

Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут економіки та менеджменту
Кафедра менеджменту

Пояснювальна записка до дипломної роботи

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

«Проект переходу на відновлюванні джерела енергії
Дядьковицького ліцею Дядьковицької сільської ради»

Виконав: студент 2 курсу, групи УПм-61
спеціальності 073 «Менеджмент».

Освітня програма «Управління проектами»
Хашім Рагаб Елфеїтурі

Науковий керівник: доцент, к.е.н.
Костюкевич Руслан Миколайович

Рецензент: професор, д.с-г.н.
Клименко Олександр Миколайович

Рівне 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	5
1.1. Енергоменеджмент у комунальних установах.....	5
1.2. Принципи менеджменту якості як основа управління проєктами з енергоефективності.....	16
1.3. Моделі фінансування енергоефективних заходів у бюджетній сфері..	19
Висновки до розділу 1	28
РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ ОПОРНОГО ЗАКЛАДУ «ДЯДЬКОВИЦЬКИЙ ЛІЦЕЙ» ДЯДЬКОВИЦЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ РАДИ	30
2.1. Аналіз споживання енергоресурсів в опорному закладі «Дядьковицький ліцей».....	30
2.2. Аналіз сучасних систем забезпечення енергонезалежності будівель ...	35
2.3. Нормативно-правові основи запровадження заходів з енергоефективності будівель	48
Висновки до розділу 2	62
РОЗДІЛ III. ПРОЄКТ ЗАПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДЯДЬКОВИЦЬКОМУ ЛІЦЕІ	64
3.1. Запровадження системи енергоменеджменту в опорному закладі «Дядьковицький ліцей»	64
3.2. Проєкт застосування енергоефективних заходів в будівлі опорного закладу.....	69
3.3. Прогноз економічних результатів проєкту запровадження заходів з енергоефективності.....	79
Висновок до розділу 3	85
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	90

ВСТУП

Актуальність. Енергоємність ВВП України є однією з найбільших в світі. Показник енергоефективності української економіки, що розраховується за рекомендаціями Міжнародного енергетичного агентства, складає 57,8 % від рівня ЄС.

Варто зауважити, що високий рівень енергоємності ВВП значною мірою зумовлений високою часткою ресурсо- та енергоємних виробництв у структурі економіки України: металургія, хімічна промисловість, гірничодобувна промисловість. До того ж, низька енергоефективність у секторі енергопостачання та високі питомі енерговитрати на опалення і постачання населенню гарячої води. Середня ефективність використання вугілля у тепловій енергетиці України майже є у 1,5 рази нижчою порівняно з сучасними технологіями, втрати електроенергії у мережах є вдвічі вищими, ніж у Німеччині і США, а середньорічне споживання енергії у житловому господарстві становить близько $270 \text{ кВт}\cdot\text{г}/\text{м}^2$, що майже вдвічі більше, ніж у європейських країнах з аналогічними кліматичними умовами.

Разом з тим, в Україні є значний потенціал енергозбереження, основна частина якого зосереджена у житловому секторі (34 %), промисловості (28 %) та у секторі трансформації енергії на ТЕС (21 %). На сектор послуг і сільське господарство припадає, відповідно, 12 % та 4 % потенціалу енергозбереження, а на будівництво – близько 1 % сукупного енергозбереження через порівняно незначний обсяг прямого енергоспоживання.

Потенціал енергозбереження і підвищення енергоефективності у цілому можна зіставити з потенціалом зростання економічних показників всього виробництва первинної енергії і ресурсної бази. Досягнення Україною середнього рівня енергоефективності такого ж як в ЄС знизить споживання енергії на 32,3 мільйони тон нафтового еквівалента, що відповідає приблизно 40 мільярдам кубометрів природного газу. Цей показник майже дорівнює обсягу споживання природного газу в Україні. Потрібно також враховувати те,

що проекти енергоефективності одночасно сприяють скороченню викидів парникових газів і зниженню впливу на навколишнє середовище.

Мета дипломної роботи – розробити проєкт запровадження енергоефективних заходів в Дядьковицькому ліцеї.

Об’єктом дослідження є Дядьковицький ліцей Дядьковицької сільської ради Рівненського району Рівненської області.

Предметом дослідження є процеси енергоспоживання в Дядьковицькому ліцеї.

Джерела інформації – наукові праці та прикладні дослідження вітчизняних і закордонних вчених з проєктного менеджменту, енергоефективності. Аналітична частина роботи побудована на даних енергоменеджменту Дядьковицького ліцею.

Структура дипломної роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури і додатків. У вступі розкрито актуальність, мету і завдання дослідження. У першому розділі наведено теоретичні основи управління проєктами енергоефективності у бюджетних установах. У другому розділі проводиться комплексний аналіз системи енергозабезпечення Дядьковицького ліцею. Третій розділ спрямований на розроблення проєкту запровадження енергоефективних рішень в Дядьковицькому ліцеї. Висновки містять узагальнення досягнутих результатів дослідження.

I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

1.1. Енергоменеджмент у комунальних установах

Запровадження енергоефективних заходів буде малорезультативним, якщо такі проекти будуть реалізовуватись без організації належної системи управління витратами енергоресурсів – *енергетичного менеджменту*.

Енергетичний менеджмент - це постійно діюча на підприємстві система, метою функціонування якої є послідовне зниження рівня енергоспоживання до того мінімального значення, яке необхідно для виробництва (надання послуг).

Мета функціонування енергоменеджменту - послідовне зниження споживання енергоресурсів до того мінімального рівня, який необхідний для здійснення виробничої діяльності підприємства з дотриманням всіх необхідних умов ведення даної діяльності.

Результат дії енергетичного менеджменту - зменшення енерговитрат підприємства за рік (або будь-який інший період).

Для успішного виконання зазначених завдань необхідно забезпечити ефективне функціонування наступних підсистем:

- моніторинг енергоспоживання;
- планування впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- залучення джерел фінансування заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- контроль за ефективністю впровадження заходів з енергозбереження;
- навчання персоналу структурних підрозділів;
- мотивація ощадного енергоспоживання.

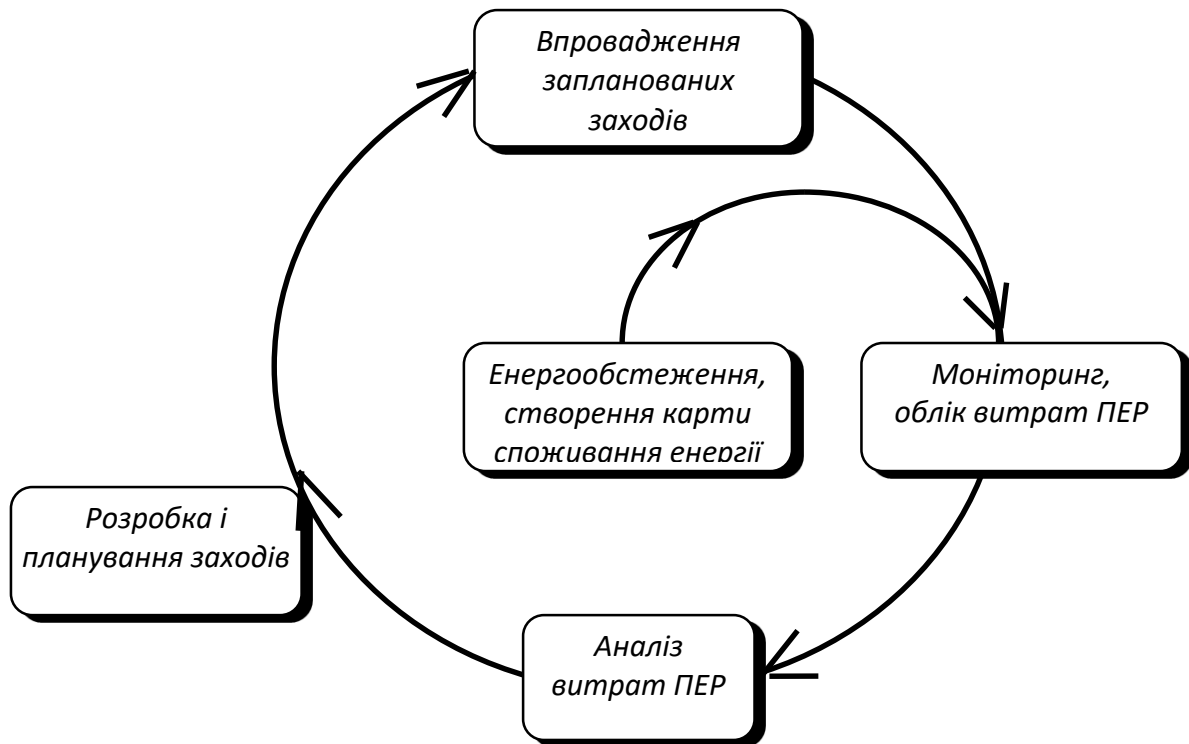


Рис. 1.1. Цикл функціонування енергетичного менеджменту

Енергетичний менеджмент на підприємстві діє за певним циклом. Цикл становить основу енергоменеджменту та включає в себе послідовність стандартних дій щодо будь-якого об'єкта енергоспоживання. Об'єктом енергоспоживання може бути як заклад в цілому, так і його складові підрозділи (котельні, теплові пункти або окреме енергоємне обладнання, котли, насосні агрегати).

Як будь-яка інша система, енергетичний менеджмент являє собою сукупність його складових елементів і взаємозв'язок між ними. Складовими елементами енергоменеджменту є:

- 1) навчений персонал;
- 2) сучасний автоматизований облік енергоресурсів;
- 3) аналіз енергоспоживання і прийняття управлінських рішень.

Обов'язковою умовою ефективного енергоменеджменту є наявність всіх трьох складових елементів енергетичного менеджменту. У разі відсутності хоча б одного елемента енергетичний менеджмент не буде являти собою

систему енергозбереження, що зведе до мінімуму ефект енергозберігаючої політики на підприємстві.

Навчений персонал - це мозок енергетичного менеджменту і являє собою спеціальну штатну структуру, склад якої може коливатися від одного до декількох фахівців-енергоменеджерів, в залежності від величини підприємства, номенклатури споживаних енергоресурсів та ін. Енергоменеджер (и) в своїй роботі керуються спеціальними нормативними документами, які регламентують їх діяльність на підприємстві.

Призначення енергоменеджерами невідготовлених людей без чітких функцій, крім дискредитації енергозбереження та додаткового хаосу і бюрократії, підприємству нічого не принесе.

Енергоменеджери покликані бути не сторонніми реєстраторами неефективного використання енергоносіїв (для цього існують спеціальні державні структури), а організаторами впровадження енергоефективних організаційних і технічних заходів. У цьому сенсі вони повинні розвантажити інженерно-технічний персонал, який займається енергозабезпеченням виробництва і експлуатацією енергообладнання.

Основними задачами підсистеми моніторингу енергоспоживання є:

- вчасне виявлення випадків перевитрат енергоресурсів, аварійних ситуацій та недотримання нормативних умов перебування відвідувачів та персоналу;
- збір даних про фактичне споживання енергоресурсів;
- збір даних про фактори, що впливають на рівень споживання енергоресурсів;
- збір даних про параметри мікроклімату в будівлях;
- аналіз ефективності використання енергоресурсів в порівнянні з аналогічними закладами та нормативними значеннями;
- контроль за ефективністю експлуатації будівель і інженерних систем;

- визначення фактичного рівня досягнутої економії в результаті впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- формування переліку закладів/будівель, що потребують першочергового поглибленого аналізу та/або впровадження додаткових заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- створення підґрунтя для впровадження стимулювання ощадного енергоспоживання шляхом впровадження об'єктивних показників ефективності енергоспоживання.

Технічний облік енергоресурсів - це комплекс сучасних автоматизованих засобів обліку, за допомогою яких енергоменеджери підприємства можуть здійснювати оперативний контроль витрат тих чи інших енергоресурсів і їх параметри.

Чим вище рівень технічних засобів обліку, тим вище якість роботи з управління витратами енергоресурсів і досягаються результати. Технічні засоби обліку витрат ПЕР повинні виконувати наступні функції:

- Забезпечувати облік всіх вхідних і вихідних енергетичних і матеріальних потоків по підприємству і його підрозділам.
- Забезпечувати облік всіх вхідних і вихідних енергетичних і матеріальних потоків по підприємству і його підрозділам.
- Забезпечувати автоматичний контроль енергоспоживання установками великої одиничної потужності і безперервного технологічного процесу.
- Забезпечувати можливість подальшого розвитку і подальшої сумісності з системами програм фінансового менеджменту для оперативного управління вартістю продукції (послуг).
- Забезпечувати для оперативного експлуатаційного персоналу сталість доступу до інформації, як в табличному вигляді, так і у вигляді всіляких діаграм і графіків. Система повинна сповіщати

персонал про відхилення енергоспоживання від заданих величин і допомагати реагувати на причини зростаючої витрати енергії.

- Автоматично виводити матеріальні та енергетичні баланси підприємства та його підрозділів, обчислювати питомі витрати і будувати графіки основних тенденцій.

Енергоменеджери підприємства використовують певні методики для обробки і аналізу даних про енергоспоживання. На підставі проведеного аналізу енергоменеджери приймають рішення, пов'язані з підтриманням оптимального рівня витрат енергоносіїв. Після цього дані рішення оперативно впроваджуються.

Початок функціонування енергетичного менеджменту на підприємстві покликаний забезпечити енергетичний аудит, який повинен бути виконаний енергосервісної фірмою. У завдання енергоаудиту входить:

- Вимірювання потоків всіх видів енергії.
- Складання енергетичних балансів за видами енергії.
- Встановлення залежностей витрат енергії від факторів, що впливають.
- Розробка можливостей енергозбереження.

Енергоаудит дозволяє визначити реально досяжні оптимальні рівні енергоспоживання при існуючій техніці і технології.

Енергоаудит дає цінну інформацію для прийняття ефективних управлінських рішень щодо зниження енерговитрат підприємства.

Використовуючи автоматизовану систему контролю та обліку енергоресурсів (АСКОЕ), енергоменеджери постійно відстежують величину споживання всіх енергоресурсів, споживаних підприємством на технологічні і господарсько-побутові потреби. Моніторинг споживання енергії ведеться як по котельним, так і по особливо енергоємному обладнанню. У процесі моніторингу відбувається накопичення інформації про енергоспоживання об'єктів. На підставі цієї інформації енергоменеджери мають можливість:

- формувати енергетичні баланси різного профілю за будь-який період,

- визначати базові залежності енергоспоживання від визначальних чинників,
- проводити аналіз ефективності використання енергії.

Маючи накопичену статистичну інформацію щодо витрат енергоресурсів і значень факторів, які визначають дані витрати енергії, слід визначити базові, при сьогоdnішньому рівні техніки і технології виробництва, залежно енергоспоживання від визначальних чинників - випуску продукції, температури навколишнього середовища, тощо.

Інформація про енергоспоживання повинна бути у вигляді відомості із зазначенням відхилень від базових значень і графіків. Приклад такої відомості наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Відомість моніторингу енергоспоживання

Доба	Кількість градусодіб	Значення витрат ПЕР				Відхилення $Q_{\text{факт}} - Q_{\text{баз}}$ (+/-)	Тариф, грн./од. ПЕР	Вартість ПЕР, грн.
		Фактичні витрати $Q_{\text{факт}}$	Од. зм.	Базові витрати $Q_{\text{баз}}$	Од. зм.			
01.01.21								
02.01.21								
03.01.21								
-----	-----	-----	----- -	-----	-----	-----	-----	-----
31.01.21								
ВСЬОГО								

У разі відхилення значення енергоспоживання від оптимального в більшу сторону, енергоменеджер повинен розібратися з причиною відхилення і дати відповідні вказівки для приведення енергоспоживання до нормативного значення. У складних випадках для цих цілей може бути використана допомога консультантів сторонніх організацій.

Випадки зменшення витрати енергії аналізуються з тією ж ретельністю, оскільки вони можуть бути наслідком помилок системи обліку або вигідного енергетичного режиму в рамках існуючої технології. Якщо зменшення витрат не помилка обліку, режим зниженого витрати енергії вводиться як стандартний для всіх змін експлуатаційного персоналу.

Заходи можуть розроблятися як самими енергоменеджерами підприємства, так і з залученням зовнішніх фахівців. Після прийняття рішення про впровадження ВЕС готується бізнес-план для керівництва Підприємства або інвестора. Бізнес-план повинен також містити розгорнутий економічний аналіз вигоди пропонованого заходу із зазначенням показників внутрішньої норми рентабельності IRR і дисконтованого доходу NPV.

Після вирішення всіх питань з технікою і економікою необхідно виконати правильну закупівлю обладнання не тільки за ціновими показниками, хоча і це важливо, але і за якістю з урахуванням можливих експлуатаційних і ремонтних витрат в процесі експлуатації. Потім слід вибрати виконавців, оцінивши попередній досвід їх роботи на інших об'єктах, відгуки та перевірку на місцях результатів роботи.

На даному етапі складаються мережеві графіки впровадження проекту, укладаються контракти з виконавцями і проводяться роботи по монтажу, пуску і наладці енергоефективного обладнання «під ключ».

Передачею в постійну експлуатацію нового обладнання, або технології, цикл енергетичного менеджменту замикається.

Далі система енергетичного менеджменту здійснює наступний цикл, як показано на рис. 1.1.

Обов'язки з контролю і дотримання режиму відпуску теплової енергії відповідно до приєднаного теплового навантаження та температурного графіка, заповнення технологічної карти роботи котелень покласти на операторів котелень.

Регулярний контроль над виконанням вищенаведених обов'язків операторів, а також періодичний аналіз ефективності роботи котельних агрегатів за допомогою портативного газоаналізатора покласти на начальників котелень.

У структурі управління підприємства необхідно створити структурний підрозділ енергоменеджменту (посада енергоменеджера). Функції - загальне керівництво процесом моніторингу та аналізу енергоспоживання, виявлення

причин перевитрати ПЕР, оперативне їх усунення за допомогою організаційних заходів, звітність перед керівництвом підприємства.

Всі перераховані вище співробітники повинні пройти профільне навчання за спеціальністю «енергоменеджмент підприємств».

Навчання фахівців-енергоменеджерів має включати в себе наступне:

- загальне уявлення про цілі і завдання енергетичного менеджменту;
- особливості практики енергозбереження для типових технічних систем;
- методи вимірювань матеріальних і енергетичних потоків;
- складання балансів;
- використання методів прикладної статистики в прикладах контролю і нормалізації енергоспоживання;
- практика розробки можливостей енергозбереження для типових елементів технологічного обладнання і технічних систем підприємства;
- практична робота на об'єктах енергозбереження.

Необхідно розробити і затвердити пакет документів, що становлять нормативну базу функціонування енергоменеджменту на підприємстві, який повинен включати в себе наступні документи:

- наказ про створення системи енергетичного менеджменту.
- положення про штатну структуру енергетичного менеджменту;
- посадові інструкції енергоменеджерів;
- положення про бюджет енергозбереження;
- положення про преміювання за економію ПЕР;
- відомість економічних показників по споживанню енергоресурсів;
- рапорти про енергоефективність енергоспоживання;
- інші документи за необхідності.

Всі джерела генерації теплової енергії повинні бути оснащені в повному обсязі наступними приладами контролю і обліку витрат ПЕР:

- ультразвукові витратоміри рідкого палива, ваги твердого палива, мінімум один на котельню (загальний облік);

- електронні лічильники електричної енергії (активної і реактивної), мінімум дві од. на вводі в котельню, в подальшому датчики потужності на окремі групи електроприймачів (тягодуттьові механізми, мережеві і підживлювальні групи насосів);
- ультразвукові двоканальні лічильники теплової енергії на кожному виводі в теплову мережу, при необхідності - на власні потреби котельні;
- витратоміри мережної води на кожен з встановлених котлів;
- витратоміри підживлювальної води;
- термометри і манометри в повному обсязі на контурах окремих котлів.
- портативні (переносні) газоаналізатори (один на поселення) для аналізу ефективності роботи котлів.

Всі перераховані вище лічильники / витратоміри повинні бути оснащені стандартними інтерфейсами зв'язку.

У межах кожної котельні організувати сервер збору даних про параметри технологічного режиму. Параметри повинні фіксуватися автоматично через певні інтервали часу, зберігатися в архіві сервера.

Основними задачами системи енергетичного менеджменту на місцевому рівні є:

- підтримання витрат на енергоносії в бюджетній сфері на мінімально можливому (з врахуванням існуючого технічного стану) рівні з одночасним підтриманням умов перебування відвідувачів та персоналу на рівні, що відповідає діючим нормативним документам;

- підготовка та впровадження технічних та організаційних заходів щодо зниження витрат бюджету на енергоносії та покращення умов перебування відвідувачів та персоналу;

- впровадження системи стимулювання ощадного використання енергоресурсів на всіх рівнях управління міста.

