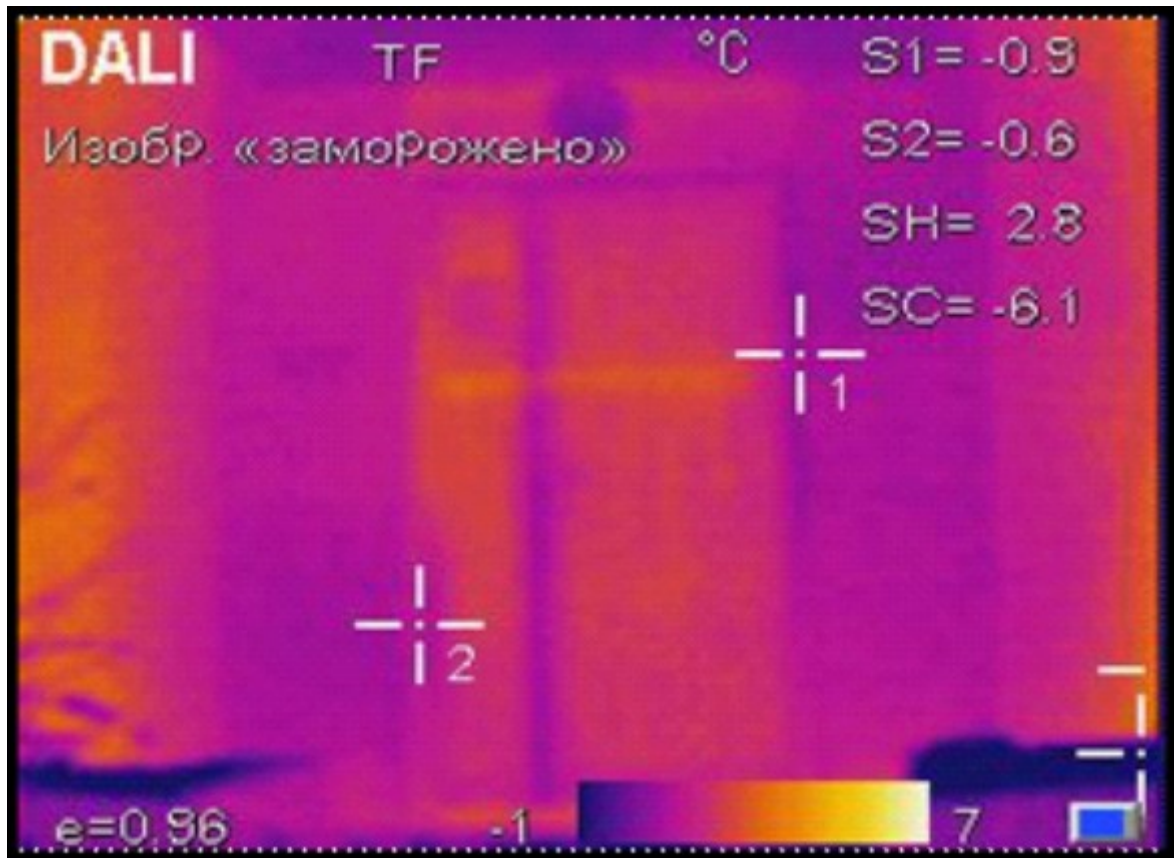


Рис.3.5 (а)

Дерев'яні дверні конструкції не відповідають нормативним вимогам, та на термограммі добре видно, що саме двері втрачають значну кількість теплоти.

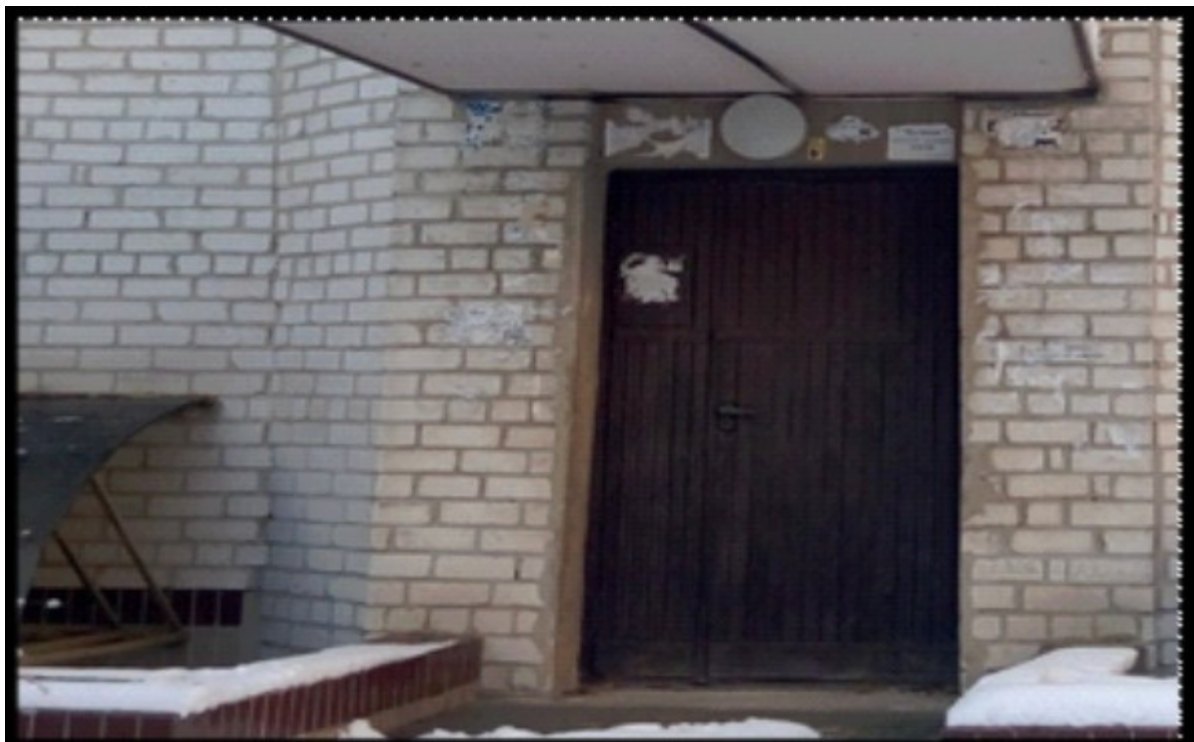


Рис.3.5 (б)



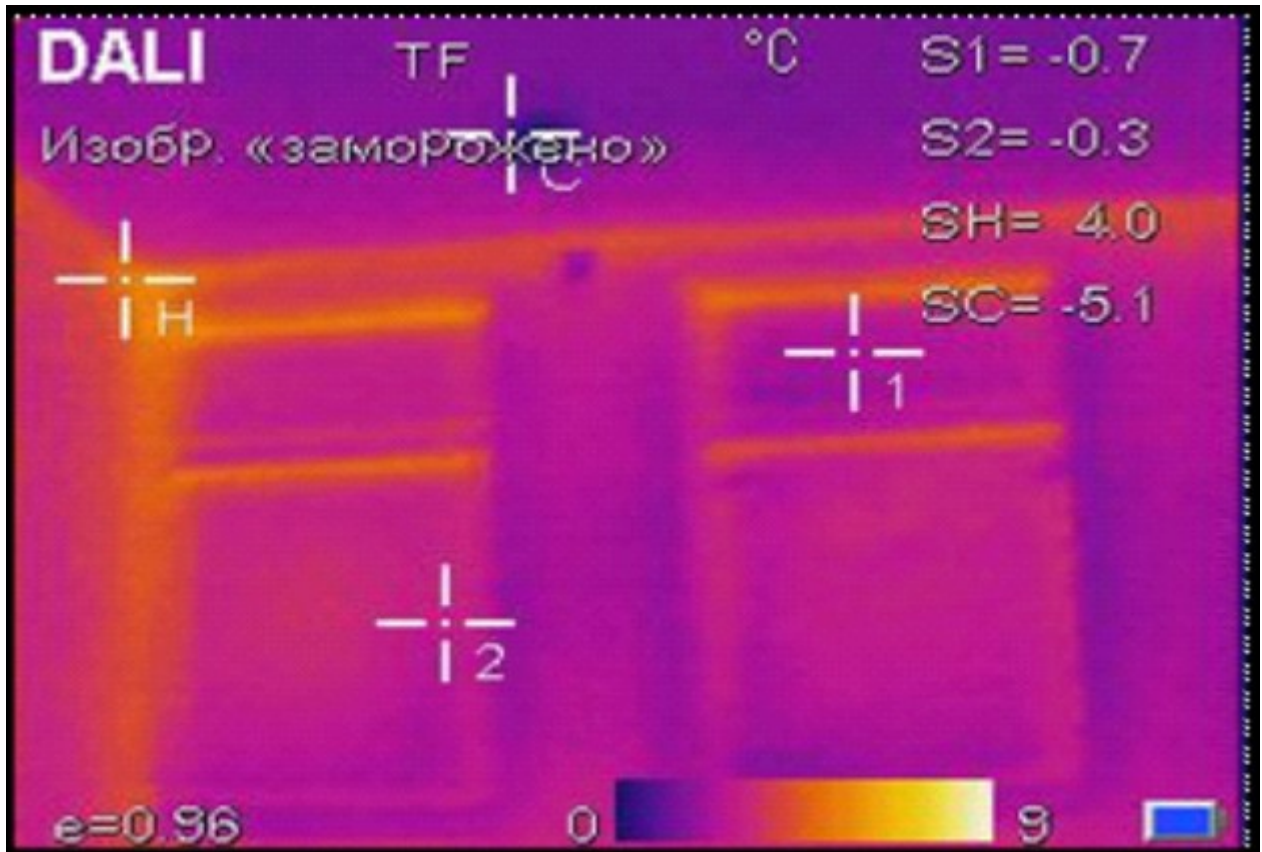


Рис.3.6 (а)

Такі теплопровідні включення, як кутові стики, з'єднання зовнішньої стіни з плитою перекриття і т. п також добре видно на термограмах :

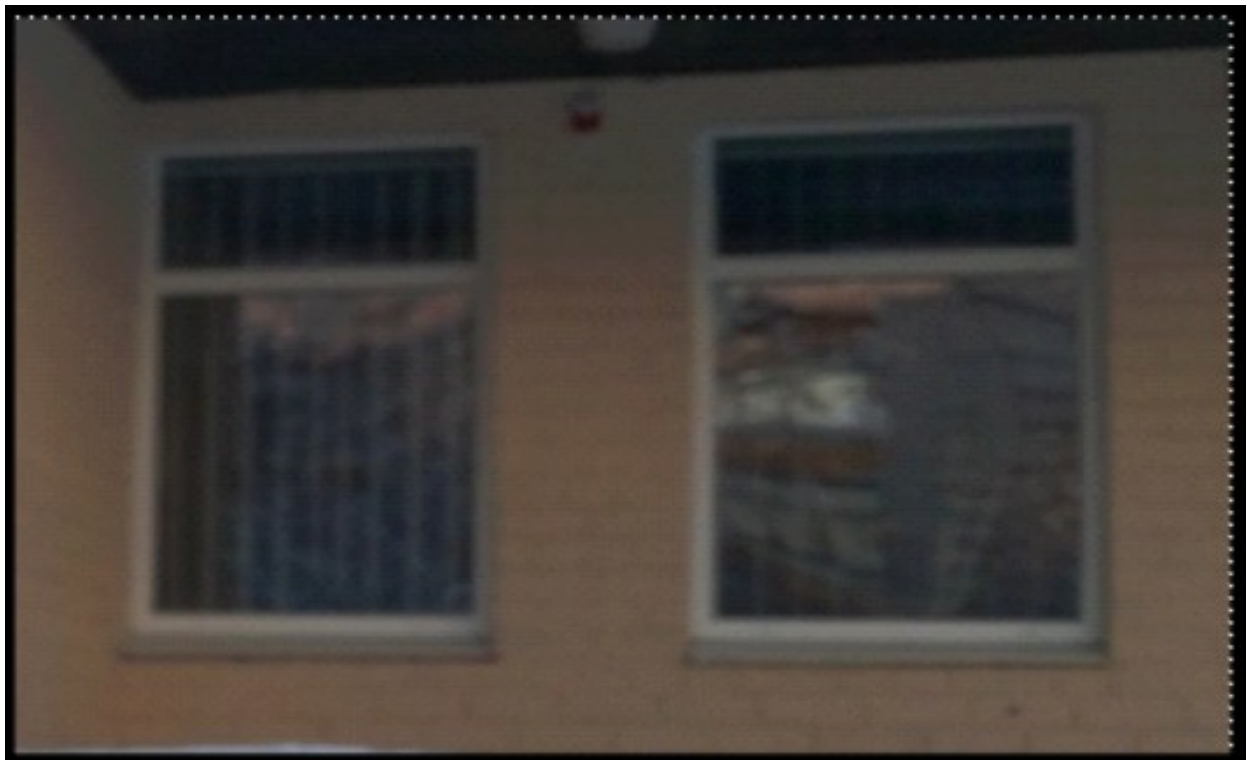


Рис.3.6 (б)

