

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
”Київський політехнічний інститут”

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

Методичні рекомендації

до виконання курсового проекту
для студентів напрямів підготовки «Теплоенергетика» та
«Електротехніка та електротехнології»

Київ
НТУУ «КПІ»
2015

Енергетичний аудит [Текст]: метод. рек. до викон. курсового проекту для студ. напрямів підготовки «Теплоенергетика» та «Електротехніка та електротехнології» /Уклад: В.І Шкляр, В.В. Дубровська, В.І. Дешко, В.В. Прокопенко – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 48 с.

Рекомендовано вченою радою
Інституту енергозбереження та енергоменеджменту,
НТУУ „КПІ”
(Протокол № 8 від 30 березня 2015 р.)

Навчальне видання

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

Методичні рекомендації

до виконання курсового проекту
для студентів напрямів підготовки «Теплоенергетика» та
«Електротехніка та електротехнології»

Укладачі: В.І. Шкляр, канд. техн. наук, доц.
В.В. Дубровська, канд. техн. наук, доц.
В.І. Дешко, докт. техн. наук, професор
В.В. Прокопенко, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний редактор М.М. Шовкалюк, канд. техн. наук, доц.

Рецензент О.О. Закладний, канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Мета і завдання курсового проекту.....	5
2 Основні теоретичні відомості.....	5
3 Склад, обсяг і структура курсового проекту.....	13
4 Методичні вказівки до виконання розділів курсового проекту.....	16
4.1 Загальний опис об'єкта дослідження.....	16
4.2 Обстеження поточного стану енергетичних систем об'єкта.....	17
4.3 Загальний аналіз роботи та споживання енергії об'єкта.....	19
4.4 Розрахунок заходів з енергозбереження.....	22
4.5 Аналіз стану служби енергетичного менеджменту.....	24
4.6 Енергетичний паспорт об'єкта.....	25
4.7 Вплив заходів з енергозбереження на стан зовнішнього середовища.....	25
4.8 Результати та висновки.....	26
4.9 Перелік використаних джерел.....	26
4.10 Додатки.....	27
5 Порядок захисту курсового проекту.....	27
Перелік рекомендованої літератури.....	27
ДОДАТКИ.....	29
Додаток 1 Зразок титульного аркушу пояснювальної записки.....	29
Додаток 2 Зразок завдання до курсового проекту.....	30
Додаток 3 Приклад оформлення змісту пояснювальної записки....	32
Додаток 4 Комплект засобів вимірювальної техніки для проведення ЕА.....	33
Додаток 5 Типові об'єкти енергетичного аудиту та енергоощадні заходи.....	35
Додаток 6 Оцінка економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів.....	46
Додаток 7 Оцінка впливу енергозберігаючих заходів на стан навколишнього середовища.....	48

ВСТУП

Для забезпечення життєдіяльності людини необхідна енергія. До основних видів енергії можна віднести теплову та електричну енергію.

Важливим пріоритетним напрямом енергетичної політики України є раціональне використання і економія енергії. В основі енергозбереження лежать наступні причини:

- енергозабезпечення пов'язане з величезними фінансовими, матеріальними і трудовими затратами;
- видобуток, виробництво, транспортування і споживання паливно - енергетичних послуг чинять негативний вплив на навколишнє середовище;
- збільшення об'єму споживання енергоресурсів підприємством викликає збільшення вартості продукції, що випускається, а, отже, зниження її конкурентоспроможності на ринку.

Енергетичний аудит – є інструментом державної політики України в напрямку енергозбереження.

МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Мета курсового проекту полягає у засвоєнні методики проведення енергетичного аудиту об'єктів різного призначення та закріпленні знань отриманих при вивченні дисциплін «Енергетичний аудит», «Енергетичні системи та комплекси», «Енергозбереження в будівлях», «Споживачі електричної енергії», «Системи електропостачання», «Енергозбереження в системах електроспоживання» та «Енергозбереження в системах теплоспоживання».

Курсовий проект з дисципліни «Енергетичний аудит» є базою для виконання дипломного проекту за напрямками підготовки «Теплоенергетика» та «Електротехніка та електротехнології».

Завдання на курсовий проект: провести енергетичний аудит заданого об'єкта для визначення можливостей економії енергії та запровадження заходів з енергозбереження. Вихідними даними для виконання курсового проекту є данні отримані при дослідженні обраного об'єкта.

2 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Вибір основних напрямів діяльності в області енергозбереження, а також розробка і впровадження енергозберігаючих заходів (програми енергозбереження) для будь-якого промислового підприємства можливі тільки на основі аналізу фактичного стану ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), визначення потенціалу енергозбереження з урахуванням умов функціонування технологічних об'єктів. Такі дані можна отримати різними способами, проте найбільш повними і об'єктивними є результати, отримані в ході проведення енергетичних обстежень (енергоаудиту) підприємств.

Енергетичний аудит (ЕА) – є роботою з дослідження реальної енерготехнологічної системи промислового підприємства (або окремої енерготехнологічної установки), що споживає ПЕР – паливо, теплову, електричну енергії та штучний

холод для вироблення продукції з метою зменшення рівня енергоспоживання та одержання економічного ефекту.

За рівнем енергоспоживання виділяють три групи підприємств:

- енергоощадні, на яких питомий рівень витрат ПЕР відповідає європейському рівню;
- енергозатратні, на яких питомий рівень витрат ПЕР перевищує європейський рівень з питомими витратами теплової енергії;
- надмірно енергозатратні, на яких питомий рівень витрат ПЕР суттєво (на 70...100 %) перевищує європейський.

Правовою основою енергоаудиту є Закони України та інші нормативні акти даного спрямування [1-15]:

Метою проведення ЕА є сприяння керівництву об'єкта у визначенні стану споживання ПЕР, потенціалу енергозбереження, джерел втрат та обсягу нераціонального використання ПЕР виробничими і допоміжними підрозділами, технологічними процесами та окремими споживачами, у розробленні енергоощадних заходів, їх техніко-економічному оцінюванню та впливу на навколишнє середовище.

Завданнями проведення ЕА є:

- визначення загального стану об'єкта, його основних підрозділів та технологічних процесів як споживачів ПЕР;
- отримання об'єктивних даних про обсяг використаних енергетичних ресурсів;
- аналізування балансів споживання ПЕР окремо по кожному виду;
- аналізування втрат ПЕР на об'єктах ЕА;
- аналізування витрат коштів на ПЕР у собівартості продукції;
- оцінка потенціалу енергозбереження об'єктів ЕА;
- оцінка рівня ефективності використання ПЕР;
- аналізування енергоємності продукції;
- аналізування питомого споживання ПЕР і порівняння з чинними нормами та нормативами, підготовлення пропозицій щодо його зменшення;
- оцінка ефективності функціонування СЕМ;

- експертиза енергетичної ефективності інновацій, що проводяться або плануються на підприємстві;
- розроблення рекомендацій щодо впровадження енергоощадних заходів з їх техніко-економічним уціненням.

Методологія проведення енергоаудиту безпосередньо впливає на його якість, визначає порядок і прийоми, які використовує енергоаудитор. З урахуванням складності підприємства, різноманітності технологічного устаткування і енергопотоків, енергоаудит виконується групою спеціалістів. У зв'язку з широким діапазоном спеціальних знань, які використовуються при енергоаудиті, рекомендується спеціалізація за конкретними областями, наприклад, в області теплотехніки, енергетики, економіки.

Основними принципами ЕА є:

- компетентність і об'єктивність виконавців ЕА під час проведення ними енергоаудиторської діяльності;
- наукова обґрунтованість і легітимність енергоаудиторського висновку;
- достовірність, повнота і конфіденційність енергоаудиторської інформації;
- врахування досягнень науково-технічного прогресу, норм і правил технічної та екологічної безпеки, вимог регламентів, стандартів, міжнародних вимог;
- незалежність енергоаудиторів під час виконання ними енергоаудиторської діяльності;
- відповідальність виконавців за організацію, проведення та якість ЕА.

Енергетичне обстеження - взаємопов'язаний комплекс технічних, організаційних, економічних і інших заходів, спрямований на виявлення можливостей оптимізації споживання енергетичних ресурсів. Результатом його є звіт з ЕА або енергетичний паспорт.

Енергетичне обстеження включає:

- енергомоніторинг - відстежування встановлених і фактичних параметрів енергоспоживання;
- вимірювання (виміри) - визначення за допомогою спеціальних приладів (засобів вимірювання, засобів обліку) параметрів в контрольних точках;

- опитування і анкетування учасників процесу виробництва або споживання енергоресурсу;
- вивчення супутньої нормативної бази, керівних документів і інструкцій на підприємстві;
- розрахунки економічної ефективності впровадження тих або інших організаційних пропозицій або інвестицій в енергозберігаючі технології (пристрої);
- складання звіту, що містить результати проведеного енергоаудиту і рекомендації.

