



Навчальний посібник

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АУДИТ

Ковров А.В., Герасименко О.А., Елькін Ю.Г., Кровяков С.О., Мар'яно Я.Г.,
Крюковська-Тележенко С.А.



Співфінансується
Європейським Союзом



UKRENERGY

**Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Національний Еразмус-Офіс в Україні**

**Ковров А.В., Герасименко О.А., Елькін Ю.Г., Кровяков С.О.,
Мар'яню Я.Г., Крюковська-Тележенко С.А.**

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АУДИТ

Навчальний посібник

Одеса 2025

**Рекомендовано до видання Вченою радою
Одеської державної академії будівництва та архітектури
протокол № 10 від 27 березня 2025 року**

Авторський колектив:

Ковров А.В.	Ректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, керівник команди проєкту «UKRENERGY» від академії, кандидат технічних наук, професор
Герасименко О.А.	Старший викладач кафедри теплогазопостачання і вентиляції Одеської державної академії будівництва та архітектури / старший експерт та викладач магістерської програми академії проєкту «UKRENERGY»
Елькін Ю.Г.	Завідувач кафедри теплогазопостачання і вентиляції Одеської державної академії будівництва та архітектури, старший експерт та викладач магістерської програми академії проєкту «UKRENERGY», кандидат технічних наук, доцент
Кровяков С.О.	Проректор з наукової роботи Одеської державної академії будівництва та архітектури, старший експерт та викладач магістерської програми академії проєкту «UKRENERGY», доктор технічних наук, професор
Мар'яно Я.Г.	Завідувачка кафедри іноземних мов Одеської державної академії будівництва та архітектури / предметний експерт, кандидат філологічних наук, доцент
Крюковська-Тележенко С.А.	Доцент кафедри теплогазопостачання і вентиляції Одеської державної академії будівництва та архітектури, предметний експерт та викладач магістерської програми академії проєкту «UKRENERGY», кандидат технічних наук, доцент

Рецензенти:

Мітюченко І.В. Голова правління АТ "Одесагаз"

Тітлов О.С. Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики Одеської національної академії харчових технологій

Шехоркіна С.Є. Доктор технічних наук, професор, професор кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ННІ "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури" Український державний університет науки і технологій

Енергетичний менеджмент і аудит : навчальний посібник / Ковров А.В., Герасименко О.А., Елькін Ю.Г., Кровяков С.О., Мар'яно Я.Г., Крюковська-Тележенко С.А. – Одеса, 2025. – 165 с. (електронне видання)

Навчальний посібник розроблено в рамках проєкту 101082898 – UKRENERGY, що співфінансується Європейським Союзом: «Інноваційні магістерські курси на підтримку покращення енергетичного та вуглецевого сліду будівельного фонду України».

Проєкт співфінансується Європейським Союзом, проте висловлені погляди та думки належать лише авторам цього проєкту і не обов'язково відображають погляди Європейського Союзу чи Європейського виконавчого агентства з питань освіти та культури. Ні Європейський Союз, ні грантодавець не можуть нести за них відповідальність.

В початковому посібнику розглядаються питання енергетичного менеджменту і аудиту. Описано аспекти впровадження та функціонування системи енергетичного менеджменту. Наведено приклади розрахунків, методичні рекомендації та інструменти, що використовуються в процесі енергоаудиту.

Для вчених, викладачів, здобувачів вищої освіти технічних спеціальностей, енергоаудиторів, представників бізнесу і влади, а також для широкого кола читачів.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	7
Частина 1. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	
1. СУТНІСТЬ ТА ЗАСАДИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	11
1.1. Завдання енергетичного менеджменту. Основні поняття	11
1.2. Стандарти у сфері енергоефективності	14
1.3. Проблеми впровадження систем енергетичного менеджменту	16
2. ВПРОВАДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ТА СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ	20
2.1. Енергетична стратегія підприємства та організації	20
2.2. Створення та вдосконалення системи енергетичного менеджменту ...	24
2.3. Організаційні засоби системи енергетичного менеджменту	27
2.4. Методичні засоби систем енергетичного менеджменту	28
3. ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	33
3.1. Виконання функцій системи енергетичного менеджменту	33
3.2. Стимулювання енергоменеджменту	35
3.3. Принципи фінансування заходів з енергозбереження	36
3.5. Аналіз та оцінка ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту	38
3.6. Принципи фінансування заходів з енергозбереження	39
3.7. Принципи фінансування заходів з енергозбереження	41
3.8. Інформаційні системи енергетичного менеджменту	45
4. КОНТРОЛЬ І НОРМАЛІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	47
4.1. Основні положення і основи технології контролю і нормалізації енергоспоживання	48
4.2. Система управління будівлею	49
4.3. Зміни при використанні паливно – енергетичних ресурсів	52
4.4. Класифікація норм питомих витрат паливно – енергетичних ресурсів	53

4.5. Питомі індикатори витрат паливно-енергетичних ресурсів	54
4.6. Послідовність визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві	56
4.7. Системи сертифікації та маркування в енергозбереженні	57
5. БІЗНЕС-ПЛАНУВАННЯ ПРОЄКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	60
5.1. Фінансовий та економічний аналіз проєктів з енергоефективності	60
5.2. Методи оцінки проєктів	60
5.3. Бізнес-план та техніко-економічне обґрунтування проєктів у сфері енергозбереження	64
5.4. Порядок розроблення техніко–економічного обґрунтування	65
5.5. Паливно – енергетичний баланс	66
5.6. Підходи до складання енергобалансу	69

Частина 2. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

1. ВИЗНАЧЕННЯ ТА АЛГОРИТМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ	71
1.1. Завдання енергетичного менеджменту. Основні поняття	71
1.2. Процес енергетичного аудиту	74
1.3. Приклади галузевих методик енергоаудиту	76
2. ПРОЦЕСИ ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ	79
2.1. Підготовка та мета проведення енергетичного аудиту	79
2.2. Визначення меж, характеру та обсягу робіт з енергетичного аудиту ..	80
2.3. Показники якості енергетичного аудиту та кваліфікаційні вимоги до виконавців робіт	82
2.4. Підготовка технічного завдання на виконання робіт з енергетичного аудиту	85
2.5. Організаційні заходи планування енергетичного аудиту	85
2.6. Розроблення плану-графіку проведення енергоаудиту	89
2.7. Збирання та оброблення основних даних	91
2.8. Оброблення та попередній аналіз основних даних про об'єкт енергоаудиту	96

3. МЕТОДОЛОГІЯ ЕНЕРГОАУДИТУ	99
3.1. Визначення обсягу споживання енергії і її вартості за 99 документацією об'єкта	
3.2. Енергетичне обстеження об'єкту та технологічний процес	100
3.2.1. Відвідування об'єкту	100
3.2.2. Список важливих споживачів енергії	102
3.2.3. Аналіз ефективності використання енергії на об'єкті	104
3.2.4. Елементи аналізу ефективності енерговикористання	105
3.2.5. Розрахунок споживання енергії на об'єкті	107
3.3.5.1. Сезонні коливання споживання енергії	107
3.3.5.2. Діаграма Сенкі	109
3.3.5.3. Цибулина процесів	110
3.3.5.4. Пріоритети оцінки	112
3.3. Планування та проведення вимірювань	114
3.3.1. Послідовність визначення доцільного місця проведення Вимірювання	115
3.3.2. Методи та методики вимірювань	116
3.3.3. Засоби вимірювальної техніки, що використовуються під час проведення енергоаудиту	117
4. СЕРТИФІКАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ	126
4.1. Основні положення про сертифікацію енергетичної ефективності	126
4.2. Данні для оцінювання енергетичної ефективності	127
4.3. Приклад вихідних даних для оцінювання енергетичної ефективності	128
4.4. Приклад фото- та відео матеріалів, результатів тепловізійної зйомки	131
4.5. Розрахунок тепловитрат через вікна та двері	135
4.6. Приклад опису будівлі	136
4.7. Приклад розрахунку втрат тепла через огорожуючі конструкції	136
4.8. Приклад опису інженерних систем	140
4.9. Аналіз фактичного споживання енергії	143

4.10. Приклад розрахунку теплонадходжень	144
4.11. Приклад сонячних теплонадходжень	146
4.12. Визначення енергопотреб та використання енергії	148
4.12.1. Характеристика теплопередачі трансмісією	148
4.12.2 Характеристика внутрішніх та сонячних теплонадходжень	153
4.13. Розрахунок теплових витрат	153
4.14. Загальне енергоспоживання при опаленні	155
4.15. Енергоспоживання при охолодженні	156
4.16. Енергоспоживання при освітленні	157
4.17. Визначення енергетичної ефективності будівлі	158
4.18. Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів	159
4.19. Висновки за результатами обстеження	160
ЛІТЕРАТУРА.....	162
Додаток. Приклад першої сторінки енергетичного сертифікату будівлі	165

ПЕРЕДМОВА

Наприкінці двадцятого століття світову економіку потрясли економічні та енергетичні кризи, що призвело до різкого зниження темпу економічного та соціального зростання багатьох країн. З метою стабілізації економічного та соціального розвитку ООН у 2000 році прийняла декларацію тисячоліття, у якій були відображені глобальні напрями та пріоритети до 2015 року.

У вересні 2015 року в ООН розглядали питання пов'язані зі сталим розвитком країн на якому було прийнята програма про перетворення розвитку країн до 2030 року. Кожне направлення розглядалось з урахуванням національних особливостей країн.

На початку XXI століття Україна показувала стійке економічне зростання, що позитивно вплинуло на соціальну ситуацію.

Приріст ВВП за перші сім років століття склав приблизно 7,5%, а загальний ВВП України збільшився майже на 80%. У той же час розвиток відбувався за умови формування в Україні переважно сировино орієнтованої експортної соціально-економічної моделі. Це вплинуло на формування ілюзії конкурентоспроможності економіки, що зумовило її негативну реакцію на світову фінансову кризу 2008 – 2009 років. Починаючи з 2010 року на фоні поживлення на зовнішніх ринках відбувалося зростання економіки. За даними Держстату у 2010 році експорт товарів з України зріс майже на 29,6%. Цьому також сприяло виконання та досягнення цілей стратегій сталого розвитку. Загальними цілями сталого розвитку країни стали: раціональне управління, екологічна рівновага та енергоефективність.

Основою енергетичної безпеки держави є ефективне функціонування паливно-енергетичного комплексу. Оптимальна робота цього комплексу здійснює значний вплив на економічні показники країни та добробут її мешканців.

До початку повномасштабного вторгнення Україна мала потужний енергогенеруючий потенціал. Загальна встановлена потужність електрогенеруючих станцій в Україні на кінець 2020 року становила приблизно

58 ГВт, з яких біля 47 % припадало на теплові електростанції, 24% – на атомні електростанції, 12% – на теплоелектроцентралі, 8% – на гідроелектростанції, 7% – на електростанції, що використовують нетрадиційні джерела енергії та 2% – на гідроакумулювальні електростанції.

На протязі останніх років спостерігалася тенденція до зниження витрат палива, і відповідно теплової та електричної енергії. Особливо це мало місце останні три роки повномасштабної війни з Росією. За три роки енергетика України втратила більш 40% генеруючих потужностей, у теплоенергетиці – до 90%, у гідроенергетиці – до 40%. Втрата потужностей атомних енергоблоків Запорізької атомної станції наклала негативні наслідки на роботу всієї енергосистеми України.

Разом с тим енергетичні устаткування є одними із основних джерел забруднення довкілля. Викиди шкідливих речовин енергетичними підприємствами досягають приблизно 40% від обсягів всіх інших джерел забруднення.

Виникає потреба в подоланні відставання у сфері експлуатації і модернізації житлового фонду в Україні, яке накопичувалось десятиліттями. Суть проблеми полягає не в зростанні ціні на енергоносії, а в гігантських втратах енергії. Значна частина тепла, що надходить до побутових споживачів, втрачається внаслідок незадовільного стану інженерно-технічних мереж і неефективного розподілення теплоти в будівлі. Судячи з результатів зіставних проектів із енергетичної санації в житловому секторі в інших країнах можна розраховувати на економію теплової енергії до 70%. Подальше зволікання вирішення цієї проблеми приведе до ще більшої втрати теплової енергії, та до збільшення вартості майбутніх заходів щодо санації. До того ж необхідно враховувати «звичайне», а також обумовлене процесами інфляції підвищення вартості будівельних робіт, тим більше що частину будівельних матеріалів і виробничого устаткування доводиться імпортувати.

Маючи за мету підвищення енергоефективності у житлово-комунальному господарстві як найбільшого споживача енергії (40% від загального об'єму споживання) необхідно виділити наступні особливості:

- системи опалення та гарячого водопостачання мають великий потенціал для економії енергії (близько 25%);
- втрати на виробництво та розподілення теплоти в Україні становить 60%;
- досвід країн Європи з повною енергетичною модернізацією жилого фонду показує можливість досягнути економії теплової енергії до 55%;
- потенціал скорочення споживання палива (імпорту газу) становить близько 60%.

Таким чином підвищення енергоефективності в житловому фонді є пріоритетним напрямом сталого розвитку.

Отже стратегія сталого розвитку в Україні повинна бути заснована на перегляді концепції енергії і її потреби, та має забезпечуватися за умови використання значно меншої кількості енергії.

Рациональне використання ресурсів, особливо органічного палива, підвищення ефективності споживання енергії, розвиток нетрадиційних джерел енергії – все це може забезпечити необхідні енергетичні потреби.

Основою енергозбереження є діяльність, яка має бути спрямована на зниження витрат паливно-енергетичних ресурсів по всьому ланцюжку від видобутку до використання.

В Україні працює систематичний ефективний підхід у розробці законодавчих та нормативних актів з підвищення енергоефективності та енергозбереження. До таких заходів можна віднести розробку Концепції сталого розвитку України у 2023 році, Стратегію термомодернізації будівель на період до 2050 року. У Операційному плані заходів передбачено як пріоритетний напрямок взаємоузгодження цілей на національному та місцевому рівні.

Другим напрямком є впровадження інструментів стратегічного планування на всіх рівнях адміністративно-територіального устрою,

розроблення та затвердження місцевих енергетичних планів до 2030 року, узгодження довгострокового планування та здійснення енергоефективних заходів з термомодернізації будівель.

Таким чином, пріоритетним напрямком реалізації довгострокової стратегії термомодернізації будівель є поетапне впровадження енергоменеджменту в житлово-комунальному господарстві, а також вдосконалення аудиту енергетичної ефективності будівель.

Частина 1. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

1. СУТНІСТЬ ТА ЗАСАДИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

1.1. Завдання енергетичного менеджменту. Основні поняття

Різкі зміни у законодавстві, інфляція, ведення бізнесу в нових умовах і в умовах військового стану, нестабільність валютного курсу, зростання тарифів на енергію та сировину, це лише деякі питання які вимагають свого рішення.

Енергозбереження зробить значний внесок у їх вирішення.

Зменшення енерговитрат шляхом поліпшення енергоефективності призведе до цілого ряду переваг:

- збільшення прибутковості;
- велика конкурентна спроможність;
- збереження робочих місць;
- досягнення мети вижити у сучасних умовах.

Як приклад, впровадження енергозбереження є шляхи здійснені підприємствами Західної Європи у 80 роки минулого століття, які у певній мірі схожі на ситуацію яка зараз склалась в Україні.

Швидке зростання цін на енергоносії 1979 – 1982 роки (вартість енергоносіїв збільшилась на 600%) призвело до спаду виробництва у Європі, багато підприємств збанкрутували, було втрачено багато робочих місць.

З цього часу економіки Європи та Америки серйозну увагу стали приділяти енергоменеджменту. Багато у чому це було досягнуто з невеликими капіталовкладеннями. Вищезазначене дозволило реально знизити витрати на енергоносії, а саме більше ніж на 30%. У виробництві компаній типова вартість енергоресурсів зараз складає приблизно 5% загальних витрат.

Основними завданнями енергетичного менеджменту є:

- аналіз використання енергії в цілому та в розрізі окремих видів обладнання,
- створення паливно-енергетичного балансу підприємства;
- аналіз ефективності споживання енергії;
- розробка пропозицій щодо вдосконалення виробничих процесів,

обладнання, технічного обслуговування, утилізації вторинних енергоресурсів тощо;

- визначення раціонального типу енергоносіїв для підприємства;
- розрахунок та контроль питомих норм енергоспоживання за окремими типами обладнання та технологіями;
- обґрунтування джерел інвестування та фінансування заходів з енергозбереження та підвищення ефективності енерговикористання;
- розробка заходів заохочення персоналу до економії енергії;
- створення системи обліку енерговикористання на підприємстві та обґрунтування необхідного рівня її автоматизації.

В енергетичному менеджменті використовуються наступні терміни та поняття.

Енергозбереження – дії, процеси та заходи, що супроводжують діяльність, спрямовану на розумне використання енергетичних ресурсів.

Впровадження заходів з енергозбереження – реалізація законодавчих, правових, організаційних, технічних, економічних, наукових та інформаційних заходів, які мають на меті ефективно використання паливно-енергетичних ресурсів та покращення стану навколишнього середовища.

Енергоефективність – характеристика обладнання, технологічного процесу або системи загалом, що відображає ступінь використання енергоресурсів на одиницю виробленої продукції.

Енергетичний менеджмент – діяльність направлена на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів та спрямована на отримання енергетичної інформації за допомогою обліку, проведення типових енерготехнологічних вимірювань та перевірок, аналізу ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та впровадження заходів з енергозбереження.

Система енергетичного менеджменту – частина системи управління підприємством, основним завданням якої є контроль за ефективністю споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Служба енергетичного менеджменту – підрозділ підприємства, який забезпечує формування, впровадження та досягнення цілей енергозбереження.

Матриця енергетичного менеджменту – інструмент візуалізації та аналізу стану функціонування системи управління споживанням енергії, що містить набір критеріїв аудиту, які використовуються під час перевірки системи енергетичного менеджменту.

Система екологічного менеджменту – частина системи управління підприємством, яка включає в себе організаційну структуру, планування, розподіл відповідальності, практичні методи, процедури, процеси та ресурси, необхідні для розробки, впровадження, реалізації, аналізу та розвитку екологічної політики.

Енерговикористання – сукупність дій та роботи обладнання і технологій, пов'язаних з процесами від отримання (виробництва) енергії до її споживання.

Енергетичний аудит – частина управління енергією, спрямована на обстеження об'єкта/підприємства з точки зору його енерговикористання, виявлення фактів нераціонального використання енергії, визначення заходів для енергозбереження, оцінки технічних та економічних можливостей щодо їх реалізації.

Енергоконсалтинг – діяльність, спрямована на впровадження переваг реалізації завдань енергозбереження; на вирішенні енергетичних проблем замовника; на вибір та обґрунтування енергоефективних рішень; на поширення знань, навчання персоналу.

Енергосервісна компанія - це організація, яка надає консультаційні послуги з енергозбереження в поєднанні з пошуком інвесторів для реалізації конкретних проектів енергозбереження або сама виступає як такий інвестор.

Енергетичний баланс – це система показників, які відображають кількісну відповідність між надходженнями та витратою енергетичних ресурсів.

1.2. Стандарти у сфері енергоефективності

Підвищення енергоефективності (об'єктів, систем, процесів, обладнання) є дуже актуальним завданням для України.

Впровадження в Україні міжнародних стандартів ISO може допомогти вирішити проблему енергії за рахунок підвищення енергоефективності, а також сприяти розвитку технологій використання відновлюваних джерел енергії.

Стандарти відіграють важливу роль у розвитку технічної сумісності та глобальної конкурентоспроможності бізнесу.

Наразі є такі міжнародні стандарти (ISO) системи енергетичного менеджменту:

- ISO 50001:2011 – на розробку систем енергоменеджменту (вже прийнятий в Україні як національний та діє з 01.01.2015 ДСТУ ISO 50001: 2014);
- ISO 50002:2014 – на основні принципи та вимоги до проведення енергетичних аудитів;
- ISO 50003:2014 - вимоги до органів, що проводять аудит та сертифікацію систем енергетичного менеджменту;
- ISO 50004:2014 - на впровадження, супровід та покращення системи енергетичного менеджменту;
- ISO 50006:2014 - на основні принципи та рекомендації щодо вимірювання енергетичної ефективності;
- ISO 50015: 2014 - на основні принципи та рекомендації щодо вимірювання та підтвердження енергетичної ефективності в організаціях.
- ISO 50001:2011 Energy management systems - Requirements with guidance for use (Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та посібник з використання), вже прийнятий в Україні як національний;
- ДСТУ ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та посібник із використання (ISO 50001: 2011, IDT)», що діє з 01.01.2015 - забезпечить організацію та компанії технічними та управлінськими принципами для підвищення

енергоефективності, скорочення витрат та підвищення екологічних показників.

Також вимагають впровадження в Україні та інших стандартів цієї серії:

ISO 50002:2014 Energy audits - Requirements with guidance for use (Енергетичний аудит - Вимоги та посібник із застосування) допоможе приймати обґрунтовані рішення у тому, як використовувати свою енергію; встановлює вимоги до процесу проведення енергетичного аудиту енергетичної ефективності, визначає принципи проведення енергетичного обстеження, вимоги до загальних процесів під час проведення енергоаудиту та комплектуючі до енергоаудиту. Він застосовується до всіх типів установ та організацій, а також до всіх видів енергії та використання енергії.

ISO 50003:2014 Energy management systems - Requirements for bodies providing audit and certification of energy management systems (Системи енергетичного менеджменту - Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем менеджменту енергії) - забезпечить ефективність аудиту та сертифікації неупередженості при проведенні аудиту та сертифікації. Призначений для використання спільно зі стандартом ISO/IEC 17021:2011 Conformity assessment - Requirements for bodies providing audit and certification of management systems (Оцінка відповідності. Вимоги до організацій, які проводять аудит та сертифікацію систем менеджменту). Сюди відносяться додаткові вимоги, необхідні для планування аудиту, первинного аудиту, аудиту на місцях, і гарантії того, що аудитори мають необхідні навички.

ISO 50004:2014 Energy management systems - Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system (Системи енергетичного менеджменту. Посібник з впровадження, супроводу та поліпшення системи енергетичного менеджменту);

Приклади та підходи, представлені в цьому стандарті, ілюструють можливості і вони не обов'язково підходять для будь-якої організації. У реалізації, збереженні чи покращенні системи енергоменеджменту важливо, що організації обирають підходи відповідно до їх власних обставин.

ISO 50004:2014 сприятиме підприємствам використовувати системний підхід до постійного покращення енергоменеджменту та підвищення результативності "зелених" ініціатив.

Для того, щоб ефективно управляти енергетичною ефективністю об'єктів, систем, процесів та обладнання, організації повинні знати, як використовується енергія та скільки споживається протягом тривалого часу.

ISO 50006:2014 Energy management systems - Measuring energy performance using energy baselines (*EnB*) and energy performance indicators (*EnPI*) - General principles and guidance (Системи енергетичного менеджменту. практичні рекомендації про те, як відповідати вимогам стандарту ISO 50001 і, як наслідок, досягти підвищення енергетичної ефективності.

1.3. Проблеми впровадження систем енергетичного менеджменту

Впровадження систем енергетичного менеджменту супроводжується перешкодами, які умовно можна віднести до наступних груп:

- юридичні;
- соціальні;
- адміністративні;
- виробничі;
- фінансові;
- ринкові;

Перелік основних перешкод на шляху впровадження політики енергозбереження за групами наведений у Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Група перешкод	Перелік перешкод
Юридичні	• відсутність нормативних актів щодо обов'язкового обліку витрат теплової і електричної енергії; • відсутність відповідальності за несплату спожитої енергії.

	• ігнорування збитків споживачів, спричинених відключеннями та постачанням неякісної енергії. • неповне дотримання антимонопольного законодавства у функціонуванні енергоринку. • недостатньо розроблена система відповідальності постачальників енергії.
Соціальні	• недостатня поінформованість керівництва підприємств і громадян щодо можливостей економії енергії, її реальної вартості та альтернативних джерел постачання; • слабке використання інтернет-ресурсів для поширення інформації про енергозбереження; • низький рівень кваліфікації в сферах енергозбереження, енергомаркетингу та енергоменеджменту; • відсутність попиту на консультаційні послуги з оцінки енергоефективності; • нераціональні методи надання соціальних пільг на споживання енергії; • незаконне використання енергоресурсів; • нерозуміння населенням важливості енергоефективності та енергозбереження
Адміністративні	• непрозорі фінансові потоки на енергетичному ринку, де рішення приймаються за адміністративними критеріями; • визначення ціни на енергію на основі політичних міркувань, а не ринкових витрат; • використання застарілої нормативної бази планової економіки в умовах ринку; • застарілі "Правила користування електричною енергією", які не відповідають сучасним реаліям;

	• ігнорування прав споживачів у документах та практиці енергопостачальних компаній; • застосування застарілих методів нормування з планової економіки; • пріоритетність товарів з високою ліквідністю на зовнішньому ринку над енергоефективністю; • адміністративне обмеження постачання енергії споживачам
Виробничі	• перевага інвестицій у підвищення продуктивності праці над інвестиціями в енергоефективність; • дисбаланс між попитом та пропозицією на потужність та енергію; • неефективна структура генеруючих потужностей, зокрема недостатність маневрених потужностей; • повільні темпи модернізації обладнання ТЕС, що призводить до зростання цін на енергію; • високі технологічні втрати при передачі та розподілі енергії; • несподівані або недостатньо попереджені відключення електроенергії; • низький коефіцієнт корисної дії обладнання через його зношеність; • значні комерційні втрати енергії; • відсутність вибору постачальника енергії; • прихована монополія постачальників енергії.
Фінансові	• нестача капіталу, особливо оборотних коштів; • високі відсоткові ставки за кредитами; • значні витрати на залучення капіталу через високі кредитні ставки; • неплатежі за спожиту енергію;

	• непрозорі тарифи на потужність та енергію, які не відображають реальні витрати енергокомпаній; • недостатність інвестицій в енергетичний сектор.
Ринкові	• нерегульований ринок енергозберігаючого обладнання та технологій; • недостатній досвід у маркетингових дослідженнях, бізнес-плануванні та управлінні енергозберігаючими проектами; • перекладання витрат, пов'язаних з нераціональним використанням енергії, на суспільство; • ігнорування витрат, пов'язаних із забрудненням довкілля, при виробництві та споживанні енергії; • покриття надмірного споживання енергії за рахунок імпорту енергоресурсів, що лягає тягарем на суспільство; • відсутність можливості вибору постачальника та типу енергоносія; • прихована монополія постачальників енергії; • непрозорість приватизації енергетичних об'єктів; • непослідовність у регулюванні енергетичного ринку; • невідповідність пільг на використання енергії ринковим відносинам.

Знання та врахування вищезазначених перешкод дозволяє забезпечити якісне впровадження систем енергетичного менеджменту.

2. ВПРОВАДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ТА СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ

2.1. Енергетична стратегія підприємства та організації

Енергетична стратегія підприємства дає змогу розробити ефективну програму з енергоефективності. Ця стратегія підприємства визначає загальні кроки стосовно раціонального використання енергоресурсів. Вона включає наступні пункти:

- отримання (закупівля) первинних енергоресурсів;
- перетворення первинних енергоресурсів на підприємстві;
- розподіл і постачання енергії;
- використання енергії;
- розподіл відповідальності керівної ланки за використання енергоресурсів.

Стратегія зосереджена не лише на вартості енергії, вона як компас у енергоефективності. Енергетична стратегія включає ряд цілей, за допомоги яких буде налагоджена робота підприємства, з виконанням встановлених завдань.

Енергетична стратегія складається з розроблення рішення про енергоефективність. Розробка та оприлюднення корпоративної енергетичної політики демонструє, що питання енергозбереження є загальними для усіх. Енергетична політика розробляється для цілей внутрішнього користування. Ключову роль у цьому лежить на керівнику підприємства і від його рішучості у питанні енергозбереження залежить досягнення істотних результатів у економії енерговитрат.

Згідно із стандартом ISO 50001 топ-менеджери підприємства повинні демонструвати відносно системи енергоменеджменту зобов'язання з безперервного покращення її ефективності за допомогою визначення певної енергополітики.

Енергополітика є найважливішим елементом системи енергоменеджменту. Обов'язком топ-менеджерів підприємства є визначення та документація енергополітику підприємства.

В сферу енергополітики входить:

- звернення до всіх факторів, пов'язаних з використанням енергії;
- відповідальність області й границям системи енергоменеджменту;
- доречність характеру й масштабу використання енергії;
- сумісність політикою інших систем менеджменту.

Неефективною енергополітикою можна признати у тому випадку, коли енергоменеджер не може контролювати її виконання.

Оцінка результатів і моніторинг необхідні для того, щоб керівництво отримувало інформацію про ефективність вкладень у енергоефективність, зокрема фінансових та трудових ресурсів.

Дані моніторингу дозволяють порівнювати показники роботи підприємства з визначеними цілями щодо підвищення енергоефективності.

Встановлення таких цілей слугує орієнтиром для покращення енергоефективності як у окремих підрозділах, так і на рівні всього підприємства.

Багатьом підприємствам вдалося суттєво знизити енергоспоживання та обсяг відходів, що призвело до значної економії коштів і підтвердило, що підвищення енергоефективності приносить значні переваги.

Вигоди від впровадження енергетичної стратегії можна розділити на **три** основні категорії:

Екологічні вигоди – зменшення негативного впливу на довкілля як на місцевому, так і на глобальному рівні.

Виробничі вигоди – підвищення ефективності роботи компанії, покращення продуктивності персоналу та якості продукції.

Фінансові вигоди – безпосереднє скорочення витрат і збільшення фінансової стійкості підприємства.

Під час популяризації енергоефективності варто наголошувати на її численних перевагах, проте саме фінансові вигоди зазвичай є ключовим фактором, на якому слід зосередити увагу.

Енергозберігаюча політика у виробничій системі (ВС) має визначати цілі,

завдання, основні принципи, а також відповідальних за її реалізацію.

Керівництво ВС формує політику в сфері енергозбереження, затверджуючи її наказом, а також призначає відповідальних осіб, встановлює терміни виконання та забезпечує необхідні ресурси для реалізації проєктів і заходів.

Відповідно до стандарту ДСТУ 4472:2005 «Система енергетичного менеджменту. Загальні вимоги» енергозберігаюча політика виробничої системи повинна забезпечувати:

- відповідність законодавству України у сфері енергозбереження, а також дотримання технічних регламентів, норм і правил, які мають виконувати працівники ВС;
- узгодженість із політикою ВС у сферах екології, охорони праці та інших суміжних напрямках;
- співпрацю з місцевими та регіональними органами влади у питаннях енергозбереження;
- підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР);
- розробку методів, моделей та інструментів для ефективного використання ПЕР у виробничих процесах;
- оцінку ефективності використання ПЕР відповідно до встановлених критеріїв;
- створення умов для впровадження енергозберігаючих заходів;
- вдосконалення політики енергозбереження;
- урахування місцевих та регіональних особливостей при реалізації енергозберігаючих заходів;
- підвищення кваліфікації персоналу системи енергоменеджменту;
- стимулювання працівників до раціонального використання енергоресурсів;
- популяризацію енергоефективності та інформування персоналу про досягнення у сфері енергозбереження.

Програма енергозбереження повинна визначати цілі, завдання, порядок розробки та реалізації енергозберігаючих заходів.

Енергоцілі й показники залишаються ключовими елементами системи енергоменеджменту та мають відповідати енергополітиці організації.

Установлені енергоцілі й показники повинні бути:

- вимірними;
- задокументованими;
- із визначеними термінами досягнення.

Для реалізації цих цілей стандарт ISO 50001 рекомендує розробку та підтримку планів дій у сфері енергоменеджменту.

Програма енергозбереження повинна містити такі розділи:

- загальні положення з визначенням мети та завдань;
- відповідальність керівництва;
- характеристику та перспективи розвитку ВС щодо використання ПЕР;
- поточний стан споживання енергоресурсів;
- прогнозовані потреби підприємства в ПЕР;
- аналіз потенціалу енергозбереження та визначення пріоритетних заходів;
- план впровадження енергозберігаючих заходів із зазначенням термінів виконання та відповідальних осіб;
- маловитратні першочергові та перспективні енергозберігаючі заходи;
- техніко-економічне обґрунтування впроваджуваних заходів;
- завдання підрозділам щодо впровадження енергоефективного обладнання та технологій;
- управління документообігом, потоками інформації;
- управління контрольно-вимірювальними системами;
- мотивацію персоналу до енергозбереження;
- підготовка кадрів;
- моніторинг виконання програми;
- механізм реалізації програми (етапи виконання, виконавці, необхідні ресурси та джерела фінансування).

2.2. Створення та вдосконалення систем енергетичного менеджменту

Енергетичний менеджмент (ЕМ) – система керування, націлена на забезпечення раціонального споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), яка базується на проведенні енерготехнологічних вимірювань та перевірок, аналізі рівня використання енергоресурсів та впровадженні енергозберігаючих заходів.

Система енергетичного менеджменту (СЕМ) це комплекс організаційних технічних засобів, методичного і програмного забезпечення ,що в сукупності дозволяє керувати тим чи іншим процесом, щоб споживалось тільки мінімальне необхідне кількість ПЕР для виробництва визначеної кількості продукції або послуг.

Мета впровадження СЕМ – зниження витрат на оплату ПЕР.

Досвід показує що впровадження СЕМ дозволяє скоротити платежі за енергоресурси на 10 – 30% т за рахунок безвитратних та маловитратних заходів організаційно-технічного характеру (оплата тільки за фактичні спожиті ПЕР, підвищення якості роботи оперативного персоналу, оптимізація режимів роботи обладнання, своєчасне технічне та ремонтне їх обслуговування .

Впровадження СЕМ – першочерговий захід що до зниження витрат на оплату ПЕР у будь-якій організації, тому що:

- зниження витрат досягається при малих капіталовкладеннях та невеликих термінах реалізації заходу;
- можлива поетапна реалізація СЕМ що дозволяє здійснювати захід навіть в умовах дефіциту оборотних коштів;
- СЕМ є базою для наступних більш великих енергозберігаючих проєктів, оскільки створює інформаційну платформу і мотивацію для її реалізації.

СЕМ може бути впровадженні на усіх енергоспоживаючих об'єктах.

Для формування СЕМ створюється **Концепція створення СЕМ**, яка має наступну структуру:

- Об'єкт керування;
- Мета та критерії керування;

- Керуючі впливи;
- Обмеження на процес керування;
- Некеровані впливи на об'єкт;
- Засоби керування.

Об'єктом керування є підприємство або організація в цілому, або окремі їх підрозділи, паливні і енергоспоживаючі агрегати, а також персонал пов'язаний з питаннями ефективності використання ПЕР.

Метою керування є мінімізація питомого споживання ПЕР у розрахунку на одиницю продукції (послуг)

$$P = \frac{E}{\Pi} \rightarrow \min,$$

де Π – обсяг виробництва (послуги) за звітній період у грошовому показнику;

E – споживання ПЕР за цей же період.

Керуючі впливи містять у собі безпосередньо на устаткування і впливи на технічний персонал.

Можна виділити наступні групи керуючих впливів:

- адміністративно-організаційні;
- технічні;
- програмно-методичні, (рис. 2.1).

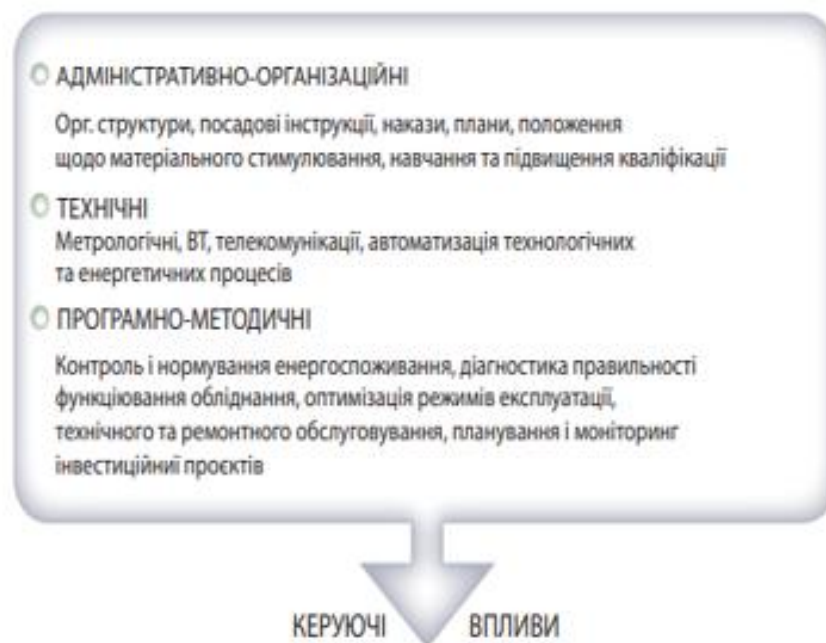


Рис. 2.1. Групи керуючих впливів

Структура впливів на об'єкти приведена на рис. 2.2.

