

Розен В.П.
Соловей О.І.
Бржестовский С.В.
Чернявский А.В.
Розен П.В.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ОБ'ЄКТІВ
ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО
ГОСПОДАРСТВА**

Енергетичний аудит об'єктів житлово-комунального господарства: Монографія/ В.П.Розен, О.І.Соловей, С.В.Бржестовський, А.В.Чернявський, Розен П.В. // Під заг. ред. В.П.Розена, О.І.Солов'я – К.: ПП ВКФ «ДЕЛЬТА ФОКС», 2007. – 224 с.

ISBN 978-966-96808-0-8

Монографія підготовлена колективом авторів Національного технічного університету України "КПІ" та спеціалістами державного підприємства "Інноваційний центр" з урахуванням міжнародних та національних стандартів України, нормативно-методичних документів Національного агентства з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів України і базується на практичному досвіді проведення енергетичних аудитів об'єктів житлово-комунального господарства.

В монографії розглядаються основні напрями проведення енергетичного аудиту на об'єктах житлово-комунального господарства, які включають в себе порядок проведення, аналіз інформації, практичні рекомендації щодо заходів з енергозбереження, а також їх фінансову та екологічну оцінку.

Монографія призначена для фахівців в галузі енергозбереження, інвестиційній та екологічній діяльності, керівників та енергоменеджерів об'єктів житлово-комунального господарства, а також для студентів вищих навчальних закладів освіти, що навчаються за базовим напрямом електротехніка, електромеханіка та енергетика, і може бути використаний для самоосвіти.

УДК 658.26:621.311

© В.П.Розен, О.І.Соловей,
С.В.Бржестовський

ISBN 978-966-96808-0-8

ПЕРЕДМОВА

Курс на активну енергозберігаючу політику знайшов відображення в Законі України "Про енергозбереження" [1], комплексній державній програмі енергозбереження, прийнятій Урядом України, в Глобальній стратегії енергозбереження для України [2], Рекомендаціях Ради Європи [3], а також в низці наказів Державного комітету України з енергозбереження [4-7].

Значна частина політичної еліти не тільки в розвинутих країнах, а також і в Україні вважає енергозбереження другорядною справою, хоча і необхідною. Тому фінансування цієї галузі здійснюється за остаточним принципом.

Турбота про сьогодення, вирішення нагальних проблем в енергетиці України не виправдовує відсутність уваги до стратегічних завдань енергозбереження та нерозривно пов'язаних з ними завдань екології.

В Україні на даний момент створено понад 170 сертифікованих енергоаудиторських підприємств, які є одним з механізмів управління в галузі енергозбереження.

Енергетичний аудит (ЕА) - це новий вид підприємницької діяльності, що потребує від фахівців відповідної освіти в сфері енергозбереження, досвіду роботи на об'єктах житлово-комунального господарства (ЖКГ).

Кваліфіковане проведення енергетичного аудиту потребує від аудитора або групи аудиторів широких індивідуальних та колективних знань в різних сферах: нормативно-правових, економічних, енергетичних, технічних, екологічних тощо.

Метою монографії є викладення основних положень організації проведення енергетичного аудиту та конкретних типових процедур обстеження систем енергозабезпечення та енергоємних споживачів, з приведенням переліку енергозберігаючих заходів.

Процедури обстеження узгоджені з міжнародними стандартами серії ISO 9000, ISO 14000 та ISO 18000 в сфері управління якістю та екологічного аудиту. Це пов'язано з тим, що енергетичний аудит базується на принципах і методології системного підходу. Одним з таких принципів є системна цілісність. З метою додержання цього принципу в посібнику наведені не тільки теоретичні основи, а й практичні процедури щодо здійснення енергетичного аудиту та їх нормативно-правові засади у вигляді додатків.

ВСТУП

Рациональне використання поливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на об'єктах ЖКГ є одним із важливих способів підвищення рівня ефективності їх роботи. На даний час питома вага енерговитрат у собівартості продукції (без урахування вартості сировини і матеріалів) складає 40-45%, а в окремих випадках досягає 70-80%.

Підвищення рівня ефективності використання ПЕР досягається двома шляхами:

- на основі модернізації технологічних процесів та структури підприємства, що безумовно потребує значних витрат і в більшості випадків має тривалий період окупності;
- шляхом поетапною реконструкції систем енергопостачання житлово-комунального підприємства, що дозволяє в реальні терміни повернути вкладені кошти і створити умови для удосконалення енергогосподарства;
- впровадження енергозберігаючих заходів.

У вирішенні цих питань значну роль грає енергетичне обстеження підприємств (енергоаудит); досвід практичного енергоаудиту в Україні складає лише 5-6 років.

Від інших сфер діяльності, в яких використовується енергоспоживаюче обладнання, енергоаудит відрізняється двома характерними рисами.

1. Комплексний підхід. Енергоаудитор в процесі обстеження однаково увагу приділяє всім видам енергоресурсів і типам обладнання, які споживають паливо та енергію.
2. Економіко-екологічний аналіз. Для розробки енергозберігаючих заходів та вибору проектів існує один критерій – економічна ефективність, однак при цьому повинні враховуватися питання екологічного боку енергозбереження.

Енергоаудиторська діяльність ґрунтується на принципах:

- вірогідності і повноти енергоаудиторської інформації;
- наукової обґрунтованості, об'єктивності і законності енергоаудиторського висновку;
- конфіденційності отриманої інформації;
- комплексності оцінки ефективності споживання ПЕР;
- незалежності енергоаудиторів та енергоаудиторських компаній при здійсненні ними енергоаудиторської діяльності;
- компетентності і об'єктивності енергоаудиторів та енергоаудиторських компаній при здійсненні ними енергоаудиторської діяльності;
- врахуванні світового рівня науково-технічного прогресу, норм і правил технічної та екологічної безпеки, вимог стандартів, міжнародних угод;
- відповідності суб'єктів енергетичного аудиту за організацію, проведення, та якість енергетичного аудиту.

Енергоаудиторська діяльність включає в себе організаційне і методичне забезпечення енергетичного аудиту, практичне виконання енергоаудиторських перевірок, та надання супутніх енергоаудиторських послуг.

Супутні енергоаудиторські послуги можуть надаватись у формі експертиз та консультацій з питань впровадження енергозберігаючих заходів, а також шляхом розроблення та обґрунтування енергозберігаючих заходів та можливих джерел фінансування цих заходів.

Розділ 1

ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО МІСТ ЯК СПОЖИВАЧ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Житлово-комунальне господарство – одна з найбільш важливих для населених пунктів сфер економіки, яка надає населенню відповідні послуги на гарантованому державою рівні, а також забезпечує необхідні умови для функціонування господарського комплексу населених пунктів.

Всі об'єкти структури ЖКГ умовно можна розділити на чотири групи:

- житлово-цивільне експлуатаційно-будівельне господарство;
- енергетичне господарство;
- транспортне господарство;
- господарства благоустрою та послуг.

Найбільш об'ємною і важливою групою структури ЖКГ є житлово-цивільне експлуатаційно-будівельне господарство, в якому експлуатація житлово-цивільних будинків і споруд складають одну з найбільш життєвих складових. Кошти, які виділяються на це, зазвичай складають значну долю всіх витрат структури ЖКГ.

Весь житловий фонд населених пунктів можна поділити на житлові споруди державної форми власності (будинки ЖКГ), групової форми власності (кооперативні), індивідуальної форми власності і спеціалізовані, які побудовані за кошти окремих організацій, підприємств і належать їм.

В плані житлових будинків ЖКГ основна робота в підтриманні фонду покладена на житлові експлуатаційні контори, де основна частина витрат на ремонтні роботи перекалена на самих мешканців, а державне фінансування стосується, в більшості випадків, ремонту дахів та зовнішнього вигляду будівель.

Житлово-цивільне будівництво займає одну з головних статей витрат в міських бюджетах; цей вид діяльності в структурі ЖКГ характеризує рівень економічного зростання міста, підвищує рівень забезпеченості мешканців житлом, має поряд з промисловістю будівельних матеріалів значне соціальне значення, так як вони пов'язані з потребою значної кількості робочих місць.

Широке впровадження будівництва неможливе без розвинутої структури промисловості будівельних матеріалів, до яких входять заводи залізобетонних конструкцій, по виготовленню будівельних панелей, цегельні заводи, заводи елементів будівельних конструкцій тощо.

Енергетичне господарство в структурі ЖКГ включає комунальне теплопостачання, газове господарство, електричні мережі, водопровідно-каналізаційне господарство.

У теплопостачанні основна увага приділяється виробленню теплової енергії на ТЕЦ, в котельнях, транспортування теплової енергії та розподіл між споживачами, при цьому розглядаються системи опалення і гарячого водопостачання.

У газовому господарстві ЖКГ головним завданням галузі є забезпечення безперебійного транспорту та постачання природного газу для населення, промислових, комунально-побутових та інших споживачів газу шляхом експлуатації системи підземних газових мереж, споруд на них, а також технічного обслуговування та ремонту газопроводів, газового обладнання житлових будинків, громадських та адміністративних будівель, підприємств побутового та соціально-культурного призначення.

У постачанні електроенергії головним завданням є виробництво електричної енергії (здебільшого відбувається одночасно з виробленням теплової енергії), передача та розподіл електроенергії між споживачами.

У водопровідно-каналізаційному господарстві ЖКГ головним завданням галузі є централізоване водопостачання та водовідведення, забезпечення споживачів якісною питною водою, експлуатація об'єктів питного водопостачання, водовідведення та очищення стічних вод, облік та контроль у цій сфері.

Транспортне господарство в структурі ЖКГ пов'язане з розвитком міського транспорту, шляховим господарством і промисловими підприємствами шляхового господарства.

Міський транспорт повинен забезпечувати своєчасне, швидке, надійне, комфортабельне перевезення мешканців і гостей міст. Особливу роль в ньому наділяється електричному транспорту як екологічно чистому для міст з точки зору забруднення довкілля.

Головним завданням шляхового господарства є виконання комплексу робіт з технічного нагляду, утримання та ремонту автомобільних шляхів та шляхо-транспортних мереж, забезпечення очищення шляхів від снігу. Допомогу в цьому складають промислові підприємства шляхового господарства, які виробляють щебінь, асфальт тощо.

Зовнішній вигляд міст, а також різноманітність видів послуг забезпечується господарством благоустрою та послуг в структурі ЖКГ. Воно включає зовнішнє освітлення міст, санітарну очистку міст, зелене господарство, водне господарство, види робіт, що пов'язані з протизсувними заходами та підземними роботами, по утриманню домашніх та інших тварин, ритуальне обслуговування.

Головним завданням зовнішнього освітлення населених пунктів є забезпечення виконання робіт з утримання та розвитку мереж освітлення вулиць, парків, об'єктів відпочинку.

Завданнями санітарної очистки населених пунктів є збирання, вивезення, захоронення та знешкодження твердих побутових відходів; вивезення та захоронення великогабаритних та будівельних відходів; вивезення рідких відходів від промислових підприємств і організацій, а також приватного сектору; експлуатація полігонів, сміттєпереробних (сміттєспалювальних) заводів, зливних станцій тощо.

Завданнями зеленого господарства населених пунктів є виконання всіх видів озеленювальних робіт з догляду за зеленими насадженнями загального користування, комплексу відновлювальних і лісогосподарських робіт у лісопаркових господарствах, охорону лісових насаджень від пожеж і лісопорушень, захист зелених насаджень від шкідників та хвороб на території населеного пункту, вирощування квітникової та деревно-чагарникової продукції для озеленення населених пунктів з метою забезпечення попиту населення в цій продукції.

Головним завданням водогосподарського комплексу є виконання робіт з охорони, утримання та експлуатації водних об'єктів, земель водного фонду, зон відпочинку на водних об'єктах, водовідведення поверхневих вод та регулювання рівня ґрунтових вод, створення безпечних умов відпочинку на воді.

Головним напрямом діяльності у сфері протизсувних і підземних робіт комунального господарства є експлуатація та будівництво протизсувних споруд, контроль за дотриманням землекористувачами протизсувного режиму.

Важливим підрозділом комунального господарства є забезпечення належних умов утримання домашніх та інших тварин, формування гуманного ставлення до них, регулювання кількості безпритульних тварин.

Головним завданням галузі з ритуального обслуговування є реалізація предметів ритуального призначення, проведення поховань, кремацію покійних громадян та поховання урн в колумбарії, утримання кладовищ населених пунктів.

Слід зауважити, що стосовно об'єктів ЖКГ відсутня стандартна структура, в деяких випадках із структури ЖКГ виділяється окрема міський транспорт, іноді будівництво тощо. Вказане має місце в представленнях балансів витратної частини бюджетів міст.

В структурі видатків бюджетів міст значна доля припадає на об'єкти ЖКГ. Так обсяг видатків бюджету міста Києва в 2006 р. (план) по галузям міського господарського комплексу має місце:

Державне управління	266,2 млн. грн.
Освіта	1289,3
Охорона здоров'я	1149,5
Соціальний захист та соціальне забезпечення	589,1
Житлово-комунальне господарство	519,3
Культура і мистецтво	203,0
Фізична культура і спорт	96,4
Будівництво	2354,3
Транспорт	417,4
Інші видатки	2628,6
Усього витрат	9513,1 млн. грн.

Таким чином, витрати на житлово-комунальне господарство, будівництво і транспорт складають 3291 млн. грн., що становить 34,6 % бюджету м. Києва.

З другого боку, починаючи з жовтня 1994 року вартість комунально-побутових послуг для населення України невпинно зростає. Якщо раніше середня українська сім'я витрачала на оплату таких послуг 4 % свого доходу, то в 2006 р. має сплачувати приблизно четверту-п'яту його частину, а з 2007 р. – значно більше.

Підвищення вартості послуг – це наслідок дії об'єктивних обставин. Сьогодні Україна змушена платити за газ і нафту набагато більше, ніж раніше: якщо 10 років тому тарифи на енергоносії відповідали 5-10 % світових цін, то тепер сягають майже 100 %. Житлово-комунальні підприємства споживають чимало енергетичних ресурсів, тому підвищення цін на енергоносії неминуче призводить до випереджувального, порівняно з іншими товарами, зростання вартості житлово-комунальних послуг.

Безперечним є і той факт, що сьогодні, незважаючи на суттєве зростання тарифів, якість житлово-комунальних послуг не покращилася: водопостачання нерегулярне, опалення ненадійне, дахи протікають, напруга в електричній мережі нестабільна, очисні споруди не можуть впоратися з надто великим обсягом побутових стоків. Здебільшого все це є наслідком загального погіршення стану житлово-комунальних підприємств, обладнання яких протягом тривалого часу експлуатувалось без належного догляду і ремонту. Гострий дефіцит фінансових ресурсів не дає підприємствам змоги вчасно і повністю відшкодувати експлуатаційні витрати, реконструювати і вдосконалювати системи, переважна частина яких перебуває в аварійному стані. Через незадовільний технічний стан мереж і застарілі технології майже половину енергетичних і матеріальних ресурсів доводиться витрачати марно. А реальних стимулів до ошатливого господарювання поки що немає.

Якість послуг не покращується ще й тому, що комунальні підприємства є монополістами, і споживачі, не маючи вибору, змушені користуватися їхніми послугами. Монополісти не завдають собі зайвих клопотів, щоб застосовувати ефективні методи виробництва і вдосконалювати свою роботу.

Процес реформування житлово-комунального господарства свого часу пережили всі розвинуті країни світу. Шукаючи виходу із складної ситуації, уряди цих держав проводили політику, що мала забезпечити державну підтримку підприємств житлово-комунальної сфери і, водночас, сприяти якомога широкому залученню приватного сектора до надання послуг, в результаті чого виникло і розвинулося конкурентне середовище. В результаті підвищилася ефективність надання житлово-комунальних послуг і знизилася їх вартість.

Так, наприклад, уряд Великої Британії з 1989 р. передав приватним компаніям усі системи постачання питної води та системи каналізації. Приватні фірми, залучивши великі інвестиції, впровадили сучасні технології обробки питної води та очищення стічних вод, створили для працівників підприємств стимули до ефективнішої праці та творчого підходу до виконання своїх службових обов'язків. Такі заходи дали змогу суттєво скоротити витрати води

та споживання електроенергії, забезпечити цілодобове водопостачання у всій країні і дотримувати стандартів якості питної води та очищення стічних вод відповідно до вимог Європейського союзу.

Помітних успіхів у реформуванні житлово-комунальної сфери досягли близькі сусіди України: Польща, Угорщина, Чехія та деякі країни постсоціалістичного простору. Цих змін на краще тут домоглися завдяки роздержавленню і залученню приватного сектору, здійсненню цілеспрямованої державної політики щодо підтримки підприємств житлово-комунальної сфери та соціального захисту населення.

В умовах сьогодення в Україні коло 25 % всіх енергетичних ресурсів, що споживаються, використовуються в комунально-житловому господарстві. Це єдина група споживачів, яка не зменшила загальних обсягів енергоспоживання за останні п'ять років. Однак на одного мешканця в існуючих будівлях з централізованим тепlopостачанням, в перерахунку на 1 м² площі, на території України витрачається 1,4 т у. п. за рік, що в 1,5 рази більше, ніж в США і в 2,5-3 рази більше, ніж в Швеції.

За статистичними даними з 85 млрд. м³ газу, які щорічно використовуються в Україні, близько 34 млрд м³ споживаються населенням, комунально-побутовими та бюджетними організаціями. За останні 5 років (дані середини 2002 року) споживання енергії в житлово-комунальному господарстві підвищилося майже на 7 %, в той час як у промисловості цей показник знизився на 7,4 %. Питомі витрати енергоресурсів на виробництво 1 Гкал теплоти складають 185-190 кг у. п., в той час як за кордоном – 140-150 кг у. п. Через таку перевитрату палива рівень викидів CO₂ в атмосферу становить 45 г/МДж, в той час як на заході цей показник дорівнює 26 г/МДж.

У циклі виробництва теплової енергії втрати в деяких малоефективних котельнях складають близько 30 %. Приведення цих втрат до нормативного рівня (не більше 8 %) може скласти щорічну економію до 2,4 млн т у. п.

Розділ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

2.1 Мета і завдання енергетичного аудиту

Словосполучення “енергетичний аудит” ввійшло в наш побут зовсім нещодавно і якимсь непомітно. Раніше слова “аудит” асоціювалося з фінансовими перевітками і бухгалтерським обліком. Але тепер зрозуміло, що енергетичний аудит відіграє ключову роль в ефективному використанні паливно-енергетичних ресурсів у промисловості, у побуті та сфері послуг. Енергетичний аудит виявився засобом для повної оцінки використання паливно-енергетичних ресурсів і вироблення корегувальних впливів, а потім і для оцінки того, наскільки вони виявляються ефективними [81]. За методичним підходом до енергетичного аудиту близьки екологічний аудит і аудит якості.

Таким чином, енергетичний аудит – постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом об'єкту енергоспоживання. З цього випливає, що потрібний постійний персонал, спеціально навчений цієї специфічної діяльності. А оскільки в нас в Україні мало фахівців у даній сфері, то їх треба готувати, причому швидко і у достатній кількості.

Метою енергетичного аудиту є сприяння суб'єктам господарської діяльності у визначенні своєї політики з енергозбереження, ефективності використання ПЕР, потенціалу енергозбереження, надання допомоги в розробці науково обґрунтованих норм та нормативів питомих витрат, енергобалансів, розробці заходів з енергозбереження, їх фінансовій оцінці та оцінці впливу на екологію.

Енергетичний аудит базується на оцінці рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. Його необхідно розглядати в двох аспектах: просторовому, коли мова йде про енергоаудиторську діяльність, і у часовому – коли ці напрями стосуються минулого, теперішнього і майбутнього.

Таким чином, **предметом енергетичного аудиту** є стан економічних, організаційних, енергетичних, інформаційних, екологічних та інших характеристик системи, що знаходиться в сфері енергетичного аудиту.

Принципами енергетичного аудиту є:

- вірогідність і повнота енергоаудиторської інформації;
- наукова обґрунтованість об'єктивності і законності енергоаудиторського висновку;
- конфіденційність отриманої інформації;
- комплексність оцінки рівня ефективності споживання ПЕР;
- незалежність енергоаудиторів та енергоаудиторських компаній;
- компетентність і об'єктивність енергоаудиторів та енергоаудиторських компаній при здійсненні ними енергоаудиторської діяльності;

Загальними вимогами до енергетичного аудиту є:

- можливість його використання для всіх типів виробництв;
 - облік усіх видів палива і енергії;
 - стандартизації вирішення окремих питань;
 - можливість ідентифікації етапів для продовження роботи або її припинення;
 - можливість його використання як бази в системі енергетичного обстеження.
- Завданнями енергетичного аудиту є:
- аналіз енергоспоживання для кожного виду енергії та видачу рекомендацій щодо використання тих чи інших тарифів на споживання ПЕР;
 - аналіз витрат коштів на ПЕР у собівартості продукції;
 - аналіз енергоспоживання в окремих технологічних процесах, підрозділах та за типами обладнання;
 - оцінка ефективності використання ПЕР, аналіз їх фактичних витрат і порівняння з діючими нормами та нормативами, підготовку пропозицій щодо їх зменшення;
 - аналіз витрат ПЕР на об'єкті енергоаудиту;
 - перевірка функціонування (впровадження) системи енергетичного менеджменту на об'єкті;
 - формування переліку шляхів та засобів економії витрат ПЕР на об'єкті;
 - розробка заходів з енергозбереження з їх техніко-економічним обґрунтуванням.

2.2 Об'єкти і суб'єкти енергетичного аудиту

Об'єктами енергетичного аудиту є окремі, а також взаємопов'язані економічні, інформаційні, енергетичні, технологічні та інші сторони функціонування системи що вивчається, стан якої може бути оцінений кількісно чи якісно.

Енергоаудитор може проводити перевірку різних по складу, цілям, відношенню до окремих сфер діяльності, та багатьом іншим характеристикам об'єкту енергетичного аудиту. Це потребує використання до них визначеної класифікаційної системи, що забезпечує достатнє цілісне уявлення про предмет енергетичного аудиту. Таке уявлення дає наступна класифікація.

Вид об'єкту. По цій ознаці об'єкти енергетичного аудиту поділяють на наступні основні групи:

Ресурси: засоби праці – будівлі, обладнання та інші предмети праці – сировина, матеріали, енергоносії, трудові ресурси, фінансові ресурси.

Господарчі процеси: технічне, енергетичне та господарче обслуговування, забезпечення фінансовими ресурсами, забезпечення робітниками.

Економічні результати діяльності: обсяг споживання ПЕР, енергетична складова собівартості продукції, прибуток тощо.

Організаційні форми управління: системи енергетичного менеджменту, навчання, стимулювання.

Функції управління: облік, контроль, аналіз, регулювання, нормування, планування, організація.

Складність об'єктів. По цій ознаці можливо виділити дві групи об'єктів:

- сукупні ресурси та господарчі процеси, цілісні системи управління;
- групи ресурсів та господарчих процесів при декомпозиції системи управління.