Результатом енергоаудиту можуть бути:

- висновки про якість отриманих енергоресурсів;
- рекомендації з впровадження заходів і технологій енергозбереження;
- рекомендації з проведення заходів (у тому числі змін в технології), спрямованих на підвищення енергоефективності продукції, що випускається;
- рекомендації з заміни енергоресурсів, які споживаються підприємством іншими видами ресурсів (наприклад, електроенергії на обігрів - теплою або парою).

При розробці енергозберігаючих заходів необхідно:

- визначити технічну суть можливого удосконалення і принципи отримання економії;
- розрахувати потенційну річну економію у фізичному і грошовому вираженні;
- визначити склад устаткування, необхідного для реалізації рекомендацій, його приблизну вартість, вартість доставки, встановлення і введення в експлуатацію;
- розглянути всі можливості зниження витрат, наприклад, виготовлення і монтаж устаткування силами самого підприємства (організації);
- визначити можливі побічні ефекти впровадження рекомендацій, що впливають на економічну ефективність проекту;
- оцінити загальний економічний ефект можливих рекомендацій з ураху-

ванням вище перелічених пунктів.

На основі отриманої інформації розраховуються необхідні капітальні та можливі експлуатаційні витрати, прибутковість заходів, окупність заходів та ін.

Після оцінки економічної ефективності всі рекомендації класифікуються за трьома критеріями:

- безвитратні і низьковитратні - здійснюються у порядку поточної діяльності підприємства або організації;
- середньовитратні - здійснюються, як правило, за рахунок власних засобів підприємства або організації;
- високовитратні - які вимагають додаткових інвестицій, здійснюються, як правило, із залученням позикових коштів.

У висновках, всі рекомендації з енергозбереження зводяться в одну таблицю, в якій проекти розташовуються за трьома категоріями, переліченими вище. У кожній з категорій рекомендації вносяться у порядку зниження їх економічної ефективності. Якщо проведення одразу усіх заходів по збереженню енергії занадто дороге, то необхідно розпочати роботу з найвигідніших з точки зору прибутковості заходів.

За термінами проведення енергетичні обстеження споживачів ПЕР підрозділяються на первинний, періодичний, позачерговий, локальний та інші. Залежно від цілей робіт, що проводяться, допускаються будь-які комбінації цих видів енергетичних обстежень.

Строк проведення ЕА залежить від виду об'єкта, його розмірів, величини споживання ПЕР та інше.

Енергетичне обстеження, що проводиться на об'єкті, повинно включати наступні рівні:

- енергетичне обстеження першого рівня - розрахунок енергоспоживання і витрат;
- енергетичне обстеження другого рівня - поглиблене обстеження енерготехнологічних систем і об'єкта в цілому, розрахунок енергетичних потоків.

За результатами виконання першого рівня енергетичного обстеження мають бути реалізовані:

1) збір первинної інформації:

- загальні відомості про підприємство;
- фактичні звітні дані з енергокористування і випуску продукції в поточному і базовому році (за місяцями);
- перелік основного енерготехнологічного устаткування;
- технічні і енергетичні характеристики установок;
- техніко-економічні характеристики енергоносіїв, які використовуються на об'єкті;
- відомості про підстанції, джерела тепло-, водопостачання, стисненого повітря, паливопостачання;

2) аналіз енергоекономічних показників об'єкта;

3) вибір структурних об'єктів енергетичного обстеження;

4) підготовка висновків про основні підсумки первинного енергетичного обстеження.

Аналіз енергоекономічних показників об'єкта виконується за наступними позиціями:

- кількісні характеристики виробництва продукції за останні 2-3 роки за місяцями;
- собівартість продукції/послуг, у тому числі витрати на паливо, електричну і теплову енергію, воду на момент проведення обстеження;
- енергоемність продукції;
- питома енергоемність продукції за місяцями;
- питомі витрати енергоресурсів на основні види продукції за місяцями;
- середньорічна чисельність працівників на об'єкті, у тому числі персонал: виробничий, управлінський та енергослужби.

Також визначається, частка яких енергоресурсів в загальному споживанні найбільш значна. Інформація про енергоспоживання повинна показувати частку

споживання різних енергоресурсів на об'єкті і витрати на них.

Інформація за цінами повинна включати ціну одиниці палива і тариф (якщо він використовується). При розгляді структур тарифів на енергоресурси мають бути враховані всі чинники, які зрештою визначають, скільки об'єкт платить за енергоресурси: зміна ціни впродовж року; структура тарифу; диференційовані тарифні ставки; штрафні санкції; інші виплати.

Для оцінки потенціалу економії в споживанні електроенергії необхідно провести аналіз наступних даних :

- потужності кожного введення електроенергії;
- повної потужності приєднаного навантаження;
- профілів навантаження - добового і річного;
- середньої величини коефіцієнта потужності;
- режиму роботи облаштувань компенсації реактивної потужності;
- загальної структури електроспоживання (двигуни, освітлення, технологічні процеси і т. п.).

Ця інформація дозволяє отримати чітку картину поточної ситуації з енерговикористання на об'єкті і можливість виявити пріоритетні напрями для подальшої роботи.

Цілями енергетичного обстеження другого рівня є:

- визначення для кожного енергоресурсу найбільш значних споживачів за витратами і об'ємами споживання;
- розподіл споживання кожного енергоресурсу основними споживачами (розробка енергетичних балансів);
- розробка заходів зі зниження споживання енергоресурсів;
- розробка комплексної програми реалізації енергозберігаючих проектів;
- розробка енергетичного паспорта об'єкта обстеження.

Для досягнення поставлених цілей необхідно:

1. Провести глибоке обстеження об'єкта.
2. Скласти схеми технологічних процесів (схеми систем тепло-, водо-, газо-,

електро- і повітропостачання підприємства і окремих підрозділів).

3. Скласти список основних споживачів енергії.

4. Провести розрахунок споживання енергії кожного з основних споживачів енергії.

5. Провести аналіз роботи основних споживачів.

Баланси споживання енергії розробляються відповідно до структури об'єкта.

На підставі аналізу балансу споживання енергії роблять:

- оцінку фактичного стану енерговикористання;
- виявлення причин і значень втрат енергоресурсів;
- визначення раціональних розмірів споживання енергоресурсів у виробничих процесах і установках;
- визначення вимог до вдосконалення системи обліку і контролю за споживанням різних видів енергоресурсів.

За підсумками обстеження формується звіт з ЕА або енергетичний паспорт підприємства.

Паспорт призначений для відображення фактичного складу енергогенерувального, енергоспоживального та енергопостачального обладнання, їх характеристик та стану використання паливно-енергетичних ресурсів у виробництві; залучення до енергетичного балансу вторинних енергетичних ресурсів, поновлюваних і альтернативних джерел енергії та інших відомостей, які забезпечують можливість аналізу стану енергоспоживання підприємства і ефективності використання ПЕР та розроблення заходів щодо поступового їх впровадження.

При розробленні цього питання необхідно ознайомитися з методичною та нормативною документацією, яка регламентує розроблення енергетичного паспорта підприємства.

3 СКЛАД, ОБСЯГ І СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект з енергетичного аудиту включає:

- пояснювальну записку з додатками,
- графічну документацію.

Зміст і обсяг проекту уточнюється керівником проекту разом зі студентом в залежності від об'єкта енергоаудиту.

Під час виконання курсового проекту необхідно дотримуватися таких рекомендацій:

- чітко формулювати вихідні дані та назви розділів, підрозділів курсового проекту;
- формули супроводжувати необхідними поясненнями;
- довідкові матеріали і коефіцієнти, використані в розрахунках, повинні мати посилання на джерело інформації з відповідною йому нумерацією у списку літератури;
- розрахунки виконувати в одиницях міжнародної системи СІ;
- курсовий проект повинен бути оформлений згідно з ДСТУ 3008-95 “Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення” на аркушах паперу формату А4(210x297 мм) з рамками.

Основні написи розміщують у правому нижньому кутку, а на аркушах формату А4 - тільки вздовж короткої сторони.

Схеми, рисунки та підписи до них, у разі необхідності, дозволяється виконувати креслярським шрифтом тушшю, чорною пастою або олівцем.

Під час складання текстового документу відстань від рамки форми до тексту на початку та в кінці рядків - не менше 3мм, а відстань від верхнього або нижнього рядка тексту до верхньої або нижньої рамки повинна бути не менше 10 мм.

Абзаци в тексті починають відступом 15 мм.

Помилки, описки та графічні неточності, які знайдені в процесі виконання документу, допускається виправляти підчисткою або зафарбовувати білою фарбою і нанесенням на тому ж місці виправленого тексту (графіку) машинописним спосо-

бом або іншими прийнятими способами під час оформлення текстового документу.

Як правило, загальний обсяг записки (включаючи рисунки, таблиці і список літератури) складає – 40÷50 сторінок.

Нумерація сторінок – суцільна і допускається вручну (в рамках).