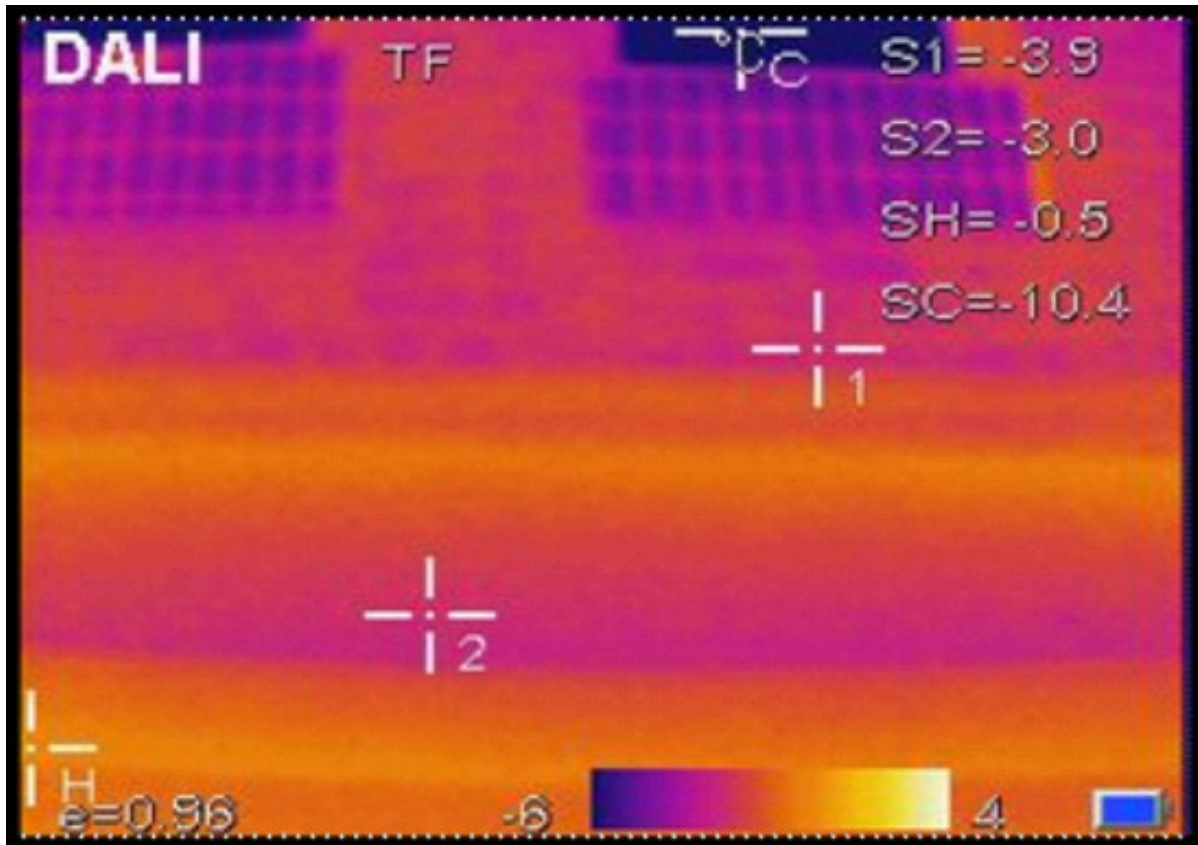


Рис.3.7 (а)

На термограммі видно характерне теплопровідне включення – плита міжповерхового перекриття.



Рис.3.7 (б)

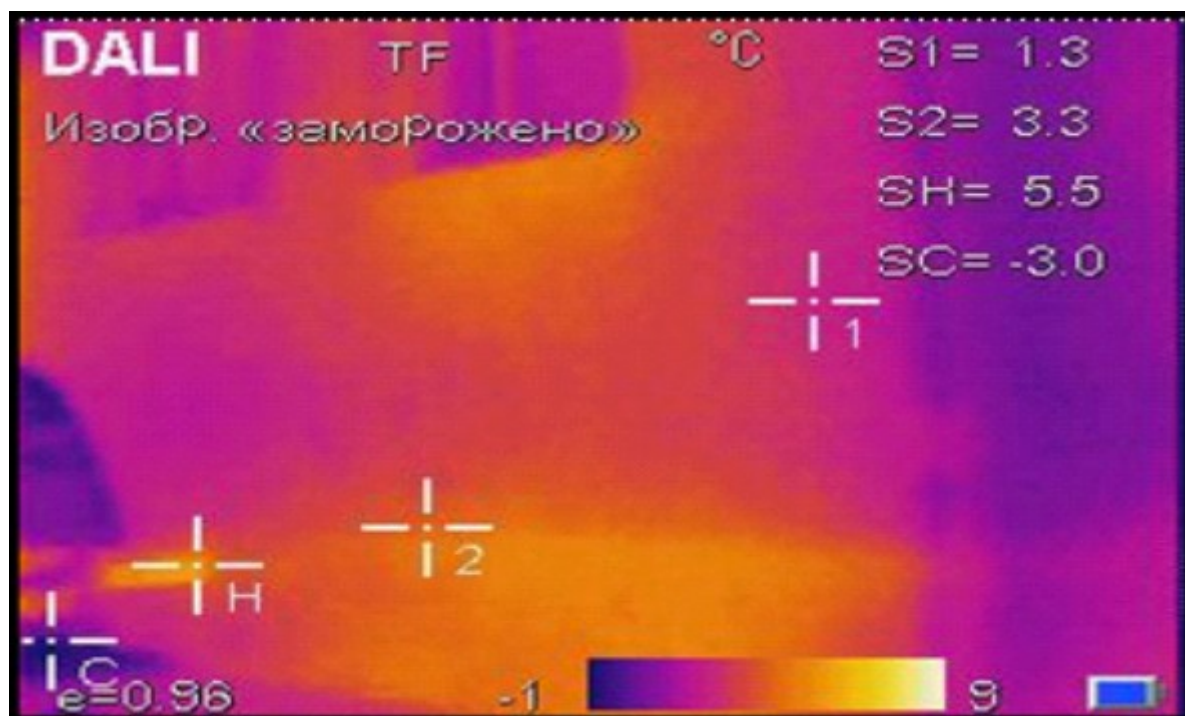


Рис.3.8 (а)

Ще один характерний вид тепловитрат – за радіаторний простір зовнішньої стіни

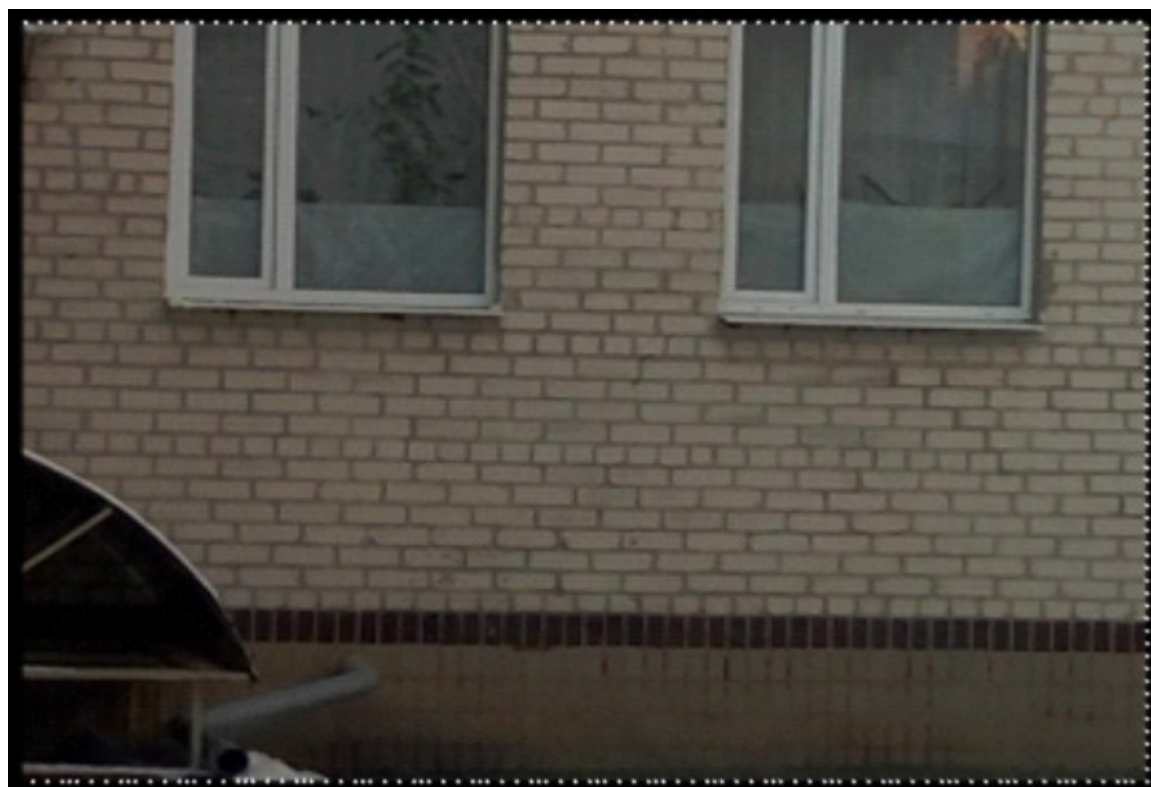


Рис.3.8 (б)

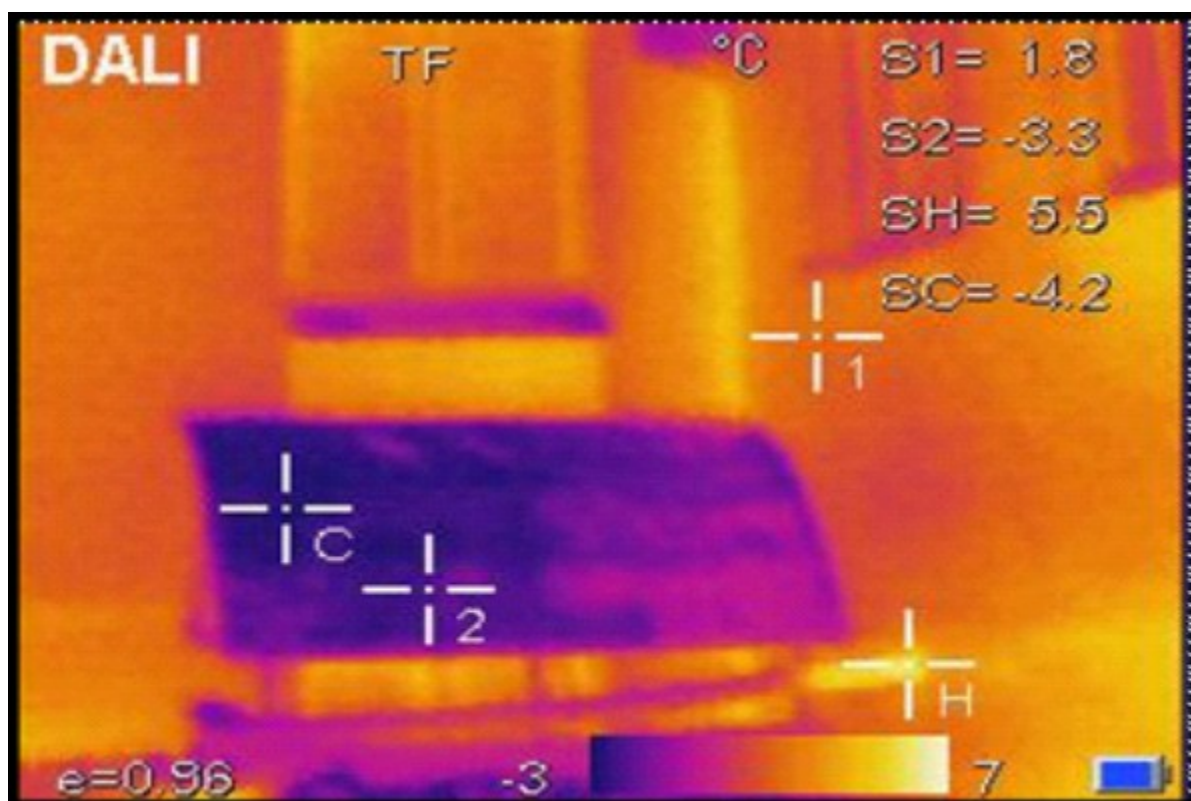


Рис.3.9 (а)