Планування впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання. В зазначеній підсистемі ключовими завданнями є наступні:

- на основі інформації отриманої від підсистеми моніторингу детальний аналіз ефективності енергоспоживання та шляхів її підвищення найбільш енергозатратних будівель;
- проведення деталізованих енергетичних аудитів для формування переліку заходів та об'єктів для першочергового впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання, визначення їх технічних та фінансових показників;
- підготовка технічних завдань на реалізацію проектів з підвищення ефективності енергоспоживання та окремих заходів;
- збір та аналіз даних щодо впровадження заходів пов'язаних зі зниженням енергоспоживання (капітальних та поточних ремонтів, реконструкцій тощо) іншими підрозділами.

Залучення джерел фінансування заходів з підвищення ефективності енергоспоживання. Дана підсистема забезпечує:

- аналіз доступних джерел фінансування заходів з підвищення ефективності енергоспоживання в тому числі: бюджет громади, кошти міжнародних фінансових установ (грантові та кредитні), кошти комерційних банків, участь громадських організацій;
- підготовка інформації щодо умов фінансування з різних джерел;
- підготовка та супровід заявок на отримання фінансування;

Контроль за ефективністю впровадження заходів зі зниження енергоспоживання. Забезпечення ефективності впровадження заходів включає:

- контроль за реалізацією технічних заходів на етапах розробки проектної документації, виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт, подальшого сервісного обслуговування;

- контроль за показниками енергоспоживання до та після реалізації заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;

- оцінювання ефективності вкладення коштів в енергоефективні заходи та функціонування системи енергоменеджменту;

- організацію сервісного обслуговування заходів зі зниження енергоспоживання, в тому числі підготовку відповідних інструкцій та регламентів для персоналу та сервісних компаній.

Навчання персоналу відповідального за ощадне енергоспоживання
Навчання з питань ощадного енергоспоживання здійснюється:

- в процесі впровадження системи енергетичного менеджменту та періодично не рідше ніж 1 раз на рік;

- після впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;

Мотивація ощадного енергоспоживання
Мотивація ощадного енергоспоживання може бути реалізована за рахунок введення рейтингових показників пов'язаних з ефективністю енергоспоживання, що впливають зокрема на:

- грошове забезпечення відповідального персоналу; - черговість реалізації заходів в окремих закладах;

- прив'язки виплати винагороди компаніям, що займаються обслуговуванням об'єкту до досягнених показників економії тощо.

1.2. Принципи менеджменту якості як основа управління проєктами з енергоефективності

Для успішного керівництва організацією і її функціонування необхідно управляти нею систематично. Успіху може бути досягнуто в результаті впровадження і підтримки в робочому стані системи менеджменту якості, розробленої для постійного поліпшення діяльності з урахуванням потреб усіх зацікавлених сторін. Управління організацією включає менеджмент якості разом із іншими аспектами менеджменту.

Використовуючи вісім принципів менеджменту якості, які визначені в ISO 9000–2001, для того щоб вище керівництво могло керуватися ними з метою поліпшення діяльності організації, було розроблено модель досягнення успіху організацією, що включає наступні елементи (1):

1. Управління на основі процесів (процесний підхід).

Бажаний результат досягається ефективніше, коли діяльністю і відповідними ресурсами управляють як процесами.

2. Залучення до розвитку співробітників.

Працівники всіх рівнів складають основу організації, і їх повне залучення до процесу розвитку дає можливість організації з найбільшою віддачею використовувати їх здібності.

3. Безперервне навчання і вдосконалення процесів.

Постійне поліпшення діяльності організації в цілому слід розглядати як її незмінну мету.

4. Розвиток партнерства.

Організація і її постачальники взаємозалежні, і відносини взаємної вигоди підвищують здатність обох сторін створювати цінності.

5. Корпоративна соціальна відповідальність.

Розвиток у співробітників організації відповідального ставлення до виконуваних функцій і їх результатів, а також корпоративного духу і культури за допомогою розробки мотиваційних програм, проведення корпоративних заходів.

6. Орієнтація на результат.

Виявлення, розуміння і менеджмент взаємозв'язаних процесів як системи сприяють результативності і ефективності організації під час досягнення її цілей.

7. Фокусування на клієнті.

Організації залежать від своїх клієнтів, і тому повинні розуміти їх поточні і майбутні потреби, виконувати їх вимоги і прагнути перевершити їх очікування.

8. Лідерство і незмінність цілей.

Керівники забезпечують єдність цілей і напрямів діяльності організації. Їм слід створювати і підтримувати комфортне внутрішнє середовище, в якому працівники можуть бути повністю залучені до вирішення завдань організації.

Поряд з проектуванням нових структур важливе завдання в проектах по реорганізації - їх впровадження. Управління змінами охоплює всі заплановані, регульовані, організовані та контрольовані зміни в стратегії, структурі, бізнес-процесах. Як правило, виділяють фази планування, реалізації і контролю, причому фаза реалізації стоїть саме на першому плані.

Щоб забезпечити успішне впровадження запланованих змін, необхідно вже на етапі розробки нової організаційної структури поряд з метою приймати до уваги шляхи її досягнення. Особливо важливо ще до початку реалізації проекту доступно і зрозуміло пояснити всім співробітникам необхідність змін та їх суть, а також планований порядок дії. Роз'яснення змін чинить вирішальний вплив на успіх проекту і його схвалення в середовищі

співробітників. Дослідження показують, що лише близько 15% помилок в проектах по реінжинірингу процесів можна віднести до виробничо-економічної або техніко-організаційній сфері. А решта відбуваються через брак інформації та недостатньої підготовленості співробітників.

Універсального методу впровадження, який підходив би для будь-якого проекту, не існує. Враховуючи економічні, політичні та культурні особливості розглянутого підприємства, слід вибирати і раціонально комбінувати різні заходи. Важливими визначальними факторами є:

- 1) загальний обсяг робіт по реорганізації;
- 2) чисельність задіяних співробітників;
- 3) кількість і значимість порушених процесів;
- 4) масштаби змін (революція або еволюція);
- 5) встановлені часові рамки;
- 6) переважаючий стиль управління.

Способи впровадження та порядок дій необхідно вибирати виходячи з конкретної ситуації.

Відомі три варіанти впровадження нових процесів і пов'язаної з ними організаційної структури:

- 1) впровадження нових процесів з наступною адаптацією організаційної структури;
- 2) реалізація нової організаційної структури з подальшим впровадженням процесів;
- 3) одночасне впровадження нової організаційної структури і нових процесів.

Перший і другий варіанти пов'язані з меншим масштабом одночасних змін, що краще піддається контролю і скорочує ризик. Однак, враховуючи тісний взаємозв'язок впровадження процесів і організаційною структурою, більш кращий варіант одночасного впровадження. Досить часто впровадження нових процесів в середовищі з незмінною організаційною структурою не представляється можливим, або ж пов'язане з втратами в результаті неминучих розбіжностей. Проблеми виникають із-за того, що:

- 1) в нових процесах можуть брати участь організаційні одиниці, які не існували до реорганізації;
- 2) співробітники, які повинні спільно виконувати певні завдання, можуть перебувати фізично в різних місцях.

Аналогічні проблеми виникають і при зворотному порядку дій. Після зміни організаційної структури багато процесів, які раніше були більш або менш налагоджені, починають функціонувати з перебоями. Існує також небезпека, що в результаті тимчасової адаптації виникнуть спонтанні небажані процеси, які знову доведеться руйнувати, створюючи додаткову нестабільність всередині підприємства. (1)

1.3. Моделі фінансування енергоефективних заходів у бюджетній сфері

Україна є однією із найбільш енергоємною країною в світі. Обсяги споживання енергії у нафтовому еквіваленті становлять біля 92 млн.тон. Для досягнення середньосвітового рівня споживання енергії потрібно було б скоротити споживання енергії до 50 млн.тон (рис.1.2).

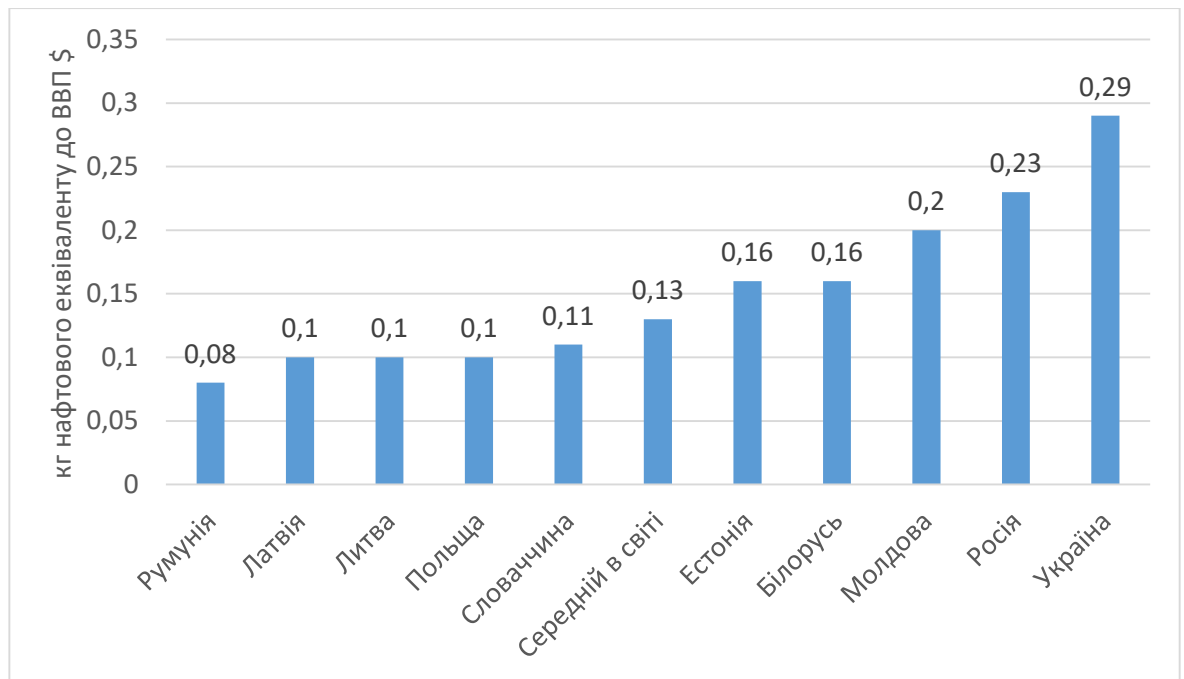


Рис. 1.2. Енергоємність економік вибраних країн у 2015 році (1)

Відповідно до чинного Національного плану дій з енергоефективності, Україна взяла на себе зобов'язання досягти 9% (або 6,5 млн тне) зменшення енергоспоживання до 2020 року порівняно з рівнем 2005-2009 років. Встановлена ціль була досягнута ще у 2013 році, однак, головним фактором стало не впровадження енергоефективних заходів, а економічний спад у країні (з 2008 по 2016 рік реальний ВВП України знизився на 19,5%) та втрата контролю над частиною території (Крим та територія проведення АТО).

Основою для впровадження енергоефективності в бюджетних будівлях має стати інвентаризація та створення відповідної бази даних принаймні з базовими технічними та енергетичними параметрами. На основі цієї бази даних будівлі мають бути пріоритизовані та розроблені відповідні плани заходів та програми щодо їх реновації.

Для фінансування енергоефективності в бюджетних будівлях можуть використовуються такі джерела, як:

- власні кошти органів влади;
- кошти банківських установ;

- державна підтримка енергоефективності – Фонди регіонального розвитку та інші;
- кошти міжнародних фінансових організацій (безповоротні та кредитні);
- ЕСКО (проекти «під ключ»);
- випуск облігацій.

Наприклад, в країнах Європейського Союзу використовуються різні фінансові інструменти для фінансування енергоефективних заходів (рис.1.3).

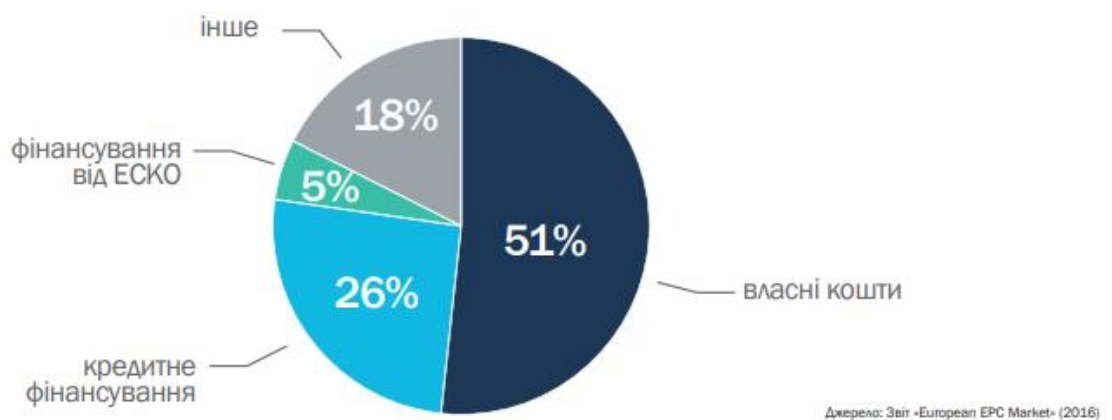


Рис. 1.3. Структура фінансування енергоефективних проектів в бюджетних будівлях країн ЄС

Найбільш розповсюдженим джерелом фінансування енергоефективних проектів є використання власних ресурсів органів влади. Проте власні ресурси завжди обмежені та не дозволяють забезпечити масштабну реалізацію реформи енергоефективності. Важливе значення, протягом останніх років, відіграє донорське фінансування інфраструктурних проектів, в тому числі з енергоефективності. На разі в Україні існують програми кредитування від ЄБРР, ЄІБ, НЕФКО та Е5Р. В рамках програм, окрім фінансування, муніципалітети можуть отримати технічну та консультаційну підтримку при впровадженні проекту. Ресурсний потенціал таких програм повинен завдати напрямок у реалізації проектів

енергоефективності, але не може покрити необхідну інвестиційну потребу в секторі.

Питання обмеженого фінансування при впровадженні енергоефективності може вирішити залучення банківського сектору. Банківське кредитування розташоване на другому місці серед джерел коштів на реалізацію проектів в ЄС. Це зумовлено більшою мірою легкістю залучення коштів, наявністю ресурсів у банків та відсутністю конкуренції між потенційними позичальниками. Незважаючи на високі відсоткові ставки, навіть в українських реаліях проекти енергоефективності зазвичай є самоокупними. Крім того українські муніципалітети мають величезний потенціал для залучення кредитних коштів

Також в останні роки в Європі стрімко розвивається більш складний спосіб фінансування – енергосервісні контракти або ЕСКО. Окрема стаття 18 Директиви 2012/27/ЄС вимагає створення сприятливих умов для розвитку ринку послуг енергосервісу. Енергосервісна компанія (ЕСКО) – компанія, послуги якої включають виконання проектів з енергоефективності. Ключовими характеристиками ЕСКО є:

1. Гарантування зменшення споживання енергії та/або надання визначеного рівня енергетичної послуги за меншою ціною. При цьому форма такої гарантії може бути різною.

2. Оплата (винагорода) ЕСКО має напряду залежати від досягнутих енергетичних та/або економічних заощаджень

3. Дві опції фінансування проекту – ЕСКО може або надавати або сприяти залученню фінансування клієнтом

4. Реалізація проектів «під-ключ».

Існує дві найбільш розповсюджені бізнес-моделі ЕСКО:

1. Договір ефективного споживання енергії, відповідно до якого ЕСКО забезпечує більш ефективне споживання енергії, (наприклад, ЕСКО здійснює ряд енергоефективних заходів (енергоменеджмент, елементи контролю, LED лампи, заміна інженерних мереж, тощо), що зменшує споживання енергії, та отримує винагороду, яке залежить від економії.

2. Договір енергетичного забезпечення, відповідно до якого ЕСКО забезпечує більш ефективне постачання енергії (наприклад, ЕСКО встановлює джерело енергії (бойлер, тепловий насос, сонячні панелі, тощо) та постачає клієнту енергію за нижчим тарифом).

З розвитком вітчизняного законодавства муніципалітети в Україні також отримали можливість укладати енергосервісні договори, за якими виконавець забезпечує зменшення споживання енергоресурсів. Проте через ЕСКО-механізм поки обмежена можливість реалізації бізнес-моделі енергетичного забезпечення (встановлення джерел енергії), оскільки Бюджетний кодекс дозволяє лише короткострокові контракти на постачання енергії (не більше 1 року). ЕСКО в Україні потребує законодавчого вдосконалення та популяризації механізму, в тому числі навчання органів влади. ЕСКО мають в першу чергу позиціонуватись як ефективний засіб залучення технічної компетенції, аутсорсинг ризиків виконання (гарантія результату) та подальшого обслуговування енергоефективних заходів. А фінансування ЕСКО, власне або кредитне фінансування, або їх комбінація мають розглядатися враховуючи особливості конкретного проекту. При цьому ЕСКО має надати Клієнту консультації щодо оптимальної структури фінансування.

Приклади програм МФО, в рамках яких муніципалітети можуть залучити фінансування на впровадження енергоефективності

- ЄІБ «Надзвичайна кредитна програма відновлення України» -200 млн євро кредиту, з них 84 млн на проекти в громадських будівлях Органи влади можуть залучити позику до 20 років, відсоткова ставка близько 2.5%

- Позики ЄБРР - Комерційні позики ЄБРР від 5 млн євро Органи влади можуть залучити позику до 15 років, відсоткова ставка до 10%
- НЕФКО - Пільгові позики від 50 до 500 тис євро Органи влади можуть залучити позику до 5 років, відсоткова ставка 6%.
- Спільна програма ЄІБ, Міністерства освіти - Проект передбачає 160 млн євро на реновації ВУЗів (7 закладів відібрано на перший етап) Співфінансування проекту НЕФКО та Е5Р Кошти кредиту залучаються на 20 років з 5-річним пільговим періодом.

В Україні налічується майже 80 тис. бюджетних установ, які споживають у 2-3 рази більше ресурсів, ніж аналогічні установи у країнах Європи. За попередніми оцінками, термомодернізація цих будівель коштуватиме від 4,2 до 8,5 мільярдів доларів США в залежності від досягнутого класу енергоефективності.¹ Зважаючи на суму, одним із найоптимальніших способів проведення термомодернізації в бюджетних установах є залучення приватних інвесторів (зазвичай ЕСКО) за механізмом енергосервісу (1).

В українському законодавстві (ЗУ № 327-VIII) «енергосервіс – комплекс технічних та організаційних енергозберігаючих (енергоефективних) та інших заходів, спрямованих на скорочення замовником енергосервісу споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів та/або житлово-комунальних послуг порівняно із споживанням (витратами) за відсутності таких заходів» (2).

ЕСКО – це енергосервісна компанія, яка виконує роботи із впровадження енергоефективних заходів (наприклад, утеплення фасадів, заміна вікон та дверей на енергоефективні, модернізація системи опалення, встановлення ІТП тощо). Завдяки цим заходам замовник починає економити ресурси та, відповідно, гроші, частину яких отримує ЕСКО як плату за свої послуги та повертає вкладені інвестиції. Також завдяки нещодавнім змінам у законодавстві стала можливою реалізація так званого принципу «first out»,

коли всі заощаджені кошти йдуть на оплату послуг ЕСКО. В такому разі термін енергосервісного договору скорочується. Важливо, що бюджетні зобов'язання щодо повернення коштів ЕСКО настають лише після того, як встановлено факт досягнення економії, передбаченої енергосервісним договором. Тобто, якщо в результаті енергоефективних заходів не вдалось досягнути економії, то енергосервісна компанія не отримує плати. Таким чином, енергосервісна компанія повністю бере на себе фінансові ризики і відповідальність за реалізацію проекту з підвищення енергоефективності.

Перші класичні ЕСКО виникли ще понад 100 років тому, а їх стрімкий розвиток припав на 70-ті роки минулого століття, коли через «нафтове ембарго» арабські країни значно скоротили видобуток та продаж нафти, ціна на яку всього лише за рік виросла майже у 2,5 рази. На початку ХХІ століття ЕСКО почали набувати популярності у Східній Європі та пострадянських державах.

Згідно із законодавством України, енергосервісні договори можуть укладатись на строк до 15 років. Протягом дії такого договору розмір витрат бюджетної установи на оплату паливно-енергетичних ресурсів (далі – ПЕР) та житлово-комунальних послуг (далі – ЖКП) не змінюється. Одночасно, комфорт від перебування у термомодернізованих будівлях значно зростає одразу після реалізації енергоефективних заходів, тобто ще на початку дії договору. Під час дії енергосервісного договору замовник енергосервісу може отримувати вигоду у вигляді відсотка від досягнутої економії (зазвичай 10-20%), а після завершення договору енергетичні витрати на утримання будівлі бюджетної установи значно знижуються (див. рис. 1.3).