Під час написання пояснювальної записки (ПЗ) мають застосовуватися науково-технічні терміни, позначення і визначення, які установлені відповідними стандартами, а за умови їх відсутності – загальноприйняті в науково-технічній та навчальній літературі. При використанні специфічної термінології має бути наведений перелік прийнятих термінів з відповідними поясненнями.

Текст ПЗ поділяють на розділи, підрозділи, пункти і підпункти. Текст кожного розділу починають з нової сторінки.

Викладення матеріалу в ПЗ має супроводжуватися графіками, ескізами, рисунками, схемами або фотографіями. На ці матеріали мають бути посилання у тексті. Посилання на креслення і схеми графічної частини проекту в ПЗ не допускаються. Основні розрахунки мають бути наведені повністю, результати однорідних (варіантних) розрахунків можна подати зведеною таблицею. Рівень деталізації розробки окремих розділів погоджується з керівником КП.

Таблиці, текст, рисунки допоміжного характеру допускається подавати у вигляді додатків. Додатки мають мати назву і нумеруються, якщо в ПЗ більше одного додатку. В основному тексті ПЗ на додатки мають бути надані посилання, а у змісті ПЗ додатки мають бути перелічені. Розміщують додатки в порядку посилань на них в тексті ПЗ.

Пояснювальна записка з ЕА повинна (може) містити такі частини:

- а) загальну частину
 - титульну сторінку (додаток 1);
 - завдання (додаток 2);
 - зміст (додаток 3);
 - перелік умовних позначень, символів, скорочень та термінів;
- б) основну частину
 - вступ;

- загальний опис об'єкта дослідження;
- обстеження поточного стану енергетичних систем об'єкта;
- загальний аналіз роботи та споживання енергії об'єкта;
- розрахунок заходів з енергозбереження;
- аналіз стану СЕМ;
- енергетичний паспорт;
- вплив заходів на стан зовнішнього середовища;
- результати та висновки;
- перелік використаних джерел;

в) додатки.

Графічна частина курсового проекту складається з двох аркушів формату А1 (594 x 841), де може бути наведено:

- схема тепло- або електропостачання об'єкта;
- графіки, діаграми, гістограми і таблиці споживання енергоресурсів;
- проекти заходів з енергозбереження.

Креслення виконуються у системі ЄСКД або СПДБ згідно з діючими у відповідній галузі стандартами.

Вимоги до оформлення графічної частини проектів наведено в методичних вказівках [24].

Розділи ПЗ та матеріали графічної частини узгоджуються з керівником курсового проекту.

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

У розділі «Вступ» наводять:

- обґрунтування проведення ЕА;
- наявність звітів з попередніх ЕА на об'єкті.

4.1 Загальний опис об'єкта дослідження

На початку енергоаудиту необхідно з документальної інформації про об'єкт отримати:

- галузь промисловості, в якій працює об'єкт, що споживає ПЕР;
- юридична адреса та номери контактних телефонів;
- коротка історична довідка про об'єкт;
- номенклатура та обсяги виробництва продукції;
- кількість працівників;
- загальна площа об'єкта;
- режим роботи об'єкта;

До документальної інформації належать:

- форми статистичної звітності підприємства (форми 1-ТЕП, 4-МТП, 6-ТП, 11-МТП, 23-Н Мінстату України);
- проектна документація на енергогосподарство об'єкта;
- енергетичний паспорт об'єкта;
- фінансово-економічні дані про об'єкт;
- звітна документація з комерційного і технічного обліку витрати ПЕР;
- рахунки від постачальників ПЕР;
- графіки споживання ПЕР (годині, добові, місячні, річні);
- технічна документація на енергоспоживаюче устаткування (паспорти, формуляри, специфікації, технологічні регламенти, режимні карти тощо);
- документація щодо ремонтів, налагоджувальних і випробувальних робіт;

- норми питомих витрат палива, теплової та електричної енергії на виробництво продукції;
- результати опитування та анкетування керівництва і технічного персоналу;
- інформація про системи споживання ПЕР;
- документація про енергоощадні заходи;
- звіти попередніх енергетичних аудитів;
- приписи інспекції з енергозбереження;
- перспективні програми і проекти реструктуризації об'єкта чи модернізації окремих його виробництв тощо.

4.2 Обстеження поточного стану енергетичних систем об'єкта

У розділі наводять наступну інформацію:

- 1) енерго-технологічну схему виробництва;
- 2) постачання енергії на об'єкт: опис схем і обладнання, через яке здійснюється постачання енергії (теплові мережі, головні ввідні щити електроенергії і т.п.);
- 3) обладнання виробництва і/або перетворення енергії: опис котлів, системи виробництва теплової і електричної енергії, повітряних компресорів, холодильних установок і т.п.;
- 4) розподіл енергії: інформація про системи розподілу енергії, зокрема, системи розподілу електричної і теплової енергії, холодної і гарячої води, пари і конденсату та системи розподілу стисненого повітря.
- 5) обладнання споживання енергії, яке споживає первинну або вторинну енергію, а саме: виробничі механізми, системи вентиляції і кондиціонування повітря, освітлювальні системи, офісне оснащення і т.п.
- 6) конструкція і структура будівель: габаритні розміри, опис елементів їх конструкцій з точки зору використаних матеріалів, характеристика систем опалення, вентиляції і кондиціонування.
- 7) характеристика систем обліку та контролю споживання ПЕР;
- 8) наявність субспоживачів ПЕР;

- 9) наявність обмежень на споживання ПЕР;
- 10) наявність системи енергетичного менеджменту на об'єкті;
- 11) інформація про попередні ЕА об'єкта.

Опис повинен бути не просто переліком оснащення, а інформацією, на основі якої можна проводити розрахунки енергоаудиту. Він повинен містити також коментарі і спостереження про способи використання енергії.

До рекомендованих елементів опису відноситься:

- 1 Фізичний опис устаткування (тип, номер моделі, потужність, системи управління).
- 2 Спосіб використання устаткування (його призначення, час експлуатації, система управління).
- 3 Вимірні параметри режимів роботи (електроенергія, теплота, витрати рідини, температура, вологість, рівні освітленості).
- 4 Загальні спостереження (ефективність управління, несправності, несумісне оснащення).

Інформацію про об'єкт ЕА необхідно збирати і групувати за такими напрямками:

- система паливостачання;
- система теплопостачання;
- система електропостачання;
- система постачання стисненим повітрям;
- система вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування;
- система водопостачання і каналізації;
- система холодопостачання;
- система освітлення;
- енергоємні споживачі технологічного процесу:
 - електротермічні установки;
 - електропривод потужністю понад 100 кВт;
 - інші споживачі;

- будинки та споруди;
- системи обліку та контролю споживання ПЕР;
- система енергетичного менеджменту;
- інші системи.

Для зручності більша частина зібраної інформації подається у вигляді таблиць, графіків, фотознімків (стандартних і в інфрачервоних променях). Якщо таблиці виходять дуже великими їх можна оформити як додатки.

4.3 Загальний аналіз роботи та споживання енергії об'єкта

На етапі оброблення та аналізу інформації про об'єкт ЕА необхідно:

а) визначити:

- втрати ПЕР;
- питомі витрати ПЕР;
- потенціал енергозбереження;
- основні енергоекономічні показники об'єкта тощо;

б) побудувати:

- енерготехнологічну схему виробництва з енергопотоками (теплової, електричної, механічної і інших видів енергії);
- карту споживання ПЕР;
- графіки споживання ПЕР за визначені періоди часу (за добу, місяць, квартал, рік тощо);
- графіки динаміки питомого споживання ПЕР;
- паливно-енергетичні баланси;
- причинно-наслідкову діаграму чинників, які впливають на ефективність використання ПЕР тощо;

в) провести аналіз:

- чинників, які впливають на ефективність використання ПЕР;
- балансів споживання ПЕР;
- питомого споживання ПЕР;

- втрат ПЕР;
- чинних норм та нормативів щодо використання ПЕР;
- динаміки та досягнутого рівня ефективності використання ПЕР;
- основних енергоекономічних показників об'єкта;
- технічних та економічних результатів, досягнутих за рахунок підвищення ефективності використання ПЕР;
- ефективності функціонування СЕМ тощо.

На підставі результатів аналізу документальної інформації про об'єкт ЕА та інформації, отриманої шляхом проведення вимірювань (додаток 4), проводять:

- підготовку попередніх висновків про ефективність використання ПЕР підрозділами об'єкта та об'єктом в цілому;
- виявлення джерел неефективного використання ПЕР;
- розробку рекомендацій щодо впровадження енергоощадних заходів.

Аналіз документальної інформації та інформації, отриманої шляхом проведення вимірювань, необхідно виконувати згідно з рекомендаціями щодо оброблення статистичного матеріалу, а також, в залежності від задачі аналізу, виконувати порівняння:

- фактичних показників з плановими;
- фактичних показників з нормативними;
- фактичних показників з показниками минулих років;
- фактичних показників з кращими по галузі;
- фактичних показників з середніми;
- зіставлення паралельних і динамічних рядів для вивчення взаємозв'язків досліджуваних показників;
- зіставлення різних варіантів управлінських рішень;
- зіставлення результатів діяльності до та після зміни якого-небудь фактора, що впливає на ефективність використання ПЕР.