Відсутня достатня теплоізоляція цокольних стін



Рис.3.9 (б)

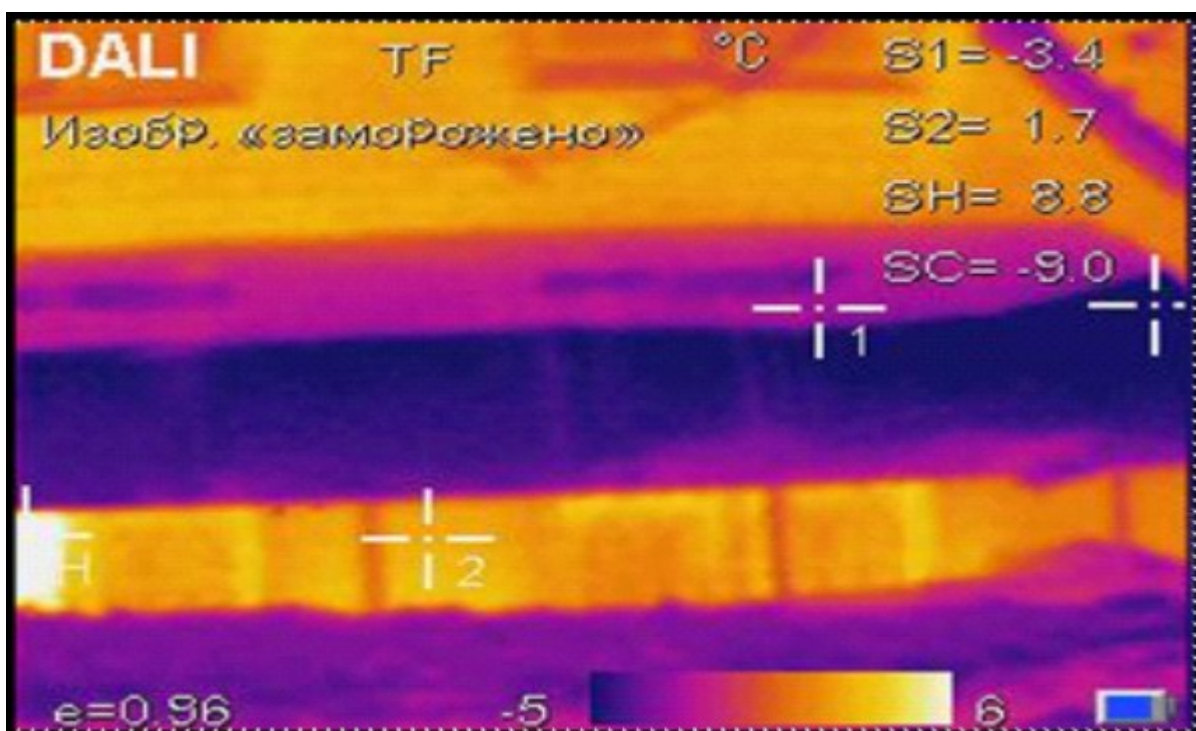


Рис.3.10 (а)

Значні тепловтрати відбуваються через відсутність теплоізоляції зовнішніх стін і цокольних стін



Рис.3.10 (б)

### 3.7 Визначення фактичного класу енергоефективності адміністративної будівлі.

#### 3.7.1 Теплотехнічні показники будівлі

Таблиця 3.29

Тепловтрати через огорожувальні конструкції

№	Параметри огорожувальних конструкцій								Тепло витрати $Q_{огр}$ , Вт
	Найменування конструкції	Внутрішня розрахункова температура $t_{в}$ , °C	Розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{н}$ , °C	Різниця температур ( $t_{в} - t_{н}$ ), °C	Орієнтація	Площа F, м <sup>2</sup>	Коефіцієнт		
							Теплопередачі K, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	Теплопередачі K, Вт/(м <sup>2</sup> ·K)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Стіна	20	-25	45	Північ	137,0	1,303	1	8036
2	Стіна	20	-25	45	Південь	68,9	1,303	1	4039
3	Стіна	20	-25	45	Захід	100,2	1,303	1	5879
4	Стіна	20	-25	45	Схід	91,0	1,303	1	5336
5	Цокольні стіни	20	-25	45	Північ	65,8	1,009	1	2988
6	Цокольні стіни	20	-25	45	Південь	32,4	1,009	1	1472
7	Цокольні стіни	20	-25	45	Захід	52,6	1,009	1	2389
8	Цокольні стіни	20	-25	45	Схід	48,3	1,009	1	2191
9	Вікна	20	-25	45	Північ	33,8	3,125	1	4759
10	Вікна	20	-25	45	Південь	124,6	3,125	1	17516
11	Вікна	20	-25	45	Захід	67,9	3,125	1	9548
12	Вікна	20	-25	45	Схід	49,8	3,125	1	7000
13	Дах	20	-25	45		361,0	2,752	0,9	40242
14	Пол на ґрунті	20	-5	25		364,0	0,223	0,9	1825
15	Перекрыття під балконом	20	-25	45		2,6	6,133	0,9	646
16	Двері	20	-25	45	Північ	8,6	4,69	1	1825
17	Двері	20	-25	45	Південь	3,5	4,69	1	743
18	Двері	20	-25	45	Захід	0,0	4,69	1	0
19	Двері	20	-25	45	Схід	1,6	4,69	1	338
Всього									116773

Нижче на діаграмі представлено співвідношення тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції



Рис. 3.11 – Діаграма розподілення тепловитрат будівлі

### 3.7.2 Розрахунок теплових надходжень

#### Теплонадходження від сонячної радіації через віконні конструкції

Теплонадходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду розраховується за формулою [15]:

$$\begin{aligned}
 Q_S &= \zeta_B \cdot \xi_B \cdot (F_{Пн} I_{Пн} + F_C I_C + F_{Пд} I_{Пд} + F_3 I_3) = \\
 &= 0,8 \cdot 0,76 \cdot (33,8 \cdot 159 + 124,6 \cdot 386 + 67,9 \cdot 242 + 49,8 \cdot 234) = 49577 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (11)
 \end{aligned}$$

де:

$\zeta_B = 0,8$  – коефіцієнт, що врахує затінення світлового прорізу непрозорими елементами заповнення, прийнято згідно з таблицею 1 [15];

$\xi_B = 0,76$  – коефіцієнт відносного проникання сонячної радіації відповідно до світлопрозорих заповнень вікон, що приймається за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або згідно з таблицею 1 [15];

$F$  – площа світлових прорізів та фасаду будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу,  $\text{м}^2$ ;

$I$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, яка спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно орієнтовану за чотирма фасадами будинку,  $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ , приймається за таблицею 2 [15];

Таблиця 3.30

Розрахунок теплонадходжень при інсоляції

Q <sub>s</sub> , кВт•год		49577	Коефіцієнти	
	площа вікон	СР Луганськ*		
Північ	33,8	159	Затінення світлового прорізу**	0,8
Південь	124,6	386	відносність проникнення СР***	0,76
Захід	67,9	242		
Схід	49,8	234		

\* Середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно зорієнтовану по чотирьох фасадах будівлі кВт•год/ м<sup>2</sup>, приймається згідно з таблицею 2 [15].

\*\* Коефіцієнт, який враховує затінення світлового прорізу відповідно вікон і зенітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, приймається згідно з таблицею 1 [15].

\*\*\* Коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації, приймається за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або за таблицею 1 [13].

### Внутрішні теплонадходження

Внутрішні теплонадходження протягом опалювального періоду розраховується за формулою [13]:

$$Q_{\text{вн.п}} = \chi_1 \cdot q_{\text{вн.п}} \cdot Z_{\text{оп}} \cdot F = 0,024 \cdot 17,5 \cdot 172 \cdot 665 = 46086 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (12)$$

де:

$\chi_1$  – розмірний коефіцієнт;

$q_{\text{вн.п}}$  – величина теплонадходжень на 1м<sup>2</sup> розрахункової площі, Вт/м<sup>2</sup>. Визначається за розрахунковою кількістю людей (90 Вт/чол.), що знаходяться в будинку, освітленням (за встановленою потужністю) та офісної техніки (приймається 60Вт/м<sup>2</sup>) з урахуванням кількості робочих годин на тиждень – 40 год. Загальна кількість годин на тиждень – 168.



- від людей, що знаходяться в будівлі:

$$Q_1 = \frac{(90 \cdot 55 \cdot 40)}{168} / 1000 = 1,2 \text{ кВт}; \quad (13)$$

- від штучного освітлення, приймається в розрахунок потужність системи освітлення 7591Вт з коефіцієнтом використання 0,8:

$$Q_2 = \frac{(7591 \cdot 40 \cdot 0,8)}{168} / 1000 = 1,4 \text{ кВт}; \quad (14)$$

- від техніки, розрахункова потужність 60Вт/м<sup>2</sup>, з коефіцієнтом використання 0,95, тоді:

$$Q_3 = \frac{(665 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 0,95)}{168} / 1000 = 9,0 \text{ кВт}; \quad (15)$$

$$q_{\text{вн.л.}} = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)}{F_p} = \frac{(1,2 + 9,0 + 1,4) \cdot 1000}{665} = 17,5 \text{ Вт/м}^2 \quad (16)$$

$Z_{\text{оп}}$  – тривалість опалювального періода, діб;

$F$  – розрахункова площа будівлі, м<sup>2</sup>

**Таблиця 3.31**

Розрахунок даних внутрішніх теплонадходжень

Загальна кількість людей, що перебувають на об'єкті, чел.	55
У розрахунок прийнято тепловиділення від 1 людини, Вт	90
Обладнання, Вт/м <sup>2</sup>	60
Потужність системи освітлення, Вт	7591
Робочих годин на добу	8
Тривалість опалювального періоду, діб	172
Розрахункова площа, кв. м	665
Загальні внутрішні теплонадходження, кВт•год	46086

**Таблиця 3.32**

Розрахунок річного енергоспоживання системи освітлення

Тип освітлювального приладу	Потужність, Вт	Кількість, шт	Споживання за годину, Вт/год
Розжарювання	75	17	1275
Люмінесцентні	18	270	4860
Люмінесцентні	40	8	320
Світлодіодні	9	125	1125
Світлодіодні прожектор	3	2	6

Закінчення таблиці 3.32.

Світлодіодний прожектор	5	1	5
Всього			7591

### 3.7.3 Визначення енергетичних показників будівлі та присвоєння класу енергоефективності

#### Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку визначено за формулами [15]:

$$k_{np} = \xi \cdot \frac{\left( \frac{F_{ст.}}{R_{ст.}} + \frac{F_{ст.}}{R_{ст.}} + \frac{F_{ок}}{R_{ок}} + \frac{F_{кр.}}{R_{кр.}} + \frac{F_{кр.}}{R_{кр.}} + \frac{F_{кнід.}}{R_{кнід.}} + \frac{F_{перекр.}}{R_{перекр.}} + \frac{F_{ов.}}{R_{ов.}} \right)}{F_{\Sigma}} = \quad (17)$$

$$1,1 \cdot \frac{\left( \frac{397,1}{0,77} + \frac{199,2}{0,99} + \frac{276,1}{0,32} + \frac{361,0}{0,36} + \frac{364,0}{4,49} + \frac{2,6}{0,16} + \frac{13,8}{0,21} \right)}{1613,7} = 1,865$$

де  $\xi=1,1$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловитрати, пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок.

#### Умовний коефіцієнт інфільтрації

Умовний коефіцієнт теплопередачі будівлі, який враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації вентиляції визначається за формулою [15] і становить.

$$K_{инф} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_V \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}} = \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 0,676 \cdot 0,85 \cdot 3299 \cdot 1,25 \cdot 0,7}{1613,7} \quad (18)$$

де:

$\chi_2 = 0,278$  – розмірний коефіцієнт;

$c$  – питома теплоємність повітря, приймається рівною  $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$n_{об} = 0,676$  - середня кратність повітрообміну будинку за опалювальній період, год<sup>-1</sup>, що визначається експериментально або приймається за нормами

проектування будинків.