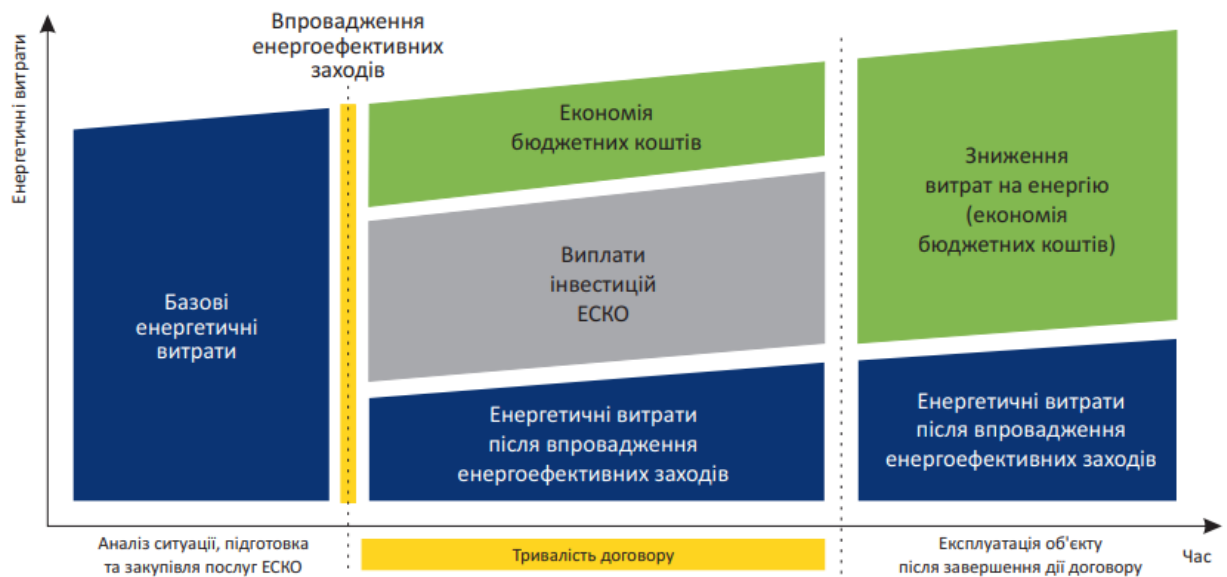


Рис. 1.3. Інвестиції та розподіл грошових потоків за механізмом енергосервісу

Окремим питанням є забезпечення фінансування енергоефективних заходів – це можуть бути як власні кошти енергосервісної компанії, так і кошти, залучені за рахунок кредитів банків чи інших фінансових установ, грантів чи проектів міжнародної технічної допомоги. В світі також існують моделі, де фінансування енергоефективних заходів здійснюється самим замовником. Від ЕСКО, в свою чергу, вимагається гарантія досягнення погодженого рівня економії енергетичних витрат, а також управління поліпшеннями (встановленими в ході енергосервісу енергоефективним обладнанням, устаткуванням, матеріалами тощо). Однак, зважаючи на українські реалії браку фахівців та коштів бюджетів на впровадження енергоефективних заходів в об'єктах бюджетної сфери, головною перевагою механізму енергосервісу є саме перекладання фінансових ризиків (та пошуку інвестицій на енергоефективний проект) на ЕСКО.

Залучення інвестицій в енергоефективність не можливе без відповідної законодавчої бази, а забезпечення енергетичної ефективності кінцевого споживання, зокрема, шляхом створення належних умов для діяльності енергосервісних компаній та впровадження енергосервісних договорів є

однією з вимог Директиви 2012/27/ЕС (3). Інвестиції та розподіл грошових потоків за механізмом енергосервісу Енергетичні витрати Аналіз ситуації, підготовка та закупівля послуг ЕСКО Час Впровадження енергозберігаючих заходів Економія витрат бюджету Енергетичні витрати після впровадження енергоефективних заходів Базові енергетичні витрати Енергетичні витрати після впровадження енергоефективних заходів Енергетичні витрати після впровадження енергоефективних заходів Виплати інвестицій ЕСКО Економія бюджетних коштів Зниження витрат на енергію (економія бюджетних коштів) Впровадження енергоефективних заходів Тривалість договору Експлуатація об'єкту після завершення дії договору 6 Європейського парламенту і Ради, яку Україна зобов'язана імплементувати у своє законодавство.

Поняття «енергосервісна компанія», визначене наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо створення системи економічного стимулювання реалізації енергозберігаючих заходів на підприємствах житлово-комунального господарства» від 26.01.2011 № 9: «Енергосервісна компанія – суб'єкт господарювання, що здійснює енергозберігаючі заходи повністю чи частково за рахунок власних, позикових або залучених коштів та забезпечує гарантоване досягнення економії паливно-енергетичних ресурсів і води впродовж терміну реалізації енергоощадних заходів» (4).

Законодавство України з енергосервісу в бюджетній сфері було розроблене народними депутатами за участі Держенергоефективності, експертів ОЕСР, USAID, ЄБРР та інших міжнародних проектів технічної допомоги, а також міжнародних юридичних і технічних радників. Основні поняття і принципи, на яких базується енергосервісний договір, правові та економічні засади здійснення енергосервісу були визначені у 2015 році (Закон № 328-VIII «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення

масштабної енергомодернізації» (5) та Закон № 327-VIII «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» (6)). У подальшому, в 2017 році Верховною Радою України було прийнято зміни до законодавства, які удосконалили механізм енергосервісу і передбачили можливість застосування електронних аукціонів для закупівлі енергосервісу через систему ProZorro. Також було збільшено максимальний термін ЕСКО-договорів до 15 років і передбачено можливість проведення єдиного тендера на надання таких послуг відразу для декількох об'єктів.

Висновки до розділу 1

Ефективність програм з енергоефективності значною мірою залежить від якості системи енергоменеджменту. Мета функціонування енергоменеджменту - послідовне зниження споживання енергоресурсів до того мінімального рівня, який необхідний для здійснення виробничої діяльності підприємства з дотриманням всіх необхідних умов ведення даної діяльності.

Для успішного виконання зазначених завдань необхідно забезпечити ефективне функціонування наступних підсистем:

- моніторинг енергоспоживання;
- планування впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- залучення джерел фінансування заходів з підвищення ефективності енергоспоживання;
- контроль за ефективністю впровадження заходів з енергозбереження;
- навчання персоналу структурних підрозділів;
- мотивація ощадного енергоспоживання.

Запровадження систем енергоменеджменту повинно відбуватися з урахуванням принципів менеджменту якості, які визначені в ISO 9000–2001, в основі яких лежить процесний підхід.

Для фінансування проєктів з енергоефективності можна застосовувати різні моделі, інноваційною серед яких є укладання енергосервісних договорів.

Енергосервіс – комплекс технічних та організаційних енергозберігаючих (енергоефективних) та інших заходів, спрямованих на скорочення замовником енергосервісу споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів та/або житлово-комунальних послуг порівняно із споживанням (витратами) за відсутності таких заходів. В Україні цей інструмент фінансування лише набуває популярності. Завдяки таким договорам замовник починає економити ресурси та, відповідно, гроші, частину яких отримує ЕСКО як плату за свої послуги та повертає вкладені інвестиції.

РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ ОПОРНОГО ЗАКЛАДУ «ДЯДЬКОВИЦЬКИЙ ЛІЦЕЙ» ДЯДЬКОВИЦЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ РАДИ

2.1. Аналіз споживання енергоресурсів в опорному закладі «Дядьковицький ліцей»

Опорний заклад Дядьковицький ліцей Рівненського району Рівненської області має у своєму складі:

- Дядьковицький ліцей (с. Дядьковичі);
- Верхівська гімназія (с. Верхівськ);
- Милостівська початкова школа (с. Милостів);
- Дядьковицький дошкільний підрозділ.

Бюджет опорного закладу у 2021 році склав 17079 тис. грн., що становить 34% бюджету Дядьковицької сільської ради. Комунальні послуги складають більше 700 тис. грн., а за прогнозами на 2022 рік – становитимуть біля 1,5 млн.грн.

У 2019 році в закладі було проведено реконструкцію системи опалення та частково проведено ремонт електромережі. Опалення будівлі газове. Обсяги витрат газу на опалення приміщення наведено на рис. 2.1-2.2.

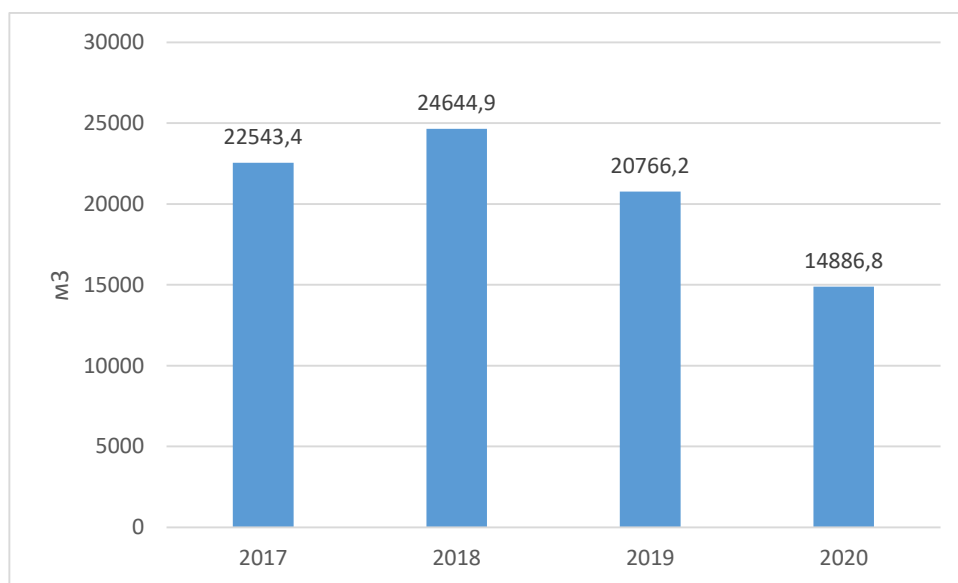


Рис. 2.1. Обсяги споживання газу, м³

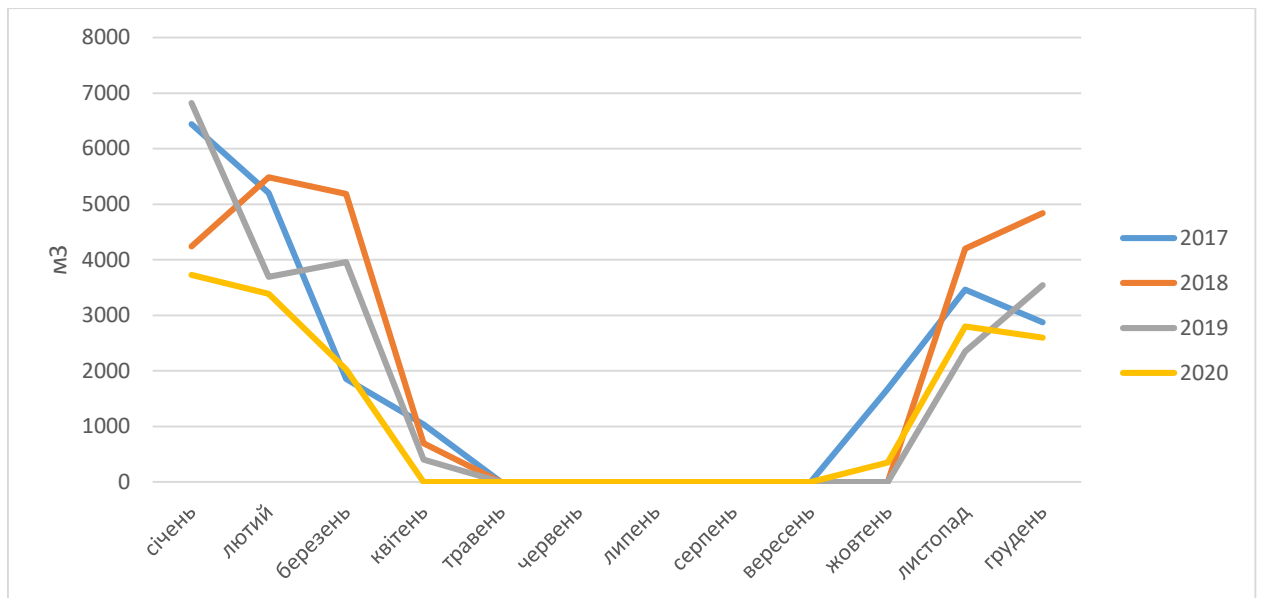


Рис. 2.2. Споживання газу у розрізі місяців, м³

Як видно з рис. 2.1, обсяги споживання газу в останні два роки скорочувалися. Проте, це не свідчить про підвищення енергоефективності будівлі, а насамперед – про економію, пов’язану зі зменшенням температури у приміщеннях, що зумовлено стрімким зростанням вартості енергоресурсів.

Характерно, що у 2021 році середньодобові обсяги споживання газу порівняно з 2020 роком значно зросли, і вийшли на рівень 132 м³/добу в зимові місяці (див. рис. 2.3).

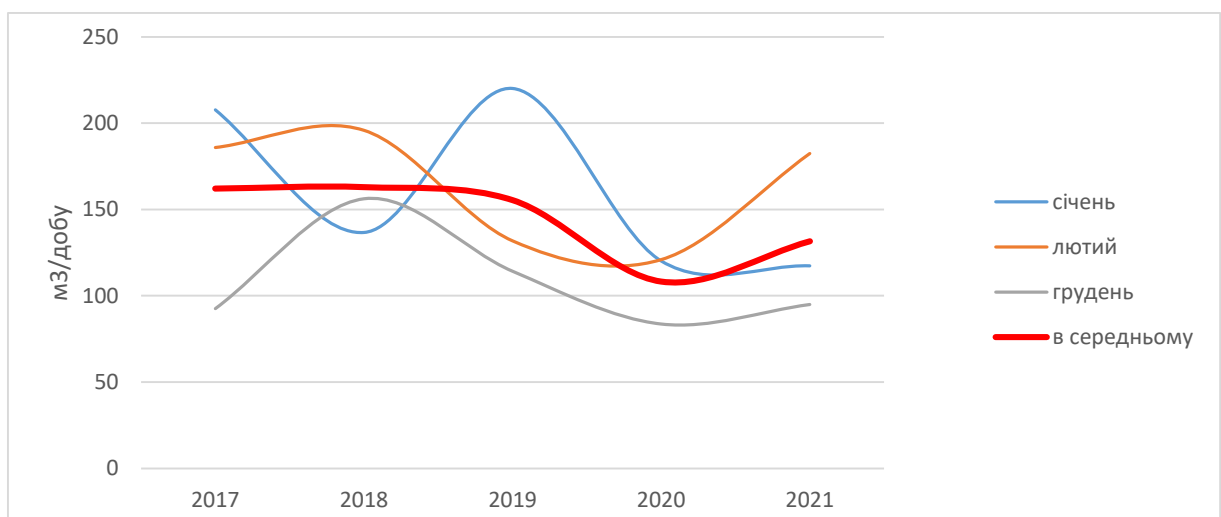


Рис. 2.3. Зміна середньодобового споживання газу в Дядьковицькому ліцеї у зимові місяці.

Обсяги спожитої електроенергії також мають великі значення (див. рис.2.4-2.5).

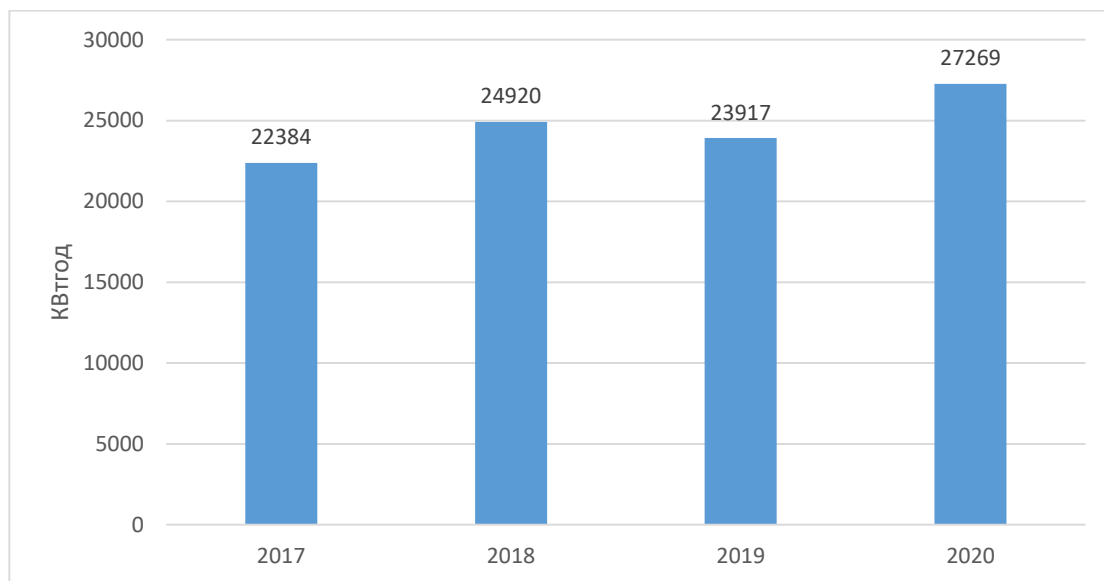


Рис. 2.4. Обсяги споживання електроенергії Дядьковицьким ліцеєм.

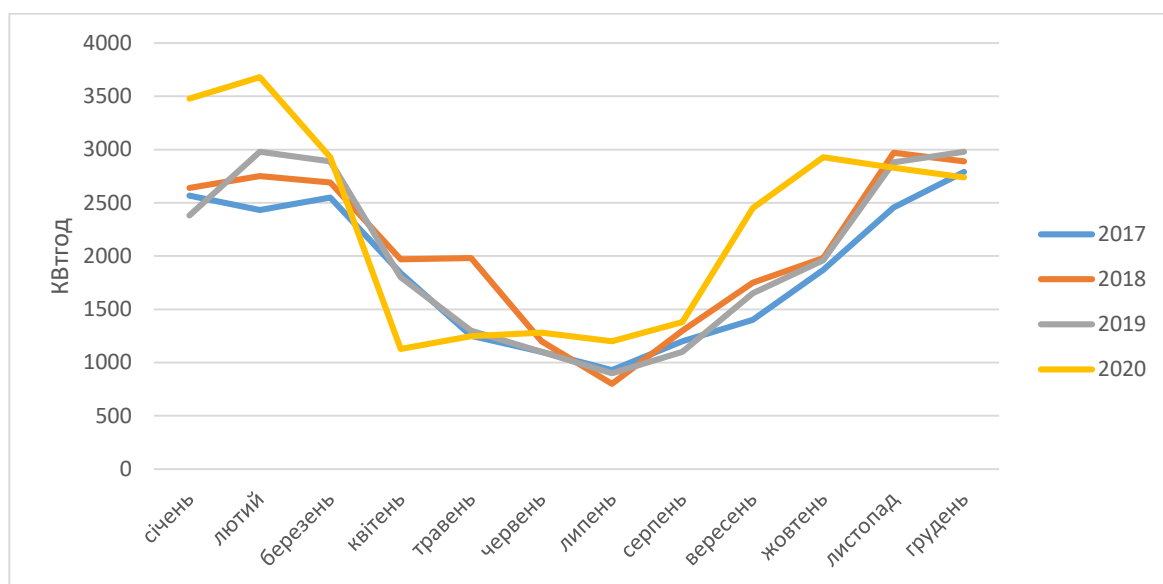


Рис. 2.5. Обсяги споживання електроенергії Дядьковицьким ліцеєм у розрізі місяців

Відповідно до Методики визначення енергетичної ефективності будівель (7) показниками енергетичної ефективності для будівель є:

- питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води;
- питоме енергоспоживання при опаленні;

- питоме енергоспоживання при охолодженні;
- питоме енергоспоживання при постачанні гарячої води;
- питоме енергоспоживання систем вентиляції;
- питоме енергоспоживання при освітленні;
- питоме енергоспоживання первинної енергії;
- питоме енергоспоживання викидів парникових газів.

Показники енергетичної ефективності будівель визначаються розрахунковим методом. Клас енергоефективності будівлі визначається відповідно до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Клас енергетичної ефективності будівлі (7)

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

Клас енергетичної ефективності будівель встановлюється відповідно даним, наведеним у таблиці 2.1, залежно від показника, Δ_{EP} , %, який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_{use} , кВт × год/м², [кВт × год/м³] та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_p , кВт*год/м², [кВт*год/м³], й розраховується за формулою

$$\Delta_{EP} = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \times 100, \quad (1)$$

де: EP_{use} - загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, що розраховується за формулою (52);

EP_p - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель з

урахуванням вимог частини другої статті 6 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» (8).

Граничні значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель затверджені наказом Міністерства розвитку громад та територій України «Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель» (9) та ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель" (10).

Таблиця 2.2

Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель

№ з/п	Вид будівлі (еталонні будівлі)	Граничне значення питомого енергоспоживання будівель при опаленні та охолодженні, $E_{p, \text{кВт} \times \text{год} / \text{м}^2}$ [$\text{кВт} \times \text{год} / \text{м}^3$], для температурної зони України	
		I	II
1	Будівлі житлові (поверховість):		
	від 1 до 3	120	110
	від 4 до 9	85	75
	від 10 до 16	75	70
	17 і більше	70	65
2	Громадські будівлі (поверховість):		
	від 1 до 3	$[38\Lambda_{\text{бд}} + 15]$	$[34\Lambda_{\text{бд}} + 13]$
	від 4 до 9	[30]	[25]
	10 і більше	[25]	[20]
3	Будівлі закладів освіти	[28]	[30]
4	Будівлі закладів дошкільної освіти	[32]	[28]
5	Будівлі закладів охорони здоров'я	[30]	[26]
Примітка: $\Lambda_{\text{бд}}$ - коефіцієнт компактності будівлі, м^{-1} , знаходиться згідно з ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель".			