Для проведення порівняння необхідно дотримуватися певних вимог:

- однаковість об'ємних, вартісних, якісних, структурних показників;
- однаковість періодів часу, за які проводиться порівняння;

- порівнянність умов виробництва;
- порівнянність методики розрахунку показників.

На етапі розроблення рекомендацій щодо впровадження енергоощадних заходів необхідно:

- визначити технічну суть пропонованих вдосконалень та джерела отримання економії ПЕР;
- визначити пріоритет впровадження пропонованих вдосконалень;
- визначити всі можливості зменшення витрат, що можуть бути здійснені силами самого Замовника;
- розрахувати потенційну річну економію у фізичному та вартісному вираженнях;
- визначити перелік обладнання, необхідного для реалізації рекомендацій, оцінити його вартість з урахуванням доставки, монтажу та введення в експлуатацію;
- визначити можливі екологічні та інші ефекти від впровадження рекомендацій, які впливають на реальну економічну ефективність;
- оцінити загальний економічний ефект з урахуванням всіх згаданих вище особливостей.

Інформацію, що отримана під час проведення ЕА, треба задокументувати і перевірити порівнянням з інформацією, одержаною з інших джерел інформації.

Інформацію, що отримана під час проведення ЕА, має характеризувати повнота, достатність, періодичність та достовірність.

Для фіксування та графічного відображення стану об'єктів ЕА та/або їх окремих складових щодо ефективності використання ПЕР необхідно застосовувати засоби фотографування та відео.

Подання інформації у вигляді діаграм дає змогу виконувати наглядне відображення відсоткового співвідношення споживання ПЕР та витрат коштів на них. В залежності від поставленого завдання, для аналізу можуть застосовуватися такі види діаграм:

- балансові діаграми;

- кругові секторні діаграми (об’ємні та площинні);
- односмугові діаграми (об’ємні та площинні);
- одностовпчикові діаграми (об’ємні та площинні) тощо.

Подання інформації у вигляді графіків дає змогу виконувати наглядне відображення динаміки споживання ПЕР.

4.4 Розрахунок заходів з енергозбереження

Розробка рекомендацій є одним з найважливіших етапів енергоаудиту, оскільки саме для отримання обґрунтованих пропозицій по підвищенню ефективності використання енергії і проводиться енергоаудит. Рекомендації не можна обмежувати очевидними заходами. Слід звернути увагу на менш очевидні можливості підвищення енергоефективності, прикладами яких можуть бути зміни системи енергопостачання, застосування комплексного виробництва теплової і електричної енергії, використання як палива відходів виробництва чи альтернативного палива, зміна методів виробництва на такі, що дозволяють використати дешевші енергетичні ресурси. Рекомендації енергозбереження розділяються по категоріях енергоспоживання або по альтернативності вирішення однієї і тієї ж енергетичної проблеми. Найчастіше - за вартістю.

1) Безвитратні рекомендації - економне використання наявних ресурсів; поліпшення до нормативного технічного обслуговування оснащення; придбання палива від іншого постачальника за нижчою ціною.

2) Низькозатратні рекомендації - встановлення ефективнішого устаткування; встановлення нових (автономних) засобів управління; теплова ізоляція теплотрас і приміщень; зміна регламенту технічного обслуговування устаткування; навчання персоналу; контроль енергоспоживання і оперативне планування.

3) Високовитратні рекомендації - зміна значної частини виробничого оснащення; встановлення комплексних систем управління; комплексне виробництво теплової і електричної енергії; рекуперація теплоти.

Для визначення кращих рекомендацій потрібне розуміння технологічних

процесів і знання техніки і технологій. Обґрунтування заходів з підвищення ефективності і енергозбереження повинно містити наступні елементи:

1) Необхідні зміни - модифікація підприємства і будівель; заміна устаткування; модернізація устаткування, систем управління, ізоляція; удосконалення технічного обслуговування устаткування; впровадження нових систем управління.

2) Способи збереження енергії з впровадженням рекомендацій - зменшення втрат; скорочення зайвих операцій (зниження температури повітря в приміщеннях в неробочий час і по вихідних днях, виключення неробочого ходу оснащення); підвищення ефективності використання енергії; підвищення ефективності перетворення енергії (заміна котла на інший з вищим ККД, заміна пневмопривода на електричний і тому подібне); використання більш дешевих енергетичних ресурсів.

3) Фінансові витрати і вигоди - капіталовкладення; амортизаційні витрати; витрати на технічне обслуговування; енергетичні витрати; аналіз ефективності капіталовкладень. Методика оцінки ефективності заходів аналогічна розрахунку поточного енергоспоживання і енергоспоживання за попередній репрезентативний період. Відмінність в тому, що під час оцінки заходів по енергозбереженню треба прогнозувати, як зміниться ситуація після їх впровадження. Це тягне за собою зміну багатьох коефіцієнтів, таких як норма споживання енергії, коефіцієнт використання потужності і тривалість експлуатації оснащення впродовж року.

Головними причинами, що ведуть до зниження споживання енергії після впровадження заходів по енергозбереженню, є:

- 1) Ліквідація прямих втрат (ізолювання труб, усунення витоків, повернення конденсату).
- 2) Скорочення надмірного енергоспоживання (управління часом і температурою опалювання, ефективна передача енергії).
- 3) Скорочення потужності споживання (використання устаткування меншої потужності, усунення передачі енергії туди, де вона не потрібна).
- 4) Підвищення ефективності перетворення (підвищення ККД і тому подібне).
- 5) Утилізація теплоти викидів (рекуперація теплоти, рециркуляція повітря в системах вентиляції і кондиціонування повітря).

б) Використання більш економного джерела енергії (дешевого палива, поновлювані джерела енергії).

Перелік запропонованих енергоощадних заходів подається у вигляді стисло-го опису кожного з енергоощадних заходів відповідно до пріоритетності їх впровадження. Приблизний перелік типових об'єктів енергетичного аудиту та енергоощадних заходів наведено у додатку 5.

Для кожного з енергоощадних заходів необхідно наводити:

- опис сутності енергоощадного заходу;
- обсяг капіталовкладень необхідних для впровадження;
- орієнтовної величини технологічно доступного потенціалу енергоощадності у натуральному та грошовому еквіваленті;
- простий термін окупності (додаток б).

Отриману інформацію про об'єкт ЕА та розрахунки енергетичної та економічної ефективності необхідно групувати за напрямками.

На основі запропонованих заходів може бути розроблена програма енергозбереження об'єкта.

4.5 Аналіз стану служби енергетичного менеджменту

У розділі наводять пропозиції стосовно впровадження чи вдосконалення діяльності служби енергетичного менеджменту (СЕМ) на об'єкті.

Впровадження системи енергоменеджменту на підприємстві починається з розроблення положення про службу енергоменеджменту. У зв'язку з практичною відсутністю таких служб на підприємствах України як приклад рекомендується використовувати положення про службу головного енергетика. При розробленні положення треба пам'ятати, що служба енергетичного менеджменту - це частина системи енергетичного менеджменту, яка охоплює людські ресурси, апарат управління, засоби вимірювальної техніки, засоби контролювання та аналізування ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів тощо і яка забезпечує формування, впровадження і досягнення цілей виробничої системи у сфері енергозбе-

реження. Тому в положенні повинні бути відображені: підпорядкованість служби, задачі, структура, функції, взаємовідношення, права, відповідальність. Для підприємств рекомендовано використовувати три основні типи організаційних структур служби енергетичного менеджменту:

- є частиною іншого підрозділу підприємства;
- виділено в окремий підрозділ (посаду);
- виділено в окремий підрозділ з керівником, ранг якого відповідає посаді заступника керівника підприємства.

4.6 Енергетичний паспорт об'єкта

При необхідності за результатами енергетичного обстеження складається енергетичний паспорт, який повинен містити наступну інформацію про:

- оснащеність приладами обліку використаних енергетичних ресурсів;
- обсяг використаних енергетичних ресурсів і його змінах;
- показники енергетичної ефективності;
- величину втрат переданих енергетичних ресурсів (для організацій, що здійснюють передачу енергетичних ресурсів);
- потенціал енергозбереження, в тому числі про оцінку можливої економії енергетичних ресурсів у натуральному вираженні;
- перелік типових заходів по енергозбереженню і підвищенню енергетичної ефективності.

4.7 Вплив заходів з енергозбереження на стан зовнішнього середовища

Під час оцінювання ефективності впровадження енергоощадних заходів необхідно враховувати вплив споживачів ПЕР на довкілля, яке передбачає:

- розрахунок зменшення шкідливих викидів в атмосферу за рахунок запропонованих енергоощадних заходів окремо по кожному виду ПЕР;

- складання узагальненої таблиці зменшення величини шкідливих викидів за рахунок енергоощадних заходів (додаток 7);

- розрахунок зменшення витрат на сплату податку та штрафів за забруднення довкілля.