$\nu_v = 0.85$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку, який враховує наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій;

$\Upsilon_3 = 1,25$  – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\eta = 0,7$  – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях;

$F_\Sigma$  – сума всіх зовнішніх огорожувальних конструкцій,  $\text{м}^2$

$V_h$  – опалювальний об'єм,  $\text{м}^3$

Середня кратність повітрообміну приміщень будівлі за опалювальний період визначена за сумарним повітрообміну за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою [15]:

$$n_{об} = \frac{\left[ \left( \frac{L_v \cdot n_v}{168} \right) + \left( \frac{P_{инф} \cdot \eta \cdot n_{инф}}{168 \cdot \gamma} \right) \right]}{\nu_v \cdot V_h} = \frac{\left[ \left( \frac{4655 \cdot 40}{168} \right) + \left( \frac{1402 \cdot 0,7 \cdot 168}{168} \right) \right]}{0,85 \cdot 3299} = 0,676 \text{ год}^{-1} \quad (19)$$

де:

$L_v = 4655$  – кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції,  $\text{м}^3/\text{год}$ , і дорівнює :  $7 \cdot F_p$ ,

де  $F_p$  – розрахункова площа громадських будинків,  $\text{м}^2$

$n_v$  – кількість годин роботи механічної або природної вентиляції протягом тижня;

168 – кількість годин у тижні;

$\eta$  - те саме, що у (18)

$P_{инф} = 0,5 \cdot \nu_v \cdot V_h = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 3299 = 1402$  – кількість повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час,  $\text{кг/год}$ , де  $\nu_v = 0,85$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку. Яким враховується наявність внутрішніх огорожень;

$n_{инф}$  – кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом тижня;

$Y_3$  – те саме, що у (18)

$V_h$  – те саме, що у (18)

### Загальний коефіцієнт теплопередачі

Загальний коефіцієнт теплопередачі будівлі  $K_{\text{буд}}$ , визначений за формулою [15]:

$$K_{\text{буд}} = k_{\Sigma \text{пр}} + k_{\text{інф}} = 1,865 + 0,285 = 2,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (20)$$

### Об'ємно-планувальні характеристики.

Коефіцієнт скління фасаду розраховуємо за формулою [13]:

$$m =_{\text{ск}} \frac{F_{\text{сп}}}{(F_{\text{нп}} + F_{\text{ск}} + F_{\text{д}})} = \frac{199,2}{397,1 + 199,2 + 13,8} = 0,40 \quad (21)$$

де:

$F_{\text{сп}}$  – площа світлопрозорих конструкцій,  $\text{м}^2$

$F_{\text{нп}}$  – площа непрозорих огорожувальних конструкції (стіни),  $\text{м}^2$

$F_{\text{д}}$  – площа дверей,  $\text{м}^2$

Показник компактності будівлі розраховуємо за формулою [15]  $\Lambda_{\text{к.буд}} \text{ м}^{-1}$

$$\Lambda_{\text{к.буд}} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h} = \frac{1613,7}{3299} = 0,49 \text{ м}^{-1} \quad (22)$$

$F_{\Sigma} = 1613,7$  – загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій,  $\text{м}^2$

$V_h$  - те саме, що в (18)

### Розрахунок втрати теплової енергії

Розрахункові втрати теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду розраховуємо за формулою [15]:

$$\begin{aligned} Q_{\text{рік}} &= (Q_{\text{к}} - (Q_{\text{вн.п}} + Q_{\text{с}}) \cdot V \cdot \zeta) \cdot \beta_{\text{h}} = \\ &= (292238 - (48086 + 49577) \cdot 0,8 \cdot 0,95) \cdot 1,13 = 241996 \text{ , кВт} \cdot \text{год.} \quad (23) \end{aligned}$$

де:

$Q_{\text{к}}$  – загальні тепловитрати будинку через огорожувальну оболонку,  $\text{кВт} \cdot \text{год}$ , розраховані за формулою [15]:

$$Q_k = \chi_1 \cdot K_{\text{буд}} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma} = 0,024 \cdot 2,15 \cdot 3509 \cdot 1613,7 = 292238 \text{ кВт}\cdot\text{год.} \quad (24)$$

$D_d$  – кількість градусо-днів опалювального періоду;

$K_{\text{буд}}$  – за формулою (20);

$Q_{\text{вн.п}}$  – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, за формулою (12);

$Q_s$  – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год, за формулою (11);

$\zeta = 0,95$  – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалення [15];

$V = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій акумулювати або віддавати тепло під час періодичного теплового режиму [15];

$\beta_h = 1,13$  – коефіцієнт, що враховує додаткове тепло споживання системи опалення [15];

### Розрахункове значення питомих тепловитрат

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будівлі розраховуємо за формулою [15]:

$$Q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{пик}}}{V_h} = \frac{241996}{3299} = 73,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3. \quad (25)$$

Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період становить  $E_{\text{max}} = (230 \cdot V_h^{-1/3}) = 15,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$  [22]

Нормативні вимоги [22] до питомих тепловитрат на опалення будівлі не виконуються, будівля потребує модернізації.

Обсяг спожитої теплової енергії в умовних одиницях (тони умовного палива) — 41.1 т.у.п.

### Визначення класу енергоефективності

Клас енергоефективності будівлі визначається з результату аналізу виразу [22]:

$$\left[ \frac{(q_{\text{зд}} - E_{\text{max}})}{E_{\text{max}}} \right] \times 100 = \left[ \frac{(73,4 - 15,5)}{15,5} \right] \times 100 = 374,7 \quad (26)$$

Будівля має клас енергоефективності «F» [22].

### **3.8 Висновки по розділу 3**

Виконано аналіз фактичного споживання енергоресурсів в адміністративній будівлі “Оріон”. Розраховано питоме теплове навантаження об’єкту згідно з тепловитратами та теплонадходженнями за опалювальний період.

Проведено тепловізійне обстеження огорожувальних конструкцій об’єкту.

Житлові і громадські будинки, які будувалися в Україні в минулому, не відповідають сучасним вимогам до ефективного використання енергетичних ресурсів. Основними причинами такого становища є використання для спорудження будівель застарілих матеріалів і технологій. Це призводить до перевитрат палива для виробництва теплової енергії і, як наслідок, до надмірних викидів парникових газів. За проектами, будівлі, побудовані до 2000 року, мають клас енергоефективності F.

Після обстеження стану будівлі і споживаних енергоресурсів, можна зробити висновок, що існуючі показники дуже відрізняються від еталонних, за [22]. Тому, актуальним буде запропонувати енергоефективні заходи, які не тільки зменшать споживання теплової енергії, але і поліпшать комфортність умов перебування у приміщенні.

Виявлені наступні недоліки:

- недостатнє значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій (стіл, дверей, даху, перекриття підлоги, вікон, цокольних стін). Необхідно впровадження заходів для термомодернізації;
- використання не енергоефективних освітлювальних приладів.

## 4 Рекомендації по підвищенню енергетичної ефективності адміністративної будівлі

### 4.1 Розробка енергозберігаючих заходів

В результаті отриманих даних в процесі проведення енергетичного аудиту для адміністративної будівлі «Оріон» найбільш актуальними заходами для підвищення енергетичної ефективності є:

- утеплення фасаду і цокольних стін;
- заміна вікон;
- заміна дверей;
- утеплення даху (суміщене покриття);
- утеплення перекриття під балконом;
- модернізація системи освітлення.

#### 4.1.1 Утеплення фасаду

Згідно з чинним законодавством для адміністративних будівель, допускається застосування матеріалів теплової ізоляції і оздоблювального шару групи горючості НГ.

Для утеплення фасаду пропонується використовувати мінеральну вату «ТЕХНОФАС» корпорації «Техноніколь» (товщина  $\delta = 0,12\text{м}$ , густина  $\rho = 145\text{кг/м}^3$ , теплопровідність  $\lambda = 0,045\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ). Плити ТЕХНОФАС призначені для застосування в цивільному і промисловому будівництві в якості тепло-, звукоізоляції в системах зовнішнього утеплення стін з захисно-декоративним шаром з тонкошарової штукатурки. Площа внутрішньої поверхні зовнішніх стін становить  $397,1\text{м}^2$ . Площа фасаду становить  $392\text{м}^2$ .

Разом з утепленням стін заплановано виконати гідро - і теплоізоляцію цоколя. Рекомендується використовувати мінеральну вату «ТЕХНОФАС» корпорації «Техноніколь» (товщина  $\delta = 0,13\text{м}$ , густина  $\rho = 145\text{кг/м}^3$ , теплопровідність  $\lambda = 0,045\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ). Згідно з [22] передбачено утеплювати

зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом на глибину 1,0м нижче поверхні рівня ґрунту в будовах з підвалом.

Площа внутрішніх цокольних стін становить 199,2м<sup>2</sup>.

Площа утеплення цоколя і фундаменту з урахуванням вимог [22] становить 233м<sup>2</sup>.

При влаштуванні зовнішніх віконних та дверних укосів так само рекомендується використовувати мінераловатний утеплювач «ТЕХНОФАС» корпорація «Техноніколь», товщиною 50мм, щільністю 145кг/м<sup>3</sup> і коефіцієнтом теплопровідності 0,045Вт/(м<sup>2</sup>•К).

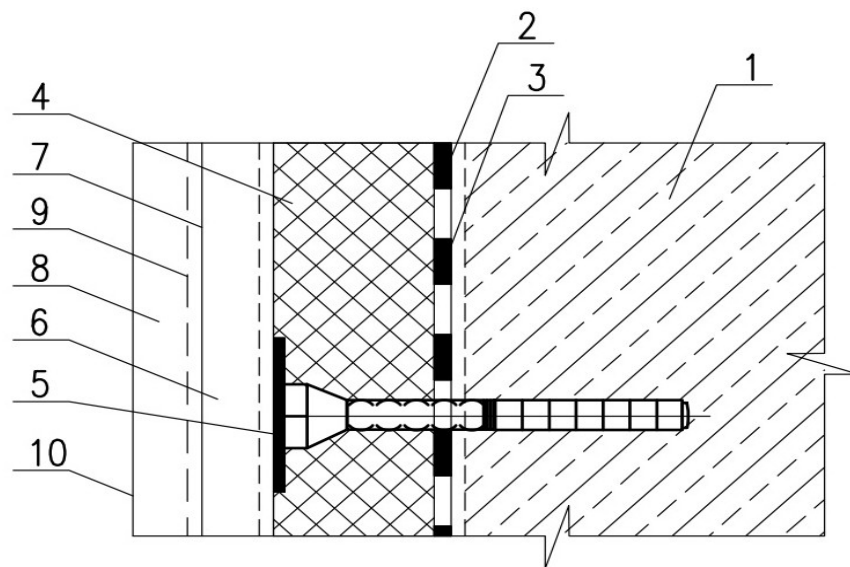


Рис. 4.1 Конструктивна схема системи скріпленої теплоізоляції

1-несуча стіна; 2-ґрунт; 3-клейова суміш для приклеювання плит мінеральної вати; 4-плити мінеральної вати «ТЕХНОФАС»; 5-тарілгодті фасадний анкер; 6-базовий армуючий шар; 7-армуюча сітка склотканева; 8-ґрунтовка; 9-декоративна штукатурка; 10-фасадна фарба.

Таблиця 4.1

Теплофізичні характеристики зовнішніх стін [20]

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda_i$ Вт/(м•К)	Термічний опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$
Кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	1800	0,87	0,59



Внутрішня штукатурка	0,02	1700	0,87	0,02
Утеплювач «Технофас»	0,12	140	0,045	2,67

Закінчення таблиці 4.1.

Клейовий склад	0,02	1600	0,81	0,02
Шар декоративної штукатурки	0,002	1700	0,93	0,00
$R_{\Sigma}$				3,30

Опір теплопередачі розраховуємо за формулою:

$$R_{np} = 1/\alpha_v + \sum R_i + 1/\alpha_z \quad (27)$$

$$R_{np} = 1/8,7 + 3,30 + 1/23 = 0,115 + 3,30 + 0,043 = 3,46 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

**Таблиця 4.2**

Теплофізичні характеристики цокольних стін [20]

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$\lambda_i$ $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Термічний опір $R_i = \delta_i/\lambda_i$
Бетон	0,6	2400	1,86	0,32
Внутрішня та зовнішня штукатурка	0,04	1700	0,87	0,05
Утеплювач «Технофас»	0,13	140	0,045	2,89
Клейовий склад	0,02	1600	0,81	0,02
Шар декоративної штукатурки	0,002	1700	0,93	0,00
$R_{\Sigma}$				2,28

Опір теплопередачі розраховуємо за формулою:

$$R_{np} = 1/\alpha_v + \sum R_i + 1/\alpha_z \quad (28)$$

$$R_{np} = 1/8,7 + 3,28 + 1/23 = 0,115 + 3,28 + 0,043 = 3,44 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Термічний опір цокольних стін нижче рівня ґрунту приймається відповідно до зональної методики як 2,1 ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ) з додаванням термічного опору самої стінової конструкції 3,44 ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ). Загальний опір теплопередачі складає 2,1 + 3,44 = 5,54 ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ).

