



**Олексій Беспалий,**  
менеджер (управитель)  
із організації ефективного  
використання енергії  
ТОВ «ЕСКО ЕНЕРДЖІ ГРУП»

## Підвищуємо енергоефективність офісної будівлі шляхом енергоаудиту: практичний підхід

У цій статті розглянемо практичний досвід здійснення енергетичного аудиту на прикладі офісного приміщення. Після обстеження у рамках реалізації проекту із енергозбереження було здійснено модернізацію систем опалення, освітлення, вентиляції та кондиціонування.

Після впровадження запропонованих заходів об'єм споживання електроенергії для опалення та освітлення було скорочено у декілька разів, а загальний рівень зафіксованої економії дозволяє говорити про успішну реалізацію принципу енергоефективності

### Резюме проекту:

В лютому 2017 року було здійснено енергоаудит об'єкта за адресою Дарницький бульвар, 7Б (офісне приміщення). Обстеження здійснювалось у декілька етапів.

### Обстеження системи опалення, вентиляції та кондиціонування

Система опалення вентиляції та кондиціонування є найбільш суттєвим споживачем електричної енергії на об'єкті, **тому в першу чергу необхідно приділити увагу** саме цій системі.

В ході обстеження було виявлено відсутність центрального теплопостачання. Офіс опалюється неефективно – електрокалориферами із встановленою потужністю 12 кВт.

Система кондиціонування, що складається з трьох блоків кондиціонерів, встановленою потужністю 18 кВт, виконує функції охолодження та нагріву при плюсових температурах навколишнього повітря.

На основі отриманих даних було визначено показник річного теплонавантаження, проаналізовано його кількісний показник та розроблено оптимальні методи заощадження теплової енергії.