У першому випадку мова йде про вивчення об'єктів, що є глобальними сферами діяльності підприємства. Наприклад, задача енергоаудиторської оцінки стану та ефективності використання ПЕР на підприємстві потребує вивчення їх складових. Система в цілому буде об'єктом енергоаудиту, якщо завданням є удосконалення організаційної структури підприємства в цілому з точки зору підвищення ефективності енергоспоживання.

В іншому випадку мова йде про вивчення окремих ПЕР, удосконаленню служби енергетичного менеджменту, системи обліку, контролю ПЕР тощо.

Складність об'єкту – поняття умовне. Воно визначається розмірами підприємства, об'ємом виробництва, організаційною структурою виробництва та іншими його системними характеристиками. Але з позицій енергетичного аудиту подібна класифікація має важливе значення. У залежності від складності об'єктів визначається об'єм, характер та термін виконання робіт, необхідна кількість енергоаудиторів, методичні підходи до вирішення поставленої задачі.

Зв'язок об'єктів з часом. Необхідно розрізняти об'єкти енергетичного аудиту щодо стану їх роботи в минулому, теперішньому і майбутньому.

Минулий стан об'єкту оцінюють тоді, коли здійснюється висновок про достовірність енерго-економічної звітності та ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів в минулому.

Теперішній стан об'єкту необхідно оцінювати тоді, коли здійснюється оцінка стану обліку, контролю, плануванню, стимулюванню та ін.

Оцінка майбутнього стану – результат майбутнього дослідження проблеми удосконалення відповідних сторін системи управління енергоспоживанням.

Віднесення об'єктів до конкретного стану залежить від завдань, що вирішує енергоаудитор. Якщо енергоаудитор оцінює облік паливно-енергетичних ресурсів з точки зору достовірності обліку, тоді облік розглядається в теперішньому часі. Якщо енергоаудитор буде досліджувати облік з метою його удосконалення, то оцінюється його майбутній стан.

Характер оцінки стану об'єктів. По цій ознаці розрізняють об'єкти, стан яких оцінюється тільки за кількісними характеристиками. На практиці існують об'єкти, стан яких оцінюється тільки якісними оцінками, а також об'єкти стан яких можливо розрізнити з позицій як кількісних, так і якісних оцінок.

Об'єкти першої групи – це паливно-енергетичні ресурси, результати роботи об'єкту в сфері енергозбереження. Наявність паливно-енергетичних ресурсів, ефективність їх використання, планові, фактичні, прогностичні показники об'ємів споживання не мають у практиці ніяких оцінок крім кількісних.

Об'єкти другої групи не можуть бути оцінені кількісно у зв'язку з тим, що така оцінка заперечує їх внутрішньому змісту. До них відносять організаційні форми, методи та функції управління. Спроби оцінити об'єкти кількісно – по чисельності персоналу, витратами на його утримання – не дають позитивного результату, тому що стан їх визначають такі суттєві характеристики, як динамічність процесів управління, інформаційне забезпечення, оперативність функцій контролю тощо.

До третьої групи об'єктів відносять господарчі процеси. Їх можливо розділити кількісно, якщо мова йде, про витрати у відповідних сферах діяльності, і якісно, якщо мова йде про питання технологічного виробництва, оптимізації складу постачальників паливно-енергетичних ресурсів.

Тривалість знаходження об'єктів у полі зору діяльності енергоаудиту. Можливо виділити наступні три групи об'єктів: об'єкти, що постійно знаходяться в полі зору енергоаудиторського нагляду, об'єкти, по яким проводиться періодична енергоаудиторська оцінка, та об'єкти, що потребують разової оцінки.

Практично в полі зору енергоаудиторської діяльності можуть постійно знаходитись наступні об'єкти: результати роботи в сфері енергозбереження, окремі процеси та функції управління. Енергоаудиторська діяльність виражається в постійному консультуванні підприємства енергоаудиторською фірмою по питанням обліку, контролю, нормуванню паливно-енергетичних ресурсів тощо.

У групу об'єктів періодичної оцінки входять паливно-енергетичні ресурси, господарчі процеси, результати роботи в сфері енергозбереження. Підтвердження достовірності звітності, аналіз діяльності в сфері енергозбереження – це напрями енергоаудиторської діяльності не постійні для об'єкту.

Об'єкти, що потребують разової оцінки, є об'єктами енергетичного аудиту, що пов'язані з необхідністю суттєвого удосконалення системи енергетичного менеджменту на підприємстві. У кожному такому випадку енергоаудитори відкривають нові можливості в сфері енергоменеджменту, дають реальну оцінку майбутнього стану цих об'єктів.

Зрозуміло, що через деякий час до цих проблем прийдеться звертатись знову, тому що життя не стоїть на місці.

Класифікація має системний характер, у зв'язку з тим, що групи об'єктів пов'язані в просторі та часі. Системність класифікації об'єктів визначає використання специфічних прийомів, що складають метод енергоаудиторської діяльності.

Загальними об'єктами енергетичного аудиту є:

- підприємства, їх структурні підрозділи, господарські об'єкти, організації, установи;
- політика і програма енергозбереження суб'єкта господарювання;
- системи електро-, тепло-, газо-, водопостачання суб'єкта господарювання;

- виробниче та технологічне обладнання;
- технологічні процеси;
- діяльність і звітність суб'єкта господарювання в сфері енергозбереження;
- технічна і технологічна документація суб'єкта господарювання;
- відомчі нормативні документи в сфері енергозбереження;
- норми та нормативи споживання паливно-енергетичних ресурсів;
- система енергетичного менеджменту суб'єкта господарювання;
- проекти планів (програм) будівництва, реконструкції, розширення, консервації і ліквідації об'єктів господарської діяльності;
- інші об'єкти, щодо яких законодавством України передбачено проведення енергетичного аудиту.

Суб'єктами енергетичного аудиту є Замовники та Виконавці (енергоаудиторські фірми та енергосервісні компанії, окремі енергоаудитори) що проводять енергетичний аудит на об'єктах.

2.3 Метод енергоаудиторської діяльності

У загальному вигляді метод - це спосіб дослідження явищ, процесів, створених людиною систем та ін.

Метод енергетичного аудиту - це сукупність прийомів, за допомогою яких оцінюється ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів.

Прийоми енергетичного аудиту можна об'єднати в три групи визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів: у натуральному виді, зіставленні, оцінки.

Прийоми першої групи - це огляд, вимірювання, перерахування, що дозволяють визначити кількісний стан об'єкта енергетичного аудиту.

Перевірка енергоаудитором фактичної наявності найменувань палива дозволяє не тільки переконатися в його наявності, але і визначити стан обліку палива в місцях збереження, порядок складання документів.

Прийоми другої групи дозволяють зіставляти наступні показники:

- фактичне використання паливно-енергетичних ресурсів з діючими нормами;
- фактичний випуск продукції з планом;
- результати контрольних вимірів з регламентами;
- фактичні показники енерго-господарської діяльності з прогнозуючими, відповідними даними минулих періодів, показниками аналогічних підприємств;
- діючі на підприємстві системи управління (структури, функції, методи і ін.) і порівняння з вітчизняними і закордонними стандартами.

Зіставлення дозволяє визначити відхилення дійсного споживання паливно-енергетичних ресурсів досліджуваних об'єктів від норм і нормативів, прогнозованих показників, багатьох інших правил, відповідно до яких вони повинні функціонувати.

Прийоми третьої групи зв'язані з оцінкою минулого, сьогодення і майбутнього стану об'єктів енергетичного аудиту і є логічним завершенням процесу зіставлення. При цьому проводиться оцінювання рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів, вірогідність енергетичної інформації, у тому числі енерго-економічної звітності, цілеспрямованість організаційних структур, методів і функцій управління.

Визначення фактичного стану об'єктів у натуральному виразі, їхнє зіставлення й оцінка є методами енергетичного аудиту. Вони використовуються на кожному об'єкті, тому що його вивчення так чи інакше складається у визначенні дійсного стану і відхилень від базового, в оцінці відхилень за критеріями доцільності і законності.

Для цього широко використовують методи математичної статистики і аналізу енерго-економічної діяльності - групування, індекси, ланцюгові підстановки, баланси тощо. У вирішенні проблем управління широко використовують системний аналіз, програмно-цільовий підхід, метод експертних оцінок тощо. У багатьох напрямках енергоаудиторської діяльності досягають мети за допомогою економіко-математичних методів. Однак усі ці прийоми і методи не власне енергоаудиторські, вони стосуються всіх галузей знань.

Методами аналізу енергетичного аудиту є: статистичний, експериментальний та аналітичний.

Статистичний метод передбачає визначення динаміки процесів, при цьому використовуються як звітна інформація підприємства, так і таблиці, розроблені аудиторською фірмою.

Експериментальний метод передбачає проведення відповідних вимірювань, при цьому необхідно використовувати наявне вимірювальне обладнання підприємства і специфічне обладнання енергоаудиторської компанії.

Аналітичний метод потребує математичного аналізу як у період проведення енергетичних вимірювань, так і на стадії оформлення звіту з енергетичного аудиту.

2.4 Види енергетичного аудиту

За цією ознакою енергетичний аудит поділяється на такі групи:

По відношенню енергоаудиторів до об'єкту енергетичного аудиту існує зовнішній (незалежний) та внутрішній (залежний) енергетичний аудит.

Зовнішній енергетичний аудит проводиться – незалежно від об'єкту енергетичного аудиту енергоаудиторською організацією і включає в собі документовану процедуру обстеження та аналізу ефективності використання ПЕР суб'єктом господарської діяльності та розробки рекомендацій щодо зниженню споживання ПЕР з виконанням технічних та технологічних вимог,

вимог по якості продукції, вимог по охороні праці та навколишнього середовища;

Внутрішній енергетичний аудит – це організований керівництвом підприємства систематичний і незалежний контроль ефективності використання ПЕР, що проводиться персоналом підприємства і дозволяє визначити відповідність діяльності і результатів у сфері енергозбереження запланованим заходам, а також ефективність впровадження цих заходів і їх відповідність поставленим цілям.

Цілі та задачі зовнішнього та внутрішнього енергетичного аудиту підприємств, де існує система енергетичного менеджменту, необхідно розглядати як єдине ціле.

Ця обставина має важливе значення для української економіки. Вивчаючи світовий досвід енергетичного аудиту на протязі останніх років, ми повинні взяти на озброєння все найкраще, проходження етапів спроб та помилок. Підприємствам спочатку необхідно орієнтуватись на внутрішній енергетичний аудит. Організовувати енергетичний аудит необхідно у відповідності з міжнародними стандартами ISO, або європейськими стандартами EMAS, тому що тільки такий енергетичний аудит визначає ефективність роботи підприємства і результатів роботи зовнішнього енергоаудитора і може бути основою для отримання міжнародного сертифіката з енергетичної ефективності.

По масштабам роботи внутрішній енергетичний аудит підрозділяють на загальний – по всім питанням ефективного споживання паливно-енергетичних ресурсів і функціонування системи енергетичного менеджменту і локальний – по окремим напрямкам енергетичного аудиту (технології, споживачі).

Зовнішній енергетичний аудит користується послугами внутрішніх енергоаудиторів і контролює їх.

Після проведення внутрішнього енергетичного аудиту його висновок є обов'язковим для виконання службою енергетичного менеджменту.

Принципово немає різниці між методами проведення зовнішнього і внутрішнього енергетичного аудиту та його об'єктами. Паливно-енергетичні ресурси, господарчі процеси, методи та функції постійно знаходяться в полі зору керівників підприємства всіх рангів і, природно, входять у систему внутрішнього аудиту і також є об'єктами зовнішнього енергетичного аудиту.

По формі проведення існує ініціативний і обов'язковий види енергетичного аудиту.

Ініціативний енергетичний аудит проводиться енергоаудиторською або енергосервісною компанією за рішенням суб'єкта господарювання.

Обов'язковий енергетичний аудит проводиться:

- при обґрунтуванні інвестиційних проектів і програм у випадку, якщо це передбачено умовами інвестування;

- при обґрунтуванні і реалізації програм енергозбереження (державних, регіональних, місцевих, окремих підприємств), що фінансуються за рахунок бюджетних і позабюджетних джерел;
- за рішенням ліцензійних органів при ліцензуванні і сертифікації видів діяльності в сфері енергозбереження.

По призначенню енергетичного аудиту існує попередній, первинний, повторний, додатковий, контрольний.

Попередній енергетичний аудит проводиться з метою з'ясування відповідності формальних ознак об'єкта енергетичного аудиту встановленим нормам і вимогам стандартів тощо. Попередній енергетичний аудит проводять, як правило, установи та організації – замовники енергетичного аудиту силами своїх спеціалізованих підрозділів або шляхом залучення незалежних енергоаудиторів та енергоаудиторських компаній.

Первинний енергетичний аудит передбачає здійснення всіх необхідних заходів у процесі підготовки обґрунтованого енергоаудиторського висновку та енергоаудиторського звіту щодо об'єкту енергетичного аудиту.

Повторний енергетичний аудит може проводитися:

- у разі порушення встановлених вимог і правил під час проведення первинного енергетичного аудиту;
- на вимогу замовника енергетичного аудиту за наявності обґрунтованих претензій до енергоаудиторського висновку енергетичного аудиту.

Додатковий енергетичний аудит проводиться на об'єктах Замовника первинного енергетичного аудиту, які не розглядалися в процесі проведення первинного енергетичного аудиту.

Контрольний енергетичний аудит може здійснюватися з ініціативи Замовника для перевірки висновків первинного енергетичного аудиту.

По об'єму розглянутих питань енергоаудит може бути повним, локальним, у вигляді експрес-аудиту та специфічним.

Повний енергетичний аудит проводиться для оцінки рівня ефективності використання ПЕР по об'єкту в цілому.

Локальний енергетичний аудит проводиться для оцінки ефективності використання одного з видів ПЕР, вторинних енергоресурсів або по окремим показникам енергоефективності.

Експрес-аудит має обмеження по об'єму і терміну проведення і відноситься до визначення показників енергоефективності роботи окремих агрегатів або окремих груп агрегатів.

Специфічний енергетичний аудит проводиться для вирішення спеціальних питань, у яких зацікавлений Замовник (наприклад, визначення технологічної та аварійної броні об'єкту, визначення споживачів-регуляторів для регулювання енергоспоживання, оцінити ефективність функціонуючої системи енергетичного менеджменту об'єкту та інше).

2.5 Відмінність енергетичного аудиту від інспекторської перевірки з ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів

В енергетичному аудиті, інспекторській перевірці, експертизі розглядається один предмет - ефективне використання енергії на підприємствах, в установах, в організаціях і інших суб'єктах підприємницької діяльності, при цьому використовуються загальні методичні прийоми і процедури контролю.

Використання методичних прийомів і процедур контролю дозволяє знайти неефективне використання енергії в споживача енергії і побудувати механізм його ліквідації. Такий підхід дає можливість не допустити надалі неефективне використання енергії й активно впливати на виявлення причин безгосподарності, порушення законодавства і нормативних актів, сприяти відшкодуванню заподіяного збитку конкретним юридичним особам.

В енергетичному аудиті й інспекторській перевірці використовуються однакові джерела інформації, облікова документація споживачів енергії. Разом з тим, між енергетичним аудитом і інспекторською перевіркою є істотні розходження.

Енергетичний аудит споживачів енергії вибирається добровільно і розглядає питання одержання науково достовірних висновків поліпшення своєї діяльності в сфері енергозбереження. Крім того, споживач ПЕР зацікавлений, щоб плата за користування енергією знижувалася і зменшувалася її частка в собівартості продукції і керівництво підприємства повинне бути впевнено в правильності проведеної роботи в сфері енергозбереження.

Кваліфіковані висновки енергоаудитора в питаннях ефективного використання енергії дозволяють споживачу попередити збиток, як при виконанні виробничих процесів, так і на стадії проектування. Постійно діючий внутрішній енергетичний аудит на підприємстві сприяє впровадженню нових енергозберігаючих технологічних процесів, устаткування й інших досягнень науково-технічного прогресу в промисловості.

Енергетичний аудит дає можливість суб'єктам підприємницької діяльності прогнозувати споживання енергії, знижувати плату за користування енергією, підвищувати конкурентноздатність продукції, яка випускається, в умовах ринкових відносин.

Одночасно споживач ПЕР, довіряючи енергоаудитору, упевнений, що робота в сфері енергозбереження проведена вчасно і правильно, і тоді при конфліктних ситуаціях з державною інспекцією в сфері енергозбереження він має надійний захист від суб'єктивізму останньої.

Висновки енергоаудитора можуть бути використані з обґрунтованим доказом в арбітражному суді при вирішенні спірних питань з енергозбереження між споживачами енергії і державною інспекцією з енергозбереження. Обґрунтування правильності прийнятих рішень у сфері енергозбереження може надати тільки незалежний зовнішній енергетичний аудит.

Інспекторська перевірка в сфері енергозбереження вивчає суб'єкт підприємницької діяльності по обліковій документації в ретроспективі, тобто після завершення проведених робіт. Вона має багато загальної з енергетичним аудитом. Інспекторська перевірка сприяє підвищенню ефективності діяльності у сфері енергозбереження підприємства, але при цьому не виконує прогнозуючі функції, як це робить енергетичний аудит.

Не властиві інспекторській перевірці також такі функції енергетичного аудиту, як попереджувальні і стратегічні, котрі використовуються при плануванні і впровадженні енергозберігаючих заходів і технологій.

Загальним для енергетичного аудиту та інспекторської перевірки є те, що вони обґрунтовують свої висновки на документально договірних доказах. Виявлені помилки і порушення законодавчих актів, що регулюють діяльність в сфері енергозбереження, мають адресність у частині матеріальної юридичної відповідальності. Крім цього, енергетичному аудитору, інспекторській перевірці притаманні конкретність у виявленні розміру збитку від неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів.

Важливою відмінністю є те, що інспекторські перевірки в сфері енергозбереження проводяться згідно з законодавством про енергозбереження.

Результати інспекторської перевірки надаються керівництву підприємства для ліквідації недоліків по неефективному використанню енергії.

При проведенні енергетичного аудиту його висновки, як правило, не доводяться до трудового колективу, однак у випадку порушення керівництвом підприємства інтересів акціонерів, результати енергетичного аудиту можуть доводитися до їхньої відомості.

2.6 Вимоги до Замовників та Виконавців енергетичного аудиту

Замовниками енергетичного аудиту можуть виступати:

- фізичні та юридичні особи;
- центральні та місцеві органи виконавчої влади.

Замовник повинен:

- проінформувати відповідальних Виконавців про призначення і галузь діяльності енергетичного обстеження;
- призначити відповідальних осіб з числа службового персоналу для допомоги проведення робіт з енергетичного аудиту;
- надати необхідну технічну та технологічну документацію;
- надати інформацію, необхідну для проведення фінансово-економічного аналізу діяльності підприємства;
- забезпечити групи енергоаудиторів наявними на підприємстві засобами та ресурсами, необхідними для проведення енергетичного аудиту;
- визначити і відпрацювати коригуючі дії на основі звіту про енергетичний аудит.

Кожний енергоаудитор зобов'язаний знати діючі законодавчі акти та нормативні документи з енергозбереження.

Мова енергоаудитора повинна бути чіткою, зрозумілою для спілкування з фахівцями та Замовником при проведенні робіт з енергетичного аудиту. Мова юридичних документів є державною.

Енергоаудиторська компанія повинна відповідати наступним вимогам:

- мати права юридичної особи;
- мати свідоцтво на проведення енергетичних обстежень, що видається Центральною Групою Енергоаудиторів (ЦГЕА) у порядку, встановленому Тимчасовими положеннями [4];
- мати інструментальне, приладове та методологічне забезпечення в об'ємі не меншому, чим визначений у Тимчасових положеннях;
- мати досвід роботи у відповідній галузі діяльності.

2.7 Вартість та тривалість енергетичного аудиту

Вартість енергетичного аудиту – це саме важливе питання для енергоаудиторських компаній. Можна завищити вартість і Замовник знайде іншого. Занизити – будете за низьку плату працювати день і ніч. У ціну входять і стосунки з співробітниками енергоаудиторської компанії – добра плата енергоаудиторської компанії своєму персоналу, то придуть підготовлені спеціалісти, а ні – придуть ті, хто зможе. Бути “дорогою” компанією це поважно, але ризиковано. “Дешевою” – неефективно та безперспективно.

Необхідно розчарувати починаючих енергоаудиторів. Енергетичний аудит як виключний вид бізнесу далеко не самий прибутковий. Необхідно врахувати, що для якісного проведення енергетичного аудиту невеликого підприємства можна використовувати 1-2 енергоаудитора. Мале підприємство не гарантує легкості його проведення. Як на сьогодні можливо визначити вартість енергетичного аудиту? При визначенні вартості є декілька підходів.

Вартість енергетичного аудиту визначається згідно договірної ціни. Договірна ціна визначається згідно калькуляції накладних витрат, які включають:

- затрати на оплату праці;
- затрати на оренду вимірювального обладнання;
- затрати на навчання енергоаудиторів;
- затрати на відрядження;
- затрати на витратні матеріали;
- необхідні відрахування в державний бюджет;
- інші витрати, які включають машинний час, інформаційні послуги та інше.

Вартість енергетичного аудиту визначається глибиною проведення аудиту, розмірами об'єкту, обсягом енергоспоживання, кількістю задіяних фахівців та ін. Вартість енергетичного аудиту обумовлюється в договорі на проведення енергетичного аудиту.

Для підприємств з державною формою власності вартість енергетичного аудиту може встановлюватися згідно Наказу Держкоменергозбереження України № 19 від 05.03.2001 р. "Розрахунок цін за платні послуги, які надаються Державною інспекцією з енергозбереження".

Термін проведення енергетичного аудиту залежить від виду енергетичного аудиту і енергоємності об'єкту, що може бути зкорегованим до узгоджених з Замовником термінів за рахунок збільшення кількості енергоаудиторів.

Попередній енергетичний аудит потребує 2-3 дні роботи енергоаудиторів на об'єкті. За результатами аналізу зібраних матеріалів формується план енергетичного обстеження, на що треба приблизно 1-2 тижня.

Після підписання договору на енергетичне обстеження на організаційно-підготовчу стадію як з боку енергоаудиторів, так і об'єкту треба також 1-2 тижня.

Основний етап проведення енергетичного обстеження на об'єкті потребує значної концентрації людських ресурсів, на виконання цього етапу рекомендується на більше 1-1,5 тижня.

Для аналізу отриманих результатів і написання звіту рекомендується 2-3 тижня. У цей період для отримання додаткової інформації можливий візит аудиторів на об'єкт впродовж 1-2 днів.

Таким чином, термін проведення енергетичного обстеження при відсутності зволікань при підписанні договору і прийому звіту складає 1,5-2 місяці.