Розрахуємо питоме енергоспоживання при опаленні Дядьковицького ліцею:

- опалювальний об'єм закладу становить 3700 м^3 ;
- 1 м^3 газу найвищої теплотдатності $10,538 \text{ кВт} \times \text{год} / \text{м}^3$, тобто 1 м^3 газу становить $11 \text{ кВт} \times \text{год}$;

- споживання газу у розрахунку на 1 м³ опалювального об'єму в рік становить: $(22543,4+246644,9+20766,2+14886,8)/4/3700=5,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$ опалювальної площі;
- у перерахунку на КВт*год споживання газу становитиме: $5,6 \text{ м}^3 \cdot 11 = 61,6 \text{ КВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$ опалювальної площі.

Витрати енергії на опалювання будівлі Дядьковицького ліцею у 2,1 рази більші, за нормативні (див. табл.2.2). Відповідно клас енергоефективності – «G», що є найнижчим рівнем з можливих.

Якщо врахувати витрати на електроенергію, то сукупні витрати енергії на забезпечення діяльності закладу в середньому становлять:

$$20710 \text{ м}^3 \cdot 11 \text{ КВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3 + 24622 \text{ КВт} \cdot \text{год} = 252432 \text{ КВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$252432 \text{ КВт} \cdot \text{год} / \text{рік} / 365 \text{ діб} = 691,59 \text{ КВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$$

$$252432 \text{ КВт} \cdot \text{год} / \text{рік} / 3700 \text{ м}^3 \text{ опалюваного об'єму} = 68,2 \text{ КВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$$

Такі витрати відповідають найнижчому класу енергоефективності і більше, ніж у 2 рази перевищують клас енергоефективності «C».

2.2. Аналіз сучасних систем забезпечення енергонезалежності будівель

Енергонезалежні будівлі це – гармонійний і послідовний розвиток будівництва споруд з низьким рівнем енергоспоживання. Важливо пам'ятати, що енергоефективність має бути спрямована не тільки на економію енергоресурсів, а насамперед на забезпечення теплового комфорту. Звичайна сучасна якісна будівля для обігріву за рік потребує близько 1,5 м³ природного газу на 1 м² площі, що обігрівається. В Європейському Союзі після останніх приписів і вимог 0,6 – 1 м³ на 1 м². Економія енергонезалежної будівлі в порівнянні з існуючими будівлями масової забудови досягає іноді 90% теплової енергії.

Теплові втрати, при нових технологіях будівництва, застосованих матеріалах, новітніх розробках наскільки скоротилися, що будівлю потрібно

ледь-ледь підігрівати. Присутні в будівлі пасивні фактори нагріву, такі як: побутові електричні прилади, люди, сонячне опромінення, теплова рекуперація повітря покривають основну потребу в теплоті. Повну потребу необхідної теплоти рентабельно можна покрити припливною вентиляцією, якщо це буде навантаження не більше 10 Вт. на 1 м² житлової площі.

Для енергонезалежних будівель важливо ширше використовувати відновлювані джерела енергії, де теплота отримується, як наприклад, в компресійному тепловому насосі, на основі фізичного процесу стискування холодоагенту в газоподібному стані, який перетворюється із рідини в пару під дією теплоти землі, води, повітря. Це єдине стабільне джерело енергії незалежне від примх погоди. Ідея не нова, але до часу, поки існували дешеві традиційні джерела енергії, на основі процесу горіння, не набула в Україні значного поширення в практичній діяльності.

Одна із основних причин – значні первинні капіталовкладення для використання в подальшому цих джерел. Нова, невідома до цього часу ситуація, коли джерело енергії встановлюється одночасно із забезпеченням енергоресурсом, у даному разі відновлюваними. Низькі ціни на енергію, її надійність, подовжений термін роботи до певного часу до уваги не бралися.

Тепер із стрімким ростом цін на природний газ в Україні це стало не просто актуально, а дуже актуально і вкрай необхідно. Енергія вітру і сонця при цьому способі завжди органічно доповнює основне джерело теплової енергії. Це все реально здійснення мрії, на основі інтелектуальних зусиль, розважливості і активності.

Енергонезалежна будівля не має зовнішніх відмінностей від звичайної, загальноприйнятої. Енергонезалежний будинок це просто нова ментальність, новий еталон життя без всякої твердо визначеної зміни в способах будівництва. Особливості енергонезалежного будинку це – обов'язковість деяких деталей, як наприклад:

1. Теплоізоляція вікон.
2. Якісне утеплення зовнішніх стін.
3. Конструкція будівлі без теплопровідних перемичок.
4. Повна відсутність повітряних протягів.
5. Комфортний обмін повітря з обов'язковою рекуперацією теплоти.

Енергонезалежний будинок – новітня концепція стандартів будівництва, нові перспективи для архітекторів і інженерів, поштовх до розвитку індустрії новітніх будівельних матеріалів, технічного оснащення осель, які гармонійно відповідають концепції енергонезалежних будівель.

На основі аналізу розвитку будівництва енергонезалежних будівель в Європейському Союзі відмічається характерна особливість, що це, в першу чергу, будівлі шкіл, будинки для людей похилого віку, дитячі садочки, різні бюро, лабораторії, готелі і, останнім часом, виробничі приміщення різних галузей. Характерною економічною ознакою є те, що пріоритетом у цих будівлях є комфортні умови у поєднанні з низькими затратами на експлуатацію, і те що перші проекти розроблялись і виконувались при підтримці держави, за державні кошти.

Найбільше значення для енергозберігаючого будинку має рівень споживання всіх видів енергії. Це досягається якісним утепленням, вікнами з енергоефективними склопакетами в теплоізованій рамі, вставленій по технології, яка виключає втрати теплоти, якісним повітряним ущільненням, високоефективною системою кондиціонування з рекуперацією теплоти, домашньою побутовою технікою з низькими енергетичними витратами, застосуванням відновлюваних джерел енергії. Але, не тільки вимоги обмеження споживання енергії є визначальними, важливішим є підвищені комфортні умови такої будівлі, поліпшення умов експлуатації будівельних конструкцій, оздоблення в усіх складових будівлі, її довговічність.

Поліпшена теплова ізоляція енергонезалежного будинку зменшує втрати теплоти і дозволяє підтримувати всередині будівлі більш високу

температуру зимою і більш низьку влітку. По всій площі будівлі рівномірна температура повітря, немає явища холодних кутів, що сприяє не тільки приємним відчуттям, а й позитивно діє на здоров'я проживаючих. Можливість виникнення сирості деінде виключається повністю. Практично неможливе виникнення явища конденсації вологи із повітря. Всі типи конструкцій (опори, бетонні масиви, дерев'яні чи сталеві балки і інше) все повинно бути якісно теплоізоване.

Енергонезалежний будинок захищає не тільки від холоду взимку. Теплова ізоляція будинку дозволяє також ефективно захищати людей від літньої спеки. Взимку будівля повинна прийняти найбільшу кількість сонячної теплоти. Сприятливим для цього є вікна південної сторони, які зимою пропускають сонячне світло в глибину дому. Влітку ця дія обмежується. Натомість, більш активно використовуються вікна східної і західної сторін. В літню спеку ефективним є також використання природної вентиляції при відкритих вікнах.

Високоякісні вікна – обов'язкова умова для енергонезалежного будинку. Суворі вимоги термічного захисту (коефіцієнт теплопередачі $0,85 \text{ Вт/м}^2/\text{К}$ і менше) для вбудованих вікон дозволяє підтримувати високий рівень теплового комфорту в житлових приміщеннях. Навіть за відсутності звичного для нас обігріву під вікнами, температура вікна з внутрішньої сторони не падає нижче 17° С . Таким чином, створюються комфортні теплові умови навіть поблизу вікна. Важлива роль також і віконної рами, яка практично не має теплових втрат, і це в порівнянні до того, що звичайні рами мали такі втрати від 30 до 40 відсотків втрат всього вікна. Для порівняння: у звичайного вікна (коефіцієнт теплопередачі $1,5\text{-}2 \text{ Вт/м}^2/\text{К}$) теплові втрати значно перевищують аналогічні нашому випадку (коефіцієнт теплопередачі $0,8 \text{ Вт/м}^2/\text{К}$). Для будинку із звичайними вікнами теплові втрати були б значно вищі. Якісна тепла і повітряна ізоляція по периметру рами вікна також значною мірою запобігає тепловим втратам. Скління виконується із потрібного пакету і герметично з'єднане з рамою вікна.

Можлива тепла перемичка по периметру установки вікна. При неналежному виконанні робіт по установці вікон є можливим утворення «теплової перемички», що обов'язково призведе до підвищених втрат теплоти, тому в енергонезалежному будинку все виконується на належному професійному рівні і рама вікна вбудовується в зовнішній теплоізоляційний шар. Виконання цього правила дає можливість уникнути втрат теплоти в місцях з'єднання вікна з будівельною конструкцією і створити тепловий комфорт із внутрішньої сторони вікна. Зазвичай такі вікна мають сертифікат від виробника і не створюють ніяких додаткових труднощів при їх установці.

Слід завжди пам'ятати, що енергонезалежний будинок все-таки не може існувати без теплопостачання від незалежного зовнішнього джерела енергії. Проте, ця потреба, як ми вже впевнились, досить незначна в порівнянні з будівлями попередніх концепцій будівництва і енергозабезпечення.

Найліпший варіант, еталон майбутнього – тепловий насос у комплекті з сонячними колекторами для можливості підігріву гарячої води і часткової підтримки обігріву в періоди сонячної активності, забезпечення обігріву взагалі, нагріву свіжого повітря, підготовки гарячої води, можливостей акумулювання сонячної теплової енергії.

Переваги відновлюваних джерел енергії:

- низькі витрати на виробництво енергії;
- немає потреби в горючих матеріалах;
- немає потреби в спеціально оснащених приміщеннях для горючих матеріалів, немає потреби їх транспортування;
- приміщення для відновлюваних джерел енергії не потребують додаткових витрат;
- кошти на витрати окупаються в короткі терміни;
- використовують безкоштовну, природну енергію;
- не мають ніяких шкідливих відходів;
- підвищена надійність в експлуатації;

- немає потреби в комині та інших газообмінних пристроях, примусовій вентиляції;
- комфортна техніка для обігріву та проста в обслуговуванні;
- потребує мало місця для розміщення і практично безшумна в роботі;
- при роботі не потрібен обслуговуючий персонал;
- багато різних можливостей по передачі теплоти приміщенню;
- дуже незначна залежність від цін на енергоносії;
- дуже довгий термін експлуатації;
- можливо розмістити в центрі (епіцентрі) теплових загрузок і виключити витрати теплової енергії;
- принцип отримання теплоти із природи тепловим насосом.

Обігрів тепловим насосом – одна з екологічно безпечних та найбільш енергоекономічних в експлуатації обігрівальних систем, яка пропонується для використання. За допомогою теплового насосу заощаджена сонячна енергія з землі, з підземних вод, з повітря «перекачується» в приміщення.

Теплота отримується в процесі стискання газоподібного холодоагенту компресором в закритому контурі, який перетворюється з рідкого стану в пару (газ), відбираючи теплоту з природного середовища. Кількість цієї природної безкоштовної енергії значно більша електричної енергії, затраченої на циркуляцію холодоагенту в круговому процесі. Повна теплова енергія від теплового насосу складається з енергії, витраченої на електричний привід у дію теплового насосу, і відібраної в природі теплової енергії. Відношення безкоштовної природної енергії до ел. енергії на привід COP (Coefficient of performance) – основний технічний показник ефективності дії теплового насосу.

Тепловий насос включає в себе систему відбору теплоти в природі і систему обігріву приміщень (гарячої води). Така концепція виконання теплового насосу дозволяє досягнути коефіцієнта використання природної

енергії повітряними тепловими насосами 4,5. Іншими типами теплових насосів – 5,5–7,0 при теоретично можливій величині 12,0 разів.

Основна маса теплових насосів має цей коефіцієнт 3,5–4,5 разів. Заощаджена енергія сонця безкоштовна і доступна до використання впродовж всього року, навіть якщо зовнішня температура протягом довгого часу знижується на -28°C .

Принцип функціонування теплового насосу. Робоче тіло випаровується і перетворюється в пару, забираючи при цьому необхідне тепло (енергію) із земляного колектора, підземних вод, повітря, використовуючи для цього природне тепло (заощаджену сонячну енергію). Шкраль-компресор стискає газоподібне робоче тіло. При цьому його температура підвищується до необхідної при користуванні. Через теплообмінник енергія робочого тіла передається в опалювальну систему. При цьому вода в опалювальній системі нагрівається, а робоче тіло охолоджується і в процесі охолодження конденсується до рідкого стану. Охолоджена рідина (робоче тіло) може потрапити в подальшому до компресора тільки через регульовану дюзу (система вприскування, вентиль, експансії). Тут важливо те, що дюза пропускає таку кількість робочого тіла, скільки на даний час необхідно для задоволення потреб обігріву.

Основні типи теплових насосів

1. ***Теплові насоси, які використовують теплову енергію землі.***
Існують три можливості використання тепла землі і відповідно три підтипи теплових насосів.

2. ***Теплові насоси з горизонтальним плоским колектором (прямого випаровування).*** На відповідній кліматичному району глибині у відповідності до потужності теплового насосу закладається необхідна кількість земляних контурів. Ця система дозволяє відбирати до 82% енергії з землі, безкоштовно. Коефіцієнт використання природної енергії до 5,6. Земляні теплові насоси використовують безкоштовно тепло землі. Для земляних колекторів використовуються мідні труби в пластиковому рукаві,

через які циркулює робоча речовина (також використовується назва «холодоагент»). Ця робоча речовина має фізичні властивості випаровуватись при температурі до -15°C , відбираючи при цьому тепло землі. В газоподібній формі робоча речовина попадає до компресора теплового насосу, де в процесі стискання отримується висока температура. Потім висока температура газу передається через теплообмінник воді контурів обігріву (обігрів в підлогах). При цьому робоча речовина скраплюється. Через дросель (dsi-Technik) робоча речовина в рідинному стані подається в контури колектору і круговий процес відбору природного тепла починається знову.

3. *Теплові насоси з самоциркулюючими зондами CO_2*

Ця система функціонує з зондами, заправленими CO_2 , які відбирають тепло землі в процесі самоциркуляції. Це найбільш сприятлива у природоохоронному сенсі система і рекомендується до застосування в заповідних зонах. Коефіцієнт використання природної енергії до 5,0.

Це означає, що 80% енергії отримується безкоштовно з Вашої земельної ділянки. Теплові насоси з зондами CO_2 як постійне джерело енергії використовують тепло землі. Кількість і довжина таких зондів залежить від потужності теплового насосу.

В CO_2 -зондах циркулює CO_2 , який по своїх фізичних властивостях в температурних умовах землі випаровується. У порівнянні із звичайними холодоагентами CO_2 в такій формі абсолютно не несе ніякої загрози навколишньому світу. Цей факт сприяє їх використанню в санітарних і заповідних зонах. При відборі теплоти зондами з CO_2 функціонують два незалежні контури з робочими речовинами.

В CO_2 -зонді оксид вуглецю випаровується від стінок зонда теплом землі і самостійно по центру зонда піднімається вгору, де CO_2 в теплообміннику віддає тепло у контур холодоагенту теплового насосу. При віддачі теплоти CO_2 скраплюється і знову стікає по стінках зонда, знову відбираючи тепло землі.

У газоподібній формі (другий контур) робоча речовина потрапляє до компресора теплового насосу, де у процесі стискання отримується висока температура. Потім висока температура газу передається через теплообмінник воді контурів обігріву (обігрів в підлогах). При цьому робоча речовина скраплюється. Через дросель (dsi-Technik) робоча речовина в рідинному стані подається в контури колектору і круговий процес відбору природного тепла починається знову.

Переваги теплових насосів з глибинними зондами CO₂:

1. Зонди з CO₂ – самоциркулюючі, тому немає потреби у насосі циркуляції.
2. Використання теплових насосів з самоциркулюючими CO₂-зондами рекомендується до застосування в санітарних і заповідних зонах.
3. Середньорічний коефіцієнт використання природної енергії можливий до 5,5. Таким чином, 82% отриманої теплової енергії це – безкоштовна енергія землі.
4. Використання закритих контурів забезпечує високу ступінь надійності і абсолютно не потребує обслуговування.
5. Відсутність теплових втрат через додатковий теплообмінник.

Тепловий насос керується по мережі Інтернет незалежно від місця знаходження.

2. Повітряні теплові насоси, які використовують як джерело енергії навколишнє повітря

Теплові насоси з виносним випаровувачем. У такий спосіб виносний випаровувач встановлюється ззовні у визначеному місці. Для цього потрібно зовсім мало площі. Така система ефективна за відсутності земельної ділянки, або при реновації будівлі.

Повітряні теплові насоси використовують тепло навколишнього повітря. В даному випадку тепловий насос має внутрішню і зовнішню частини, які зв'язані системою циркуляції холодоагенту. Внутрішня частина

встановлюється у технічному приміщенні, зовнішня – у сприятливому, визначеному проектом, зовнішньому середовищі.

Вентилятор, який працює дуже тихо, всмоктує навколишнє повітря і обдуває ним випаровувач, в якому циркулює робоча речовина, що за своїми фізичними властивостями може випаровуватись при навколишній температурі до -15°C . У газоподібному стані робоча речовина поступає до компресора теплового насосу, в процесі стискання нагрівається і віддає цю енергію через плоский теплообмінник системі обігріву.

Переваги повітряних теплових насосів:

- Повітря це – енергетичне джерело, яке є повсюди у необмеженій кількості.
- Система підходить у випадку відсутності земельної площі при санації будівель.
- Оптимізований вентилятор і робить роботу установки виключно тихою.
- Не потрібно ніяких офіційних дозволів.
- Закритий круговий процес означає високий ступінь надійності у роботі, немає потреби в обслуговуванні.
- Ніяких втрат теплової енергії через додаткові теплообмінники.
- Тепловий Насос управляється по мережі Інтернет незалежно від місця знаходження. Виносний випаровувач можливо монтувати в настінному варіанті.

3. Теплові насоси, які використовують теплову енергію підземних вод.

Теплові насоси, які використовують теплову енергію підземних вод облаштовуються мінімум двома свердловинами. Одна із них подає воду з водоносних пластів ґрунту до теплообмінника теплового насосу, де віддається теплота води, інша сприймає цю воду від теплового насосу і повертає назад в водоносний пласт ґрунту. Підземні води мають практично постійну річну

температуру 7–12° С і є стабільним і надійним джерелом енергії без будь-якої шкоди навколишньому середовищу.

Процес теплообміну відбувається в двох незалежних теплообмінниках. В одному теплообміннику відбирається теплова енергія підземних вод, яка використовується для випаровування холодоагенту, фізична властивість якого випаровуватись при температурі до –15° С. В подальшому круговому циклі холодоагент в газоподібному стані поступає у компресор і в процесі стискання отримує теплову енергію до 65° С і через свій теплообмінник віддає цю енергію на обігрів приміщення, або підготовку гарячої води. Віддавши теплову енергію холодоагент скраплюється і в рідкому стані через дросель (dsi-Technik) в дозі, необхідній для забезпечення теплових потреб будівлі, поступає в теплообмінник, де випаровується під дією теплоти підземних вод і, таким чином, процес повторюється по новому колу.

Переваги теплових насосів, які використовують енергію ґрунтових вод:

- ґрунтові води протягом року мають стабільну температуру;
- незначна площа для облаштування свердловин, що має вирішальне значення на обмежених земельних площах при новому будівництві і при установці теплових насосів у діючих будівлях;
- це – закритий контур циркуляції води, який не потребує постійного обслуговування і має високий ступінь надійності;
- тепловий насос керується по мережі Інтернет незалежно від місця знаходження.

Сонячна енергія

Використовуючи безпосередньо сонячну енергію ми можемо нагрівати воду, виробляти електричний струм, використовувати її також як доповнення до систем обігріву.

Сонячне тепло. При використанні сонячної енергії проводиться перетворення сонячного випромінювання у теплову енергію в сонячних колекторах. Ця теплота використовується для різноманітних побутових

потреб і часто частково доповнює потреби на обігрів будівель або окремих приміщень.

Найчастіше використовують плоский сонячний колектор як доволі ефективний, сприятливий по ціні і надійний в експлуатації. Він складається із плоского абсорбера, прозорого мало відбиваючого світло застелення, теплоізоляції задньої (нижньої сторони) і рами (найчастіше із алюмінію, або нержавіючого заліза).