ЕТАП

1



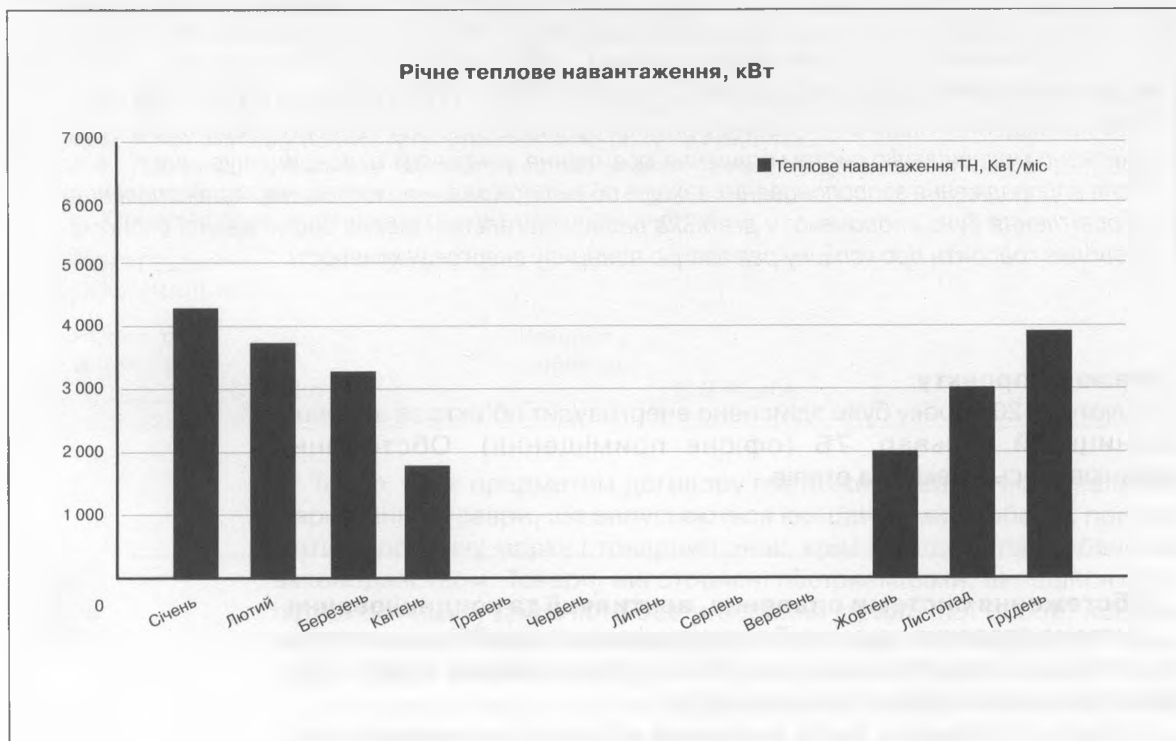
### ВИСНОВОК ЕКСПЕРТА

В процесі обстеження було виконано теплотехнічний розрахунок на загальну площу 250 м<sup>2</sup> та виявлено, що тепловтрати (на потреби опалення) складають 12 кВт, а навантаження із кондиціонування сягають 15 кВт при розрахункових температурах зовнішнього повітря. З метою розробки методів заощадження теплової енергії для будівлі були проаналізовані щомісячні показники потреб теплової енергії протягом року (мал. 1).



Малюнок 1

### Енергопотребы на опалення офісної будівлі



#### ЕТАП

## 2

### Обстеження системи освітлення

В ході обстеження було виявлено, що для внутрішнього освітлення встановлені люмінесцентні лампи типу **TL-D 18W** в кількості 152 штуки, а в місцях підсвічування, коморах та санітарно-гігієнічних приміщеннях – лампи розжарювання типу **ЛН-75** в кількості 60 штук.



### ВИСНОВОК ЕКСПЕРТА

Рівень освітленості при здійсненні обстеження не відповідав нормативним значенням, оскільки частина ламп вийшла з ладу. Встановлена потужність системи освітлення у даному випадку становить 7,3 кВт.

#### Заходи з енергозбереження, що сприяли скороченню споживання електричної енергії на об'єкті

Після здійснення енергетичного аудиту будівлі та загальної оцінки енергоефективності було розроблено комплекс заходів, покликаних заощадити витрати паливно-енергетичних ресурсів.

#### Застосування теплонасосних технологій, опалення/охолодження/ГВП. Забезпечення опалення приміщень

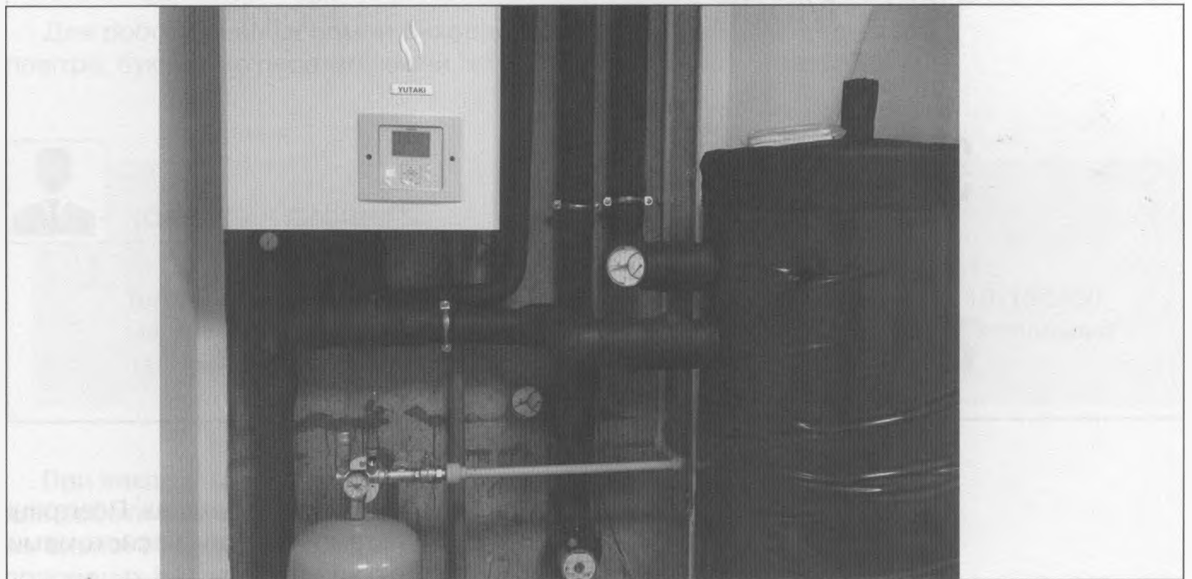
Для забезпечення опалення приміщень в зимовий період та кондиціонування повітря було обрано технологію, що працює на базі повітряного теплового насоса (малюнок 2), і низькотемпературних опалювальних приладів – каналних фанкойлів.