**Таблиця 4.3**

Оцінка економії, розрахунок вартості реалізації і терміну окупності утеплення фасаду

Площа фасаду	420	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір стін після реалізації заходів	3,46	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Інвестиції	210,0	тис.грн.
- матеріали	134,4	тис.грн.
- роботи	63,0	тис.грн.
- неокупні заходи*	12,6	тис.грн.
Простий термін окупності	8,4	рік
Економія	25,0	тис.грн./рік
	20,0	Гкал/рік

**Таблиця 4.4**

Оцінка економії, розрахунок вартості реалізації та терміну окупності утеплення цокольних стін

Площа для утеплення цоколя	233	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір стін після реалізації заходів	3,93	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Інвестиції	116,5	тис.грн.
- матеріали	74,6	тис.грн.
- роботи	35,0	тис.грн.
- неокупні заходи*	7,0	тис.грн.
Простий термін окупності	12,5	рік
Економія	9,3	тис.грн./рік
	7,5	Гкал/рік

Вартість робіт визначена як середня в регіоні.

\* розшифровка не окупаються заходів наведена у пункті 4.1.7

#### 4.1.2 Заміна вікон

Рекомендується провести заміну віконних конструкцій на ті, що відповідають сучасним вимогам. Конструкція повинна бути оснащена двокамерним склопакетом з наповненням інертним газом (наприклад 4М1-16-4М1-16-4і, газовий склад середовища камер склопакетів - аргон 100%), з енергозберігаючим покриттям на внутрішній поверхні скла і 5-камерною профільною системою.

Кількість вікон, які потребують заміни - 50шт. Термічний опір рекомендованих конструкцій становить не менше 0,8 (м<sup>2</sup>•К)/Вт.

**Таблиця 4.5**

Оцінка економії, розрахунок вартості реалізації та терміну окупності заміни

вікон

Загальна площа вікон	276,1	м <sup>2</sup>
Площа вікон, які потребують заміни	276,1	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір	0,80	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Інвестиції	337,6	тис.грн.
Простий термін окупності	10,5	рік
Економія	32,1	тис.грн./рік
	20,0	Гкал/рік

Вартість робіт визначена як середня в регіоні.

#### 4.1.3 Заміна дверей

Рекомендується встановити сучасні утеплені металеві двері з опором теплопередачі не менше 0,75 (м<sup>2</sup>•К)/Вт, що відповідає нормативним вимогам.

Кількість дверних конструкцій, що вимагають заміни - 3шт.

**Таблиця 4.6**

Оцінка економії, розрахунок вартості реалізації та терміну окупності заміни

дверей

Загальна площа дверей	13,8	м <sup>2</sup>
Площа дверей, які потребують заміни	10,6	м <sup>2</sup>
Наведене опір темическое	0,70	(м <sup>2</sup> • К)/Вт

Інвестиції	19,0	тис.грн.
Простий термін окупності	6,8	рік
Економія	2,8	тис.грн./рік
	2,2	Гкал/рік

Вартість робіт визначена як середня в регіоні.

#### 4.1.4 Утеплення даху (суміщене)

Згідно з чинним законодавством в будівлях даного типу потрібно використовувати негорючі матеріали утеплювача. Рекомендується в якості матеріалу для утеплення використовувати мінеральну вату негорючого класу. Заходи щодо утеплення даху значно знизять теплові втрати, знизять витрати на опалення, і значно збільшиться термін служби будівлі.

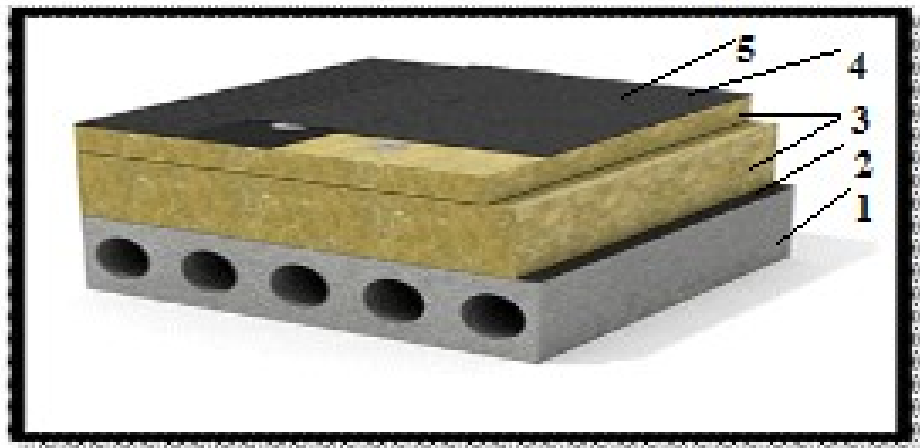


Рис. 4.2 Принципова конструкція утеплення даху

1 – плита перекриття; 2 – пароізоляція; 3 – шар утеплювача з кам'яної вати; 4 – гідроізоляція; 5 – руберойд.

Покриття (суміщене) - залізобетонні пустотні плити без утеплення. Для теплоізоляції покриття в якості утеплювача пропонується використовувати мінеральну вату корпорації «Техноніколь» «ТЕХНОРУФ В ПРОФ» (товщина  $\delta = 0,21\text{м}$ , густина  $\rho = 200,8\text{ кг/м}^3$ , теплопровідність  $\lambda = 0,046\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ).

Площа покриття в межах внутрішніх стін становить  $361\text{м}^2$ . Площа для утеплення становить  $361\text{м}^2$ .

**Таблиця 4.7**

Теплофізичні характеристики суміщеного покриття [22]

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda_i$ Вт/(м•К)	Термічний опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$
Залізобетонні плити перекриття	0,22	2500	2,04	0,11
Стяжка, цементно-піщана	0,05	1800	0,87	0,06
Утеплювач «ТЕХНОРУФ В ПРОФ»	0,21	200,8	0,042	5,00
Гідро - і пароізоляція	0,003	600	0,17	0,02
$\sum R$				5,18

Вартість робіт визначена як середня в регіоні.

Опір теплопередачі розраховується за формулою:

$$R_{пр} = 1/\alpha_v + \sum R_i + 1/\alpha_z \quad (29)$$

$$R_{пр} = 1/8,7 + 5,18 + 1/12 = 0,115 + 5,18 + 0,083 = 5,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

**Таблиця 4.8**

Оцінка економії, розрахунок вартості реалізації та терміну окупності утеплення суміщеного покриття

Площа даху	361	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір стін після реалізації заходів	5,38	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Інвестиції	223,8	тис.грн.
- матеріали	162,5	тис.грн.
- роботи	54,2	тис.грн.
- неокупні заходи*	7,2	тис.грн.
Простий термін окупності	3,9	рік

Економія	57,5	тис.грн./рік
	46,0	Гкал/рік

Вартість робіт визначена як середня в регіоні.

\* розшифровка не окупаються заходів наведена у пункті 4.1.7

#### 4.1.5 Утеплення перекриття під балконом

Теплоізоляцію перекриття під балконом необхідно виконати з внутрішньої сторони будівлі по стелі мінераловатним утеплювачем. Для утеплення залізобетонних перекриттів в цивільному будівництві пропонується вибрати плити ТЕХНОРУФ Н30 (товщина  $\delta = 0,2\text{м}$ , густина  $\rho = 115\text{ кг/м}^3$ , теплопровідність  $\lambda = 0,04\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ). Площа перекриття в межах внутрішніх стін складає  $3\text{м}^2$ . Площа для утеплення становить  $3\text{м}^2$ .

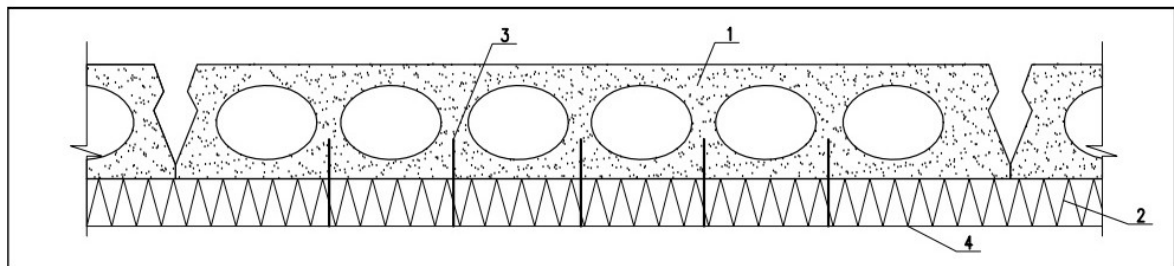


Рис. 4.3 Принципова конструкція утеплення перекриття

1-плита перекриття; 2 - гідроізоляція; 3-плита ТЕХНОРУФ Н30; 4 - пароізоляція; 5-анкер і жерстяна рондель MIDS; 6 - гіпсокартон.

**Таблиця 4.9**

Теплофізичні характеристики перекриття під балконом [22]

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Густина в сухому стані $\rho_0$ , $\text{кг/м}^3$	$\lambda_i$ $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Термічний опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$
Керамічна плитка	0,02	2000	1,1	0,018
Стяжка ЦПР	0,03	1600	0,81	0,04
Збірні залізобетонні плити	0,22	2500	2,04	0,11

Утеплювач «ТЕХНОРУФ Н30»	0,2	80	0,04	5,0
$\sum R$				5,16

Опір теплопередачі:

$$R_{пр} = 1/\alpha_в + \sum R_i + 1/\alpha_з \quad (30)$$

$$R_{пр} = 1/8,7 + 5,16 + 1/12 = 0,115 + 5,16 + 0,083 = 5,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

**Таблиця 4.10**

Оцінка економії, розрахунок вартості реалізації та терміну окупності  
перекриття під балконом

Площа перекриття	2,6	м <sup>2</sup>
Приведений термічний опір стін після реалізації заходів	5,36	(м <sup>2</sup> •К)/Вт
Інвестиції	1,2	тис.грн.
- матеріали	0,7	тис.грн.
- роботи	0,5	тис.грн.
- неокупні заходи*	0,1	тис.грн.
Простий термін окупності	3,8	рік
Економія	0,3	тис.грн./рік
	0,26	Гкал/рік

Вартість робіт визначена як середня в регіоні.

\* розшифровка неокупних заходів наведена у пункті 4.1.7

#### 4.1.6 Модернізація системи освітлення

Рекомендується заміна освітлювальних приладів на світлодіодні в приміщеннях постійного користування. Заміна ламп в службових приміщеннях, де потреба у освітленні менше 3-х годин на добу не рекомендується через значний термін окупності.

Світловіддача ламп розжарювання має невелике значення, крім того, термін служби таких ламп становить близько 1000 годин (приблизно 4 місяці, за умови роботи в середньому 8 год/добу).

**Таблиця 4.11**

## Розрахунок вартості впровадження заходу з модернізації системи освітлення

Найменування	Потужність, Вт	Кількість, шт	Ціна, грн.	Вартість, тис. грн.
Світлодіодна лампа	11	162	122	19,8

Таблиця 4.12

## Оцінка економії, розрахунок вартості реалізації терміну окупності модернізації системи освітлення

Інвестиції	21,2	тис.грн.
- матеріали	19,8	тис.грн.
- роботи*	-	тис.грн.
- неокупні матеріали**	1,4	тис.грн.
Простий термін окупності	2,8	года
Економія** *	7,6	тис.грн./год
	4014	кВт/год

\* У розрахунок не включена вартість робіт по заміні ламп.

\*\* Розшифровка неокупних заходів наведена у пункті 4.1.7

\*\*\* Розмір економії може змінюватися в залежності від режимів роботи.

Таблиця 4.13

## Розрахунок економії від модернізації системи освітлення

Освітлювальні прилади	Потужність, Вт	Кількість, шт.	Потреба $P_{ч}, \text{Вт} \cdot \text{год}$	Споживання за рік* $P_{\text{рік}}, \text{кВт} \cdot \text{год}$
Розжарювання	75	17	1275	12048
Люмінесцентні	18	270	4860	
Люмінесцентні	40	8	320	
Світлодіодні	9	125	1125	
Світлодіодні прожектори	3	2	6	
Світлодіодні прожектори	5	1	5	
Загалом			7591	
Розжарювання	12	17	204	



Світлодіодні	9	162	1458	8034
Люмінесцентні	18	108	1944	
Люмінесцентні	40	8	320	
Світлодіодні	9	125	1125	
Світлодіодні прожектори	3	2	6	

Закінчення таблиці 4.13.

Світлодіодні прожектори	5	1	5	
Загалом			5062	
Економія, кВт				4014

#### 4.1.7 Неокупні заходи

До неокупних заходів відносяться наступні статті витрат:

- додаткові витрати при виконанні будівельних робіт;
- кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд);
- проектно-вишукувальні роботи та авторський нагляд;
- кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій;
- кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва;
- кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами.