2.8 Робочі документи енергоаудитора

Хід енергетичного аудиту і його результати повинні бути документально оформлені. Із проблемою ведення робочих документів енергоаудитор стикається з першого кроку енергетичного аудиту. Належна організація енергетичного аудиту, забезпечення можливості контролю роботи енергоаудитора, підвищення її якості вимагають глибокого дослідження цієї проблеми.

Важливість розглянутого питання зв'язана з рядом інших причин.

На жаль, питання ведення робочої документації енергоаудитора не знайшло належного відбиття в державній нормативно-правовій базі з енергетичного аудиту.

Значні труднощі пов'язані з відсутністю не тільки в Україні, але і за кордоном єдиних міжнародних загальноприйнятих стандартів ведення енергоаудиторських документів, їхнього складу, форми, узагальнення її даних, а також документальної інформації, отриманої в ході енергетичного аудиту від третіх осіб, підприємства, або усні відомості, задокументовані енергоаудитором за допомогою тестування.

Як вже відзначалося, склад і кількість енергоаудиторських документів визначаються аудитором у кожному конкретному випадку. При цьому вирішальне значення має мета складання робочих документів, а саме:

- планування енергетичного аудиту;
- документальне підтвердження виконаних енергоаудитором процедур, робіт;
- збір матеріалів по перевірці звітності з ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів з наступним їхнім узагальненням;
- складання енергоаудиторського звіту та підготовка енергетичного висновку;
- здійснення поточного контролю самим енергоаудитором за ходом виконання енергетичного аудиту відповідно до плану та програми;
- забезпечення юридичної обґрунтованості проведення енергетичного аудиту, його законності;
- контроль робочого часу енергоаудитора та обґрунтованість оплати його праці;
- контроль якості проведеного енергетичного аудиту;
- обґрунтований вибір методики, методів і прийомів проведення енергетичного аудиту, напрямків і підходів;
- формування подання про кваліфікацію, компетентність енергоаудитора та сприяння їхньому підвищенню;
- одержання матеріалів для наступного енергетичного аудиту.

На вибір кількості, складу, змісту й форми подання енергоаудиторських документів впливають також такі фактори: кваліфікація енергоаудитора, його попередній досвід роботи (як загальний, так і на конкретному підприємстві); умови договору на проведення енергетичного аудиту; нормативи, правила й внутрішні стандарти, установлені й використовувані енергоаудиторською фірмою або часткою енергоаудитором. Але при цьому робочі енергоаудиторські документи повинні відповідати ряду вимог:

- містити досить повну й детальну інформацію, щоб інший енергоаудитор, що не приймав участі в цій перевірці, міг скласти чітке уявлення про виконану роботу й підтвердити висновки цієї перевірки;
- документи повинні бути складені в ході енергоаудиторської процедури, складання їх після завершення енергетичного аудиту та під час підготовки енергоаудиторського висновку не допускається;
- документи повинні відбивати найбільш істотні моменти, по яких енергоаудиторів необхідно висловити думка, охопити найбільш важливі напрями енергетичного аудиту й завдання, поставлені та вирішені енергоаудитором;
- дозволяти оцінити звітність з використання паливно-енергетичних ресурсів відповідно до встановлених критеріїв та за ознаками;
- містити інформацію, необхідну або корисну при наступних енергетичних аудитах;
- відображати стан й оцінку системи внутрішнього енергоаудиту на підприємстві та ступінь довіри до нього;

- фіксувати проведені енергоаудиторські процедури по перевірці та оцінці системи обліку енергоносіїв на підприємстві, дотримання прийнятої облікової політики та відповідність обліку енергоносіїв встановленим принципам, стандартам, вимогам і законам;
- документи повинні бути складені чітко, розбірливо;
- використовувати скорочення або умовні позначки повинні бути пояснені на початку папки робочих документів;
- необхідно обов'язково вказувати місце й дату складання документа, прізвище енергоаудитора і його підпис, номер документа, порядковий номер сторінки в робочій документації;
- повинні бути наведені джерела інформації й дані про походження прикладених документів, що фіксують діяльність підприємства у сфері енергозбереження, а також про виконані енергоаудиторські процедури;
- особливі вимоги пред'являються до складання робочих документів у випадку, якщо до проведення енергетичного аудиту крім енергоаудитора залучаються його асистенти. При цьому план енергетичного аудиту і його програма повинні бути більше докладними, щоб вони могли бути використані як своєрідні інструкції для асистентів по дорученим їм питанням. Докази (свідчення), отримані асистентами, необхідно оформити документально так, щоб енергоаудитор потім зміг зробити по них однозначні чіткі висновки.

Залежно від змісту, тривалості використання, охопленого проміжку часу й ряду інших параметрів робочі документи енергоаудитора можна підрозділити на кілька видів.

За часом ведення та використання робочі документи енергоаудиторів поділяються на довгострокові і нетривалого використання.

Виходячи з обраної ознаки класифікації (часу ведення й використання), так звані поточні документи мають назву документів нетривалого користування. До них, наприклад, відносять договір на проведення енергетичного аудиту, план і програма енергетичного аудиту, затверджений склад групи енергоаудиторів, робочі документи по аналізу енергобалансу, оцінка енергоаудиторського ризику, копії звітності з енергетичного аудиту період перевірки, копії первинних документів, результати опитування, тестування, анкетування, запитів й інших виконаних аудиторських процедур.

За способом і джерелами одержання аудиторських доказів робочі документи можна класифікувати, як отримані від третіх незацікавлених осіб, отримані від підприємства (оригінали або копії первинних документів, звітів), складені самим аудитором (зафіксовані документально особисті спостереження, результати тестів, аналітичного огляду).

За характером інформації наявної в робочих документах їх поділяють на документи:

- правового характеру, безпосередньо пов'язані з діяльністю підприємства (договори підприємства із клієнтами й постачальниками);

- про керівництво й персонал підприємства (кількості персоналу, складі апарата керування, особливо про директора, його заступників, енергоменеджерів, практичному стажі роботи, функціональних обов'язках);
- про структуру й організацію підприємства, системи енергетичного менеджменту (складу організації, підрозділів та їх діяльності й перспективах розвитку);
- про діяльність підприємства у сфері енергозбереження (політика, програма енергозбереження, склад енергетичного потенціалу, енергетичний баланс, питомі витрати на паливно-енергетичні ресурси);
- про систему внутрішнього енергоаудиту. Необхідність таких документів пов'язана з тим, що енергоаудитор повинен оцінити систему внутрішнього енергетичного аудиту, її ефективність і надійність, а отже, ступінь довіри до неї і можливості використання у своїй роботі даних внутрішнього енергетичного аудиту. Такий висновок енергоаудитора, а також слабкі сторони системи внутрішнього енергоаудиту, результати відповідних тестів повинні бути документально оформлені;
- організаційно-функціональні, що дозволяють організувати, спланувати енергетичний аудит, підтримувати необхідні контакти з підприємством (договір, замовлення на проведення енергетичного аудиту, призначення групи енергоаудиторів для проведення енергетичного аудиту, план і програма енергетичного аудиту, оформлені письмово домовленості енергоаудитора з керівництвом підприємства, декларація про повноту інформації);
- документи оцінки енергоаудиторського ризику. До початку перевірки і її планування енергоаудитор повинен оцінити енергоаудиторський ризик – ризик контролю й ризик виявлення. Причому загальний енергоаудиторський ризик повинен бути на прийнятно низькому рівні, щоб енергетичний аудит вважався проведеним на належному рівні. Таке визначення загального енергоаудиторського ризику і його складових частин повинно бути документально оформлено; необхідно також зафіксувати всі корегування, що виникли в ході перевірки;
- по перевірці окремих статей і показників, складені або отримані енергоаудитором після завершення звітного періоду. Така документація становить найбільш значну частину енергоаудиторського папки. Це, наприклад, копії первинної документації підприємства або обліку споживання паливно-енергетичних ресурсів з позначками аудитора про перевірку; відповіді на запити від третіх осіб; опис і результати інших енергоаудиторських процедур;
- кореспонденція енергоаудитора (письмові звернення енергоаудитора до керівництва підприємства із проханням надання йому тієї або іншої інформації; лист із вказівкою недоліків, виявлених аудитором у ході перевірки, наприклад, у системі внутрішнього енергетичного аудиту, а також рекомендації з їхнього усунення та інше);

- підсумковий енергоаудиторський висновок є невід'ємною частиною документації з енергетичного аудиту, оскільки саме в ньому знаходиться інформація енергоаудитора про ефективність споживання паливно-енергетичних ресурсів.
- пропозиції й рекомендації енергоаудитора, а особливо, якщо є угода на надання супутніх енергоаудиторських послуг, енергоаудитор висловлює керівництву підприємства свої побажання, пропозиції й рекомендації щодо подальшої роботи підприємства в сфері енергозбереження, удосконалювання системи енергетичного менеджменту, а також по ряду інших питань.

За призначенням робочі документи можна класифікувати в такий спосіб:

- оглядові, у яких наведена загальна характеристика підприємства або загальний огляд представленої звітності;
- інформативні, що дають точну інформацію про впроваджені заходи з енергозбереження;
- перевірочні, що свідчать про перевірку відображених у звітності стану використання паливно-енергетичних ресурсів, їхньої повноти, фактичної наявності, приналежності за всіма критеріями оцінки звітності;
- підтверджуючі - відповіді на запити від третіх осіб, які підтверджують або не підтверджують дані, представлені підприємством, або висновки енергоаудитора;
- розрахункові, що містять певні розрахунки енергоаудитора щодо підтвердження даних звітності з використання паливно-енергетичних ресурсів;
- порівняльні, складені енергоаудитором з метою порівняння, наприклад, показників звітного періоду, що перевіряються, і попереднього йому, з метою виявлення тенденцій рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів підприємством або порівняння результатів діяльності підприємства й інших підприємств даної галузі;
- аналітичні, складені в результаті застосування аудитором методу аналітичного огляду.

Важливою є проблема стандартизації робочих документів енергоаудитора, з приводу якої серед фахівців немає єдиної думки.

За ступенем стандартизації робочі документи можна класифікувати як стандартизовані (стандартні тести, аркуші опитування, анкети, форми договорів, листи замовнику) і документи довільної форми (складені з досвіду енергоаудитора). Необхідно застережити, що використання тільки стандартизованих робочих документів може вплинути на ефективність енергетичного аудиту. Іншими словами, через чітко встановлені форми й змісти робочих документів можлива ситуація, коли енергоаудитор глибоко не вникне в суть питання, що перевіряє, упустить щось важливе, істотне (не передбачене стандартним документом), що в остаточному підсумку вплине на загальну ефективність енергетичного аудиту, його якість й отримані результати.

За формою подання робочі документи можуть бути табличні (зміст представлений у формі таблиці), текстові (викладені в описовій формі), графічні (у вигляді графіків, діаграм, схем) і комбіновані (сполучення табличного, текстового й графічного матеріалу).

За способом складання робочі документи аудитора можна поділити на ручні й виготовлені на машинних носіях.

Вибір техніки складання робочих документів в основному залежить від особистого досвіду й компетентності енергоаудитора.

Розділ 3 УЗАГАЛЬНЕНА ПРОЦЕДУРА ПРОГРАМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

3.1 Класифікація етапів проведення енергетичного аудиту

Програма енергетичного аудиту незалежно від типу об'єкту, цілей та задач включає в собі послідовність обов'язкових, логічних та організаційно пов'язаних етапів. Узагальнена процедура програми енергетичного аудиту зображена на рис.3.1 [19-25].

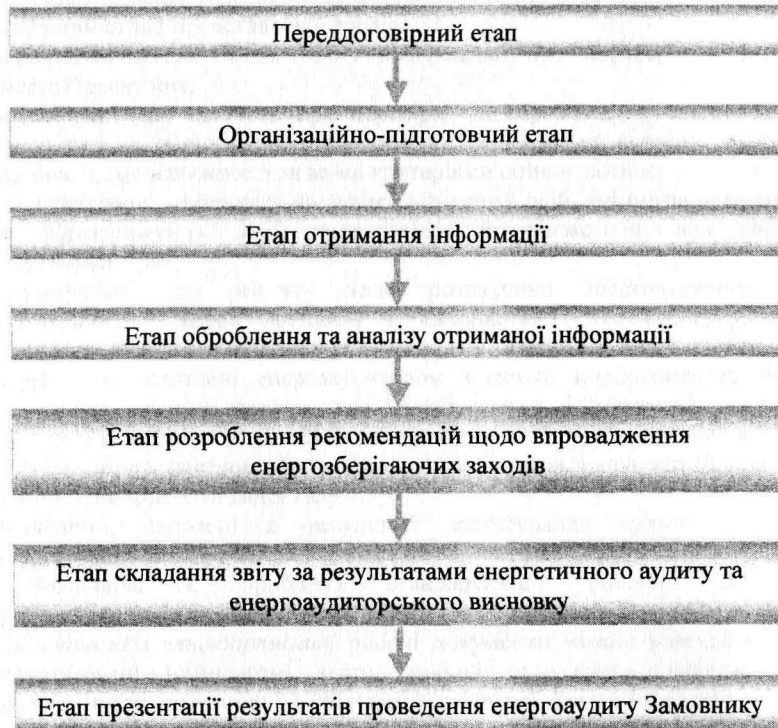


Рисунок 3.1 – Узагальнена процедура програми енергетичного аудиту

1 Преддоговірний етап передбачає зустріч Виконавця з Замовником, попереднє ознайомлення Виконавця з об'єктом енергетичного аудиту,

відвідування енергоаудиторами об'єкту, отримання первинної інформації, її аналіз і розробка плану енергетичного аудиту.

2 Організаційно-підготовчий етап проведення енергетичного аудиту включає узгодження плану та графіку енергетичного аудиту з Замовником, підписання договору на проведення енергетичного аудиту, визначення осіб з боку Замовника для допомоги енергоаудиторам, навчання аудиторських груп, формування наказу по підприємству.

3 Основний етап є етапом отримання інформації і включає поглиблене знайомство з об'єктом енергетичного аудиту, з документацією про використання паливно-енергетичних ресурсів та проведення вимірювань на об'єкті енергетичного аудиту.

4 Етап обробки та аналізу отриманої інформації передбачає здійснення аналізу системи енергетичного менеджменту об'єкту (рекомендацій по організації роботи), аналізу отриманих результатів, визначення основних техніко-економічних показників ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

5 Етап розробки енергозберігаючих заходів передбачає розробку та техніко-економічну оцінку ефективності пріоритетного переліку енергозберігаючих заходів та технологій.

6 Етап складання звіту про енергетичний аудит об'єкту.

7 Етап презентації результатів проведення енергетичного аудиту Замовнику та затвердження звіту Замовником

3.2 Преддоговірний етап

На переддоговірному етапі Замовник направляє Виконавцю робіт з енергетичного аудиту лист-замовлення, у якому вказує мету і завдання проведення енергетичного аудиту, масштаб енергоаудиторської перевірки, а також бажаний термін його проведення.

Замовник надає Виконавцю наступну інформацію:

- галузь промисловості, у якій працює підприємство;
- юридичну адресу та номери контактних телефонів;
- форму власності підприємства;
- коротку історію підприємства;
- режим роботи підприємства;
- номенклатуру та об'єми виробництва продукції;
- кількість працівників;
- загальну площу підприємства;
- наявність субабонентів;
- наявність енергетичного паспорту підприємства;
- щорічне споживання паливно-енергетичних ресурсів за останні п'ять років але не менше двох років;
- існуючі обмеження на споживання енергії;

- систему тарифів на енергоносії, що використовує підприємство;
- наявність і характеристику систем обліку та контролю енергоспоживання;
- наявність системи енергетичного менеджменту на підприємстві;
- інформацію про енергетичні аудити підприємства, що були проведені раніше.

Інформація може бути отримана за допомогою опитувальних листів, що передаються Замовнику.

При необхідності в опитувальниках Замовник може надавати додаткову інформацію стосовно окремих споживачів паливно-енергетичних ресурсів або систем енергоспоживання, які мають бути розглянуті при проведенні енергетичного аудиту.

На цьому етапі для збору необхідної інформації, варто використовувати електронні засоби зв'язку - факс і електронну пошту. Часто корисну інформацію про установу можна знайти на сайтах Інтернету.

У листі-відповіді Виконавець підтверджує його згоду з поставленим завданням, масштабом енергетичного аудиту і може містити положення щодо відповідальності енергоаудитора перед Замовником, форми подання звіту енергоаудитора та його висновків, інших моментів, про які енергоаудитор вважає необхідним домовитися до початку аудиту. Надсилання листа-відповіді може передувати етап обстеження об'єкта енергетичного аудиту з метою визначення обсягів роботи, якщо енергоаудитор вважатиме за необхідне проведення такого обстеження.

Виконавець надає Замовнику наступну інформацію:

- пропозиція (заявка) на проведення енергетичного аудиту;
- копія свідоцтва про статус юридичної особи;
- копія свідоцтва платника податку;
- копія свідоцтва ЦГЕА на проведення енергетичних обстежень;
- перелік об'єктів, на яких був проведений Виконавцем енергетичний аудит до моменту пропозиції;
- копія кваліфікаційних свідоцтв на доступ до електро- та енергообладнання, а також на проведення вимірювань параметрів енергоносіїв;
- юридична адреса та номери контактних телефонів;
- номер розрахункового рахунку Виконавця.

На цьому ж етапі Виконавець аналізує первинну інформацію про підприємство, готує попередній звіт та план проведення енергетичного аудиту.

Аналіз зібраної первинної інформації є основою для складання плану проведення енергетичного аудиту.

Для аналізу первинної інформації необхідно побудувати:

- річні графіки споживання паливно-енергетичних ресурсів;
- звітні енергобаланси;
- баланс фінансових витрат споживаних енергоносіїв;
- баланс фінансових витрат споживання електричної енергії при використанні одноставного тарифу, диференційованого по зонах доби.

Річний графік споживання паливно-енергетичних ресурсів дозволяє визначити тенденцію споживання їх у майбутньому.

Звітний баланс енергоспоживання дозволяє визначити втрати енергії з наступним аналізом по різних енергоносіям.

Баланс фінансових витрат споживаних енергоносіїв дозволяє визначити пріоритетність обстеження енергоносіїв, а також обґрунтовує вибір енергоносіїв.

Баланс фінансових витрат споживання електричної енергії при використанні одноставного тарифу, диференційованого по зонах доби дозволяє оцінити ефективність зсуву використання електричної енергії з часів максимуму в інші години доби.

У подальшому аналіз проводиться по окремим енергоносіям і споживачам підприємства.

Попередній звіт являє собою обґрунтовану заявку з переліком питань, які на думку енергоаудиторської фірми могли б бути предметом енергетичного аудиту. У звіті наводиться приблизний стан енергоспоживання підприємством, вказуються напрямки подальшого аудиту для визначення заходів, впровадження яких забезпечить економію паливно-енергетичних ресурсів. При цьому по кожному напрямку приблизно оцінюється кількість людино-годин аудиторської роботи.

Замовник енергетичного аудиту, після розгляду попереднього звіту, визначає, які заходи із запропонованих енергоаудиторською фірмою, потребують енергетичний аудит. Одночасно Замовник готує свої пропозиції щодо більш досконалого енергетичний аудиту вказаних у звіті заходів або доцільність додаткового енергетичного аудиту одного чи декількох елементів енергоспоживання.

Всі пропозиції та рекомендації Виконавця та Замовника включаються в план енергетичного аудиту.

3.3 Організаційно-підготовчий етап

Організаційно-підготовчий етап енергетичного аудиту починається після складання попереднього звіту та ознайомлення з ним Замовника. При цьому узгоджується термін та вартість проведення енергоаудиту, що вноситься в договір на проведення енергетичного аудиту.

Договір на проведення енергоаудиту є основним документом, який засвідчує факт досягнення домовленості між Замовником та Виконавцем про проведення енергоаудиторської перевірки.

Договір документально підтверджує, що сторони дійшли згоди з усіх питань, обумовлених у договорі. Для того щоб уникнути неправильного розуміння сторонами взятих на себе зобов'язань, розуміння їх виконання та відповідальності, необхідно максимально ясно обумовити в договорі всі суттєві аспекти взаємовідносин, які виникають у зв'язку з укладанням договору.

Зміст договору на проведення енергоаудиту може бути різним, залежно від конкретної ситуації. Проте в ньому обов'язково мають бути обумовлені такі характеристики енергетичного аудиту:

- вид;
- масштаб, включаючи посилання на чинне законодавство, стандарти, нормативи та інші аналогічні документи (поняття масштабу енергетичного аудиту включає в собі необхідний обсяг та глибину перевірки, склад, кількість і обсяг енергоаудиторських процедур);
- можливість доступу до будь-яких записів, документації та інших джерел інформації, замовленої в зв'язку з енергетичним аудитом;
- вказівка на те, що в зв'язку з відсутністю контролю та інших властивих енергетичному аудиту обмежень існує можливість і навіть імовірність того, що будь-які, навіть суттєві, помилки можуть залишитись незнайденими;
- форма, в якій Замовнику буде представлена інформація про результати проведеної енергоаудитором роботи (обсяг і склад переданої Замовникові документації).

До договору можуть бути включені:

- вимоги, що стосуються планування енергетичного аудиту;
- вимоги, які стосуються залучення до перевірки інших енергоаудиторів та експертів з деяких аспектів енергетичного аудиту;
- порядок розрахунків за виконання робіт з проведення енергетичного аудиту;
- будь-які можливості обмеження енергоаудиторського зобов'язання;
- посилання на будь-які додаткові угоди між енергоаудитором та клієнтом.

Після підписання договору конкретизуються графік та об'єкти проведення енергетичного аудиту.

При наявності однотипних об'єктів детальний енергетичний аудит проводиться на одному з їх, а на інших - вибірковий з висновками стосовно всіх.

Замовник визначає відповідальних осіб з боку підприємства за проведення енергетичного аудиту. До числа відповідальних осіб можна віднести головного енергетика, енергоменеджера підприємства, заступника директора з питань виробництва.

Далі визначаються відповідальні особи по окремим об'єктам. Для проведення вимірювань можуть бути залучені працівники служби енергетичного менеджменту підприємства або відділу головного енергетика.

На цьому ж етапі вирішується питання використання вимірювальної техніки підприємства.

Згідно з графіком проведення енергетичного аудиту, з врахуванням залучення до енергетичного аудиту працівників підприємства, формується склад групи енергоаудиторів, які приймуть безпосередню участь в проведенні енергетичного аудиту на підприємстві.

Аудиторська група планує проведення навчання працівників підприємства, залучених до енергетичного аудиту. Це стосується правил

заповнення опитувальних листків, знайомство з вимірювальною апаратурою, правилами проведення вимірювань і фіксацією отриманих результатів.

Замовник організовує заняття зі специфічних питань техніки безпеки по підприємству, особливостям підключення вимірювальної апаратури (наприклад, для підключення високовольтної апаратури треба мати відповідний клас допуску).