Абсорбер у всіх випадках із темного спеціального покриття металічного листа (мідь, алюміній), з яким зв'язані трубки, що відводять тепло. Абсорбуючий шар «збирає» сонячні промені і перетворює їх в теплоту, яка потім проточним Медіумом (термонесучою рідиною – найчастіше водно-гліколевою сумішшю) транспортує теплоту до теплового акумулятора.

Скляне покриття колектора зберігає колектор від дії навколишнього середовища і мінімізує теплові втрати (парниковий ефект). Оптично скло не має рефлекторного ефекту сонячних променів і цим самим підвищує ефективність дії колектора. Теплоізоляція (мінеральна вата) зводить до мінімуму теплові втрати у бокових стінах і задній частині колектора.

Широке розповсюдження отримали також вакуумні колектори, де темний метал посаджено у скляну трубку з додатковими стінками. При цьому теплота виділяється ніби в термосі і по відомій нам схемі з плоским колектором, заощаджується для подальшого використання в побуті. Такі колектори значно дорожче плоских, але потребують значно меншої площі на свою установку, є більш продуктивними і мають менші теплові втрати.

Вакуумні колектори збираються з багатьох окремих трубок, які легко повертаються і, таким чином, ідеально орієнтуються до сонячного випромінювання, що підвищує можливості відбору сонячної енергії.

Типи вакуумних колекторів. Прямопроточний функціональний принцип, що отримав назву «Heat-Pipes», і згідно з яким термонесуча рідина протікає через вакуумну трубку, відбираючи теплоту абсорбера. Такі колектори

орієнтуються на південь з відповідним ухилом, а на плоских дахах можлива також горизонтальна установка.

Є також вид, в якому вакуумна трубка наповнена водою або алкоголем, який випаровується при низьких (близько 25° C) температурах. Конденсат збирається у верхній частині трубки, звідки теплота відбирається термонесучою рідиною. Такі колектори потрібно монтувати з нахилом приблизно в 25 градусів.

З вакуумними колекторами температура нагріву завжди вища, ніж з плоским. Їх основний недолік – висока ціна в порівнянні з плоским колектором і, окрім того, неможливо такий колектор змонтувати вбудованим в дах. Проте вони – єдина можливість забезпечити необхідну потужність при малій площі для установки.

Сонячні батареї. Окремі зібрані в модуль сонячні елементи називають сонячною батареєю. Батарея виробляє постійний електричний струм, використовуючи пряме і дифузне сонячне випромінювання.

Для елементів сонячної батареї використовуються матеріали з властивостями напівпровідників. Ці напівпровідники при підведенні теплоти або опроміненні світлом є провідниками електричного струму, а при низьких температурах – ізоляторами.

Більше 95% сонячних елементів, які виготовляються в світі складаються із напівпровідників на основі кремнію. В земній корі кремнію 27,6 %. Це доступний матеріал, переробка якого має ту перевагу, що в цьому процесі не виникає ніяких шкідливих відходів.

Кремній належить до головної підгрупи четвертої групи періодичної системи Менделєєва. У його зовнішньому електронному шарі чотири електрони, тому атоми кремнію під час хімічних реакцій можуть прилучати недостатні для завершення шару чотири електрони, або віддавати іншим елементам свої чотири валентні електрони. І тому кремній проявляє валентність або -4 , або $+4$. Більш типовою для нього позитивна валентність, він є напівпровідником «донором», створюючи так званий P-N перехід. У

цьому переході при його опроміненні сонячним світлом виникає електричне поле і електричні носії заряду. Якщо до різниці потенціалів, що виникла, підключити контакти, що проводять струм, виникає замкнутий електричний контур, по якому протікає постійний електричний струм, яким користується споживач.

Кремнієві елементи виготовляють розмірами 10 x 10 см, або 15 x 15 см. Верхній прозорий шар покриття захищає елемент і зменшує втрати від рефлексії світла. Сонячна установка в комбінованому виконанні для гарячого водопостачання і підігріву на широті Києва повинна бути орієнтована на південь і мати нахил не менше 40°.

Характеристики сонячних елементів. Робоча напруга, яка виникає на Р-Н переході кремнієвих елементів, досягає 0,5 вольт і залежить від величини його опромінення. 100 см² кремнієвого елементу досягає максимуму потужності в 1 000 Вт/м² при сильному опроміненні, при цьому струм підвищується трохи більше 2 А.

Потужність сонячного елементу залежить від його температури. Їх перегрів призводить до пониженої потужності і пониження ККД, який показує, яка кількість сонячного випромінювання перетворюється в корисну сонячну енергію.

2.3. Нормативно-правові основи запровадження заходів з енергоефективності будівель

За наявності інформації про якість експлуатації будівель і зовнішніх теплових мереж; за рівнем споживання і неефективного витрачання енергоресурсів для формування переліку об'єктів, які потребують теплової модернізації та модернізації, необхідно провести якісний енергоаудит.

Чинна нормативна база з питань енергоаудиту розрахована, в першу чергу, на промислові підприємства, проте може бути використана і в житловокомунальному секторі. Наразі фахівцями ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» розроблено проект ДСТУ Б В2.2.-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель», який

встановлює методичні положення підготовки до проведення енергетичного аудиту житлових та громадських будівель.

Аналіз та виявлення змін основних проектних та розрахункових параметрів, які виникли за період експлуатації, належить виконувати шляхом порівняння таких проектних (нормованих) та фактичних (на момент обстеження) показників та їх параметрів:

- функціонального призначення будівлі;
- рівня відповідальності будівлі за економічними, соціальними та екологічними наслідками її відмови або класом наслідків (відповідальності) інженерних мереж, систем (клас СС3 – значні наслідки, клас СС2 – середні наслідки, клас СС1 – незначні наслідки), а також за відповідними до рівнів відповідальності та класів капітальності коефіцієнтами надійності;
- нормативних та розрахункових значень навантажень та впливів (у тому числі: власна вага, атмосферні, гідросферні, технологічні, сейсмологічні навантаження та ін.);
- особливостей та параметрів розрахункових ситуацій;
- ступеня агресивності природного та виробничого середовищ; - інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов.

Обстеження проводиться організацією, що має відповідну ліцензію (сертифіковані фахівці). Огляд будівель повинен проводитися регулярно (плановий огляд) з періодичністю, встановленою відомчими правилами (інструкціями) з експлуатації будівель. Рекомендується визначати обсяг позачергових перевірок в кожному конкретному випадку з урахуванням цілей, конструктивних властивостей будівлі (споруди), наявності інформації про його технічний стан та інших чинників. Відповідальність за організацію своєчасних обстежень будівель покладається на керівника з експлуатації. Організація, що виконує обстеження будівель, несе відповідальність за якість та вірогідність матеріалів обстежень та оцінки технічного стану будівель, обґрунтованість висновків і рекомендацій.

З метою забезпечення надійності та безпеки експлуатації будівлі сервісна служба повинна за результатами перевірок та паспортизації вживати термінових і своєчасних заходів щодо ремонту, реконструкції окремих елементів конструкції, систем або будівля в цілому. Ремонт, заміна, відновлення елементів захисної оболонки та огорожуючих конструкцій будівель можуть здійснюватися тільки за проектом, розробленим спеціалізованою проектною організацією, яка має відповідну ліцензію (сертифіковані підрядники). Результати обстежень повинні бути оформлені у вигляді звіту, затвердженого спеціалізованою організацією (спеціалістом-експертом, що має кваліфікаційний сертифікат), яка виконувала обстеження, та погодженого із замовником. Звіт за результатами обстежень повинен бути оформлений відповідно до вимог ДСТУ 3008-95. *Звіт про технічний стан будівлі (споруди)* за підсумками обстеження будівлі або споруди повинен містити:

- оцінку технічного стану будівельних конструкцій (категорію технічного стану);
- результати обстеження будівлі (споруди), що обґрунтовують прийняту категорію технічного стану будівельних конструкцій, об'єкта в цілому;
- обґрунтування найбільш імовірних причин появи дефектів і пошкоджень в конструкціях, виявлених в ході обстеження будівлі (споруди);
- оцінку фізичного зносу будівельних конструкцій та інженерних систем будівлі відповідно до нормативних вимог;
- рекомендації з проведення ремонтно-відновлювальних робіт з усунення виявлених у ході обстеження дефектів і пошкоджень конструкцій. За необхідності, розроблення варіантів підсилення конструкцій або вузлів будівлі в цілому.
- результати обмірних робіт (плани, фасади, розрізи, і т.д.) в програмі AutoCAD.

- схеми і відомості дефектів і пошкоджень з фіксацією їх місць і характеру, а також посиланням на фотоматеріали, в тому числі схеми місць виробок, розтинів, зондування конструкцій;

- фотоматеріали об'єкта з описом виявлених в ході обстеження будівлі (споруди) дефектів і пошкоджень;

- результати визначення міцності властивостей матеріалів застосованих в конструкціях будівлі шляхом проведення інструментальних випробувань неруйнівними методами контролю, а так само лабораторні випробування (при необхідності).

Інформація та висновки, отримані при обстеженні будівлі (споруди) спеціалізованою організацією, використовуються для заповнення «Паспорта технічного стану будівлі (споруди)» за результатами (фактичним значенням параметрів). технічного огляду будівлі або іншої споруди; реконструкція або визначення необхідності відновлення, посилення, ремонту будівельних конструкцій, внутрішніх та зовнішніх теплових мереж; з термомодернізацією і модернізацією або без термомодернізації. В даний час фахівцями ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» розробляється фінальна версія проекту ДБН В.1.2-XX:201X «Експлуатаційна придатність будівель і споруд», в якому будуть встановлені загальні вимоги щодо забезпечення працездатності. існуючих будівель, споруд, лінійних інженерних об'єктів і транспортної інфраструктури. Зокрема, в документі дано визначення категорій технічного стану об'єктів. Крім того, цим інститутом розробляється проект ДСТУ-Н Б В.3.1-XX: 201X «Обстеження технічного стану будівель і споруд», в якому будуть встановлені вимоги до робіт з визначення технічного стану будівель, споруд, об'єктів. лінійна інженерна та транспортна інфраструктура з рекомендаціями по розробці заходів з технічного обслуговування для підтримки працездатності і безпеки (або порушення роботи).

Останнім часом Україна активно розвивала правову базу в галузі енергозбереження та пошуку альтернативних джерел енергії, прийняла ряд

законів і постанов, спрямованих на стимулювання та забезпечення реалізації заходів з енергозбереження, особливо в галузях житлово-комунального будівництва і бюджету. Основні з них такі:

- Закон України «Про енергозбереження» № 74/94 ВР від 1.07.1994 року зі змінами та доповненнями - Редакція від 09.05.2015;
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії » № 555-IV від 20.02.2003 року зі змінами та доповненнями - Редакція від 16.07.2015;
- Закон України «Про альтернативні види палива» (1391 - XIV від 14.01.2000 р. - Редакція від 16.07.2015;
- Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» № 2509-IV від 05.04.2005 року зі змінами та доповненнями- Редакція від 05.04.2015;
- Закон України “Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду” від 22.12.2006 №525-У- Редакція від 18.11.2012;
- Постанова Кабінету Міністрів України «Про організацію державного контролю за ефективним (раціональним) використанням паливно-енергетичних ресурсів» № 935 від 22.10. 2008 року - Редакція від 22.06.2009;
- Постанова Кабінету Міністрів «Про деякі заходи щодо раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів» № 1071 від 07 .07.2000;
- Постанова Кабінету Міністрів України від 15. 07. 1998 № 1094 “Про державну експертизу з енергозбереження” із змінами та доповненнями - Редакція від 12.06.2011;
- Енергетична стратегія України на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071-р - Прийняття від 24.07.2013.

При цьому в комплекс енергозберігаючих заходів за різними об'єктам можуть входити найрізноманітніші за спрямованістю заходи: організаційні заходи (введення правил, регламентів, стандартів, нормативів, зміна графіку функціонування об'єкту і т.д.), технічні заходи (реконструкція будівлі,

встановлення додаткового обладнання, використання тепла, що відходить та ін.), різні мотиваційні заходи і механізми (елементи стимулювання, пропаганда і т.д.). Відповідно, різні заходи дають різні за своєю природою ефекти від їх реалізації. У зв'язку з цим всі енерго- і ресурсозберігаючі заходи в будівлях різного призначення можна розділити на *три різнопланові групи*:

- модернізація (заміна) обладнання, елементів, інженерних систем будівель (що призводить до скорочення непродуктивних втрат енергоресурсів);
- використання різних відходів, вторинних і побічних енергоресурсів (що також веде до скорочення використання зовнішніх енергоресурсів);
- нетехнічні способи зниження потреб в енергоресурсах, управління попитом, пропаганда енерго- і ресурсозбереження.

Згідно зі зміною № 1 до ДБН В.2.6-31:2006, яка вступила в дію з 1 липня 2013 року, встановлені нормативні максимальні теплові витрати житлових і громадських будинків ($E_{\max}$). Нормативні максимальні теплові витрати житлових і громадських будинків встановлюються згідно з таблицею 1 цих змін залежно від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації будинку.

Питомі тепловитрати на опалення будинків, розрахункові або фактичні, повинні бути менші за максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період. Виконання цієї умови для будинку, що проектується або експлуатується, перевіряється на підставі результатів експериментальних випробувань згідно з ДСТУ Б В. 2. 2-21 або з використанням математичних моделей теплового режиму будинку, а також за результатами розрахунків згідно з додатком Н та ДСТУ- Н Б А.2.2-5.

На основі різниці в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, від максимально допустимого значення встановлюються класи енергетичної ефективності будинку (А, В, С, D, E, F).

Найгірший клас енергетичної ефективності будинку – F, а відповідно А характеризує будинки з найкращими показниками. Необхідний клас

енергетичної ефективності будинку задається у завданні на проектування і підтверджується енергетичним паспортом будинку. Для нового будівництва клас енергетичної ефективності будинку повинен бути не нижче С. Відповідає за вірогідність даних енергетичного паспорту проекту будинку проектна організація, що здійснює його заповнення під час проектування, або організація, яка оформлює енергетичний паспорт будинку, що здається в експлуатацію або експлуатується. Енергетичний паспорт будинку є структурним елементом розділу «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів. Вимоги до складу, викладення та оформлення розділу «Енергоефективність» при проектуванні житлових та громадських будинків викладені в ДСТУ Б А. 2.2-8:2010. Цей стандарт застосовують юридичні та фізичні особи-суб'єкти господарської діяльності незалежно від форм власності, які здійснюють проектування нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту, енергетичної паспортизації будинків, при визначенні класу енергетичної ефективності будинку. Завершальним етапом розроблення проектів будівництва є експертиза. Експертизу проводять експертні організації незалежно від форми власності, що відповідають критеріям, визначеним Мінрегіоном. Інформація про експертні організації, які відповідають критеріям, оприлюднюється зазначеним Міністерством на його офіційному сайті. Експертиза проектів будівництва об'єктів IV і V категорій складності, що споруджуються за рахунок бюджетних коштів, коштів державних і комунальних підприємств, установ та організацій, а також кредитів, наданих під державні гарантії, проводиться експертною організацією державної форми власності. Експертна організація, яка проводить експертизу, визначається замовником будівництва. Експертизу не може проводити розробник проекту будівництва. На жаль, обов'язкова експертиза передбачена лише для об'єктів 4 та 5 категорії складності, тому більшість проектів мають значні недоліки у розробленні заходів з енергозбереження. Контроль за дотриманням юридичними і фізичними особами будівельних норм, стандартів і правил під час виконання підготовчих

і будівельних робіт, у тому числі пов'язаних з енергоефективністю, покладений на працівників і експертів Державної архітектурно-будівельної інспекції України (Держархбудінспекція України). У грудні 2010 року Верховна Рада України ратифікувала Договір Європейського Енергетичного співтовариства (ЕСТ), згідно з яким Україна стала учасником Договору та взяла на себе зобов'язання з виконання Директив Європейського Економічного Союзу з питань енергетики, енергозбереження та відновлювальних енергоресурсів. Щодо енергозбереження в будівлях існує Директива 2010/31/ЄС про енергетичні характеристики (енергетичне функціонування) будівель (EPBD).

Згідно з нею енергетична ефективність будівель повинна визначатися на базі розрахункової або фактичної річної енергії на задоволення різноманітних потреб, пов'язаних з її типовим використанням у будинку. До вказаних потреб повинні бути віднесені потреби у енергії на опалення та охолодження для підтримування заданої температури, а також потреби у енергії на гаряче водопостачання. Чинні методики в Україні щодо визначення показників енергоефективності будівель, які визначені нормативними документами [Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007].- К.: Мінбуд України, 2006. - 64 с. – (Державні будівельні норми України) та Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції : ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 – [Чинний з 01.07.2008].- К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 44 с. – (Державний стандарт України) враховують лише річні енергопотребы будівель на опалення і не беруть до уваги витрати енергії на охолодження та підготовку гарячої води.

У ЄС серед різноманітних чинних стандартів розрахунку енергоефективності будівель Європейського Комітету центральне місце займає один стандарт, який пов'язує більшість стандартів в логічну послідовність етапів розрахунку – EN ISO 13790. Україна не пішла окремим шляхом і не стала розробляти самостійну методику, а прийняла національний

стандарт ДСТУ Б EN ISO 13790, що має ступінь відповідності, ідентичний (IDT) до міжнародного стандарту. Стандарт EN ISO 13790 для національних органів, відповідальних за нормування, надає багато варіантів методик розрахунку показників енергоефективності будівель. Наразі підготовлений та затверджений національний стандарт – «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні». Цей стандарт визначає метод розрахунку енергоспоживання та встановлює національні рішення стосовно розрахункового методу оцінки річного енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790. Зараз Україна готує Закон про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель, направлений на відображення вимог Директиви 2010/31/ЄС про енергетичні характеристики будівель (EPBD), а також ряд нових нормативних документів, серед яких – нова редакція ДБН В.2.6-31, які вже будуть приведені у відповідність до вимог ЄС (13).

Чинною нормативною базою термомодернізація не виділена в окремий вид будівництва і за своїми ознаками згідно з ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектно-вишукувальної документації» може бути віднесена як до технічного переоснащення, реконструкції, так і капітального ремонту. Проектна документація є окремим видом науково-технічної продукції, яку розробляють у відповідності до вимог чинних нормативних документів в будівництві. Проектна документація – затверджені текстові та графічні матеріали, якими визначаються містобудівні, об'ємно-планувальні, архітектурні, конструктивні, технічні, технологічні рішення, а також кошториси об'єктів будівництва, реконструкції та капітального ремонту. Не допускається розроблення проектної документації при реконструкції та капітальному ремонті об'єктів - без уточнення раніше виконаних інженерних вишукувань та інструментального обстеження об'єктів. Проектну документацію рекомендується розробляти на будинок або на серію однотипних будинків. Проектна документація з підвищення

енергоефективності об'єктів розробляється на підставі завдання на проектування, що затверджується замовником. Структурними елементами проекту повинні бути:

- пояснювальна записка з результатами розрахунків теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій згідно з вимогами ДБН В.2.6-31 (розрахунок опору теплопередачі, теплостійкості, повітропроникності, вологісного режиму огорожувальних конструкцій);

- розрахунок тепловитрат будинку на опалення згідно з ДБН В.2.6-31;

- обґрунтування необхідної площі світлопрозорих конструкцій будинку згідно з ДБН В.2.5-28. У разі значного перевищення нормативного значення допускається зниження площі світлових прорізів;

- показники енергетичної ефективності інженерних систем та обладнання будинку згідно з вимогами ДБН В.2.5-67 та інших чинних нормативних документів тощо;

- енергетичний паспорт будівлі після термомодернізації згідно з ДБН В.2.6-31, ДСТУ-Н Б А.2.2-5;

- аналіз енергоефективності використання інсоляції .

Пояснювальна записка повинна містити:

1) загальну характеристику технічного стану будівлі:

- акти обстеження конструкцій з оцінкою їх технічного стану; характеристиками тримальної здатності; показників відхилень від проектного положення; стану поверхні тощо; обмірні креслення конструкцій будівлі із вузлами примикань до інших елементів;

- акти обстеження інженерних систем з оцінкою їх технічного стану;

2) стислу інформацію про весь комплекс прийнятих проектних рішень, що спрямовані на забезпечення ефективного використання енергії інженерними системами будинку:

- оптимізація об'ємно-планувальних рішень, що одночасно забезпечують зниження тепловитрат через теплоізоляційну оболонку та теплові надходження від сонячної радіації;

- відомості про проектні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку, а також відомості про матеріали утеплення для конструкцій із фасадною теплоізоляцією (тип, марка матеріалу утеплення, його товщина та густина);
 - відомості про застосування сонцезахисних пристроїв для запобігання надходженню надмірної сонячної радіації всередину приміщень у теплий період року;
 - впровадження заходів з енергоефективності інженерних систем будинку (опалення, вентиляція, кондиціонування, гарячого водопостачання, освітлення – для кожної системи окремо);
 - наявність будинкового та поквартирного обліку споживання енергоресурсів;
 - використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії , включаючи сонячну радіацію тощо, а також акумулювання енергії у години мінімального енергоспоживання;
 - технічне та економічне обґрунтування приєднання систем теплоспоживання будівлі до місцевої котельної або до газового теплогенератора, а також технічне та економічне обґрунтування електроопалення, якщо застосовується електроенергія від непоновлюваних джерел енергії;
- 3) розрахункові кліматичні параметри та об'ємно-планувальні характеристики будинку;
 - 4) розрахунок теплотехнічних показників зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку;
 - 5) розрахунок енергетичних показників будівлі (енергетичний паспорт);
 - 6) відомості про встановлений за результатами розрахунків клас енергетичної ефективності будинку;
 - 7) термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будинку та її елементів;

- 8) посилання на протоколи випробувань, що підтверджують прийняті теплотехнічні показники будівельних матеріалів і конструкцій та термін їх ефективної експлуатації, а також посилання на протоколи випробувань із визначення пожежно-технічних показників конструкцій та матеріалів згідно з ДБН В.1.1-7;
- 9) висновок про відповідність проектного рішення будинку вимогам «Завдання на проектування» (у частині забезпечення енергоефективності) та вимогам ДБН В.1.2-11, ДБН В.2.6-31 щодо забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на опалення, нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огорожувальних конструкцій при експлуатації будинку.