4.8 Результати та висновки

У розділі наводять:

- основні джерела нераціонального використання ПЕР;
- перелік чинників, які впливають на ефективність використання ПЕР;
- перелік запропонованих енергоощадних заходів, результати їх техніко-економічного оцінювання та впливу на довкілля.

4.9 Перелік використаних джерел

У розділі «Перелік використаних джерел» наводять літературні та інші джерела інформації, що використовувались під час проведення ЕА і складання звіту.

4.10 Додатки

У розділі «Додатки» може бути наведено додаткову інформацію, отриману за період проведення ЕА.

5 ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ПРОЕКТУ

Захист курсового проекту відбувається в присутності комісії з викладачів кафедри у відповідності до рейтингової системи оцінювання знань студентів з курсового проекту у строки встановлені комісією.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про енергозбереження»
2. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність»
3. Закон України «Про закупівлю товарів, робіт і послуг за державні кошти»
4. Закон України «Про теплопостачання»
5. ДСТУ 2155-93 Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів енергозбереження
6. ДСТУ 2339-94 Енергозбереження. Основні положення
7. ДСТУ 2420-94 Енергоощадність. Терміни та визначення
8. ДСТУ 2804-94 Енергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення
9. ДСТУ 3008-95 Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення
10. ДСТУ 3581-97 (ГОСТ 30517-97). Методи вимірювання та розрахунку теплоти згорання палива
11. ДСТУ 3682-98 (ГОСТ 30583-98) Енергозбереження. Методика визначення повної енергоемності продукції, робіт та послуг
12. ДСТУ 3755-98 Енергозбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію
13. ДСТУ 4713:2007 Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт
14. ДСТУ 4714:2007 Енергозбереження. Паливно-енергетичні баланси промисло-

вих підприємств. Методика побудови та аналізу

15. ДСТУ 4715:2007 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад та зміст робіт на стадіях розроблення та впровадження».
16. ДСТУ Б EN ISO 13790:2012 (EN ISO 13790:2008, IDT) «Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні»
17. ДСТУ EN 15217:2013 (EN 15217-2007, IDT) «Енергоефективність будівель. Методи для визначення енергоефективності та для енергетичної сертифікації».
18. ДСТУ Б EN 15603:2013. (EN 15603:2008, IDT) «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки»
19. ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X Енергетична ефективність будівель. Національний метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні (Проект)
20. Філоненко, В.М. Методологія і методи енергетичного аудиту [Електронний ресурс]: курс лекцій для студ. спец. 7.05060105, 8.05060105 “Енергетичний менеджмент” ден. форми навч. / В.М. Філоненко.- К.: НУХТ, 2013.- 68 с.
21. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437с.
22. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / О.І. Соловей, В.П. Розен, Ю.Г. Лега та інші –Черкаси: ЧДТУ, 2005. -299 с.
23. Типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту» / Затверджена Наказом Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів № 56 від 20.05.2010р.
24. Експертиза проектів енергопостачання. Проектна документація систем енергопостачання [Текст]: метод вказівки до викон. самост. роботи та граф. ч. бакалаврських атестат. робіт з дисципліни для студ. спец. «Енергетичний менеджмент» / Уклад.: В.І. Дешко, М.М. Шовкалюк, Ю.В.Шовкалюк, В.О. Негодуйко - К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 60 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Зразок титульного аркушу пояснювальної записки

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

Кафедра _____

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до курсового проекту

з дисципліни «ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ»

на тему _____

Виконав(ла) студент(ка) групи _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник проекту _____
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Захищено з оцінкою _____

(підпис)

(підпис)

КИЇВ 2015

Додаток 2
Зразок завдання до курсового проекту

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

Кафедра _____
Дисципліна _____ Енергетичний аудит _____
Напрямок підготовки _____
Спеціальність _____ Енергетичний менеджмент _____
Курс _____ Група _____ Семестр _____

ЗАВДАННЯ
на курсовий проект

студента(ки) _____
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту: _____ **Енергетичний аудит об'єкта** _____
2. Строк захисту студентом закінченого проекту _____
3. Вихідні дані до проекту: (назва та адреса об'єкта, тип та напрям енергоаудиту та замовлення на енергоаудит) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

I. Вступ.

II. Загальні відомості про об'єкт обстеження. (генеральний план об'єкта з нанесеними інженерними комунікаціями, поверховий план будівлі з нанесеною схемою освітлення; технічні дані про будівлю (відомості про огорожуючі конструкції та їх стан); відомості про об'єкт дослідження (режим роботи, призначення, кількість працюючих, перелік продукції тощо); відомості про систему обліку енергоносіїв (електро-, теплоенергію, газ тощо); об'єм споживаних енергоносіїв (в грошовій і натуральній формі) за три попередніх роки, за місяцями (електро-, теплоенергія, вода, газ, тощо); існуючі тарифи на енергоносії.

III. Обстеження енергетичних систем об'єкта. схеми постачання енергоресурсів (тепло-, електро-, водопостачання тощо); схеми розподілу енергоресурсів на підприємстві (тепло-, електро-, водопостачання, схеми ВРП, теплових введів тощо); перелік енергоспоживаючого обладнання (з режимами роботи); добовий графік електроспоживання (за режимні доби), активної енергії, реактивної (+/-); добовий графік теплоспоживання (за тиждень, що включає в себе найхолоднішу добу); добовий графік газоспоживання; добовий графік водоспоживання; відомості про енергогенеруюче обладнання (котельня, генератор електроенергії тощо), паспортні дані обладнання; відомості про компресорні, кисневі станції тощо (паспортні дані обладнання); “Енергетичний паспорт підприємства”; форми статистичної звітності (наприклад 4 МТП, 11 МТП, 24 Е, 11 ОФ, 2 ПВ, 2 ТП тощо, форма Е8, тощо); складання балансів, розрахунок втрат, аналіз споживання енергії, заходи з енергозбереження.

IV. Проект заходу з енергозбереження. (Розрахунок технологічних показників, розрахунок та порівняння показників з енергозбереження, розрахунок економічної ефективності)

V. Вплив заходів на стан зовнішнього середовища.

VI. Аналіз стану системи енергетичного менеджменту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень

1. Схеми розподілу енергії, баланс, втрати; 2. Проектне рішення заходу з енергозбереження.

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів курсового проекту	Строк виконання етапів проекту*	Примітки
1	Вступ	15.02	
2	Загальний опис об'єкта дослідження		
2.1	Загальні відомості про об'єкт дослідження (призначення об'єкта, місце розташування, кількість працюючих)	18.02	
2.2	Річне споживання енергоносіїв (щомісячне, за три попередніх роки не включаючи поточний, добові графіки споживання енергоносіїв, профіль використання енергії)	25.02	
2.3	Існуючі тарифи на енергоносії	25.02	
2.4	Попередні заходи з енергозбереження	25.02	
3	Обстеження поточного стану енергетичних систем об'єкта		
3.1	Огороджуючі конструкції	4.03	
3.2	Система тепlopостачання (СТП)	4.03	
3.2.1	Загальний опис СТП (відомості про СТП, теплоспоживаюче і теплогенеруюче обладнання, технічні дані, час роботи)	4.03	
3.2.2	Складання балансу	4.03	
3.2.3	Аналіз інформації	4.03	
3.2.4	Розрахунок заходів з енергозбереження	9.03	
3.2.4.i.1	Поточний стан	9.03	
3.2.4.i.2	Опис заходу з енергозбереження	9.03	
3.2.4.i.3	Розрахунок річної економії енергії	9.03	
3.2.4.i.4	Розрахунок річної економії витрат	9.03	
3.2.4.i.5	Витрати на введення в експлуатацію	9.03	
3.2.4.i.6	Економічна оцінка проекту	9.03	
3.3	Система електропостачання	11.03	
	————//————		
3.4	Система водопостачання	11.03	
	————//————		
3.5	Інші енергетичні системи (газ, стиснене повітря, кисень, доменний газ тощо)	11.03	
4	Проект заходу з енергозбереження		
4.1	Вихідні дані об'єкта обстеження щодо проекту	18.03	
4.2	Опис заходу з енергозбереження	18.03	
4.3	Попередній розрахунок техніко-економічних показників	18.03	
4.4	Схемні та конструктивні рішення	25.03	
4.5	Економічна оцінка проекту (розрахунок дисконтного терміну окупності)	25.03	
4.6	Специфікація обладнання	25.03	
5	Вплив заходів на стан зовнішнього середовища	30.03	
6	Аналіз стану системи енергетичного менеджменту	30.03	

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

_____ (прізвище, ім'я, по-батькові)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Примітка

* Строк виконання етапів проекту погоджується к керівником курсового проекту.