#### 4.2 Екологічні висновки

Адміністративні будівлі старої споруди не відповідають сучасним вимогам ефективного використання енергетичних ресурсів. Зокрема, споживання теплової енергії для опалення будівель в Україні значно перевищує стандарти розвинутих країн. Основними причинами цього є використання застарілих технологій та матеріалів, все це призводить до перевитрат ресурсів

та, як наслідок, до надмірного викиду парникових газів. Впоратися з цією проблемою можливо шляхом санації будівель. І здійснювати цей процес необхідно комплексно, а не хаотично, як у нас відбувається в країні. Тільки при проведенні планомірної санації будівель можлива економія енергетичних ресурсів і відповідно зменшення викидів парникових газів.

Вуглекислий газ  $\text{CO}_2$  - не є отруйним газом. Він абсолютно нешкідливий для життя і навколишнього середовища при нормальній концентрації в атмосфері, проте вважається одним з основних газів, що впливають на зміну клімату.

$\text{NO}_x$  - оксиди азоту утворюються в процесі горіння при високій температурі шляхом окислення частини азоту знаходиться в атмосферному повітрі. Під загальною формулою  $\text{NO}_x$  розуміють суму  $\text{NO}$  і  $\text{NO}_2$ . Оксид азоту  $\text{N}_2\text{O}$  - «звеселяючий газ, закис азоту». На  $\text{N}_2\text{O}$  припадає всього 1% всіх парникових газів, проте він викликає парниковий ефект в 300 разів сильніше  $\text{CO}_2$ .

Враховано зниження рівня викидів  $\text{CO}_2$  від опалення (1 кВт•рік - 0,202кг  $\text{CO}_2$ ) і електроенергії (1 кВт•рік - 0,912 кг  $\text{CO}_2$ ). Коефіцієнти викидів прийняті за даними Міжурядової групи експертів по зміні клімату (МГЕЗК).

Розрахована економія отриманої енергії, первинної енергії і пов'язане з цим зменшення викидів  $\text{CO}_2$  що наведено в таблиці 4.15

**Таблиця 4.14**

**Зменшення емісії  $\text{CO}_2$**

	Річні показники, Гкал/рік	Усього $\text{CO}_2$ , тон/рік
Пакет заходів 1*	122339	42
Пакет заходів 2*	88409	29
Пакет заходів 3*	85510	28

\* Пакети заходів термомодернізації представлені в Додатку Г (максимальний №1, оптимальний № 2, мінімальний № 3).

**4.3 Висновки про доцільність реалізації енергозберігаючих заходів**

Висновки про доцільність реалізації енергозберігаючих заходів розроблені на підставі аналізу їх техніко-економічних показників. Для цього складена загальна результуюча таблиця зі всіма рекомендованими заходами.

**Таблиця 4.15**

Результуюча таблиця

Заходи	Річна економія		Вартість, тис. грн	Термін окупності
	кВт•год/рік	тис.грн• рік	грн.	рік
Утеплення фасаду	23280	25,0	210,0	8,4
Утеплення цокольних стін	8683,1	9,3	116,5	12,5
Заміна вікон	29916	32,1	337,6	10,5
Заміна дверей	53547	57,5	223,8	3,9
Утеплення даху	301	0,3	1,2	3,8
Утеплення перекриття під балконом	2598	2,8	19,0	6,8
Модернізація системи освітлення	4014	7,6	21,2	3,0
Всього	122339	127,1	929,3	7,3

#### **4.4 Визначення фактичного класу енергоефективності адміністративної будівлі**

##### **4.4.1 Теплотехнічні показники будівлі**

Після розробки енергозберігаючих заходів теплотехнічні показники адміністративної будівлі «Оріон» будуть відповідати даними представленими в таблиці 4.15

Таблиця 4.15

## Тепловтрати через огорожувальні конструкції

№	Параметри огорожувальних конструкцій								Тепло- втрати $Q_{огр}$ , Вт
	Наймену- вання конструкції	Вну- трішня розра- хункова темпе- ратура $t_b$ , °C	Розра- хункова темпе- ратура зовні- нього повітря $t_3$ , °C	Різниця темпе- ратур ( $t_b - t_n$ ) $n$ , °C	Орієн- тація	Площа $F$ , м <sup>2</sup>	Коефіцієнт		
							Тепло- переда- чі $K$ , $В_м/(м^2 \cdot$ °C)	Тепло- переда- чі $K$ , $В_м/(м^2 \cdot$ К)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Стіна	20	-25	45	Північ	137,0	0,289	1	1781
2	Стіна	20	-25	45	Південь	68,9	0,289	1	895
3	Стіна	20	-25	45	Захід	100,2	0,289	1	1303
4	Стіна	20	-25	45	Схід	91,0	0,289	1	1183
5	Цокольні стіни	20	-25	45	Північ	65,8	0,254	1	753
6	Цокольні стіни	20	-25	45	Південь	32,4	0,254	1	371
7	Цокольні стіни	20	-25	45	Захід	52,6	0,254	1	602
8	Цокольні стіни	20	-25	45	Схід	48,3	0,254	1	552
9	Вікна	20	-25	45	Північ	33,8	1,250	1	1904
10	Вікна	20	-25	45	Південь	124,6	1,250	1	7007
11	Вікна	20	-25	45	Захід	67,9	1,250	1	3819
12	Вікна	20	-25	45	Схід	49,8	1,250	1	2800
13	Дах	20	-25	45		361	0,186	0,9	3019
14	Підлога на грунті	20	-5	25		364	0,223	1	2028

15	Перекриття під балконом	20	-25	45		2,6	0,187	0,9	22
16	Двері	20	-25	45	Північ	8,6	1,426	0,9	555
17	Двері	20	-25	45	Південь	3,5	1,426	1	226
18	Двері	20	-25	45	Захід	0,0	1,426	1	0
19	Двері	20	-25	45	Схід	1,6	1,426	1	103
Всього									28924

#### 4.4.2 Розрахунок теплових надходжень

Теплонадходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду розраховується за формулою [15]:

$$Q_s = C_v \cdot \xi_v \cdot (F_{Пн} I_{Пн} + F_C I_C + F_{Пд} I_{Пд} + F_3 I_3) \quad (31)$$

$$Q_s = 0,8 \cdot 0,48 \cdot (33,8 \cdot 159 + 124,6 \cdot 386 + 67,9 \cdot 242 + 49,8 \cdot 234) = 31312 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де:

$C_v = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує затінення світлового прорізу непрозорими елементами заповнення, прийнято згідно з таблицею 1 [15];

$\xi_v = 0,48$  – коефіцієнт відносного проникання сонячної радіації відповідно до світлопрозорих заповнень вікон, що приймається за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або згідно з таблицею 1 [15];

$F$  – площа світлових прорізів фасаду будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу,  $m^2$ ;

$I$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, яка спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно орієнтовану за чотирма фасадами будинку,  $кВт \cdot \text{год} / m^2$ , приймається за таблицею 2 [15];

**Таблиця 4.16**

#### Розрахунок теплонадходжень при інсоляції

$Q_s$ , кВт•год		31312	Коефіцієнти	
	Площа вікон, $m^2$	СР Луганськ*		
Північ	33,8	159	Затінення	0,8

			світлового прорізу**	
Південь	124,6	386	відносність проникнення СР***	0,48
Захід	67,9	242		
Схід	49,8	234		

\* Середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно зорієнтовану по чотирьох фасадах будівлі кВт•год/ м<sup>2</sup>, приймається згідно з таблицею 2 [15].

\*\* Коефіцієнт, який враховує затінення світлового прорізу відповідно вікон і зенітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, приймається згідно з таблицею 1 [15].

\*\*\* Коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації, приймається за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або за таблицею 1 [15].

### Внутрішні теплонадходження

Внутрішні теплонадходження протягом опалювального періоду

розраховується за формулою [15]:

$$Q_{\text{вн.п}} = \chi_1 \cdot q_{\text{вн.п}} \cdot z_{\text{оп}} \cdot F \quad (32)$$

$$Q_{\text{вн.п}} = 0,024 \cdot 16,8 \cdot 172 \cdot 665 = 46098 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

де  $\chi_1$  – розмірний коефіцієнт;

$q_{\text{вн.п}}$  – величина теплонадходжень на 1 м<sup>2</sup> розрахункової площі, Вт/м<sup>2</sup>.

Визначається за розрахунковою кількістю людей (90 Вт/чол.), що знаходяться в будинку, освітленням (за встановленою потужністю) та офісної техніки (приймається 60 Вт/м<sup>2</sup>) з урахуванням кількості робочих годин на тиждень – 40 год. Загальна кількість годин на тиждень – 168.

- від людей, що знаходяться в будівлі

$$Q_1 = \frac{(90 \cdot 55 \cdot 40)}{168} / 1000 = 1,2 \text{ кВт}; \quad (33)$$

- від штучного освітлення, приймається в розрахунок потужність системи освітлення 5062 Вт з коефіцієнтом використання 0,8

$$Q_2 = \frac{(5062 \cdot 40 \cdot 0,8)}{168} / 1000 = 1,0 \text{ кВт}; \quad (34)$$

- від техніки, розрахункова потужність 60 Вт/м<sup>2</sup>, з коефіцієнтом використання 0,95, тоді

$$Q_3 = \frac{(665 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 0,95)}{168} / 1000 = 9,0 \text{ кВт}; \quad (35)$$

$$q_{\text{вн.п.}} = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)}{F_p} = \frac{(1,2 + 9,0 + 1,0) \cdot 1000}{665} = 16,8 \text{ Вт/м}^2 \quad (36)$$

$Z_{\text{оп}}$  – тривалість опалювального періода, діб;

$F$  – розрахункова площа будівлі, м<sup>2</sup>

**Таблиця 4.17**

Розрахунок річного енергоспоживання системи освітлення

Система освітлення			
Тип освітлювального приладу	Потужність, Вт	Кількість, шт	Споживання за годину, Вт/год
Розжарювання	12	17	204
Люмінесцентні	18	108	1944
Люмінесцентні	40	8	320
Світлодіодні	9	125	1125
Світлодіодні прожектор	3	2	6
Світлодіодний прожектор	12	17	204
Всього			5062

**Таблиця 4.18**

Розрахунок даних внутрішніх теплонадходжень

Загальна кількість людей, що перебувають на об'єкті	55
У розрахунок прийнято тепловиділення від 1 людини, Вт	90
Обладнання, Вт/ м <sup>2</sup>	60
Потужність системи освітлення, Вт	5062
Робочих днів у добу	8
Тривалість опалювального періоду, діб	172
Розрахункова площа, кв. м	665
Загальні внутрішні теплонадходження, кВт•год	46098

#### 4.4.3 Визначення енергетичних показників будівлі та присвоєння класу енергоефективності

##### Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівлі

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку визначено за формулами [15]:

$$k_{np} = \xi \cdot \frac{\left( \frac{F_{ст.}}{R_{ст.}} + \frac{F_{ок}}{R_{ок}} + \frac{F_{кр.}}{R_{кр.}} + \frac{F_{пол.}}{R_{пол.}} + \frac{F_{перекр.}}{R_{перекр.}} + \frac{F_{дв.}}{R_{дв.}} \right)}{F_{\Sigma}} = \quad (37)$$

$$1,1 \cdot \frac{\left( \frac{397,1}{3,46} + \frac{199,2}{3,93} + \frac{276,1}{0,80} + \frac{361,0}{5,38} + \frac{364,0}{4,49} + \frac{2,6}{5,36} + \frac{13,8}{0,70} \right)}{1614,7} = 0,428$$

де  $\xi=1,1$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловитрати, пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок.

##### Умовний коефіцієнт інфільтрації

Умовний коефіцієнт теплопередачі будівлі, який враховує тепловитрати за рахунок інфільтрації вентиляції визначається за формулою [15] і становить.

$$K_{инф} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_V \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}} = \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 0,676 \cdot 0,85 \cdot 3299 \cdot 1,25 \cdot 0,7}{1613,7} = 0,285 \quad (38)$$

де  $\chi_2 = 0,278$  – розмірний коефіцієнт;

$c$  – питома теплоємність повітря, приймається рівною 1 кДж/(кг•К);

$n_{об} = 0,676$  - середня кратність повітрообміну будинку за опалювальній період, год<sup>-1</sup>, що визначається експериментально або приймається за нормами проектування будинків.

$v_V = 0,85$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку, який враховує наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій;

$\gamma_3 = 1,25$  – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок



інфільтрації, кг/м<sup>3</sup>;

$N=0,7$  – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях;

$F_{\Sigma}$  - сума всіх зовнішніх огорожувальних конструкцій, м<sup>2</sup>;

$V_h$  - опалювальний об'єм, м<sup>3</sup>.