ЕТАП  
**3**



Малюнок 2

#### Розміщення внутрішнього та зовнішнього блоку теплового насосу «Повітря-Вода»





## КОМЕНТАР ЕКСПЕРТА

ТН «повітря-вода» використовує тепло навколишнього середовища для обігріву приміщень, тому є енергозберігаючим і ефективним обладнанням широко використовуваним в усьому світі. Одна така система дає можливість одночасного опалення, ГВП та кондиціонування

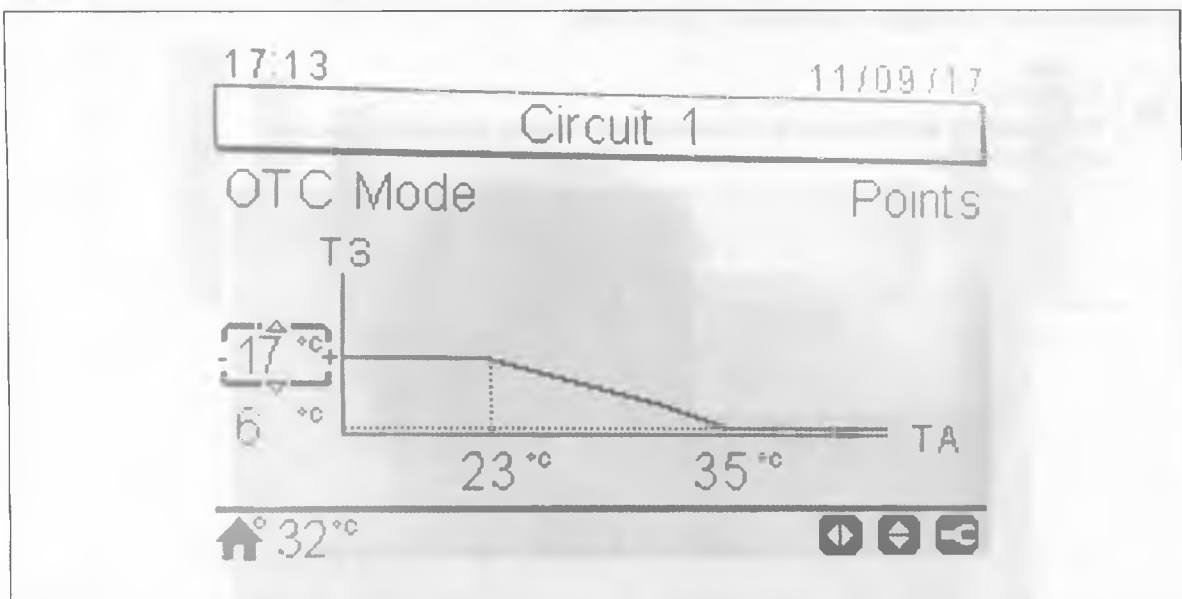
Ефективність роботи ТН характеризується «коефіцієнтом перетворення енергії» COP (при роботі на опалення) та EER (при роботі на охолодження). На 1 затрачений кВт електроенергії ТН виробляє від 4 до 5 кВт теплової енергії, та від 2 до 4 кВт холодної енергії.