Замовник має право висувати певні кваліфікаційні вимоги до допуску енергоаудиторів на об'єкти Замовника. Але ці вимоги повинні бути документально оформлені і не заперечувати вимогам державних та міжнародних (що діють в Україні) нормативних актів у даній сфері. Для перевірки кваліфікації енергоаудиторів Замовник має право провести попередню атестаційну кваліфікацію енергоаудиторів. Для цього Замовник повинен надати Виконавцю:

- стислий виклад основних вимог до робіт з енергетичних обстежень, які передбачатимуться умовами договору;
- порядок проведення попередньої атестаційної кваліфікації енергоаудиторів;
- вимоги щодо подання Виконавцем документального підтвердження кваліфікації його спеціалістів.

Організація навчання енергоаудиторів зі специфічних для підприємства питань здійснюється Замовником шляхом укладення окремих договорів з Виконавцем, у яких повинні бути зазначені порядок проведення навчання, інструкції з підготовки (навчання), а також особа, що відповідає за навчання енергоаудиторів з боку Замовника.

По закінченню організаційно-підготовчого етапу Замовник видає наказ по підприємству про проведення енергетичного аудиту.

3.4 Основний етап – етап отримання інформації

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. У більшості випадків використання цієї інформації не є зручним у зв'язку з тим, що:

- дана інформація знаходиться в різних службах підприємства;
- дана інформація громіздка та не систематизована;
- відсутня узагальненість цієї інформації тощо.

В залежності від джерела отримання інформації усю множину інформації про об'єкт енергетичного аудиту можна умовно поділити на первинну та вторинну.

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 внутрішню та зовнішню.

Внутрішня інформація – це дані, які збираються та аналізуються безпосередньо персоналом підприємства. До неї належить:

- інформація про системи споживання ПЕР;
- рахунки від постачальників ПЕР;
- графіки споживання ПЕР протягом години, доби, місяця;
- фінансово-економічні дані;
- енергетичний паспорт підприємства [75];
- проектна документація на системи паливно–енергетичного забезпечення підприємства;
- технічна документація на енергоспоживаюче устаткування (паспорти, формуляри, специфікації, технологічні регламенти, режимні карти);
- документація про ремонти, налагоджувальні і випробувальні роботи;
- документація про енергозберігаючі заходи;
- перспективні програми і проекти реструктуризації підприємства чи модернізації окремих його виробництв;
- приписи інспекції з енергозбереження;
- звіти попередніх енергетичних аудитів.

Зовнішня інформація – це дані про підприємство, які збираються за межами підприємства і можуть бути опубліковані в періодичних виданнях, довідниках, книгах, комп'ютерні бази даних, Інтернет тощо. До неї належить:

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

Основні переваги та недоліки вторинної інформації наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Основні переваги та недоліки вторинної інформації

Переваги	Недоліки
При великій кількості інформація має відносно невисоку 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)
Інформація, зібрана з незалежних джерел, має значну достовірність	Може бути неповною, суперечливою, не завжди відома її надійність

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 наступні засоби збирання інформації:

- 1) опитування (анкетування) працівників підприємства та зовнішніх експертів;
- 2) інтерв'ювання працівників підприємства та зовнішніх експертів;
- 3) використання фото- та відеозйомки;
- 4) 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. Слід зазначити, що питання, наведені в опитувальних листах, повинні бути складені таким чином, щоб уникнути неоднозначного їх тлумачення. Беззаперечною перевагою опитування є його доволі висока ефективність і швидкість отримання інформації. Однак опитування має ряд недоліків. Головним із них є те, що розроблення та тестування опитувальних листів потребує значних затрат фінансів та часу.

Інтерв'ювання використовується на протязі 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 задає безпосередньо енергоаудитор. Цей факт дає можливість уникнути неоднозначного тлумачення запитань (так як є можливість уточнити їх).

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

- особисте:
 - індивідуальна співбесіда з кожним членом персоналу, що відповідає за ефективність використання ПЕР на підприємстві (або зовнішнім експертом);
 - одночасна 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

не значних витрат часу, фінансових та трудових ресурсів. Критеріями підбору експертів можуть бути рівень освіти, досвід роботи, посада тощо.

Фото- та відеозйомка з великою ефективністю можуть застосовуватися в процесі проведення енергетичного аудиту. Фото- і відеоматеріали, одержані в процесі проведення енергетичного аудиту, у першу чергу можуть використовуватися під час представлення та аналізування фактичного стану об'єкту енергетичного аудиту (наприклад, стану віконних та дверних ушільнень; стану теплоізоляції теплогенеруючого, теплопередаючого та тепловикористовуючого обладнання; стану світильників, стелі, стін тощо). Найчастіше тільки подібні матеріали здатні досить наочно та інформативно охарактеризувати фактично існуючий стан. До переваг фото- та відеозйомки також можна віднести:

- документальність і адекватність фактично існуючому стану;
- простоту одержання матеріалів і доступність технічних засобів;
- невеликий час, необхідне для одержання відповідних матеріалів.

Отриману первинну інформацію необхідно систематизувати і згрупувати, наприклад, за такими напрямками:

- 1) системи забезпечення підприємства ПЕР (поділяються на системи електро-, тепло-, газо-, мазудо-, водопостачання, стисненого повітря тощо);
- 2) технологічні системи;
- 3) будівлі та споруди;
- 4) системи технічного і комерційного обліку витрат ПЕР тощо.

Для доповнення документальної інформації та проведення її верифікації застосовують вимірювальну інформацію.

Отримання *вимірювальної* інформації пов'язане з проведенням поглибленого енергетичного аудиту окремих об'єктів, а також з отриманням відсутньої документальної інформації або з підвищенням її достовірності.

Для отримання вимірювальної інформації в процесі проведення енергетичного аудиту застосовуються стаціонарні та переносні спеціалізовані засоби вимірювальної техніки. При цьому слід максимально використовувати наявні на підприємстві системи обліку ПЕР, засоби вимірювальної техніки енергетичних та екологічних служб підприємства.

Для проведення енергетичного аудиту необхідно мати мінімальний комплект засобів вимірювальної техніки, до складу якого входять:

- о 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 вимірювання режимних характеристик технологічного устаткування;
 - тахометр;
 - люксметр;

- секундомір;
 - о для вимірювань параметрів теплоти, рідин, повітря, газів:
- газоаналізатор або інше обладнання, що дає можливість аналізувати повноту згоряння палива, а також шкідливі викиди у навколишнє середовище;
- набір термометрів з різними датчиками: повітряними, рідинними (заглибними), поверхневими (накладними, контактними) тощо;
- манометри;
- трубка Піто;
- витратомір рідин та газів (рекомендовано);
- анемометр;
- гігрометр;
- секундомір.

Залежно від специфіки енергетичного аудиту обов'язковий комплект може доповнюватися такими вимірювальними засобами:

- аналізатор показників якості електроенергії;
- прилад для вимірювання опору електроізоляції;
- прилад для вимірювання опору заземлення;
- мікроомметр для перевірки опору контактів;
- кореляційний визначник місць uszkodження трубопроводів;
- вишкопошукачі та детектори газів;
- тепловізор;
- високотемпературний інфрачервоний термометр (пірометр) з верхньою межею 2000 °C;
- товщиномір для визначення товщини стінок трубопроводів і резервуарів;
- витратомір для стоків рідини;
- манометри і дифманометри на різні межі вимірювань;
- визначник якості води (солеміст, рН);
- динамометри для вимірювання зусилля і моменту;
- автономні прилади для тривалої реєстрації температури повітря;
- тепловізори для вимірювання теплового потоку;
- устаткування для тестування приміщень на інфільтрацію тощо.

Отримання та аналіз інформації з енергетичного аудиту потребує витрат ресурсів (часових, фінансових, людських та ін.).

Під час проведення енергетичного аудиту необхідно визначити обсяг інформації, необхідний для відтворення стану споживання ПЕР на підприємстві, визначення потенціалу енергозбереження, а також оцінення ефективності енергозберігаючих заходів та їх вплив на довкілля.

Для вимірювальної інформації обсяг вимірювань встановлюється енергоаудитором і залежить від об'єкта, поставленої мети та обсягів обстеження.

Нормативно-довідкова інформація не повинна бути застарілою.

3.5 Етап обробки та аналізу отриманої інформації

Обробка статистичної та виміральної інформації повинна здійснюватися в послідовності, що відбиває логіку рішення поставленої задачі згідно рекомендацій по обробці статистичного матеріалу (ISO/TR 10017 [78], ISO/TR 13425 [79]).

Методи аналізу підрозділяються на енерго-економічні та фінансово-економічні.

Енерго-економічний аналіз визначає характеристики ефективності енерговикористання. Він включає:

- аналіз режимів енергоспоживання (добових, місячних, річних);
- складання та аналіз карти технологічного процесу;
- складання та аналіз карти використання ПЕР;
- побудову енергетичної характеристики підприємства;
- визначення для кожного об'єкта факторів, що впливають на споживання енергії (наприклад, зовнішньої температури для системи опалення, вихідної корисної енергії електроприводів і т.п.);
- складання та аналіз енергобалансу (виявлення характеру розподілу всієї споживаної енергії по окремим видам енергоресурсів і енергоносіїв);
- розрахунок питомого енергоспоживання за окремими видами енергоресурсів і об'єктами;
- зіставлення фактичних значень питомого споживання з базовими (чи розрахунковими), за результатами якого робиться висновок про ефективність використання ПЕР по кожному об'єкту;
- визначення (розрахунок) прямих втрат енергії за рахунок витоків енергоносіїв, порушення ізоляції, нерациональних проектних рішень, неправильної експлуатації, неякісного виконання будівельних і монтажних робіт;
- виявлення неенергоефективних технологій та режимів роботи обладнання.

Фінансово-економічний аналіз проводиться одночасно з енерго-економічним і додає економічне обґрунтування висновкам, отриманим на підставі енерго-економічного аналізу. На цьому етапі визначається розподіл витрат на енергоресурси по всім об'єктам енергоспоживання і видам енергоресурсів. Оцінюються прямі втрати в грошовому виразі. Фінансово-економічні критерії мають вирішальне значення при розробці енергозберігаючих рекомендацій.

Для полегшення аналізу інформації її слід представляти в табличному та графічному вигляді.

Згідно ISO/IEC 9004-4 табличне та графічне представлення інформації здійснюється за допомогою форм для збору даних, діаграм спорідненості, реперних точок, причинно-наслідкових діаграм (схем Ісікава), карт технологічного процесу, деревоподібних діаграм, часових рядів, балансових діаграм, контрольних карт, гістограм, діаграм Парето, діаграм розкиду.

Для проведення енерго-економічного та фінансово-економічного аналізу слід користуватися техніко-економічними показниками енергоефективності. Техніко-економічні показники енергоефективності визначаються згідно ДСТУ 3755 [36].

Для проведення енерго-економічного аналізу стану підприємства необхідно:

- проаналізувати споживання паливно-енергетичних ресурсів та фінансових витрат на них;
- проаналізувати енергетичну характеристику (залежність енергоспоживання від випуску продукції);
- скласти та проаналізувати енергетичний баланс;
- визначити та проаналізувати питомі витрати ПЕР.

Аналіз споживання енергії дає можливість визначити тенденцію споживання ПЕР за конкретний проміжок часу (річний, місячний, добовий).

Річний графік дає змогу визначити сезонні зміни споживання ПЕР.

Місячний графік дає змогу визначити рівень споживання енергії в робочі та вихідні дні.

Добовий графік дає змогу визначити нерівномірність споживання ПЕР.

Енергетична характеристика дає змогу оцінити ефективність споживання енергії при випуску продукції, споживання енергії на власні потреби, впровадження енергозберігаючих заходів.

Енергетичний баланс представляє собою систему взаємно ув'язаних показників одержання і використання усіх видів ПЕР і є основою для комплексного вивчення, планування роботи і раціоналізації енергоспоживання підприємства. Він дозволяє встановити необхідні обсяги і співвідношення виробництва і споживання різних видів ПЕР. Енергобаланси дають можливість оцінити рівень корисного використання ПЕР.

Аналіз енергетичного балансу необхідно проводити згідно ДСТУ 2804.

Важливим елементом оцінки ефективності енергоспоживання на підприємстві є показник питомого енергоспоживання. Доцільно проводити оцінку динаміки зміни питомого енергоспоживання по стадіям технологічного процесу, а також порівняння їх з базовими значеннями, на основі чого робиться висновок про ефективність енерговикористання по кожному технологічному процесу, об'єкту та підприємству в цілому.

На підприємстві для ефективного управління енергозбереженням створюється система енергетичного менеджменту.

Для зовнішньої оцінки функціонування системи енергетичного менеджменту проводиться енергетичний аудит системи.

Аналіз системи енергоменеджменту встановлює наявність:

- вимог задекларованої та документованої політики енергозбереження;
- задекларованої та документованої програми енергозбереження;
- визначених функцій системи енергетичного менеджменту;

- структури, підпорядкованості та чисельності служби енергетичного менеджменту;
- кваліфікаційних вимог до енергоменеджерів;
- системи внутрішнього контролю та моніторингу;
- системи внутрішніх енергоаудитів;
- системи стимулювання та навчання в сфері енергозбереження;
- вимог до документації системи енергетичного менеджменту;
- контрольно-вимірювальної апаратури;
- нормативно-правового, фінансового, ресурсного, методичного, програмного та технічного забезпечення.

3.6 Етап розробки енергозберігаючих заходів

При розробці рекомендацій з енергозбереження необхідно:

- визначити технічну суть пропонованих вдосконалень та джерела отримання економії паливно-енергетичних ресурсів та фінансових витрат;
- розрахувати потенційну річну економію у фізичному та вартісному виразах;
- визначити перелік обладнання, необхідного для реалізації рекомендацій, оцінити його вартість з урахуванням доставляння, монтажу та введення в експлуатацію;
- визначити пріоритет впровадження пропонованих вдосконалень [69-73];
- розглянути всі можливості зменшення витрат, що можуть бути здійснені силами самого замовника;
- визначити можливі екологічні та інші ефекти від впровадження рекомендацій, які впливають на реальну економічну ефективність;
- оцінити загальний економічний ефект від пропонованих рекомендацій з урахуванням усіх згаданих вище особливостей.

Для оцінки економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів необхідно провести їх фінансовий аналіз.

Для поверхневого аналізу економічної привабливості енергозберігаючих проектів використовують такі показники, як простий термін окупності проекту та річна економія коштів внаслідок впровадження енергозберігаючих заходів.

Для реалізації проектів, направлених на підвищення ефективності використання електроенергії, що потребують значних фінансових інвестицій та залучення коштів банківських установ, необхідно провести більш ґрунтовний фінансовий аналіз реалізації проекту, який базується на визначенні [9, 58, 60-68, 70, 82]:

- терміну окупності (PBP);
- індексу прибутковості (PI);
- внутрішньої норми рентабельності (IRR);
- чистого приведеного (дисконтованого) прибутку (NPV).

При оцінці ефективності енергозберігаючих заходів слід враховувати також екологічну ефективність. Екологічна ефективність заходів з

енергозбереження обумовлена перш за все зменшенням спалювання органічного палива і шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Оцінка екологічної ефективності заходів з енергозбереження передбачає:

- розрахунок зменшення шкідливих викидів в атмосферу за рахунок запропонованих Замовнику енергозберігаючих заходів;
- складання узагальненої таблиці зменшення шкідливих викидів за рахунок запропонованих Замовнику енергозберігаючих заходів;
- розрахунок зменшення витрат Замовника на сплату податку за забруднення навколишнього середовища.

Для оцінки екологічної ефективності заходів з енергозбереження слід скористатися "Методикою визначення тимчасових нормативів плати та платежів за забруднення навколишнього природного середовища України".

3.7 Етап складання звіту з енергетичного аудиту

На цьому етапі за результатами збирання, оброблення та аналізування інформації, згідно з планом проведення ЕА енергоаудиторська група готує звіт з ЕА.

Звіт за результатами проведення ЕА підготовлює енергоаудиторська група під керівництвом керівника групи. При цьому кожний енергоаудитор подає звіт про стан тих об'єктів ЕА підприємства, на яких він проводив ЕА. Звіт підписують усі члени енергоаудиторської групи і затверджує керівник Виконавця.

Структура та правила оформлення документу "Звіт з енергетичного аудиту" повинні відповідати вимогам ДСТУ 3008 та Порядку організації та проведення енергетичних обстежень [5].

Звіт з ЕА повинен містити такі частини:

а) загальну частину

- титульну сторінку;
- список Виконавців;
- реферат;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, скорочень та термінів;
- передмову;

б) основну частину

- вступ;
- опис підприємства;
- план проведення ЕА;
- аналіз стану споживання ПЕР;
- аналіз стану СЕМ підприємства;
- енергозберігаючі заходи на підприємстві;
- оцінювання економічної ефективності енергозберігаючих заходів;

- джерела фінансування енергозберігаючих заходів;
- результати та висновки;
- перелік використаних джерел;
- в) додатки.

У розділі «Вступ» наводять:

- обґрунтування проведення ЕА;
- інформація про те, чи є він частиною загальнодержавної, регіональної чи місцевої програми з енергозбереження;
- джерела фінансування проведення ЕА;
- наявність звітів з попередніх ЕА на підприємстві;
- відповідальні особи за проведення ЕА;
- інформація про субпідрядників;
- терміни проведення ЕА тощо.

У розділі «Опис підприємства» наводять:

- коротка історична довідка про підприємство;
- основні виробництва підприємства;
- енерго-технологічна схема процесу виробництва;
- опис будівель тощо.

Примітка: Будівлі, процеси і установки повинні бути визначеними в даному розділі під відповідними позначеннями, які будуть використані в наступних розділах.

У розділі «План проведення ЕА» наводять:

- перелік запланованих енергоаудиторських робіт (конкретні об'єкти і суть енергетичного обстеження), терміни їх виконання та відповідальних виконавців робіт як з боку Виконавця, так і з боку Замовника;
- відомості стосовно збирання інформації (для інформації, отриманої шляхом вимірювань, вказується доцільність та обсяг проведення вимірювань, вимірювальне обладнання, що застосовувалось, терміни вимірювань).

У розділі «Аналіз стану споживання ПЕР» наводять інформацію, як про підприємство в цілому, так і про окремі енергоємні підрозділи. До неї належить:

- динаміка споживання ПЕР за минулі терміни часу;
- величина фінансових витрат за споживані ПЕР;
- величина потенціалу енергозбереження;
- паливно-енергетичні баланси;
- питомі витрати ПЕР;
- карти споживання ПЕР тощо.

У розділі «Аналіз стану СЕМ підприємства» наводять пропозиції стосовно впровадження чи вдосконалення діяльності служби енергетичного менеджменту на підприємстві.

У розділі «Енергозберігаючі заходи на підприємстві» наводять перелік та опис запропонованих заходів. На основі запропонованих заходів може бути розроблена програма енергозбереження підприємства. Програма енергозбереження розробляється окремим документом і може бути включена у розділ звіту «Додатки».

У розділі «Оцінювання економічної ефективності енергозберігаючих заходів» наводять:

- результати проектного аналізу енергозберігаючих заходів;
- пріоритетність впровадження енергозберігаючих заходів тощо.

У розділі «Джерела фінансування енергозберігаючих заходів» наводять перелік можливих джерел фінансування енергозберігаючих заходів.

Примітка: У випадку залучення банківських інвестицій для реалізації довгострокових проектів з енергозбереження зазначається термін реалізації проекту та банківська ставка кредиту.

У розділі «Результати та висновки» наводять:

- основні джерела нераціонального використання ПЕР;
- перелік чинників, які впливають на ефективність використання ПЕР;
- стислі результати проведення ЕА та висновки тощо.

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

У розділі «Додатки» може бути наведено додаткову інформацію, отриману за період проведення ЕА (наприклад, перелік електричних двигунів, дані вимірювань тощо).

Енергоаудиторський висновок є окремим документом, який складають у довільній формі, але в ньому повинні бути такі розділи:

- заголовок;
- вступ;
- об'єкт ЕА;
- висновок про ефективність використання ПЕР;
- дата складання енергоаудиторського висновку;
- адреса Виконавця;
- підпис та печатку Виконавця.

Під час проведення позачергового ЕА складання звіту має закінчуватися підготовкою енергоаудиторського висновку.

Енергоаудиторський висновок необхідно складати обов'язково у разі проведення позачергового ЕА. Для інших видів ЕА складання енергоаудиторського висновку є обов'язковим, якщо це зазначено в договорі на проведення ЕА.

3.8 Етап презентації результатів проведення енергетичного аудиту

Замовнику

Цей етап є завершальною фазою проведення енергетичного аудиту. На цьому етапі Виконавець представляє результати проведення ЕА керівництву підприємства та персоналу, що відповідає за ефективність використання ПЕР на підприємстві. Перш ніж залишити підприємство енергоаудиторська група має провести заключну нараду з його керівництвом. Під час наради проводиться презентація результатів проведення енергетичного аудиту, на якій енергоаудитори:

- інформують керівництво підприємства про виявлені основні місця та джерела неефективного використання ПЕР та пропонують шляхи їх усунення;
- обговорюють з керівництвом підприємства запропоновані енергозберігаючі заходи (ЕЗЗ);
- надають керівництву підприємства примірник звіту за результатами проведення енергетичного аудиту.

Можливі два варіанти вибору часу презентації підсумків енергетичного аудиту на підприємстві. Кращим вважається час перед остаточним оформленням звіту, щоб врахувати слушні зауваження, висловлені на обговоренні результатів аудиту. У випадку повної впевненості в якості звіту презентацію можна провести після подання остаточного звіту, але з обов'язковою умовою попереднього ознайомлення з ним Замовника. До презентації варто обговорити ключові проблеми з зацікавленими особами, щоб не виникли прикрі несподіванки на самій презентації.

Презентація результатів проведення енергетичного аудиту на підприємстві - це шанс енергоаудитора "продати" запропоновані ним рекомендації з підвищення рівня ефективності використання ПЕР безпосередньо керівництву підприємства. Справа у тому, що у більшості випадків керівництво підприємства взагалі не читає звіт. Тому презентація на підсумковій нараді - це шанс енергоаудитора підкреслити необхідність змін на підприємстві і забезпечити себе роботою на майбутнє.

Під час презентації потрібно дотримуватись таких рекомендацій:

- основна доповідь не повинна тривати більше години;
- не слід надто вдаватися в технічні деталі запропонованих ЕЗЗ, оскільки йдеться швидше про фінансову, а не технічну сторону їх впровадження;
- не слід створювати ситуацій "глухого кута" - потрібно бути обережним з критикою конкретних працівників підприємства в присутності їх керівника;

- не варто створювати ніяких "шоків" - слід пояснювати так, щоб всі присутні на презентації зрозуміли суть очікуваних результатів пропонованих дій, інакше енергоаудитор може стати об'єктом критики;
- завжди позитивно сприймається доброзичливе ставлення до персоналу підприємства;
- варто намагатися доброзичливо доповідати про результати роботи персоналу, що відповідає за ефективність використання ПЕР на підприємстві;
- до презентації варто залучити на свою сторону максимально можливу кількість співробітників підприємства.