Середня кратність повітрообміну приміщень будівлі за опалювальний період визначена за сумарним повітрообміну за сет вентиляції та інфільтрації за формулою [13]

$$n_{об} = \frac{\left[ \left( \frac{L_v \cdot n_v}{168} \right) + \left( \frac{P_{инф} \cdot \eta \cdot n_{инф}}{168 \cdot \gamma} \right) \right] \left[ \left( \frac{4655 \cdot 40}{168} \right) + \left( \frac{1402 \cdot 0,7 \cdot 168}{168 \cdot 1,25} \right) \right]}{v_v \cdot V_h \cdot 0,85 \cdot 3299} = 0,676 \text{ год}^{-1} \quad (39)$$

де:

$L_v = 4655$  – кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м<sup>3</sup>/год, і дорівнює:  $7 \cdot F_p$ , де  $F_p$  – розрахункова площа громадських будинків, м<sup>2</sup>;

$n_v$  – кількість годин роботи механічної або природної вентиляції протягом тижня;

168 – кількість годин у тижні;

$\eta$  - те саме, що у (38);

$P_{инф} = 0,5 \cdot v_v \cdot V_h = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 3299 = 1402$  – кількість повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, де  $v_v = 0,85$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку. Яким враховується наявність внутрішніх огорожень;

$n_{инф}$  – кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом тижня;

$\Upsilon_3$  – те саме, що у (38);

$V_h$  – те саме, що у (38).

### Загальний коефіцієнт теплопередачі

Загальний коефіцієнт теплопередачі будівлі  $K_{буд}$ , визначений за формулою [15]:

$$K_{\text{буд}} = k_{\Sigma\text{пр}} + k_{\text{інф}} \quad (40)$$

$$K_{\text{буд}} = 0,428 + 0,285 = 0,713 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

### Об'ємно - планувальні характеристики.

Коефіцієнт скління фасаду розраховуємо за формулою [15]:

$$m =_{\text{ск}} \frac{F_{\text{ст}}}{(F_{\text{ст}} + F_{\text{ск}} + F_{\text{д}})} = \frac{199,2}{397,1 + 199,2 + 13,8} = 0,40 \quad (41)$$

де:

$F_{\text{ст}}$  – площа світлопрозорих конструкцій,  $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{ст}} – \text{площа непрозорих огорожувальних конструкції (стіни), } \text{м}^2$ ;

$F_{\text{д}}$  – площа дверей,  $\text{м}^2$ .

Показник компактності будівлі розраховуємо за формулою [15]:

$$\Lambda_{\text{к.будо}} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h} = \frac{1613,7}{3299} = 0,49 \text{ м}^{-1} \quad (42)$$

$F_{\Sigma} = 1613,7$  – загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій,  $\text{м}^2$ .

### Розрахунок втрати теплової енергії

Розрахункові втрати теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду розраховуємо за формулою [15]

$$Q_{\text{рік}} = (Q_{\text{к}} - (Q_{\text{вн.п}} + Q_{\text{с}}) \cdot V \cdot \zeta) \cdot \beta_{\text{н}} \quad (43)$$

де:  $Q_{\text{к}}$  – загальні тепловитрати будинку через огорожувальну оболонку,  $\text{кВт} \cdot \text{год}$ , розраховані за формулою [15]:

$$Q_{\text{к}} = \chi_1 \cdot K_{\text{буд}} \cdot D_{\text{д}} \cdot F_{\Sigma} \quad (44)$$

$$Q_{\text{к}} = 0,024 \cdot 0,428 \cdot 3509 \cdot 1613,7 = 96939 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

$D_{\text{д}}$  – кількість градусо-днів опалювального періоду;

$K_{\text{буд}}$  – за формулою (40);

$Q_{\text{вн.п}}$  – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, за формулою (32);

$Q_{\text{с}}$  – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду,  $\text{кВт} \cdot \text{год}$ , за формулою (31);

$\zeta=0,95$  – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалення [15];  
 $V=0,8$  – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій акумулювати або віддавати тепло під час періодичного теплового режиму [15];  
 $\beta_h=1,13$  – коефіцієнт, що враховує додаткове тепло споживання системи опалення [15];

Знаючи значення складових тепловтрат і теплонадходжень в будівлю, за формулою (2) [15]:

$$Q_{\text{рік}} = (96939 - (48098 + 31312)) \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,13 = 42299 \text{ кВт}\cdot\text{год} \quad (45)$$

### Розрахункове значення питомих тепловитрат

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будівлі розраховуємо за формулою [15]:

$$Q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{V_h} = \frac{42299}{3299} = 12,8 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3. \quad (46)$$

Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період становить  $E_{\text{max}} = (230 \cdot V_h^{-1/3}) = 15,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$  [22].

Нормативні вимоги [22] до питомих тепловтрат на опалення будівлі виконуються, будівля не потребує модернізації.

Обсяг спожитої теплової енергії в умовних одиницях (тони умовного палива) — 7,2 т.у.п.

### Визначення класу енергоефективності

Клас енергоефективності будівлі визначається з результату аналізу виразу [22]:

$$\left[ \frac{(q_{\text{зд}} - E_{\text{max}})}{E_{\text{max}}} \right] \cdot 100 = \left[ \frac{(12,8 - 15,5)}{15,5} \right] \cdot 100 = -17,0 \quad (47)$$

Після реалізації енергозберігаючих заходів клас енергоефективності адміністративної будівлі «В».

## **Висновок**

На базі експериментально-аналітичного дослідження виконано аналіз фактичного споживання енергоресурсів в адміністративній будівлі “Оріон”, розраховано питоме теплове навантаження об’єкту згідно з тепловитратами та теплонадходженнями за опалювальний період.

Проведено тепловізійне обстеження огорожувальних конструкцій об’єкту, виявлено, що нежитлові будинки, які будувалися в Україні в минулому, не відповідають сучасним вимогам до ефективного використання енергетичних ресурсів за рахунок використання застарілих матеріалів і технологій.

Виявлені основні недоліки: недостатнє значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій (стін, дверей, даху, перекриття підлоги, вікон, цокольних стін); використання не енергоефективних освітлювальних приладів.

За результатами енергетичного стану адміністративної будівлі, створеного енергетичного паспорта будівлі та економічних розрахунків втрат розроблена комплексна програма енергозберігаючих заходів по підвищенню енергоефективності нежитлового приміщення, а саме, утеплення фасаду і цокольних стін; заміна вікон; заміна дверей; утеплення даху (суміщене) утеплення перекриття під балконом; модернізація системи освітлення.

Розраховано термін окупності і потенціал енергозбереження, які підвищують клас енергоефективності адміністративної будівлі. Сумарний економічний ефект від впровадження всіх запропонованих заходів – 127,1 тис.грн. Простий термін окупності проекту складе 7,3 року.

## Додатки

**Додаток А**  
**Енергетичний паспорт будівлі**

Таблиця А1 - Загальна інформація

Дата заповнення ( рік, місяць, число)	28.11.2017	
Адреса будинку	г. Северодонецьк, квартал МЖК Мрія, 2	
Рік будівництва	1994	

Таблиця Ф2 - Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°С	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°С	-25
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t$	°С	172
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	$D_d$	°С доба	-0,4
<b>Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку</b>			
Призначення	адміністративне		
Розміщення в забудові	окремо		
Типовий проект, індивідуальний	індивідуальне		
Конструктивне рішення	стінове		

Таблиця Ф3 - Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
<b>Геометричні показники</b>				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	-		
В тому числі:				
- стін	$F_{\text{нп}}, \text{м}^2$	-		397
- цокольні стіни	$F_{\text{нп}}, \text{м}^2$	-	397	199
- вікон	$F_{\text{спв}}, \text{м}^2$	-	199	276
- покриттів (суміщених)	$F_{\text{пк}}, \text{м}^2$	-	276	361
			361	

## Закінчення таблиці Ф3

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
- підлоги по ґрунту	$F_{\text{пол}}, \text{М}^2$	-	364	364
- перекриття під балконами	$F_{\text{пер}}, \text{М}^2$	-	3	3
- дверей	$F_{\text{дв}}, \text{М}^2$	-	14	14
Площа опалюваних приміщень	$F_h, \text{М}^2$	-	1123	1123
Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{I_p}, \text{М}^2$	-	665	665
Опалюваний об'єм	$V_h, \text{М}^3$	-	3299	3299
Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{\text{ск}}$	-	0,40	0,40
Показник компактності будинку	$\Lambda_{\text{к буд}}$	-	0,49	0,49
<b>Теплотехнічні та енергетичні показники</b>				
<b>Теплотехнічні показники</b>				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій:	$R_{\Sigma \text{ пр}}, \text{М}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$			
- стін	$R_{\Sigma \text{ пр ст}}$	3,3	3,46	0,77
- цокольні стіни	$R_{\Sigma \text{ пр ц.ст}}$	3,3	3,93	0,99
- вікон	$R_{\Sigma \text{ пр ок}}$	0,75	0,80	0,32
- покриттів (суміщених)	$R_{\Sigma \text{ пр кр}}$	5,35	5,38	0,36
- підлоги по ґрунту	$R_{\Sigma \text{ пр пол}}$	-	4,49	4,46
- перекриття під балконами	$R_{\Sigma \text{ пр пер}}$	4,95	5,36	0,16
- дверей	$R_{\Sigma \text{ пр пер}}$	0,5	0,70	0,21
<b>Енергетичні показники</b>				
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{\text{буд}}, \text{кВт} \cdot \text{год}/\text{М}^2, (\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{М}^3)$		12,8	73,4
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	$E_{\text{max}}, \text{кВт} \cdot \text{год}/\text{М}^2, (\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{М}^3)$		15,5	15,5
Клас енергетичної ефективності			В	В
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів			25	-
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам			так	ні
Необхідність доопрацювання проекту будинку			ні	так

Таблиця Ф4 - Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
<b>A</b>	<b>Мінус 50 та менше</b>
<b>B</b>	<b>Від мінус 49 до мінус 10</b>
<b>C</b>	<b>Від мінус 9 до 0</b>
<b>D</b>	<b>Від 1 до 25</b>
<b>E</b>	<b>Від 26 до 75</b>
<b>F</b>	<b>76 та більше</b>

Таблиця Ф5 - Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку
<p>Рекомендовано:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Утеплення фасаду та цокольних стін;</li> <li>- Заміна вікон;</li> <li>- Заміна дверей;</li> <li>- Утеплення покриття (суміщення)</li> <li>- Утеплення перекриття під балконом;</li> <li>- Модернізація системи освітлення</li> </ul>

## Додаток Б

## Звіт про технічний стан будівлі

Найменування	Пояснення
Адреса об'єкта	Луганська область р. Сєверодонецьк кв. МЖК «Мрія», будинок 2
Час проведення обстеження	Листопад 2017 року
Рік побудови	1994
Рік і характер виконання останнього капітального ремонту	Капітальний ремонт не проводився
Власник об'єкта	ТОВ Компанія «Оріана»
Конструктивна схема будівлі	Будівля безкаркасне
Кількість поверхів	3 поверхи (2 надземних і 1 цокольний)
Поверховість	2 поверхи
Крен об'єкта	Не встановлено
Встановлення категорії технічного стану в цілому	Офісна будівля "Оріон" знаходиться в працездатному стані
Фундамент будівлі	Не обстежувався
Стіни будівлі	Знаходиться в працездатному стані
Сходова клітка	Знаходиться в працездатному стані
Внутрішня обробка	Знаходиться в працездатному стані
Вікна	Знаходиться в працездатному стані
Підлоги	Знаходиться в працездатному стані
Вимощення будівлі	Знаходиться в працездатному стані
Покрівля	Знаходиться в працездатному стані
Зовнішні ганку	Знаходиться в працездатному стані



## Додаток В

## Повітропроникність

ДБН В.2.6-31:2006, п.5, ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010

Необхідний опір повітропроникності:

$$R_{gн} = \frac{\Delta p}{G_n}$$

$\Delta p = (H - h_i)$	Висота будівлі	Висота половини поверху	$t_3$	$t_b$	$\beta$	$G_n$	$v$ , м/сек	$\Delta p$	$R_{gн}$ необх. опір повітропроникності
$(\gamma_3 - \gamma_b)$	9,5	7,7	-22	21	0,65	0,5	3	6,10	12,21
$\gamma_b$	9,5	4,3	-22	21	0,65	0,5	3	12,8639	
	9,5	1,3	-22	21	0,65	0,5	3	8	25,73
								19,0690	
								3	38,14

$$+0,03\gamma_3 v^2 \beta_v,$$

H - висота будинку (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти), м;

 $h_i$  - висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції i-го поверху, для якого проводиться розрахунок, м; $\gamma_3, \gamma_b$  - питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м<sup>3</sup>, що розраховується за формулами:

$$\gamma_3 = 3463 / (273 + t_3) = 13,80 \text{ Н/м}^3$$

$$\gamma_b = 3463 / (273 + t_b) = 11,78 \text{ Н/м}^3$$

 $v=3$  - максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше, прийнята згідно зі ДСТУ-Н Б В.1.1-27; $\beta_v=0,65$  - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею Т.1 ДБН В.2.6-31:2006; $G_n=0,5$  - допустима повітропроникність огорожувальної конструкції (стіни), що встановлюється згідно з т. 7 ДБН В.2.6-31:2006 залежно від виду огорожувальної конструкції.