Приклад оформлення змісту пояснювальної записки

ВСТУП.....	
1 Загальний опис об'єкта дослідження.....	
1.1 Річне споживання енергоносіїв	
1.2 Існуючі тарифи на енергоносії.....	
1.3 Попередні заходи з енергозбереження.....	
2. Обстеження енергетичних систем об'єкта.....	
2.1 Обстеження огороджуючих конструкцій будівлі.....	
2.2 Система теплопостачання.....	
2.2.1. Загальний опис систем теплопостачання	
2.2.2. Складання балансу.....	
2.2.3. Аналіз інформації.....	
2.2.4. Розрахунок заходів з енергозбереження.....	
2.3 Система електропостачання.....	
2.3.1 Загальний опис СЕП.....	
2.3.2 Складання балансу.....	
2.3.3 Аналіз інформації.....	
2.3.4 Розрахунок заходів з енергозбереження.....	
2.4 Система водопостачання.....	
2.4.1 Загальний опис системи водопостачання.....	
2.4.2 Складання балансу.....	
2.4.3 Аналіз інформації.....	
2.4.4 Розрахунок заходів з енергозбереження.....	
2.5 Система газопостачання (стисненого повітря, вентиляції, кондиціонування або інше).....	
2.5.1 Загальний опис системи.....	
2.5.2 Складання балансу.....	
2.5.3 Аналіз інформації.....	
2.5.4 Розрахунок заходів з енергозбереження.....	
3 Вплив заходів з енергозбереження на стан зовнішнього середовища	
4 Аналіз стану системи енергетичного менеджменту.....	
Висновки.....	
Перелік використаних джерел.....	
Додатки.....	

Комплект засобів вимірювальної техніки для проведення ЕА.

1) для електромеханічних вимірювань:

- тестер (мультиметр) та/або прилади відповідного класу точності для вимірювання струму, напруги, потужності, коефіцієнта потужності;
- аналізатор електричних сигналів (осцилограф або інші, у тому числі комп'ютеризовані прилади);
- обладнання для отримання графіків навантажень технологічного устаткування;
- тахометр;
- люксметр;
- секундомір.

2) для вимірювань параметрів теплоти, рідин, повітря, газів:

- газоаналізатор або інше обладнання, що дає можливість аналізувати повноту згоряння палива, а також шкідливі викиди до навколишнього середовища;
- набір термометрів з різними датчиками: повітряними, рідинними (заглибленими), поверхневими (накладними, контактними) тощо;
- манометри;
- трубка Піто;
- витратоміри рідин та газів;
- анемометр;
- гігрометр;
- секундомір.

Залежно від специфіки ЕА комплект засобів вимірювальної техніки може бути доповнений такими приладами:

- аналізатором показників якості електроенергії;
- приладом для вимірювання опору електроізоляції;
- приладом для вимірювання опору заземлення;
- мікроомметром для перевірки опору контактів;
- кореляційним визначником місць пошкодження трубопроводів;
- вибокопошукачами та детекторами газів;
- тепловізором;
- високотемпературним інфрачервоним термометром (пірометром) з верхньою межею 2000 °С;
- товщиноміром для визначення товщини стінок трубопроводів і резервуарів;
- витратоміром для стоків;
- манометрами і дифманометрами на різні межі вимірювання;
- прилади для вимірювання витоків стисненого повітря в трубопроводах;
- визначником якості води (солевміст, рН);
- динамометрами для вимірювання зусилля і моменту;
- автономними приладами для тривалої реєстрації температури повітря;
- тепломірами для вимірювання теплового потоку;
- устаткуванням для вимірювання інфільтрації повітря в приміщеннях;
- іншими приладами.

Всі засоби вимірювальної техніки мають відповідати вимогам метрологічного контролю.

ТИПОВІ ОБ'ЄКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА ЕНЕРГООЩАДНІ ЗАХОДИ

Система обліку та контролю споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Об'єкти енергоаудиту:

- система обліку та контролю споживання ПЕР;
- вузол (точка) обліку;
- лічильники активної і реактивної енергії;
- аналізатори якості електроенергії;
- лічильники води;
- теплолічильники;
- витратоміри стисненого повітря;
- первинні вимірювальні перетворювачі фізичних величин (трансформатори струму, трансформатори напруги, датчики води, тиску, температури);
- пристрої збирання і передачі даних.

Рекомендації щодо підвищення достовірності обліку та контролю:

- усунення систем розрахунку за споживані енергоресурси, відмінних від приладового обліку;
- усунення неправильних схем підключення приладів обліку та контролю;
- замінювання несправних лічильників і лічильників, в яких закінчився між-повірковий термін;
- впровадження системи технічного обліку;
- підвищення класу точності приладів обліку;
- впровадження автоматизованої системи контролю та обліку ПЕР на об'єкті.

Будинки та споруди.

Об'єкти енергоаудиту:

- будинки;
- споруди;
- будівельні конструкції;
- інженерні системи будинків і споруд.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- скорочення витрат теплоти виробничими будинками, спорудами;
- зниження внутрішньої температури у виробничих приміщеннях у неробочий час за рахунок впровадження перервного та чергового опалення;

- утеплення дверей, прорізів і воріт, горищ і перекриттів над технічним підпіллям;
- застосування потрійного і вакуумного застклення;
- утеплення отворів для введення та виведення всіх комунікацій, у тому числі вентиляційних коробів;
- підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх огорожень будівель;
- використання сучасних теплоізоляційних матеріалів;
- герметизація світлових прорізів;
- установка додаткової теплоізоляції за опалювальними приладами біля зовнішніх стін;
- застклення ліхтарів;
- гідроізоляція підвальних об'єктів;
- застосування конструкції воріт, що виключають інфільтрацію повітря в зовнішнє середовище, механізмів відкриття - закриття воріт тощо;
- ремонт та налагодження системи опалення приміщень на розрахункову температуру;
- використання сучасних технологій обігріву - інфрачервоний обігрів, тепла підлога.

Система теплопостачання.

Об'єкти енергоаудиту:

- котельні (котли, бойлери, теплообмінники);
- теплові розподільчі пункти;
- елементи системи паропостачання;
- елементи системи опалення;
- елементи системи гарячого водопостачання;
- розподільчі теплові мережі;
- система керування теплопостачанням;
- система обліку і контролю теплопостачання.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів.

Загальні рекомендації:

- встановлення приладів обліку та контролю теплоспоживання;
- усунення витоків;
- впровадження теплозберігаючих технологій, нової техніки;
- замінування малопродуктивного чи морально застарілого, а також не завантаженого устаткування;
- забезпечення теплової ізоляції трубопроводів і зовнішніх поверхонь;
- вибір оптимальних діаметрів трубопроводів теплотрас;
- демонтаж надлишкових трубопроводів.

Котли:

- ремонт та налагодження котельних агрегатів;

- підвищення коефіцієнта корисної дії котлоагрегатів;
- здійснення оптимізації режиму роботи котлів;
- впровадження більш ефективних систем автоматизації котельних установок;
- впровадження більш ефективного теплового обладнання;
- зменшення витрат теплоти на власні потреби котелень;
- ремонт футерівок та ізоляції котлів;
- впровадження ефективного паливного обладнання і ремонт існуючого;
- здійснення забору повітря з приміщень котельні;
- впровадження безупинної автоматичної продувки;
- здійснення утилізації теплоти димових газів і продувальної води;
- модернізація електроприводу насосів, вентиляторів і димососів.

Бойлери, теплообмінники:

- промивання теплообмінника;
- встановлення пластинчастих теплообмінників.

Парові системи:

- здійснення децентралізації теплових зав'язок;
- здійснення децентралізації гарячого водопостачання;
- зниження тиску пари;
- забезпечення повернення конденсату під тиском;
- використання технологічних процесів з більш високими параметрами пари;
- використання температури конденсату у водонагрівачах в більш повному обсязі;
- очищення і повернення конденсату в цикл;
- замінування пари на перегріту воду, якщо дозволяють технологічні умови;
- поліпшення стану теплової ізоляції вимикаючої і регулюючої арматури;
- здійснення оптимізації режиму споживання пари технологічним процесом (за рахунок застосування більш ефективного технологічного устаткування);
- впровадження автоматизованої системи керування тепlopостачанням;
- впровадження автоматизованої системи контролю та обліку теплоспоживання.

Печі, сушарки:

- раціональне завантаження робочого об'єму печей та сушарок;
- оптимізація теплових процесів печей та сушарок;
- використання вторинних енергетичних ресурсів;
- впровадження автоматизованих систем обліку теплоносіїв;
- використання теплоти відхідних газів нагрівальних печей (встановлення рекуператорів, утилізаційних котлів);
- використання теплоти конденсату і пари вторинного кипіння;
- використання низькопотенційної теплоти вентиляційних викидів;
- використання теплоти низькотемпературної охолоджуючої води полум'яних печей, сушарок, компресорів та інше.

Система електропостачання.