На презентації обов'язково повинна бути присутня ключова особа, яка буде приймати потрібне рішення (керівник підприємства).

У деяких випадках запропоновані енергоаудитором рекомендації щодо підвищення рівня ефективності використання ПЕР відхиляють. Це пов'язано з тим, що в запропонованих рекомендаціях щодо підвищення рівня ефективності використання ПЕР не враховані питання, що не стосуються енергозбереження, але життєво важливі для підприємства. До числа таких питань найчастіше належать:

- недостатня чи недостатньо обгрунтована економічна ефективність рекомендацій;
- відсутність аналізу цінової політики;
- умови колективного договору (захист працівників від можливих скорочень);
- вплив на виробничий процес;
- доступність ПЕР;
- вимоги з охорони праці;
- вимоги з охорони довкілля;
- відсутність виробничих площ для розташування нового обладнання;
- вимоги промислової ергономіки та естетики;
- можливість придбання обладнання і комплектуючих частин;
- нормативи підприємства;
- необхідність додаткового навчання персоналу тощо.

У тому випадку, якщо в процесі проведення презентації у результатах проведення енергетичного аудиту були виявлені суперечності між Замовником та Виконавцем, то у заключний звіт вносяться відповідні корективи.

Слід пам'ятати, що якісно проведений енергетичний аудит, ретельно підготовлений звіт, гарна презентація результатів енергетичного аудиту створюють передумови для укладання договорів на проведення наступних енергетичних аудитів.

Крім того, і це, можливо, найголовніше, підвищення рівня ефективності використання ПЕР дозволить заощадити фінансові витрати на споживання ПЕР і зменшити екологічне навантаження на довкілля.

3.9 Планування енергетичного аудиту

Планування – це розроблення стратегії і конкретних підходів до характеру, періоду, а також часу проведення енергетичного аудиту. Планування енергоаудиторських робіт допомагає звернути необхідну увагу енергоаудитора на найважливіші напрямки енергетичного аудиту, виявлення проблем, які слід перевірити найбільш ретельно.

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.

Енергоаудитор повинен підготувати план енергетичного аудиту, у якому перераховуються дії, що потребують виконання під час проведення енергетичного аудиту. Коригування плану ведеться на протязі всієї енергоаудиторської перевірки.

План проведення енергетичного аудиту повинен складатися після проведення знайомства енергоаудиторів з об'єктом енергетичного аудиту, тобто за результатами попередньої стадії енергетичного аудиту.

План енергетичного аудиту готує керівник групи енергоаудиторів разом з відповідальною особою від Замовника (головним енергетиком, енергоменеджером).

Енергоаудитори при розробці плану енергетичного аудиту та на протязі його тривалості самостійно визначають методи енергетичного аудиту на підставі чинного законодавства, існуючих норм і стандартів, договору із замовником, професійних знань та досвіду. План складається з трьох розділів.

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

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, по якому буде проводитись енергетичний аудит.

Другий розділ плану вміщує графік його проведення. 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.

При необхідності складається сітговий графік проведення енергетичного аудиту на підприємстві.

Терміни початку та закінчення кожного з етапів енергетичного аудиту визначається керівником групи енергоаудиторів разом з відповідальною особою від Замовника з урахуванням обсягів робіт, що мають бути виконані, та очікуваних при цьому витрат праці.

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, щодо транспортного, побутового та житлового забезпечення роботи енергоаудиторів, а також забезпечення потреб енергоаудиторів у робочих приміщеннях, послугах зв'язку, копіювальній техніці, при потребі, у засобах техніки безпеки.

Підготовлений план енергоаудиту узгоджують з його Замовником, який може внести в нього необхідні, на його погляд, зміни. Примірник плану, затвердженого керівником групи енергоаудиторів, надається Замовнику та кожному з енергоаудиторів, і його виконання є обов'язковим для виконавців.

Розділ 4
МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ З
ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

4.1 Поняття, мета та основні завдання аналізу інформації з енерговикористання

Аналіз - досить ємне поняття, що лежить в основі всієї практичної та наукової діяльності людини. З наукового погляду аналіз є виділення сутності процесу або явища шляхом визначення та наступного вивчення всіх його сторін і складових частин, виявлення основи, що пов'язує всі частини в єдине ціле, і побудова на цій основі закономірностей його розвитку.

Аналіз інформації з енерговикористання (АІЕВ) об'єкта ЖКГ є важливою частиною, а по суті, основою прийняття рішень на рівні суб'єктів господарювання. Не слід, однак, сприймати цей вид аналізу як просте «розчленування» об'єкта та опис складових його частин. **Сутністю АІЕВ** є глибоке та всебічне вивчення інформації з енерговикористання про об'єкт аналізу з метою прийняття оптимальних управлінських рішень щодо забезпечення ефективності використання енергетичних ресурсів (ЕВЕР) об'єктом ЖКГ, оцінки рівня ЕВЕР, виявлення слабких місць і резервів енергозбереження.

Основна мета проведення АІЕВ - підвищення рівня ефективності використання енергоресурсів об'єктом ЖКГ і пошук резервів такого підвищення. Для досягнення цієї мети проводяться: оцінювання результатів роботи за минулі періоди часу; розроблення процедур оперативного контролю за ефективністю використання енергоресурсів; розроблення заходів щодо попередження негативних впливів на ЕВЕР об'єкта ЖКГ; виявлення резервів підвищення рівня ЕВЕР об'єкта ЖКГ; розроблення обґрунтованих планів і нормативів.

У процесі досягнення основної мети АІЕВ вирішуються наступні **завдання АІЕВ**:

- визначення базових показників для розроблення планів і нормативів щодо підвищення рівня ЕВЕР на майбутній період;
- підвищення науково-економічної обґрунтованості планів і нормативів щодо підвищення рівня ЕВЕР;
- об'єктивне та всебічне вивчення виконання встановлених планів і дотримання нормативів щодо підвищення рівня ЕВЕР;
- визначення рівня ЕВЕР;
- прогнозування рівня ЕВЕР на майбутній період;
- підготовки аналітичних матеріалів для вибору оптимальних управлінських рішень, пов'язаних з коригуванням поточного рівня ЕВЕР і розробленням стратегічних планів.

4.2 Предмет, принципи та види аналізу інформації з енерговикористання

У літературних джерелах немає чіткого підходу до визначення того, що є предметом АІЕВ. Найпростіший підхід має на увазі, що **предметом АІЕВ** є використання об'єктом ЖКГ всіх видів ПЕР. У більш широкому розумінні предметом АІЕВ можна вважати структуру та зміст інформаційних потоків на об'єкті ЖКГ із погляду ефективності використання всіх видів ПЕР.

Під час проведення АІЕВ варто керуватись основними принципами, які наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 Основні принципи АІЕВ об'єктів ЖКГ

Принцип	Зміст принципу
Конкретність	Аналіз ґрунтується на реальних даних, результати його одержують конкретне кількісне вираження
Комплексність	Всебічне вивчення явища або процесу з метою об'єктивної його оцінки
Системність	Вивчення явищ у взаємозв'язку один з одним, а не ізольовано
Регулярність	Аналіз варто проводити постійно через заздалегідь визначені певні проміжки часу, а не час від часу
Об'єктивність	Критичне та безпристрасне вивчення явищ, формулювання обґрунтованих висновків
Дієвість	Придатність результатів аналізу для використання в практичних цілях для підвищення рівня ЕВЕР
Економічність	Витрати, пов'язані з проведенням аналізу, повинні бути істотно менше того економічного ефекту, що буде отриманий у результаті його проведення
Порівнянність	Дані та результати аналізу повинні бути легко порівнянні один з одним, а при регулярному проведенні аналітичних процедур повинна дотримуватися наступність результатів
Науковість	При проведенні аналізу варто керуватися науково обґрунтованими методиками та процедурами

У літературі зустрічаються різні терміни та визначення, що відносяться до АІЕВ об'єкта ЖКГ. Як основу класифікації видів аналізу можна розглянути різні ознаки. Найбільш часто зустрічаються та глибоко пророблені в літературі способи класифікації представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 Класифікація видів АІЕВ

Класифікаційна ознака	Види аналізу	
	зовнішній	внутрішній
Широта та доступність залученого інформаційного забезпечення		
Часовий аспект діяльності	ретроспективний	перспективний
Зміст аналізу	комплексний	тематичний
Горизонт аналізу	оперативний	тактичний, стратегічний

Змістовна сторона АІЕВ включає наступні елементи (процедури):

- становлення та з'ясування конкретних завдань аналізу;
- встановлення причинно-наслідкових зв'язків;
- визначення показників і методів їхньої оцінки;
- виявлення та оцінка факторів, що впливають на ефективність використання енергоресурсів, відбір найбільш істотних;
- вироблення шляхів усунення впливу негативних факторів і стимулювання позитивних.

4.3 Метод і методика аналізу інформації з енерговикористання

Незважаючи на особливу актуальність питання методології проведення АІЕВ об'єктів ЖКГ практично не вирішувалися та не знайшли свого відображення ні в нормативно-технічних документах, ні в спеціальній літературі. У зв'язку з цим з'являється необхідність розробки такої методики аналізу, що відображала б, з одного боку, залежність ЕВЕР від техніки, технології, організації керування та контролю, економічного стимулювання тощо, а з іншого боку - сприяла б виявленню внеску кожної господарської одиниці, кожного працівника в досягнення загальних результатів підвищення рівня ЕВЕР об'єкта ЖКГ.

Під **методом** у широкому змісті розуміють спосіб дослідження свого предмета. Специфічні для різних наук способи підходу до вивчення свого предмета базуються на загальному діалектичному методі пізнання. Діалектичний метод пізнання виходить із того, що всі явища та процеси необхідно розглядати в постійному русі, зміні, розвитку. Тут джерело однієї з характерних рис методу АІЕВ - необхідність постійних порівнянь. Порівняння дуже широко застосовуються в АІЕВ: фактичні результати діяльності порівнюються з результатами минулих років, досягненнями інших об'єктів ЖКГ, плановими показниками тощо. Діалектика вчить, що кожен процес, кожне явище треба розглядати як єдність і боротьбу протилежностей. Звідси випливає необхідність вивчення внутрішніх протиріч, позитивних та негативних сторін кожного явища, кожного процесу. Це теж одна з характерних

рис АІЕВ. Використання діалектичного методу в аналізі означає, що вивчення ЕВЕР об'єкта ЖКГ повинне проводитися з урахуванням всіх взаємозв'язків. Жодне явище не може бути правильно зрозуміле, якщо воно розглядається ізольовано, без зв'язку з іншими. Це також одна з методологічних рис методу АІЕВ.

Важливою методологічною рисою АІЕВ є розроблення та використання системи показників, необхідних для комплексного, системного дослідження причинно-наслідкових зв'язків явищ і процесів енергоспоживання об'єкта ЖКГ.

Таким чином, **метод АІЕВ** - це системне, комплексне вивчення, вимір та узагальнення впливу факторів на ЕВЕР об'єкта ЖКГ шляхом оброблення спеціальними прийомами системи показників плану, обліку, звітності та інших джерел інформації з метою підвищення рівня ЕВЕР об'єкта ЖКГ. Метод АІЕВ передбачає використання ряду конкретних методик аналітичного дослідження.

Під **методикою** розуміється сукупність способів, правил найбільш доцільного виконання якої-небудь роботи. В аналізі ЕВЕР під **методикою** розуміється сукупність аналітичних способів і правил дослідження явищ і процесів енергоспоживання, підлеглих досягненню мети аналізу. Розрізняють загальну та часткові методики аналізу. Під **загальною методикою** розуміють систему дослідження, що однаково використовується під час вивчення різних об'єктів аналізу в різних галузях. **Часткові методики** конкретизують загальну щодо певних об'єктів дослідження, видів аналізу тощо. Виходячи зі специфіки енергоспоживання об'єкта ЖКГ під час розробки методики АІЕВ, необхідно враховувати, насамперед, наступні положення:

- ієрархічність об'єкта ЖКГ, у якій оптимізація рівнів і структури використання енергоресурсів на верхніх рівнях робить обмеження на локальні рівні використання енергоресурсів. У той же час оптимізація локальних рівнів за глобальним критерієм ефективності виробництва визначає раціональні параметри використання енергоресурсів по ієрархії;
- динамічність (інерційність) об'єкта ЖКГ, у якій в процесі обґрунтування результатів аналізу необхідно враховувати їхні кінцеві наслідки для всього об'єкта ЖКГ і розглядати (імітувати) результативність висновків аналізу протягом досить тривалого періоду;
- невизначеність вихідної інформації про об'єкт ЖКГ, що застосовується для аналізу ЕВЕР. Значна частина вихідної інформації про майбутні умови розвитку об'єкта ЖКГ (стійкість забезпечення різними видами енергоресурсів, параметри корисного споживання та втрат, рівень енергетичного навантаження тощо) залишається невизначеною;
- автономність об'єкта ЖКГ, що характеризується відносною самостійністю у виборі та організації енергозабезпечення, особливо в регіональному аспекті, та наявністю власних критеріїв ефективності

функціонування. Ці критерії не збігаються на різних рівнях керування енергоспоживанням.

Будь-яка методика аналізу ЕВЕР об'єкта ЖКГ буде являти собою вказівки або методологічні рекомендації щодо виконання аналітичного дослідження. Вона повинна містити наступні моменти:

- формулювання цілей та завдань аналізу;
- об'єкти аналізу;
- систему показників, за допомогою яких буде досліджуватися кожен об'єкт аналізу;
- рекомендації щодо послідовності та періодичності проведення аналітичного дослідження;
- опис способів та методики дослідження досліджуваних об'єктів;
- джерела даних, на підставі яких здійснюється аналіз;
- вказівки щодо організації аналізу (які особи та служби будуть проводити окремі частини дослідження);
- технічні засоби, які доцільно використати для аналітичної обробки інформації;
- порядок оформлення результатів аналізу;
- споживачі результатів аналізу.

Більш докладно зупинимося на двох елементах методики аналізу ЕВЕР об'єкта ЖКГ, які найбільш частіше застосовуються під час розроблення методичного забезпечення ЕА: послідовності виконання аналітичної роботи та способах дослідження досліджуваних об'єктів.

Принципове значення під час розробки конкретної методики аналізу має визначення послідовності його виконання. Порядок проведення аналізу ЕВЕР об'єкта ЖКГ схематично наведений на рис.4.1. Така послідовність виконання аналітичних досліджень є найбільш доцільною з погляду теорії та практики аналізу ЕВЕР об'єкта ЖКГ.

Під час проведення аналізу ЕВЕР об'єкта ЖКГ важливе значення має кількісна оцінка ЕВЕР об'єкта ЖКГ. Для її проведення необхідно визначитися з кількісною характеристикою ЕВЕР. У якості останньої будемо оперувати терміном «рівень ЕВЕР». **Рівень ЕВЕР** — це не абсолютне значення ЕВЕР, а відносна величина, що показує, наскільки вище або нижче фактична ЕВЕР об'єкта ЖКГ відносно ЕВЕР ідеалу-аналога. При цьому порівняння йде не самих значень ЕВЕР, а величин показників, що характеризують рівень ЕВЕР. Інакше кажучи, під оцінкою рівня ЕВЕР об'єкта ЖКГ варто розуміти порівняння фактичної ЕВЕР об'єкта ЖКГ з еталоном (ідеалом-аналогом) заздалегідь визначеною певною системою показників, які змінюються в деяких межах [18]:

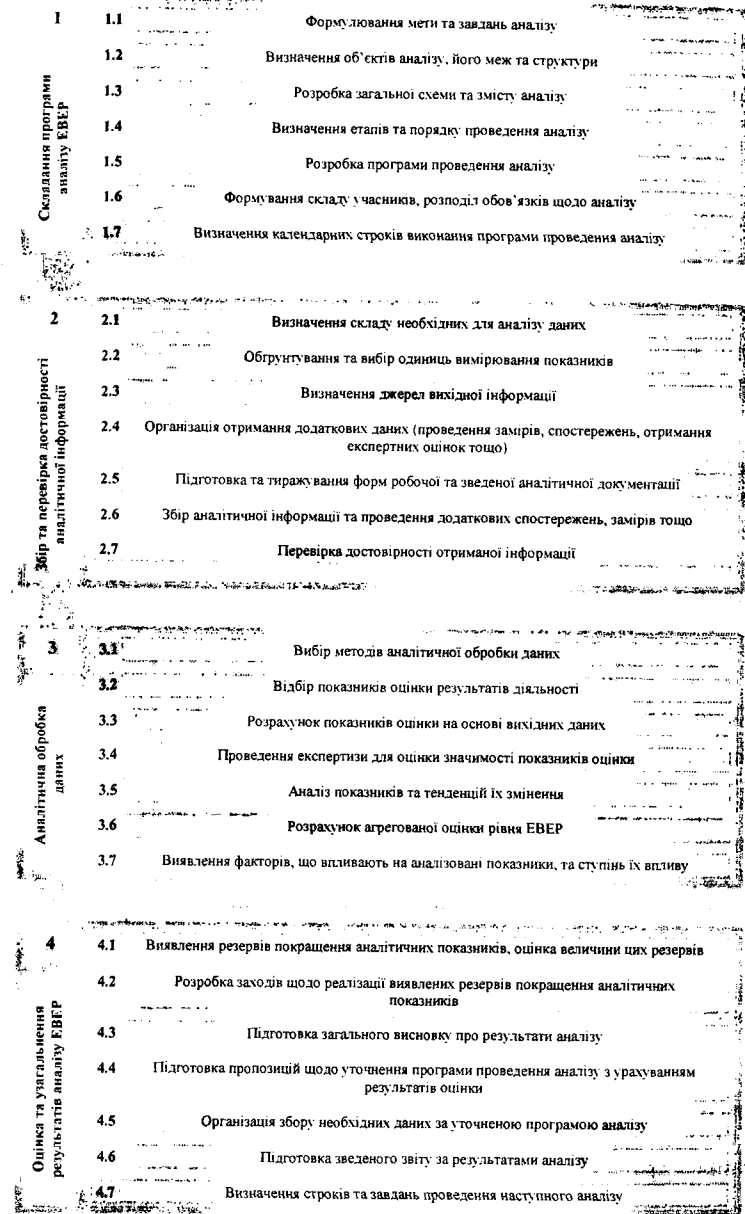


Рис. 4.1 Порядок проведення аналізу ЕВЕР об'єкта ЖКГ [23]

$$\dot{O}_{\infty} = \begin{cases} \dot{I}_{1,\min} \leq \dot{I}_1 \leq \dot{I}_{1,\max}; \\ K & K & K & K & K \\ \dot{I}_{i,\min} \leq \dot{I}_i \leq \dot{I}_{i,\max}; \\ K & K & K & K & K \\ \dot{I}_{N,\min} \leq \dot{I}_N \leq \dot{I}_{N,\max} \end{cases}, \quad (4.1)$$

де \dot{O}_{∞} - рівень ЕВЕР об'єкта ЖКГ;

$\dot{I}_{i,\min}, \dot{I}_{i,\max}$ - мінімальне й максимальне значення i -го показника, що характеризує ЕВЕР, $i=1, N$;

N - загальна кількість показників, що характеризують ЕВЕР;

\dot{I}_i - фактичне значення показника, що характеризує ЕВЕР.

Ідеалом-аналогом (краще сказати - базовими показниками ідеалу-аналога) можуть виступати показники ідеалізованого об'єкта ЖКГ аналогічного призначення, що має найкращі фактичні показники, що характеризують рівень ЕВЕР по ЖКГ на розглянутий момент часу.

На об'єкті ЖКГ рівень ЕВЕР може визначитися після тривалого простою виробництва, під час проведення енергетичної сертифікації об'єкта ЖКГ, під час проведення періодичного або вибіркового енергетичного контролю тощо.

4.4 Способи обробки та аналізу інформації з енерговикористання

Як найважливіший елемент методики аналізу ЕВЕР об'єкта ЖКГ виступають технічні прийоми та способи аналізу (інструментарій аналізу). Серед них можна виділити традиційні логічні способи, які широко застосовуються і в інших дисциплінах для оброблення та вивчення інформації (порівняння, графічний, балансовий, середніх і відносних величин, аналітичних групувань, евристичні методи вирішення економічних задач на підставі інтуїції, минулого досвіду, експертних оцінок фахівців тощо). Для вивчення впливу факторів на ЕВЕР об'єкта ЖКГ в аналізі застосовуються способи детермінованого та стохастичного факторного аналізу, методи оптимізаційного вирішення економічних задач (ланцюгові підстановки; абсолютні та відносні різниці; інтегральний, кореляційний, компонентний методи; методи лінійного, випуклого програмування; теорія масового обслуговування; теорія ігор; дослідження операцій тощо). Застосування тих або інших способів залежить від мети та глибини аналізу, об'єкта дослідження, технічних можливостей виконання розрахунків тощо.

Удосконалювання інструментарію АІЕВ має дуже велике значення і є основою успіху та ефективності аналітичної роботи. Чим глибше фахівець

проникає в сутність досліджуваних явищ, тим більш точні методи дослідження йому потрібні. Це характерно для всіх наук. За останні роки методики дослідження у всіх галузях науки стали більше розробленими. Важливим є використання математичних методів у дослідженнях, що робить аналіз більш глибоким і комплексним.

Розглянемо більш докладно основні технічні способи аналізу, їхню сутність, призначення, сферу застосування, процедури розрахунків тощо.

Одним з найпростіших та найбільш важливих прийомів аналізу є **порівняння**, який дозволяє розглядати показники в порівнянні з іншими, давати оцінку виконання планових завдань, визначати досягнутий рівень та темпи розвитку, виявляти розмір та причини розходжень у використанні ресурсів, дозволяє виявити внутрішні резерви. **Порівняння** – науковий метод пізнання, коли невідоме (досліджуване) явище, показник зіставляються з уже відомими (вивченими раніше) для виявлення загальних рис або відмінностей між ними. В аналізі використовуються наступні **види порівнянь**:

- 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.

Розрізняють наступні **види порівняльного аналізу**:

- горизонтальний - для визначення відхилень від базового рівня (план, минулий рік, середнє значення тощо);
- вертикальний - для вивчення структури явищ або процесів;
- трендовий - для вивчення відносних темпів росту та приросту показників за ряд років до рівня базового року, тобто при дослідженні рядів динаміки;
- одномірний - для зіставлення одного або декількох показників одного об'єкта або декількох об'єктів по одному показнику;
- багатомірний - для зіставлення результатів діяльності декількох об'єктів ЖКГ (підрозділів) по широкому спектру показників.

Обов'язковою умовою порівняльного аналізу є **порівняність** порівнюваних показників, що припускає:

- єдність об'ємних, вартісних, якісних, структурних показників;
- єдність періодів часу, за які проводиться порівняння;
- порівняність умов виробництва;
- порівняність методики розрахунку показників.