У структурі сучасного теплонасосного обладнання міститься ряд функцій, які додатково допомагають економити енергоресурси. Наприклад, ефект погодного регулювання, тобто регулювання температури подаючої лінії в залежності від температури зовнішнього повітря (мал. 3).



Малюнок 3

## Регулювання температури теплоносія за погодними умовами



ТН ефективно працює також при *мінусових температурах*. Повітряні ТН найефективніше взаємодіють з низькотемпературними системами опалення – фанкойлами, теплою підлогою чи стінами.



### ДОВІДКА

Фанкойл – це теплотехнічний агрегат, який має в своєму складі вентилятор і теплообмінник

Через систему каналних фанкойлів повітря подається і розподіляється окремими зонами приміщення. Вентилятор фанкойла подає повітря і обдуває теплообмінник, в якому циркулює гаряча або холодна вода. Таким чином в холодний період система працює на обігрів, а влітку, при необхідності, – на охолодження приміщень. Фанкойл також забезпечений фільтром для очищення повітря і пультом дистанційного керування.

Основною функцією системи каналних фанкойлів є охолодження або нагрівання повітря в приміщеннях різного призначення: офісах, держустановах, торгових центрах, медичних центрах, а також на об'єктах промисловості.

### Теплонасосні технології

Тепловий насос є установкою для автономного опалення житлових приміщень і комерційних будівель. Даний агрегат також використовується для нагріву і подачі води.

### Переваги ТН:

- екологічність; компактність; економічна доцільність.

Для роботи теплові помпи використовують тепло землі, води або повітря, буквально перетворюючи їх температуру в чисту енергію.

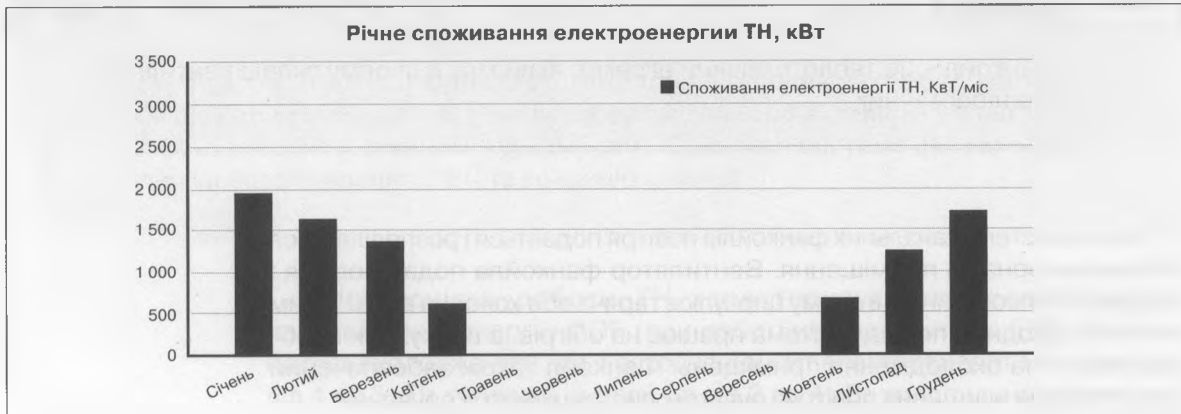


### КОМЕНТАР ЕКСПЕРТА

Тепловий насос здатний пропрацювати без капітального ремонту 10-15 сезонів. Даний показник вважається високим, якщо порівняти його з показниками надійності інших систем

При використанні теплового насосу електроенергія потрібна лише для роботи компресора (малюнок 4), який споживає всього 25% від загальної кількості енергії, а решта 75% береться безкоштовно від природних джерел.

Малюнок 4  
Розрахункове споживання електричної енергії тепловим насосом на опалення приміщень



Витративши кошти на придбання даного пристрою, в подальшому можна економити на його експлуатації та вартості енергоресурсів (таблиця 1). Важливо підкреслити, що використання теплового насоса доцільно в будинках і приміщеннях з якісною теплоізоляцією.