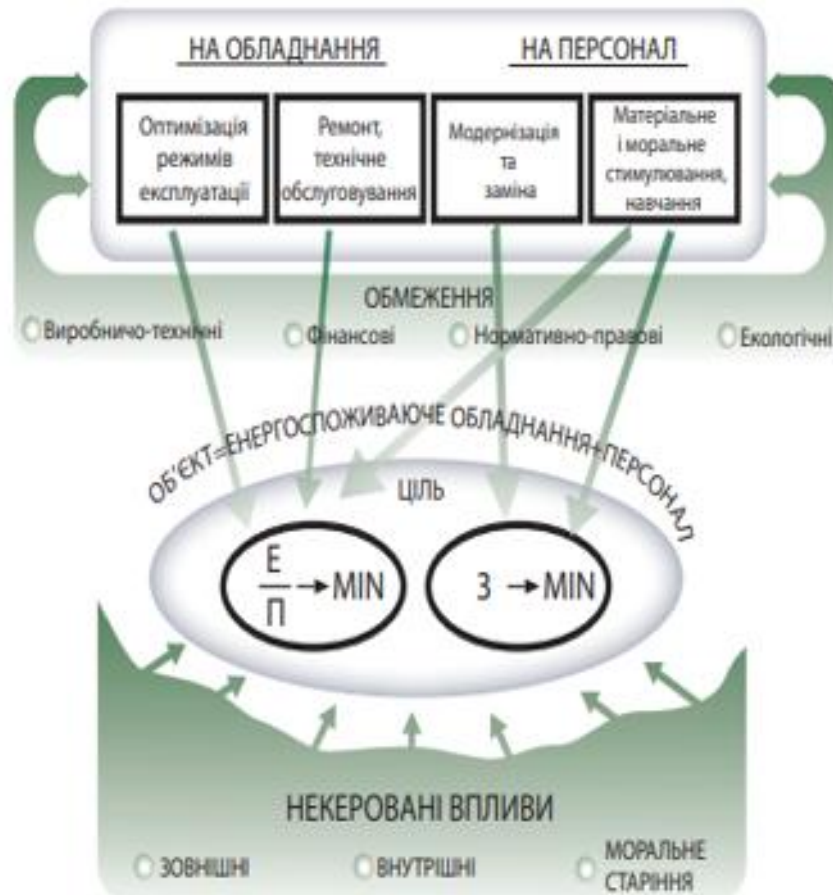


Рис. 2.2 Структура впливів на об'єкти

Впливи на устаткування містять у собі:

- Оптимізацію режимів експлуатації;
- Режимів обслуговування;
- Ремонтне обслуговування;
- Модернізацію або повну заміну устаткування.

На технічний персонал можна впливати шляхом матеріального заохочення, а також використовуючи підходи щодо морального стимулювання.

Обмеження на процес керування. Будь-який процес керування у тому числі керування споживанням ПЕР пов'язаний з певними обмеженнями у загальному випадку необхідно приймати до уваги обмеження планового виробничого, фінансового, технічного, нормативно-правового та екологічного характеру.

Некеровані впливи на об'єкт слід вважати причиною зниження ефективності використання ПЕР. Хоча їх неможливо повністю усунути, вони мають бути компенсовані відповідними керуючими впливами.

Засоби керування містять у собі організаційні, методичні, програмні і технічні напрямки.

2.3. Організаційні засоби систем енергетичного менеджменту

Організаційні засоби СЕМ повинні регламентувати дії оперативного та управлінського персоналу підприємства(організації) та створювати мотивацію для досягнення мети – мінімізації питомих витрат ПЕР і сумарних витрат на придбання ПЕР і реалізацію енергозберігаючих заходів.

СЕМ повинна функціонувати на основі систематичного виконання визначеної послідовності дій і процедур (рис. 2.3).

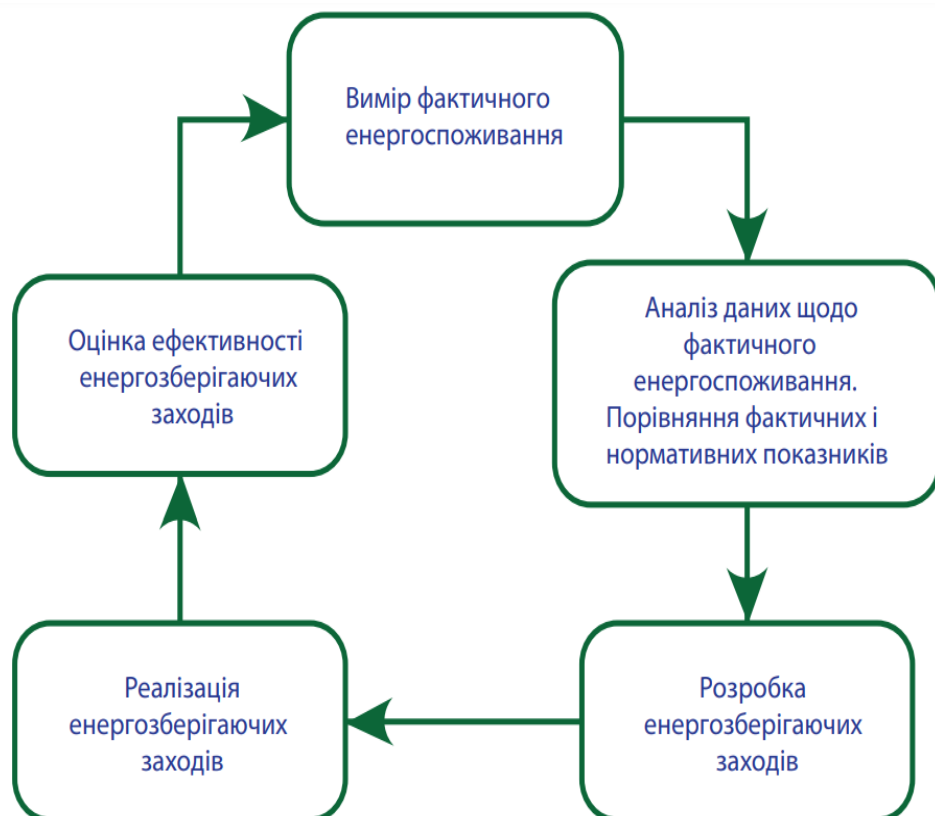


Рис. 2.3 Організація функціонування СЕМ

2.4. Методичні засоби систем енергетичного менеджменту

Відповідно до функцій які повинна виконувати СЕМ, структуру її методичних засобів можна представити у вигляді сукупності чотирьох взаємозалежних підсистем, а саме:

- Контролю і нормалізації енергоспоживання (КіН);
- Діагностики причин перевищення фактичного енергоспоживання над нормативним рівнем;
- Оптимізація режимів експлуатації, технічного та ремонтного обслуговування;
- Планування та оцінка ефективності енергозберігаючих заходів.

Підсистема КіН є базовою підсистемою, що виконує важливі самостійні функції ,а також забезпечує вихідними даними інші підсистеми СЕМ.

Підсистема КіН функціонально пов'язана із системою оперативного контролю технологічних параметрів.

КіН повинна виконувати наступні функції:

- Формування та збереження бази даних про фактичні абсолютні показники енергоспоживання об'єктів та усереднених значень основних технологічних параметрів на добових інтервалах часу;
- Попередній контроль вірогідності добових даних про фактичні показники енергоспоживання;
- Виконання функції віртуальних лічильників;
- Обчислення фактичних абсолютних показників енергоспоживання;
- Обчислення фактичних питомих показників енергоспоживання. Визначальним називається параметр від якого залежить величина споживання ПЕР наприклад: кількість виробленої продукції чи кількості градусо-днів;
- Обчислення нормативних значень показників енергоспоживання;
- Складання енергобалансів для різних об'єктів;
- Документування інформації.

Структура методичних засобів приведена на рис. 2.4.

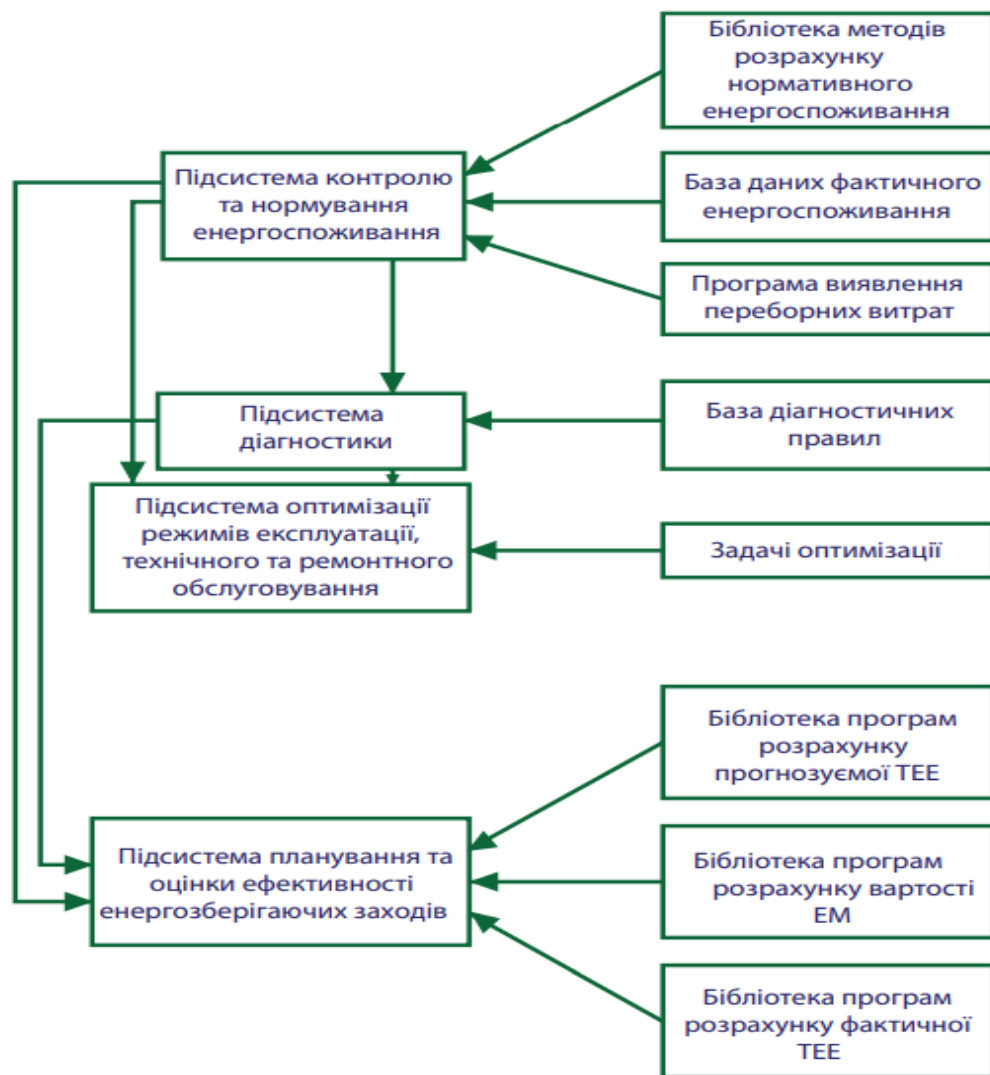


Рис. 2.4 Структура методичних засобів

У рамках розвитку СЕМ може бути використаний загальний підхід до вирішення задачі діагностики заснований на принципах побудови експертних систем що широко застосовується в системах підтримки прийняття керуючих рішень.

Підсистема діагностики використовує данні про фактичні значення контрольованих технологічних параметрів і містить в собі базу діагностичних правил і інтерпретатор технологічних ситуацій (рис. 2.5).

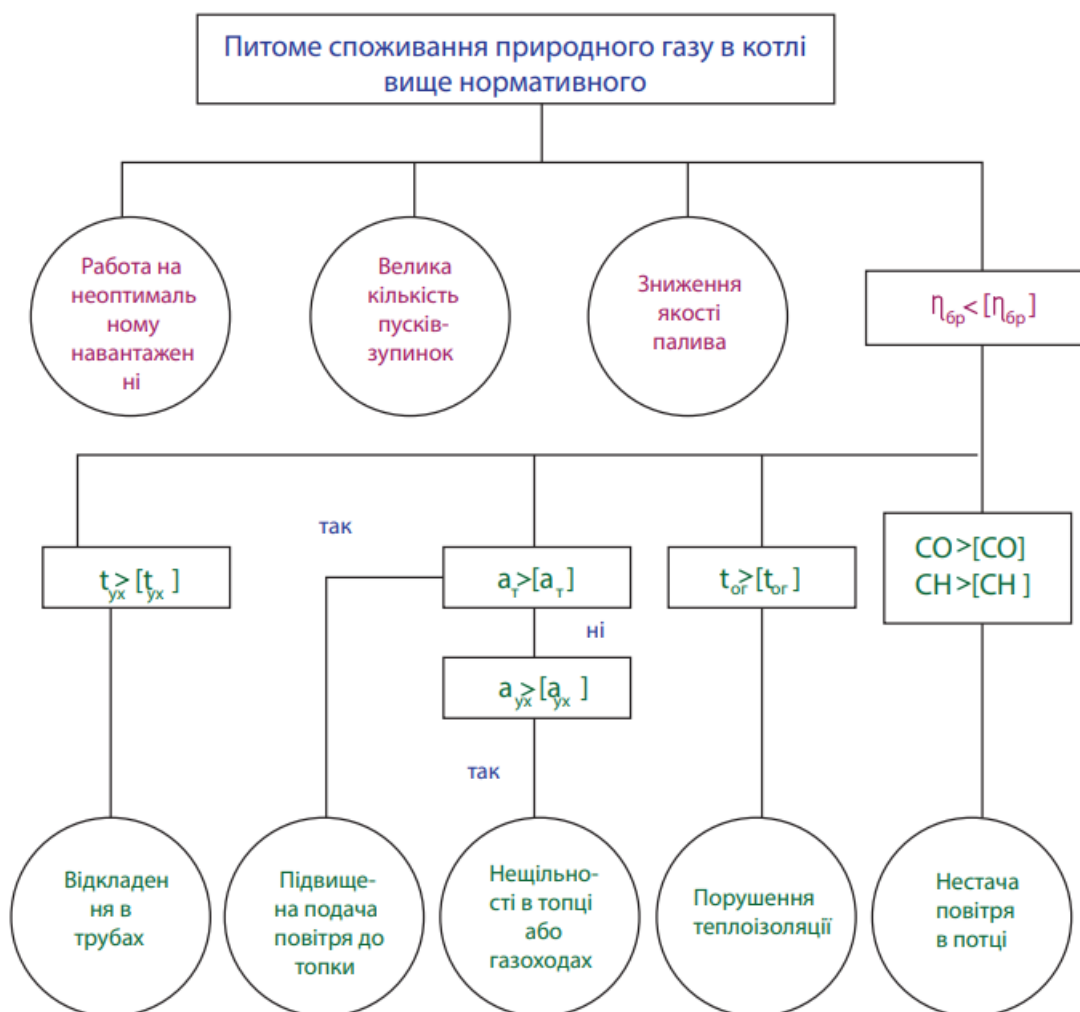


Рис. 2.5 Укрупнене дерево оцінки ситуації

База правил відкрита для введення нових правил.

Вона повинна безупинно поповнюватись енергетичним менеджером у процесі накопичення досвіду експлуатації СЕМ.

Робота інтерпретатора технологічних ситуацій полягає в зіставленні фактичних значень, діагностичних ознак зі значенням ознак зазначених у правилах і вибору тих правил для яких позначення ознаки збігаються з фактичними.

Відповідно до стандарту ISO 50001, організація повинна:

- створити, задокументувати, впровадити та підтримувати в робочому стані систему енергоменеджменту відповідно до вимог чинного стандарту;

- визначити та задокументувати сферу та межі системи енергоменеджменту;
- встановити та зафіксувати, яким чином система відповідає вимогам цього стандарту для забезпечення безперервного підвищення енергоефективності.

Відповідно до стандарту ISO 50001, топ-менеджмент організації зобов'язаний демонструвати прихильність до безперервного вдосконалення ефективності системи енергоменеджменту, зокрема шляхом визначення енергополітики.

Розроблення та запровадження системи енергоменеджменту (СЕМ) – це сукупність взаємопов'язаних робіт, упорядкованих у часі та поділених на стадії й етапи. Їх виконання є необхідною і достатньою умовою для створення СЕМ, що відповідатиме вимогам технічного завдання.

Стандарт ISO 50001 також заснований на безперервному вдосконаленні, відомому як цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act), який повинен використовуватися кожною компанією, незалежно від типу або розміру. Тому недостатньо одного разу запровадити систему енергетичного менеджменту. Метою має бути її постійне вдосконалення та контроль (рис. 2.6).



Рис. 2.6 Структура безперервного вдосконалення, цикл PDCA

Фази взаємопов'язані і, таким чином, забезпечують постійний рух та вдосконалення.

Планування: На початку завжди проводиться енергетична оцінка. Визначається вихідна точка, включаючи показники енергетичної ефективності (*EnPIs*), стратегічні та оперативні енергетичні цілі та ваш підхід. Тут визначається, енергоспоживання різних підрозділів. Ці дані формують основу для подальших процесів удосконалення та дозволяють визначити потенціал для підвищення енергоефективності.

Виконання: На цьому етапі робляться дії, націлені на покращення та впровадження їх. На основі результатів енергетичної оцінки визначаються показники та цілі енергетичної ефективності та складаються плани дій щодо досягнення цілей підвищення енергоефективності.

Перевірка: Постійно перевіряється ефективність планів енергоменеджменту на етапі «Виконання». Для цього необхідно контролювати та вимірювати основні процеси, які важливі для енергоефективності. Порівнюються отримані результати із раніше встановленими цілями.

Покращення: Результати безперервних вимірів розбиваються на звіти. Це дасть основу для подальших кроків щодо покращення системи енергоменеджменту.

3. ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

3.1. Виконання функцій системи енергетичного менеджменту

На початковому етапі впровадження системи енергоменеджменту (перші 1–1,5 року) ключові завдання служби енергоменеджменту включають:

- щоденне інформування керівництва підприємства про:
 - а) фактичні рівні питомих витрат енергоресурсів на виробництво;
 - б) результати виконаного аналізу та розроблені рекомендації щодо зниження питомого енергоспоживання;
 - в) відповідальних за неефективне використання ПЕР (за наявності такої ситуації);
 - г) підрозділи, що демонструють найкращі результати (для подальшого стимулювання);
- розроблення карт енергоспоживання (енергобалансів) усіх етапів технологічного процесу для визначення основних споживачів енергоресурсів і виявлення «вузьких місць»;
- поетапне впровадження системи обліку та контролю енергоспоживання:
 - а) на рівні окремих структурних підрозділів/цехів;
 - б) у межах окремих технологічних процесів;
 - в) для окремих бригад, змін, а згодом і для окремих працівників;
- надання керівництву підприємства наочної інформації про ефективність енергоспоживання;
- участь у вдосконаленні процесу бюджетування у виробництв;
- розроблення, впровадження та контроль за реалізацією енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ);
- контроль якості ПЕР, що надходять від постачальників.

Під час виконання своїх функцій служба енергоменеджменту має дотримуватися таких принципів:

- перед інвестиціями у високі технології слід спочатку вичерпати можливості організаційних заходів, що не потребують витрат, але

сприяють ефективному управлінню та контролю;

- енергоменеджер повинен аналізувати всі дії персоналу, пов'язані з використанням ПЕР;
- інвестувати варто лише у проекти з найкращими економічними показниками, враховуючи потенційні ризики.

Зміст управлінської діяльності відповідно до функцій управління приведений у Таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Функція управління	Часовий інтервал дії функції	Зміст управлінської діяльності
Поточне планування (бізнес-планування)	Короткотривала перспектива (до 1 року)	• прогнозування поведінки зовнішнього середовища; • визначення складу й числових значень показників річних, квартальних, місячного планів енергоспоживання; • внутрішній енергоаудит щодо окремих споживачів енергії; • керування й ведення енергозберігаючих проектів
Координація діяльності	Короткотривала перспектива (від 1 місяця до року)	• визначення структури керування; • налагодження взаємодії між складовими частинами; • поділ обов'язків персоналу і узгодження дій
Координація діяльності	Короткотривала перспектива (від 1 місяця до	• визначення структури керування; • налагодження взаємодії між

	року)	складовими частинами; • поділ обов'язків персоналу й узгодження дій
--	-------	--

Головні ролі енергетичного менеджера можуть бути представлені таким чином:

- Розроблення стратегії енергетичного менеджменту в межах організації;
- Розроблення продукції і технологічного процесу;
- Проведення моніторингу й оцінки, стимулювання підвищення енергоефективності організації;
- Керування фінансовими аспектами постачання і споживання енергії;
- Розгляд різних можливостей енергопостачання, включаючи створення власних генеруючих потужностей.

3.2. Стимулювання енергоменеджменту

Якісне та своєчасне виконання роботи на підприємстві має бути належно оцінене. Для служби енергоменеджменту важливо розробити систему мотивації, яка заохочуватиме результативну діяльність у сфері енергозбереження. При оцінці ефективності роботи служб та виробничих підрозділів слід орієнтуватися на дотримання трудової, виробничої та планової дисципліни. Важливо не лише перевищувати планові показники з енергозбереження, а передусім досягати їх, адже вони закладені у бюджет підприємства, і їх невиконання може спричинити фінансові втрати.

Керівництво має стимулювати персонал СЕМ шляхом:

- планування кар'єрного розвитку працівників служби;
- впровадження системи підвищення професійних навичок персоналу СЕМ;
- преміювання та нагородження за конкретні досягнення в енергозбереженні.

На початковому етапі реалізації безвитратних заходів (таких, що

вимагають дотримання трудової, технологічної та економічної дисципліни) заохочення мають отримувати передусім керівники структурних підрозділів, які досягли найкращих результатів (начальники цехів, змін, ділянок, бригад), а також заступники енергоменеджера, якщо їхня діяльність була ефективною.

Мотивація – це ключовий фактор, що спонукає людей діяти цілеспрямовано та зберігати наполегливість у подоланні труднощів.

При створенні системи мотивації слід враховувати, що:

- фінансове заохочення не є єдиним і найкращим способом мотивації;
- визнання досягнень і надання відповідальності можуть мати значно більший вплив;
- матеріальні стимули слід розглядати як винагороду за добре виконану роботу;
- автономність та персональна підзвітність підвищують рівень мотивації;
- без розуміння та бажання змін і внутрішньої мотивації навчання буде неефективним.

3.3. Принципи фінансування заходів з енергозбереження

Для формування фінансової політики у сфері енергозбереження за кордоном застосовуються такі інструменти: регулювання цін; програми фінансової підтримки, зокрема гранти; пільгове кредитування; державні закупівлі технологій; добровільні угоди між державним та приватним секторами; податкові стимули, такі як енергетичні податки та податкові пільги.

Усі ці механізми можна поділити на дві групи:

стимулюючі (інформаційна та фінансова підтримка) і
обмежувальні (заборони, збори).

Найефективнішим є їхнє поєднання: стимулюючі заходи формують політику, а обмежувальні забезпечують її реалізацію. Вплив на вартість енергоресурсів або на ціну заходів з енергоефективності сприяє залученню інвестицій у цю сферу.

Прикладами стимулюючих заходів є:

- програми фінансової підтримки;
- пільгове кредитування;
- податкові стимули.

На рис. 3.1 наведений зміст ст. 15 Закону Джерела фінансування заходів у сфері енергетичної ефективності будівель.

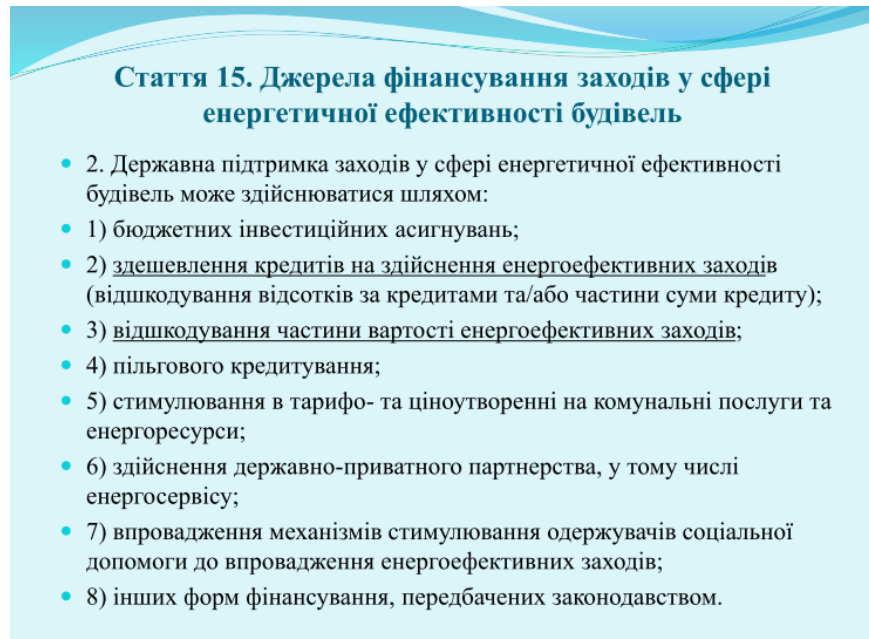


Рис. 3.1 Джерела фінансування заходів у сфері енергетичної ефективності будівель

У західних країнах існує низка фінансових механізмів, які залучають третіх сторін для інвестування в проекти, спрямовані на енергозбереження. До таких механізмів належать:

- енергосервісні компанії (ЕСКО);
- фонди ротаційних кредитів;
- лізингові програми;
- можливість оплати частинами;
- створення спільних підприємств;
- венчурне фінансування;
- випуск муніципальних облігацій для реалізації інфраструктурних проектів.

3.4. Аналіз та оцінка ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту

Головною метою здійснення перевірки та контролю ефективності системи енергетичного менеджменту є розробка оптимальних управлінських рішень та рекомендацій, спрямованих на підвищення її ефективності.

Ця процедура проводиться відповідно до вимог стандарту ДСТУ 5077:2008 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Перевірка та контроль ефективності функціонування».

Основні завдання перевірки та контролю СЕМ:

- забезпечення відповідності нормативним вимогам у сфері енергетичного менеджменту;
- підготовка рекомендацій для покращення ефективності функціонування СЕМ;
- вдосконалення механізму контролю діяльності СЕМ з боку керівництва підприємства;
- аналіз рівня забезпеченості СЕМ трудовими, технічними та фінансовими ресурсами;
- формування рекомендацій щодо навчання, перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників у сфері енергоефективності;
- розробка заходів стимулювання персоналу для ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів;
- координація дій, спрямованих на підтримку та покращення функціонування СЕМ;
- підготовка системи до сертифікації.

Критерії оцінювання ефективності системи енергетичного менеджменту поділяються на **чотири групи**:

Критерії організації складової СЕМ:

- Наявність документації.
- Розподіл зобов'язань та відповідальності.

Критерії ресурсного забезпечення:

- Організаційні аспекти.
- Технічні ресурси.
- Інформаційна підтримка.
- Використання математичних та програмних засобів.
- Забезпечення матеріальними та фінансовими ресурсами.

Критерії моніторингу:

- Проведення постійного спостереження.
- Аудиторська перевірка.
- Процедура сертифікації.

Критерії коригування:

- Впровадження коригувальних заходів.
- Реалізація превентивних заходів.

3.5. Рівні розвитку енергетичного менеджменту

Існує дві основні проблеми, що гальмують розвиток енергетичного менеджменту:

- недостатній рівень енергетичної ефективності;
- низький пріоритет фінансування в енергозбереження.

Ключові організаційні аспекти:

- формування енергетичної політики;
- створення відповідних управлінських структур;
- організація системи енергетичної звітності.

Ці та інші питання систематизуються за допомогою **матриці енергетичного менеджменту**, яка дозволяє:

- визначати та аналізувати існуючі пріоритети підприємства щодо енергоменеджменту;
- знаходити оптимальні варіанти організаційного забезпечення енергетичного менеджменту.

На рис. 3.2 наведений приклад матриці енергетичного менеджменту.



Рис. 3.2 Приклад матриці енергетичного менеджменту

Горизонтальні ряди матриці відображають поступове ускладнення рівня управління, а вертикальні колонки описують ключові аспекти енергоменеджменту. Просування вищими рівнями свідчить про зростання зрілості системи та її наближення до найкращих практик у галузі.

Для ефективного застосування матриці необхідно визначити найбільш критичні питання, які потребують більшої уваги, ніж інші:

- визначити поточний рівень підприємства в системі енергоменеджменту (на матриці);
- зосередитися на сферах (тих колонках матриці), які потребують найбільшого вдосконалення;
- визначити основні бар'єри на шляху до покращення та розробити шляхи їх усунення;
- оцінити можливості для вдосконалення та знайти способи їх реалізації;
- залучити до процесу керівництво та працівників підприємства.

Рівні розвитку енергетичного менеджменту:

Рівень 0. Відсутність енергоменеджменту. Підприємство не має енергетичної політики, не призначено відповідальних осіб, енергоспоживання не відстежується, а заходи з підвищення ефективності не впроваджуються.

Рівень 1. Початковий рівень. Відсутня офіційна політика, але є відповідальний фахівець. Він веде облік витрат на енергію та розповсюджує інформацію через неформальні контакти.

Рівень 2. Часткова інтеграція. Вищий менеджмент визнає важливість енергоменеджменту, але підтримка обмежена. Енергетичний відділ звітує перед комітетом, зацікавленість якого визначає ефективність заходів.

Рівень 3. Системний підхід. Енергетичний менеджмент стає частиною управлінської структури. Енергоспоживання інтегрується у витратний облік, діє інформаційна система, реалізується програма підвищення енергоефективності.

Рівень 4. Висока зрілість системи. Відповідальність за споживання енергії розподілена по всьому підприємству. Використовуються офіційні та неофіційні канали комунікації, а ефективність заходів контролюється відповідно до цільових показників. Енергетичні досягнення широко висвітлюються, а керівництво активно підтримує ініціативи з енергозбереження. Досягнення з енергозбереження активно висвітлюються, при цьому зменшення енергоспоживання розглядається не тільки з позиції фінансової економії, а також з позиції впливу на широке коло питань, наприклад екологічні. Вище керівництво вважає енергоменеджмент важливим та приймає активну участь у вирішенні питань енергозбереження.

3.6. Використання матриці енергоменеджменту

Для успішного впровадження організаційних змін та покращення енергоменеджменту на підприємстві необхідно:

- визначити ключові проблеми, що потребують першочергової уваги енергоменеджера;
- оцінити ефективність діяльності енергоменеджера;

- проаналізувати рівень підтримки, що надається енергоменеджеру;
- визначити поточну ситуацію та окреслити напрямки розвитку енергоменеджменту.

В Таблиці 3.2 приведені критерії стану системи енергоменеджменту.

Таблиця 3.2

Кількість балів/оцінка	Поточна ситуація	Можливі покращення
22–24 Відмінно	Енергетичний менеджмент є пріоритетним напрямком у компанії. Важливо продовжувати діяльність, дотримуючись принципу: самозаспокоєність небезпечна.	Необхідно залишатися в курсі новітніх досягнень у сфері енергозбереження та управління енергоспоживанням, а також активно впроваджувати їх у робочі процеси
19–21 Добре	Компанія приділяє увагу енергетичному менеджменту, проте керівництво розглядає його здебільшого як технічну сферу, а не як частину загального управління.	Варто переглянути основні організаційні підходи, включивши ефективне управління енергоресурсами до стратегічних напрямків контролю витрат, а також удосконалити структуру й процедури енергоменеджменту
13–18 Посередньо	Управління енергоспоживанням здійснюється безсистемно. Керівництво вважає, що це суто інженерно-технічне завдання, через що потенціал енергоменеджера використовується не в повній	Основне завдання – підвищити статус енергоменеджера, впровадити комплексний моніторинг споживання енергії, що дозволить значно покращити ефективність його роботи

	мірі.	
7–12 Погано	Окремі елементи енергетичного менеджменту реалізовані в різних відділах, головним чином у тих, що займаються експлуатацією обладнання. Однак можливості ефективного управління енергоспоживанням залишаються недовикористаними.	Необхідно виявити ключові бар'єри, що заважають розвитку енергоменеджменту, та усунути їх, а також інтегрувати систему управління енерговитратами в загальну управлінську структуру підприємства.
0–6 Дуже погано	Система енергетичного менеджменту відсутня або перебуває на початковій стадії розвитку. Через неефективне використання енергоресурсів компанія може втрачати 20% або більше від їхньої вартості.	Необхідно комплексно налагоджувати систему управління енергоспоживанням, що включає технічне забезпечення, організаційну структуру, регламентовані процедури та навчання персоналу.

Визначення організаційного профілю підприємства. Існує 10 кроків, які допоможуть покращити енергоменеджмент на підприємстві:

1. Складіть копію матриці й проаналізуйте кожен стовпець. Позначте рівень, який найбільш точно відображає поточний стан вашого підприємства. Якщо необхідно, можна зробити позначку між рівнями для точнішої оцінки
2. З'єднайте позначені точки, щоб отримати графічне зображення організаційного профілю енергоменеджменту. Воно покаже рівень збалансованості управління енергоресурсами. Нерівності в профілі – це нормально: піки вказують на сильні сторони, а спади – на слабкі місця.

3. Зробіть другу копію матриці та запропонуйте лінійному менеджеру виконати ті самі дії.
4. Порівняйте отримані профілі. Обговоріть відмінності у ваших оцінках та спробуйте знайти компроміс. Якщо ви дійдете до погодженого рішення, намалюйте його на третій копії. Якщо згоди не досягнуто, зафіксуйте обидва варіанти профілю як різні точки зору. Додатково можна залучити інших співробітників, особливо тих, хто безпосередньо працює з енергоменеджментом, щоб отримати сторонню оцінку. Це допоможе з'ясувати сильні й слабкі сторони з точки зору сторонніх спостерігачів. Після збору цієї інформацію включіть її у третю копію.
5. Визначте пріоритетні сфери для покращення. Оберіть два напрями, які потребують найбільшої уваги. Для кожного з них складіть перелік п'яти головних перешкод, що заважають розвитку, та визначте три ключові можливості для поліпшення. Враховуйте, що іноді варто зосередитися не на найбільш проблемних сферах, а на тих, де є реальні шанси досягти прогресу. Тобто, якщо знайдені перешкоди виявляються непереборними, або явні можливості покращення відсутні, то краще витратити ресурси на інші аспекти. Крім того, співробітники інших відділів або з більш високим положенням можуть бути здатними подолати визначені перешкоди, або створити можливості для цього. Тут потрібно з'ясувати, чи це можливо та як вони можуть бути залучені до цього процесу.
6. Попросіть лінійного менеджера виконати аналогічний аналіз.
7. Зіставте ваші переліки перешкод і можливостей. Якщо неможливо дійти згоди, просто об'єднайте їх у загальний список.
8. Передайте результати старшим менеджерам і запропонуйте їм виконати такий самий аналіз. Отримані профілі включіть у загальну оцінку.
9. Сформууйте підсумковий звіт для керівництва, що міститиме:
 - графічне відображення організаційного профілю;
 - перелік виявлених перешкод і можливостей;
 - рекомендації щодо усунення проблем та реалізації потенціалу

Якщо складно знайти конкретні рішення, запропонуйте керівництву ключові питання для обговорення шляхів покращення ситуації.

10. Розробіть план дій на наступні 12 місяців разом із керівництвом. План має включати:

- відповідальних осіб за кожен етап виконання;
- проміжні цілі та критерії оцінки прогресу.

Один із можливих способів відстеження змін – повторне використання матриці енергетичного менеджменту через рік, що дозволить оцінити динаміку розвитку системи управління енергоресурсами підприємства.

3.7. Інформаційні системи енергетичного менеджменту

Інформація традиційно повинна бути **«точною, своєчасною та релевантною»**. Однак із цих трьох критеріїв найважливішою є **релевантність**: дані мають відповідати ухваленому рішення.

В організації виділяють три рівні прийняття рішень, кожен із яких потребує різного підходу до інформації:

- оперативний контроль;
- управлінський контроль;
- стратегічне планування.

Точність і своєчасність також мають значення, проте їхній рівень залежить від типу рішення.