Способами приведення показників до порівнянного виду є: нейтралізація впливу вартісного, об'ємного, якісного та структурного факторів шляхом приведення їх до єдиного базису, а також використання середніх і відносних величин, поправочних коефіцієнтів, методів перерахування тощо.

До числа найпоширеніших прийомів аналізу відносяться групування. **Метод групування** - розподіл маси досліджуваної сукупності об'єктів на якісно однорідні групи за відповідними ознаками. Вони застосовуються для виявлення взаємозв'язку між окремими явищами з метою вивчення структури, складу та динаміки розвитку, визначення середніх величин та їхнього змісту. Групування використовується для дослідження залежності в складних явищах, характеристика яких відбивається однорідними показниками та різними значеннями (характеристика парку устаткування за строками введення в експлуатацію, за місцем експлуатації, за коефіцієнтом змінності тощо). В аналізі використовуються наступні **види групування**:

- типологічні;
- структурні - для вивчення внутрішньої будови показників, співвідношення в них окремих частин;
- аналітичні (причинно-наслідкові) - для визначення наявності, напрямку та форми зв'язку між досліджуваними показниками.

Структурні групування дозволяють групувати якісно однорідні явища за ознакою подібності їхньої економічної природи та аналізувати на їхній основі склад та структуру основних засобів об'єкта ЖКГ, що споживає ПЕР, тощо. Наприклад, за допомогою групувань і порівняння вивчають ефективність різних технологій виробництва. Для виявлення взаємозв'язку, взаємозалежності окремих показників, явищ використовуються аналітичні групування, наприклад, групування факторів збільшення випуску продукції, пов'язаних з працею людей, із засобами праці та з предметами праці.

За складністю побудови групування бувають прості й комбіновані.

До числа традиційних прийомів економічного аналізу відноситься **деталізація**, тобто розглянутий показник може бути деталізований під час аналізу за тимчасовою ознакою, за місцем здійснення господарських операцій, за центрами відповідальності тощо.

В аналізі ЕВЕР широко використовується **балансовий метод**, що дозволяє виявити узгодженість взаємозалежних показників на основі складання окремих балансів. Одним з найбільш поширених балансів є баланс ПЕР, що характеризує потребу об'єкта ЖКГ в паливно-енергетичних ресурсах і джерела їх надходження. Даний спосіб складається в порівнянні двох комплексів показників, що прагнуть до певної рівноваги. Він дозволяє виявити в результаті новий аналітичний (балансуючий) показник. Використовується під час аналізу забезпеченості об'єкта ЖКГ різними видами ресурсів і повноти їхнього використання. В процесі аналізу діяльності об'єкта ЖКГ використовують фінансовий баланс, який застосовується для визначення розподілу витрат на

ПЕР по всім об'єктам енергоспоживання і видам ПЕР, а також оцінюються прямі втрати в грошовому виразі. Під час вивчення діяльності об'єкта ЖКГ використовують також баланси матеріальних ресурсів, що потребують об'єкти ЖКГ в окремих видах матеріалів і джерела їхнього покриття, баланс виробничої потужності, баланс прибутків і видатків об'єкта ЖКГ тощо. Складання балансів дозволяє виявити невикористані резерви виробництва.

Спосіб дольової участі використовується коли важко встановити залежність аналізованого показника від часткових показників. Спосіб полягає в тому, що відхилення за узагальнюючим показником пропорційно розподіляється між окремими факторами, під впливом яких воно відбулося.

Ефективність використання енергоресурсів виражають звичайно в абсолютних і відносних показниках. **Абсолютні показники** встановлюють кількісні розміри ефективності безвідносно до розміру ефективності інших об'єктів в одиницях енергії (кВт-год, Гкал, МДж), вартості тощо. **Відносні показники** встановлюють співвідношення величини ефективності з величиною ефективності, взятої за інший період або по іншому об'єкту. Відносні показники одержують у результаті ділення однієї величини на іншу, яка приймається за базу порівняння. Це можуть бути дані плану базисного року, іншого об'єкта ЖКГ, середні по ЖКГ тощо. Відносні величини виражаються у формі коефіцієнтів (при базі 1) або відсотків (при базі 100).

В аналізі ЕВЕР використовуються різні **види відносних величин**: просторового порівняння планового завдання, виконання плану, динаміки, структури, координації, інтенсивності, ефективності. *Відносна величина просторового порівняння* визначається зіставленням рівнів показників, що відносяться до різних об'єктів, узятим за той самий період або на один момент часу. *Відносна величина планового завдання* є відношенням планового рівня показника поточного року до фактичного його рівня торік або до середнього його рівня за три-п'ять попереднього років. *Відносна величина виконання плану* — відношення між фактичним і плановим рівнем показника звітного періоду, виражене у відсотках. Для характеристики зміни показників за який-небудь проміжок часу використовують *відносні величини динаміки*. Їх визначають шляхом ділення величини показника поточного періоду на його рівень у попередньому періоді (місяці, кварталі, році). Називаються вони *темпами росту (приросту)* і виражаються звичайно у відсотках або коефіцієнтах. Відносні величини динаміки можуть бути *базисними* та *ланцюговими*. У першому випадку кожен наступний рівень динамічного ряду порівнюється з базисним роком, а в другому - рівень показника наступного року зіставляється з попереднім. *Показник структури* — це відносна частка (питома вага) частини загалом, виражена у відсотках або коефіцієнтах (наприклад, питома вага окремих видів енергоресурсів у загальному обсязі енергоспоживання об'єкта ЖКГ). *Відносні величини координації* є співвідношенням частин цілого між собою, наприклад корисне споживання та втрати енергоресурсів. *Відносні*

величини інтенсивності характеризують ступінь поширеності, розвитку якогонебудь явища в певному середовищі, наприклад відсоток робітників вищої кваліфікації тощо. Відносні величини ефективності — це співвідношення ефекту з ресурсами або витратами, наприклад прибуток на 1 кВт·год (Гкал, МДж) витрачених енергоресурсів тощо.

На практиці поряд з абсолютними та відносними показниками дуже часто застосовуються середні величини. Вони використовуються в АІЕВ для узагальненої кількісної характеристики сукупності однорідних явищ за якогонебудь ознакою, тобто одним числом характеризують всю сукупність об'єктів. Середні величини обчислюються на основі масових даних про якісно однорідні явища. Вони допомагають визначати загальні закономірності та тенденції в розвитку процесів енерговикористання. Середні величини бувають: середньоарифметичні (прості та зважені), середньогармонічні, середньгеометричні, середньхронологічні, середньквадратичні тощо. Середньозважена арифметична величина застосовується, коли значення ознаки, що варіює, повторюється. Вона може бути застосована для розрахунку середнього електричного навантаження та інших подібних показників. Середня геометрична величина може застосовуватися для розрахунку середньорічних темпів росту за ряд років. Вона визначається за виразом:

$$J_{\text{середн}} = \frac{J(1) \cdot J(2) \cdot \dots \cdot J(t)}{t}, \quad (4.2)$$

де $J(i)$, $i=1, \dots, t$ — темп росту за відповідний період; t - число років.

Середня хронологічна величина застосовується, наприклад, для визначення середньомісячного енергоспоживання. Для розрахунку цієї величини половинні значення відповідного показника на початок і кінець року підсумовуються з показниками на початок кожного місяця в році, тобто використовується формула:

$$N_{\text{середн}} = \frac{N(0)/2 + N(1) + N(2) + \dots + N(12)/2}{12}, \quad (4.3)$$

де $N(0)$ — значення показника на початок року; $N(i)$, $i=1, \dots, 12$ — значення показника на початок кожного місяця.

4. Показники ефективності використання енергоресурсів

Одним з перших питань, що виникає в процесі організації та проведення робіт з підвищення рівня ЕВЕР на будь-якому об'єкті ЖКГ - це питання про те, ефективно або неефективно використовуються на ньому ПЕР. Відповідь на це питання повинна бути як можна більш об'єктивною. Тому її одержання необхідно базувати на визначенні значень конкретних кількісних показників. Узагальнено вони можуть бути названі показниками ЕВЕР [32, 33]. Визначення

фактичних значень таких показників, у принципі, дозволяє зіставляти їх з аналогічними величинами, досягнутими на подібних вітчизняних або закордонних об'єктах. Навіть таке примітивне порівняння дозволяє в першому наближенні судити про те, наскільки ефективно використовуються енергоресурси на відповідному об'єкті ЖКГ, а також зробити попередній висновок про можливість та економічну доцільність вирішення завдань підвищення рівня ЕВЕР на даному об'єкті ЖКГ, тобто про наявний на ньому потенціал енергозбереження. Так як в аналізі ЕВЕР об'єктів ЖКГ застосовується велика кількість різноманітних показників, для їхньої систематизації використовується наступне групування (рис.4.2).

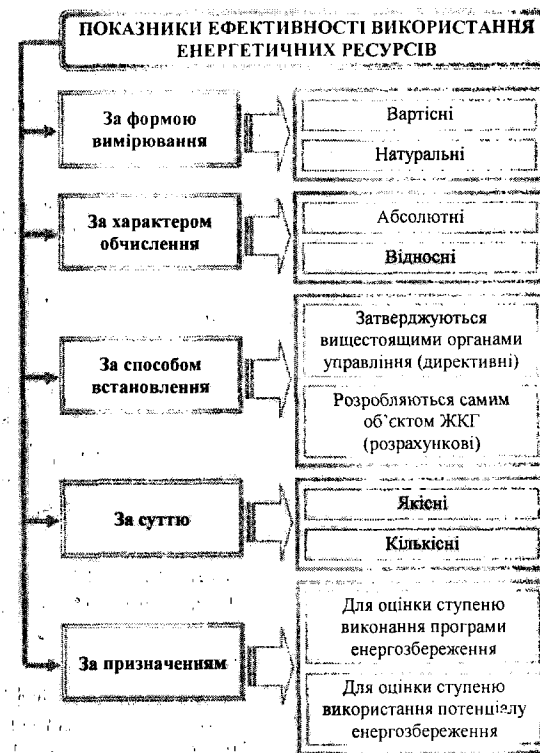


Рис.4.2 - Групування показників ЕВЕР

Аналізуючи запропоновані в нормативно-правовій, методичній та науково-технічній літературі показники ЕВЕР, можна виділити наступні основні групи цих показників (індикаторів):

- нормовані показники енергетичної ефективності продукції, які вносяться в державні стандарти, технічні паспорти продукції, технічну та конструкторську документацію і використовуються під час сертифікації продукції, енергетичної експертизи та енергетичних обстежень [8-14, 32-36];

- показники енергетичної ефективності виробничих процесів, які вносяться в стандарти та енергетичні паспорти об'єкта ЖКГ і використовуються в ході здійснення державного нагляду за ЕВЕР і проведенні енергетичних обстежень (інспекцій) органами державного нагляду [8-14, 32];

- показники (індикатори) реалізації потенціалу енергозбереження, які відображаються в статистичній звітності, нормативно-правових та методичних документах, контролюються структурами державного управління та нагляду [8-14, 33];

- різного роду альтернативні показники, які пропонуються до використання в науково-технічній літературі для усунення недоліків, властивих перерахованим вище категоріям показників в процесі їхнього використання для оцінки ЕВЕР об'єктів ЖКГ [15, 16, 33, 37-48].

Коло реально використовуваних у наш час показників ЕВЕР досить вузьке. Фактично можна виділити всього два різновиди таких показників:

- показники виду коефіцієнта корисної дії (ККД) перетворення або розподілу різних видів енергоресурсів, коефіцієнт питомих втрат енергії тощо);

- показники питомих витрат енергоресурсів.

Перша група показників може бути використана винятково для оцінки енергетичної ефективності окремих рівнів енергетичного потоку. Найпоширенішим показником є ККД, хоча відомо, що застосування його може бути виправдано лише в тих випадках, коли мова йде про генерацію та перетворення енергії в даній конкретній енергоустановці (піч, котельня, електростанція тощо), а в окремих випадках і для оцінки втрат під час транспортування теплової та електричної енергії [37].

На даний момент накопичений досить великий методичний матеріал щодо складання та аналізу ПЕБ [37, 39, 49]. Однак ряд труднощів дотепер не дозволяє широко поширити накопичений досвід. До них, наприклад, варто віднести: відсутність єдиної методології складання та аналізу різних ПЕБ; недостатню оснащеність діючих об'єктів та об'єктів, на яких проводиться реконструкція, засобами виміральної техніки; відсутність вихідної (нормативної) інформації, використовуваної під час складання ПЕБ; відсутність у ПЕБ якісних характеристик енергоресурсів (тиску, температури, зольності, вологості, сорту, марки тощо); невідповідність інженерно-технічного персоналу енергетичних служб об'єктів ЖКГ до постійної розробки та аналізу ПЕБ [8, 39]. Крім того, є також ряд серйозних недоліків, що стосуються самого ПЕБ, зокрема:

- баланс історичний за своєю природою. Він фіксує сформовані до моменту його складання підсумки діяльності. Наприклад, баланс на 1 жовтня

дає відомості про результати на кінець вересня, але вже на початку жовтня баланс виявляється застарілим;

- баланс відповідає на запитання, що являє собою об'єкт ЖКГ на 1 жовтня, але не відповідає на запитання, у результаті чого склалося таке становище. Для цього потрібний більше глибокий аналіз багатьох факторів, які в балансі та звітності взагалі не знаходять відображення;

- за даними статистичної звітності можливо розрахувати цілий ряд аналітичних показників, однак всі вони будуть марні, якщо їх немає з чим порівняти. Баланс не забезпечує просторової та тимчасової порівнянності показників. Тому аналіз повинен, по-перше, проводитися в динаміці, по-друге, він повинен, доповнюватися аналізом аналогічних показників по подібним об'єктам ЖКГ.

На даний час значно поширилося використання ексергетичного ККД [15, 39, 40]. Це пояснюється тим, що при одночасному використанні електричної та теплової енергії, а також палива різних параметрів оцінка ЕВЕР, основана на балансі теплової енергії, є недостатньо повною, оскільки не враховує якісну відмінність окремих видів енергії. Перевагою використання ексергетичного ККД є врахування і порівняння всіх видів енергоресурсів з урахуванням відмінності їхньої якості, тобто практичної енергетичної придатності. Побудований з цією метою ексергетичний баланс дає змогу визначати джерела непродуктивних втрат, що знижують рівень енергетичної досконалості розглянутих установок, і тим самим визначати шляхи подальшого підвищення рівня ЕВЕР. Якщо енергетичний ККД використовується для порівняння лише однотипних процесів, то ексергетичний ККД характеризує енергетичну досконалість різних технологічних процесів [39]. Однак абсолютні значення енергетичного та ексергетичного ККД свідчать лише про досягнутий рівень ЕВЕР у досліджуваному процесі, але не показують, наскільки високий цей рівень і чи є можливість його подальшого підвищення. Тільки при зіставленні цих значень ККД із показниками деякого еталонного об'єкта можна судити про ступінь досконалості досліджуваного об'єкта ЖКГ [40].

Більше ефективним, чим ККД, на думку авторів [37-39], є використання коефіцієнтів корисного використання (ККВ) окремих енергоносіїв і всього енергетичного господарства об'єкта ЖКГ. Розрахунок ККВ проводиться по даним видаткової частини балансу, складеного за цільовими витратами палива та енергії. Тут же пропонується й інший показник, що відбиває комплексну ЕВЕР в енергетичному господарстві, - коефіцієнт корисного використання підведених енергоресурсів. Кожний із зазначених ККВ має власний інформаційний зміст, що по-різному розкриває рівень використання енергетичних ресурсів на об'єкті ЖКГ. Коефіцієнт корисного використання природних енергетичних ресурсів «виходить» за межі розглянутого об'єкта ЖКГ, тому що для його розрахунку необхідно знати ККД видобування, транспортування та перетворення енергетичних ресурсів. У цьому випадку

ККВ підведених енергетичних ресурсів характеризується найбільшим інформаційним змістом, тому, при порівнянні рівнів використання енергетичних ресурсів у часі або між окремими об'єктами ЖКГ, цей коефіцієнт доцільно використовувати в першу чергу. Таким чином, аналіз ККВ дозволяє не тільки оцінити ЕВЕР на об'єкті ЖКГ, але й виявити об'єкти (підрозділи), які в максимальній мірі впливають на рівень ЕВЕР і тому вимагають постійного контролю [37].

Показники другої групи традиційно застосовуються для обґрунтування проектів з енергозбереження. У роботі [37] для виявлення причин розходжень у розмірах споживання окремих енергоносіїв та ефективності їхнього використання пропонується проводити зіставлення питомих витрат енергоносіїв. При цьому аналіз питомих витрат по окремим технологічним процесам може допомогти у виявленні резервів енергозбереження на об'єкті ЖКГ. Рекомендується проводити такий аналіз індивідуально по кожному процесу на основі технологічних питомих витрат, які повинні включати всі витрати палива, теплової та електричної енергії на безпосереднє виконання технологічного процесу виробництва того або іншого виду продукції, а також і нормовані втрати палива та енергії (механічні, теплові, хімічні, електричні), обумовлені характером технологічного процесу та застосованого устаткування. Використання для такого аналізу загальних по об'єкту ЖКГ питомих витрат, що включають витрати енергії по об'єкту ЖКГ як на основні та допоміжні технологічні процеси, так і на власні потреби, навряд чи доцільно через непорівнянність складу господарства окремих об'єктів ЖКГ. Але, визначення фактичних значень цих показників саме по собі також не дозволяє дати однозначну відповідь на питання, ефективно або неефективно використовуються енергетичні ресурси на деякому об'єкті ЖКГ. Для цього необхідно ще наявність деякого еталона, з яким можна було б порівнювати фактичні значення відповідних показників. З цією метою використовують норми питомих витрат ПЕР. Розробці теоретичних основ і практичних методів встановлення норм питомих витрат ПЕР присвячені праці декількох поколінь вчених [50-55]. Для проведення аналізу, оснований на диференційованому порівнянні звітних (фактичних) та планових (нормативних) показників питомих витрат ПЕР, потрібна розвинена система енергетичного обліку, необхідна технічна документація на енергогенерувальні, енергопередавальні та енерговикористовуючі установки, а також система диференційованого нормування витрат енергоресурсів [42].

Одним з найбільш істотних недоліків системи нормування є залежність планової витрати енергоресурсів від фактичної структури виробництва, що відрізняється від планової, що може вплинути на оцінку ЕВЕР. Крім того, при застосовуваному розрахунково-статистичному методі нормування з експертною оцінкою правильність та обґрунтованість норм багато в чому залежать від досвіду та кваліфікації працівників, що приймають участь у їхній розробці.

Більш об'єктивним критерієм оцінки ЕВЕР є порівняння фактичних витрат звітного періоду з фактичними витратами відповідного минулого періоду з обов'язковим урахуванням зміни структури виробництва продукції [43]. У нормуванні витрат ПЕР існують також й інші недоліки. Зокрема, при затвердженні норм не враховуються програми енергозбереження, що мають щорічно розроблятися на об'єктах ЖКГ; несвочасно коригуються норми при зміні виду продукції, що виробляється, або ціни на неї, що нерідко приводить до різкої невідповідності норм та фактичних витрат ПЕР, тощо [8].

До недоліків методик з нормування витрат ПЕР відноситься також те, що розрахункові коефіцієнти, які використовуються в них, визначались в кінці 60-х років ХХ сторіччя і були встановлені на технологічних процесах, які морально застаріли на даний час.

Із сказаного вище витікає, що норми питомих витрат ПЕР, які основані на використанні традиційних методів розрахунку, не можна вважати досить об'єктивними та достовірними показниками. До того ж, з 1991 по 1997 роки роботи з нормування питомих витрат ПЕР в Україні практично не велися, що значною мірою сприяло ослабленню контролю за ЕВЕР і послужило однією з причин їх зниження. У зв'язку із зазначеною обставиною варто усвідомлювати, що робота, що почалася в нашій державі в 1997 році, по відновленню системи нормування питомих витрат ПЕР, потребує досить тривалого часу.

У літературі можна зустріти матеріали, що стосуються досвіду побудови різного роду узагальнених (комплексних) показників ЕВЕР [40-48]. Однак, у цілому, слід зазначити, що узагальнені показники не одержали ще достатнього поширення, а спроби їхньої розробки часто зазнають критики. Причиною цього є неочевидність їхньої побудови. Крім того, іноді робляться спроби підмінити часткові показники одним або декількома узагальненими [10, 11]. Такі спроби містять принципову помилку, що полягає в неповному розумінні того, що таке «система показників». Інтегральні показники не є заміниками, вони не повинні розглядатися ізольовано, а навпроти - тільки в системі із частковими. Основне призначення систем показників - аналіз, можливість зіставлення. Тому в таких системах поряд з абсолютними величинами використовується, як правило, досить велика кількість відносних та питомих величин, найбільш придатних для зіставлень. За оцінками деяких аналітиків, 87% показників, використовуваних для виміру та аналізу техніко-економічного рівня виробництва на об'єктах ЖКГ, є відносними [10]. Поширеність відносних показників обумовлюється тією обставиною, що вони мають певні переваги перед абсолютними: вони дозволяють зіставляти непорівнянні за абсолютними величинами об'єкти, більш стійкі в просторі та часі, тобто характеризують більш однорідні варіаційні ряди тощо. Більше того, можлива непорівнянність того самого абсолютного показника по тому самому об'єкті при вивченні його в динаміці. Така ситуація може складатися, наприклад, у результаті істотних організаційних перебудов досліджуваного

об'єкта, а також у силу інших факторів. Можна також відзначити, що перехід від абсолютних до відносних і питомих значень "поліпшус" статистичні властивості показників (відносно приналежності їх до закону розподілу, близькому до нормального), що є важливим чинником для коректної обробки даних за допомогою статистичних методів [10].

Для визначення показників ЕВЕР можуть використовуватись такі методи: вимірвальний, розрахунковий, органолептичний, реєстраційний тощо. Розглянемо їх більш детально. *Вимірвальний метод* оснований на інформації, одержуваної з використанням засобів вимірвальної техніки. *Розрахунковий метод* базується на використанні інформації, одержуваної за допомогою теоретичних або емпіричних залежностей. *Органолептичний метод* ґрунтується на використанні інформації, одержуваної в результаті аналізу сприйняття органів почуттів: зору, слуху, нюху, дотику та смаку. При цьому органи почуттів людини служать приймачами для одержання відповідних відчуттів, а значення показників отримують шляхом аналізу отриманих відчуттів на основі наявного досвіду та виражаються в балах. *Реєстраційний метод* ґрунтується на використанні інформації, одержуваної шляхом підрахунку числа певних подій, предметів або витрат.

Залежно від джерела інформації методи визначення значень показників ЕВЕР поділяють на традиційний та експертний. *Традиційний метод* використовується посадовими особами спеціалізованих експериментальних та розрахункових підрозділів об'єктів ЖКГ (до них відносяться спеціалізовані лабораторії, полігони, іспитові стенди тощо). *Експертний метод* оцінки показників ЕВЕР реалізується групою фахівців-експертів. За допомогою експертного методу визначаються значення таких показників ЕВЕР, які не можуть бути визначені більш об'єктивними методами.