Залежно від серії та технічного стану будинку, проектна документація може бути різною за обсягами і включати термомодернізацію або окремих систем, або всіх конструкцій та систем. Розрахунок тепловитрат будинку на опалення як невід'ємна частина проекту, включає визначення розрахункового значення тепловитрат на опалення будинку впродовж опалюваного періоду. Для кожного будинку виконують розрахунок тепловитрат на його експлуатацію згідно з ДБН В.2.6-31 (додаток Н).

До початку розрахунків тепловитрат необхідно визначити опалювану площу будинку, у тому числі: мансардного опалюваного цокольного і підвального, яка вимірюється у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, що включає площу, яку займають перегородки і внутрішні стіни. При цьому площа сходових клітин і ліфтових шахт включається до площі поверху. В опалювану площу будинку не включаються площі теплих горищ і підвалів, неопалюваних технічних поверхів, підвалу (підпілля), холодних неопалюваних веранд, сходових клітин, а також холодного горища або його частини, не зайнятої під мансарду. Для підземних автостоянок опалюваний об'єм обмежується перекриттям над автостоянкою.

При визначенні площі мансардного поверху враховується площа з висотою до похилої стелі 1,2 м при нахилі 30° до обрію; 0,8 м – при $45^\circ - 60^\circ$; при 60° і більше площа вимірюється до плінтусу. Площа житлових приміщень будинку визначається як сума площ усіх спільних кімнат (вітальень) і спалень. Загальна площа зовнішніх стін (з урахуванням віконних і дверних прорізів) визначається як добуток периметра зовнішніх стін по внутрішній поверхні на внутрішню висоту будинку, що вимірюється від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху з урахуванням площі віконних і дверних укосів глибиною від внутрішньої поверхні стіни до внутрішньої поверхні віконного або дверного блока.

Сумарна площа вікон визначається за розмірами прорізів у світлі. Площа зовнішніх стін (непрозорої частини) визначається як різниця загальної площі зовнішніх стін і площі вікон і зовнішніх дверей. Площа горизонтальних зовнішніх огорожувальних конструкцій (покриття, горищного й цокольного перекриття) визначається як площа поверху будинку (у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін). При похилих поверхнях стель останнього поверху площа покриття, горищного перекриття визначається, як площа внутрішньої поверхні стелі.

Розрахункові втрати теплової енергії в процесі експлуатації будинку обчислюють з врахуванням теплотехнічних характеристик матеріалів конструкцій (теплопровідність та коефіцієнт тепло-передачі); протяжність трубопроводів внутрішньої та зовнішньої системи опалення; розташування трубопроводів та їх теплоізоляція; типу внутрішньої системи опалення; місце розташування циркуляційного трубопроводу типу регулювання витоку теплоносія.

Для забезпечення комфортних умов проживання та зниження тепловитрат на експлуатацію будинку необхідно обґрунтувати необхідну площу світлопрозорих конструкцій будинку згідно з ДБН В.2.5-28. У разі значного перевищення нормативного значення допускається зниження площі світлових прорізів. Площа світлопрозорих конструкцій в зовнішніх огорожувальних

конструкціях повинна забезпечувати коефіцієнт світлового клімату (Место для формулы.) від 0,75 до 0,90 залежно від орієнтації світлових прорізів відносно сторін горизонту. Показники енергетичної ефективності інженерних систем та обладнання при опаленні та вентиляції приміщень повинні забезпечувати:

- нормовані параметри мікроклімату та концентрацію шкідливих речовин у повітрі зони обслуговування приміщень житлових будинків, громадських будівель і споруд, будівель адміністративного та побутового призначення згідно з санітарно-епідеміологічними вимогами та відповідно до положень розділу 5 «Параметри внутрішнього та зовнішнього повітря» ДБН В.2.5-67 та інших чинних нормативних документів тощо;

- нормовані рівні шуму та вібрацій від роботи обладнання та систем опалення і внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування й охолодження повітря;

- вибухопожежобезпечність опалювально-вентиляційного обладнання;

- охорону атмосферного повітря від вентиляційних викидів шкідливих речовин;

- механічну безпеку, електробезпеку під час експлуатації опалювально-вентиляційного обладнання;

- ефективне використання енергоресурсів для опалення та внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування й охолодження повітря;

- надійність та ремонтпридатність систем опалення та внутрішнього теплопостачання, вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування й охолодження повітря, а також можливість доступу до їх обладнання, запірно-регулювальної арматури, приладів і деталей, рознімних з'єднань для огляду, технічного обслуговування та заміни, налагодження.

Енергетичний паспорт будівлі після термомодернізації розробляють згідно з ДБН В.2.6-31:2006. При розробці проекту з підвищення енергоефективності об'єктів (термомодернізація, модернізація) слід враховувати тривалість

інсоляції приміщень та передбачити заходи щодо забезпечення нормативної інсоляції з врахуванням всього спектру впливу інсоляції, в тому числі і оздоровчий ефект. Інсоляція значною мірою визначає психоемоційний стан людини, її настрій і самопочуття, вона є необхідним сприятливим природним чинником, який позитивно впливає на людський організм, мікроклімат приміщення і мікрофлору довкілля. Однак цей позитивний вплив проявляється лише за нормованої дози прямих сонячних променів.

Недостатня тривалість інсоляції і надмірна тривалість інсоляції створюють у приміщенні дискомфортні умови. Тому при проектуванні заходів з підвищення енергоефективності об'єктів слід передбачити оптимальну допустиму тривалість інсоляції. Оптимальну допустиму тривалість інсоляції визначають згідно з ДБН В.2.5-28-2006. Крім впливу на санітарно-гігієнічні умови проживання мешканців житлових будинків та перебування людей в громадських будинках, інсоляція впливає на витрати енергії в процесі експлуатації будинків (збільшення витрат електроенергії на освітлення приміщень у випадку недостатнього природного освітлення; збільшення витрат електроенергії на зниження температури в середині приміщень у випадку підвищеної інтенсивності інсоляції; зниження витрат електроенергії у випадку достатньої інтенсивності інсоляції).

Висновки до розділу 2

Система енергозабезпечення опорного закладу Дядьковицький ліцей Рівненського району Рівненської області є енергонеефективною та потребує комплексної модернізації. Наприклад, середньодобові обсяги споживання газу порівняно з 2020 роком значно зросли, і вийшли на рівень 132 м³/добу в зимові місяці.

У результаті проведених розрахунків було виявлено, що будівля Дядьковицького ліцею має клас енергоефективності – «G», що є найнижчим рівнем з можливих.

Для реалізації проекту була обрана концепція енергонезалежного будинку – новітня концепція стандартів будівництва, нові перспективи для архітекторів і інженерів, поштовх до розвитку індустрії новітніх будівельних матеріалів, технічного оснащення осель, які гармонійно відповідають концепції енергонезалежних будівель. На основі аналізу розвитку будівництва енергонезалежних будівель в Європейському Союзі відмічається характерна особливість, що це, в першу чергу, будівлі шкіл, будинки для людей похилого віку, дитячі садочки, різні бюро, лабораторії, готелі і, останнім часом, виробничі приміщення різних галузей. Характерною економічною ознакою є те, що пріоритетом у цих будівлях є комфортні умови у поєднанні з низькими затратами на експлуатацію, і те що перші проекти розроблялись і виконувались при підтримці держави, за державні кошти.

Для реалізації такої концепції потрібно застосовувати сучасні технології такі як теплові насоси, сонячні колектори, сонячні батареї та ін.

Законодавство України містить усі необхідні стандарти і норми для застосування інноваційних рішень для забезпечення енергоефективності будівель та запровадження систем енергоменеджменту.

РОЗДІЛ III. ПРОЕКТ ЗАПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДЯДЬКОВИЦЬКОМУ ЛІЦЕЇ

3.1. Запровадження системи енергоменеджменту в опорному закладі «Дядьковицький ліцей»

Створення енергоефективного закладу неможливе без запровадження системи енергоменеджменту. Першим кроком у цьому має стати призначення енергоменеджера, який залучивши фахівців з енергоменеджменту та моделювання бізнес-процесів розробить положення про енергоменеджмент та адаптує процеси управління закладом до потреб енергоефективності.

Енергоменеджер буде головною особою у втіленні проєкту. Він має бути обізнаний з питань енергоефективності, мати належну мотивацію та відповідні повноваження. Ця людина повинна проявляти ініціативу, а також брати на себе відповідальність за свої дії і взагалі бути рушієм проєкту. Якщо в установі немає співробітника з відповідними якостями, то для виконання необхідних завдань можна найняти стороннього фахівця. Швидше за все, менеджеру проєкту потрібна додаткова допомога іншого персоналу під час найбільш активних етапів втілення проєкту. Керівник проєкту повинен регулярно повідомляти керівника закладу про хід виконання проєкту. Для цього в закладі повинна бути створена інформаційна система моніторингу споживання енергоресурсів, на даних якої буде проводитись аналітика споживання ресурсів.

Енергоефективність складається з двох основних елементів: жорстких і м'яких заходів. Жорсткі заходи охоплюють засоби фізичного поліпшення, наприклад, заміну вікон або утеплення фасадів. Жорсткі заходи передбачають інвестиційні проєкти з теплової модернізації будівель, і в цілому є більш витратними. М'які заходи передбачають поведінку, орієнтовану на енергозбереження, орендарів та користувачів будівель, наприклад, своєчасне відключення освітлення або закриття вікон. М'які заходи передбачають

спільні дії з обміну інформацією між користувачами та відвідувачами, наприклад, семінари та інформаційні кампанії, а також дії, орієнтовані на наслідки, такі як нагадування та контрольні списки. М'які заходи значно менш витратні. Термічно модернізована будівля може споживати багато енергії, якщо її орендарі не співпрацюватимуть. Подібним чином навіть дуже свідомі орендарі не зможуть досягти значних результатів, якщо будівля не буде модернізована термічно. Тільки поєднання жорстких і м'яких заходів розкриває увесь потенціал енергоефективності.

Оскільки проект передбачає термомодернізацію будівлі та зміну системи електропостачання та теплопостачання, то основна увага енергоменеджера буде зосереджена за організаційно-технічних заходах, спрямованих на зменшення втрат енергії. Орієнтовний перелік таких заходів наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Організаційно-технічні заходи, які доцільно проводити у системі енергоменеджменту

ЗАХІД	ПРИЗНАЧЕННЯ	ОСОБЛИВА УВАГА	ЗАОЩАДЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ
Вимірювання	Забезпечити щоденне вимірювання енергоспоживання електроенергії і тепла	Важливо забезпечити вимірювання енергоспоживання в один час доби, а також знімати покази температури приміщення всередині будівлі та на вулиці	Немає
Регульовальне обладнання	Забезпечити регулювання споживання тепла залежно від погоди та попиту завдяки встановлення спеціального обладнання.	Будівля ліцею більше половини доби не використовується. Протягом цього часу температуру приміщень необхідно знижувати за	5-15 % тепла залежно від початкових умов опалювальної системи

		допомогою регулювального обладнання. Зниження температури в приміщеннях в неробочі дні та години щорічно допоможе заощадити значний обсяг енергії	
Освітлення	Економія енергії та покращення якості освітлення завдяки встановленню світлодіодних ламп	Таймери та автоматичні системи освітлення замість світлових перемикачів сприяють зменшенню споживання енергії	80-90 % електроенергії, яка використовується лише для освітлення
Енергоощадна поведінка	Значні обсяги енергії можна зекономити лише завдяки запровадження моделей енергоощадної поведінки (закривання дверей і вікон, вимикання світильників і техніки тощо)	Потрібно особливу увагу звернути на школярів, для яких можливо запровадити факультативи з енергоефективності	До 20% енергоресурсів
Електричне обладнання	Заощаджуйте електроенергію завдяки заміні енергоємного старого обладнання	Сучасне офісне обладнання є значно менш енергоємним і сприяє такій поведінці користувачів, яка спрямована на енергозбереження (наприклад обладнання кухні)	Залежить від типу обладнання

В положенні про енергоменеджмент потрібно передбачити такі основні завдання енергоменеджера закладу:

- ведення системи енергомоніторингу та збір інформації про стан споживання ресурсів будівлі;
- подання рекомендацій директору ліцею щодо проведення енергоефективних заходів;

- щоденно, крім вихідних та святкових днів, здійснювати збір інформації з приладів обліку споживання енергоресурсів та температурних показників та вносити зібрані дані до он-лайн систему енергомоніторингу, а також аналізувати отримані дані на предмет відхилення, у разі якщо система енергомоніторингу показала таке відхилення;
- якщо система енергомоніторингу виявила значне відхилення споживання енергоресурсу (більше ніж на 10%) – інформувати безпосереднього керівника, якщо перевищення виникло внаслідок надзвичайної ситуації техногенного характеру (аварії, катастрофи тощо) - вживати відповідні заходи для стабілізації ситуації.
- стежити за своєчасним здійсненням обслуговування інженерних систем відповідними фахівцями, своєчасним проходженням приладами обліку метрологічної повірки, а також інших заходів, пов'язаних з підвищенням ефективності енергоспоживання.

Директор ліцею повинен бути наділений такими завданнями:

- забезпечувати організацію системи енергоменеджменту будівель та споруд;
- на період відсутності осіб, відповідальних за моніторинг споживання, наказом призначати осіб, які виконують їх обов'язки, забезпечуючи безперервність функціонування системи енергомоніторингу;
- стимулювати відповідальних осіб, які безпосередньо задіяні в процесі підвищення енергоефективності бюджетних установ, шляхом преміювання в межах видатків на оплату праці, затверджених у кошторисі.

В положенні про енергоменеджмент потрібно передбачити дисциплінарну відповідальність за достовірність внесених даних до АСЕМ, а

також адміністративну відповідальність за нераціональне використання енергоресурсів та не обґрунтоване їх перевищення.

Система енергоменеджменту повинна забезпечувати:

- збір та комплексний аналіз інформації про рівень споживання енергетичних ресурсів;
- аналіз витрат на енергетичні ресурси;
- проведення якісного енергетичного аудиту;
- зменшення збитків паливно-енергетичних ресурсів у комунальній і побутовій сферах;
- зниження споживання природного газу за рахунок альтернативних видів палива;
- чітке визначення суб'єктів реалізації і механізмів фінансування заходів з енергоефективності.

Ефективність функціонування системи енергоменеджменту в місті оцінюється за такими критеріями:

1. Неперевищення споживання енергоресурсів базового рівня.
2. Зниження споживання енергоресурсів відносно базового рівня. При цьому під час підрахунку не враховуються заклади, де було виявлена невідповідність нормативним вимогам мікроклімату.
3. Кількість залучених коштів на потреби підвищення ефективності енергоспоживання.
4. Ефективність реалізації проектів, що характеризується параметром: фактично досягнута річна економія/вкладені кошти.
5. Дотримання нормативних вимог до мікроклімату в приміщеннях. За результатами річної діяльності служби енергоменеджменту виводиться

інтегральний показник ефективності, що зокрема може застосовуватися в системі стимулювання.

3.2. Проєкт застосування енергоефективних заходів в будівлі опорного закладу

Для проєктування потужностей нової системи енергопостачання потрібно спочатку розрахувати необхідну встановлену потужність систем енергозабезпечення. Наявні системи енергозабезпечення використовують в середньому 691 КВтгод/добу або 68,2 КВтгод/м³ опалювальної площі, що відповідає найнижчому класу енергоефективності.

Термомодернізація будівлі повинна забезпечити клас енергоефективності принаймні до рівня «С», що становить для навчальних закладів 30 КВт*год /м³ . Тобто нова система енергозабезпечення повинна мати можливість генерувати щонайменше 111000 КВтгод/рік (30 КВт*год /м³*3700 м³ опалювальної площі). А при забезпеченні класу енергоефективності «В» 88800 КВтгод/рік.

Виходячи з наведеного, проведено підбір обладнання для тепло та електропостачання. Для забезпечення закладу тепловою та електроенергією в достатніх обсягах планується використати такі технології:

1. **Сонячна панель 645 Вт Trina Solar TSM-DE21 645W Mono Half-cell**
– 7039 грн. (потенційний постачальник - <https://ecoforce.com.ua>).

Характеристики:

- Номінальна потужність 645 Вт із заявленим виробником відхиленням +/- 5 Вт
- 110 монокристалічних осередків
- Напруга розімкненого ланцюга 45,1 В
- Струм короткого замикання 18,39 А

- Розмір 2384*1303*35 мм

2. Геотермальний інверторний тепловий насос NIBE F1355 потужністю 43 кВт (24160 євро. (<https://nibe.ua>)).

Геотермальний інверторний тепловий насос NIBE F1355 потужністю 43 кВт, має найкращу енергоефективність та ергономічність з мінімальними енергетичними витратами.

Два окремих компресорних блоки, один з яких із інверторним компресором, із вбудованими циркуляційними насосами для збалансованого теплопостачання, зменшення пускових навантажень та регулювання кількості пусків (особливо в перехідні періоди), високого комфорту в опалюваних приміщеннях. Автоматика рівномірно навантажує компресори для тривалої працездатності теплового насосу.

Повністю укомплектований для роботи на опалення, включно з автоматикою, зовнішніми датчиками, фільтрами тощо.

Висока температура теплоносія до +65°C відображає якість (та відповідно ціну) комплектуючих.

Клас енергоефективності «A++» ... «A+++» (залежно від робочих температур, рішень при проектуванні та монтажу системи опалення).

Легке розуміння та зміна налаштувань на великому кольоровому дисплеї із зображеннями, написам російською мовою, вбудованій інструкції користувача, довідками та порадами.

Завдяки зручній системі підказок, керування тепловим насосом та системою опалення в цілому стає зручним. У разі виникнення труднощів, скористайтесь підказками, що знаходяться у кожному пункті меню. При виявленні помилок в роботі система автоматичного діагностування виводить на екран: назву та номер помилки, а також розгорнуте пояснення можливих

причин її виникнення. Це допомагає самостійно та швидко усунути помилку без виїзду сервісного спеціаліста.

Найкраща автоматика та програмне забезпечення для надійної та енергоефективної роботи. Інтерфейс USB для обслуговування та заміни програмного забезпечення, що періодично оновлюється NIBE.

Вбудована можливість підключення до Інтернету дозволяє відслідковувати роботу теплового насосу та системи опалення з комп'ютеру, смартфона або планшета. Сервіс NIBEUPLINK дозволить коригування температур відповідно до змін ваших планів та заощадить кошти, повідомить про актуальний стан теплового насосу.

Планування по часу та дням для додаткової економії експлуатаційних витрат.

Для зменшення шуму та вібрацій компресор і циркуляційні насоси закріплені на вібраційних опорах та розміщені в окремому металевому корпусі з товстої оцинкованої сталі.

Для забезпечення оптимальних режимів роботи та енергоефективності потужність інверторних циркуляційних насосів автоматично змінюється від 0 до 100%. Зниження швидкості циркуляції насосу у два рази зменшує витрати електроенергії у вісім разів.

Інверторний компресор точно підлаштовує продуктивність теплового насосу під потреби будівлі при різних погодних умовах.

Автоматика плавного пуску неінверторного компресора забезпечує низькі пускові навантаження на електромережу, та збільшений моторесурс теплового насосу.

Керування електричними, газовими та твердопаливними котлами, сонячними колекторами будь-яких виробників.

Компактні розміри: ширина 60 см, глибина 65 см, висота 180 см. Мінімальна монтажна висота 195 см. Стриманий привабливий дизайн. Не потребує специфічних приміщень для установки.

3. Термомодернізація будівлі навчального закладу буде проводитись відповідно до вимог ДБН.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною термоізоляцією: вимоги до проектування» (12).

Для утеплення буде використовуватися мінеральна вата товщиною 150 мм, щільність 135кг/м³ (ціна приблизно 450 грн/м²).