Точність визначає допустиму похибку у вимірах, а **своєчасність** змінюється відповідно до управлінського рівня.

Ефективний оперативний контроль вимагає негайного оповіщення у разі відхилень у роботі. Управлінський контроль базується на регулярних звітах, що зазвичай відповідають щомісячному бюджетному циклу.

Стратегічне планування потребує **двох типів інформації**:

- Загальних щорічних даних для річного аналізу.
- Нерегулярної, але часто термінової інформації, необхідної для стратегічних досліджень.

Основними групами, які використовують енергетичні дані, є:

- топ-менеджмент та керівники вищої ланки;
- керівники підрозділів (або відповідальні за бюджети);
- ключові фахівці;
- співробітники служби енергоменеджменту;
- енергетичні координатори;
- загальний персонал.

4. КОНТРОЛЬ І НОРМАЛІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

4.1. Основні положення і основи технології контролю і нормалізації енергоспоживання

Контроль і нормалізація енергоспоживання (КіН) є одним із найефективніших методів управління використанням енергії. Цей процес дозволяє пояснити фактичне споживання енергії та оцінити відхилення від очікуваного рівня в конкретних умовах.

КіН базується на аналізі історичних даних для визначення «стандартних» (середніх) і «планових» рівнів енергоспоживання, з якими порівнюються майбутні показники. Регулярний контроль рівнів споживання дозволяє швидко виявляти відхилення у роботі. Сам по собі контроль не знижує витрати енергії, але він допомагає визначити, де і коли слід вжити заходів для усунення неефективного використання ресурсів.

КіН – це управлінський інструмент, що базується на контролі енергоспоживання та технологічних параметрів з певною періодичністю (тиждень, місяць тощо). Це дозволяє аналізувати зміни ефективності використання енергії, використовуючи **центри енергетичного обліку (ЦЕО)**, і вчасно впроваджувати коригувальні заходи. КіН є невід’ємною частиною загальної системи енергоменеджменту підприємства.

Основі цілі КіН:

- виявлення енергетичних втрат;
- складання корпоративних звітів.

Типи порівнянь у системі КіН:

Фіксована мета – визначення цільового рівня споживання енергії (наприклад, кВт·год на тиждень або місяць);

Простий коефіцієнт – використовується, коли енергоспоживання прямо пропорційне певному параметру, дозволяючи оцінювати ефективність роботи (наприклад, кВт·год/т);

Регресійний коефіцієнт – аналогічний простому коефіцієнту, але враховує базове навантаження.

Виражається рівнянням:

$$y = ax + c ,$$

де y – компонент осі y ;

x – компонент осі x ;

a – коефіцієнт, що характеризує нахил прямої;

c – відрізок лінії на осі y .

Він є найбільш придатним типом порівняння факторного зв'язку в системі КІН.

Види енергетичних навантажень

Базове навантаження – обсяг споживаної енергії за нульової змінної величини (наприклад, мінімальне споживання при простій обладнання).

Змінне навантаження – додаткова кількість енергії, необхідна для кожної нової одиниці виробництва або зміни умов експлуатації (наприклад, споживання енергії в залежності від температури або виробничого навантаження).

Питомі і нормалізовані показники енергоефективності:

питомий показник роботи (ППР) – співвідношення спожитої енергії до корисного продукту/ефекту/роботи (наприклад, кВт·год/м², кВт·год/т);

нормалізований показник роботи (НПР) – показник, що враховує вплив зовнішніх факторів на енергоспоживання.

ППР та НПР розраховуються на основі енергетичних аудитів та використовуються для оцінки ефективності на різних підприємствах одного типу.

Для аналізу енергоспоживання за умов випадкових або непередбачуваних впливів застосовується **прикладна статистика**. Її методи дозволяють виявляти приховані закономірності, робити прогнози та ухвалювати обґрунтовані рішення.

Якщо відомі ряди значень результуючого параметра і чинника, але незрозуміло, чи всі фактори впливають на цей параметр і чи варто враховувати їх у спрощеній моделі, відбір найважливіших факторів здійснюється за

допомогою факторного аналізу.

Застосування регресійного аналізу дає змогу встановити співвідношення між енергоспоживанням та його змінною величиною (наприклад, обсягом виробництва), а також визначити історичні закономірності споживання енергії в умовах «базового» та «змінного» навантажень.

Оскільки випадкові фактори впливають на реальне споживання енергії, воно завжди відрізняється від теоретично розрахованого. Тому контроль і оцінка цих відхилень між фактичним і прогнозованим споживанням є ключовими завданнями технології КіН.

Інформаційною базою системи енергетичного менеджменту може бути система енергетичного моніторингу. Енергетичний моніторинг може здійснюватися як на місці так і дистанційно.

Переваги дистанційного моніторингу :

- швидке виявлення перевитрат , мінімізація втрат
- підвищення ефективності налаштування обладнання
- мотивація персоналу до ощадного енерговикористання
- усунення людського фактору під час збору первинних даних

Вимоги до систем моніторингу:

- робота з усім наявним парком лічильників
- можливість розширення системи
- можливість обміну даними з іншими системами
- можливість працювати з різними каналами зв'язку

4.2. Система управління будівлею

Система управління будівлею зазвичай встановлюють у громадських та офісних будівлях, ці системи дають змогу управляти будівлею з комп'ютера.

Такі системи зазвичай не встановлювали раніше у багатоквартирних будинках, однак наразі в найбільш сучасних багатоповерхівках можна зустріти і гарно організовану систему управління будівлею.

На Рис. 4.1 наведена система енергетичного менеджменту будівель.

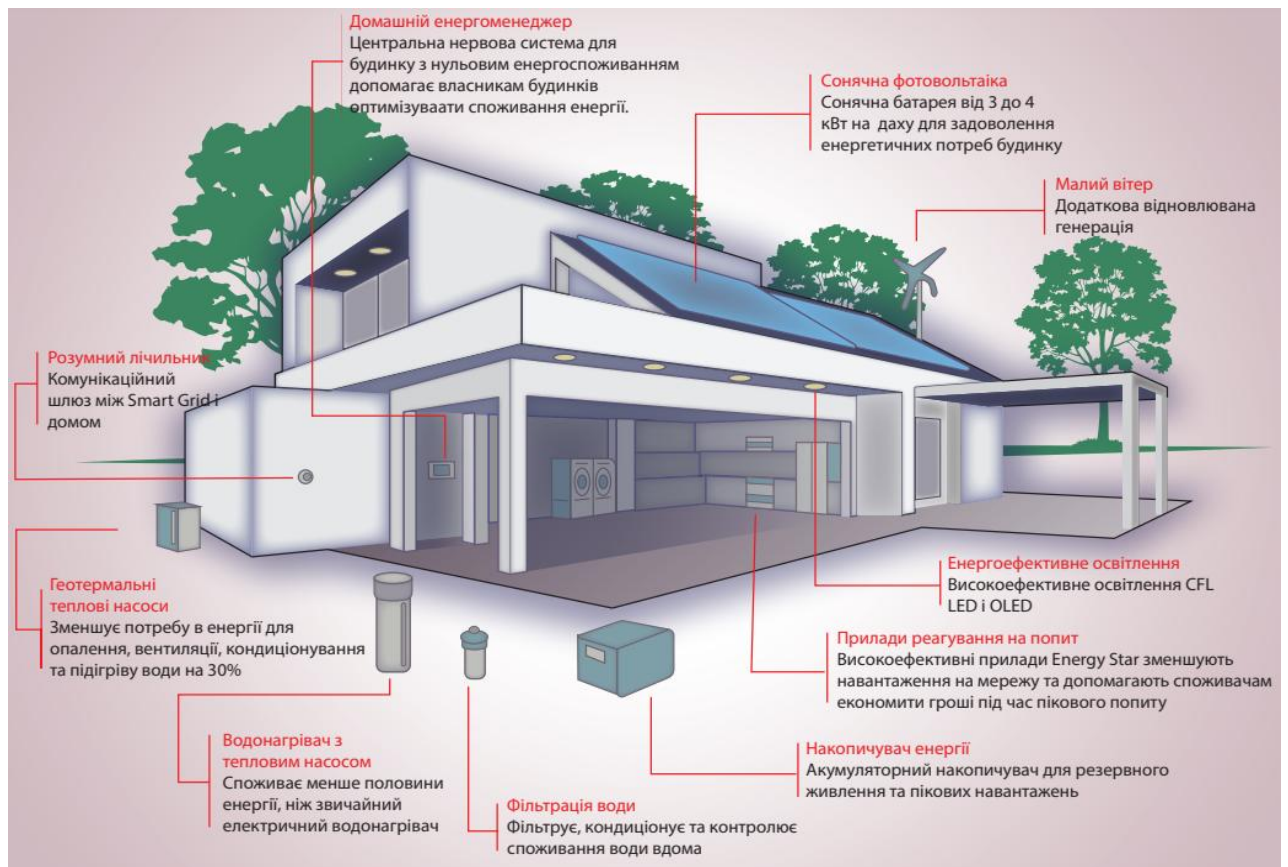


Рис. 4.1 Система енергетичного менеджменту будівель

В Таблиці 4.1 приведена система встановлення цілей, завдань та планів дій.

Таблиця 4.1

ЦІЛЬ	ЗАВДАННЯ	ПРОГРАМА (план дій)
Зниження енергоспоживання будівлі А на 10% в 2025 році	Знизити споживання теплової енергії на обігрів будівлі А на 7% в 2025 році Показник: витрати енергії на кв.м. площі (кВт-г/м2)	Встановити автоматичний регулятор Покращити теплоізоляцію Ліквідувати протяги/ утеплити вікна, двері Відрегулювати термостати Ліквідувати екранування джерела тепла

	Знизити споживання електроенергії в будівлі А на 12 % у 2025 році	Провести інструктаж персоналу Проаналізувати освітленість на робочих місцях Встановити енергозберігаючі лампи Оптимізувати розташування джерел освітлення Встановити автоматичні вимикачі, реагуючі на рух
--	---	--

В Таблиці 4.2 приведений приклад Плану дій з підвищення енергоефективності.

Таблиця 4.2

Завдання	Знизити споживання електроенергії у 2025 році в будівлі А на 12 %
Показник	Споживання енергії на освітлення на 1 м ² (кВт-г/м ²)
Потрібні інвестиції Джерело фінансування	500 Євро (Бюджет проекту ефективності)
Економіка	300 Євро
Термін	1,5 року
Скорочення емісії CO ₂	3,24 кг/рік
Програма/ термін	• Проінструктувати персонал (березень 2025) • Проаналізувати освітленість(березень 2025) • Встановити енергозберігаючі лампи(серпень 2025) • Оптимізувати розташування джерел освітлення (жовтень 2025) • Встановити автоматичні вимикачі (жовтень 2025)

Відповідальні та об'єм робіт	• Керівник управляючої компанії (0,5 дня) • Електрик (2 дня) • Електрик (1 день) • Електрик (1,5 дня) • Електрик (5 днів)
------------------------------	---

4.3. Зміни при використанні паливно – енергетичних ресурсів

Основними задачами коректування є:

- аналіз існуючих позитивних і негативних факторів споживання енергетичних ресурсів;
- оцінка дії цих тенденцій у майбутньому й облік їх позитивних і негативних наслідків;
- аналіз виникнення нових ситуацій і проблем, з урахуванням регіональних особливостей і засоби їхнього вирішення;
- оцінка альтернативних засобів розвитку;
- моніторинг існуючого світового досвіду для вибору оптимального рішення, що активно впливає на розвиток енергетичного споживання.

При плануванні обсягів необхідних при використанні паливно-енергетичних ресурсів можливо використовувати два напрямки:

1. **Експертні оцінки** припускають всебічний аналіз і прогноз розвитку споживання енергетичних ресурсів на основі існуючих і новітніх розробок в цій галузі.

2. **Моделювання** ґрунтується на розробці статистичних моделей прогнозування та використання енергетичних ресурсів

Порівняння існуючої та пропонованої системи нормування наведено в Таблиці 4.3.

Таблиці 4.3

Існуюча система	Пропонована система
Діяльність, обумовлена існуючим законодавством	Добровільна ініціативна діяльність

Річний характер нормування	Контроль за фактичними показниками енергоспоживання та оперативне їхнє корегування
Підпорядковується відділу головного енергетика	Створюється окремий відділ енергетичного менеджменту
Існуючі норми енергоспоживання не охоплюють всіх факторів	Враховує всі діючі фактори, які впливають на енергоспоживання
Відсутній взаємозв'язок між нормуванням і обліком енергоресурсів	Облік і нормування енергоресурсів корелюються із системою енергоменеджмента
Відсутня система аналізу причин перевитрати енергетичних ресурсів	рішення щодо подолання виявлених причин перевитрати енергоресурсів

4.4. Класифікація норм питомих витрат паливно – енергетичних ресурсів

Класифікація норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів:

- за рівнем агрегації;
- за складом витрат ПЕР;
- за терміном дії;
- за рівнем управління.

Залежно від рівня агрегації виділяють індивідуальні та групові норми питомих витрат ПЕР.

Індивідуальна норма визначає витрати одного або кількох видів ПЕР на одиницю продукції (роботи, послуги) для конкретного технологічного об'єкта (агрегату, установки, машини) у певних виробничих умовах.

Групова середньозважена норма характеризує витрати одного або кількох видів ПЕР на одиницю однойменної продукції на різних рівнях управління, охоплюючи господарські об'єкти (дільниці, цехи, виробництва, підприємства, галузі).

За складовими витрат ПЕР норми розподіляються на **технологічні** та **загальновиробничі**.

Технологічна норма визначає витрати одного або кількох видів ПЕР, необхідні для виробничого процесу, включаючи неминучі технічні втрати, пов'язані з виконанням основних і допоміжних технологічних операцій.

Загальновиробнича норма охоплює не лише виробниче споживання та технологічні втрати, а й витрати на додаткові потреби, такі як освітлення, опалення, вентиляція тощо.

За терміном дії норми поділяються на **річні, квартальні та місячні**.

Відповідно до рівня управління норми розрізняються за орієнтацією на певні види продукції та поділяються на **диференційовані** та **укрупнені**.

Диференційована норма встановлюється для конкретного виду, сорту або типорозміру продукції.

Укрупнена норма визначається як усереднене значення для групи продукції одного виду, але різних сортів, або для групи робіт та послуг різного призначення. Залежно від особливостей нормування можливе додаткове розмежування норм за іншими критеріями, наприклад, з урахуванням витрат одного чи кількох видів ПЕР на окремі чи зведені потреби.

4.5. Питомі індикатори витрат паливно-енергетичних ресурсів

Одним із ключових аспектів нормування є визначення одиниці виміру норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на виготовлення продукції, виконання робіт чи надання послуг.

Технологічні нормативи витрат ПЕР у всіх випадках встановлюються виключно на натуральну одиницю продукції. Водночас загальновиробничі нормативи можуть визначатися на ту саму одиницю лише за умови випуску однорідної продукції. У деяких випадках доцільніше відносити витрати ПЕР не до одиниці готової продукції, а до одиниці вихідної сировини. Цей підхід актуальний для нафтопереробних заводів, підприємств харчової галузі.

Якщо виробляється однорідна продукція різних типорозмірів (а це

переважна більшість підприємств, наприклад, прокат металу), доцільно визначати норми витрат ПЕР на одиницю приведені (умовної) продукції, тобто виражені в натуральних величинах, але скориговані з урахуванням певного типорозміру.

Якщо встановлюються диференційовані норми питомих витрат ПЕР, обсяг виробництва визначається в натуральних одиницях.

У разі застосування укрупнених норм для груп продукції одного виду, але різних сортів або типорозмірів, або для груп робіт і наданих послуг різного характеру використовують умовні (зведені) одиниці виміру обсягу продукції/робіт/послуг, наприклад, умовна аркуш паперу.

Для енергоємних виробничих процесів (виробництво металів, термообробка матеріалів, отримання зріджених газів, опалення, виробництво штучного холоду тощо) норми питомих витрат ПЕР слід визначати на одиницю випущеної продукції, виконаної роботи чи наданої послуги у натуральному вимірі.

На підприємствах із широким асортиментом продукції, який постійно змінюється, а також, наприклад, у будівельній сфері, на експериментальних виробництвах, а також на рівні об'єднань і регіонів, фактично неможливо обрати єдиний показник обсягу випуску продукції/робіт/послуг. У таких випадках нормативи витрат ПЕР у натуральних чи умовних одиницях можуть визначатися на одиницю вартості чистої продукції, вираженої у вартісному вимірі (зведеному до незмінних цін).

Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів здійснюється з урахуванням таких принципів:

- охоплення всіх складових і статей витрат ПЕР;
- відповідність прийнятій на підприємстві (в організації) системі обліку та контролю за споживанням ПЕР;
- дотримання методичної узгодженості при формуванні норм і нормативів на різних рівнях управління;
- забезпечення наукової та практичної обґрунтованості норм і нормативів,

їх прогресивності, з урахуванням новітніх досягнень науки і техніки, а також передових методів організації виробництва й праці;

- формування єдиної нормативної бази для всіх етапів планування та управління виробництвом;
- регулярний перегляд і коригування встановлених норм.

Норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів мають:

- базуватися на планах організаційно-технічних заходів з підвищення ефективності використання ПЕР;
- враховувати специфіку виробничого процесу, а також найновіші досягнення науки і техніки;
- сприяти виявленню та мобілізації резервів економії ПЕР у суспільному виробництві;
- створювати умови для стимулювання збереження енергоресурсів.

4.6. Послідовність визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві

Процес включає такі ключові етапи:

1. Визначення складу технологічних процесів і операцій, необхідних для виготовлення кожного виду продукції/виконання роботи/надання послуги, у яких використовуються паливно-енергетичні ресурси.
2. Встановлення одиниць виміру продукції/робіт/послуг, які мають відповідати чинним на підприємстві плановим і нормативним документам, а також статистичній звітності.
3. Визначення основних ділянок і агрегатів, споживання ПЕР у яких безпосередньо пов'язане з виробництвом конкретного виду продукції (або його аналога).
4. Виявлення ділянок і агрегатів, витрати ПЕР яких розподіляються пропорційно до обсягу наданих ними послуг для виробництва кількох видів продукції (робіт, послуг). Розподіл обсягів споживання ПЕР може здійснюватися на основі фактично використаних ресурсів для конкретного

виду продукції або шляхом диференційованого аналізу споживання ПЕР відповідно до структури їх використання в окремих технологічних процесах.

5. Розробка матеріальних балансів для визначеної продукції та встановлення норм витрат ПЕР. Матеріальний баланс ґрунтується на чинній нормативній базі витрат матеріальних ресурсів підприємства.
6. Формування переліку обладнання, задіяного у виробництві певного виду продукції.
7. Розробка схеми розрахунку технологічної та загальновиробничої норм питомих витрат ПЕР на виготовлення продукції (виконання робіт, надання послуг). Розрахунок здійснюється на основі переліку обладнання, енергоспоживання якого визначає технологічні та допоміжні витрати ПЕР.
8. Створення схеми підготовки вихідних даних для розрахунку норм питомих витрат ПЕР, збір необхідної інформації та виконання розрахунків.

Усі обчислення витрат ПЕР здійснюються на основі показників виробництва за заздалегідь визначену умовну добу, коли обсяг споживання ПЕР відповідає середньому значенню за звітний період.

4.7. Системи сертифікації та маркування в енергозбереженні

Енергетичне випробування – це комплекс випробувань і вимірювань, які проводять сертифіковані лабораторії з метою встановлення рівня енергоспоживання електричних приладів та інших ресурсів.

Енергетична етикетка – стандартна інформаційна картка, що містить дані про рівень енергоефективності електрообладнання, включаючи клас енергоспоживання, показники ефективності використання ресурсів, а також додаткову інформацію.

Енергетичне маркування – спосіб надання користувачам інформації про ефективність використання енергії та ресурсів електроприладами шляхом

нанесення спеціальної етикетки.

Постачальник – це виробник, його офіційний представник або особа, що займається розповсюдженням електрообладнання на ринку.

Продавець – юридична чи фізична особа, яка здійснює продаж, здачу в оренду або демонстрацію електроприладів, включаючи варіант з оплатою частинами.

Енергетична сертифікація обладнання (будівель) – процес перевірки відповідності енергетичних характеристик об'єктів вимогам законодавства у сфері енергозбереження та раціонального використання ресурсів.

Енергетичне маркування – процес інформування споживачів про енергоефективність продукції, обладнання та технологій шляхом внесення відповідних даних у доступну для користувачів інформацію.

Міжнародна організація стандартизації визначає, що всі види маркування мають спільну мету: "на основі перевіреної і достовірної інформації стимулювати пропозицію товарів та послуг, які найменш негативно впливають на стан здоров'я людини і довкілля, а також підвищувати попит на ці товари, тим самим стимулюючи покращання стану навколишнього середовища за допомогою ринкових механізмів".

Загальні принципи сертифікації та маркування

Сертифікація – це офіційне підтвердження відповідності продукції, підприємств, фахівців або систем вимогам, встановленим у національних або міжнародних стандартах. Отримання сертифікату може надавати юридичній особі певні права, наприклад, дозвіл на встановлення чи використання певного обладнання або систем.

В окремих країнах, зокрема у Данії, сертифікація може бути необхідною умовою для отримання державних дотацій. Це особливо важливо для розвитку відновлюваної енергетики та програм енергозбереження.

Визнаною міжнародною ініціативою є **програма «Енергетична зірка» (US ENERGY STAR)**, яка діє в США. У 2009 році її учасники досягли економії енергоресурсів на 17 мільярдів доларів США. Наразі понад 40 тисяч

найменувань продукції мають це маркування.

Міністерство енергетики США регулярно закуповує продукцію різних брендів для тестування енергоефективності найбільш поширених побутових приладів (холодильники, морозильні камери, посудомийні машини тощо), які споживають понад **25%** електроенергії домогосподарств. Планується розширити випробування на більшу кількість товарів. Також були розпочаті перевірки 35 виробників, які порушили вимоги програми «Енергетична зірка».

В Україні виробництво продукції та послуг підлягають сертифікації (харчова промисловість, переробна промисловість, металургійна, хімічна та енергетична).

Яскравим прикладом сертифікації в Україні є виконання заходів з енергетичної ефективності будівель (згідно Закону України з енергетичної сертифікації будівель) з наданням відповідного сертифікату енергетичної ефективності будівель з визначенням класу енергоефективності.

Робота з сертифікації проводиться згідно державних норм та стандартів України. Як приклад, сертифікація енергоефективності будівлі здійснюється за вимогами ДСТУ 9190:22 Енергетична ефективність будівель.

Цей стандарт застосовують:

- для оцінювання відповідності – згідно з ДБН В.2.6-31;
- порівняння енергетичних характеристик альтернативних рішень для будівлі;
- енергетична сертифікація будівлі;
- встановлення ефекту від можливих заходів з підвищення енергоефективності будівлі;
- моніторинг енергетичної ефективності будівлі та її інженерних систем;
- планування заходів з термомодернізації;
- прогнозування необхідних енергетичних ресурсів.

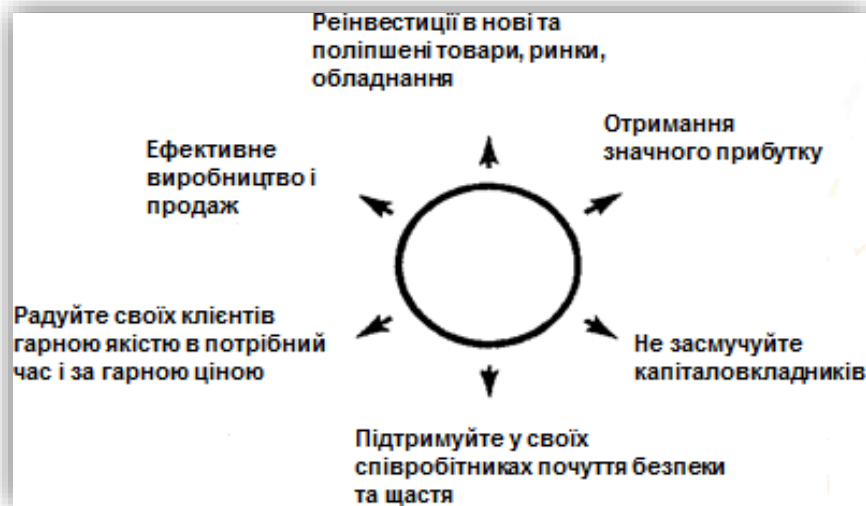
Це і є цілі і завдання для енергоменеджменту об'єктів житлово – комунального, соціального сектору (будівлі).

5. БІЗНЕС-ПЛАНУВАННЯ ПРОЄКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

5.1. Фінансовий та економічний аналіз проєктів з енергоефективності

Енергозбереження на підприємстві може бути досягнуте двома основними шляхами:

- підвищення ефективності використання наявного обладнання;
- інвестування в нове устаткування з вищою енергоефективністю.



Основною метою бізнесу є отримання прибутку та фінансовий успіх. Для досягнення цього необхідно задовольнити інтереси трьох ключових груп: клієнтів, акціонерів та працівників.

Однак прибутковість — не єдиний фактор, що впливає на довгостроковий розвиток і стабільність компанії. На її сталий успіх впливають й інші аспекти, які відображені в концепції «Бізнес-коло». Деякі з цих цілей можуть бути суперечливими, але важливо знайти баланс, оскільки ігнорування будь-якого з важливих напрямків може призвести до уповільнення розвитку та нестабільності.

Концепція «Бізнес-кола» підкреслює важливість постійного вдосконалення компанії, а це можливо лише завдяки інвестиціям. Отже, вкладення капіталу є ключовим чинником для довгострокового зростання та стабільності підприємства.

Основні напрями інвестицій:

1. **Розробка нової продукції** з метою вдосконалення поточного

асортименту або виходу на нові ринки, що сприятиме розширенню чи захисту ринкової частки компанії.

2. **Збільшення виробничих потужностей**, щоб відповідати зростаючим потребам ринку або розширювати частку компанії в ньому.

3. **Модернізація наявного обладнання** для:

- покращення якості продукції та підвищення рівня задоволеності клієнтів;
- зниження витрат на виробництво.

Комплексний аналіз проєкту передбачає його оцінку з різних позицій: технічної, економічної, фінансової, екологічної та соціальної.

Однак, оскільки енергозберігаючі проєкти реалізуються на конкретних виробничих об'єктах і фінансуються певними інвесторами, для ухвалення рішення щодо їхньої доцільності зазвичай достатньо провести технічну та фінансову оцінку.

Процес аналізу проєкту можна спростити, сформулювавши шість ключових питань, відповіді на які допоможуть визначити його ефективність (такі ж питання виникають під час фінансової оцінки):

1. Яка основна мета проєкту?
2. Які альтернативні варіанти потрібно розглянути для порівняння?
3. У яких масштабах слід оцінювати витрати та вигоди проєкту?
4. Який часовий горизонт потрібно враховувати для оцінки економічної доцільності?
5. Які вигоди та витрати передбачає проєкт, і як їх можна оцінити?
6. Які критерії необхідно застосувати для ухвалення рішення про реалізацію чи відмову від проєкту?

5.2. Методи оцінки проєктів

Термін окупності (PBP – Payback Period). У багатьох випадках цей показник є надто спрощеним, щоб забезпечити об'єктивну оцінку ефективності проєкту. Якщо в майбутньому відбудуться зміни у витратах (наприклад,

зростання цін на паливо), вони можуть суттєво вплинути на загальну вартість проєкту, що не завжди враховується при розрахунку строку окупності.

Простий період окупності не дозволяє коректно порівнювати проєкти з різною тривалістю експлуатації. Він також не враховує фактор часу при оцінці вартості грошей і не дає можливості зіставляти проєкт із альтернативними інвестиціями, де застосовуються більш точні фінансові методики.

Попри ці обмеження, показник терміну окупності залишається популярним у практиці, особливо на початкових етапах аналізу, коли потрібно швидко оцінити інвестиційну привабливість проєкту, зокрема, якщо йдеться про ініціативи з коротким строком повернення вкладених коштів

$$T_{ok} = \frac{I_0}{B},$$

де I_0 – первісні інвестиції;

B – чиста річна економія/дохід.

Чим коротший період повернення інвестицій, тим більш привабливим виглядає проєкт. Загалом, оцінювати ініціативи з терміном окупності понад один-два роки буває складно. Однак існують винятки: якщо витрати є критично важливими для виживання підприємства, наприклад, при заміні обладнання, що вийшло з ладу, або при необхідності приведення діяльності у відповідність до нормативних вимог (екологічні стандарти, санітарні норми).

Цей метод оцінки широко застосовується в аналізі проєктів, оскільки відзначається:

- простотою розрахунку,
- доступністю для використання.

Фінансові концепції у визначенні ефективності інвестицій.

Компаундування (капіталізація, нарощування, compounding) – процес, аналогічний депозитному вкладенню коштів у банк, коли нараховані відсотки додаються до основного капіталу, збільшуючи його в майбутньому. Це метод приведення вартості активів (наприклад, капітальних витрат) до кінцевого періоду інвестування.

Дисконтування (discounting) – механізм, що дозволяє визначити поточну (реальну) вартість майбутніх грошових потоків. Цей процес використовується для оцінки інвестицій, приводячи фінансові показники з майбутнього періоду до поточного моменту.

Ставка дисконтування – ключовий параметр оцінки ефективності проєкту, що дозволяє порівнювати витрати та доходи, які виникають у різний час. Вона визначає мінімальну норму рентабельності інвестицій, яку очікує отримати інвестор.

Інфляція (b) – показник середнього зростання цін на товари та послуги. Прогнозування рівня інфляції складне, оскільки вона може відрізнятися для різних категорій продукції.

Реальна процентна ставка (r) – це номінальна ставка, скоригована на рівень інфляції, враховуючи зміни у вартості енергоносіїв та інших витрат. Чим довший економічний життєвий цикл інвестиції, тим суттєвіше впливає цей фактор.

Основні показники оцінки проєктів.

Чиста приведена вартість (NPV – Net Present Value) – сумарний дисконтований дохід проєкту, що визначається як різниця між приведеними до теперішнього часу доходами та витратами. Якщо NPV має позитивне значення при заданій ставці дисконтування, проєкт вважається вигідним.

Внутрішня норма рентабельності (IRR – Internal Rate of Return) – рівень прибутковості проєкту, при якому дисконтовані доходи дорівнюють дисконтованим витратам. Фактично, це ставка дисконтування, що забезпечує беззбитковість інвестиції.

Ануїтет чистої приведеної вартості – метод перетворення NPV у середній річний чистий дохід за весь період реалізації проєкту. Це зручний інструмент для порівняння проєктів із різною тривалістю дії.

Оцінка ефективності енергозбереження.

Офіційний нормативний документ, який регулює порядок оцінки економічної ефективності організаційно-технічних заходів (ОТЗ) у сфері

енергозбереження, – це державний стандарт ДСТУ 2155-93 «Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів з енергозбереження».

5.3. Бізнес-план та техніко-економічне обґрунтування проєктів у сфері енергозбереження

Реалізація проєкту з енергозбереження проходить через кілька ключових етапів:

- визначення та оцінка проєкту;
- попереднє техніко-економічне обґрунтування (ТЕО);
- бізнес-планування;
- пошук фінансування;
- впровадження проєкту;
- моніторинг результатів та звітність.

Енергозберігаючі заходи поділяються на три групи:

- безвитратні (що не потребують фінансових вкладень);
- маловитратні (із мінімальними витратами);
- проєкти, які потребують значного фінансування, найчастіше з залученням зовнішніх джерел.

Щоб залучити фінансову підтримку ззовні, необхідно розробити бізнес-план проєкту. Він має підтвердити його економічну доцільність і зацікавити потенційних інвесторів чи фінансові установи.

Складання бізнес-плану передувє етап генерації ідей, серед яких обирається найперспективніша. Надання державних інвестицій чи отримання банківського кредиту можливе лише за наявності якісно розробленого бізнес-плану. Цей документ дозволяє провести всебічний аналіз маркетингових та техніко-економічних аспектів проєкту. При його створенні враховуються фінансово-економічні показники, нормативні вимоги, доступність ресурсів та інші ключові фактори успішного впровадження.

Бізнес-плани у сфері енергозбереження зазвичай розробляються на один рік. У них детально аналізуються енергозберігаючі заходи (ЕЗЗ), заплановані до

реалізації, та дається загальна оцінка заходам, які розраховані на 1–4 роки. У бізнес-плані міститься інформація про підприємство, його фінансовий стан, аналіз ринку, маркетингову стратегію та очікуваний економічний ефект від впровадження енергозберігаючих заходів. Також можуть бути розглянуті потенційні ризики та стратегії їхнього зниження.

Основні причини розроблення бізнес-плану:

- комплексний аналіз бізнесу;
- стратегічне планування різних аспектів проєкту;
- визначення фінансових потреб і можливостей залучення коштів;
- використання як аргумент у переговорах із потенційними інвесторами та фінансовими структурами.

Бізнес-план зазвичай готується для представлення можливим кредиторам або інвесторам. Він може бути поданий у такі фінансові установи:

- комерційних банків;
- приватних інвестиційних фондів.

Структура бізнес-плану з енергозбереження:

1. Виконавче резюме (короткий зміст основних положень).
2. Загальна інформація про підприємств.
3. Опис продукції, послуг і ринкових можливостей.
4. План розвитку підприємства.
5. Детальний опис інвестиційного проєкту.
6. Фінансова оцінка та прогноз.

5.4. Порядок розроблення техніко–економічного обґрунтування

Після того, як на об'єкті було проведено енергетичний аудит та розроблені енергозберігаючі заходи, важливо оцінити їх технічну та економічну ефективність, враховуючи витрати та доцільність виконання.

Техніко-економічне обґрунтування яке проводиться після енергетичного аудиту об'єкту повинно відображати результати маркетингових і техніко-економічних досліджень, які доводять доцільність і можливість реалізації проєкту,

запровадження в експлуатацію нових енергетичних потужностей та модернізацію існуючих, а також заміну або реконструкцію джерел енергії.

Приклад пропонованої структура техніко економічного обґрунтування при реконструкції теплозабезпечення мікрорайону міста:

1. Загальна інформація

1.1. Загальні відомості до яких включені дані про організацію-виконавця

2. Технічний аналіз проекту

2.1. Аналіз існуючої системи енергопостачання та енергоспоживання об'єкту

2.2. Аналіз існуючих експлуатаційних витрат

2.3. Технічні умови проекту

2.4. Технічні рішення пропонувані для реалізації

3. Фінансово-економічні показники проекту

3.1. Заплановані капітальні витрати на реконструкцію об'єкту

3.2. Заплановані експлуатаційні витрати об'єкту

3.3. Показники економічного ефекту від модернізації

4. Оцінка впливу на навколишнє середовище

В разі застосування нетрадиційних джерел енергії необхідно привести порівняння із традиційними джерелами.

5.5. Паливно – енергетичний баланс

Енергетичний баланс це показники, що показують співвідношення між надходженням та витратою усіх видів енергетичних ресурсів на об'єкті.

Енергетичний баланс складають на підставі проектної документації, а також за результатами вимірювань які проводились під час енергетичного аудиту.

Існує декілька методів складання енергетичного балансу, один з найбільш часто застосовуваний це *розрахунково-експериментальний* метод. При використанні якого споживання та втрати енергетичних ресурсів визначаються за допомогою аналітичних залежностей, а отримані результати порівнюються з проведеними випробуваннями енергоустановки та замірах обліку фактичних

витрат енергетичних ресурсів.

Основні поняття і визначення

Фактичний енергетичний баланс відображає поточний стан використання енергоресурсів (досягнутий рівень корисного споживання ПЕР), крім того він показує втрати енергії (виправдані та не виправдані).

Оптимальний енергетичний баланс складається для пошуку варіанта забезпечення об'єкта ПЕР, при якому вироблення продукції можна здійснювати з мінімальними витратами (найтекономніші енергоресурси, оптимальні режими роботи обладнання, сумісна роботи генеруючих і енергоспоживаючих установок та ін.).

Енергетичний баланс у робочій формі відображає у витратній частині розподіл енергетичних ресурсів, що виробляються чи надходять від інших джерел за виробничо-територіальною та цільовою ознакою, без розділення на те, що використовується корисно, а що втрачається.

Частковий енергетичний баланс складається для окремих видів палива, енергії, енергоносіїв як у грошовій та натуральній формах (у тонах умовного палива, кВт·год, кДж), так й у частках (відсотках).

Баланс витрат на енергоресурси – енергетичний баланс у грошовій формі.