4.6 Факторний аналіз. Способи визначення впливу факторів на ефективність використання енергетичних ресурсів

Рівень ЕВЕР залежить від численних та різноманітних факторів. Досліджувані в аналізі ЕВЕР фактори можуть бути класифіковані за різними ознаками, що дозволяють точніше оцінити місце та роль кожного фактора у формуванні величини результативних показників (табл. 4.3).

За своєю природою фактори поділяються на: природнокліматичні, соціально-економічні та виробничо-економічні. *Природнокліматичні фактори* дуже впливають на енергоспоживання об'єктів ЖКГ та інших галузей. Урахування їхнього впливу дозволяє точніше оцінити ЕВЕР об'єкта ЖКГ. До *соціально-економічних факторів* відносяться житлові умови працівників, організація культурно-масової, спортивної та оздоровчої роботи на об'єкті ЖКГ, загальний рівень культури та формування кадрів тощо. Вони сприяють підвищенню рівня ЕВЕР. *Виробничо-економічні фактори* визначають повноту

та ефективність використання виробничих ресурсів об'єкта ЖКГ та кінцевих результатів його діяльності.

Таблиця 4.3 Класифікація факторів

Класифікаційна ознака	Групи факторів
За своєю природою	Природнокліматичні
	Соціально-економічні
	Виробничо-економічні
За ступенем впливу на результати	Основні
	Другорядні
Стосовно об'єкта дослідження	Внутрішні
	Зовнішні
В залежності від колективу	Об'єктивні
	Суб'єктивні
За ступенем поширеності	Загальні
	Специфічні
За часом дії	Постійні
	Змінні
За характером дії	Екстенсивні
	Інтенсивні
За властивостями відображених явищ	Кількісні
	Якісні
За своїм складом	Прості
	Складні
За рівнем співвідпорядкованості	Першого порядку
	Другого порядку тощо
За можливістю виміру впливу	Вимірювані
	Невимірювані

За ступенем впливу на результати фактори поділяються на основні та другорядні. До *основних* відносяться фактори, які впливають на результативний показник. *Другорядними* вважаються ті, які не роблять вирішального впливу на ЕВЕР у сформованих умовах. Тут необхідно підмітити, що той самий фактор залежно від обставин може бути і основним, і другорядним. Уміння виділити з розмаїтості факторів головні, визначальні забезпечує правильність висновків за результатами аналізу.

За відношенням до об'єкта дослідження фактори класифікуються на *внутрішні* та *зовнішні*, тобто залежні та незалежні від діяльності даного об'єкта ЖКГ. Основна увага під час аналізу повинна приділятися дослідженню внутрішніх факторів, на які об'єкт ЖКГ може впливати. Разом з тим у багатьох випадках при розвинених виробничих зв'язках та відносинах на результати

роботи кожного об'єкта ЖКГ в значній мірі впливає діяльність інших об'єктів ЖКГ, наприклад рівномірність і своєчасність поставок сировини, матеріалів, їхня якість, вартість, кон'юнктура ринку, інфляційні процеси тощо. Ці фактори є зовнішніми. Вони не характеризують зусилля даного колективу, але їхнє дослідження дозволяє точніше визначити ступінь впливу внутрішніх причин і тим самим більш повно виявити внутрішні резерви виробництва.

Для правильної оцінки діяльності об'єкта ЖКГ фактори необхідно підрозділяти ще на об'єктивні та суб'єктивні. *Об'єктивні фактори* не залежать від волі та бажання людей. На відміну від об'єктивних *суб'єктивні причини* залежать від діяльності юридичних і фізичних осіб.

За ступенем поширеності фактори поділяються на загальні та специфічні. До *загальних* відносяться фактори, які діють у всіх галузях економіки. *Специфічними* є ті, які діють в умовах окремого об'єкта ЖКГ. Такий розподіл факторів дозволяє повніше врахувати особливості окремих об'єктів ЖКГ та більш точно оцінити їхню діяльність.

За тривалістю впливу на результати діяльності розрізняють фактори постійні та змінні. *Постійні фактори* впливають на досліджуване явище безперервно протягом усього часу. Вплив же *змінних факторів* проявляється періодично, наприклад освоєння нової техніки, нових видів продукції, нової технології виробництва тощо.

Велике значення для оцінки ЕВЕР об'єкта ЖКГ має розподіл факторів за **характером їхньої дії** на інтенсивні й екстенсивні. До *екстенсивного* відносяться фактори, які пов'язані з кількісним, а не з якісним приростом результативного показника. *Інтенсивні фактори* характеризують ступінь зусиль, напруженості праці в процесі енергоспоживання.

Якщо під час аналізу ставиться мета виміряти вплив кожного фактора на рівень ЕВЕР, то фактори поділяють на кількісні та якісні, прості та складні, вимірювані та невимірювані. *Кількісними* вважаються фактори, які виражають кількісну визначеність явищ (обсяг енергоспоживання, кількість устаткування, сировини тощо). *Якісні фактори* визначають внутрішні якості, ознаки та особливості досліджуваних об'єктів (продуктивність праці, якість продукції тощо). Більшість досліджуваних факторів **за своїм складом** є складними (складаються з декількох елементів). Однак є й такі, які не розкладаються на складові частини. Залежно від складності фактори поділяються на *складні (комплексні)* та *прості (елементні)*.

Як вже вказувалося, одні фактори безпосередньо впливають на результативний показник, інших — непрямо. **За рівнем співвідпорядкованості (ієрархії)** розрізняють фактори першого, другого, третього тощо рівнів підпорядкування. До *факторів першого рівня* відносяться ті, які безпосередньо впливають на результативний показник. Фактори, які

визначають результативний показник побічно, за допомогою факторів першого рівня, називаються *факторами другого рівня* тощо.

Очевидно, що, чим більш детально буде вивчений вплив факторів на рівень ЕВЕР, тим точніше та достовірніше буде його прогнозне значення. Без глибокого та всебічного вивчення факторів не можна зробити обґрунтовані висновки про ЕВЕР, виявити резерви підвищення рівня ЕВЕР, обґрунтувати бізнес-план та прийняти управлінське рішення. Процес вивчення впливу факторів називається факторним аналізом. У більш формалізованому вигляді під **факторним аналізом** розуміється методика, що включає в себе єдині методи виміру (постійних і системних) факторних показників, комплексного вивчення їхнього впливу на величину результативних показників, теоретичні принципи, що лежать в основі прогнозування.

Основними завданнями факторного аналізу є:

- відбір, класифікація та систематизація факторів, які впливають на досліджувані результативні показники;
- визначення форми залежності між факторами та результативним показником;
- розробка (застосування) математичної моделі взаємозв'язків між результатом і факторними показниками;
- розрахунок впливу різних факторів на зміну величини результативного показника та порівняння цього впливу;
- складання прогнозу на основі факторної моделі.

Розрізняють наступні **типи факторного аналізу:**

- аналіз функціональних залежностей та кореляційний аналіз (імовірнісних залежностей);
- прямий та зворотній;
- одноступінчастий та багатоступінчастий;
- статичний та динамічний;
- ретроспективний і перспективний.

Факторний аналіз функціональних залежностей є методикою дослідження впливу факторів у тому випадку, коли результативний показник може бути представлений у вигляді добутку, частки або алгебраїчної суми факторів. **Кореляційний аналіз** є методикою дослідження факторів, зв'язок яких з результативним показником є імовірнісним (кореляційним). Наприклад, енергоспоживання на різних об'єктах ЖКГ при тому самому обсязі продукції може залежати і від інших факторів, вплив яких на цей показник пророчити складно. При **прямому факторному аналізі** дослідження ведеться від загального до частки (дедуктивним способом). **Зворотній факторний аналіз** здійснює дослідження від часток, окремих факторів до узагальнюючого (способом індукції). **Одноступінчастий факторний аналіз** використовується для дослідження факторів тільки одного рівня підпорядкування без їхньої деталізації на складові частини. При **багатоступінчастому факторному**

аналізі здійснюється деталізація факторів, розподілення їх на складові елементи з метою вивчення взаємозалежностей. **Статичний факторний аналіз** застосовується при вивченні впливу факторів на результативні показники на відповідну дату. **Динамічний** - при вивченні впливу факторів на результативні показники у динаміці. **Ретроспективний факторний аналіз** вивчає причини змін результативних показників за минулі періоди, **перспективний** - прогнозує поведінку факторів і результативних показників у перспективі.

Крім того, залежність показника ЕВЕР від факторів, що діють одночасно, різнонаправлено та з різною силою, може бути:

- **імовірнісною**, тобто коли вплив однієї величини (випадкової) на зміну іншої (випадкової і не випадкової) може мати можливий (імовірнісний) характер. Наприклад, залежність енергоспоживання від технічного рівня виробництва, організації праці та інших факторів;

- **детермінованою** (функціональною), тобто залежність узагальнюючого показника від факторів однозначна: кожному значенню фактору-аргументу відповідає єдине значення узагальнюючого показника (цільової функції).

При припущенні про наявність функціональної залежності узагальнюючого показника від окремих факторів деталізація буде визначатися видом передбачуваної функції:

- адитивним: $Q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$,

де Q - це, наприклад, обсяг споживання енергоресурсів у цілому по об'єкті ЖКГ, q_1, q_2, \dots, q_n - обсяг споживання енергоресурсів окремими підрозділами об'єкта ЖКГ;

- мультиплікативним: $Q = q_1 \cdot q_2 \cdot \dots \cdot q_n$,

де Q - це, наприклад, середньорічне споживання енергоресурсів одного підрозділу об'єкта ЖКГ, а q_1, q_2, \dots, q_n - фактори, що визначають середньорічне споживання енергоресурсів одного підрозділу об'єкта ЖКГ;

- кратним: $m = W/A$,

наприклад, залежність енергоємності продукції m від обсягу споживання енергоресурсів W та обсягу випуску товарної продукції A ;

- комбінованим: $R = \Pi/(A+O)$,

наприклад, показник рентабельності виробництва R залежить від отриманого прибутку Π , середньорічної вартості основних промислово-виробничих засобів A і середніх залишків обігових коштів O .

Для визначення величини впливу факторів на результуючий показник застосовують різні способи факторного аналізу (елімінування, спосіб абсолютних різниць, спосіб відносних різниць тощо). Розглянемо їх більш детально.

Елімінування — це логічний метод, при якому подумки виключають дію ряду факторів, вважаючи їх постійними величинами, і виділяють який-небудь фактор, вважаючи його змінною величиною. Таким чином, можна визначити ступінь впливу кожного фактора на результативний показник. При цьому

відхилення за результативним показником повинно дорівнювати сумі відхилень за окремими факторами. Елімінування поділяється на такі методи:

- **індексний** - заснований на відносних показниках динаміки, просторових порівнянь, виконання плану, що виражають відношення фактичного рівня аналізованого показника у звітному періоді до його рівня в базисному періоді. З його допомогою можна виявити вплив різних факторів на зміну рівня результативних показників у мультиплікативних і кратних моделях;

- **ланцюгових підстановок** - використовується для розрахунку впливу факторів у всіх типах детермінованих факторних моделей: адитивних, мультиплікативних, кратних та змішаних. Дозволяє визначити ступінь впливу окремих факторів на зміну результативного показника шляхом поступової заміни базисної величини кожного факторного показника в обсязі результативного показника на фактичну величину у звітному періоді та порівняння значення результативного показника до заміни з його значенням після заміни;

- **метод різниць** - застосовується для розрахунку ступеня впливу факторів на зростання результативного показника в мультиплікативних і змішаних моделях. При його використанні ступінь впливу факторів розраховується множенням абсолютного приросту досліджуваного фактора на базову величину факторів, які перебувають праворуч від нього, і на фактичну величину факторів, розташованих ліворуч від нього в моделі;

- **метод коригувального коефіцієнта** - ступінь впливу факторів на зміну обсягу результативного показника розраховується як добуток коефіцієнта, що відображає зміну даного фактора, на базову величину результативного показника. Загальний обсяг зміни результативного показника визначається підсумовуванням величин впливу окремих факторів. Однак даний метод має істотний недолік: як правило, сумарний результат впливу факторів не збігається з величиною зміни результативного показника, отриманої прямим розрахунком.

Під час використання способу **абсолютних різниць** вплив факторів розраховується шляхом зменшення абсолютного приросту досліджуваного фактора на базову або планову величину факторів, які перебувають праворуч від нього та на фактичну величину факторів, які перебувають ліворуч від нього моделей.

Під час використання способу **відносних різниць** на початку необхідно розрахувати відносне відхилення факторних показників (температура приросту). Для розрахунку впливу першого фактора необхідно базисну або планову величину результативного показника помножити на відносний приріст першого фактора в % і розділити на 100. Щоб розрахувати вплив другого фактора необхідно до планової величини результативного показника, додати його зміну за рахунок первинного фактора, цю суму помножити на відносний приріст другого фактора та розділити на 100 і т. д.

4.7 Оцінка потенціалу енергозбереження

Проблема оцінки величини потенціалу енергозбереження дуже важлива як у теоретичному, так і практичному плані. Дані про величину потенціалу енергозбереження промислового підприємства дозволяють визначити сумарний потенціал галузі і країни в цілому. Величини потенціалів енергозбереження промислового підприємства необхідні для виявлення витрат, які необхідні для оптимізації ефективності використання ПЕР, визначення напрямків інвестиційної політики в енергозбереженні.

Уявлення про величину потенціалу енергозбереження промислового підприємства та окремих його підрозділів дозволяє певною мірою цілеспрямовано управляти ефективністю використання ПЕР, у результаті чого відкривається можливість оптимального використання ПЕР.

Задача оцінки потенціалу енергозбереження промислового підприємства особливо актуальна для України. Наявність значних енергоспоживаючих виробничих потужностей, унікального устаткування і фахівців у сфері енергозбереження в поєднанні зі слабким знанням ринку і жорсткістю конкуренції дозволяє говорити про те, що підприємства України слабо використовують свій потенціал енергозбереження. Це виражається в скороченні обсягів продажів, масштабів діяльності трудових колективів, надмірному споживанні ПЕР тощо.

Перспективною виявляється можливість використання такого показника, як величина потенціалу енергозбереження в стимулюванні енергозберігаючої діяльності керівників і фахівців господарських ланок, а також для побудови системи умовних оцінок діяльності підприємств і галузей у сфері енергозбереження, про що свідчать проведені в роботах [13-17, 26-31] дослідження.

Перш ніж перейти до оцінки величини потенціалу енергозбереження, необхідно визначитися із самим поняттям «потенціал енергозбереження», - тому що нині немає єдиного чіткого трактування даного поняття. В одних літературних джерелах під цим поняттям використовується термін «резерви енергозбереження», в інших – «економія паливно-енергетичних ресурсів». Відсутність єдиного чіткого трактування поняття «потенціал енергозбереження» призводить до неповного відображення його сутності.

Під час розкриття поняття «потенціал енергозбереження» потрібно враховувати те, що принциповою відмінністю між термінами «резерви» і «потенціал» є те, що резерви існують незалежно від працівників промислового підприємства, а потенціал енергозбереження промислового підприємства, крім резервів енергозбереження, характеризує здатність працівників підприємства до ефективного використання ПЕР. Отже, потенціал енергозбереження будь-якого об'єкта ЖКГ являє собою сукупність резервів енергозбереження і здатність існуючої системи управління стимулювати персонал підприємства раціонально використовувати ПЕР.

Виходячи з цього, можна зробити висновок про те, що потенціал енергозбереження визначає здатність виробничого об'єкта до енергозбереження.

Потенціал енергозбереження можна розглядати з різних точок зору залежно від вирішуваних завдань. У зв'язку з відсутністю єдиних класифікаційних ознак видів потенціалу енергозбереження в даний час має місце невиправдана множинність видів потенціалів енергозбереження, що утрудняє їхнє розуміння і застосування. Найбільш повну характеристику різновидів потенціалів енергозбереження дає морфологічна матриця, що наводиться нижче (таблиця 4.4), під час побудови якої використані такі основні класифікаційні ознаки: вид паливно-енергетичного ресурсу; рівень можливості реалізації енергозберігаючих заходів; рівень використання потенціалу енергозбереження; період часу, для якого визначається потенціал енергозбереження; масштаб об'єкта, для якого визначається потенціал енергозбереження. Користуючись запропонованою матрицею, можна охарактеризувати (позначити) практично будь-який із застосовуваних видів потенціалу енергозбереження. Наприклад, якщо необхідно визначити фактичний рівень використання загального (паливно-енергетичного) економічно доцільного потенціалу енергозбереження у вартісному вираженні для промислового підприємства за рік, то, відповідно до запропонованої матриці, він позначається як A5B3C1D1E4F2.

Узагальнюючи підходи до класифікації потенціалу енергозбереження, пропонується розширити перелік класифікаційних ознак із метою реалізації принципів системності і комплексності під час дослідження даного поняття. Так, розглядаючи потенціал енергозбереження щодо **виду паливно-енергетичних ресурсів**, розрізняють електричний, тепловий, паливний, енергетичний і загальний потенціал енергозбереження.

Залежно від **рівня можливості реалізації організаційно-технічних заходів (енергозберігаючих заходів)**, спрямованих на ліквідацію всіх можливих видів нерационального використання ПЕР, виділяють такі види потенціалів енергозбереження: теоретичний, технологічно доступний, економічно доцільний і практичний. Розглянемо більш докладно кожний з них.

Теоретичний потенціал енергозбереження являє собою максимальну економію ПЕР, що може бути досягнута внаслідок ліквідації усіх видів нерациональних витрат ПЕР.

Технологічно доступний потенціал енергозбереження являє собою максимальну економію ПЕР, що може бути отримана внаслідок використання технічних і технологічних інновацій, що сприяють зменшенню споживання ПЕР.

Економічно доцільний потенціал енергозбереження являє собою максимальну економію ПЕР, доцільність одержання якої на всіх ділянках промислового підприємства підтверджується відповідними економічними розрахунками.

Практичний потенціал енергозбереження являє собою максимальну економію ПЕР, що може бути отримана на діючому устаткуванні, з урахуванням коефіцієнтів використання, зносу, завантаження, забезпечення сировиною, економічного і фінансового стану промислового підприємства.

Досліджуючи **рівень використання потенціалу енергозбереження**, можна виділити: фактичний, економічно доцільний, оптимальний і планований рівень використання потенціалу енергозбереження.

Залежно від **періоду часу**, за який необхідно оцінити потенціал енергозбереження, можна виділити: річний, сезонний, квартальний, місячний і добовий потенціал енергозбереження.

Розглядаючи потенціал енергозбереження як вид **об'єкта**, необхідно виділити: потенціал енергозбереження галузі, регіону, мереж енергопостачальних організацій, підприємства, розподільних мереж підприємства, цеху, відділення, установки, агрегату (апарату). З цього можна зробити висновок про те, що потенціали енергозбереження різних рівнів господарювання відрізняються один від одного переважно розмірами відособлення ресурсів, що, у свою чергу, визначаються такими особливостями промислових об'єктів, як масштабність, характер діяльності і ступінь замкнутості. Від цього залежить не тільки величина потенціалу енергозбереження, але і структура його складових.

Якщо розглядати потенціал енергозбереження як **міру можливого ефекту від енергозбереження**, то доцільно виділити такі види потенціалу енергозбереження: технічний, економічний, екологічний і поведінковий. Розглянемо більш докладно кожний із них.

Технічний потенціал енергозбереження визначає максимальні технічні можливості енергозбереження, що можуть бути реалізовані за фіксований період часу, і залежить від темпів і досягнень науково-технічного прогресу.

Економічний потенціал енергозбереження визначається тільки рентабельною частиною технічного потенціалу, освоєння якої залежить від наявності інвестицій. Таким чином, величина економічного потенціалу менше технічного й обмежується вимогами, що висуваються до окупності капіталовкладень в енергозбереження.

Таблиця 4.4 – Морфологічна матриця класифікації потенціалів енергозбереження [21]

Класифікаційна ознака потенціалу		Вид потенціалу енергозбереження							
Позначення	Назва	1	2	3	4	5	6	7	8
A	Вид ПЕР	Електричний	Тепловий	Паливний	Енергетичний	Загальний			
B	Рівень можливості реалізації	Теоретичний	Технологічно доступний	Економічно доцільний	Практичний				
C	Рівень використання	Фактичний	Економічно доцільний	Оптимальний	Плановий				
D	Період часу	Річний	Сезонний	Квартальний	Місячний	Добовий			
E	Об'єкт	Галузі	Регіону	Мереж енергопостачальних організацій	Промислових підприємств	Розподільної мережі	Цеху	Відділення	Установки, агрегату (апарату)
F	Одиниця виміру	Натуральна	Грошова	Відносна					
G	Міра можливого ефекту від енергозбереження	Технічний	Економічний	Екологічний	Поведінковий				

Екологічний потенціал енергозбереження визначається максимально можливим зниженням екологічного збитку, який може бути нанесений викидами шкідливих речовин (CO, CO₂, NO_x, SO₂ тощо), випромінюваннями, пилом тощо об'єктів, а також території, яку вони займають, завдяки впровадженню енергозберігаючих заходів. Збиток може бути виражений у вартісній формі у вигляді додаткових витрат на очисні споруди, охорону здоров'я, відшкодування збитку від недовипуску продукції, втрати врожайності, збитку від ерозії ґрунту, вартості землі, збитку від корозії споруджень і устаткування тощо.

Поведінковий потенціал енергозбереження визначається мірою усвідомлення актуальності проблеми енергозбереження всіма особами, що приймають рішення і реалізують комплекс енергозберігаючих заходів і технологій (від діячів міждержавних організацій до окремих працівників підприємств), а також узгодженістю їхніх дій.

Запропонована класифікація дозволяє: а) систематизувати наявні наукові дослідження про сутність потенціалу енергозбереження; б) охарактеризувати кожний із видів потенціалу енергозбереження; в) розробити універсальний алгоритм (методику) оцінювання потенціалу енергозбереження для будь-якого виробничого об'єкта; г) конкретизувати об'єкт оцінювання і границі її охоплення.

Під **оцінкою технологічно доступного потенціалу енергозбереження*** промислового підприємства будемо розуміти визначення величини максимально можливої сумарної економії ПЕР, отриманої за визначений проміжок часу, при оптимальному використанні передового технологічного та енергетичного устаткування (установок, агрегатів, апаратів), використанні передових технологій, наукової організації виробництва за умов виконання технічних і технологічних вимог, а також вимог до якості продукції, охорони праці та охорони навколишнього середовища.

У загальному вигляді процес оцінки потенціалу енергозбереження промислового підприємства включає декілька етапів:

- а) формулювання цілей оцінки потенціалу енергозбереження;
- б) розроблення методики (алгоритму) оцінки, що відображає специфіку об'єкта оцінки і поставлені цілі;
- в) інформаційне забезпечення, що включає збирання, оброблення, аналіз інформації про об'єкт оцінки;
- г) власне оцінка потенціалу енергозбереження промислового підприємства і її інтерпретація.