Фактичний опір повітропроникності:

$$R_g = \sum_{i=1}^N R_{g_i}$$

	Матеріал 1	Матеріал 2	Матеріал 3	$R_{\Sigma}$
	Цегляна кладка із суцільної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною в одну цеглу і більше	Плити мінераловатні жорсткі	Штукатурка на цементно-піщаному розчині по цегляній кладці	
Опір повітропроникності*, $R_{g_i}$ , м <sup>2</sup> -год Па/кг	18	2	142	162

\*Значення опору повітропроникності прийнято згідно Таблиці Т.2 ДБН В.2.6-31:2006

Виконується умова (12) для повітропроникності непрозорих огорожувальних конструкцій.

$$162 \geq 12,21$$

$$162 \geq 25,73$$

$$162 \geq 38,14$$

## Теплостійкість

Згідно п.4 ДБН В.2.6-31:2006 для житлових та громадських будинків, навчальних та лікувальних закладів обов'язкове виконання умов:

- теплостійкості в літній період року зовнішніх огорожувальних конструкцій

$$A_{\tau_e} \leq 2,5 ;$$

- теплостійкості в зимовий період року температури приміщень:

за наявності центрального опалення

$$A_{t_e} \leq 1,5 ;$$

за наявності теплоакмуляційного опалення:

$$A_{t_e} \leq 2,5 .$$

**Примітка 1.** За наявності в будинку центрального опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря теплостійкість приміщень в холодний період року не визначається.

**Примітка 2.** Теплостійкість огорожувальних конструкцій у літній період року дозволяється не перевіряти якщо зовнішня стіна, що розглядається, має теплову інерцію більше ніж 4;

Теплова інерція зовнішньої стін згідно з ДБН В.2.6-31:2006, п.4.1; Додаток Л

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Коефіцієнт теплосасвоєння матеріалу $S_{ip}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\lambda i$ Вт/(м·К)	Термічн. Опір $R_i = \delta_i / \lambda_i$	$D = S_i \cdot R_i$
Кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	10,9	0,87	0,59	6,39
Внутрішня штукатурка	0,02	10,42	0,87	0,02	0,24
Утеплювач «Технофас»	0,12	0,87	0,045	2,67	2,32
Шар декоративної штукатурки	0,02	9,76	0,81	0,02	0,24
Клейовий розчин	0,002	10,42	0,93	0,00	0,02
$\Sigma R$				3,30	9,21

Виконується умова (Примітка 2 п.4.1. ДБН В.2.6-31:2006) для теплостійкості в літній період року:

$$D = 9,21 \geq 4$$

**Додаток Г**  
**Пакети заходів термомодернізації**

Клас енергетичної ефективності будівлі		
Питоме значення тепловитрат, кВт/м <sup>3</sup>	Розрахункове	Після ТМБ
	83,5	22,8
Клас енергоефективності	F	B

**Потенціал енергозбереження**

Пакет №1 (максимальний)

Заходи	Річна економія		Вартість, тис. грн	Термін окупності
	кВт•год/рік	тис.грн• рік	грн.	рік
Утеплення фасаду	23280	25,0	210,0	8,4
Утеплення цокольних стін	8683,1	9,3	116,5	12,5
Заміна вікон	29916	32,1	337,6	10,5
Утеплення покриття (суміщене)	53547	57,5	223,8	3,9
Утеплення перекриття під балконом	301	0,3	1,2	3,8
Заміна дверей	2598	2,8	19,0	6,8
Модернізація системи освітлення	4014	7,6	21,2	3,0
Всього	122339	127,1	929,3	7,3

Зниження емісії CO<sub>2</sub>: 42 тонн / рік

Пакет №2 (оптимальний)

Заходи	Річна економія		Вартість, тис. грн	Термін окупності
	кВт•год/рік	тис.грн• рік	грн.	рік
Утеплення фасаду	23280	25,0	210,0	8,4
Утеплення цокольних стін	8683,1	9,3	116,5	12,5
Утеплення покриття (суміщене)	53547	57,5	223,8	3,9
Утеплення перекриття під балконом	301	0,3	1,2	3,8
Продовження таблиці				
Заміна дверей	2598	2,8	19,0	6,8
Всього	88409	87,3	570,6	6,5

Зниження емісії CO<sub>2</sub>: 29 тонн / рік

## Пакет №3 (мінімальний)

Заходи	Річна економія		Вартість, тис. грн	Термін окупності
	кВт•год/рік	тис.грн• рік	грн.	рік
Утеплення фасаду	23280	25,0	210,0	8,4
Утеплення цокольних стін	8683,1	9,3	116,5	12,5
Утеплення покриття (суміщене)	53547	57,5	223,8	3,9
Всього	85510	29,0	317,4	10,9

Зниження емісії CO<sub>2</sub>: 28 тонн / рік

Енергетичне обстеження проводилося з метою визначення ефективності споживання енергоресурсів об'єктом, визначення основних споживачів енергоресурсів, визначення найбільших тепловтрат і розробка рекомендацій щодо підвищення рівня енергоефективності об'єкта. Виконаний аналіз фактичного споживання енергоресурсів.

Розраховано питоме теплове навантаження об'єкта згідно тепловтрати і теплонадходження за опалювальний період.

Проведено тепловізійне обстеження огорожувальних конструкцій об'єкта та системи опалення. Розроблено ряд енергозберігаючих заходів, для кожного заходу прорахована допустима економія та термін окупності. Заходи згруповані у різні за обсягом пакети, що дозволяють визначити оптимальну послідовність введення з дотриманням існуючих стандартів.

**Додаток Д**  
**Експлікація**  
**Приміщень до плану поверхів громадського будинку**  
**№2, літер А-2Н, квартал МЖК «Мрія»**  
**місто Сєверодонецьк**

Літер за планом	Поверхи	Номер приміщення	Призначення приміщення	Загальна площа	Корисна площа	Основна площа	Допоміжна площа	Площа літніх приміщень
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А-2Н	Пд	1	Сходова клітина	13,5	13,5		13,5	
		2	Комора	94,8	94,8		94,8	
		3	Комора	3,7	3,7	3,7		
		4	Комора	2,5	2,5	2,5		
		5	Комора	2,7	2,7	2,7		
		6	Склад	14,4	14,4	14,4		
		7	Кабінет	47,5	47,5	47,5		
		8	Склад	16,3	16,3	16,3		
		9	Кабінет	47,9	47,9	47,9		
		10	Кабінет	16,1	16,1	16,1		
		11	Кабінет	31,9	31,9	31,9		
		12	Коридор	7,3	7,3		7,3	
		13	Комора	7,1	7,1	7,1		
		14	Комора	7,7	7,7	7,7		
		15	Комора	15,7	15,7	15,7		
			<b>Підсумок</b>	<b>329,1</b>	<b>329,1</b>	<b>213,5</b>	<b>115,6</b>	
І	І	І	Тамбур	2,9	2,9		2,9	
		ІІ	Тамбур	3,0	3,0		3,0	
		ІІІ	Сходова клітина	13,5	13,5		13,5	
		1	Кабінет	16,8	16,8	16,8		
		2		117,4	117,4		117,4	
		3	Кабінет	14,8	14,8	14,8		
		4	Кабінет	15,0	15,0	15,0		
		5	Кабінет	15,8	15,8	15,8		
		7	Кабінет	16,4	16,4	16,4		
		9	Кабінет	14,4	14,4	14,4		
		10	Кабінет	10,4	10,4	10,4		
		11	Коридор	4,2	4,2		4,2	
		12	Кабінет	16,4	16,4	16,4		
		13	Кімната	4,1	4,1	4,1		
		14	Умивальня	3,7	3,7		3,7	
		15	Убиральня	5,0	5,0		5,0	
		16	Щитова	7,8	7,8		7,8	
				17	Кімната	5,5	5,5	5,5
		18	Кімната	4,1	4,1	4,1		

		19	Коридор	4,4	4,4		4,4	
		20	Кабінет	17,3	17,3	17,3		
		21	Кабінет	12,1	12,1	12,1		
		22	Кабінет	11,5	11,5	11,5		
			Підсумок	336,5	336,5	174,6	161,9	
	II	I	Сходова клітина	16,6	16,6		16,6	
		1	Коридор	69,6	69,6		69,6	
		2	Кабінет	22,0	22,0	22,0		
		3	Кімната	5,7	5,7	5,7		
		4	Кабінет	14,3	14,3	14,3		
		5	Кабінет	30,8	30,8	30,8		
		6	Кабінет	11,7	11,7	11,7		
		7	Коридор	5,0	5,0		5,0	
		8	Коридор	5,1	5,1		5,1	
		9	Кабінет	18,0	18,0	18,0		
		10	Кабінет	22,2	22,2	22,2		
		11	Кабінет	15,4	15,4	15,4		
		12	Приймальня	18,6	18,6	18,6		
		13	Кабінет	13,1	13,1	13,1		
		14	Кабінет	36,1	36,1	36,1		
		15	Умивальня	5,2	5,2		5,2	
		16	Убиральня	4,3	4,3		4,3	
		17	Комора	4,3	4,3	4,3		
		18	Кабінет	17,0	17,0	17,0		
		19	Приймальня	9,0	9,0	9,0		
		20	Кабінет	21,1	21,1	21,1		
		21	Кімната	4,3	4,3	4,3		
			Балкон	1,2				1,2
			Балкон	1,4				1,4
			Підсумок	372,0	369,4	263,6	105,8	2,6
A		1	Кабінет	27,1	27,1	27,1		
			Підсумок	27,1	27,1	27,1		
			Разом	1064,7	1062,1	678,9	383,3	2,6

**Список літератури:**

1. Енергоаудит як інструмент енергозбереження Тиршу С. М., Зайців Д. О., Голуб В. В. Інститут енергетики Академії наук Молдови. 2013р.
2. Енергоаудит. Лекції Прокопенко В.О. доц., к. т. н. Інститут енергозбереження та енергоменеджменту. Іжевськ.
3. metallurgy.zp.ua
4. Збірник матеріалів передового вітчизняного і зарубіжного досвіду в галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності. "Національний дослідницький технологічний університет "Місіс"". 2014р.
5. <http://journal.esco.co.ua>
6. Розвиток ринку енергетичного аудиту: міжнародний і російський досвід. Кабашкін С. А. 2011р.
7. <http://www.energo-pasport.com>
8. Навчально-методичне керівництво з енергетичного експрес-аудиту. Під загальною редакцією д. т. н. А. Новосельцева та д. т. н. Р. Таткесвой. Астана. 2014р.
9. [www.journal.esco.co.ua](http://www.journal.esco.co.ua)
10. <https://energobelarus.by>
11. Рекомендації по проектуванню і монтажу ізоляційних систем фундаментів із застосуванням матеріалів компанії Техноніколь / ТОВ «Техноніколь». – Електрон. альбом. – М, 2015. - режим доступу до альбому: [http://www.tn.ru/library/?pp\\_id=rpo&select\\_mode=full](http://www.tn.ru/library/?pp_id=rpo&select_mode=full).
12. Фасади / ТОВ «Техноніколь». – Електрон. альбом. – М, 2015. – режим доступу до альбому: [http://www.tn.ru/library/?pp\\_id=rpo&select\\_mode=full](http://www.tn.ru/library/?pp_id=rpo&select_mode=full).

**Нормативна база:**

13. ДБН В.1.2-11-2008 Основні вимоги до будівель і споруд економія енергії.
14. ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 Будівельна кліматологія
15. ДСТУ НБ А.2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та

реконструкції.

16. СНиП 2.04.05-91 Опалення, вентиляція і кондиціонування.

17. ДСТУ 4065-2001. Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги.

18. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації.

19. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація й загальні технічні вимоги.

20. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

21. ДБН В.2.5-39:2008 Теплові мережі

22. ДБН В 2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.

23. Зміна №1. ДБН В.2.6-31:2006

24. ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції зовнішніх стін фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування та експлуатації.

25. Наказ Державного комітету України з енергозбереження від 25 жовтня 1999 року N 91.

26. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід і каналізація»

27. ДСТУ Б В. 2.6-189 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.