Зведений енергетичний баланс складається на підставі часткових енергобалансів усіх видів ПЕР у грошовій формі та у відсотках. Додатково, за необхідності, може бути складений зведений енергетичний баланс у тонах умовного палива, кВт·год, кДж або інших одиницях.

Синтетичний паливно-енергетичний баланс визначає розподіл видобутих, підведених і вироблених паливно-енергетичних ресурсів на промисловому підприємстві.

Експериментальний спосіб складання енергетичного балансу базується на проведенні ретельних випробувань енергетичного обладнання, точних вимірах та обліку фактичних витрат енергетичних ресурсів.

Розрахунковий спосіб складання енергетичного балансу - метод, при

якому корисне споживання та втрати енергетичних ресурсів визначаються на основі відповідних фізико-хімічних та емпіричних формул.

Розрахунково-експериментальний спосіб складання енергетичного балансу передбачає комбіноване використання як розрахункового, так і експериментального підходу до складання енергобалансу.

Ведення аналізу енергетичного балансу полягає у визначенні основних споживачів енергоресурсів з метою розроблення пріоритетних напрямків робіт з енергозбереження. За наявності фактичного та оптимального енергетичних балансів, аналіз полягає у виявленні місць (підрозділи, технологічні процеси), де енергоресурси витрачаються найменш ефективно, після чого здійснюється розроблення пріоритетних напрямків робіт з енергозбереження.

Усі втрати енергії поділяють на **чотири групи** за причинами виникнення

Перша група. Втрати, що обумовлені перебуванням обладнання у ввімкненому стані (наприклад, втрати при обертанні електродвигуна, від знаходження обладнання під напругою). Ці втрати не залежать від режимів роботи обладнання, вони є приблизно постійними (тому мають назву постійні втрати). При незмінних технологічних параметрах ці втрати залежать переважно від технічного стану обладнання. Зниження втрат енергії цієї групи можлива шляхом покращання його технічного стану, ремонту.

Друга група. Це втрати розсіювання енергії, обумовлені безпосередньо роботою обладнання. Залежать від режимів. Вони мають назву змінні втрати (наприклад, втрати активної енергії в електрообладнанні).

Третя група. Втрати від недовикористання енергії, що обумовлено фізикою технологічних процесів та ступенем їх недосконалості. Ці втрати залежать від навантаження, тому вони аналогічно попереднім також змінні (найбільш характерні для теплотехнічних систем, переважно пов'язані з наявністю вторинних енергоресурсів).

Втрати другої та третьої груп залежать від навантаження на обладнання, але ця залежність не завжди лінійна.

Четверта група. Додаткові втрати енергії, вони пов'язані з

неможливістю забезпечення нормального протікання технологічного процесу в зонах недозавантаження та форсованого режиму роботи обладнання. Зрозуміло, що це втрати змінні.

5.6. Підходи до складання енергобалансу

Під час проведення енергетичного аудиту доцільно складати енергетичний баланс у робочому форматі. За запитом замовника аудит може включати розрахунок оптимального енергобалансу для його порівняння з фактичним. У такому випадку аналізуються основні розбіжності між двома балансами, щоб визначити ділянки з найбільшими втратами та пріоритетно дослідити ефективність використання ПЕР.

Процес складання енергобалансів зазвичай передбачає оцінку рівня споживання ПЕР як у фізичних величинах, так і у фінансовому еквіваленті, з розподілом за підрозділами чи технологічними процесами підприємства.

Розрахунок енергобалансів базується на документації підприємства, яке має необхідне вимірювальне обладнання, а також на результатах безпосередніх вимірювань, проведених під час аудиту. У разі відсутності на підприємстві засобів вимірювання допускається використання розрахункових методів для визначення споживання ПЕР за окремими процесами або підрозділами.

При складанні енергобалансів застосовують як розрахунковий, так і розрахунково-експериментальний методи. Останній є найбільш поширеним, оскільки дозволяє знайти оптимальний баланс між вартістю проведення вимірювань та витратами на облік і споживання енергоносіїв підприємством.

Розрахунково-експериментальний підхід є найуніверсальнішим та найбільш доступним. У межах цього методу корисна частина енергоспоживання визначається розрахунковим шляхом, а втрати енергії – як експериментально, так і за допомогою розрахунків, після чого всі показники аналізуються та узгоджуються в загальному енергобалансі установки.

У практиці енергоаудиту найчастіше використовується саме цей метод.

Залежно від класифікаційних ознак паливно-енергетичні баланси поділяються на такі типи:

1. **За видами ПЕР:** електричний, тепловий, паливний, загальноенергетичний.
2. **За функціональним призначенням:** звітний, плановий, проєктний, дослідницький, нормативний.
3. **За рівнем використання:** фактичний, економічно обґрунтований, оптимальний, проєктний, плановий.
4. **За часовим періодом:** сезонний, квартальний, річний, місячний, добовий, змінний, погодинний.
5. **За об'єктом дослідження:** цех, виробнича ділянка, установка, агрегат, апарат, конструктивний елемент.
6. **За рівнем деталізації:** синтетичний (узагальнений), аналітичний (деталізований).
7. **За кількістю стадій енергетичних процесів:** одностадійний, двостадійний, багатостадійний.

Частина 2. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

1. ВИЗНАЧЕННЯ ТА АЛГОРИТМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

1.1. Загальні положення. Об'єкти енергетичного аудиту

Згідно з ISO 50002 енергетичний аудит (energy audit) – це систематизований аналіз використання енергії та споживання енергії у межах, визначених характером та обсягом робіт з енергетичного аудиту, з метою визначення, кількісного вираження та підготовки звіту про можливості підвищення рівня досягнутої / досяжної енергоефективності.

Тобто, енергетичний аудит – це оцінка енергетичних характеристик об'єкта аудиту.

Енергетичний аудит спрямований на зниження споживання енергоресурсів суб'єктами господарювання шляхом підвищення ефективності їх використання.

Основними завданнями енергетичного аудиту є:

- аналіз стану використання енергоресурсів на об'єкті аудиту;
- визначення потенційних можливостей економії енергії;
- розробка заходів організаційно-технічного характеру, що спрямовані на зниження енергетичних витрат;
- економічне обґрунтування розроблених організаційно-технічних заходів.

У процесі аудиту проводиться аналіз енергетичних потоків у процесі чи системі (це може бути, наприклад, будівля), що дозволяє мінімізувати споживання енергії, не зменшуючи, а за можливістю покращуючи технологічні параметри, а також рівень комфорту та безпеки.

Об'єктами енергетичного аудиту є:

- окремі підрозділи організації;
- суттєві споживачі ПЕР організації;
- системи енергозабезпечення;
- будівлі та споруди;
- система обліку та контролю за використанням ПЕР;
- система енергоменеджменту.

Суб'єктами енергетичного аудиту є замовник та виконавець енергетичного аудиту.

В багатьох країнах діяльність у сфері енергетичного аудиту здійснюється відповідно міжнародного стандарту ISO 50002:2014. Цей стандарт гармонізовано в Україні у вигляді національного стандарту ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення».

Даний стандарт ґрунтується на передовій практиці проведення енергетичного аудиту. Він містить основні вимоги до ключових етапів: розроблення технічного завдання, виконання робіт, затвердження результатів і завершення аудиту. Стандарт передбачає можливість використання різних підходів залежно від специфіки, обсягу робіт, меж та цілей аудиту.

Залежно від обсягу робіт та рівня деталізації, енергетичні аудити поділяються на три типи:

Тип 1. Експрес-енергоаудит. Це мінімальний обсяг робіт, який надає загальне уявлення про потенціал енергозбереження. Він передбачає аналіз енергетичних і технологічних даних, а також візуальну оцінку стану об'єкта. Такий підхід оптимально підходить для мікро- та малих підприємств.

Тип 2. Детальний енергоаудит. Уявляє собою деталізоване обстеження об'єкта із проведенням вимірів енергетичних показників систем та процесів. Цей тип аудиту надає розуміння ефективності кожного значного споживача енергії та дозволяє провести техніко-економічний аналіз як організаційних, так й технологічних рішень з різним періодом окупності.

Тип 3. Комплексний енергоаудит. Складається з поглибленого вивчення та техніко-економічною оцінкою обстеження об'єкта аудиту використовуючи при цьому багато різноманітних вимірювальних приладів. Детальне вивчення надає розуміння проблем які виникають та впливають на ефективність споживача енергії. Цей вид аудиту більш притаманний для великих підприємств з роботою з великою кількістю персоналу.

В Таблиці 1.1 приведений розподіл вартості та тривалості аудиту за масштабом підприємства.

Таблиця 1.1

Тип аудиту	Масштаб підприємства	Результати	Вартість аудиту	Тривалість аудиту
Тип 1	Мікро – або мале	Організаційні та стандартні заходи з енергоефективності. Укрупнена оцінка їх ефективності. Точність оцінки низька, так як базується на досвідних та статистичних даних	Низька	Низька 1 – 5 днів
Тип 2	Середнє	Організаційні, стандартні та спеціалізовані заходи з енергоефективності. Стандартна техніко-економічна оцінка їх ефективності. Точністю оцінки середня, так як базується як на досвіді й статистичних даних, так й на проведенні окремих вимірювань.	Середня або висока	Середня або висока 3 – 6 місяців (для підприємств без сезонної залежності) 6 – 12 місяців (для підприємств із сезонною залежністю)
Тип 3	Велике	Розроблення проектів з енергозбереження з технічною та фінансовою оцінкою їх ефективності. Точність оцінки висок, так як базується на проведенні вимірювань та моделюванні.	Середня або висока	Середня або висока До 6 місяців (для проектів з енергозбереження без сезонної залежності) До 12 місяців (для проектів з енергозбереження з сезонної залежності)

Згідно зі стандартом ISO 50002 рівень деталізації, необхідний для проведення аудиту, визначається характеристиками об'єкта, видами використання та рівнем споживання енергії, а також доступними ресурсами. На етапі попередньої підготовки замовник і виконавець повинні оцінити наявність даних для енергоаудиту та з'ясувати, чи достатньо їх для проведення більш детального аналізу. У разі необхідності додаткових вимірювань сторони зазвичай погоджують їхній обсяг перед початком аудиту.

При аудитах 2-го ті 3-го рівнів доцільно узгодити поточний або базовий тариф, який буде використано для фінансового аналізу.

Залежно від потреб можна обрати один або кілька типів енергетичного аудиту. У додатку А (таблиця А.1) ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення» представлена порівняльна таблиця з описом основних відмінностей між цими типами. Типи аудиту, наведені в таблиці А.1 (ДСТУ ISO 50002:2016), не є жорстко регламентованими, тому підприємство може визначати рівень деталізації енергоаудиту в межах від типу 1 до типу 3 відповідно до власних потреб. При цьому тип 1 є найменш деталізованим і може бути розглянутий як базовий рівень енергоаудиту.

Під час вибору відповідного типу енергоаудиту слід враховувати такі ключові моменти:

- аудит 1-го типу є обов'язковим;
- енергоаудит 1-го типу потребує мінімальних витрат і зазвичай використовується для подальшого планування більш детального аудиту підприємства або його окремих підрозділів, установок тощо (з урахуванням результатів експрес-аудиту);
- проведення детальніших аудитів доцільне лише за умови, що керівництво підприємства має намір реалізовувати заходи з енергоефективності (або принаймні їх частину), які відповідають погодженим критеріям інвестиційної привабливості.

1.2. Процес енергетичного аудиту

Відповідно до ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT), процес енергетичного аудиту складається з наступних етапів:

- 1) планування енергоаудиту;
- 2) попередня нарада і збирання даних;
- 3) планування вимірювань;
- 4) проведення огляду об'єкта;
- 5) аналізування;
- 6) представлення звіту за результатами енергоаудиту;

7) заключна нарада.

Алгоритм процесу енергетичного аудиту наведений на рис. 1.1.

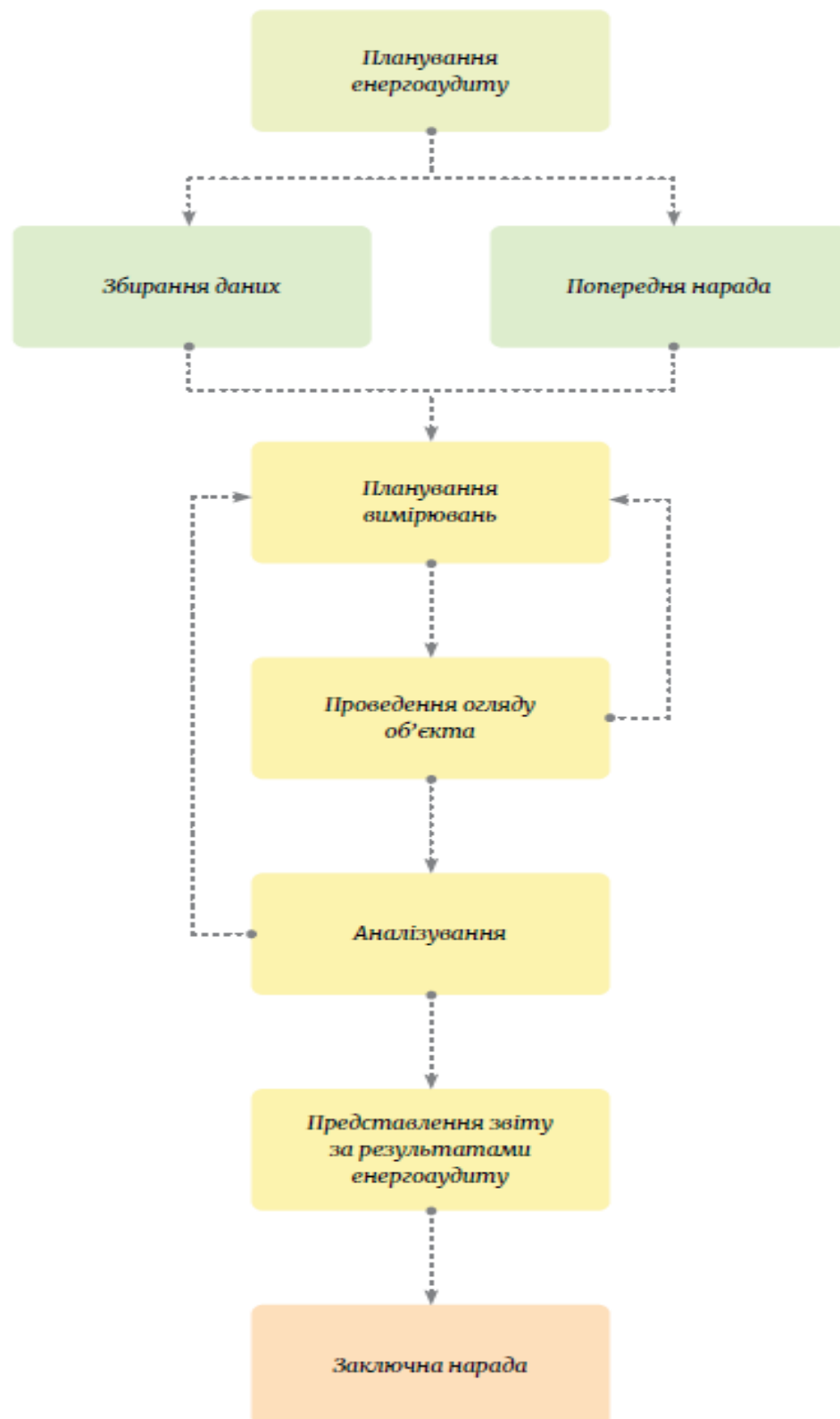


Рис. 1.1 Алгоритм процесу енергетичного аудиту

Типи та етапи енергоаудиту, а також тривалість етапу робіт для різних типів енергоаудиту наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Етап енергоаудиту	Тривалість етапу робіт для різних типів енергоаудиту, %		
	<i>Тип 1</i>	<i>Тип 2</i>	<i>Тип 3</i>
Планування процесу енергоаудиту	10	10	5
Попередня нарада, збір необхідних даних	30	25	15
Планування вимірювань	0	10	25
Огляд об'єкту	25	15	5
Аналіз інформації	20	30	30
Звітування	5	5	10
Заключна нарада	10	5	10

Окрім ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT), який визначає загальні принципи енергоаудиту, використовуються відповідні методики, що детально описують порядок виконання окремих етапів або набору завдань під час проведення аудиту. Це можуть бути як універсальні методики, що підходять для будь-якого підприємства (наприклад, типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту»), так і галузеві, які враховують специфіку певної промислової сфери.

1.3. Приклади галузевих методик енергоаудиту

Прикладами галузевих методик проведення енергоаудиту є:

- методика проведення енергетичного аудиту підприємств нафтогазового комплексу;
- порядок організації проведення енергетичного аудиту об'єктів Укрзалізниці;
- ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель;
- методика проведення енергетичного аудиту об'єктів ЖКГ;
- методика проведення енергоаудиту підприємств і організацій вугільної галузі тощо;
- методика проведення обстеження будівель для складання енергетичного сертифікату будівлі.

Досвідчені енергоаудиторські компанії зазвичай мають власні корпоративні методики проведення енергоаудиту, які базуються на вимогах чинного законодавства, міжнародного стандарту ISO 50002:2014, а також внутрішніх стандартів компанії. До таких методик належать:

1) Методики проведення вимірювань, що охоплюють:

- показників якості різних видів палив для парових й водогрійних котлів;
- показників якості електроенергії;
- кількості спожитої електроенергії;
- витрат палива установками, що генерують теплоту;
- витрати води в потоках (як напірних, так й безнапірних);
- якість повітря в приміщеннях;
- кратність повітрообміну у приміщеннях;
- рівень освітленості приміщень;
- температури нагрітих поверхонь та їх тепловізійне обстеження;
- електричних параметрів електроустановок тощо.

2) Методики візуального обстеження, що включають стан:

- огорожувальних конструкцій будівель та споруд;
- насосних станцій та гідротехнічних споруд;
- інженерних систем будівлі;
- установок, що генерують теплоту;
- теплотрас тощо.

3) Методики розрахунку, оцінки та аналізу, що дозволяють визначати:

- складові балансу споживання палива, електро- та теплоенергії підприємством;
- показники енергоефективності окремих установок, технологічних ліній, процесів та підприємства в цілому;
- потенціал енергозбереження для різних об'єктів та систем.

Після підготовки фінальної версії звіту проводиться його презентація для представників та топ-менеджменту замовників на підсумковій нараді.

Тривалість енергетичного аудиту залежить від типу та об'єкта аудиту, масштабів підприємства та обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів.

За потреби терміни проведення можуть бути скориговані шляхом збільшення кількості енергоаудиторів або зменшення обсягу робіт, відповідно до домовленостей із замовником.

Енергоаудит може бути використаний для проведення енергетичного аналізу, спрощення моніторингу, вимірювання та аналізу згідно зі стандартом ISO 50001 або застосовуватися незалежно.

2. ПРОЦЕСИ ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

2.1. Підготовка та мета проведення енергетичного аудиту

Підготовчі роботи до проведення енергетичного аудиту виконуються замовником до укладання договору з виконавцем. Вони включають:

- 1) визначення мети енергоаудиту;
- 2) визначення меж, характеру та обсягу аудиторських робіт;
- 3) розроблення технічного завдання;
- 4) визначення кваліфікаційних вимог до виконавця аудиту;
- 5) підготовку тендерної документації.

Щоб забезпечити ефективність енергоаудиту та можливість оцінки його результативності, необхідно чітко сформулювати мету його проведення.

Мета енергетичного аудиту має бути узгоджена між організацією та енергетичним аудитором.

Основною метою проведення енергетичного аудиту є допомога керівництву промислового підприємства у визначенні рівня споживання ПЕР, потенціалу енергозбереження, джерел енергетичних втрат та обсягів нераціонального використання ПЕР виробничими і допоміжними підрозділами, технологічними процесами та окремими споживачами. Також аудит сприяє розробленню енергоощадних заходів, їх техніко-економічному обґрунтуванню та оцінці впливу на довкілля. Цілі енергетичного аудиту можуть узгоджуватися з енергетичними цілями підприємства та використовуватися для покращення будь-якого аспекту рівня досягнутої або потенційної енергоефективності відповідно до зобов'язань, закріплених у його енергетичній політиці. Відповідно до концепції SMART, ці цілі мають бути конкретними, вимірюваними, досяжними, актуальними та обмеженими в часі (згідно з ISO 50002).

Зазвичай цілі енергоаудиту виражаються у таких показниках:

- відсотках підвищення рівня досягнутої або досяжної енергоефективності;
- покращенні споживання енергії;
- інших показниках енергоефективності.

Цілі можуть стосуватися конкретного обладнання, систем або процесів.

Прикладом може бути така мета енергоаудиту: розробити комплекс заходів з підвищення енергоефективності, що дозволить у 2025 році зменшити річне споживання електроенергії компресорною станцією на 5% порівняно з її базовим рівнем енергоспоживання.

2.2. Визначення меж, характеру та обсягу робіт з енергетичного аудиту

Згідно з ISO 50002 межі енергоаудиту (boundary) – це фізичні межі або межі за місцем розташування виробничого майданчику, та/або організаційні межі згідно з тим, як їх визначила організація.

Енергоаудитор може охоплювати одну або декілька меж.

Чітке визначення меж, характеру та обсягу робіт з енергетичного аудиту дає змогу енергоаудиторам спрямувати свої зусилля та ресурси на підвищення рівня досягнутої або потенційної енергоефективності саме тих систем і процесів, які є найбільш критичними з цієї точки зору.

Зазвичай у межах енергоаудиту аналізується більшість або всі суттєві споживачі енергії. Відповідно до стандарту ISO 50001, суттєвим вважається обсяг енергоспоживання, що становить 80% від загального рівня. Тому, як правило, розглядаються всі енергоємні групи споживачів, які в сукупності використовують 80% певного виду енергії (газу, теплової енергії, електроенергії тощо). Водночас дрібні окремі споживачі, загальний рівень споживання яких не перевищує 20%, зазвичай не включаються до аналізу.

Для визначення характеру та обсягу робіт з енергоаудиту формують перелік завдань, які необхідно виконати в процесі аудиту, а також об'єктів, що підлягають аналізу.

Одним із ключових завдань енергоаудиту є встановлення базового рівня енергоспоживання для подальшого порівняння з показниками наступних звітних періодів. Це дозволяє оцінювати ефективність використання ПЕР, а також формувати стратегію підвищення рівня енергоефективності підприємства.

Крім цього, до основних завдань енергетичного аудиту можуть входити:

- оцінка загального стану підприємства, його підрозділів, технологічних процесів підприємства як споживачів ПЕР;
- аналіз умов договорів на енергопостачання, включаючи оцінку їхньої надійності та основних ризиків, пов'язаних із енергозабезпеченням;
- дослідження енергетичної ефективності будівлі, складання сертифікату енергетичної ефективності будівлі
- оцінка можливості впровадження використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії (впровадження когенераційних установок, теплових насосів, сонячних колекторів, фотоелектричних систем тощо), а також вторинних енергоресурсів (рекуперації тепла димових газів або компресорів тощо);
- аналіз стану систем енергомоніторингу та обліку споживання ПЕР з визначенням необхідного рівня їх деталізації та точності;
- оцінка балансів споживання ПЕР за окремими їх видами;
- аналіз енергоємних технологічних установок, виробничих процесів і підрозділів підприємства з точки зору балансу споживання ПЕР;
- виявлення втрат ПЕР на об'єктах енергетичного аудиту;
- оцінка частки витрат на ПЕР у загальній структурі собівартості продукції;
- визначення потенціалу енергозбереження для об'єктів енергоаудиту;
- оцінка ефективності використання ПЕР;
- аналіз ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту (СЕМ) за умов наявності сертифікованого аудитора, який відповідає вимогам ДСТУ ISO 50003:2016;
- розроблення рекомендацій щодо заходів з енергоефективності, оцінка обсягів можливого енергозбереження від їх реалізації;
- оцінка впливу запропонованих заходів на прогностичні витрати підприємства на ПЕР та умови контрактів щодо їх закупівлі;

- розрахунок фінансових заощаджень від реалізації заходів з енергоефективності, враховуючи фактори (зміни тарифів на енергоносії, інфляцію, валютні курси тощо), що мають вплив на обсяг фінансових заощаджень;
- аналіз грошових потоків протягом строку реалізації заходів з енергоефективності, розрахунок дохідності та чистої поточної вартості кожного заходу;
- визначення ключових фінансових та енергетичних показників, які слід контролювати протягом усього строку впровадження проєкту;
- розроблення плану реалізації заходів з енергоефективності із зазначенням термінів, орієнтовної вартості кожного компонента та загальних кошторисів.

Ступінь деталізації цього переліку завдань та об'єктів енергоаудиту безпосередньо впливає на точність оцінки вартості аудиту. Чим детальніше сформульовані завдання та визначені об'єкти енергоаудиту, тим простіше виконавцю провести аналіз, а замовнику — оцінити відповідність отриманих результатів своїм очікуванням.

2.3. Показники якості енергетичного аудиту та кваліфікаційні вимоги до виконавців робіт

Проведення енергетичних аудитів не підлягає ліцензуванню, також не існує затверджених кваліфікаційних вимог до енергоаудиторів, ключовим фактором для замовника під час вибору виконавця часто стає вартість послуг.

У зв'язку з цим існує проблема забезпечення кваліфікаційних вимог до виконавців робіт, що у свою чергу приводить до наступних загроз:

- метою аудиту може бути не стільки комплексне виявлення проблемних місць підприємства з точки зору енергоефективності, скільки продаж власної продукції.
- визначені показники інвестиційної привабливості запропонованих заходів з енергоефективності можуть бути завищені порівняно з фактичними.

Для оцінки якості проведених енергетичних аудитів доцільно використовувати певні показники, орієнтований перелік яких представлений на рис. 2.1.



Рис. 2.1 Показники якості енергоаудиту

За потреби ці показники можуть бути включені до договору на проведення енергоаудиту як критерії оцінки якості виконаних робіт.

Це сприятиме підвищенню рівня проведених аудитів, а також забезпечить більш чітке взаєморозуміння між замовником та виконавцем щодо очікуваних результатів енергоаудиту.

Один із ключових принципів енергоаудиторської діяльності – це компетентність та об’єктивність виконавців під час проведення енергетичного аудиту. Дотримання цього принципу передбачає, що енергоаудитори повинні мати належний рівень кваліфікації, який включає як відповідну фахову освіту, так і необхідний досвід роботи.

Енергетичний аудитор повинен мати знання та навички, необхідні для здійснення визначених характеру та обсягу робіт з енергетичного аудиту.

Про компетентність енергоаудитора можуть свідчити:

- належний рівень освіти, навичок та досвіду з урахуванням національних керівних принципів і рекомендацій;
- володіння технічними навичками, що відповідають специфіці використання енергії, характеру робіт, межах та цілям енергоаудиту;
- знання відповідних законодавчих та нормативних вимог;
- розуміння особливостей видів енергії, що використовуються або підлягають обстеженню;
- ознайомленість зі стандартом ISO 50002, а також з національними стандартами енергоаудиту.

Для провідного енергоаудитора необхідна наявність управлінських, професійних та лідерських навичок, необхідних для ефективного керування командою енергоаудиторів (згідно з ISO 50002).

Окрім кваліфікації аудиторів, на якість результатів енергоаудиту можуть впливати й інші чинники (рис.2.2).

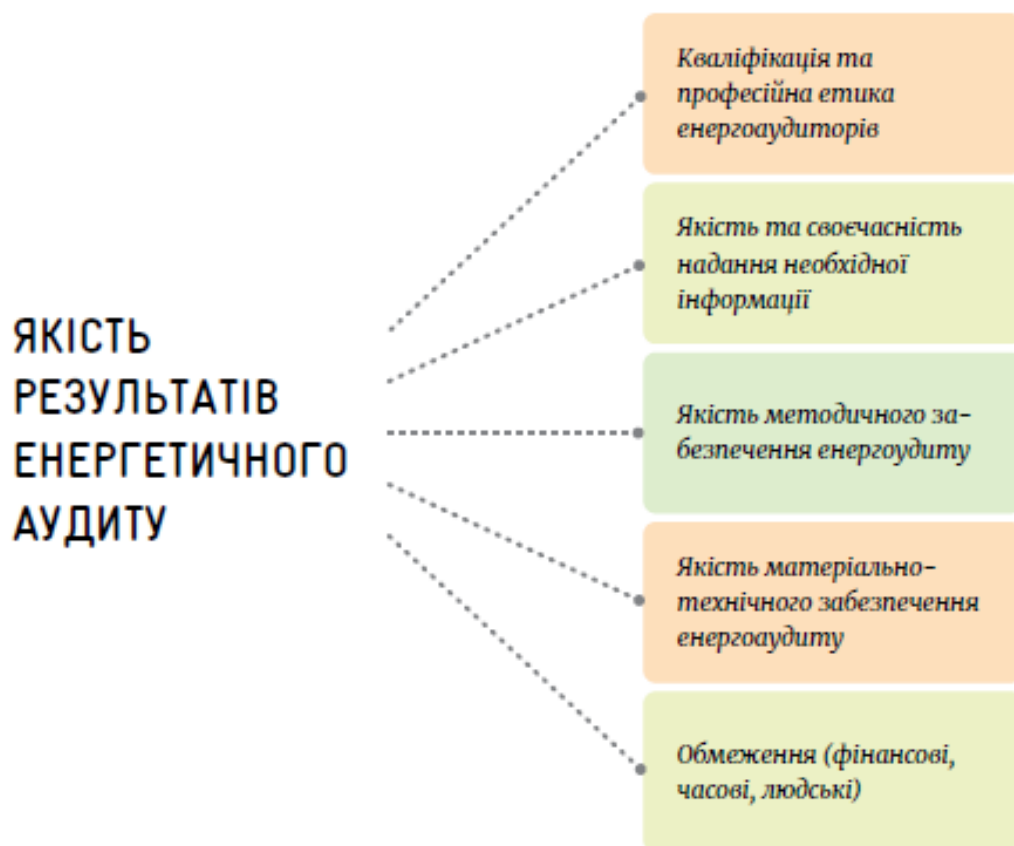


Рис. 2.2 Чинники, що впливають на якість результатів енергоаудиту

2.4. Підготовка технічного завдання на виконання робіт з енергетичного аудиту

Детальний перелік завдань для енергетичного аудиту зазвичай визначається замовником у вигляді технічного завдання. Технічне завдання має чітко розкривати такі питання:

- мета енергоаудиту – визначення основних цілей та напрямків аудиту, що мають бути досягнуті;
- перелік об'єктів енергоаудиту (межі) – чітке визначення меж аудиту, включаючи конкретні об'єкти, системи та процеси, що підлягають оцінці;
- перелік завдань (характер та обсяг робіт) – детальне описання робіт, які повинні бути виконані, включаючи методи вимірювань, оцінки ефективності та аналізу;
- етапи виконання робіт та їх очікуваний термін виконання – розбиття всього процесу на етапи, з визначенням термінів виконання кожного етапу;
- перелік очікуваних результатів роботи та процедура їх оцінювання замовником – визначення, які результати повинні бути отримані по завершенню енергоаудиту, та способи їх оцінки;
- форма звітування – вимоги до структури та змісту звіту, який буде представлений замовнику;
- нормативно-методичне забезпечення виконання робіт – перелік нормативних документів, стандартів, рекомендацій та методик, що будуть використані при виконанні енергоаудиту.

Додатково в технічному завданні можуть визначатися кваліфікаційні вимоги до виконавця робіт. Зазвичай ці вимоги містить тендерна документація на виконання робіт.

2.5. Організаційні заходи планування енергетичного аудиту

Для забезпечення об'єктивної оцінки вартості робіт з енергоаудиту, а також для проведення ефективного енергоаудиту, слід враховувати наступне.

Енергетичний аудитор та уповноважені представники компанії мають домовитися про наступне:

1. Характер та обсяг робіт, межі та ціль енергетичного аудиту;
2. Потреби та очікування для досягнення цілей аудиту;
3. Необхідний рівень деталізації результатів аудиту;
4. Часові межі енергоаудиту;
5. Критерії оцінювання та ранжування можливостей для підвищення рівня досягнутої / досяжної енергоефективності;
6. Щодо необхідності залучення персоналу та інших ресурсів компанії;
7. Які дані мають бути надані енергоаудиторами до початку енергетичного аудиту;
8. Очікувані результати та форма звітування;
9. Чи має бути проект остаточного звіту представлений топ – менеджменту компанії для обговорення;
10. Представник компанії, відповідальний за проведення енергетичного аудиту;
11. Процедуру узгодження будь – яких змін, що вносяться до характеру робіт з енергетичного аудиту.

Енергетичний аудитор повинен запросити інформацію для визначення чинників, що можуть впливати на процес проведення енергетичного аудиту, в тому числі, виходячи з реальної ситуації:

1. Наявні нормативні вимоги або інші обмеження, що впливають на характер та обсяг робіт з енергетичного аудиту;
2. Наявні стратегічні плани, які можуть вплинути на рівень енергетичної ефективності підприємства;
3. Наявні системи управління, наприклад: довідки, якості, енергетичного менеджменту або інше;
4. Будь-які міркування, навіть суб'єктивні, у тому числі існуючі думки, ідеї та обмеження, що стосуються потенційних заходів щодо підвищення рівня енергетичної ефективності.

Енергетичний аудитор повинен проінформувати організацію про:

1. Засоби, обладнання та послуги, необхідні для проведення енергетичного аудиту та способи їх залучення;
2. Комерційний чи інший процес, який може вплинути на його / її висновки та рекомендації;
3. Будь – які інші питання щодо конфлікту інтересів

Робота енергоаудиторів часто проводиться в умовах певних ресурсних обмежень – часових, фінансових, людських та матеріальних.

Окрім цього, можуть виникати труднощі з отриманням усієї необхідної інформації та з її невизначеністю. Більшість енергоаудитів вимагає залучення кількох фахівців з різних напрямків, таких як електрики, теплоенергетики, технологи, метрологи та інші. Отже, енергоаудит є командною роботою, що потребує чіткої організації та планування.

Перш за все, при формуванні команди для проведення енергоаудиту необхідно визначити керівника енергоаудиторської групи. Саме на нього покладається відповідальність за планування та організацію роботи всієї команди. Від його досвіду та професійних якостей значною мірою залежить ефективність і результативність проведеного енергоаудиту.

Компанії повинні враховувати, що обсяг та характер робіт з енергетичного аудиту, а також вимоги до глибини аналізу енергоефективності можуть суттєво вплинути на вартість аудиту.

Тому замовнику необхідно обговорити з енергоаудитором як деталі, так і загальний обсяг робіт, щоб забезпечити правильний баланс між складністю та рівнем деталізації енергетичного аудиту, а також витратами на його проведення.

Враховуючи це, у даному розділі наведені вимоги та рекомендації щодо планування енергоаудиту. Планування полягає у розробці стратегії та виборі підходів до визначення характеру, термінів та часу проведення енергетичного аудиту.

Процес планування дозволяє енергоаудитору зосередити увагу на найбільш важливих напрямках аудиту, виявляти проблеми, які потребують найбільш ретельного аналізу та перевірки.

Планування допомагає належним чином організувати свою роботу, та здійснити нагляд за роботою спеціалістів, які приймають участь в енергетичному аудиті, а також координувати роботу, яка здійснюється іншими енергоаудиторами і фахівцями інших професій.

Характер планування в значній мірі залежить від організаційної форми, розміру і виду діяльності підприємства, виду енергетичного аудиту, правильного уявлення енергоаудитора про стан використання паливно-енергетичних ресурсів.

Під час планування енергетичного аудиту доцільно особливу увагу приділити питанням проведення енергетичного аналізу об'єктів енергоаудиту.

З цією метою під час планування визначається порядок виконання наступних процедур:

- ідентифікація наявних джерел енергії, що використовуються на підприємстві;
- оцінка напрямків використання та споживання енергії як у минулому, так і в поточний момент;
- оцінка напрямків споживання енергії відповідно до вимог ISO 50001: 2018;
- виявлення сфер значного споживання енергії, що дозволяє визначити об'єкти (будівлі, споруди, обладнання, системи, технологічні процеси), а також персонал, які суттєво впливають на енергоспоживання підприємства;
- виявлення інших змінних факторів, що можуть істотно впливати на споживання енергії;
- визначення базових рівнів енергоспоживання для кожної сфери значного споживання енергії;

- оцінка поточного рівня енергорезультативності окремих об'єктів (будівлі, споруди, обладнання, системи та процеси), що належать до виявлених сфер значного споживання енергії;
- оцінка прогнозованого використання і споживання енергії в майбутньому;
- виявлення та визначення пріоритетів і можливостей для покращення енергоефективності на підприємстві.