Об'єкти енергоаудиту:

- головні понижувальні підстанції, розподільні пристрої;
- трансформаторні підстанції;
- електричні мережі напругою до 1000 В і вище;
- система обліку електричної енергії.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- встановлення лічильників електроенергії для всіх електроємних споживачів;
- впровадження автоматизованої системи контролю та обліку електроспоживання;
- скорочення втрат електроенергії в мережах;
- впровадження нових, менш електроємних технологічних процесів, обладнання;
- впровадження раціональних схем електроживлення;
- змінення графіка електричного навантаження об'єкта, що споживає ПЕР й окремих потужних споживачів з урахуванням тарифів на електроенергію;
- оптимізація роботи електрообладнання широкого споживання (освітлення, електроплити, насоси, вентилятори та інше);
- ремонт обладнання електропідстанцій, розподільного обладнання;
- підвищення завантаження трансформаторів (відключення одного з двох паралельно працюючих трансформаторів при недовантаженні);
- замінювання недовантажених трансформаторів на трансформатори меншої потужності;
- відключення силових трансформаторів у неробочий час та при зниженні навантаження;
- регулювання коефіцієнта трансформації;
- переведення зовнішніх і внутрішніх мереж на підвищену напругу і/чи реконструкція мереж;
- встановлення косинусних конденсаторів;
- компенсація реактивної потужності;
- установлення фільтро-компенсуючих і симетруючих пристроїв для підвищення якості електроенергії;
- не допускати роботу електричного обладнання в холостому режимі;
- застосування електродвигунів з високим коефіцієнтом корисної дії;
- застосування регулюючого електропривода;
- впровадження систем приладного контролю використання електроенергії;
- ремонт електричних машин з метою підвищення їх ефективності.

Система освітлення.

Об'єкти енергоаудиту:

- система зовнішнього освітлення;
- система внутрішнього освітлення;
- електричні освітлювальні пристрої;
- освітлювальна мережа.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- використання природного і місцевого освітлення;
- вибір оптимального режиму освітлення;
- відключення освітлення у неробочий час;
- замінювання неефективних світильників і ламп на більш економічні;
- секціонування освітлювальних мереж;
- установлення енергоефективної пуско-регулюючої апаратури;
- установлення локальної системи керування освітленням (датчиків присутності, датчиків освітленості, таймерів);
- впровадження автоматичного керування системою освітлення;
- фарбування внутрішніх приміщень у світлі кольори;
- регулярне чищення світильників і вікон.

Електропривод

Об'єкти енергоаудиту:

- електродвигун;
- перетворювач;
- регулюючий пристрій.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- замінювання малопродуктивного чи морально застарілого, а також не завантаженого устаткування;
- встановлення двигунів відповідної потужності, двигунів підвищеної економічності;
- застосування контролерів м'якого пуску, частотно-регульованого приводу;
- замінювання асинхронних двигунів синхронними (якщо дозволяє технологія);
- встановлення автоматичних вимикачів холостого ходу приводів;
- зменшення або виключення проміжних передач;
- використання багатодвигунного електроприводу.

Системи вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування.

Об'єкти енергоаудиту:

- вентиляційні установки;
- вентиляційні мережі;
- теплообмінники;
- калорифери;
- кондиціонери;
- електропривод.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- усунення витоків, утеплення вентиляційних дефлекторів;
- забезпечення теплової ізоляції трубопроводів, теплообмінників і арматури;
- впровадження центральних і індивідуальних регуляторів;
- здійснення рекуперації вентиляційної теплоти;
- замінування малопродуктивного чи морально застарілого, а також не завантаженого устаткування;
- виключення перегріву і переохолодження повітря;
- здійснення мінімізації обсягів припливного і відпрацьованого повітря;
- впровадження економічних способів регулювання продуктивності вентиляторів;
- блокування вентиляторів теплових завіс із пристроями відкривання і закривання воріт;
- вимикання вентиляційних установок під час обідніх та міжзмінних перерв тощо;
- усунення експлуатаційних дефектів і відхилень від проекту;
- змінення кута установки лопаток робочого колеса осьових вентиляторів;
- зняття лопаток з одного колеса двоступінчастого вентилятора;
- підвищення завантаження приводу вентилятора;
- врахування природної тяги;
- впровадження автоматичного керування вентиляційними установками;
- формування оптимального режиму роботи системи протягом доби з врахуванням обідніх та міжзмінних перерв, а також нічних годин;
- формування оптимального режиму роботи системи протягом тижня з врахуванням тривалості планово-попереджувальних ремонтів, святкових та вихідних днів;
- дотримання технологічних регламентів;
- використання регульованого електроприводу.

Система водопостачання і каналізації.

Об'єкти енергоаудиту:

- насосні установки;
- нагнітальний і всмоктувальний трубопровід та запірні арматури;
- насос;
- басейни, танки, ємності для накопичення рідин (водозбірники, резервуари);
- режим роботи системи водопостачання;
- туалети та душові приміщення;
- система обліку води.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- усунення витоків, застосування економічної арматури;
- ремонт систем водопостачання і каналізації, пожежних гідрантів;
- ремонт і очищення колодязів водопостачання, каналізації, артезіанських свердловин;
- визначення відповідності параметрів насоса характеристикам трубопроводу;
- автоматизація регулювання тиску та продуктивності насосів;
- зменшення втрат напору в трубопроводі (очищення трубопроводу; ліквідація зайвої арматури, збільшення перерізу труб; паралельна робота резервного і нагнітального насосів; зміна конфігурації мережі);
- замінювання малопродуктивного чи морально застарілого, а також не завантаженого устаткування;
- використання більш дешевої води (технічної, артезіанської, оборотної);
- застосування сухих градирень;
- дотримання технологічних регламентів;
- замінювання водомірів невідповідних діаметрів;
- застосування циркуляційних водопроводів для систем гарячого водопостачання в душових;
- впровадження систем приладного контролю і обліку використання води;
- ліквідація місць споживання води не за призначенням;
- переведення системи охолодження компресорів на оборотну систему з установкою дахових вентиляторних градирень;
- замінювання насосів невідповідної потужності;
- регулювання витрати води і напору насосних агрегатів;
- підвищення ККД насосів;
- формування режиму споживання насосних установок з урахуванням тарифних зон на електроенергію;
- здійснення оптимізації завантаження насосів (забезпечення максимальної подачі насосу; регулювання роботи насосу напірною чи прийомною засувкою; зміна кількості працюючих насосів; зміна частоти обертання електродвигуна);
- зменшення опору трубопроводів (ліквідація різких поворотів, несправностей засувки, засмічення всмоктувальних пристроїв);

- використання трубопроводів з оптимальними діаметрами;
- вибір оптимальних схем прокладання гідравлічних мереж;
- реконструкція систем водопостачання, каналізації з метою підвищення їх енергоефективності застосування регульованого електроприводу насосів.

Система постачання стисненого повітря.

Об'єкти енергоаудиту:

- компресорні установки;
- системи охолодження повітря;
- трубопровідні мережі й арматура;
- повітрозбірники;
- градирні;
- електропривод;
- система обліку стисненого повітря.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- усунення витоків через шланги і роздавальні вентилі;
- забезпечення теплової ізоляції трубопроводів зовнішньої установки;
- замінювання малопродуктивного чи морально застарілого, а також не завантаженого устаткування;
- створення замкненої системи охолодження компресорних установок для забезпечення економії холодної води;
- використання теплоти води, що охолоджує компресор;
- попереднє сушіння (чи підігрівання) стисненого повітря у споживача;
- очищення чи замінювання елементів фільтра всмоктувального трубопроводу;
- зниження номінального робочого тиску компресорної установки;
- мінімізація різниці між виробництвом і споживанням стисненого повітря;
- здійснення наддуву поршневих повітряних компресорів;
- підігрівання стисненого повітря перед пневмоприймачами;
- контролювання за витоками стисненого повітря на окремих ділянках;
- усунення нещільностей у сальниках, трубопроводах, сполучній і запірній арматурі;
- вибір оптимальних діаметрів трубопроводів;
- відключення окремих ділянок чи усієї мережі стисненого повітря в неробочий час;
- замінювання стисненого повітря іншими енергоносіями (там, де це доцільно);
- використання високоекономічних компресорних агрегатів;
- управління навантаженням компресора;
- технічне обслуговування компресорів;
- використання локальних (пересувних) компресорів для віддалених спожи-

вачів;

- використання повітрозбірників у технологіях з циклічним споживанням стисненого повітря;
- дотримання технологічних регламентів;
- використання регулювання режиму виробництва стисненого повітря;
- створення системи регулювання продуктивності при коливаннях витрати стисненого повітря;
- здійснення автоматизації відкриття всмоктувальних клапанів;
- впровадження автоматизованої системи контролю та обліку стисненого повітря;
- раціональне використання стисненого повітря;
- використання регульованого електроприводу;
- ремонт, реконструкція систем стисненого повітря і технологічних газів з метою підвищення енергоефективності.

Система холодопостачання.