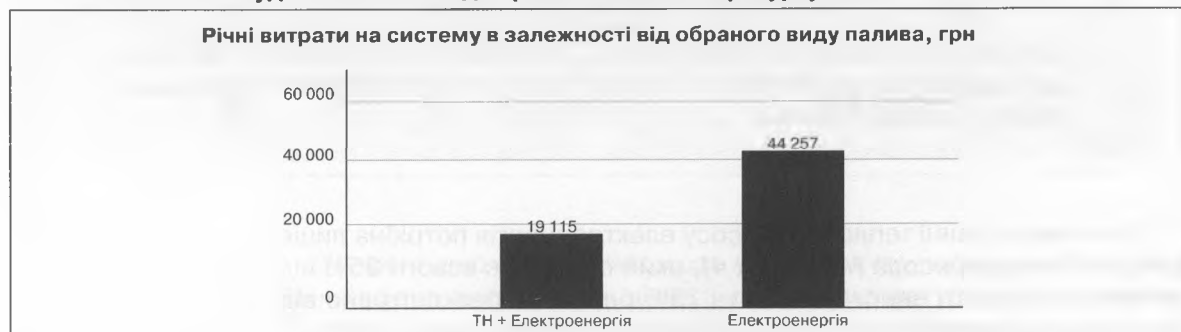
Таблиця 1  
Розрахунок витрат при експлуатації теплового насоса

Тепловий насос	18 532,05 грн.
ТЕН (при температурах повітря нижче -15°C)	583,66 грн.
Загальні витрати за опалювальний сезон	19 115,71 грн.

### Порівняння витрат електроенергії залежно від обраного теплового ресурсу

У процесі порівняння річних витрат електроенергії, використаної для опалення будівлі залежно від обраного теплового ресурсу (малюнок 5) було встановлено, що експлуатація теплового насоса дала можливість зекономити електроенергію більш ніж у 2 рази.

Малюнок 5  
Порівняння розрахункового значення споживання електричної енергії на опалення будівлі залежно від обраного теплового ресурсу





### ВИСНОВОК ЕКСПЕРТА

Використання теплового насосу дає можливість значного заощадження енергоресурсів і, як наслідок, сприяє підвищенню рівня енергоефективності при опаленні будівлі

### Модернізація системи внутрішнього освітлення (LED)

На об'єкті були встановлені світильники типу ЛПО 4x18 з люмінесцентними лампами типу TL-D 18W та точкове освітлення з лампами розжарювання (мал.6).

ЕТАП  
4




Малюнок 6

### Модернізована система освітлення будівлі



Світильники типу ЛПО надають можливість встановленням в них світлодіодних ламп формату T8 без заміни самого світильника. Перекомутація відбувається шляхом видалення ПРА (пуско-регулюючої апаратури) для люмінесцентних ламп та перепідключенням патронів, в які встановлюється світлодіодна лампа. Точкове освітлення потребує лише заміни лампи з типовим цоколем E27.

Внаслідок здійснення вище описаної модернізації внутрішнього освітлення було досягнуто ряду переваг (схема 1), серед яких – скорочення матеріальних витрат і покращення технічної експлуатації встановленого обладнання у порівнянні із тим, яке експлуатувалось до цього.


 Схема 1

**Переваги при переході на світлодіодне освітлення:**

- зниження витрат на оплату електроенергії на 59%
- зниження частоти заміни ламп у 6 разів
- скорочення додаткових матеріальних і тимчасових витрат, пов'язаних із необхідністю здійснення заміни і утилізації люмінесцентних ламп
- поліпшення санітарно-гігієнічних умов для працівників компанії, зважаючи на відсутність УФ-випромінювання і мерехтіння, які негативно впливають на органи зору і викликають перевтому

При розрахунках окупності модернізації системи освітлення ми користувалися *онлайн-калькулятором*, за допомогою якого було здійснено швидкий економічний розрахунок при переході з одного виду ламп на інший.

Розрахунок окупності по даному об'єкту було виконано за допомогою Excel, а результати узагальнено у таблиці 2.