2.6. Розроблення плану-графіку проведення енергоаудиту

Енергоаудитор повинен підготувати план енергетичного аудиту, у якому перераховуються дії, що потребують виконання під час проведення енергетичного аудиту.

У плані-графіці проведення енергетичного аудиту потрібно зазначити:

- склад енергоаудиторів та персоналу замовника, що залучені до виконання певних етапів робіт з енергоаудиту;
- заходи щодо підготовки персоналу замовника, залученого до енергетичного аудиту;
- інструктаж з питань охорони праці для енергоаудиторської групи;
- перелік запланованих енергоаудиторських робіт на об'єкті (конкретні об'єкти та суть робіт в рамках енергетичного аудиту), термін їх виконання та відповідальних виконавців робіт як з боку виконавця, так і з боку замовника.

План проведення енергетичного аудиту, як правило, складається з трьох розділів.

У першому розділі плану визначається персональний склад групи з розподілом функцій між її членами. Ефективність проведення енергетичного аудиту в значній мірі залежить від спеціалістів, що залучаються до його проведення. Формування групи енергетичного аудиту краще починати з визначення керівника енергоаудиторської групи – ключової фігури будь-якої енергоаудиторської діяльності. Керівник групи повинен мати досвід в сфері

енергозбереження, проведення енергетичного аудиту та енергетичних вимірювань.

Персональний склад групи енергоаудиторів та їх спеціалізація, до якої також входять фахівці підприємства, повинні повністю охоплювати всі належні вимоги до енергоаудиторів для вирішення задач енергетичного аудиту. Усі фахівці повинні мати високий рівень професійної підготовки та необхідний практичний досвід. Обов'язковим для них є розуміння методів і процедур енергетичного аудиту та уміння використати це на практиці, а також знання технологічного процесу, в якому буде проводитись енергетичний аудит.

У другому розділі плану визначається графік проведення енергетичного аудиту. Графік визначає перелік запланованих енергоаудиторських робіт, терміни їх виконання та виконавців робіт і служить засобом контролю за проведенням аудиту. При складанні графіка повинні враховуватися вимоги замовника. За необхідності складається мережевий графік проведення енергетичного аудиту на підприємстві.

Терміни початку та закінчення кожного з етапів енергетичного аудиту визначаються керівником групи енергоаудиторів разом з відповідальною особою від замовника з урахуванням очікуваних обсягів робіт, що мають бути виконані, та ресурсів, що мають бути для цього залучені.

Третій розділ плану вміщує організаційно-технічні заходи щодо забезпечення успішного проведення енергетичного аудиту. Форма цього розділу плану така сама, як і попереднього.

У ньому зазначають усі заходи, за виконання яких відповідає адміністрація підприємства. Зокрема, це заходи щодо транспортного, побутового та житлового забезпечення роботи енергоаудиторів, а також забезпечення потреб енергоаудиторів у робочих приміщеннях, послугах зв'язку, копіювальній техніці, за потреби, у засобах техніки безпеки.

Підготовлений план-графік проведення енергетичного аудиту узгоджують із замовником, який може внести в нього необхідні коригування. Коригувати план можна на кожному

Етапи енергетичного аудиту. План енергетичного аудиту потрібно затверджувати одночасно з підписанням договору на енергетичний аудит.

Примірник плану-графіка проведення енергетичного аудиту, затверджений керівником енергоаудиторської групи і узгоджений із замовником, передають замовнику та доводять до відома кожного з енергоаудиторів, і його дотримання є обов'язковим.

2.7. Збирання та оброблення основних даних

Збирання і узагальнення основних даних (інформації) про об'єкт енергетичного аудиту, а також відповідна їх оцінка є одним із важливих етапів проведення енергетичного аудиту. Як правило, на підприємстві накопичені значні масиви документальної інформації про фактичне споживання ПЕР, технологію виробництва тощо.

Залежно від джерела отримання інформації увесь масив інформації про об'єкт енергетичного аудиту можна умовно поділити на первинну та вторинну.

Під первинною інформацією мають на увазі таку інформацію, яка збирається вперше для досягнення мети та вирішення завдань енергетичного аудиту.

Для отримання необхідної первинної інформації про об'єкт енергетичного аудиту необхідно використовувати такі засоби збирання інформації:

опитування (анкетування) працівників підприємства та зовнішніх експертів;

- інтерв'ювання працівників підприємства та зовнішніх експертів;
- використання фото- та відеозйомки;
- проведення необхідних вимірювань.

Анкетування в процесі проведення енергетичного аудиту є одним з основних засобів отримання первинної інформації про підприємство. Суть методу полягає в проведенні заочного опитування працівників підприємства та зовнішніх експертів для отримання інформації стосовно ефективності

використання ПЕР на підприємстві. Для проведення опитування енергоаудитори заздалегідь складають опитувальні листи (анкети), в яких наводиться перелік питань, на які повинні дати відповіді респонденти.

Інтерв'ювання використовується протягом усіх етапів проведення енергетичного аудиту і пов'язане з безпосередніми контактами енергоаудиторів і представників підприємства.

Як і під час анкетування, в інтерв'юванні застосовують заздалегідь підготовлений набір питань, але відмінністю є те, що питання ставить безпосередньо енергоаудитор. Цей факт дає можливість уникнути неоднозначного тлумачення запитань (оскільки є можливість уточнити їх).

В процесі проведення енергетичного аудиту можуть використовуватися такі види інтерв'ювання:

- особисте:
 - індивідуальна співбесіда з кожним членом персоналу, що відповідає за ефективність використання ПЕР на підприємстві (або зовнішнім експертом);
 - колективна співбесіда з усім персоналом, що відповідає за ефективність використання ПЕР на підприємстві (або всіма зовнішніми експертами);
- телефонне;
- поштове.

Інтерв'ювання зовнішніх експертів дозволяє вивчити суть проблеми, знайти якомога більше варіантів її вирішення. Інтерв'ю з експертами потребує незначних витрат часу, фінансових та трудових ресурсів. Критеріями підбору експертів можуть бути рівень освіти, досвід роботи, посада тощо.

Під вторинною інформацією мають на увазі таку інформацію, яка існує в опублікованому вигляді і збиралась не для цілей даного енергетичного аудиту. Цей вид інформації, в свою чергу, можна поділити на зовнішню та внутрішню.

Зовнішня інформація – це дані про підприємство, які збираються за межами підприємства і можуть бути опубліковані в періодичних виданнях,

довідниках, книгах, комп'ютерних базах даних, Інтернеті тощо. До неї належать:

- нормативно-довідкова інформація;
- науково-технічна література;
- інформація з Інтернету.

Внутрішня інформація – це дані, які збираються та аналізуються безпосередньо персоналом підприємства згідно з Таблицею 2.1.

Таблиця 2.1

Перелік внутрішньої інформації

№ з/п	Назва джерела інформації	Відмітка про наявність
1	Опис виробничої структури підприємства	
2	Генплан підприємства з експлуатацією будівель/споруд (рис.2.3)	
3	Однолінійна схема електропостачання та короткий опис системи електропостачання підприємства із зазначенням місць встановлення лічильників електроенергії	
4	Схема теплопостачання підприємства із зазначенням місць встановлення теплоенергії (за їх наявності)	
5	Енергетичний паспорт підприємства	
6	Паро-конденсатний баланс підприємства	
7	Дані щодо помісячного споживання паливно-енергетичних ресурсів за три останні роки. Якщо є декілька лічильників, то окремо по кожному лічильнику	
8	Дані щодо випуску продукції по товарним групам за три роки та плану на 2017 р.	
9	Плани з реконструкції та модернізації підприємства	
10	Дані щодо заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів, запланованих до впровадження в поточному році (назва та короткий опис заходу, де планується впровадити, величина запланованої економії)	
11	Дані про основні технології, адміністративні та допоміжні будівлі та споруди підприємства: назва будівлі, призначення, будівельний об'єм, кількість поверхів, матеріал огорожувальних конструкцій, площа застелення, температурний режим, наявність систем опалення та вентиляції, кількість душових та рукомийників, що використовують гарячу воду	
12	Дані про теплогенеруюче обладнання: назва, марка, кількість, місце встановлення, режим роботи, а також технічна	

№ з/п	Назва джерела інформації	Відмітка про наявність
	документація на обладнання (режимні карти, технічні паспорти)	
13	Дані про основні технологічне паливоспоживання обладнання: назва, марка, режимні карти, технічні паспорти, кількість, призначення, місце встановлення, тривалість роботи за рік, яка продукція на ньому планується вироблятися	
14	Дані про основне технологічне теплоспоживаюче обладнання: назва, марка, кількість, призначення, місце встановлення, тривалість роботи за рік, яка продукція на ньому планується вироблятися	
15	Дані про основне технологічне електроспоживання	
16	Обладнання: назва, марка, кількість, потужність (електрична), призначення, місце встановлення, тривалість роботи за рік, яка продукція на ньому планується вироблятися	
17	Дані про електроспоживання обладнання допоміжних цехів (насосних, котельних, компресорних, механічних та інструментальних цехів, автопарків тощо): назва, марка, кількість, потужність (електрика), призначення, місце встановлення, тривалість роботи за рік	
18	Дані про систему освітлення цехів та приміщень: назва, марка, кількість, потужність (електрична), місце встановлення, тривалість роботи за рік	
19	Дані про систему зовнішнього освітлення: назва, марка, кількість, потужність (електрична), тривалість роботи за рік	

Основні переваги та недоліки вторинної інформації наведені в Таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Основні переваги та недоліки вторинної інформації

<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>
При великій кількості інформація має відносно вартість	Може не повністю підходити до мети дослідження (неповнота, загальний характер)
Відносно швидко збирається	Може бути застарілою
Часто існує багато джерел інформації, що дозволяє виявити різні підходи та порівнювати дані, а також отримувати більший обсяг інформації	Методика, яка покладена в основу збирання даних, може бути невідомою (розмір вибірки, термін виконання)
Інформації, зібрана з незалежних джерел, має значну достовірність	Може бути неповною, суперечливою, не завжди відома її надійність



Рис. 2.3 Приклад генплану підприємства (з експлікацією будівель)

Енергетичний аудитор, повинен зібрати та узагальнити відповідні енергетичні дані, які забезпечують цілі аудиту:

1. Перелік енергоємних систем, процесів та обладнання;
2. Детальні характеристики використання енергії в межах певного характеру та обсягу робіт з енергоаудиту, у тому числі, відповідні зміни, а також і те, яким чином вони, на думку організації, впливають на енергетичну ефективність;
3. Дані щодо рівня досягнутої ефективності за попередній та поточний періоди, у тому числі:
 - споживання енергії;
 - відповідні зміни;
 - відповідні суміжні вимірювання;

- попередні й останні експлуатаційні події, які могли вплинути на споживання енергії за період, охоплений зібраними даними.
- 4. Моніторинг інформації стосовно обладнання, конфігурації та аналізу;
- 5. Плани на майбутнє, які можуть вплинути на рівень досяжної енергетичної ефективності;
- 6. Документи з проектування, експлуатації та технічного обслуговування;
- 7. Результати попередніх енергоаудитів або досліджень;
- 8. Поточні тарифи ставки (чи тарифи) на енергоресурси або базисна ставка (чи тариф), що будуть використані для фінансового аналізу;
- 9. Інші відповідні економічні дані;
- 10. Інформація про те, яким чином організація управляє власним використанням та споживанням енергії;
- 11. Система розподілу енергії та управління нею.

2.8. Оброблення та попередній аналіз основних даних про об'єкт енергоаудиту

Процес обробки та первинного аналізу основних даних передбачає виконання комплексу заходів, спрямованих на початкове дослідження ключових параметрів об'єкта енергетичного аудиту, що дозволяє краще зрозуміти його специфіку.

До найпоширеніших дій у межах такого аналізу належать:

1) *Ідентифікація основних видів* – здійснюється з метою визначення видів енергоресурсів, що використовуються на підприємстві.

2) *Визначення джерел енергії та аналіз існуючих систем енергозабезпечення* – дозволяє встановити походження ПЕР (чи це власні джерела, чи закупівельні), а також провести інвентаризацію всіх джерел енергії (електроенергії, газу, пари, вторинних енергоресурсів, води, стоків) у фізичних одиницях виміру (кВт×год, МДж, м³ тощо) та у вартісному вираженні. Джерела енергоресурсів групуються за видами ПЕР. На цьому етапі також аналізуються схеми постачання енергоресурсів у межах кожної енергосистеми

(теплопостачання, електропостачання, паливостачання, водопостачання, постачання стисненого повітря тощо). Виконується короткий опис кожної системи та відзначається наявність відповідних схем енергопостачання, а також договірних відносин щодо закупівлі ПЕР. У разі наявності субабонентів вносяться відмітки про умови їх приєднання, способи обліку та розрахунку за спожиті енергоресурси.

Аналіз функціонування систем енергозабезпечення може містити:

- перелік приладів обліку ПЕР із зазначенням типу, місця встановлення, методу обліку та передачі даних;
- характеристику обліку енергоносіїв (комерційний, технічний, цеховий, агрегатний тощо);
- місця встановлення вимірювальних приладів (манометрів, термометрів, витратомірів тощо), що дає змогу визначати ключові технічні параметри об'єктів, використовуючи найпростіші залежності між аналізованими величинами.

3) *Дослідження схем технологічних процесів* – виконується у формі схематичної діаграми, яка відображає основні етапи забезпечення виробництва енергоресурсами та сировиною. У схемі зазначаються точки підведення та споживання ПЕР, а також можливості утилізації відходів у рамках технологічного процесу.

4) *Оцінка рівня споживання ПЕР* – проводиться для аналізу динаміки змін у споживанні енергоресурсів як на рівні всього підприємства, так і в окремих його структурних підрозділах. Такий аналіз дозволяє визначити основні напрямки використання ПЕР та виявити зони з найбільшою рентабельністю інвестицій в енергоефективність. У ході цього дослідження можуть бути розглянуті добові графіки споживання енергоресурсів (за їх наявності). Особливу увагу слід приділити графікам електричного навантаження, а також коефіцієнту потужності як для всього підприємства, так і для окремих трансформаторних підстанцій чи великих споживачів електроенергії. Графічний аналіз електричних навантажень допомагає оцінити рівень

(коефіцієнт) завантаження живильних ліній та трансформаторів у співвідношенні до їхньої максимальної потужності. Активна енергія (потужність) безпосередньо використовується для виконання корисної роботи, зокрема механічної чи теплової. Реактивна енергія не бере участі у виконанні корисної роботи, а витрачається на формування електромагнітних полів у двигунах, трансформаторах, індукційних печах, зварювальних апаратах та освітлювальних приладах. Оскільки реактивна потужність спричиняє додаткові витрати електроенергії, її необхідно компенсувати. Компенсація реактивної потужності є ефективним та малозатратним способом оптимізації електропостачання, що сприяє зменшенню втрат електроенергії та покращенню техніко-економічних показників.

5) *Формування переліку основних споживачів ПЕР* – передбачає ідентифікацію основних споживачів енергоресурсів через детальне вивчення технологічних процесів. З цією метою складаються списки енергоспоживаючого обладнання із зазначенням їхніх ключових технічних параметрів. Обладнання класифікується за:

- типом споживаних ПЕР;
- місцем розташування (будівля, цех, виробнича ділянка);
- роллю у технологічному процесі;
- характером віднесення споживання ПЕР (власні чи господарські потреби).

3. МЕТОДОЛОГІЯ ЕНЕРГОАУДИТУ

3.1. Визначення обсягу споживання енергії і її вартості за документацією об'єкта

Енергоаудит розпочинають з визначення поточного споживання енергії, її вартості. Ця інформація дозволяє уявити масштаби проблеми і показує де слід зосередити зусилля для досягнення найкращих результатів.

Інформацію про поточний стан енергоспоживання збирають як правило за один рік, що оцінити вплив на енергоспоживання кліматичних умов та сезонного характеру діяльності об'єкту, для цього потрібні щомісячні данні усіх видів енергії та енергоносіїв.

Потрібно також одержати інформацію про температуру зовнішнього повітря протягом цього періоду та бажано середньомісячну.

З'ясувати як формуються видатки та на енергію, ознайомитись з системою тарифів та енергію та енергоносії.

Енергоаудитору потрібно одержати інформацію про повну приєднану потужність енергоприймачів та максимуми споживаної потужності, одержати характерні графіки навантаження. В наслідок опрацювання облікової та фінансової документації об'єкта буде отримана така інформація:

- загальна вартість енергоресурсів, що споживає об'єкт;
- розподіл видатків між видами палива;
- сезонні зміни у споживанні палива;
- інформацію про систему тарифів.

3.2. Енергетичне обстеження об'єкту та технологічний процес

Знаючи вартість і спожиту кількість спожитої кожного виду енергії можна перейти до визначення місць їх споживання, по кожному виду енергії визначити найважливіших споживачів за обсягом та вартістю.

Енергоаудитор отримує чітку уяву про технологічні процеси та конкретне обладнання.

Для отримання інформації про те де саме і в якій кількості споживається енергія необхідно ознайомитися якомога ґрунтовніше з виробничим процесом на об'єкті. Особливу увагу слід звернути на крупних споживачів енергії. Невелика відносна економія для крупного споживача частіше виявляється значущою ніж велика відносна економія для малого споживача. Розглянемо кожен крок детальніше.

3.2.1. Відвідування об'єкту

Відвідування об'єкту (підприємства) є дуже важливим етапом для одержання достовірної інформації, зокрема про виробничий цикл. В процесі необхідно з'ясувати усі етапи технологічних виробничих процесів, приділивши особу увагу таким питанням:

- вхідні та вихідні потоки енергії кожного етапу;
- потоки сировини та матеріалів;
- потоки втрат та відгалужень.

Спілкування з практикуючими менеджерами, технологами, диспетчерами технологічних процесів. Цікаво з'ясувати чи бачать працівники можливості впливати на енергоспоживання. Енергоаудитору потрібно у своєму обстеженні керуватись наявною схемою інженерних мереж (опалення, електрозабезпечення, стисле повітря, пар, вода та інше) підприємства. Це дозволяє енергоаудитору мати уявлення про схеми потоків перетікання енергоресурсів (рис. 3.1).

Ознайомившись з системою енергозабезпечення підприємства у цілому енергоаудитор повинен перейти до детального ознайомлення з роботою кожного технологічного процесу якій має значні потоки енергоспоживання та великі цифри споживання енергії.

На схемі технологічного процесу умовно зображують основні етапи через, які проходить сировина до перетворення на кінцевий продукт виробництва та зв'язки між цими етапами.

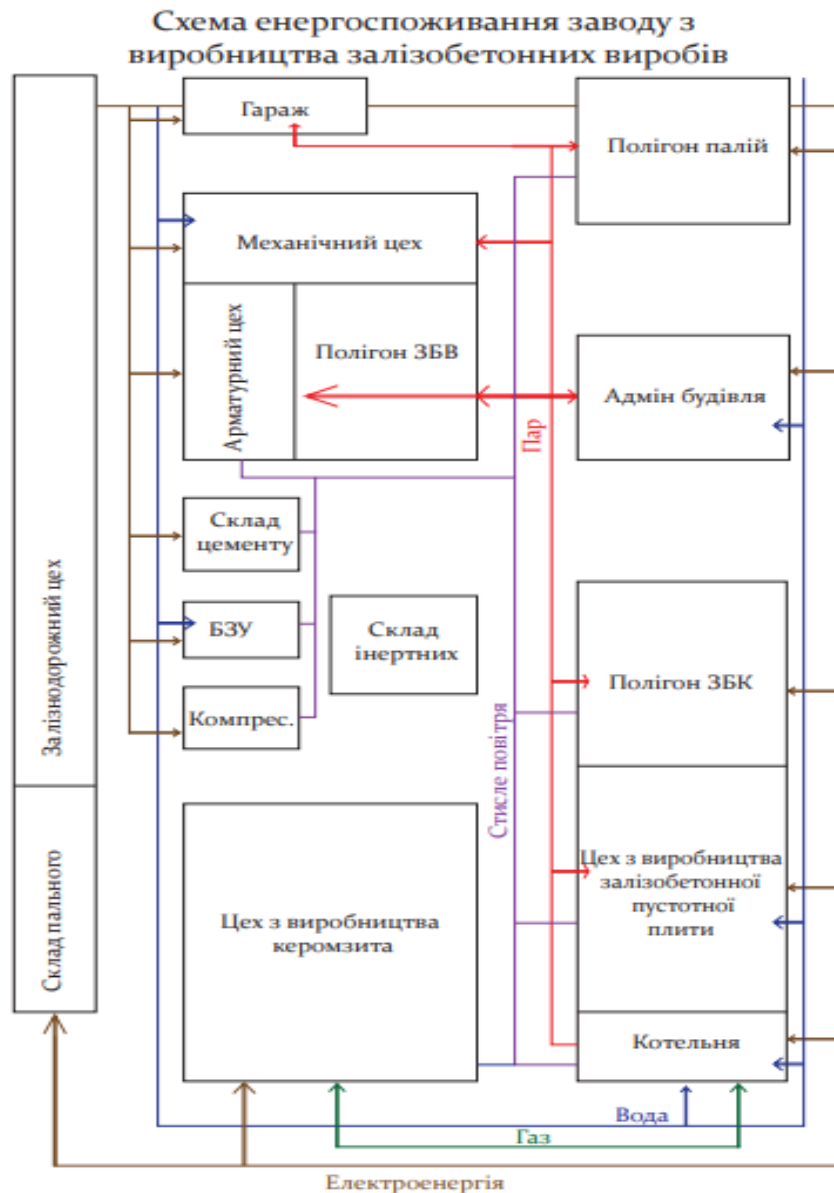


Рис. 3.1 Схема енергоспоживання

Обов'язково повинні бути показані основні вводи та види енергії, що використовуються. Кожен з таких етапів розглядається як окремий об'єкт обстеження.

Як приклад на рис. 3.2 наведена схема технологічного процесу виробництва плит перекриття. Звертаємо увагу, що відходи процесів формування та термообробки подають, як вторинну сировину після вторинної обробки.

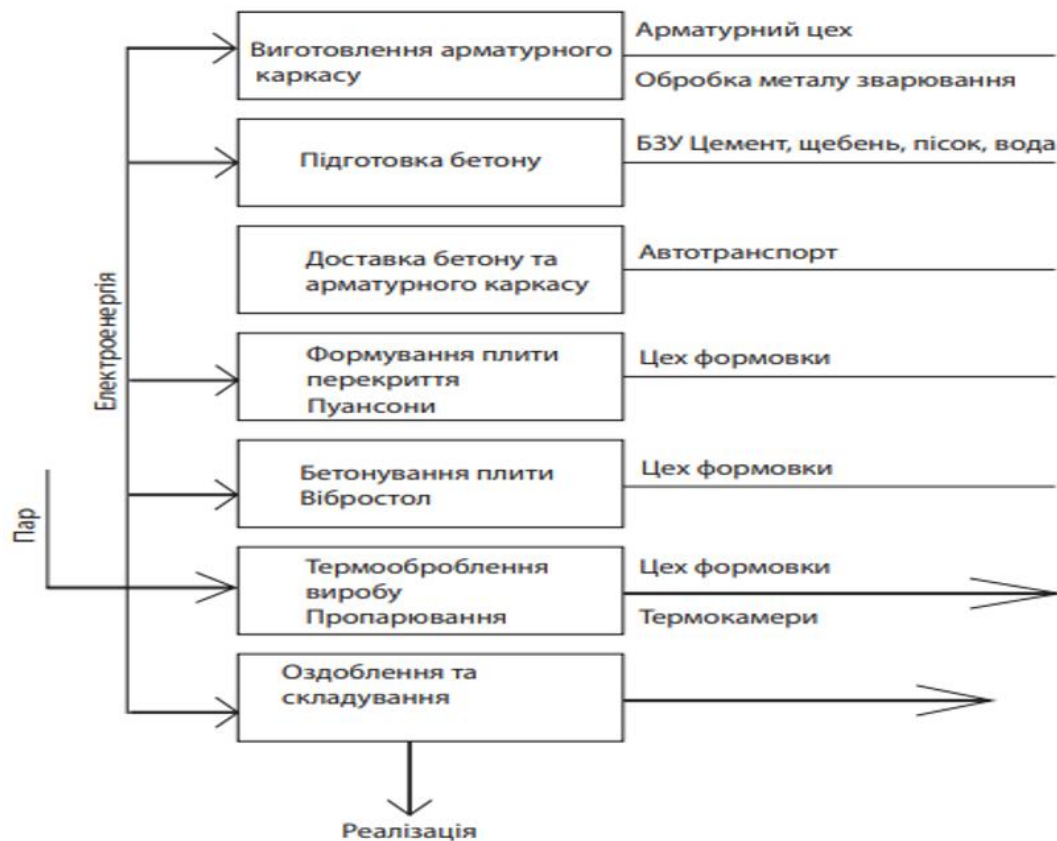


Рис. 3.2 Схема технологічного процесу

3.2.2. Список важливих споживачів енергії

На прикладі виробництва залізобетонних виробів у Таблиці 3.1 розглянемо список важливих споживачів енергії зокрема:

- на підприємстві обов’язково повинен бути облік використовуємих потоків енергії;
- поточний стан енерговикористання.

Таблиця 3.1

Споживачі енергії на прикладі виробництва залізобетонних виробів

Види споживання	Енергія пари	Енергія палива (газ)
– освітлення – електропечі – опалення приміщень – кондиціювання повітря – повітряні компресори – компресори холодильників – помпи води і технологічних рідин	– теплові камери – опалення – обробка матеріалів перед змішуванням у зимовий період – нагрівачі рідин – сушильні шафи	– парові котли – водогрійні котли – парогенератори – термальні рідинні нагрівачі – печі – спалювачі сміття

<i>Види споживання</i>	<i>Енергія пари</i>	<i>Енергія палива (газ)</i>
– вентилятори – виробничі машини та механізми, електроприводи, технологічне нагрівання – вакуумні помпи – змішувачі		

Обсяг споживання енергії оцінюється комбінацією вимірювання, оцінки та розрахунку. Треба намагатися одержати якомога точніший результат.

На рис. 3.3 ілюструється методи які застосовують для визначення кількості спожитої енергії.



Рис. 3.3 Методи які застосовують для визначення кількості спожитої енергії

5 кил, зосереджених навколо центрального кола співставленні і перехресна перевірка даних подають різні прийоми вимірювання і оцінки кількості енергії, що споживається різними категоріями енергоприймачів.

Одержані значення спів ставляють групують за окремими категоріями споживачів.

Для уточнення даних проводиться перехресна перевірка. Підприємства повинні мати розвинену мережу лічильників. Крім того треба бути готовими до використання портативних вимірювальних приладів. Навіть коли неможливе безпосереднє вимірювання витрат енергії існують посередні методи їх оцінки. Ці методи базуються на елементарних законах фізики і здійснюються за допомогою простого та недорогого обладнання.

3.2.3. Аналіз ефективності використання енергії на об'єкті

Закінчення обстеження енергоспоживання на об'єкті для аудитора це етап аналізу використання енергії та розподілення потоків на об'єкті. З метою поліпшення аналізу для енергоаудитора зручніше використовувати таблиці, графіки і короткий коментар.

Аналіз на меті має вирішити такі питання:

- розрахувати обсяг споживання енергії різними споживачами у межах об'єкту;
- розподілити фінансові видатки на енергію пропорційною між усіма споживачами;
- порівняти енергоспоживання з випуском продукції;
- визначити відхилення від норми щодо споживання енергії (неочікувано високі чи низькі рівні споживання, або помилково визначені під час регресивного аналізу).

Ця інформація дуже важлива для замовника аудиту оскільки вона підтверджує чи спростовує усталену думку про розміри енергоспоживання у межах об'єкту.

Особливо важливим є той факт що ця інформація підготовлена професійними енергетичними консультантами які свіжим поглядом поглянули на об'єкт.

В процесі аналізу виявляються відхилення від норми які можуть бути зумовлені невірними рахунками постачальників енергії. Аудитор у цьому випадку повинен чітку окреслити цю негативну практику, спонукаючи менеджмент підприємства вжити відповідних заходів.

3.2.4. Елементи аналізу ефективності енерговикористання

На рис. 3.4 показаний лінійний графік щомісячного споживання газу системою опалення та показники зовнішньої температури градусо-дні.

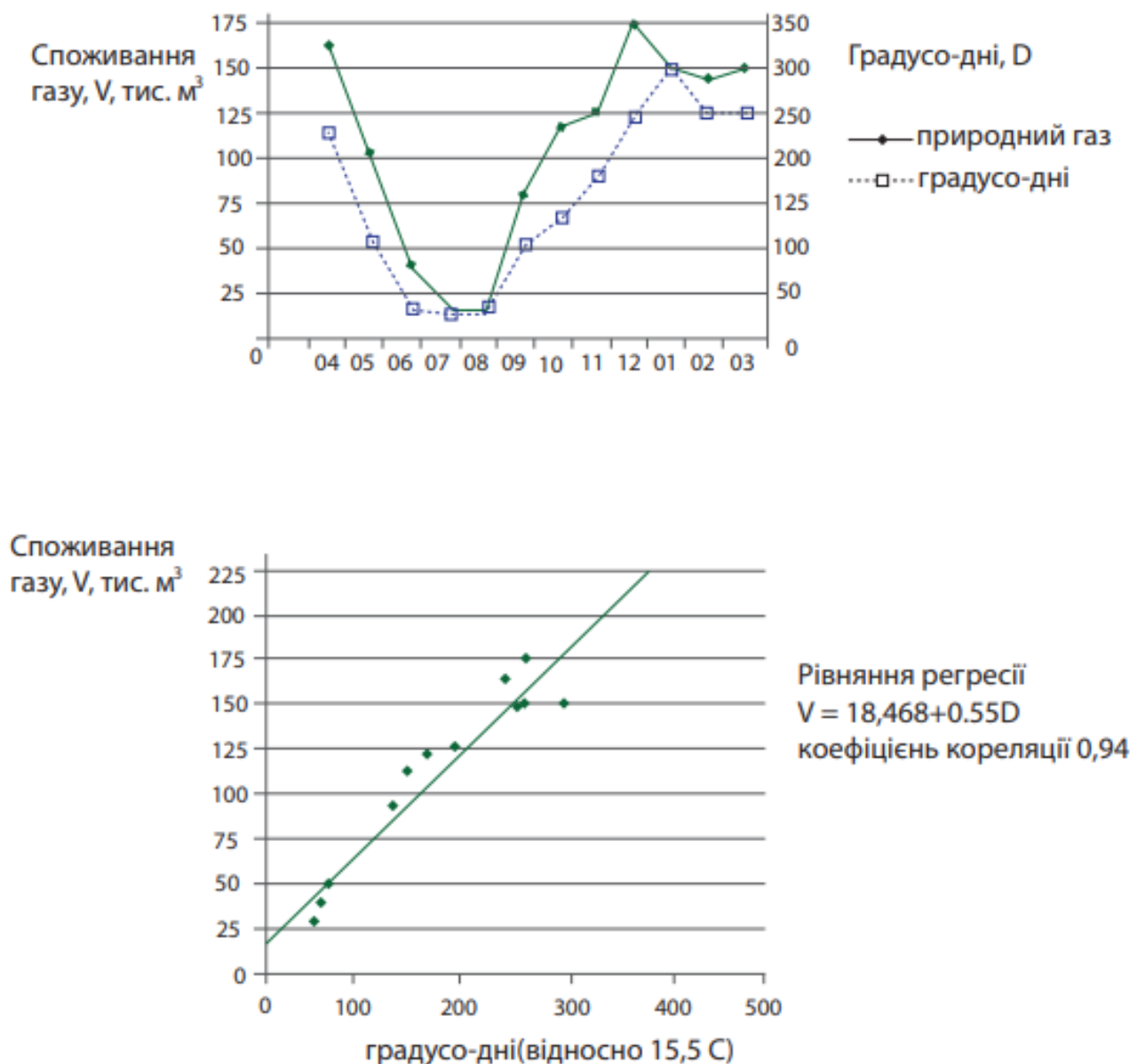


Рис. 3.4 Графік регресивного аналізу споживання газу на опалення

Енергоаудитор для досягнення вище наведених цілей використовує усі або частину таких елементів:

- звіт про річну закупівлю енергії;
- графік регресивного аналізу;
- таблицю енергоаудиту;
- коефіцієнти вартості палива;
- діаграму Сенкі;
- кругові діаграми енергоспоживання.

Споживання енергії може бути виміряно також посередньо. Аналіз даних одержаних для змінних виробничих умов часто дає кількісні показники для розподілу вимірних витрат енергії на компоненти енергоспоживання. Частіше для цього використовують метод регресивного аналізу і метод тестового контролю.

Метод регресивного аналізу, це математичний прийом що ґрунтується на порівнянні кількості використаної енергії з іншою змінною від якої може залежати споживання енергії. Наприклад: порівнюємо значення місячного споживання енергії з випуском продукції за той же період.

Регресивний аналіз поділяє обсяг спожитої енергії на стале споживання та змінне споживання.

Регресивний аналіз також дає характер залежності зміни кількості енергії від кількості виробленої продукції.

Найпростішою діаграмою є лінійна залежність - так звана лінійна регресія. Існує також різного виду нелінійні залежності.

А саме квадратична, показникова, експоненційна, логарифмічна регресії.

Регресивний аналіз встановлює шляхи заощадження енергії ,а також обґрунтовує рівні споживання та використання енергії.

Положення зірочок відповідає кількості виробленої продукції за певний проміжок часу та кількості спожитої за цей же час енергії.

З максимальним наближенням проведена лінія регресії – так звана стандартна лінія.

Відрізок OA який відсікає стандартна лінія по осі енергії відповідає спожитій електроенергії підприємства.

Відрізок BC відповідає споживанню ,яке зумовлене випуском певного обсягу продукції.

Звіт про закупівля палива та енергії звичайно подають в табличній формі.

Таблиці складають на підставі щомісячних звітів про рахунки постачальників палива та енергії.

З даних таблиць чітко видно яку частку той чи інший вид палива , енергії складає в загальному споживанні енергії.

Під час аналізу та у звітах найчастіше енергоаудитори застосовують два види графіків:

- графік зміни енергоспоживання в часі (лінійний графік енергоспоживання) на якому крім щомісячного енергоспоживання можуть бути внесені данні про обсяг випуску продукції, про температуру довкілля;
- графік регресивного аналізу.

3.2.5. Розрахунок споживання енергії на об'єкті

Розрахунок споживання повинен враховувати сезонність, виміри (оцінку), розрахунок, треба мати на увазі що між цими підходами буде не співпадіння. Сезонний характер потреби у енергії може допомогти енергоаудитору відділити навантаження технологічного процесу від навантаження пов'язаного наприклад з опаленням приміщення. Розрахунок споживання уявляє собою комбінацію вимірів оцінки та розрахунку хоча завжди треба бути максимально точними наскільки це можливо, але неув'язки можуть мати місце. Точність цифри не настільки важлива як сам масштаб споживання.

3.2.5.1. Сезонні коливання споживання енергії

На рис. 3.5 і 3.6 показані сезонні коливання, які можуть допомогти при оцінці навантаження технологічного процесу. Перший графік (рис. 3.5)

відображає щомісячне навантаження, обумовлене опаленням приміщень, де чітко встановлюється залежність об'ємів опалення від температури зовнішнього повітря. На графіку видно період відсутності опалення.

Другий графік (рис. 3.6) враховує добавлене постійне навантаження, що пов'язане з виробничим технологічним процесом. Якщо навантаження технологічного процесу відносно незмінно, то оцінка її визначення може бути отримана шляхом вимірювання витрат палива на об'єкті у той період, коли опалення відсутнє.