Об'єкти енергоаудиту:

- холодильні установки;
- трубопроводи;
- дроселі;
- конденсатори;
- випаровувачі;
- градирні;
- електропривод;
- автоматизована система керування.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів:

- усунення повітря з холодоагенту і заповнення системи до потрібного рівня, очищення холодних поверхонь;
- забезпечення теплової ізоляції трубопроводів і камер;
- замінування малопродуктивного чи морально застарілого, а також не завантаженого устаткування;
- зниження витрати і величини підживлення охолоджувальної води;
- використання теплоти, що виділяється;
- встановлення системи автоматичного регулювання температури;
- здійснення оптимізації вибору кількості одночасно працюючих компресорів;
- застосування регульованого електроприводу насосів.

Електротермічні установки.

Об'єкти енергоаудиту:

- дугові установки;
- установки нагрівання опором;
- індукційні установки.

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів.

Загальні рекомендації:

- застосування системи автоматизації роботи печі;
- підвищення якості теплоізоляції;
- дотримання технологічних регламентів;
- організація контролю за раціональним завантаженням робочого об'єму електропечей та електросушарок;
- ущільнення заслінок.

Дугові сталеплавильні печі:

- попередній підігрів шихти за рахунок теплоти від утилізації;
- збільшення завантаження печі;
- удосконалювання підготовки шихти;
- зниження електричних втрат за рахунок:
 - забезпечення оптимальної густини струму в елементах вторинного струмопроводу;
 - зменшення опору електричних контактів;
 - зменшення опору електродної свічки;
 - оптимізація схеми короткої мережі;
 - установка фільтро-компенсуючих пристроїв;
 - установка компенсаторів реактивної потужності;
 - зменшення електричного навантаження при простой;
- зниження теплових втрат за рахунок:
 - поліпшення якості футеровки печі;
 - фарбування зовнішніх поверхонь кожуха печі;
 - виготовлення кінчної футеровки з відповідною зміною форми кожуха печі;
 - зменшення втрат теплоти з відхідними газами;
 - зменшення втрат теплоти на випромінювання через вікна й отвори печі;
 - скорочення часу простою.

Електропечі опору:

- підвищення продуктивності печей:
 - збільшення потужності печі;
 - раціональне завантаження печі;
- застосування попереднього нагрівання виробів;
- зменшення втрат на акумуляцію теплоти:
 - застосування легких і ефективних вогнетривких і теплоізоляційних матеріалів для печей періодичної дії;

- організація безупинного режиму роботи печей;
- зменшення маси тари;
- раціоналізація електричних і технологічних режимів роботи печей;
- скорочення тривалості технологічного процесу.

Індукційні установки:

- скорочення витрати охолоджувальної води;
- застосування пристроїв компенсації реактивної потужності;
- використання симетруючих пристроїв;
- модернізація електроприводу допоміжних пристроїв.

Система енергетичного менеджменту.

Об'єкти енергоаудиту:

- політика та програма енергозбереження та енергоменеджменту;
- структура СЕМ;
- внутрішні нормативно-розпорядницькі документи в сфері енергозбереження;
- система обліку та контролю ПЕР;
- матеріально-технічне забезпечення СЕМ;
- навчально-методичне забезпечення.

Рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту:

- розроблення та впровадження політики і програми енергозбереження та енергоменеджменту;
- розроблення вимог до рівня професійної компетентності персоналу служби енергоменеджменту;
- розроблення внутрішніх нормативно-розпорядницьких документів в сфері енергозбереження;
- розроблення стандартів об'єкта в сфері енергозбереження;
- розроблення посадових інструкцій керівників та співробітників об'єкта;
- розроблення програм навчання, підготовки та перепідготовки співробітників об'єкта в сфері «Енергоефективності та енергозбереження»;
- розроблення положення про стимулювання працівників об'єкта, за економію ПЕР на виробництві;
- моніторинг виконання енергозберігаючих заходів, відстеження динаміки споживання ресурсів.

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

Визначення економічної ефективності проводиться з метою прийняття рішень про доцільність реалізації енергозберігаючих заходів. Вибір заходів проводиться шляхом техніко-економічного порівняння варіантів. Оцінка економічної ефективності інвестицій в заходи з енергозбереження (капітальні вкладення) базується на визначенні показників виробничої діяльності об'єкта. Розмір капітальних вкладень та поточних витрат визначають по діючим тарифам, цінам, нормам та нормативам.

Критеріями економічної ефективності можуть бути:

- затрати на розробку, впровадження та експлуатацію;
- економічний ефект від впровадження (прибуток, рентабельність, період окупності);
- співвідношення затрат та економічного ефекту, вираженого у певній формі.

Показники визначення економічної ефективності енергозберігаючих заходів

Прибуток від впровадження Π_t

$$\Pi_t = E_t - Z_t$$

де Π_t - прибуток, отриманий від реалізації енергозберігаючих заходів на t -му році реалізації заходів, грн.,

E_t - економія, отримана від реалізації енергозберігаючих заходів на t -му році реалізації заходів, грн.,

Z_t - затрати на реалізацію енергозберігаючих заходів на t -му році реалізації заходів, грн.

Чистий приведений прибуток ЧПП (NPV)

$$NPV = \sum_{t=0}^{t=t_k} \frac{(\Pi_t - Z_t)}{(1+k)^t},$$

де k – норматив дисконтування;

t_k – останній рік реалізації енергозберігаючих заходів.

Вибір нормативу дисконтування залежить від:

- комерційної кон'юнктури об'єкта, що споживає ПЕР;
- вартості зайнятих коштів, вартості банківських депозитів.

При оцінці ефективності енергозберігаючих заходів норматив дисконтування може вибиратися довільно.

Недоліки даного показника полягають у тому, що він має абсолютний, а не відносний характер, а також у тому, що при розрахунках NPV дуже важливу роль відіграє правильний вибір відсоткової ставки кредиту (нормативу дисконтування), від якої може суттєво залежати результат порівняння інших проектів із різним розподіленням ефекту в часі.

Внутрішня норма прибутковості ВНП (IRR)

Числове значення внутрішньої норми рентабельності відповідає граничному розміру нормативу дисконтування $IRR = k$ і визначається з рівняння методом ітерацій:

$$\sum_{t=0}^{t=t_k} \frac{(I_t - Z_t)}{(1+k)^t} = 0.$$

ВНП доцільно застосовувати у випадках, коли норматив дисконтування k важко задати однозначно.

Простий період окупності $T_{ок}$

$$T_{ок} = \frac{Z}{E},$$

де Z - затрати на реалізацію енергозберігаючих заходів, грн.,

E - економія, отримана від реалізації енергозберігаючих заходів, грн.

Перевагою методу простого періоду окупності є простота. Він використовується для швидкої оцінки інвестицій в енергозберігаючі заходи на попередніх стадіях розробки проекту з енергозбереження.

Метод простого періоду окупності має свої недоліки:

- не приймається в розрахунок зміна “вартості грошей” у часі;
- ігнорується прибуток, який може бути отриманий після закінчення періоду повернення коштів;
- не враховується номінальна вартість залишкового капіталу.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Впровадження енергозберігаючих заходів є ефективним способом зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище, величина яких нормується нормативно-правовими актами. Запропоновані заходи з енергозбереження необхідно оцінити з урахуванням впливу на екологію.

Енергетичні процеси є основою практично всіх технологічних процесів, а кількість шкідливих викидів майже пропорційна кількості використаних ПЕР.

При спалюванні природного газу в атмосферу викидається окисел вуглецю CO_2 і окисли азоту NO_x .

Величина зменшення викидів окислу вуглецю CO_2 і окислів азоту NO_x в атмосферу визначається за допомогою вимірів концентрації вмісту їх у відхідних газах, з використанням газоаналізаторів:

$$\begin{aligned} M_{\text{CO}_2} &= h_{\text{CO}_2} \cdot \Delta G, \\ M_{\text{NO}_x} &= h_{\text{NO}_x} \cdot \Delta G, \end{aligned}$$

де h_{CO_2} , h_{NO_x} - питомі викиди, відповідно, окису вуглецю та окислів азоту, г/м^3 ;
 ΔG - економія природного газу від впровадження енергозберігаючих заходів, $\text{м}^3/\text{рік}$.

Величина викидів $h_i^{\text{ВИК}}$ в атмосферу при виробництві 1 тис.кВт·год електроенергії визначається за даними Міненерго України:

1. викиди твердих часток - 4,4 г/ кВт·год;
2. окису вуглецю CO_2 - 0,5 г/ кВт·год;
3. окислів азоту NO_x - 2,2 г/ кВт·год;
4. окислів сірки SO_2 - 9,9 г/ кВт·год.

Величина зменшення викидів в атмосферу від економії електроенергії, кг:

$$M_{\text{ВИК}} = \sum_{i=1}^4 h_i^{\text{ВИК}} \cdot \Delta W,$$

де $h_i^{\text{ВИК}}$ - питомі викиди твердих часток, окису вуглецю, окислів азоту окислів сірки, г/ кВт·год ;
 ΔW - економія електроенергії від впровадження енергозберігаючих заходів, кВт·год /рік .