Використовуючи метод Program Evaluation and Review Technique (PERT) розрахуємо тривалість реалізації проекту (див. табл. 3.2)

Таблиця 3.2

Розрахунок тривалості робіт за методом PERT

СДР	Назви робіт	T _(opt)	T _(real)	T _(pes)	T _(PERT)
1	2	3	4	5	6
D.1	Проектні і підготовчі роботи				38 д
D.1.1	Збір інформації про енергоспоживання	5 д	10 д	12 д	10 д
D.1.2	Аудит енергоспоживання	10 д	15 д	20 д	15 д
D.1.3	Оцінювання інвестиційних витрат	5 д	7 д	10 д	8 д
D.1.4	Виготовлення енергопаспорта будівлі	10 д	12 д	15 д	13 д
D.2	Запровадження системи енергоменеджменту				85 д
D.2.1	Аналіз процесів	15 д	20 д	25 д	20 д
D.2.2	Проектування процесів енергоменеджменту	10 д	13 д	20 д	14 д
D.2.3	Підготовка проекту положення про енергоменеджмент	5 д	7 д	10 д	8 д
D.2.4	Погодження і затвердження положення про енергоменеджмент	3 д	5 д	8 д	6 д
D.2.5	Призначення енергоменеджера	1 д	3 д	5 д	3 д
D.2.6	Навчання енергоменеджера	10 д	10 д	10 д	10 д
D.2.7	Запровадження щоденного обліку енергоресурсів	14 д	14 д	14 д	14 д
D.2.8	Запровадження організаційних заходів економії енергоресурсів	10 д	10 д	10 д	10 д
D.3	Тепломодернізація будівлі				213 д
D.3.1	Розроблення ПКД				90 д

1	2	3	4	5	6
D.3.1.1	Підготовка технічного завдання на розробку ПКД	3 д	5 д	5 д	5 д
D.3.1.2	Фандрейзинг	30 д	40 д	50 д	40 д
D.3.1.3	Проведення тендеру на розроблення ПКД	40 д	45 д	50 д	45 д
D.3.1.4	Договір з переможцем тендеру підписано	3 д	5 д	5 д	5 д
D.3.1.5	Виготовлення проектно-кошторисної документації	15 д	20 д	25 д	20 д
D.3.1.6	Експертиза ПКД	10 д	10 д	10 д	10 д
D.3.2	Будівельно-ремонтні роботи				123 д
D.3.2.1	Проведення тендеру на виконання робіт	45 д	50 д	55 д	50 д
D.3.2.2	Капітальний ремонт даху	50 д	60 д	70 д	60 д
D.3.2.3	Термоізоляція дверей і вікон	10 д	12 д	15 д	13 д
D.3.2.4	Капітальний ремонт фасаду	50 д	60 д	70 д	60 д
D.4	Встановлення енергоефективного обладнання				210 д
D.4.1	Фандрейзинг				40 д
D.4.1.1	Залучення фінансування з внутрішніх джерел	30 д	40 д	50 д	40 д
D.4.1.2	Підготовка заявок на міжнародні фонди	30 д	30 д	30 д	30 д
D.4.2	Монтаж сонячних панелей				170 д
D.4.2.1	Проведення тендеру на придбання панелей	40 д	45 д	50 д	45 д
D.4.2.2	Монтаж і підключення панелей	10 д	15 д	20 д	15 д
D.4.3	Встановлення теплового насоса				60 д
D.4.3.1	Проведення тендеру на придбання теплового насосу	40 д	45 д	50 д	45 д
D.4.3.2	Встановлення теплового насоса	10 д	15 д	20 д	15 д
D.4.4	Встановлення модульної котельні				70 д
D.4.4.1	Проведення тендера на придбання модульної котельні	40 д	50 д	60 д	50 д
D.4.4.2	Встановлення модульної котельні	15 д	20 д	25 д	20 д
D.5	Завершення проекту	0 д	0 д	0 д	0 д

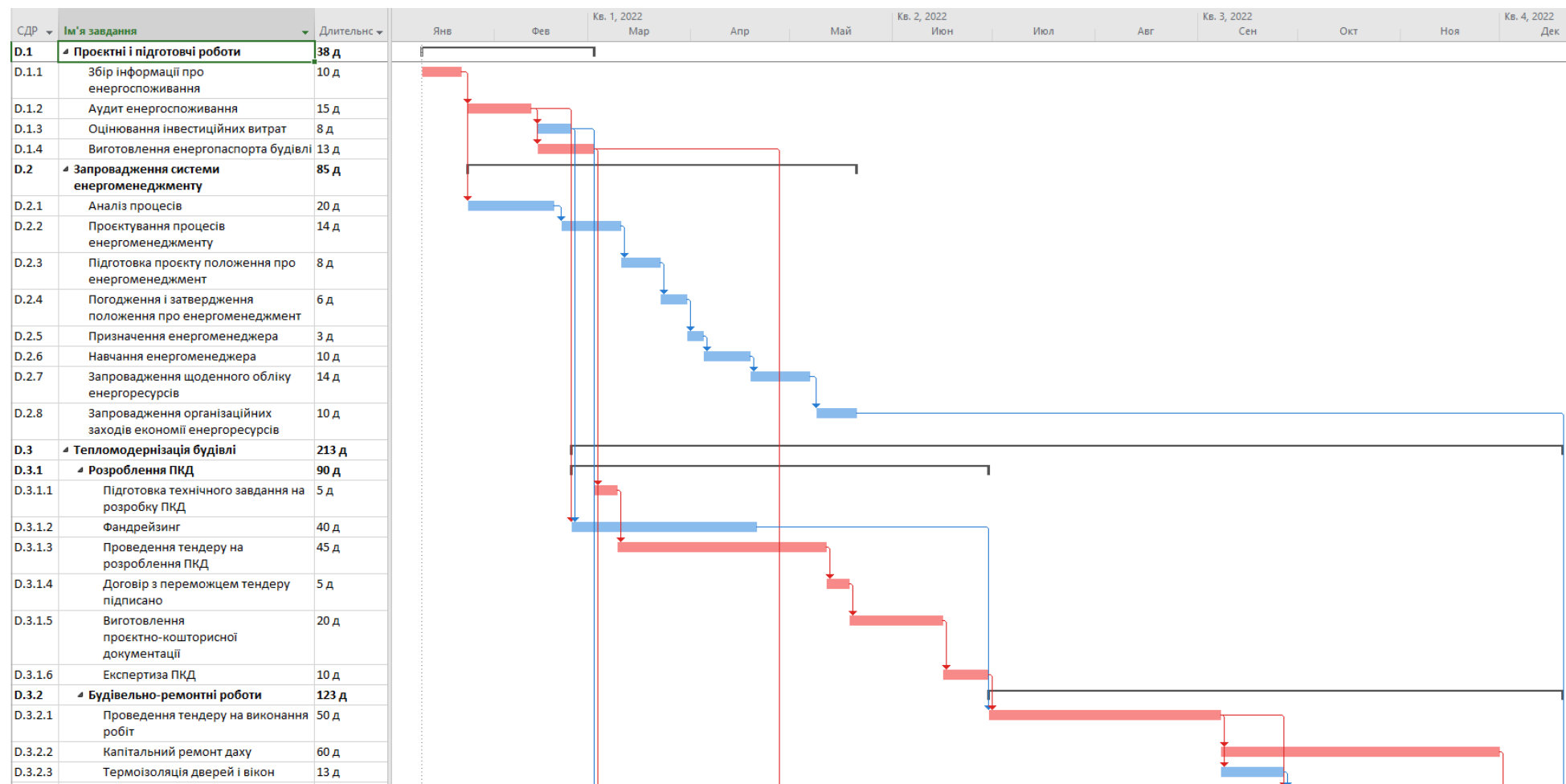
Використовуючи MS Project було розраховано календарний план реалізації проекту, таблична форма якого наведена в табл. 3.3, а діаграма Гантта на рис. 3.1

Календарний план реалізації проєкту

СДР	Назви робіт	Тривалість	Ранній початок	Пізній початок	Раннє закінчення	Пізнє закінчення	Загальний часовий резерв
1	2	3	4	5	6	7	8
D.1	Проектні і підготовчі роботи	38 д	Пн 10.01.22	Пн 10.01.22	Ср 02.03.22	Ср 04.05.22	0 д
D.1.1	Збір інформації про енергоспоживання	10 д	Пн 10.01.22	Пн 10.01.22	Пт 21.01.22	Пт 21.01.22	0 д
D.1.2	Аудит енергоспоживання	15 д	Пн 24.01.22	Пн 24.01.22	Пт 11.02.22	Пт 11.02.22	0 д
D.1.3	Оцінювання інвестиційних витрат	8 д	Пн 14.02.22	Пн 25.04.22	Ср 23.02.22	Ср 04.05.22	50 д
D.1.4	Виготовлення енергопаспорта будівлі	13 д	Пн 14.02.22	Пн 14.02.22	Ср 02.03.22	Ср 02.03.22	0 д
D.2	Запровадження системи енергоменеджменту	85 д	Пн 24.01.22	Чт 25.08.22	Пт 20.05.22	Ср 21.12.22	153 д
D.2.1	Аналіз процесів	20 д	Пн 24.01.22	Чт 25.08.22	Пт 18.02.22	Ср 21.09.22	153 д
D.2.2	Проектування процесів енергоменеджменту	14 д	Пн 21.02.22	Чт 22.09.22	Чт 10.03.22	Вт 11.10.22	153 д
D.2.3	Підготовка проєкту положення про енергоменеджмент	8 д	Пт 11.03.22	Ср 12.10.22	Вт 22.03.22	Пт 21.10.22	153 д
D.2.4	Погодження і затвердження положення про енергоменеджмент	6 д	Ср 23.03.22	Пн 24.10.22	Ср 30.03.22	Пн 31.10.22	153 д
D.2.5	Призначення енергоменеджера	3 д	Чт 31.03.22	Вт 01.11.22	Пн 04.04.22	Чт 03.11.22	153 д
D.2.6	Навчання енергоменеджера	10 д	Вт 05.04.22	Пт 04.11.22	Пн 18.04.22	Чт 17.11.22	153 д
D.2.7	Запровадження щоденного обліку енергоресурсів	14 д	Вт 19.04.22	Пт 18.11.22	Пт 06.05.22	Ср 07.12.22	153 д
D.2.8	Запровадження організаційних заходів економії енергоресурсів	10 д	Пн 09.05.22	Чт 08.12.22	Пт 20.05.22	Ср 21.12.22	153 д
D.3	Тепломодернізація будівлі	213 д	Чт 24.02.22	Чт 03.03.22	Пн 19.12.22	Ср 21.12.22	2 д

1	2	3	4	5	6	7	8
D.3.1	Розроблення ПКД	90 д	Чт 24.02.22	Чт 03.03.22	Ср 29.06.22	Ср 29.06.22	0 д
D.3.1.1	Підготовка технічного завдання на розробку ПКД	5 д	Чт 03.03.22	Чт 03.03.22	Ср 09.03.22	Ср 09.03.22	0 д
D.3.1.2	Фандрейзинг	40 д	Чт 24.02.22	Чт 05.05.22	Ср 20.04.22	Ср 29.06.22	50 д
D.3.1.3	Проведення тендеру на розроблення ПКД	45 д	Чт 10.03.22	Чт 10.03.22	Ср 11.05.22	Ср 11.05.22	0 д
D.3.1.4	Договір з переможцем тендеру підписано	5 д	Чт 12.05.22	Чт 12.05.22	Ср 18.05.22	Ср 18.05.22	0 д
D.3.1.5	Виготовлення проектно-кошторисної документації	20 д	Чт 19.05.22	Чт 19.05.22	Ср 15.06.22	Ср 15.06.22	0 д
D.3.1.6	Експертиза ПКД	10 д	Чт 16.06.22	Чт 16.06.22	Ср 29.06.22	Ср 29.06.22	0 д
D.3.2	Будівельно- ремонтні роботи	123 д	Чт 30.06.22	Чт 30.06.22	Пн 19.12.22	Ср 21.12.22	0 д
D.3.2.1	Проведення тендеру на виконання робіт	50 д	Чт 30.06.22	Чт 30.06.22	Ср 07.09.22	Ср 07.09.22	0 д
D.3.2.2	Капітальний ремонт даху	60 д	Чт 08.09.22	Чт 08.09.22	Ср 30.11.22	Ср 30.11.22	0 д
D.3.2.3	Термоізоляція дверей і вікон	13 д	Чт 08.09.22	Пн 12.09.22	Пн 26.09.22	Ср 28.09.22	2 д
D.3.2.4	Капітальний ремонт фасаду	60 д	Вт 27.09.22	Чт 29.09.22	Пн 19.12.22	Ср 21.12.22	2 д
D.4	Встановлення енергоєфективного обладнання	210 д	Чт 03.03.22	Чт 21.07.22	Ср 21.12.22	Ср 21.12.22	0 д
D.4.1	Фандрейзинг	40 д	Чт 03.03.22	Чт 21.07.22	Ср 27.04.22	Ср 28.09.22	100 д
D.4.1.1	Залучення фінансування з внутрішніх джерел	40 д	Чт 03.03.22	Чт 21.07.22	Ср 27.04.22	Ср 14.09.22	100 д
D.4.1.2	Підготовка заявок на міжнародні фонди	30 д	Чт 03.03.22	Чт 18.08.22	Ср 13.04.22	Ср 28.09.22	120 д
D.4.2	Монтаж сонячних панелей	170 д	Чт 28.04.22	Чт 29.09.22	Ср 21.12.22	Ср 21.12.22	0 д
D.4.2.1	Проведення тендеру на придбання панелей	45 д	Чт 28.04.22	Чт 29.09.22	Ср 29.06.22	Ср 30.11.22	110 д
D.4.2.2	Монтаж і підключення панелей	15 д	Чт 01.12.22	Чт 01.12.22	Ср 21.12.22	Ср 21.12.22	0 д
D.4.3	Встановлення теплового насоса	60 д	Чт 28.04.22	Чт 29.09.22	Ср 20.07.22	Ср 21.12.22	110 д

1	2	3	4	5	6	7	8
D.4.3.1	Проведення тендеру на придбання теплового насосу	45 д	ЧТ 28.04.22	ЧТ 29.09.22	Ср 29.06.22	Ср 30.11.22	110 д
D.4.3.2	Встановлення теплового насоса	15 д	ЧТ 30.06.22	ЧТ 01.12.22	Ср 20.07.22	Ср 21.12.22	110 д
D.4.4	Встановлення модульної котельні	70 д	ЧТ 28.04.22	ЧТ 15.09.22	Ср 03.08.22	Ср 21.12.22	100 д
D.4.4.1	Проведення тендера на придбання модульної котельні	50 д	ЧТ 28.04.22	ЧТ 15.09.22	Ср 06.07.22	Ср 23.11.22	100 д
D.4.4.2	Встановлення модульної котельні	20 д	ЧТ 07.07.22	ЧТ 24.11.22	Ср 03.08.22	Ср 21.12.22	100 д
D.5	Завершення проєкту	0 д	Ср 21.12.22	Ср 21.12.22	Ср 21.12.22	Ср 21.12.22	0 д



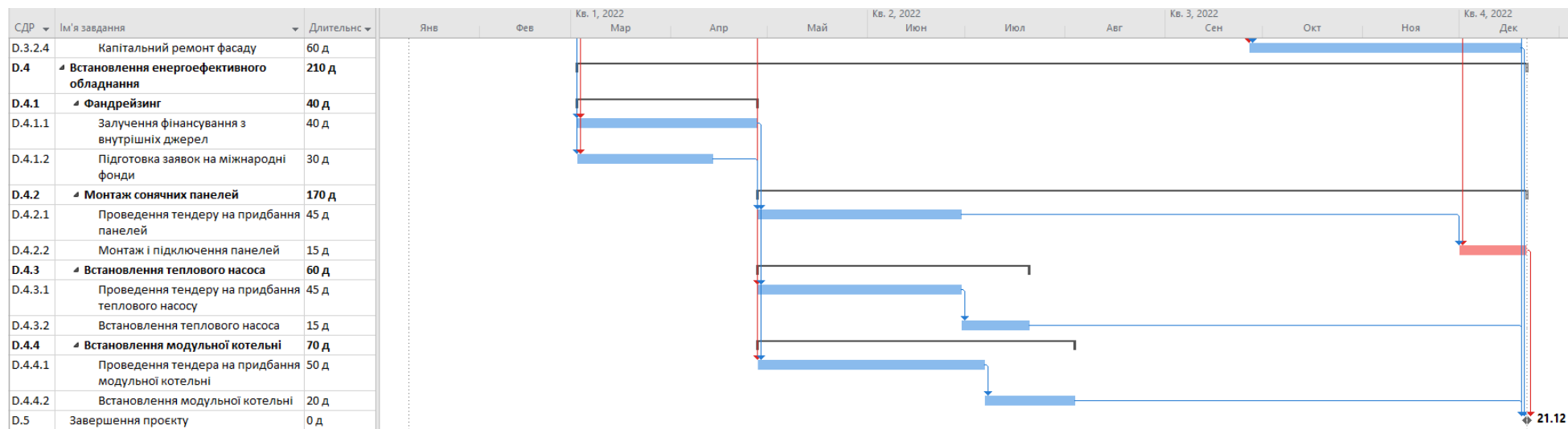


Рис. 3.1. Діаграма Гантта проекту

3.3. Прогноз економічних результатів проєкту запровадження заходів з енергоефективності

Реалізація проєкту переведення Дядьковицького ліцею на відновлювальні джерела енергії потребує великих інвестицій в термомодернізацію будівлі та енергогенеруюче обладнання.

Для розрахунку вартості термомодернізації будівлі скористаємося середніми ринковими вартостями, що рекомендують застосувати фахівці Фонду енергоефективності для розроблення інвестиційного плану (9) (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Середні ринкові вартості при розробці інвестиційного плану

№	Захід	Од. вимір.	Середня ринкова вартість за одиницю з ПДВ, грн
1.	Теплоізоляція трубопроводів (в залежності від системи - опалення чи гаряче водопостачання, матеріалу теплоізоляції та діаметру трубопроводів)	м	200,00 - 600,00
2.	Встановлення ІТП (в залежності від теплового навантаження системи опалення)	од.	350 000,00 – 750 000,00
3.	Встановлення автоматичних балансувальних клапанів	од.	5 000,00
4.	Теплоізоляція стін (з урахуванням утеплення віконних відкосів) та цоколя (вище рівня ґрунту)	м ²	1 300,00 - 1 600,00
5.	Теплоізоляція перекриття підвалу	м ²	1 000,00
6.	Теплоізоляція горищного перекриття: - утеплення по лагах; - під стяжкою(утеплення по лагах)	м ²	1000,00 – 1200,00 1400,00
7.	Теплоізоляція суміщеного покриття	м ²	1 400,00 – 2 000,00
8.	Заміна дверей на енергозберігаючі	м ²	3 500,00 – 5 000,00
9.	Заміна вікон на енергозберігаючі	м ²	3 500,00
10.	Локальні стінові рекуператори	од.	10 000,00 – 12 500,00

Враховуючи орієнтовні обсяги робіт з термомодернізації будівлі, розраховано вартість проєкту (див. табл. 3.4).

Укрупнений розрахунок вартості термомодернізації будівлі Дядьковицького
ліцею

№	Захід	Од. вимір.	Середня ринкова вартість за одиницю з ПДВ, грн	Вико- ристано в розрахунку, грн/од	Обсяги	Вартість, грн
1.	Теплоізоляція стін (з урахуванням утеплення віконних відкосів) та цоколя (вище рівня ґрунту)	м ²	1300,00 - 1600,00	1400	3000	420000
2.	Теплоізоляція горищного перекрыття:	м ²	1000,00 – 1200,00	1100	1000	1100000
3.	Теплоізоляція суміщеного покриття	м ²	1400,00 – 2000,00	1700	100	170000
4.	Заміна дверей на енергозберігаючі	м ²	3500,00 – 5000,00	4000	4	16000
5.	Заміна вікон на енергозберігаючі	м ²	3500,00	3500	30	105000
6.	Локальні стінові рекуператори	од.	10000,00 – 12500,00	11000	10	110000
	Всього					5701000

Для забезпечення потреби в електроенергії будуть використовуватися сонячні панелі Trina Solar TSM-DE21 645W Mono Half-cell.