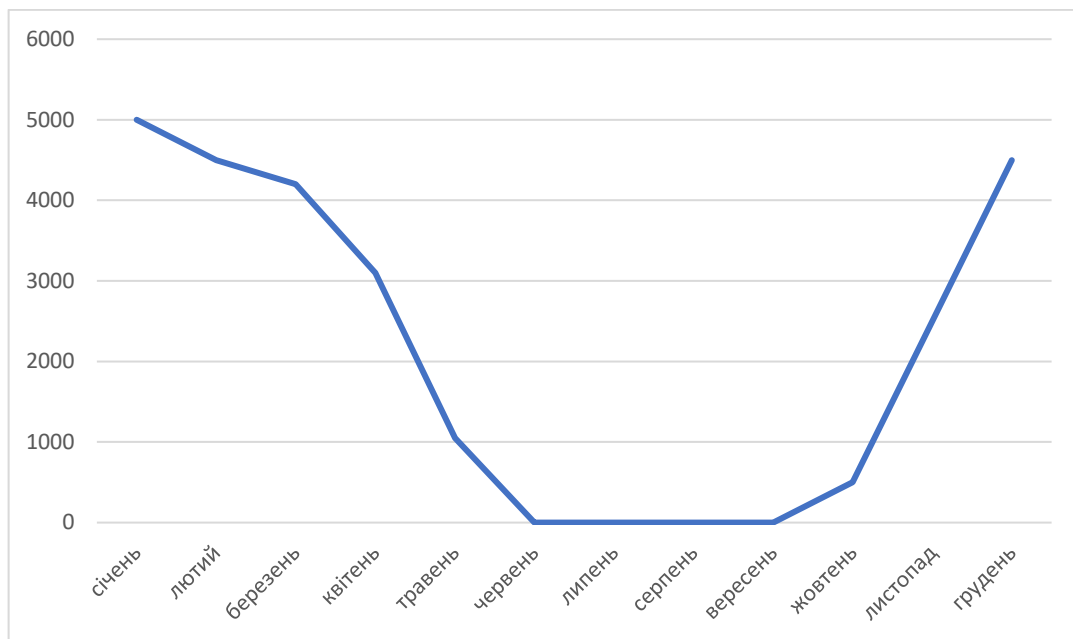


Рис. 3.5 Опалення приміщення

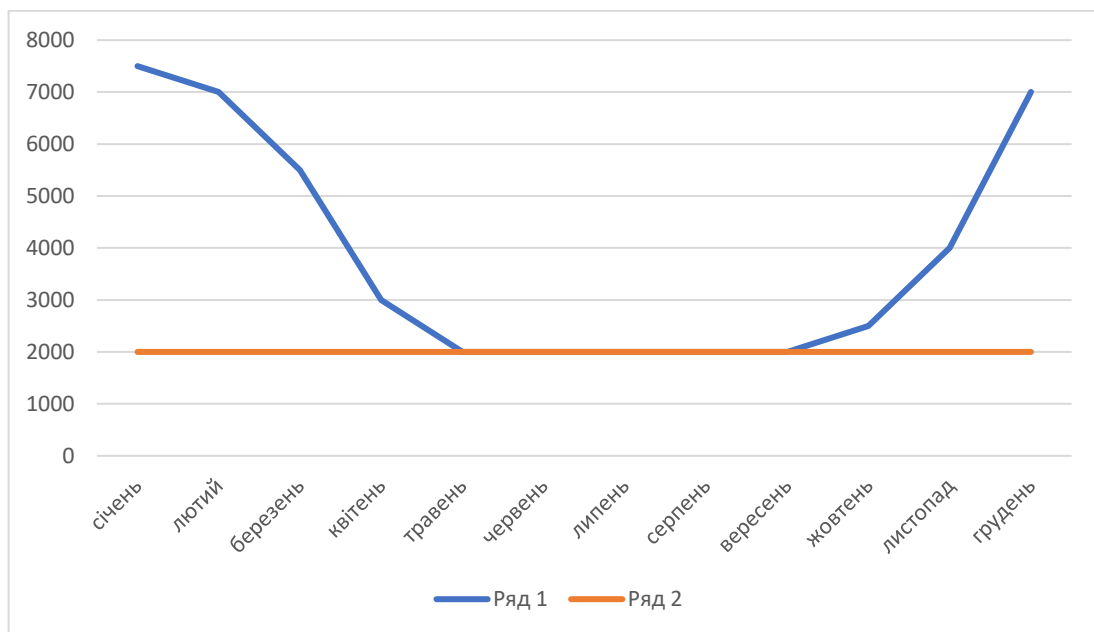


Рис. 3.6 Технічні потреби (ряд1) та опалення приміщень (ряд 2)

Приклад добового графіку навантаження наведено на рис. 3.7.

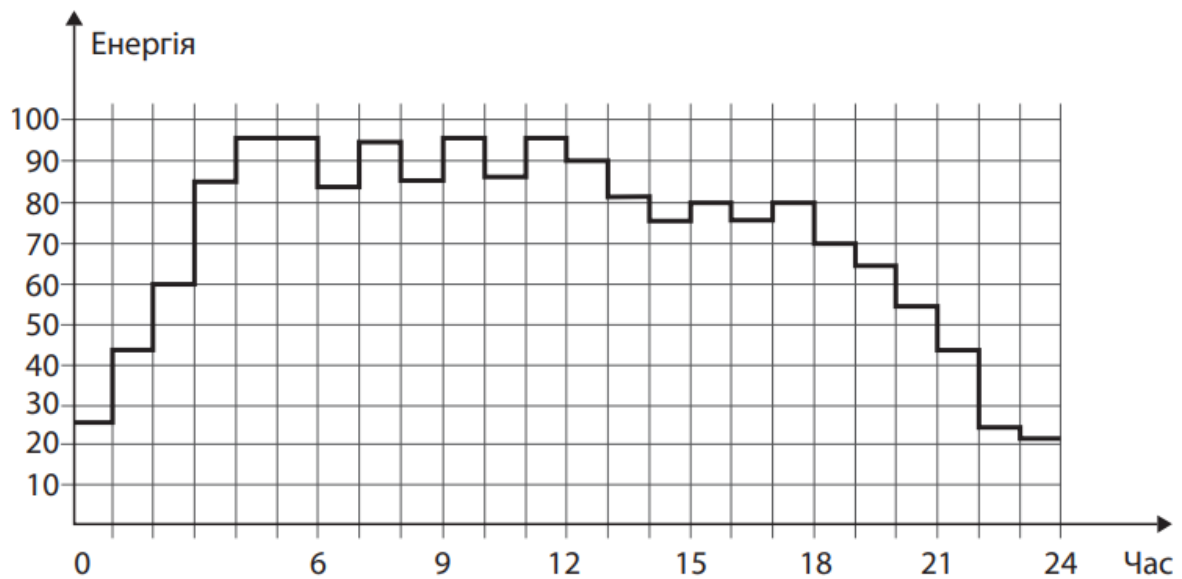


Рис. 3.7 Добовий графік навантаження

3.2.5.2. Діаграма Сенкі

Діаграма Сенкі – це графічне зображення потоків енергії, в якому товщина різних елементів діаграми пропорційна відповідній кількості енергії. Деякі діаграми Сенкі відображають циклічний рух енергопотоків, наприклад повернення конденсату у котельню.

Приклад діаграми Сенкі для сучасної електростанції наведено на рис. 3.8.

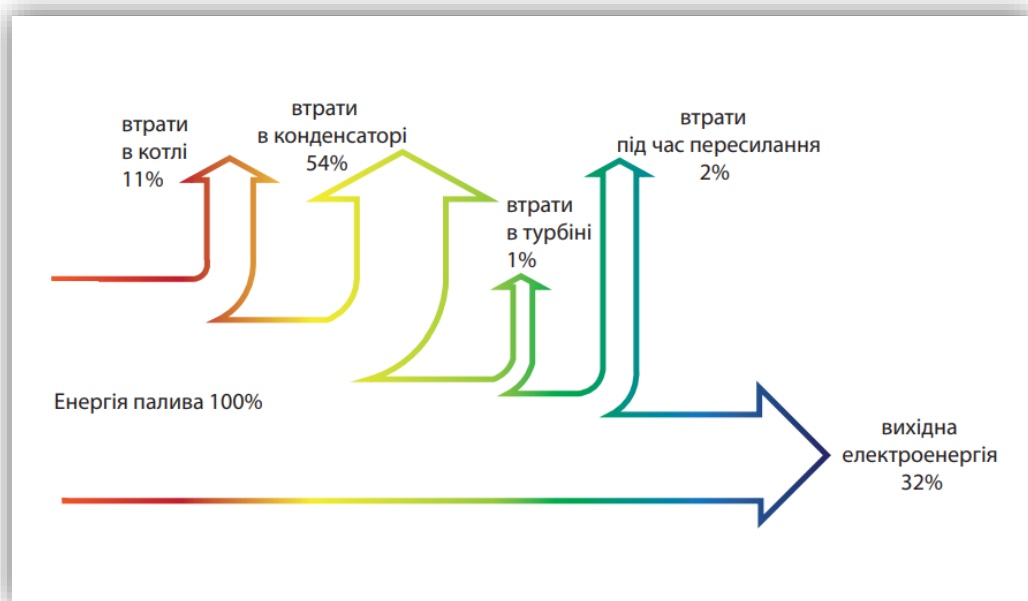


Рис. 3.8 Діаграма Сенкі для сучасної електростанції

Крім діаграми Сенкі в енергоаудиті використовується кругові діаграми за допомогою яких можна графічно зобразити споживання енергії як в натуральних так і у відносних одиницях (рис. 3.9).

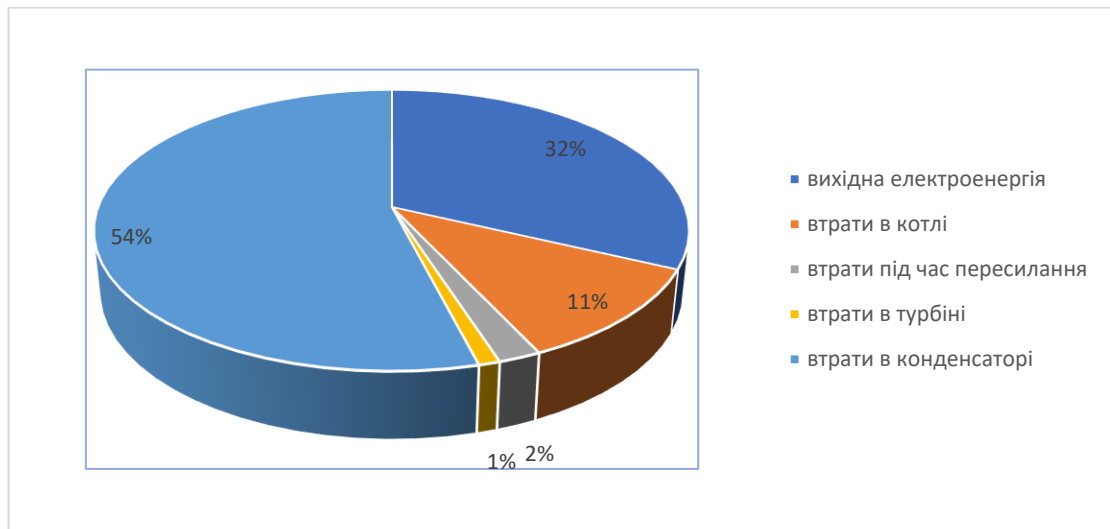


Рис. 3.9 Кругова діаграма для сучасної електростанції

Важливість подібних графіків полягає у тому, що вони наочно демонструють зміну кількості спожитої енергії протягом певного часу. Ця інформація допомагає порівняти фактичну зміну обсягу спожитої енергії з очікуваною. Графіки навантаження містять ознаки потенційної енергоощадності та можуть вказувати на такі фактори:

- система контролю пошкоджень;
- втрати і витоки;
- ручні системи керування;
- відмінності ефективності споживання енергії різними робочими змінами.

Графіки навантаження є невід'ємною частиною енергетичного обстеження.

Оцінка потоків енергії здійснюється за рахунок:

- використання різних існуючих додаткових лічильників та вимірювачів;
- аналізу номінальних даних обладнання, слід обережно використовувати інформацію враховуючи великі розбіжності у споживанні енергії, якщо дане обладнання модифікувалось;
- аналізу максимальної дійсної швидкості переміщення палива.

Покращення поточного енергоспоживання

Критичний аналіз потоків енергії складається з аналізу поточного споживання енергії на об'єкті та визначення процесів, де потрібно покращувати енергоспоживання.

Існує три підходи:

- з місця безпосереднього використання (стисле повітря для вібраційних механізмів);
- з місця втрат (надмірний тиск пара чи стислого повітря, працююче обладнання, конвеєрні лінії, зварювальні трансформатори, надмірний перегрів печей, надмірна температура пари у тепло камерах);
- при низькій ефективності перетворення (процеси горіння у котлах та печах, процеси охолодження, виробництво стислого повітря).

Існуючі системи слід сприймати критично. Конструкція системи може бути не оптимальною. Часто буває що перевага відається самому легкому варіанту з самими низькими капітальними витратами. На даному етапі треба встановити, чи є потоки енергії цілеспрямованими, чи є кращій спосіб. Інформація, яка є у даній галузі, та доступні питомі витрати енергії повинні допомогти у вирішенні цього завдання.

Для визначення кращих варіантів потрібно розуміння технологічних процесів і знання доступної техніки та технологій.

3.2.5.3. Цибулина процесів

При розгляді споживання енергії гарну аналогію системи споживання дає цибулина (рис. 3.10). Явна вимога до енергії базується на перетворенні енергії одного типу у інший. Так йдуть справи при виробництві пару, стислого повітря, холодоагентах. Якщо ми знімаймо шар ефективності генерування (перетворення) енергії, то отримаємо енергію спожитою розподільчою системою. Знявши шар неефективності розподілення отримаємо енергію спожитою кінцевим споживачем.

Порядок аналізу. Потрапивши у середину цибулини ми повинні сконцентрувати увагу на мінімізації кінцевого споживання. Там, де кінцеве споживання недоцільно, як приклад використання стислого повітря для

очищення, можливо здійснити видалення подібного навантаження. Там де це неможливо, може бути здійснено зниження споживання енергії за рахунок зменшення втрат або покращення ізоляції. Зменшення споживання кінцевим споживачем може скоротити втрати розподілення. Можливо також вдасться зробити більш раціональною систему розподілення. Таким чином у нас складається уявлення про потенційно нову потужність обладнання, викликану пониженням потреб. Це має великий вплив на оцінку варіантів покращення ефективності обладнання.

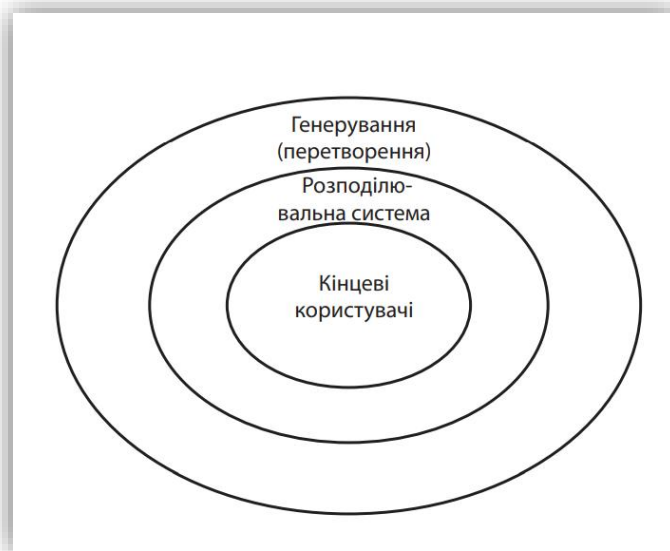


Рис. 3.10 Цибулина процесів

3.2.5.4. Пріоритети оцінки

У прикладі (А) на рис.3.12 необхідно кінцеве споживання складає 60 ГДж. Це обумовлено потребою вводу у розподільчу систему 100 ГДж при ККД розподілення 60% для обслуговування потрібного навантаження. Необхідне загальне введення енергії 167 ГДж.

У прикладі (В) на рис. 3.12 кінцеве споживання знизилось до 40 ГДж. Для забезпечення такої потужності необхідно подати 67 ГДж. При цьому загальне введення енергії знижується до 111 ГДж, ККД розподілення є незмінним.

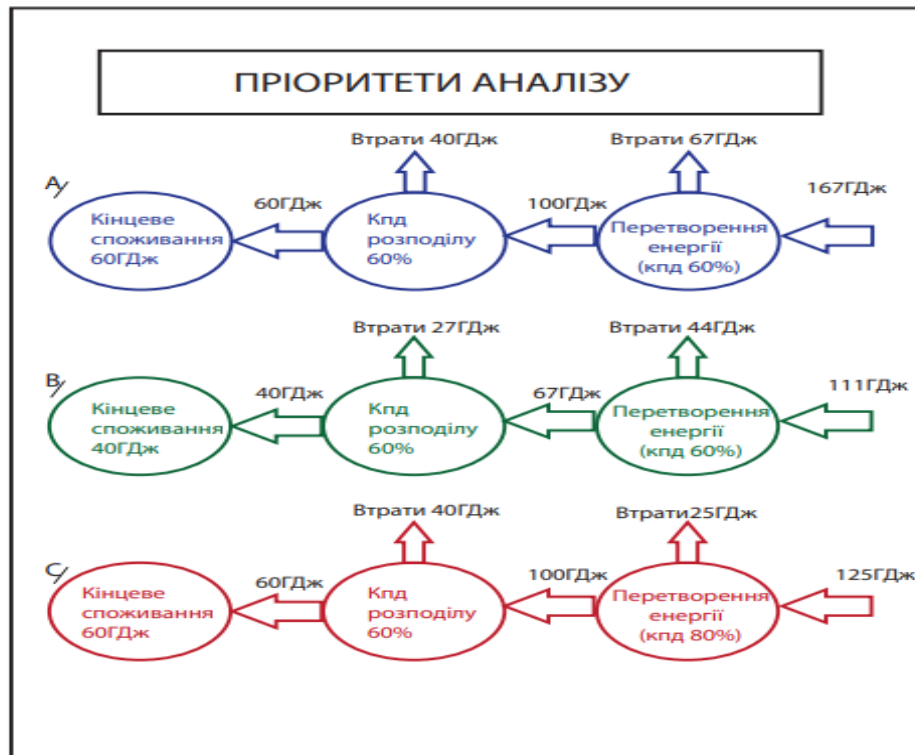


Рис. 3.11 Приклади пріоритетів аналізу

У прикладі (С) на рис. 3.11 кінцеве споживання на рівні 60 ГДж а ККД перетворення підвищується з 60% до 80%. Загальне споживання енергії складає 125 ГДж. Таким чином ми бачимо, що при зниженні кінцевого споживання на 1/3 ми зберігаємо більше енергії, чим при покращенні ефективності на 1/3.

Аналіз використання енергії.

У процесі роботи енергоаудитору треба виділити наступні цілі

- для чого необхідна енергія, що саме здійснює даний процес;
- чи необхідно це споживання;
- можливість скорочення потужності;
- альтернативні варіанти задовільнених потреб у енергії.

Споживання енергії чи енергоносіїв можна також визначити за показами стаціонарних або тимчасових вимірювальних приладів. Наприклад: стаціонарні електро чи тепло лічильники.

3.3. Планування та проведення вимірювань

Відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» під терміном «вимірювання» розуміється відображення фізичних величин їх значеннями за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів.

Вимірювання є невід'ємною частиною процесу збору інформації під час здійснення енергетичного аудиту. Вони виконуються в тих випадках, коли необхідно перевірити достовірність інформації, отриманої з документальних джерел, доповнити або уточнити статистичні дані щодо об'єкта енергетичного аудиту, а також під час аналізу реальних параметрів функціонування окремих енергоспоживачів. Для проведення вимірювань використовуються наявні на об'єкті системи обліку та контролю енергоресурсів, стаціонарні та портативні контрольно-вимірювальні прилади.

Обсяг інформації, яку необхідно отримати шляхом вимірювань, визначається енергоаудиторами відповідно до особливостей об'єкта енергетичного аудиту, а також залежно від поставлених цілей і завдань. Проведення вимірювань, результати яких не будуть використані для формування висновків енергоаудиту, є недоцільним. Саме тому процес вимірювань потребує ретельного планування.

У ході підготовки до проведення вимірювань необхідно уникати таких помилок:

- *Недостатній обсяг даних*, який унеможлиблює виконання точного аналізу енергоспоживання конкретних установок, процесів, систем або будівель, що призводить до зниження якості аналізу;
- *Надмірний обсяг даних*, який ніколи не буде використаний для оцінки енергоспоживання об'єкта, що спричиняє необґрунтоване зростання вартості енергоаудиту, не покращуючи при цьому якість отриманих висновків.

Щоб уникнути таких проблем, енергоаудитор під час планування вимірювань має визначити найбільш доцільні місця їх проведення. Для цього необхідно відповісти на такі ключові запитання:

- Який саме параметр або показник необхідно виміряти?
- Який рівень точності, метод вимірювання та тип вимірювального обладнання слід застосувати?
- Якими мають бути тривалість та періодичність вимірювань?
- Де найоптимальніше місце для проведення вимірювань?

3.3.1. Послідовність визначення доцільного місця проведення вимірювання

Згідно з ISO 50002 Для будь-якого вимірювання та збирання даних на об'єкті енергоаудитор і організація мають узгодити план вимірювань. План вимірювань, за необхідності, переглядають на основі результатів, отриманих енергетичним аудитором під час енергоаудиту. Основні елементи, які повинні бути включені в план вимірювання, це:

1. Перелік відповідних (контрольних) точок вимірювання, пов'язаних із ними процесів і вимірювального обладнання;
2. Виявлення будь-яких додаткових точок вимірювання, відповідно вимірювального обладнання, пов'язаних із ними процесів та можливості встановлення обладнання;
3. Необхідні точність і повторюваність вимірювань, і пов'язана з ними невизначеність (нестабільність замірів);
4. Тривалість та періодичність вимірювання, тобто окремі точки даних або безперервний моніторинг;
5. Чистота збору даних для кожного виміру;
6. Відповідний період часу, коли діяльність є репрезентативною;
7. Відповідні змінні, що надаються організацією, наприклад, робочі параметри і дані виробництва;

8. Відповідальні за проведення вимірювань, у тому числі, список осіб, які працюють для організації або за її дорученням. Відповідальна особа може бути від організації, енергетичного аудитора або зовнішнього органу, такого як субпідрядник;
9. Калібрування і простежуваність вимірювального обладнання (якщо це реально або практично можливо).

Важливо, щоб деякі необхідні дані, такі як щомісячна продуктивність і рахунки за комунальні послуги за попередні періоди, надавала сама організація. Організація уточнює достовірність своїх власних даних щодо енергії, виробництва та інше. Аудитор підтверджує, що аналіз ґрунтується на правильно виміряних даних і зазначає, яким чином було отримано інформацію. Слід показати, що набори даних є порівняними (зняті з лічильника, номінальні чи розраховані іншим способом).

Методики вибіркового дослідження можуть знадобитися, коли з практичної та економічної точки зору недоцільно вивчити всю доступну інформацію під час енергетичного аудиту.

Вибіркове дослідження описано в ISO 19011-2011, пункт В.3. Процедури і методи слід обирати на основі їх придатності до характеру та обсягу робіт з енергоаудиту.

3.3.2. Методи та методики вимірювань

Метод вимірювання – це поєднання принципів вимірювання та засобів використання вимірювальної техніки. Обраний метод повинен забезпечувати мінімально допустиму похибку та сприяти усуненню систематичних похибок або переведенню їх у категорію випадкових.

Рівень достовірності інформації, отриманої в ході вимірювань, безпосередньо залежить від застосованого методу. Тому під час планування вимірювань необхідно заздалегідь визначити найбільш відповідні методи їх проведення. Залежно від специфіки виконуваних вимірювань можуть

застосовуватися різні методики, які обов'язково зазначаються у відповідному розділі звіту з енергоаудиту.

Під час вибору оптимального методу вимірювання слід урахувати такі основні чинники:

- Відповідність методу конкретному завданню – забезпечення необхідної точності вимірювання фізичної величини;
- Доступність легітимних засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) – можливість використання сертифікованих і належним чином каліброваних приладів;
- Простота реалізації та ефективність – зручність застосування методу, що забезпечує високу продуктивність роботи під час виконання вимірювань.

Перевагу надають прямим вимірюванням (наприклад, з безпосереднім оцінюванням), автоматизованим методам.

Відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»: методика виконання вимірювань – це сукупність процедур і правил, виконання яких забезпечує одержання результатів вимірювань з гарантованою точністю.

Застосування відповідних методик виконання вимірювань в енергоаудиторській діяльності пов'язане з необхідністю забезпечення єдності вимірювань, а саме: результати вимірювань повинні виражатись в одиницях фізичних величин.

3.3.3. Засоби вимірювальної техніки, що використовуються під час проведення енергоаудиту

Одним із головних завдань в організації діяльності енергоаудитора є правильний і ефективний вибір обладнання. Прилади для проведення енергоаудиту – це комплекс засобів вимірювань, який повинен відповідати певним вимогам, а саме:

- відсутність впливу вимірювальних приладів на роботу досліджуваних електричних мереж під час вимірювання режиму їх роботи;
- портативність. Вага приладу має бути не більше 15 кг, прилад має бути виконаним в захищеному корпусі або з наявним захисним кейсом;
- автономність. Наявність вбудованого джерела живлення, що забезпечує декілька годин роботи;
- можливість реєстрації даних. Наявність внутрішнього накопичувача або можливості підключення зовнішнього накопичувача;
- зв'язок з комп'ютером. Наявність порту та програмного забезпечення для передачі даних на комп'ютер;
- наявність Свідоцтва про метрологічну атестацію засобів вимірювальної техніки в Україні (якщо це передбачено чинним законодавством).

Для проведення енергетичного аудиту промислових підприємств необхідно мати мінімальний комплект засобів вимірювального обладнання, основні характеристики якого наведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Основні характеристики мінімального комплексу вимірювальних приладів

Тип приладу	Призначення	Додаткові функції
Ультразвукові витратоміри	Для неруйнівного вимірювання витрати рідини в повністю заповнених трубах і за умови відсутності бульбашок газу та суспензії в потоці	Наявність накопичувача даних і порту для підключення до комп'ютера
Газоаналізатори	Для визначення складу газів у пробі, що відбирається. Застосовуються для аналізу димових газів, налаштування теплогенеруючого обладнання, що споживає паливо, технічного та екологічного моніторингу	Вимірювання температури газів, визначенням концентрації CO ₁ , наявність запам'ятовувального та друкувального пристроїв
Тепловізор	Для отримання візуального відображення у вигляді термограми розподілу температури на поверхні об'єкта. Розподіл температури показується на дисплеї тепловізора як колірне поле, при цьому кожному кольору повідомляє своя температура. Тепловізор в енергоаудиті дозволяє дистанційно виявити витіки тепла з віконних блоків і дверей будівель, на поверхнях теплогенерувального обладнання та теплотрасах	Тепловізори комплектуються програмним забезпеченням, необхідним для зберігання і аналізу інфрачервоних зображень та для підготовки інформативних і якісних звітів
Інфрачервоні термометри	Для безконтактного вимірювання температури	Наявність налаштування коефіцієнта випромінювання поверхні

Тип приладу	Призначення	Додаткові функції
Цифрові термометри	Для вимірювання температури контактним способом у широкому спектрі установок і діапазонів	Можливість використання з термопарами різного типу
Повітряні термопари	Для вимірювання навколишньої температури	Використовуються разом із цифровим термометром
Накладні термопари	Для вимірювання температури середовища через металеву стінку	Використовуються разом із цифровим термометром
Контактні термопари	Для контактного вимірювання температури середовища	Використовуються разом із цифровими термометром
Аналізатори та/або реєстратори даних щодо електроспоживання	Для вимірювання та реєстрації протягом тривалого часу параметрів трифазних та однофазних електричних мереж, а також обладнання для отримання графіків електричних навантажень технологічного устаткування	Наявність оптичного датчика (для зчитування показників лічильників зі стрілочними або дисковими механізмами), в також накопичувача даних і порту для підключення до комп'ютера
Струмовимірювальні кліщі	Для миттєвих вимірювань параметрів трифазних та однофазних електричних мереж (струму, напруги, потужності, коефіцієнта потужності)	Наявність накопичувача даних і порту для підключення до комп'ютера
Накопичувачі даних (data logger)	Для реєстрації через певні інтервали часу числових значень, що характеризують той або інший параметр. Прилад є універсальним здійснює розпізнання та обробку сигналів, що надходять в цифровому та аналоговому вигляді	Порт для підключення до комп'ютера
Аналізатор показників якості електроенергії	Для реєстрації широкого спектру параметрів електричних мереж, таких як сила струму, наруга, потужність, коефіцієнт потужності, несонувальність тощо	
Ультразвукові товщиноміри	Для визначення товщин стінок труб та інших предметів	Використовується, як правило, разом з витратоміром
Далекоміри (рулетка, лазерний далекомір)	Для вимірювання відстаней до об'єктів, а також лінійних розмірів об'єктів	Діапвзон відстаней - 0÷200 м; точність +2-3мм; вимірює довжини у см, мм, м
Анемометри	Для вимірювання швидкості потоку при наявності відкритого доступу	—
Тахометр	Для вимірювання кутової швидкості обертового тіла (частоту обертання деталей машин та механізмів)	Вимірювання може бути контактним або безконтактним залежно від типу датчика швидкості обертання
Манометри та диференціальні манометри	Для вимірювання швидкості потоку в закритих каналах	Наявність певного набору трубок Піто
Люксметр	Для вимірювання освітленості, створюваної освітлювальними лампами і природним світлом	—
Секундомір	Для визначення тривалості часу певної події	—

В залежності від типу об'єкта енергетичного аудиту комплект засобів вимірювальної техніки може бути доповнений такими приладами:

- приладами для вимірювання витіків стисненого повітря в трубопроводах;
- гігрометром;
- трубкою Піто;
- кореляційним визначником місць пошкодження трубопроводів;
- витокопошукачами та детекторами газів;
- витратоміром для стоків;
- визначником якості води (солевміст, рН);
- динамометрами для вимірювання зусилля і моменту;
- автономними приладами для тривалої реєстрації температури повітря;
- устаткуванням для вимірювання інфільтрації повітря в приміщеннях;
- іншими приладами.

Лічильники теплової енергії – це енергетична межа будівлі. Під час енергоаудиту потрібно враховувати усе що впливає на енергоспоживання будівлі після ІТП. Споживання теплової енергії необхідно виміряти і в кожній квартирі, це можна здійснити двома методами:

- встановлення лічильників теплової енергії у кожній квартирі можна зробити, якщо у кожній квартирі є індивідуальна система опалення. Наприклад: система опалення по поверхова з гребінкою на поверсі відгалуження до кожної квартири;
- встановлення розподільників тепла на кожному нагрівальному приладі у будівлі. Цей варіант підходить для будь-якої системи опалення будівлі. Прилад розподілення тепла вимірює не обсяг спожитої енергії а лише температуру на поверхні радіатора тим самим фіксуючи певну кількість теплової енергії що розподіляється між усіма приборами опалення. В разі використання розподільників встановлюється загальний домовий лічильник тепла.

Основні засоби вимірювальної техніки наведені на рис. 3.12).

Тепловий лічильник



Пірометр



Тепловізор



Термоанемометр



Потокомір



Газоаналізатор



Рис. 3.12 Основні засоби вимірювальної техніки (початок)

Витратомір



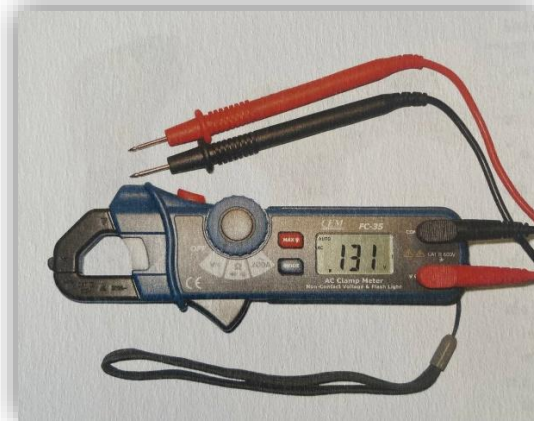
Манометр



Піранометр



Струмові кліщі



Люксметр



Рулетка



Рис. 3.12 Основні засоби вимірювальної техніки (продовження)

В енергоаудиті поширене вимірювання температур. Потрібно розуміти, що датчики температур мають контактувати з поверхнею протягом якогось часу для досягнення рівноваги. Частіше використовують безконтактне вимірювання температури та оптичні методи, коли прилади зчитують кількість електромагнітного випромінювання досліджуваного обладнання. Частіше всього використовується інфрачервона теплова камера або пірометр.

Повітрообмін у будівлі основний критерій для визначення теплової втрати будівлі. Повітряний потік можна вимірювати за допомогою анемометра, які розподіляються на два класи:

- з турбіною, де швидкість повітряного потоку вимірюється залежно від частоти обертання турбіни;
- де швидкість повітряного потоку визначають залежно від температури нитки розжарювання, яка зменшується чи збільшується в залежності від швидкості повітря.

Більш зручним є термоанемометри.

Якщо під рукою нема анемометра, використовують полум'я або дим. Визначення витоків повітря через оболонку будівлі виконуються для визначення повітропроникності. Це вимірювання проводиться лабораторно та для визначення повітропроникності використовується два способи лабораторний та розрахунковий. Тест на повітропроникність проводять з забезпечення перепаду тиску між повітрям у середині та зовні приміщення, при перепаді тиску 50 Па. Перепад тиску виникає при роботі одного або декількох вентиляторів в залежності від площі приміщення.

При енергоаудиті дуже важливо отримувати данні про рівень забруднення вуглекислим газом приміщення. Це дає можливість проаналізувати якість роботи системи вентиляції. Якість повітря відповідає нормативам якщо рівень CO₂ нижче за 1000 ppm.

Коефіцієнт теплопередачі елементів оболонки будівлі розраховують через товщини та теплопровідність шарів оболонки будівлі. Товщину виміряють під

часу огляду будівлі, а значення теплопровідності беруть з таблиць ДСТУ 9191. Вимірювання виконують відповідно до міжнародних стандартів.

Для вимірювання коефіцієнта теплопередачі елементів будівлі потрібно виміряти щільність теплового потоку (Вт/м^2). Щільність теплового потоку вимірюють за допомогою шароподібних датчиків з одного боку червоного кольору з іншого синього. В основі такого датчика застосовується термобатарея.

Коефіцієнт теплопередачі можна також розраховувати знаючи густину теплового потоку та перепад температур. Цей процес розтягується у часі та може тривати від 3 до 7 діб.

Для оцінки якості процесів горіння використовується ряд газоаналізаторів. Частіше використовуються прилади, які мають у своєму складі програми оцінки якості газів, аналізу процесу горіння, виявлення коефіцієнту надлишків повітря та розрахунку ККД процесів горіння та ККД обладнання.

Енергоаудитор повинен вміти користуватись портативними приладами контролю витрат газу, рідини, пару тощо. Найбільш розповсюдженими є ультразвукові переносні витратоміри.

У розпорядженні енергоаудитора повинні бути манометри, які дозволяють оперативно встановити показники тиску у трубопроводах.

Енергоаудитору бажано вміти працювати з такими приладами, як піранометр. Ці прилади використовуються для вимірювання сонячної радіації. З її допомогою можна визначити значення проникної здатності сонячної радіації через вікна та огорожувальні конструкції.

В практичній роботі енергоаудитора велике значення має вміння працювати з приладами аналізу якості, потужності систем електропостачання. До таких приладів відносяться токові переносні клещі, амперметр, вольтметр та аналізатори якості електроенергії.

Рівень освітленості у приміщеннях визначають за допомогою люксометрів.

Найважливішим приладом енергоаудитора є лазерна або звичайна рулетка.

У випадку відсутності інформації щодо габаритів будівель, вікон, дверей тощо виконуються обмірні роботи. В результаті обмірних робіт замовник отримує обмірні геодезичні креслення в дво- або тривимірному вигляді, які містять інформацію щодо висотного та планового розташування конструкцій будівель або споруд. Під час виконання тих або інших вимірювань важливо оцінити їх точність. Термін «точність вимірювань» визначає рівень наближення результатів вимірювання до дійсного значення.

Запорукою правильних висновків з аналізу інформації тимчасових засобів вимірювання є здоровий глузд і перехресна перевірка результатів. Першим кроком узагальнення інформації одержаної від засобів вимірювання є побудова зміни навантажень протягом певного часу – графіків навантажень. Для цього використовують покази тих засобів вимірювання, які можуть вимірювати витрати енергії за певний проміжок часу (лічильник електроенергії або ультразвуковий витратомір).

4. СЕРТИФІКАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

4.1. Основні положення про сертифікацію енергетичної ефективності

Під енергетичною ефективністю будівлі розуміється властивість будівлі, що характеризується кількості енергії необхідної для створення належних умов проживання або життєдіяльності людей у такій будівлі.

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» визначив мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель задля виконання яких необхідно провести енергетичний аудит будівлі, а також розробити на його основі заходи з енергоефективності.

Професійний підхід для вирішення завдань енергозбереження дозволяє істотно, а у деяких випадках у 2-3 рази знизити витрати на експлуатацію будівель.

Споживання енергії у житлових будинках залежить від:

- місцевих кліматичних умов;
- характеристик оболонки будівлі;
- запроектований умов внутрішнього середовища;
- характеристик параметрів налаштування технічних систем будівлі;
- робіт і процесів у будівлі;
- поведінки користувачів будівлі, а також режим експлуатації.