 Таблица 2  
**Розрахунок окупності при модернізації системи освітлення**

Початкові показники для розрахунку строку окупності заміни ламп			
Час освітлення (годин/діб)	Тариф на електроенергію грн./кВт	Кількість ламп на об'єкті, 600 Т8	Кількість робочих днів на тиждень
10	2,02	152	5
Витрати електроенергії			
Критерій	Люмінесцентна лампа	Світлодіодна лампа	
Робочий час (кількість годин)	10	10	
Тариф на електроенергію (грн/кВт)	2,02	2,02	
Втрати електроенергії в пускорегулюючому обладнанні, %	35	1	
Споживча потужність через 5 хвилин після запуску, Вт	18	10	
Споживча потужність з урахуванням витрат енергії	24	10	
Розрахунок на одну лампу			
Витрати електроенергії на одну лампу впродовж доби, кВт	0,24	0,10	
Витрати електроенергії на одну лампу впродовж року, кВт	63	26	
Витрати електроенергії на одну лампу впродовж року, грн.	9 603	3 992	
<b>Витрати на електроенергію на 152 лампи (грн./год)</b>	<b>19 399</b>	<b>8 063</b>	
Розрахунок окупності встановлення світлодіодних ламп за рахунок економії електроенергії			
Критерій	Люмінесцентна лампа	Світлодіодна лампа	
Витрати на закупку 152 ламп (грн.)	4 028	19 608	
Послуга встановлення ламп при відсутності штатного електрика, грн./шт.	10	15	
Витрати на послуги монтажу 152 ламп (грн.)	1 520	2 280	
Витрати на закупку та послуги встановлення 152 ламп (грн.)	5 548	21 888	
Строк окупності за рахунок економії електроенергії при заміні люмінесцентних ламп, місяців		17,30	



При розрахунку економічної ефективності модернізації системи освітлення було здійснено порівняльний аналіз ламп люмінесцентного (які експлуатувались у офісному приміщенні до здійснення модернізації обладнання) та світлодіодного типу, що були встановлені в рамках реалізації проекту із енергоефективності.

В ході розрахунків було враховано тривалість освітлення приміщення (год/дів), тариф на електроенергію для конкретного споживача, кількість ламп на об'єкті, їх потужність та загальна кількість робочих днів на тиждень. Проаналізувавши ці показники, було встановлено, що світлодіодне освітлення дає змогу споживати у 2,5 рази менше електроенергії, ніж люмінесцентне.

### Вимірювання і верифікація досягнутої економії

Невід'ємною частиною впровадження енергоефективних заходів є вимірювання та підтвердження рівня досягнутого заощадження з метою **оцінки якості** комплексу виконаних робіт.

З цією метою було використано пристрої кількісної оцінки споживання електроенергії, які є важливим елементом для кількісної оцінки споживання електроенергії.

ЕТАП  
**5**



#### **ВАЖЛИВО**

Пристрої подібного функціонального призначення застосовують як для точкового аудиту, так і для постійного моніторингу, а також для контролю витрат на утримання виробничої лінії і отримання сертифікату ISO 50001

Завдяки вбудованій системі датчиків, такі пристрої нового покоління вимірюють і обчислюють електричні параметри, які потім передаються локальною мережею Wi-Fi. Інформація подається у вигляді пакетів даних HTTP через бездротову мережу Wi-Fi на хмарний сервер. Пристрої спроектовані у вигляді відкритих елементів, тому дані можуть передаватися і в інших протоколах. Аналогічним чином цю інформацію можна перенаправляти на інші сервери. Це дає можливість інтегрувати такі лічильники з іншими існуючими системами управління та контролю.

Після виявлення зайвого споживання або досягнення цілей щодо зниження енергоспоживання він дозволяє відключити будь-яке обладнання або побутову техніку, для якого споживання повинне бути оптимізовано.

Такий лічильник було встановлено у *тепловий насос* з метою обліку зекономлених ресурсів.