Результати щоденного моніторингу споживання електроенергії показують, що пікові навантаження системи складають більше 400 КВтгод/добу (див. рис. 3.2)

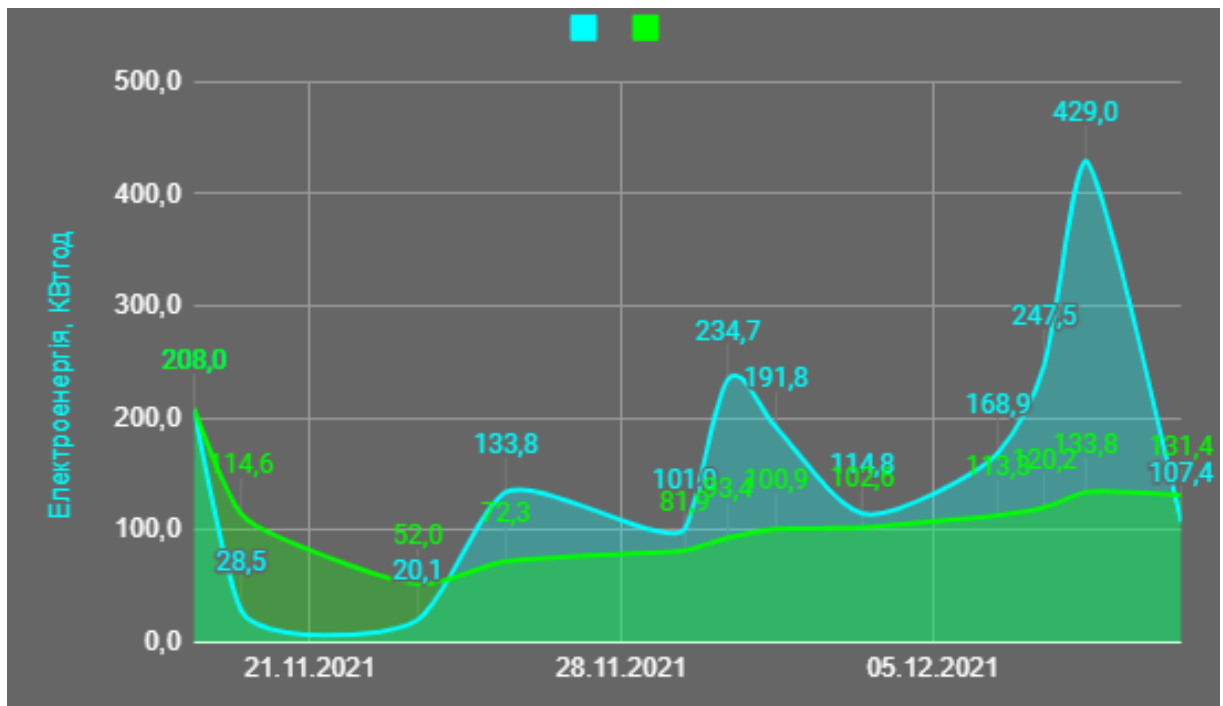


Рис. 3.2. Результати подового моніторингу споживання електроенергії

Виходячи з даних рис. 3.2 для забезпечення потреби закладу в електроенергії достатньо потужності станції у межах 50-60 КВтгод.

Для забезпечення потужності такої станції потрібно 93 панелей потужністю 645 Вт. Оскільки одна панель має площу $3,1 \text{ м}^2$, то для розміщення такої кількості панелей потрібно 288 м^2 . Панелі такої площі можна розмістити на південній стороні даху будівлі.

Інвестиції у закупівлю і монтаж панелей становитимуть 654,6 тис. грн. ($155 \cdot 7039$ грн).

На сьогодні, як показують результати моніторингу споживання газу, в добу може споживатися до 160 м^3 газу, що становить 1760 КВтгод (див. рис. 3.3)

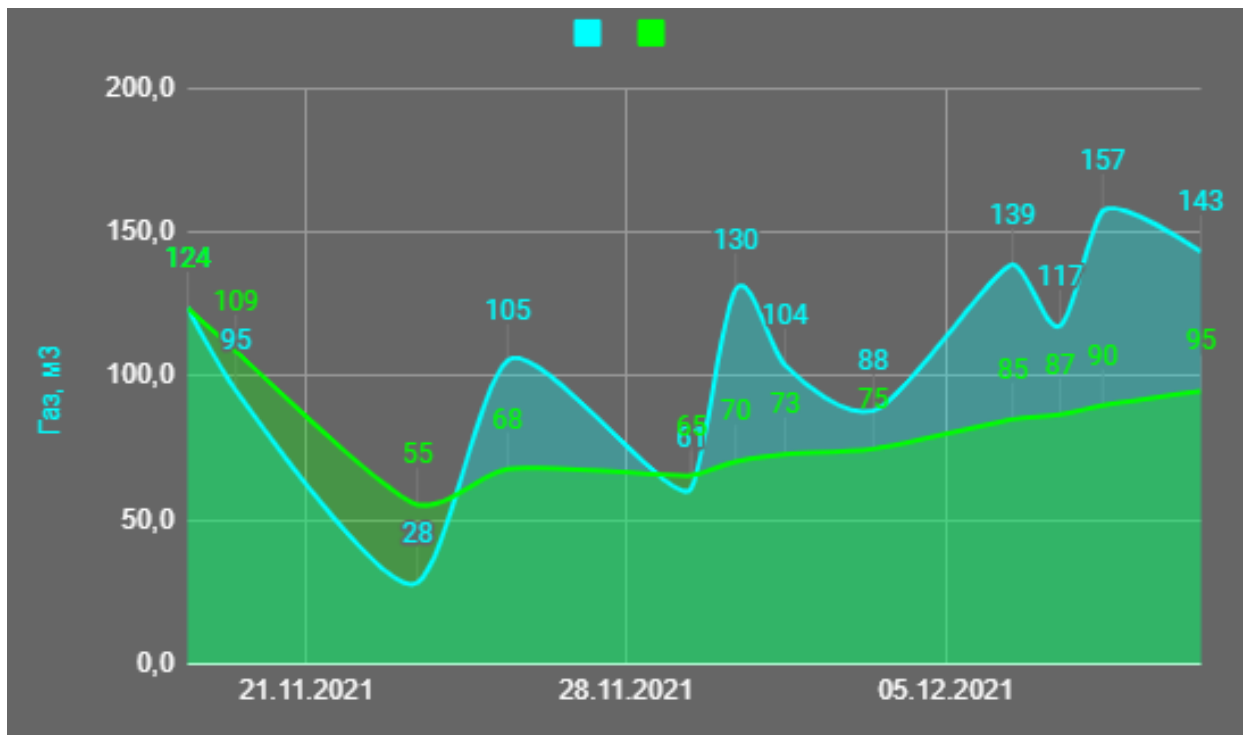


Рис. 3.3. Результати подового споживання газу.

Після проведення термомодернізації будівлі до класу «В» обсяги споживання тепла зменшаться до 20 КВтгод/м³, що порівняно з теперішнім рівнем є меншим у 2,5 рази. За такого споживання енергії добова потреба в енергії на теплопостачання становитиме біля 700 КВтгод, для генерації яких достатньо одного теплового насоса потужністю 43 КВт.

З урахуванням наведених вище розрахунків інвестиції у придбання і монтаж теплового насоса складатимуть 824 тис. грн.

На основі розрахованих інвестицій та очікуваних обсягів економії енергоресурсів розраховано економічну ефективність проєкту переведення Дядьковицького ліцею на відновлювальні джерела енергії (див. табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Розрахунок економічної ефективності проекту переведення Дядьковицького ліцею на відновлювальні джерела енергії

Показники	Значення показників у розрізі років, тис.грн								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Інвестиції:	7179,6								
Термомодернізація будівлі	5701,0								
Сонячні панелі - Trina Solar TSM-DE21 645W Mono Half-cell	654,6								
Геотермальний інверторний тепловий насос NIBE F1355	824,0								
Економія заробітної плати кочегарів (2 ставки, при прогнозованому зростанні зарплати 15%)		206,2	237,1	272,7	313,6	360,6	414,7	476,9	548,4
Економія на вартості електроенергії (при тарифі 10 грн/Квтгод - постачання і транспортування з ростом 10% в рік, поточне споживання - 24622 Квтгод/рік)		246,2	270,8	297,9	327,7	360,5	396,5	436,2	479,8
Економія вартості газу (при вартості газу 30 грн/м3 при 20% рості ціни, поточне споживання - 25000 м3/рік)		750	900,0	1080,0	1296,0	1555,2	1866,2	2239,5	2687,4
Сумарна економія енергоресурсів		1202,4	1407,9	1650,6	1937,3	2276,3	2677,5	3152,6	3715,6
Коефіцієнт дисконтування, при нормі дисконту 10%	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,564	0,513	0,467	0,424
Чистий грошовий потік, NCF	-6526,9	993,7	1057,8	1127,4	1202,9	1284,9	1374,0	1470,7	1575,8
Чиста теперішня вартість з наростаючим підсумком, NPV	-6526,9	5533,2	4475,4	3348,0	2145,1	-860,2	513,8	1984,5	3560,3
Термін окупності проекту, роки	6,6								

Окрім економічного ефекту заходи з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності дають й інші види ефектів (див. табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Додаткові ефекти від впровадження енергозберігаючих заходів

Види ефектів	Складові ефектів
Енергетичні	Поліпшення енергетичних характеристик будівель і об'єктів нерухомості, економія тепла, електроенергії, води, палива, інших ресурсів.
Ергономічні	Поліпшення умов праці, комфортності перебування, мікроклімату в навчальних, робочих і житлових приміщеннях.
Екологічні	Скорочення одного або декількох впливів на навколишнє середовище (викидів в атмосферу, водні джерела, шуму, відходів).
Фінансові	Зниження платежів за енергоресурси, економія і вивільнення бюджетних коштів (на оплату енергоресурсів), зниження сум оплати за ресурси, окупність заходів.

Видно, що ці ефекти в значній мірі взаємопов'язані. При цьому сумарний ефект заходів складається із сукупності окремих ефектів, при цьому в ряді випадків додаткові ефекти можуть бути більш важливими і значущими.

У результаті проведення якісної оцінки ризиків проєкту було виявлено 5 ризиків, по кожному з яких розроблено можливі варіанти протидії (див.табл. 3.7.)

Таблиця 3.7

Реєстр та оцінка ризиків проєкту

СДР	Назва завдання	Відповідальний за ризик	Вплив	Імовірність	Сила	Тригер	Планова реакція на ризик
D.2.8	Запровадження організаційних заходів економії енергоресурсів	Енергоменеджер не проявлятиме достатньої ініціативи для пошуку шляхів економії енергоресурсів	-0,4	0,7	-0,28	Відсутність пропозицій після 1 місяця моніторингу	1) Розробка нової системи мотивації енергоменеджера. 2) Призначення нового енергоменеджера

D.3.1.2	Фандрейзинг	Не буде знайдено кошти для термомодернізації	-0,8	0,7	-0,56	Фінансування проєкту термомодернізації не включено в програму соціально-економічного розвитку громади.	1) Проведення переговорів з ЕСКО-компаніями. 2) Замороження проєкту.
D.3.2.2	Капітальний ремонт даху	Збільшення термінів капітального ремонту на 50-70%	0	0	0	Місячна звітність з освоєного обсягу	Залучення додаткових ресурсів. Проведення претензійної роботи щодо підрядників.
D.3.2.4	Капітальний ремонт фасаду	Збільшення термінів капітального ремонту на 50-70%	0	0	0	Місячна звітність з освоєного обсягу	Залучення додаткових ресурсів. Проведення претензійної роботи щодо підрядників.

Висновок до розділу 3

У цьому розділі спроектовано процеси та описано функції енергоменеджменту в Дядьковицькому ліцеї, проведено вибір технічних рішень для енергомодернізації та енергозабезпечення закладу та розраховано економічну ефективність заходів.

Систему енергопостачання планується побудувати на основі використання сонячних панелей 645 Вт Trina Solar TSM-DE21 645W Mono Half-cell та геотермального інверторного теплового насоса NIBE F1355 потужністю 43 кВт. Застосування таких технологій потребує попередньої термомодернізації будівлі та заміни системи опалення.

Розроблений план управління проектом показав, що тривалість проєкту становитиме майже рік і при дотриманні плану завершиться 21.12.2022 року. Вартість проєкту становить 5,7 млн.грн. Розраховані обсяги очікуваної

економії показують, що проект окупиться за 6,6 років. А при зростанні вартості газу та електроенергії більше, ніж на 10-15% щорічно терміни окупності суттєво скоротяться.

Проект має ряд ризиків, які пов'язані, насамперед, із фінансуванням. Але при проведенні активного фандрейзингу такі ризики можна обійти.

Проект має практичну значимість, що підтверджено відповідною довідкою.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі було обґрунтовано доцільність переведення Дядьковицького ліцею на енергоефективні технології та розроблено план управління таким проектом з урахуванням запровадження системи енергоменеджменту.

Ефективність програм з енергоефективності значною мірою залежить від якості системи енергоменеджменту. Мета функціонування енергоменеджменту - послідовне зниження споживання енергоресурсів до того мінімального рівня, який необхідний для здійснення виробничої діяльності підприємства з дотриманням всіх необхідних умов ведення даної діяльності.

Для успішного виконання зазначених завдань необхідно забезпечити ефективне функціонування наступних підсистем: моніторинг енергоспоживання; планування впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання; залучення джерел фінансування заходів з підвищення ефективності енергоспоживання; контроль за ефективністю впровадження заходів з енергозбереження; навчання персоналу структурних підрозділів; мотивація ощадного енергоспоживання.

Запровадження систем енергоменеджменту повинно відбуватися з урахуванням принципів менеджменту якості, які визначені в ISO 9000–2001, в основі яких лежить процесний підхід.

Для фінансування проєктів з енергоефективності можна застосовувати різні моделі, інноваційною серед яких є укладання енергосервісних договорів. Завдяки таким договорам замовник починає економити ресурси та, відповідно, гроші, частину яких отримує ЕСКО як плату за свої послуги та повертає вкладені інвестиції.

Система енергозабезпечення опорного закладу Дядьковицький ліцей Рівненського району Рівненської області є енергонеефективною та потребує

комплексної модернізації. Наприклад, середньодобові обсяги споживання газу порівняно з 2020 роком значно зросли, і вийшли на рівень 132 м³/добу в зимові місяці. У результаті проведених розрахунків було виявлено, що будівля Дядьковицького ліцею має клас енергоефективності – «G», що є найнижчим рівнем з можливих.

Для реалізації проекту була обрана концепція енергонезалежного будинку – новітня концепція стандартів будівництва, нові перспективи для архітекторів і інженерів, поштовх до розвитку індустрії новітніх будівельних матеріалів, технічного оснащення осель, які гармонійно відповідають концепції енергонезалежних будівель. На основі аналізу розвитку будівництва енергонезалежних будівель в Європейському Союзі відмічається характерна особливість, що це, в першу чергу, будівлі шкіл, будинки для людей похилого віку, дитячі садочки, різні бюро, лабораторії, готелі і, останнім часом, виробничі приміщення різних галузей. Характерною економічною ознакою є те, що пріоритетом у цих будівлях є комфортні умови у поєднанні з низькими затратами на експлуатацію, і те що перші проекти розроблялись і виконувались при підтримці держави, за державні кошти.

Для реалізації такої концепції потрібно застосовувати сучасні технології такі як теплові насоси, сонячні колектори, сонячні батареї та ін.

Законодавство України містить усі необхідні стандарти і норми для застосування інноваційних рішень для забезпечення енергоефективності будівель та запровадження систем енергоменеджменту.

У цьому розділі спроектовано процеси та описано функції енергоменеджменту в Дядьковицькому ліцеї, проведено вибір технічних рішень для енергомодернізації та енергозабезпечення закладу та розраховано економічну ефективність заходів.

Систему енергопостачання планується побудувати на основі використання сонячних панелей 645 Вт Trina Solar TSM-DE21 645W Mono

Half-cell та геотермального інверторного теплового насоса NIBE F1355 потужністю 43 кВт. Застосування таких технологій потребує попередньої термомодернізації будівлі та заміни системи опалення.

Розроблений план управління проектом показав, що тривалість проекту становитиме майже рік і при дотриманні плану завершиться 21.12.2022 року. Вартість проекту становить 5,7 млн.грн. Розраховані обсяги очікуваної економії показують, що проект окупиться за 6,6 років. А при зростанні вартості газу та електроенергії більше, ніж на 10-15% щорічно терміни окупності суттєво скоротяться.

Проект має ряд ризиків, які пов'язані, насамперед, із фінансуванням. Але при проведенні активного фандрейзингу такі ризики можна обійти.

Проект має практичну значимість, що підтверджено відповідною довідкою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. О.Б., Данченко. *Практичні аспекти реінжинірингу бізнес-процесів*. Київ : Університет економіки та права «КРОК», 2017. стр. 238.
2. Проект USAID "Муніципальна енергетична реформа в Україні".
<https://decentralization.gov.ua/>. [В Інтернеті]
https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/285/ENERGY_MANAGEMENT_15_08_2017.pdf.
3. *Система енергоефективності в Україні: проект до обговорення*. Київ : Мінрегіон, 2018 г.
4. В.С., Харута. *Методи та моделі формування команди проекту побудови пасажирських маршрутних систем міст [Текст]: дис. канд. техн. наук : 05.13.22 / Харута Віталій Сергійович; – 179 с. Київ : Нац. транс. ун-т., 2015.*
5. Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації, 327-VIII, Редакція від 13.11.2021 – Відомості Верховної Ради (ВВР).
6. Директива Європейського Парламенту і Ради 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 року про енергоефективність, внесення змін до директив 2009/125/ЄС і 2010/30/ЄС.
7. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо створення системи економічного стимулювання реалізації енергозберігаючих заходів на підприємствах житлово-комунального господарства» від .
8. Закон № 328-VIII «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та

законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації».

9. Закон № 327-VIII «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації».

10. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 № 169 Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель. <https://zakon.rada.gov.ua>. [В Інтернеті] [Цитовано: 2021 12 12 г.] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>.

11. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359).

12. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України "Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель". <https://zakon.rada.gov.ua/>. [В Інтернеті] [Цитовано: 12 12 2021 г.] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20#Text>.

13. ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель". <https://www.minregion.gov.ua/>. [В Інтернеті] [Цитовано: 12 12 2021 г.] <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiya-budivel.pdf>.

14. /А.Максимов, І.Вахович, Т.Гутніченко, П.Бабічева, Н.Вакуленко, Н.Ігольнікова, Т.Цифра, О.Молодід, О.Молодід, О.Бєленкова, Ю.Ячменьова, Ю.Дорошук, А.Скрипник, А.Ваколук, В.Бойко, М.Сегедій, Д.Вахович. *Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових*. Київ : ТОВ «ПІДПРИЄМСТВО «ВІ ЕН ЕЙ», 2015. стр. 184.

15. ДБН.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною термоізоляцією: вимоги до проектування». <https://www.minregion.gov.ua/>. [В Інтернеті]

[Цитировано: 12 11 2021 г.] <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/10/V2633.pdf>.

16. Інвестиційний план Проекту модернізації будинку: рекомендації фахівців Фонду енергоефективності . <https://eefund.org.ua/>. [Онлайновий] 28 10 2020 р. [Цитовано: 12 12 2021 р.] <https://eefund.org.ua/investiciyniy-plan-proektu-modernizacii-budinku-rekomendacii-fakhivciv-fondu-energoefektivnosti>.

17. Пер Піксель Петерссон, Софія Сабель. *Кращі поради щодо створення енергоефективних ЦНАП в ОТГ: Досвід Програми U-LEAD 3 Європою*. 2019 : б.н., Київ.

18. Передало, Х. С. Сутність проектів та їх загальна характеристика [Текст] / Х. С. Передало, Ю. В. Огерчук, О. О. Пшик-Ковальська // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – 2010. – № 691. – С. 90-95.

19. Вайсман В.О. Основи управління знаннями в проектнокерованій організації. / В.О. Вайсман, С.О. Величко, В.В. Натальчишин. – с.18-23. [Електрон. ресурс]. – Доступний з http://storage.library.opu.ua/online/periodic/kms_2011_5/018-023.pdf

20. Вайсман В.О. Нова методологія створення інноваційною розвитку проектно-керованих організацій/ В.О Вайсман, В. Гогунський // Економіст. - № 8 (298). - 2011. - С. 11 - 13.

21. Вайсман В.О. Моделі, методи та механізми створення і функціонування проектно-керованої організації : Дис. докт. техн. наук : 05.13.22 / Вайсман Владислав Олександрович. – Одеса, 2009. – 310 с

22. Бойко Є.Г. Ціннісно-керована корпоративна система управління проектами і програмами.. Дис. канд. техн. наук: 05.13.22 / Бойко Євгенія Григорівна –Київ, 2016 – 162 с.

23. Кузьмініх В.О. Трирівнева корпоративна система управління проектами / В.О. Кузьмініх // Реєстрація, зберігання і обробка даних. — 2009. — Т. 11, № 3. — С. 75-82.
24. Тесля Ю.М. Моделі і методи впровадження корпоративної системи управління проектами в девелопменті / Ю.М. Тесля, І.І. Оберемок, О.Г. Тімінський // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. — Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. — № 1(29). — С. 28-35. - Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/29/09tymupd.pdf>
25. Богоявленська Ю.В. Проектне управління на підприємствах-монополістах (праксеологічний підхід) // Глобалізація та управління проектами у ХХІ столітті: Матеріали наук.-практ. конф., Львів, 9-10 жовт. 2003 р. / Львів. регіон. ін-т держ. упр. Нац. акад. держ. упр. при Президентові України. - Л.: ЛРІДУ НАДУ, 2003. - С. 74-80.
26. Чикаренко І.А. Проектний підхід як один із засобів підвищення ефективності діяльності // Теорія та практика державного управління. - Вип. 9. Державне управління та місцеве самоврядування: Тези IV міжнар. наук. конгресу, 26 лют. 2004 р. - Х.: Вид-во ХРІДУ НАДУ "Магістр", 2004. - С. 24-26.