Згідно з п. 7.2 ДСТУ Б В.2.2-39:2016 метою енергетичного аудиту у даному випадку може бути:

- перевірка відповідності чинним нормативним документам в області енергоефективності;
- зниження енергоспоживання та витрат на оплату спожитої енергії у будівлі;
- зниження впливу відходів енергоспоживання на навколишнє середовище;
- підготовка та отримання енергетичного сертифікату будівлі.

Відповідно до закону України «Про енергетичну ефективність будівлі» під сертифікацію енергетичної ефективності розуміється вид енергетичного

аудиту під час якого здійснюється аналіз інформації щодо фактичних або проектних характеристик огорожувальних конструкцій та інженерних систем.

Оцінюється відповідність розрахункового рівня енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі.

4.2. Данні для оцінювання енергетичної ефективності

У відповідності до положень ДСТУ Б В.2.2-39: 2016 під час визначення енергетичної ефективності будівель необхідно враховувати:

- місцеві кліматичні умови;
- нормативні санітарно-гігієнічні параметри мікроклімату приміщень будівлі;
- геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники будівель;
- функціональне призначення, тип, архітектурне планувальне рішення будівлі;
- показники енергетичних характеристик інженерного обладнання;
- терміни експлуатації будівлі.

В залежності від мети енергоаудиту та технічного завдання використовують наступні методи оцінювання енергетичних характеристик будівлі, а саме :

- розрахунковий метод за проектними даними;
- розрахунковий метод за проектними даними та результатами технічних обстежень;
- розрахунково-вимірювальний метод;
- експлуатаційний метод (вимірювальний).

Загальні вимоги до енергоаудиту визначені в:

- ДСТУ ISO 50002:2016 «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова, щодо її проведення (ISO 50002:2014, IDT);

- ДСТУ EN16247-2:2015 Енергоаудит – Частина 2. Будівлі енергетичного аудиту будівель;
- ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання.

Інформація, яку містять ці стандарти є наріжним каменем проведення енергетичного аудиту будівель, зокрема вимоги, методологія, моделі, алгоритми щодо енергетичного аудиту будівель.

4.3. Приклад вихідних даних для оцінювання енергетичної ефективності

На рис 4.1 приведений План будівлі.

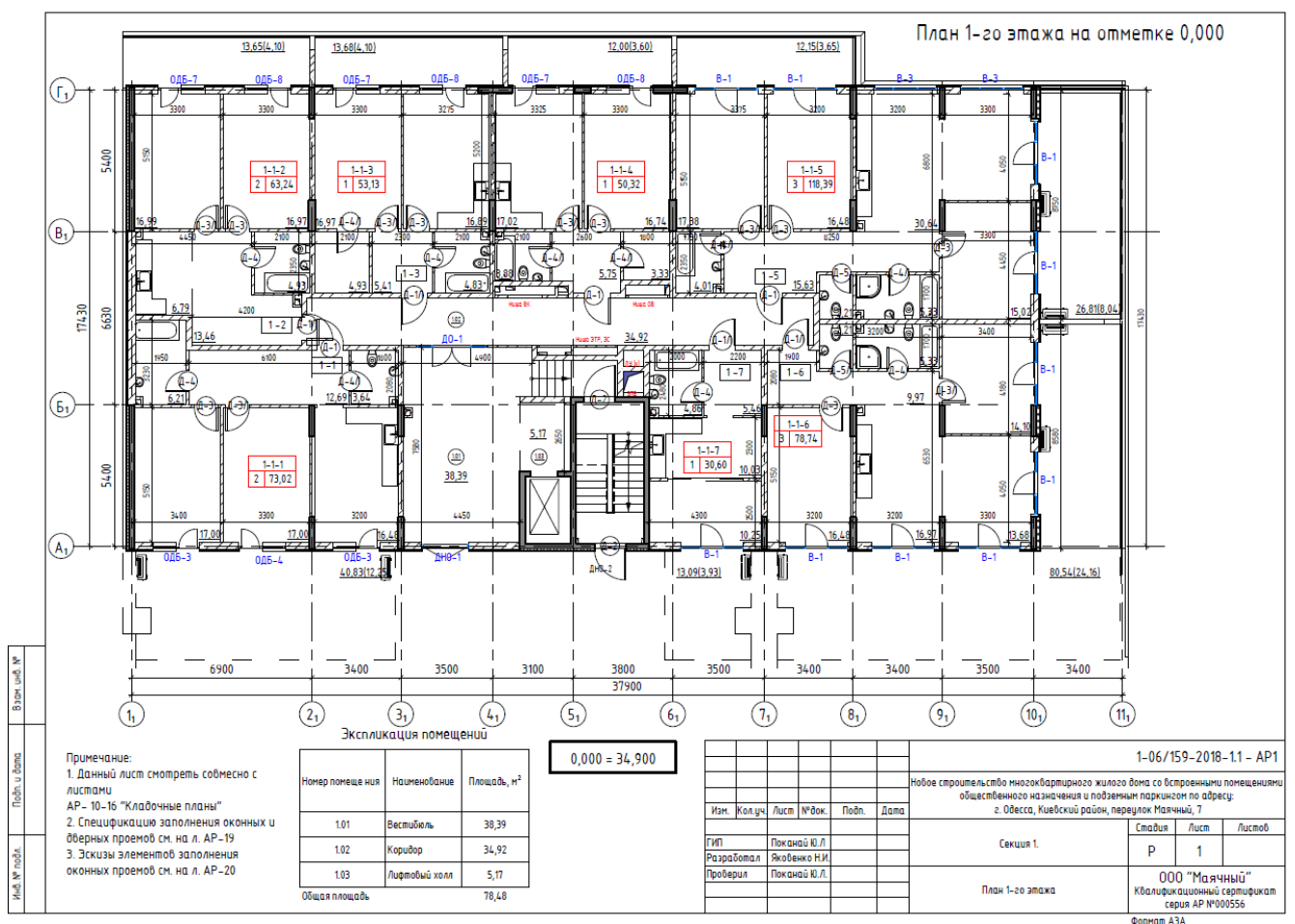


Рис 4.1. План будівлі

В Таблиця 4.1 приведені Данні про щомісячне споживання електроенергії, тепла або (палива), гарячої води, холодної води вбудівлі за три роки

Таблиця 4.1

Статистика споживання теплової енергії за 2016 – 2018 роки

Теплова енергія						
Місяці	2016		2017		2018	
	Гкал	грн.	Гкал	грн.	Гкал	грн.
Січень	108	74718,72	110,7	148192,98	80,2	119830,83
Лютий	67,1	46422,46	93	124498,17	58,2	86959,53
Березень	55,7	38535,49	40,2	53815,34	81	121026,15
Квітень	3,8	2628,99	-	-	12,1	18299,44
Жовтень	42,9	57429,8	19,7	26372,19	7,5	11342,63
Листопад	76,9	102945,26	54	72289,26	57,8	87413,83
Грудень	97,5	130522,28	87,2	130289,88	74,4	137472,6
Всього	451,9	453203	404,8	555457,8	371,2	582345

В Таблиця 4.2 приведені дані про фактичне споживання гарячої води протягом 2018 року

Таблиця 4.2

Місяці	2018				
	нараховано	пільги	всього	Гкал	Тариф, грн.
Січень	17482,4	2570,61	20053,01	13	1494,15
Лютий	15383,9	2898,68	18282,58	12	1494,15
Березень	16623,5	3134,41	19757,91	13	1494,15
Квітень	22140,2	2754,48	24894,68	17	1494,15
Травень	10379,3	1893,32	12272,62	8	1512,35
Червень	8732,94	1085,25	9818,19	6	1512,35
Липень	9664,09	2380,21	12044,3	8	1512,35
Серпень	11124,9	2465,95	13590,85	9	1512,35
Вересень	15688,4	2278,88	17967,28	12	1512,35
Жовтень	25384,8	2769,26	28154,06	19	1512,35
Листопад	13989,6	2633,04	16622,64	11	1512,35
Грудень	18962,2	2897,13	21859,33	13	1631,36
Всього	185556,23	29761,22	215317,45	141	

В Таблиця 4.3 приведені дані про фактичне споживання електроенергії протягом 2018 року

Таблиця 4.3

Місяць	2018		2019	
	тис. кВт·год	грн	тис.кВт·год	грн
Січень	1,477	4298,07	1,821	5299,11
Лютий	2,130	6198,3	2,814	8188,74
Березень	1,803	5246,73	2,257	6567,87
Квітень	1,431	4164,21	2,639	7679,49
Травень	1,791	5211,81	1,593	4635,63
Червень	0,510	1484,1	-	-
Липень	0,245	712,95	-	-
Серпень	0,700	2037	-	-
Вересень	1,523	4431,93	-	-
Жовтень	2,097	6102,27	-	-
Листопад	1,457	4239,87	-	-
Грудень	3,100	9021	-	-
Всього	18,264	53148,24	11,124	32370,84

Кліматичні розрахункові параметри зовнішнього природного середовища згідно ДБН Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» (для м. Одеса, Одеської обл.):

- розрахункова температура для проектування опалення– 18 °С;
- тривалість опалювального періоду..... 165 діб;
- середні температура опалювального періоду 1,0 °С;

Розрахункові середньомісячні температури зовнішнього повітря, °С та тривалість опалювального періоду приведені в таблиці.

Щомісячна зовнішня температура повітря

місяць	січ	лют	бер	квіт	жовт	лист	груд	за рік
середньомісячна температура, °С	-1,3	-0,6	2,9	9,2	17	11,3	5,8	+3
тривалість, діб	29	26	29	12	13	28	28	165

4.4. Приклад фото- та відео матеріалів, результатів тепловізійної зйомки

Для фіксування та графічного зображення стану об'єктів енергетичного аудиту їх окремих складових необхідно застосовувати засоби фото- та відеозйомки та тепловізійної фіксації об'єкту.

Фото та відео матеріали, тепловізійна зйомка отримані у процесі проведення енергетичного аудиту у першу чергу можуть використовуватись під час представлення та аналізування стану об'єкту енергоаудиту. Найчастіше саме такі матеріали здатні досить наочно та інформативно охарактеризувати існуючий стан об'єкту. До переваг цього підходу можна віднести:

- документальність фіксації фактичного стану;
- простоту отримання матеріалів;
- невеликий час необхідний для отримання матеріалів.

Фотофіксація може бути:

- орієнтувальною;
- оглядовою;
- вузловою;
- детальною.

Приклади результатів обстеження, отриманих за допомогою фотофіксації та тепловізора, представлені на рис. 4.2

Фасади



Рис. 4.2 Приклади результатів обстеження будівель тепловізором (початок)

Фасади



Рис. 4.2 Приклади результатів обстеження будівель тепловізором
(продовження)

Двері

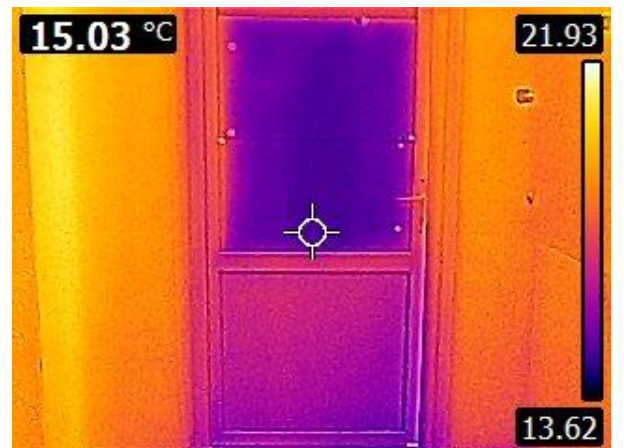


Рис. 4.2 Приклади результатів обстеження будівель тепловізором
(продовження)

Двері

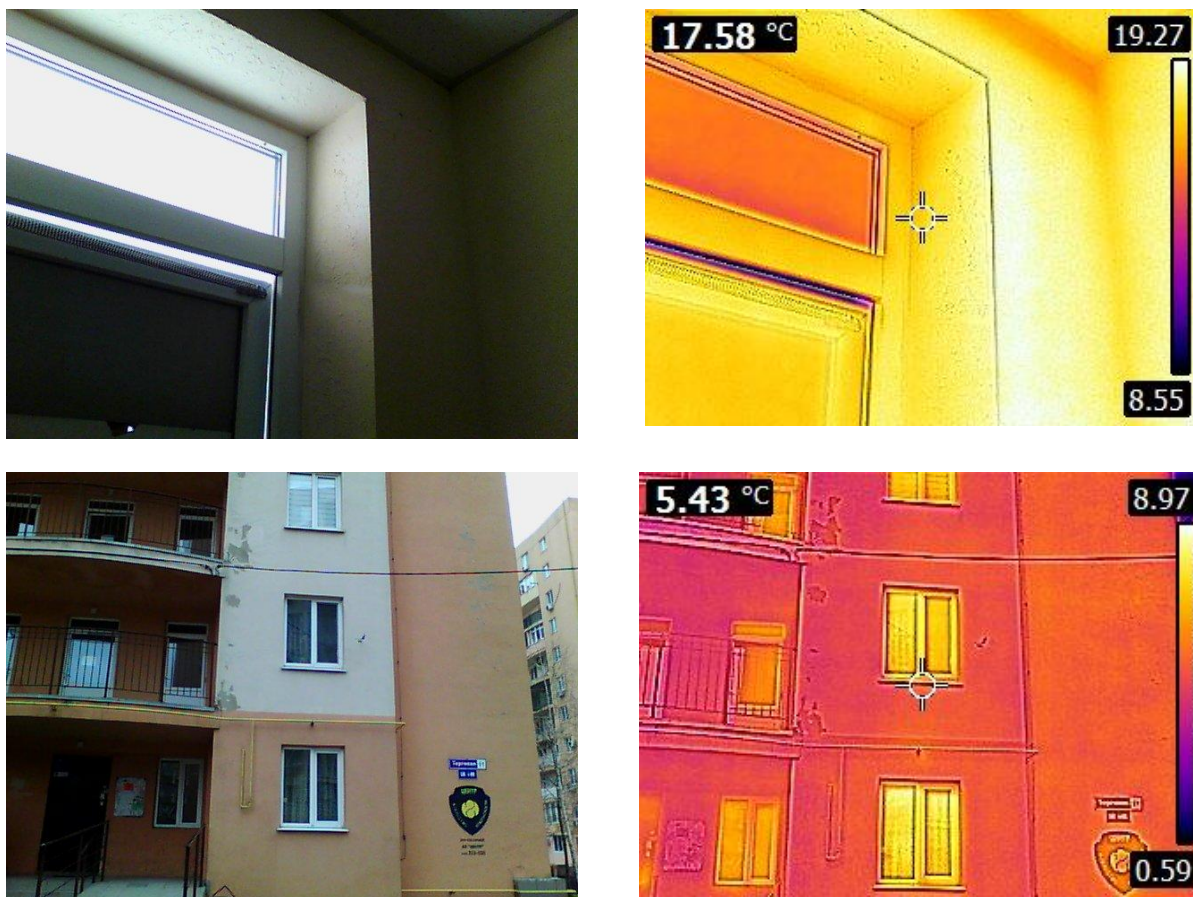


Рис. 4.2 Приклади результатів обстеження будівель тепловізором
(продовження)

Зовнішні вікна

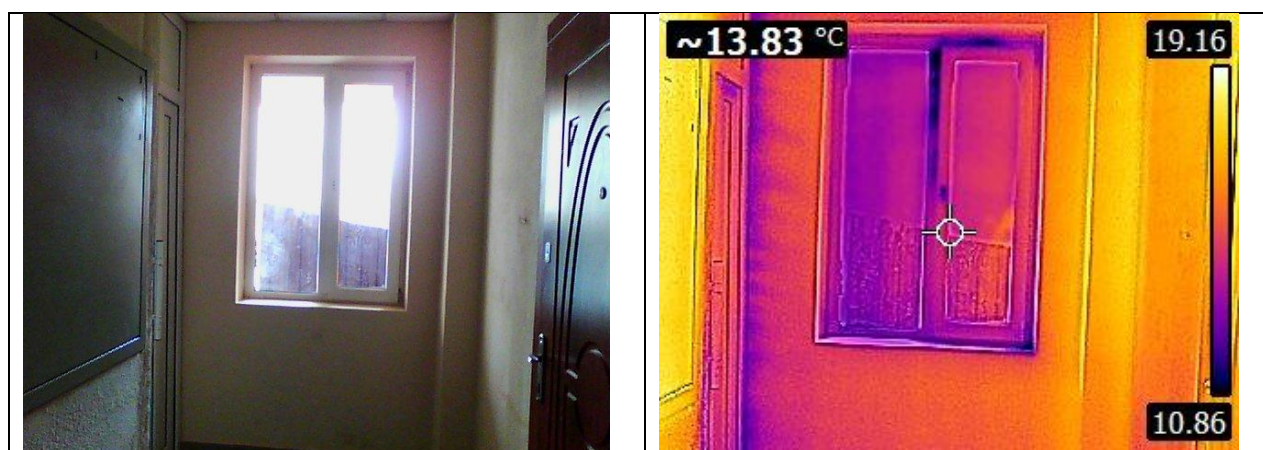
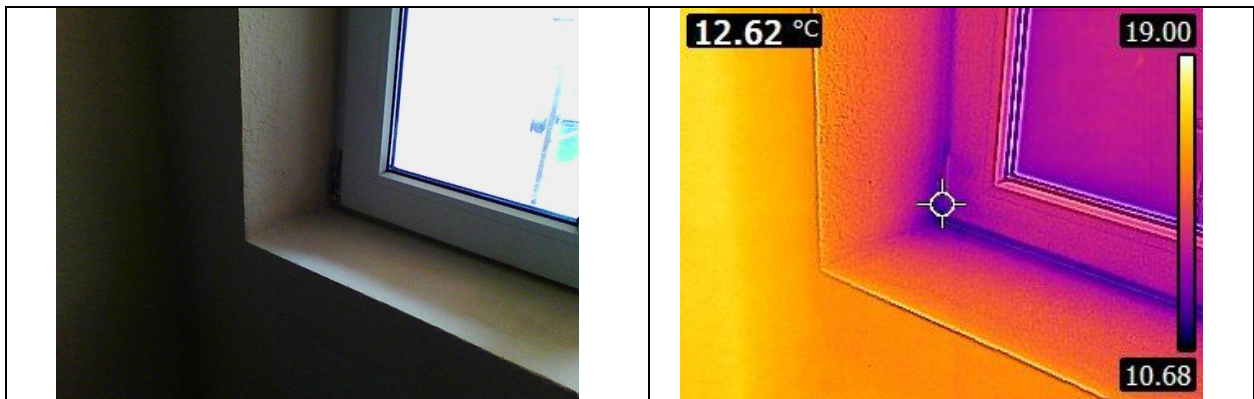


Рис. 4.2 Приклади результатів обстеження будівель тепловізором
(продовження)

Зовнішні вікна



Балкони та лоджії



Цоколь та відмостка



Рис. 4.2 Приклади результатів обстеження будівель тепловізором
(продовження)

4.5. Розрахунок тепловитрат через вікна та двері

Метод розрахунку тепловитрат визначено в ISO 10077-1:2017 «Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнт пропускання тепла. Частина 1: загальні положення (ISO 10077-1:2017).

Орієнтовна теплопередача вікон:

- Вікна з однією скляною панеллю:
 $U_g=5,7 \text{ Вт/м}^2\text{К};$
- Старі вікна з подвійними склопакетами в рамі:
 $U_w=2,8 \text{ Вт/м}^2\text{К};$
- Старі вікна з подвійними склопакетами в окремих рамах:
 $U_w=2,4 \text{ Вт/м}^2\text{К};$
- Нові вікна з подвійним склопакетом в пластиковій рамі:
 $U_w=1,3-1,8 \text{ Вт/м}^2\text{К};$
- Трикамерне нове вікно в пластиковій рамі:
 $U_w=0,7-1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К};$
- Виробники зазвичай вказують U_w вікон.

Види типових наявних старих вікон:

- вікна з однією скляною панеллю;
- два віконних скла в одній рамі;
- два віконних скла в різних рамах.

Теплопередача через вікна та двері розраховуються за формулою:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_g}$$

Під час визначення коефіцієнта теплопередачі вікна (U_w - вікно) враховується такі частини :

- Засклення (U_g - засклення)
- Рама (U_f - рама)
- Віконна ущільнювальна прокладка (теплові мости)

4.6. Приклад опису будівлі

Багатоквартирний житловий будинок.

Будівля 10-ти поверхова має цокольний та технічний поверх, висота поверху 3 метри, загальна площа будівлі – 4910 м², загальний об'єм – 14730 м³, опалювальна площа – 3803 м², опалювальний об'єм – 11410 м³, підвал неопалювальний. Введено до експлуатації в 2000 році.

Тип конструкції: монолітний каркас, стінове заповнення – газобетон, товщиною 400 мм. Має внутрішнє та зовнішнє оздоблення, яке частково порушено.

Характерні приклади порушення стін та оздоблення, виявлені під час обстеження, наведені на рис. 4.3.



Рис. 4.3 Приклади порушення стін та оздоблення

Приклади латкового утеплення стін, виявлені під час обстеження, наведені на рис. 4.4.



Рис. 4.4 Приклади латкового утеплення стін

Приклади фотофіксації стану підвалів обстежених будівель наведені на рис. 4.5.

Стан підвальної плити перекриття



**Неізольована підлога
(тепловтрата через землю)**

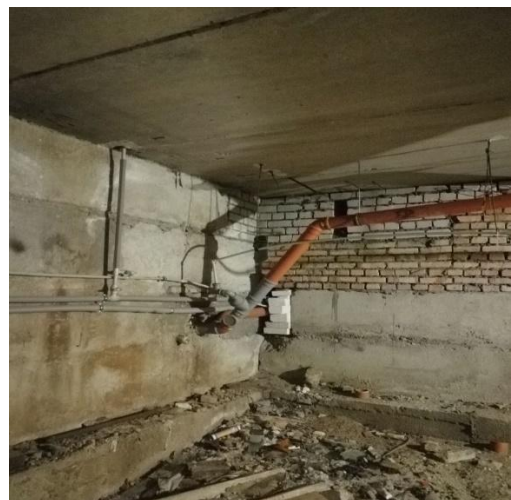


Рис. 4.5 Приклади фотофіксації стану підвалів обстежених будівель (початок)

**Вікна підвалу або вентиляційні
продухи**



**Опалювальний чи
неопалювальний підвал**



Рис. 4.5 Приклади фотофіксації стану підвалів обстежених будівель
(продовження)

4.7. Приклад розрахунку втрат тепла через огорожуючі конструкції

Метод розрахунку визначено в EN ISO 13370 «Теплові характеристики будівель. Втрати тепла через землю. Методологія розрахунку».

Не ізольована підлога. Якщо $dt < B'$:

$$U = \frac{2\lambda}{\pi B + dt} \ln\left(\frac{\pi B'}{dt} + 1\right)$$

де λ -теплопровідність землі, Вт/мК

Втрати тепла через:

- Підлогу на землі
- Вентильовану підлогу
- Опалювальний підвал
- Неопалювальний підвал

Ізольована підлога. Якщо $dt \geq B'$

$$U = \frac{\lambda}{0.457B' + d_t}$$

де λ - теплопровідність землі, Вт/м·К

Вентильована підлога

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}$$

де U_f – втрати тепла через підлогу, U_g – втрати тепла через землю, U_x – втрати тепла через стіни і вентиляцію

Неопалювальний підвал

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{(AU_{bf} + (zPU_{bw}) + (hPU_w) + (0.33nV))}$$

де U_f - втрати тепла через підлогу, U_w - втрати тепла через стіни нижче рівня землі, U_{bw} - втрати тепла через стіни підвалу вище рівня землі, U_{bf} - втрати тепла через підлогу підвалу.

Приклад зведеного опіру теплопередачі огорожуючих конструкцій будівлі наведено в Таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Опір теплопередачі огорожуючих конструкцій будівлі

№ з/п	Найменування огорожуючих конструкцій	Термічний опір огорожень $R, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	
		Фактичні значення	Нормативні значення згідно ДБН В.2.6-31:2021
1	Зовнішні стіни	3,8	3,5
2	Вікна	0,7	0,
3	Двері	0,6	0,6
4	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	3,7	5,5
5	Неопалювальний підвал	3,5	-

4.8. Приклад опису інженерних систем

Джерелом теплопостачання є дахова котельня де встановлені два котла потужністю 200 кВт кожний. Системи опалення двотрубні закриті, з насосною циркуляцією, з горизонтальним розведенням трубопроводів, з розподільними гребінками в загальних коридорах.

Перед кожною гребінкою встановлена запірна арматура.

Відводи на квартири облаштовані вузлами обліку. Трубопроводи виконані із пластикових труб з прокладкою в підлозі.

Головні стояки проходять в ізоляції загальними коридорами. В якості нагрівальних приладів прийняті сталеві радіатори в кількості 208 шт.

Розподільчі трубопроводи системи опалення прокладені по периметру приміщення. В приміщенні автоматично підтримується задана температура повітря за рахунок регулювання витрати теплоносія в опалювальному приладі автоматичними терморегуляторами.

Обладнання системи опалення наведена на рис. 4.6, 4.7.



4.6. Опалювальний котел



Рис. 4.7 Тепловий пункт

Вентиляція приміщень відбувається за рахунок природної конвекції та повітропроникності огорожувальних конструкцій (через нещільності дверних конструкцій). Видалення повітря відбувається через вентиляційні канали, розміщені в санвузлах, ваннах та кухнях.

Виходи вентиляційних шахт розташовані на даху будівлі (рис. 4.8).



8

Рис. 4.8 Виходи вентиляційних шахт

Облік споживання електричної енергії на потреби освітлення місць загального користування проводиться вузлами обліку електричної енергії. Місця загального користування освітлюються лампами розжарювання. Регулювання освітлення в квартирах здійснюється в ручному режимі.

Приклад характеристики автоматизації інженерних систем наведено у Таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Характеристика автоматизації інженерних систем

Характеристика	Варіанти деталізації характеристики	Клас енергетичної ефективності
Системи опалення		
Регулювання надходження теплової енергії до приміщення	Відсутнє автоматичне регулювання	D
Регулювання розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі	Відсутнє автоматичне регулювання	D
Регулювання циркуляційних, змішувальних та циркуляційно змішувальних насосів (на різних рівнях системи)	Відсутнє автоматичне регулювання	D
Регулювання періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія	Відсутнє автоматичне регулювання	D
Взаємозв'язок між регулюванням споживання енергії та/або розподілення теплоносія у системі опалення	Відсутнє автоматичне регулювання	D
Системи вентиляції та кондиціонування		
Регулювання витрати повітря у приміщенні	Відсутнє автоматичне регулювання	D
Системи освітлення		
Регулювання за присутності людей у приміщенні	Ручне включення/виключення	C
Регулювання зовнішнього освітлення	Ручне	C та нижче

4.9. Аналіз фактичного споживання енергії

Важливим та відповідальним є визначення та аналіз фактичного споживання енергії. Найбільш прийнятним періодом, що найбільш об'єктивно характеризує енергоспоживання є рік. В свою чергу річне споживання енергії формується шляхом аналізу щомісячного споживання. Аналізувати енергоспоживання необхідно за три роки до проведення аудиту.

Приклад аналізу наведено нижче.

Теплова енергія. Інформація про фактичне споживання теплової енергії, в будівлі яка аналізується, за три останні роки відсутня. Тому коректна інформація про фактичне її споживання є лише за 2023 – 2024 рік.

За 2023 – 2024 рік будівлею спожито 324 Гкал теплової енергії.

Фактичне споживання теплової енергії в 2022 році, приведене до розрахункових умов визначається за формулою:

$$Q_{\text{рік}}^{\text{p.y}} = [324 / (19 + 0,6) / 155] \cdot (21 - 0,3) \cdot 180 = 398 \text{ Гкал/рік}$$

де: – середня розрахункова температура опалювального періоду, $t_{\text{cp}} = +0,3^{\circ}\text{C}$;

– фактична середня температура опалювального періоду 2023 року,

$$t_{\text{cp}}^{\phi} = -0,6^{\circ}\text{C};$$

– середня фактична внутрішня температура у приміщеннях будівлі,

$$t_{\text{в}}^{\phi} = 21^{\circ}\text{C};$$

– розрахункова внутрішня температура у приміщеннях будівлі, $t_{\text{в}}^{\text{p}} = 20^{\circ}\text{C}$;

– фактична тривалість опалювального періоду, $n_{\text{o}}^{\phi} = 155$ діб;

– розрахункова тривалість опалювального періоду, $n_{\text{o}} = n$ 168 діб.

Розрахунок проведемо за класичною методологією.

Згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» при визначенні розрахункового споживання тепла на обігрів будівель та теплових навантажень на системи опалення слід враховувати тепловий баланс між втратами тепла та тепловими надходженнями. Тому розрахунок проведений у відповідності ДСТУ НБА.2.2-5:2007 «Настанова з

розроблення та складання енергетичного паспорта будівель».

В таблиці 4.6 наведений приклад аналізу фактичного споживання теплової енергії.

Таблиця 4.6

Фактичне споживання теплової енергії

Найменування будівлі	Опалювальна площа, м ²	Опалювальний об'єм, м ³	Фактичне річне споживання тепла, Гкал		
			заміряне	приведене	розрахункове.
Житловий будинок	4070	12210	324	511	511

4.10. Приклад розрахунку теплонадходжень

Види теплонадходжень наведено на рис. 4.9

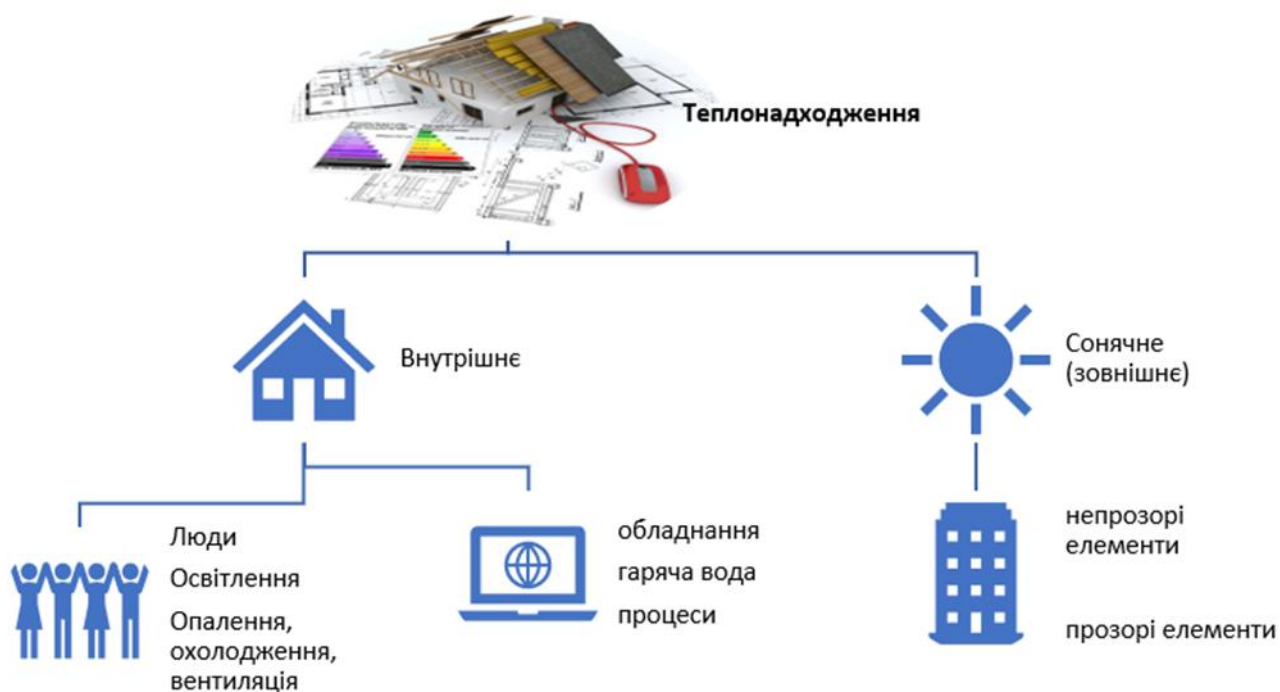


Рис. 4.9 Види теплонадходжень

Приклад внутрішніх теплонадходжень обстеженої будівлі наведено в таблиці 4.7.

Внутрішні теплонадходження

ОБЛАДНАННЯ ↓ $\Phi_{int} = \Phi_{int.oc} + \Phi_{int.A} + \Phi_{int.L}$ ↓ ↓ Мешканці Освітлення	Призначення будівлі	Графік використання Год/тиждень	Метаболічна теплота $\Phi_{int.oc}, \text{Вт/м}^2$	Освітлення $\Phi_{int.L}, \text{Вт/м}^2$	Обладнання $\Phi_{int.A}, \text{Вт/м}^2$
	Одноквартирні будинки	112	1,2	2,0	2,0
	Багатоквартирні будинки, гуртожитки	112	1,8	2,0	2,0
	Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	50	4,0	7,0	6,0
	Будівлі навчальних закладів	50	7,0	7,0	6,0
	Будівлі дитячих дошкільних закладів	50	7,0	7,0	3,0
	Будівлі закладів охорони здоров'я	168	2,7	7,0	6,0
	Готелі	168	4,0	8,0	2,0
	Ресторани	84	5,0	8,0	4,0
	Спортивні заклади	84	5,0	8,0	1,0
	Будівлі закладів оптової та роздрібної торгівлі	84	7,0	12,0	2,0
	Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	56	5,0	8,0	2,0
	Інші види будівель	60	3,0	7,0	2,0

4.11. Приклад сонячних теплонадходжень

Розрахунок сонячних теплонадходжень наведено на рис. 4.10.

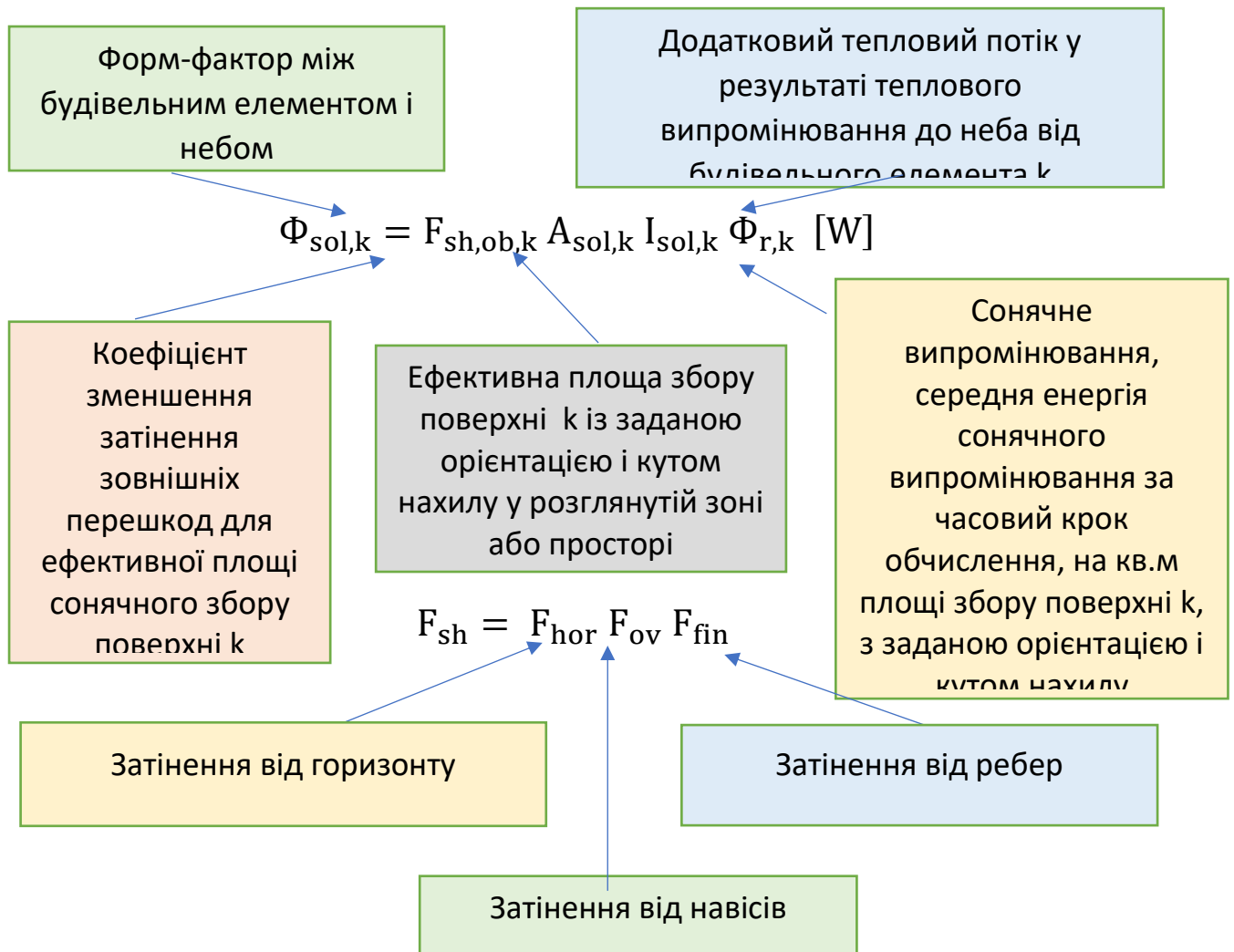


Рис. 4.10 Розрахунок сонячних теплонадходжень

Коефіцієнт пропускання сонячної енергії вікнами, що враховується при розрахунку, наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Коефіцієнт пропускання сонячної енергії вікнами

	Типи вікон	Коефіцієнт пропускання сонячної енергії
1	Одинарне скління	0,85
2	Подвійне скління	0,75
3	Подвійне скління з селективним покриттям	0,67
4	Потрійне скління	0,7
5	Потрійне скління з двома селективними покриттями	0,5

Приклад розрахунку коефіцієнту використання тепло надходження наведено на рис. 4.11.

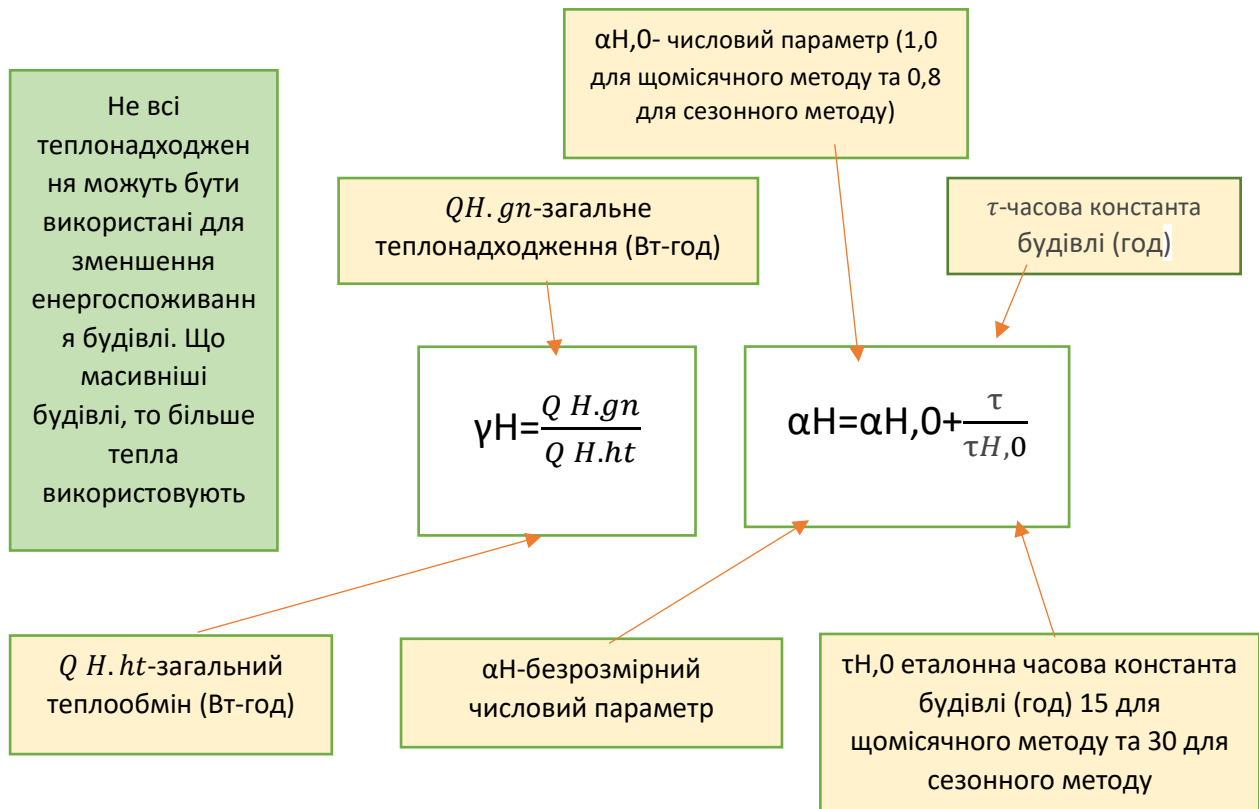


Рис. 4.11 Розрахунок коефіцієнту використання теплонадходження

Коефіцієнт використання теплонадходження розраховується за формулою:

$$\eta_{H, gn} = \frac{1 - \gamma_H^{\alpha_H}}{1 - \gamma_H^{\alpha_H + 1}}$$

Зразок розрахунку енергопотреб опалення приміщень наведено на рис. 4.12.

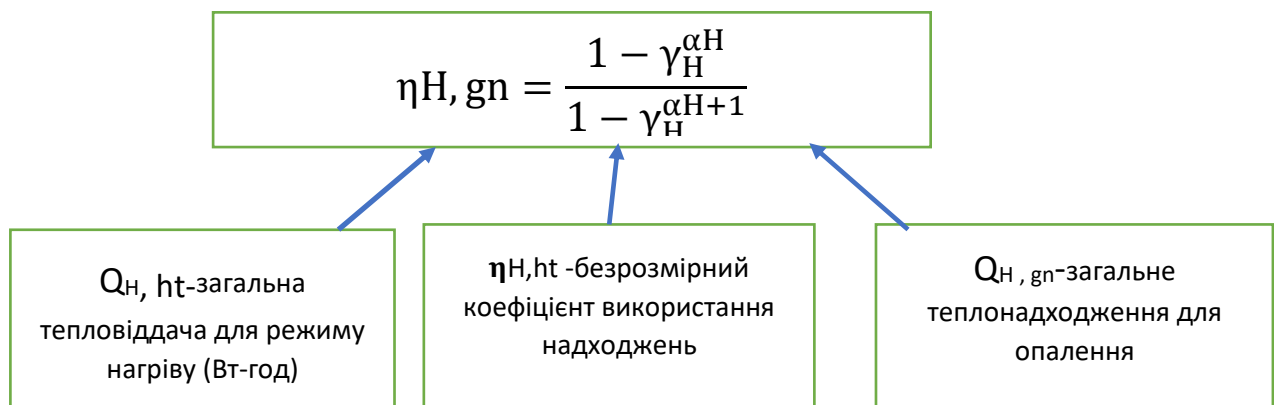


Рис. 4.12 Енергопотреба опалення приміщень

4.12. Визначення енергопотреби та використання енергії

Згідно ДСТУ Б А.2.2-12:2015:

- Енергопотреба будівлі показує, скільки енергії потребує будівля для опалення приміщень;
- Енергопотреба ґрунтується на огорожувальних елементах будівлі, обмін повітря та тепло надходженнях;
- Енергопотреба має менше значення, ніж використання енергії;
- Використання енергії у будівлі охоплює також енергію, що використовується не лише для покриття енергетичних потреб будівлі й енергії, що використовують для постачання енергії до будівлі;
- Під час енергопостачання будівлі, частина енергії втрачається в системі теплопостачання.

Розрахунок слід проводити згідно з 15 розділом ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Приклад визначення енергетичних показників будівлі наведено нижче.

4.12.1. Характеристика теплопередачі трансмісією

Розрахункові витрати теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду $Q_{\text{рік}}$, кВт·год, за ДСТУ 9190:2022.

Загальний показник енергоефективності будівлі EP повинен визначатися за умовою:

$$EP \leq EP_{\text{max}},$$

де EP – розрахункова питома річна енергопотреба будівлі, що визначається за формулою (3) ДБН В.2.6-31:2021;

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі, кВт год/м².

$$EP = (Q_{H, \text{nd}} + Q_{C, \text{nd}}) / A_f,$$

де $Q_{H, \text{nd}}$, $Q_{C, \text{nd}}$, $Q_{DHW, \text{nd}}$ - річна енергопотреба будівлі для опалення, охолодження та гарячого водопостачання відповідно, кВт год, визначається згідно ДСТУ 9190:2022

A_f – кондиціонована (опалювальна) площа, м².

Річну енергопотребу для опалення (охолодження) визначаємо за формулою (65) ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{H,C\ nd,an} = \sum Q_{H,\ nd,I} / 1000, \text{ кВт год},$$

де $Q_{H,C\ nd,I}$ – енергопотреба для опалення (охолодження) і-го місяця, кВт год, яка визначається згідно формули (3):

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

де $Q_{H,C\ ht}$ – сумарна теплопередача в режимі опалення (охолодження), кВт год, яка визначається згідно формули (7):

$$Q_{H,C\ ht} = Q_{H,C\ tr} + Q_{H,C\ ve},$$

де $Q_{H,C\ tr}$ – сумарна теплопередача трансмісією, кВт год;

$Q_{H,C\ ve}$ – сумарна теплопередача вентиляцією, кВт год;

$Q_{H,C\ gn}$ – сумарні теплонадходження в режимі опалення (охолодження) Вт год, для кожного місяця визначаємо по формулі (8):

$$Q_{H,C\ gn} = Q_{int} + Q_{sol}, \text{ Вт год}$$

Q_{int} – сума внутрішніх теплонадходжень Вт/год;

Q_{sol} – сума сонячних теплонадходжень Вт/год;

$\eta_{H,C,gn}$ – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень, який визначається в залежності від співвідношення надходжень і втрат теплоти $\gamma_{H,c}$ та числового параметра $a_{H,c}$, який залежить від інерції будівлі.

Коефіцієнт використання надходжень для опалення знаходимо за формулою:

$$\text{якщо } \gamma_H > 0 \text{ та } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}},$$

$$\text{якщо } \gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1},$$

$$\text{якщо } \gamma_H < 0 \text{ та } Q_{H,gn} > 0: \quad \eta_{H,gn} = 1 / \gamma_H,$$

$$\text{якщо } \gamma_H \leq 0 \text{ та } Q_{H,gn} \leq 0: \quad \eta_{H,gn} = 1$$

де γ_H – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення:

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}$$

де $Q_{H,gn}$ - сумарні теплонадходження для режиму опалення, Вт·год;

$Q_{H,ht}$ - сумарна теплопередача для режиму опалення, Вт·год;

a_H - безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі τ_H .

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}$$

де $a_{H,0}$ - довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1,0;

τ - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{H,0}$ - довідкова часова константа, яку приймають 15 год.

Коефіцієнт використання надходжень для охолодження знаходимо за формулою (51а):

$$\text{якщо } \gamma_C > 0, \gamma_C \neq 1 \text{ та } Q_{C,ht} > 0: \quad \eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}},$$

$$\text{якщо } \gamma_C > 0, \gamma_C \neq 1 \text{ та } Q_{C,ht} \leq 0: \quad \eta_{C,ls} = 1,$$

$$\text{якщо } \gamma_C = 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1},$$

$$\text{якщо } \gamma_C < 0: \quad \eta_{C,ls} = 1,$$

де γ_C – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження:

$$\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}}$$

де $Q_{C,gn}$ - сумарні теплонадходження для режиму охолодження, Вт·год;

$Q_{C,ht}$ - сумарна теплопередача трансмісією та вентиляцією для режиму охолодження, Вт·год;

a_C - безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі τ_H .

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}}$$

де $a_{C,0}$ - довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1,0;

τ - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{C,0}$ - довідкова часова константа, яку приймають 15 год.

Часову константу зони будівлі згідно ДСТУ 9190:2022 розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ye,adj} + H_{ye,extra,adj}}$$

де C_m – внутрішня теплоємність будівлі, Вт год/К;

$H_{tr,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К, розраховане згідно ДСТУ 9190:2022:

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

де H_D – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К розрахований відповідно до методики розрахунку теплопередачі до ґрунту (пункт Б.1.1. «Підлога по ґрунту» Додаток Б ДСТУ 9190:2022).

H_u – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, в нашому випадку відсутні;

H_A – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміщених будівель, в нашому випадку відсутні.

В нашому випадку H_x , що відображає H_D , H_g розраховане згідно формули ДСТУ 9190:2022:

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

де A_i – площа і-го елемента оболонки будівлі, м²;

U_i - приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м² К), що становить $U_i = 1/R_{\Sigma прі}$;

Для існуючих будівель, за відсутності інформації чи її недостатній кількості щодо теплопровідних включень у конструкції, необхідно додавати коригуючу поправку до коефіцієнта теплопередачі ΔU для врахування впливу теплопровідних включень, згідно таблиці 4 ДСТУ 9190:2022.

$R_{\Sigma np}$ – приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, $m^2 K/W$;

$b_{tr,x}$ – поправочний коефіцієнт, згідно табл.3 ДСТУ 9190:2022

Приклад розрахованих характеристик теплопередачі трансмісією наведено в таблиці 4.9

Таблиця 4.9

Характеристики теплопередачі трансмісією

місяць	год., t	θ_c	$\theta_{int,set,H}$	$H_{tr,adj}$	Q_{tr}
Січень	744	-1,3	19	2360,072	35644,64051
Лютий	672	-0,6	19	2360,072	31084,98126
Березень	744	2,9	19	2360,072	28269,8873
Квітень	720	9,2	19	2360,072	16652,66853
Травень	744	15,3	19	2360,072	6496,806397
Червень	720	19,6	19	2360,072	-1019,55113
Липень	744	22,0	19	2360,072	-5267,68086
Серпень	744	21,6	19	2360,072	-4565,32341
Вересень	720	17,0	19	2360,072	3398,503782
Жовтень	744	11,3	19	2360,072	13520,38088
Листопад	720	5,8	19	2360,072	22430,12496
Грудень	744	1,1	19	2360,072	31430,49581
Всього за рік					178075,9

Тоді, репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією для періоду опалення і охолодження, відповідно, дорівнює:

$$H_{tr, adj} = 2360,072 \text{ Вт/К}$$

Внутрішню теплоємкість будівлі згідно ДСТУ 9190:2022 розраховуємо за формулою:

$$C_m = C \times A_f, \text{ Вт год/ К,}$$

де C – внутрішня теплоємкість будівлі на одиницю площі, приймаємо згідно табл.15 ДСТУ 9190:2022;

A_f – кондиціонована площа будівлі, m^2 .

Розраховуємо згідно розділу 12.4

$$C_m = 35 \times 4070 = 142450 \text{ Вт} \cdot \text{год/ К}$$

4.12.2. Характеристика внутрішніх та сонячних теплонадходжень

Суму внутрішніх теплонадходжень згідно ДСТУ 9190:2022 визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{int}} = (\sum \Phi_{\text{int, mn, k}} \times A_f) t, \text{ Вт/ год},$$

де $\Phi_{\text{int, mn, k}}$ – усереднений за часом тепловий потік від k-го внутрішнього джерела, Вт/м²;

A_f – кондиціонована опалювальна площа, м²;

t – тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

До уваги прийняті наступні теплонадходження:

- внутрішній тепловий потік від людей, $\Phi_{\text{int, Oc}}$;
- внутрішній тепловий потік від освітлення, $\Phi_{\text{int, L}}$.
- внутрішній тепловий потік від обладнання, $\Phi_{\text{int, A}}$;
- графік використання – 112 год/тиждень;
- метаболічна теплота, $\Phi_{\text{int, Oc}} = 1,8 \text{ Вт/м}^2$;
- освітлення, $\Phi_{\text{int, L}} = 2 \text{ Вт/м}^2$;
- обладнання $\Phi_{\text{int, A}} = 2 \text{ кВт}$.

Теплонадходження від сонця для кожного місяця розраховується відповідно до ДСТУ 9190:2022.

Відомості щодо кліматичних даних та характеристик внутрішніх і сонячних тепло надходжень для кожного регіону України наведені в ДСТУ 9190:2022.

4.13. Розрахунок теплових витрат

Приклад розрахунку теплових витрат будівлі наведено нижче.

Розрахунок виконано згідно «Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг» затверджено наказом від 22.11.2018 № 315 «Міністерства регіонального розвитку України».

Вихідні данні:

$T_n = 80^\circ\text{C}$ розрахункова температура теплоносія в подавальному трубопроводі

$T_o = 60^{\circ}\text{C}$ розрахункова температура теплоносія в зворотньому трубопроводі

$t_{\text{под}}^{\circ}\text{C}$, середня за опалювальний період температура теплоносія у подавальному трубопроводі

$$t_{\text{под}} = t_{\text{вн}} + 0,5 \cdot (t_{\text{п}} - t_o) \cdot q + 0,5 \cdot (t_{\text{п}} + t_o - 2t_{\text{вн}}) \cdot q^{[1/(1+3)]}$$

Відносний тепловий потік

$$q = (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}) \div (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}) = (22 - 2) \div (22 + 18)$$

$$t_{\text{под}} = 22 + 0,5 \cdot (80 - 60) \cdot 0,5 + 0,5 \cdot (80 + 60 - 2 \cdot 22) \cdot 0,5(1/(1+0,3)) = 55,16^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{зв}}^{\circ}\text{C}$, середня за опалювальний період температура зворотної води.

$$t_{\text{зв}} = t_{\text{вн}} - 0,5 \cdot (t_{\text{п}} - t_o) \cdot q + 0,5 \cdot (t_{\text{п}} + t_o - 2t_{\text{вн}}) \cdot q(1/1+0,3))$$

$$t_{\text{зв}} = 22 - 0,5 \cdot (80 - 60) \cdot 0,5 + 0,5 \cdot (80 + 60 - 2 \cdot 22) \cdot 0,5(1/1+0,3)) = 45,16^{\circ}\text{C}$$

Теплові витрати складають :

$$Q_{\text{рік}} = Q_{\text{год}} \cdot 24 \cdot n \text{ Гкал/рік}$$

n – кількість діб роботи трубопроводів (для трубопроводів опалення $n = 168$ діб)

$$Q_{\text{год}} = \sum \beta \cdot q \cdot L, \text{ Гкал/рік}$$

β – коефіцієнт, враховуючий додаткові витрати тепла арматурою опорами та компенсаторами, дорівнює 1,25

q – норма витрат тепла для ізоляційних трубопроводів , ккал/м·г

Норма витрат тепла визначається по формулі:

$$q = \frac{t - t_o}{R_t} \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{г}}$$

t – середньорічна температура теплоносія у трубопроводі, $^{\circ}\text{C}$

t_o – температура повітря у приміщенні, $^{\circ}\text{C}$ (для топкових $+18^{\circ}\text{C}$, для коридорів $+16$):

R_t – повний термічний опір, $\text{м} \cdot \text{г} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{ккал}$

Теплові витрати бойлерів непрямого нагріву встановлених у топкових, модель EV12S800 99 F43 TP визначаємо відповідно паспортних даних.

Теплові витрати одного бойлера складає 3,7 кВт/24рік, або 0,00318143 Гкал/день, відповідно для двох бойлерів: $Q_{\text{рік}} \text{ бойл} = 2 \cdot 0,00318143 \cdot 365 = 1,255374 \text{ Гкал/рік}$

Приклад зведеного розрахунку наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Теплові витрати топочної № 1

Топочна № 1	Котловий контур	Котловий контур	Розп. гребенка	Опалов. контур
t под °C	65.00	65.00	65.00	55.16
t обр °C	50.00	50.00	50.00	45.16
β	1.25	1.25	1.25	1.25
t °C	18	18	18	18
d зов	57	76	219	76
d вн	50	69	207	69
λгр	50	50	50	50
Rmp	0,0004	0,0003	0.0002	0,0003
Rв	0,0055	0.0040	0.0013	0.0040
Товщ. ізоляц. матер	20	20	20	20
λиз	0.045	0.045	0.045	0.045
Rиз	1.8813	1.4963	0.5936	1.4963
Rвн	0.3648	0.3050	0.1366	0.3050
R t	2.2520	1.8056	0.7317	1.8056
q под	20.870	26.030	64.230	20.582
q обр	14.210	17.772	43.731	15.043
L под	2.70	2.50	2.00	5.80
L обр	2.70	6.80	2.00	5.80
Q под	70.437	81.343	160.575	149.217
Q обр	47.957	150.640	109.328	109.065
Q год	118.394	231.982	269.903	258.283
Q рік Гкал/рік	1.037	2.032	2.363	0.979
Q бойл Гкал/рік	1.255374			
Q топ Гкал/рік	15.908			

Теплові витрати топочної № 2

Топочна № 2	Котловий контур	Котловий контур	Розп. гребенка	Опалов. контур
t под °C	65.00	65.00	65.00	55.16
t обр °C	50.00	50.00	50.00	45.16
β	1.25	1.25	1.25	1.25
t °C	18	18	18	18
d зов	57	76	219	76
d вн	50	69	207	69
λгр	50	50	50	50
Rmp	0.0004	0.0003	0.0002	0.0003
Rв	0.0055	0.0040	0.0013	0.0040
Товщ. ізоляц. матер	20	20	20	20
λиз	0.045	0.045	0.045	0.045
Rиз	1.8813	1.4963	0.5936	1.4963
Rвн	0.3648	0.3050	0.1366	0.3050
R t	2.2520	1.8056	0.7317	1.8056
q под	20.870	26.030	64.230	20.582
q обр	14.210	17.772	43.731	15.043
L под	2.70	2.50	1.60	6.80
L обр	2.70	6.80	1.60	6.80
Q под	70.437	81.343	128.460	174.945
Q обр	47.957	150.640	87.462	127.870
Q год	118.394	231.982	215.922	302.814
Q рік Гкал/рік	1.037	2.032	1.891	1.148
Q бойл Гкал/рік	1.255374			
Q топ Гкал/рік	15.477			

4.14. Загальне енергоспоживання при опаленні

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти визначаємо для кожного місяця за формулою:

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

де $\eta_{H,gen}$ - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти;

$Q_{H,gen,ls,i}$ – енергія виходу з підсистеми виробництва теплоти упродовж і-го місяця, дорівнює енергії входу в підсистему розподілення $Q_{H,dis,in,I}$, Вт·год;

Ефективність підсистеми виробництва теплоти приймається згідно з даними табл.27 ДСТУ $\eta_{H,gen} = 77\%$ (ККД котла).

Приклад розрахунку енергоспоживання при опаленні наведено в таблиці 4.11

Таблиця 4.11

Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}=Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}=Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	56465,6	13513,38	69978,98	107446,6	32094,43	139540,99
Лютий	46385,8	11101,07	57486,87	90223,71	26949,94	117173,655
Березень	36379,8	8706,432	45086,23	62318,57	18614,64	80933,208
Квітень	12669,3	3032,023	15701,32	42221,9	12611,74	54833,6416
Жовтень	9601,1	2297,74	11898,84	36297,34	10842,06	47139,4067
Листопад	30578,1	7317,966	37896,07	64684,88	19321,46	84006,3359
Грудень	48942,2	11712,87	60655,07	92160,72	27528,53	119689,243
Всього за рік	241022	57681,48			147962,8	643316

4.15. Енергоспоживання при охолодженні

Загальну енергію виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховують за формулою

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac} = 68269 / 0,93 = 73407,5 \text{ кВт·год.}$$

При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування прийнята згідно з таблицею 31 ДСТУ 9190:2022 і становить $\eta_{C,gen} = 2,25$:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} \cdot (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen} = 73407,5 \cdot (1 - 2,25) / 2,25 = - 40781,9 \text{ кВт·год.}$$

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначено згідно з формулою:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls} = 73407,5 - 40781,9 = 32625,6 \text{ кВт·год.}$$

Питоме енергоспоживання будівлі при охолодженні становить:

$$Q_{C,use} / A_f = 32625,6 / 4070 = 8,0 \text{ кВт·год/м}^2.$$

4.16. Енергоспоживання при освітленні

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні W , кВт год визначаємо згідно ДСТУ 9190:2022:

$$W = W_L + W_P$$

де W_L – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі кВт·год;

W_P – паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі, кВт год.

Значення W_L визначаємо за формулою:

$$W_L = (P_N \cdot F_c) \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)] \cdot A_f / 1000,$$

де P_N – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

F_c – постійний коефіцієнт яскравості;

F_O – коефіцієнт використання освітлення;

F_D – коефіцієнт природного освітлення;

t_D – час використання природного освітлення протягом року, год;

t_N – час використання штучного освітлення протягом року, год;

A_f – кондиціонована площа будівлі, м².

В нашому випадку: $F_c = F_O = F_D = 1$; $t_D = 2250$ год; $t_N = 250$ год.

Згідно фактично встановлених даних $P_N = 5$ Вт/м².

$$W_L = 50875 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Значення W_P визначаємо за формулою:

$$W_P = (P_{em} + P_{pc}) \cdot A_f,$$

де P_{em} – загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, згідно табл.36 ДСТУ 9190:2022 становить 1 кВт год/м²;

P_{pc} – загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, згідно табл.36 ДСТУ 9190:2022 становить 5 кВт·год/м².

$$W_P = (1 + 5) \cdot 4070 = 24420 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

$$W = 75295 \text{ кВт год.}$$

4.17. Визначення енергетичної ефективності будівлі

Розрахунок енерговтрат обчислюються за формулою:

$$[(EP - EP_{\max}) / EP_{\max}] \times 100\% = [(76 - 70) / 70] \times 100 = 75 \%$$

Таким чином енерговтрати становлять 75%.

Визначаємо значення загального показу питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні (EP), кВт·год/м³, для класу енергетичної ефективності житлові будівлі від 10 до 16 поверхів (за енергоспоживанням згідно Наказу від 27.10.2020 р. № 260):

$$EP_p = 70 \text{ кВт·год/м}^2.$$

Тобто, відповідно додатку до Мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель Наказу від 27.10.2020 р. № 260 будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «G» $EP = 166,1 \text{ кВт·год/м}^2 \geq EP_{\max} = 105 \text{ кВт·год/м}^2$.

Класифікація будинків за енергетичною ефективністю здійснюється відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» (таблиця 4.12).

Таблиця 4.12

Класифікація будинків за енергетичною ефективністю (ДБН В.2.6-31:2021)

Класи енергетичної ефективності будинку за питомою енергопотребою	Різниця розрахункового або фактичного значення питомої енергопотребы, EP і максимально допустимого значення, EP _{max} % [(EP-EP _{max})/EP _{max}]*100%
A	Мінус 50 та менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до 0
D	Від 1 до 25
E	Від 26 до 50
F	Від 51 до 75
G	76 та більше

Висновок: Будівля відноситься до класу G

4.18. Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів

1. Первинна енергія (E_p), кВт·год, обчислюється для кожного енергоносія та розраховується за формулою

$$E_p = \sum (E_{del,i} \times f_{p,del,i}),$$

де $E_{del,i}$ - поставлена енергія, кВт·год;

$f_{p,del,i}$ - фактор первинної енергії для i -го поставленого енергоносія.

Поставлена енергія ($E_{del,i}$) розраховується за формулою

$$E_{del,i} = Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{DHW,use} + Q_{V,use} + Q_{W,use},$$

2. Питомий показник споживання первинної енергії (e_p), кВт·год/м², розраховується за формулою

$$e_p = E_p / A_f,$$

де A_f - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м².

3. Маса викидів парникових газів (m_{CO_2}), кг, розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою

$$m_{CO_2} = \sum (E_{del,i} \times K_{del,i}) / 1000,$$

де $E_{del,i}$ - поставлена енергія i -го енергоносія, кВт·год;

$K_{del,i}$ - коефіцієнт викидів CO₂ для поставленого i -го енергоносія, г/кВт·год.

Питомий показник викидів парникових газів (m_{CO_2}), кг/м², розраховується за формулою

$$m_{CO_2,num} = \sum (E_{del,i} \times K_{del,i}) / A_f$$

4. Коефіцієнти викидів парникових газів (CO₂) включають всі викиди парникових газів (CO₂), пов'язані з первинною енергією, яка використовується в будівлі.

5. Фактори первинної енергії ($f_{p,nren}$) та коефіцієнти викидів парникових газів (CO₂) (K), г/кВт·год, приймаються згідно з показниками факторів первинної енергії і коефіцієнтів викидів парникових газів (CO₂).

Приклад розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів наведено у таблиці 4.13.

Таблиця 4.13

Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів				
	Енергоносії	E_{deli}	$f_{P,del,i}$	E_p
$Q_{H,use}$	1	643316,48	1,1	707648,128
$Q_{C,use}$	1	32625,6	2,3	75038,88
$Q_{DHW,use}$	1	83061	1,1	91367,1
$Q_{V,use}$	1	12210	2,3	28083
$Q_{W,use}$	1	75295	2,3	173178,5
	E_{deli}	846508,08	E_p	1075315,61

4.19. Висновки за результатами обстеження

Приклад висновків за результатами обстеження будівлі наведено нижче

Висновки по обстеженню будівлі.

1. Термооболонка будівлі потребує ремонту та оздоблення фасадів. Має місце окремі руйнування утеплення. Недостатній рівень теплоізоляції даху будівлі. У зв'язку з цим втрати тепла через огорожуючі конструкції будівлі становлять 15%.
2. Система опалення має суттєві недоліки, а саме: низький ККД котлів та взагалі системи опалення (ККД 77%). Принципова схема обв'язки чотирьох газових котлів в двох топкових не відповідає проектному рішення, що призводить до перевитрат газу. Відсутня система водо підготовки.
3. За час експлуатації будівлі ремонт трубопроводів системи опалення та теплової ізоляції не виконувався. Гідравлічна система опалення будівлі розбалансована. Опалювальні прилади та трубопроводи системи опалення забруднені. На трубопровідній системі має місце звуження діаметру умовного проходу.
4. Відсутня можливість регулювання тепловіддачі приладів опалення в залежності від температури зовнішнього повітря.

Пропонується наступні заходи по модернізації системи опалення:

- повернутись до проектного рішення з паралельною роботою усіх

чотирьох котлів;

- замінити розподільчі трубопроводи в підвалі та теплоізоляцію;
- замінити існуючі котли на сучасні конденсаційні;
- провести балансування системи опалення та підвищити потужність насосів;
- замінити опалювальні прилади;
- здійснити хімічну промивку системи опалення;
- встановити терморегулятори на приладах опалення.

За результатами обстеження та проведених розрахунків складається *енергетичний сертифікат будівлі*.

Приклад першої сторінки енергетичного сертифікату будівлі наведено у Додатку.

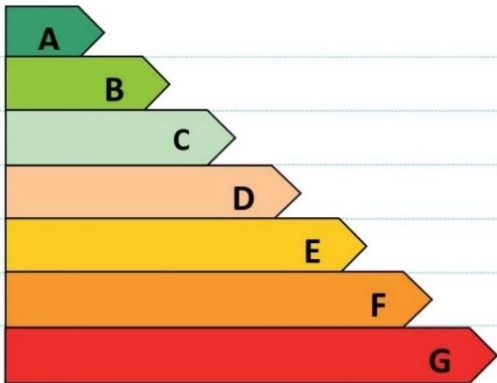
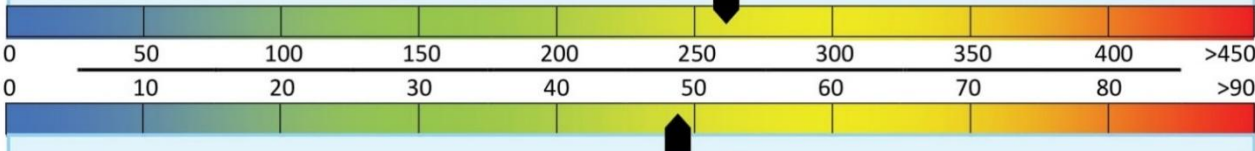
ЛІТЕРАТУРА

1. Боженко М. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с.
2. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд Зовнішні мережі та споруди. На заміну СНИП 2.04.07-86; чинний від 2009-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 56 с.
3. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. зовнішні мережі та споруди. теплові мережі. зі зміною № 1. На заміну СНиП 2.04.07-86; чинний від 2018-07-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 5 с.
4. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. На заміну ДБН А.3.1-5:2009; чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд, 2016. 51 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. На заміну СНиП 2.04.05-91; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 147 с.
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. На заміну ДБН В.2.6-31:2016; чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2022. 156 с.
7. ДБН В.2.5-41:2009. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопроводи з поліетиленових труб. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. На заміну ДБН В.2.5-20-2001; чинний від 2010-08-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2010. 149 с.
8. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. З урахуванням Зміни № 1. На заміну ДБН В.2.5-20-2001; чинний від 2020-06-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2019. 115 с.
9. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Зі Зміною № 1. На заміну СНиП 2.04.07-86; чинний від 2018-07-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 56 с.

- 10.ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. Чинний від 2009-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 72 с.
- 11.ДСТУ Б В.2.2-39:2016. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2016. 48 с.
- 12.ДСТУ Б В.2.7-182:2009. Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах. Чинний від 2010-08-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 56 с.
- 13.ДСТУ – Н Б В 2.2-27-2010. Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. Чинний від 2011-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 56 с.
- 14.ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. На заміну ДСТУ Б А.2.2-12:2015; чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2022. 156 с.
- 15.ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. На заміну ДСТУ Б В.2.6-189:2013; чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 60 с.
- 16.ДСТУ EN ISO 52003-1:2022. Енергетичні характеристики будівель. Показники, вимоги, рейтинги та сертифікати. На заміну ДСТУ Б EN 15217:2013 (EN 15217:2007, IDT); чинний від 2024-04-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2023. 73 с.
17. ДСТУ ISO 50001:2020. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT). На заміну ДСТУ ISO 50001:2014; чинний від 2020-09-15. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2020. 33 с.
- 18.ДСТУ ISO 50015:2016. Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання та верифікація рівня досягнутої/досяжної енергоефективності організацій. Загальні принципи та настанова (ISO

- 50015:2014, IDT). Чинний від 2016-09-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2016. 69 с.
- 19.ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем. На заміну СНиП 3.05.01-85; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 29 с.
- 20.ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем (СНиП 3.05.01-85, MOD). На заміну СНиП 3.05.01-85; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 22 с.
- 21.Енергозбереження в промисловості. Частина 1: Навчальний посібник/ А.В. Праховник, О.М. Суходоля, С.П. Денисюк, В.В. Прокопенко. Електронне навчальне видання. НМУ №Е11/12-104. Київ: НТУУ «КПІ», 2011. 517 с.
22. Енергозбереження в промисловості. Частина 2. Енергетичне обладнання: Навчальний посібник / А.В. Праховник, О.М. Суходоля, С.П. Денисюк, В.В. Прокопенко. Електронне навчальне видання. НМУ №Е12/13-024. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 230 с.
23. Прокопенко В.В. Енергетичний аудит. Навч. посіб. Київ. Київський політехн. ін-т, 2015. 88 с.
- 24.Централізоване теплопостачання [Електронний ресурс] / Danfoss District Energy, URL: <https://assets.danfoss.com/documents/192363/AR397130606552uk-UA0101.pdf>
- 25.Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on energy *efficiency*. Brussels: European Union, 2012. 56 p.
- 26.Doty S., Turner W. C., Roosa S. A. Energy Management Handbook. – 9th ed. – London: Routledge, 2017. 900 p.
- 27.Dongellini M., Marinosci C., Morini G. L. Energy Audit of an Industrial Site: A Case Study. Energy Procedia. 2014. Vol. 45, no. 68. P. 424–433.
- 28.ISO 50001:2018. Energy management systems – Requirements with guidance for use. Geneva: ISO, 2018. 35 p.
- 29.Thumann A., Niehus T., Younger W. J. Handbook of Energy Audits. – 9th ed. – New York: Taylor & Francis, 2020. 460 p.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	вул. Академіка Сахарова, 36, м. Одеса, Одеська область		
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	-		
Відомості про об'єкт сертифікації	існуюча будівля		
Функціональне призначення та назва будівлі:	Житловий будинок, ОСББ «ІЗУМРУД 2007» секції А, Б, В, Г, Д, Е, И, Ж		
Відомості про конструкцію будівлі			
Загальна площа, (м²):	33978,8		
Загальний об'єм, (м³):	101936		
Опалювана площа, (м²):	28924,25		
Опалюваний об'єм, (м³):	86773		
Кількість поверхів:	14		
Рік прийняття в експлуатацію:	2007		
Кількість під'їздів або входів:	93		
Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
		G 187,7 2021	
Питоме споживання первинної енергії:		259,9	
			
Питомі викиди парникових газів:		49,6	