Одним із перших завдань, які необхідно вирішити під час розроблення методики оцінки потенціалу енергозбереження, є уніфікація одиниці виміру потенціалу енергозбереження. Справа в тому, що на практиці можливі такі ситуації, коли потенціал енергозбереження однієї господарської ланки отримає оцінку, наприклад, у тоннах умовного палива (т у .п.), а іншої – у кіловат-

* Тут і далі мова буде йти саме про технологічно доступний потенціал енергозбереження, тому далі по тексту словосполучення «технологічно доступний» опустимо.

годинах (кВт·год). У цьому випадку виключається можливість безпосереднього порівняння потенціалів енергозбереження як між промисловими підприємствами, так і між окремими їхніми підрозділами, що суперечить їхньому внутрішньому змісту.

Відповідно до цілей оцінки потенціалу енергозбереження промислового підприємства розробляються відповідні способи і методи оцінки. У науковій літературі існують різні методологічні підходи і способи оцінки потенціалу енергозбереження промислового підприємства. Можна виділити три групи способів оцінки: оцінка в натуральному, відносному і вартісному вираженні.

Оцінку потенціалу енергозбереження промислового підприємства в **натуральному вираженні** пропонується здійснювати за допомогою можливої кількості зекономлених ПЕР. Такий підхід дозволяє дати оцінку величини потенціалу енергозбереження за показником, що найбільшою мірою відображає накопичення резервів енергозбереження в певних виробничих межах.

Оцінка потенціалу енергозбереження у **відносному вираженні** передбачає використання питомої ваги резервів енергозбереження в загальному споживанні ПЕР (тобто частки, що становлять резерви енергозбереження в загальному споживанні ПЕР).

Оцінка потенціалу енергозбереження у **вартісному вираженні** припускає використання вартісних еквівалентів одиниці резервів енергозбереження (наприклад, тарифів на споживані ПЕР).

Під час оцінювання величини потенціалу енергозбереження промислового підприємства необхідно дати відповідь на такі питання:

- Чи є потенціал енергозбереження промислового підприємства простою сумою потенціалів енергозбереження окремих його елементів (цехів, відділень тощо)?
- Яким чином потенціали енергозбереження окремих елементів промислового підприємства включаються в загальний потенціал енергозбереження промислового підприємства?

Розглядаючи потенціал енергозбереження, необхідно відзначити, що він має властивості структурованості та ієрархічності, які необхідно враховувати під час розроблення методики його оцінки. Під структурою потенціалу енергозбереження слід розуміти сукупність елементів, зв'язків і відносин між цими елементами. Структурованість потенціалу нерозривно пов'язана з поняттям ієрархічності, що означає, що потенціал як ціле є багаторівневим, при цьому кожен його елемент може розглядатися як окрема одиниця, а сам досліджуваний потенціал є елементом потенціалу більш високого рівня організації.

Потенціал енергозбереження промислового підприємства характеризує собою резерви, що відокремилися в рамках основної господарської ланки, тому він менший потенціалу енергозбереження галузі і є його складовою. Настільки ж очевидним є і те, що зазначені потенціали знаходяться між собою в проривних залежностях, тому, скажімо, потенціал енергозбереження галузі

визначається сумою потенціалів енергозбереження промислових підприємств та виробничих об'єднань, що входять до її складу, а потенціал енергозбереження промислового підприємства – складанням потенціалів енергозбереження його цехів, відділень тощо.

Потенціал енергозбереження промислового підприємства в деякий момент часу t являє собою сукупність потенціалів енергозбереження окремих його елементів, а отже, очевидно, що величина загального потенціалу енергозбереження промислового підприємства в деякий момент часу t визначається як сума фізичних значень потенціалів його складових елементів.

У загальному вигляді ієрархічна схема оцінки потенціалу енергозбереження на різних рівнях функціонування системи енергопостачання промислового підприємства зображена на рисунку 4.3.

Щоб краще зрозуміти методику оцінки потенціалу енергозбереження промислового підприємства, наведемо приклад оцінки сумарного електричного потенціалу енергозбереження промислового підприємства (рисунок 4.4):

$$P_{ел,сум}^{n,n} = P_{ел,сум}^{з.г.р.м.} + \sum_{l=1}^L \left[P_{ел,l}^q + P_{ел,l}^{з.г.р.м.} + \sum_{j=1}^J \left(P_{ел,j,l}^e + P_{ел,j,l}^{з.г.р.м.} + \sum_{i=1}^I P_{ел,i,j,l}^{en} \right) \right], \quad (4.3)$$

де $P_{ел,сум}^{n,n}$ – сумарний електричний потенціал енергозбереження промислового підприємства;

$P_{ел,сум}^{з.г.р.м.}$ – сумарний електричний потенціал енергозбереження загальнозаводської розподільної мережі промислового підприємства;

$P_{ел,l}^q$ – електричний потенціал енергозбереження l -го цеху промислового підприємства;

$P_{ел,l}^{з.г.р.м.}$ – електричний потенціал енергозбереження загальноцехової розподільної мережі l -го цеху промислового підприємства;

$P_{ел,j,l}^e$ – електричний потенціал енергозбереження j -го відділення l -го цеху;

$P_{ел,j,l}^{з.г.р.м.}$ – електричний потенціал енергозбереження загальних для відділення розподільних мереж j -го відділення l -го цеху;

$P_{ел,i,j,l}^{en}$ – електричний потенціал енергозбереження i -го електроприймача (установки, агрегату, апарату), розташованого у j -му відділенні l -го цеху.

* Для виключення надмірного ускладнення математичних виразів далі по тексту індекс l буде опущений, а всі виклади будуть приводитися для певного конкретного моменту часу.

Визначення сумарного потенціалу енергозбереження промислового підприємства

Визначення потенціалу енергозбереження загальнозаводських розподільних мереж промислового підприємства

Визначення потенціалу енергозбереження кожного цеху промислового підприємства

Визначення потенціалу енергозбереження загальноцехових розподільних мереж для кожного цеху

Визначення потенціалу енергозбереження окремих відділень для кожного цеху

Визначення потенціалу енергозбереження загальних розподільних мереж відділення для кожного відділення

Визначення потенціалу енергозбереження окремих споживачів паливно-енергетичних ресурсів для кожного відділення

Рисунок 4.3 – Ієрархічна схема оцінки потенціалу енергозбереження на різних рівнях функціонування системи енергопостачання об'єкта ЖКГ (на прикладі промислового підприємства)

Аналогічно визначають і інші види часткових потенціалів енергозбереження (тепловий, паливний).

Під час визначення енергетичного і загального потенціалів енергозбереження в натуральних одиницях виміру необхідно привести часткові потенціали енергозбереження (електричний, тепловий, паливний) до єдиної уніфікованої одиниці – тонн умовного палива. Для цього необхідно скористатися такими виразами:

під час визначення енергетичного потенціалу енергозбереження:

$$P_{ен,сум}^{n,n} = \kappa_{ел} P_{ел,сум}^{n,n} + \kappa_{т,л} P_{т,л,сум}^{n,n}, \quad (4.4)$$

де $K_{ел}$, $K_{т.п}$ – тепловий еквівалент переведення в т.у. п. відповідно електричної і теплової енергії, т.у. п./тис.кВт·год і т.у. п./ГДж (т.у.п./Гкал);

$\Pi_{т.п.сум}^{п.п.}$ – сумарний тепловий потенціал енергозбереження промислового підприємства, ГДж (Гкал);

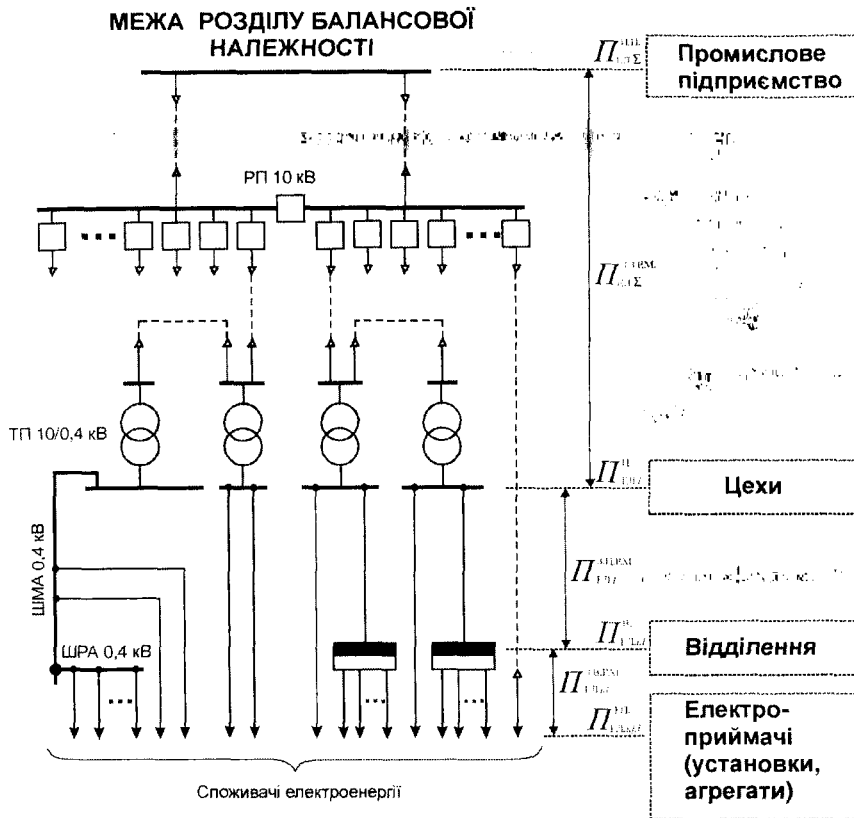


Рисунок 4.4 – Схема оцінки електричного потенціалу енергозбереження на різних рівнях функціонування системи електропостачання об'єкта ЖКГ (на прикладі промислового підприємства)

під час визначення загального потенціалу енергозбереження:

$$\Pi_{ен.сум.}^{п.п.} = K_{ел} \Pi_{ел.сум.}^{п.п.} + K_{т.п} \Pi_{т.п.сум.}^{п.п.} + \sum_{s=1}^S K_{п.с} \Pi_{п.п.сум.}^{п.п.}, \quad (4.5)$$

де $K_{п.с}$ – еквівалент переведення палива s -го виду в умовне паливо (т.у.п.);

$\Pi_{п.п.сум.}^{п.п.}$ – сумарний паливний потенціал енергозбереження промислового підприємства для палива s -го виду.

Розділ 5
ПОБУДОВА ТА АНАЛІЗ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ

5.1 Загальні положення побудови та аналізу паливно-енергетичного балансу

Для організації цілеспрямованої діяльності об'єкта ЖКГ щодо аналізу ефективності використання ПЕР, виявлення резервів економії ПЕР, розробки і реалізації заходів щодо їх економії одним з важливіших інструментів є баланс паливно-енергетичних ресурсів (паливно-енергетичний баланс) [49]. Під **паливно-енергетичним балансом** тут і далі будемо розуміти систему показників, що характеризують кількісну відповідність між надходженням та витратою всіх видів ПЕР на об'єкті ЖКГ. Паливно-енергетичний баланс складається з прибуткової та витратної частини. Під **прибутковою частиною паливно-енергетичного балансу** слід розуміти систему показників, що характеризують структуру видобування, переробки, транспортування, зберігання, виробництва всіх видів ПЕР, які виробляються чи надходять від інших джерел, а також перехідні залишки. Під **витратною частиною паливно-енергетичного балансу** слід розуміти систему показників, що характеризують структуру та напрямки використання всіх видів паливно-енергетичних ресурсів (включаючи корисне використання ПЕР, втрати та вихід вторинних ПЕР), відпуск ПЕР іншим споживачам, а також перехідні залишки.

Метою побудови та аналізу ПЕБ об'єкта ЖКГ є вироблення оптимальних управлінських рішень та розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності використання ПЕР на об'єкті ЖКГ.

Завданнями, що вирішуються під час побудови та аналізу ПЕБ об'єкта ЖКГ, є:

- оцінювання фактичного стану використання ПЕР об'єкта ЖКГ;
- визначення джерел втрат ПЕР та величини цих втрат;
- визначення основних енерго-економічних показників об'єкта ЖКГ;
- визначення потенціалу енергозбереження об'єкта ЖКГ;
- планування забезпечення об'єкта ЖКГ паливно-енергетичними ресурсами;
- визначення вимог до організації та удосконалення системи обліку ПЕР та контролю за їх використанням;
- розроблення обґрунтованих норм питомого споживання ПЕР об'єкта ЖКГ;
- визначення необхідних видів ПЕР для забезпечення окремих підрозділів та об'єкта ЖКГ в цілому за економічним критерієм оптимальності;
- розроблення організаційно-технічних заходів, що направлені на зниження споживання ПЕР;
- отримання інформації для вирішення задач впровадження більш енергоефективного технологічного обладнання.

Багатоплановий характер задач, розв'язуваних за допомогою побудови та аналізу ПЕБ, обумовлює істотні розходження в змісті та побудові окремих видів ПЕБ і вимагає раціональної їх класифікації. У зв'язку з відсутністю єдиних класифікаційних ознак у цей час має місце не виправдана множинність форм і видів ПЕБ, що утрудняє їхнє розуміння та застосування. Найбільш повну характеристику різновидів ПЕБ дає морфологічна матриця (табл.5.1), що наведена нижче, при побудові якої використані наступні основні класифікаційні ознаки: вид ПЕР; призначення балансу; рівень використання ПЕР; період часу, для якого складається баланс; об'єкт балансу; ступінь деталізації та кількість стадій енергетичного процесу, розглянутих у балансі.

Таблиця 5.1 Морфологічна матриця класифікації паливно-енергетичних балансів

Класифікаційна ознака балансу		Вид балансу						
Позначення	Назва	1	2	3	4	5	6	7
A	Вид ПЕР	Електричний	Тепловий	Паливний	Енергетичний	—	—	—
B	Призначення	Звітний	Плановий	Проектний	Нормативний	Дослідницький	—	—
C	Рівень використання ПЕР	Фактичний	Економічно обґрунтований	Оптимальний	—	—	—	—
D	Період часу	Річний	Сезонний	Квартальний	Місячний	Добовий	За зміну	За годин
E	Об'єкт	Баланс підприємства	Цеховий	Баланс дільниці	Баланс установок	Агрегатний	Апаратний	Елементний
F	Ступінь деталізації	Синтетичний	Аналітичний	—	—	—	—	—
G	Кількість стадій енергетичного процесу	Одностадійний	Двухстадійний	Багатостадійний	—	—	—	—

Роботи щодо побудови ПЕБ повинні проводитись з періодичністю, зазначеною в ДСТУ 2804. Побудова ПЕБ об'єкта ЖКГ повинна здійснюватися у такій послідовності:

- на найближчий період часу, що планується, складається плановий синтетичний ПЕБ об'єкта ЖКГ по видам ПЕР, що споживаються, а також об'єктам споживання ПЕР з розбивкою за цільовими напрямками та стадіями енергетичного потоку;

- після закінчення періоду часу, що планується, за даними звітних документів складається звітний синтетичний ПЕБ, що відображує розподіл підведених та вироблених ПЕР на об'єкті ЖКГ;

- за даними звітного синтетичного ПЕБ, а також з урахуванням даних, отриманих шляхом проведення вимірювань та випробувань, складається фактичний аналітичний ПЕБ об'єкта ЖКГ по підрозділам, видам ПЕР (часткові ПЕБ), а також за цільовим призначенням. Фактичний аналітичний ПЕБ об'єкта ЖКГ повинен відображати розподіл ПЕР на корисні витрати та втрати у місяць їх виникнення.

5.2 Джерела інформації для побудови паливно-енергетичного балансу та його аналізу

Роботам, що пов'язані з побудовою та аналізом ПЕБ об'єкта ЖКГ, повинна передувати організація раціонального обліку ПЕР, задачею якого є реєстрація, обробка та систематизація показників експлуатації енергогосподарства.

Облік ПЕР повинен здійснюватися при:

- виробленні енергії генеруючими установками;
- споживанні ПЕР енергоємними агрегатами, ділянками, підрозділами та об'єктом ЖКГ в цілому;
- використанні вторинних енергетичних ресурсів.

Облік вироблення та витрат ПЕР повинен забезпечувати побудову різних видів ПЕБ в залежності від класифікаційних ознак, що наведені в ДСТУ 2804. При організації обліку вироблення та витрат ПЕР повинні враховуватися наступні вимоги до вихідної інформації, необхідної для побудови ПЕБ:

- якість обліку (повнота, точність, достовірність, оперативність, диференціація обліку тощо);
- можливість співставлення;
- стабільність;
- доступність.

Облік вироблення та витрат ПЕР повинен виконувати такі функції [74]:

- поточний облік – реєстрацію (ручну або автоматичну) первинних параметрів та показників;
- коригування – введення поправок в показники вимірювальних приладів на відхилення фактичних параметрів ПЕР від їх нормалізованих величин;
- обробка та аналіз результатів:
 - визначення результуючих та середніх показників за зміну та добу;
 - визначення середніх за зміну відхилень параметрів та показників від їх нормалізованих величин;
 - розрахунок середніх добових питомих витрат ПЕР на одиницю продукції;

- складання звітів за контрольні періоди часу.

Для побудови та аналізування ПЕБ об'єкта ЖКГ необхідно здійснити диференціацію (розподіл) обліку вироблення та витрат ПЕР окремо за кожним видом ПЕР, їх параметрами та територіально-виробничою ознакою. Диференціація обліку повинна здійснюватися з урахуванням особливостей об'єкта ЖКГ і вирішуваних обліком завдань. Диференціація обліку повинна здійснюватися на основі проведення техніко-економічного обґрунтування.

Для побудови та аналізу ПЕБ об'єкта ЖКГ необхідно ознайомитись з документальною інформацією об'єкта ЖКГ, що стосується питань споживання ПЕР, а також здійснити необхідні вимірювання.

До документальної інформації слід віднести:

- форми статистичної звітності об'єкта ЖКГ (форми 1-ТЕП, 4-МТП, 6-ТП, 11-МТП, 23-Н Мінстату України);
- енергетичний паспорт об'єкта ЖКГ;
- норми питомих витрат палива, теплової та електричної енергії;
- проектну документацію на системи енергетичного забезпечення об'єкта ЖКГ та окремі споживачі ПЕР;
- технічну та експлуатаційну документацію на устаткування, що споживає ПЕР: паспорти, формуляри, інструкції, специфікації, технологічні регламенти, режимні карти, кабельні журнали тощо;
- технічну документацію по розрахунковому і технічному обліку витрати ПЕР;
- графіки навантаження ПЕР;
- акти з контролю електричної потужності;
- приписи Державної інспекції з енергозбереження;
- звіти попередніх ЕА;
- перспективні програми і проекти реструктуризації об'єкта ЖКГ чи модернізації окремих його підрозділів;
- документацію про енергозберігаючі заходи;
- довідникову літературу.

Для доповнення документальної інформації проводяться вимірювання технологічних параметрів. Для здійснення зазначених вимірювань застосовуються наявні на об'єкті ЖКГ системи обліку та контролю ПЕР, стаціонарні та переносні контрольні-вимірювальні прилади, а також вимірювальні прилади екологічної служби об'єкта ЖКГ.

Об'єм інформації, яка отримана за допомогою контрольних-вимірювальних приладів, встановлюється в залежності від поставленої мети та об'єкта, для якого складається ПЕБ. Для оцінювання вірогідності отриманої документальної інформації про об'єкт, для якого складається ПЕБ, необхідно проводити її верифікацію шляхом порівняння її з інформацією, яка отримана за допомогою контрольних-вимірювальних приладів, для цього ж об'єкта. Під

верифікацією інформації слід розуміти процедуру оцінювання вірогідності даних, отриманих під час збирання інформації, яка необхідна для побудови та аналізу паливно-енергетичного балансу. У випадку неможливості проведення вимірювань необхідних параметрів технологічного процесу, верифікація документальної інформації може здійснюватися за допомогою даних, отриманих з довідникової літератури.

Показником вірогідності побудови балансу є величина «нев'язки» між прибутковою і витратною його частинами. При складанні ПЕБ агрегатів величина «нев'язки» повинна бути не більш $\pm 3\%$, а для підприємства в цілому $\pm 5\%$ [74]. При аналізі найбільш ймовірних причин підвищених величин «нев'язки» у першу чергу варто звернути увагу на ті статті балансу, фактична величина яких може змінюватися в дуже широких межах, а також статті, визначення яких пов'язано з найбільшою похибкою (наприклад, втрати від хімічної і механічної неповноти згоряння, втрати в навколишнє середовище через теплоізоляцію і особливо з акумуляцією в теплоізоляції котлів).

5.3 Побудова синтетичного паливно-енергетичного балансу об'єкта ЖКГ

При складанні паливно-енергетичних балансів за фактичними (звітними) даними визначається структура річного надходження, а також споживання ПЕР на об'єкті ЖКГ. Дана інформація дає можливість виявити специфіку споживання ПЕР на об'єкті ЖКГ в цілому, оцінити роль власних джерел у покритті потреби в ПЕР та енергоносіях, у тому числі вторинних (сторонніх) ПЕР.

Під **синтетичним паливно-енергетичним балансом** слід розуміти паливно-енергетичний баланс, що визначає розподіл видобутих, підведених та вироблених ПЕР на об'єкті ЖКГ. Рівняння синтетичного паливно-енергетичного балансу об'єкта ЖКГ встановлює рівність між приходом і витратою ПЕР за розрахунковий період:

$$A_{\text{сум}}^n = A_{\text{сум}}^{\text{сн}} + \Delta, \quad (5.1)$$

де $A_{\text{сум}}^n$ - сумарна кількість ПЕР, підведених за розрахунковий період, т у.п. (прибуткова частина ПЕБ);

$A_{\text{сум}}^{\text{сн}}$ - сумарна кількість ПЕР, спожитих за розрахунковий період, т у.п. (витратна частина ПЕБ);

Δ - «нев'язка» рівняння паливно-енергетичного балансу.

Прибуткова частина синтетичного ПЕБ характеризує структуру виробництва і надходження від сторонніх постачальників усіх видів ПЕР із розбивкою по джерелам одержання і видам, а також їх перехідні залишки. Прибуткова частина синтетичного ПЕБ визначається за схемою розрахункового (комерційного) обліку від усіх джерел постачання ПЕР. Сумарна кількість ПЕР,

підведених за розрахунковий період, визначається за фактичними сумарними витратами. Розрахунок сумарної кількості ПЕР, підведених за розрахунковий період, за фактичними сумарними витратами здійснюється за виразом, т у. п.:

$$A_{\text{сум}}^n = \sum_{i=1}^n \left[k_{n,n,i} \cdot (B_{\text{сум},i}^{\text{см}} + B_{\text{сум},i}^{\text{ел}} + B_{\text{сум},i}^{n,z} + \Delta B_{\text{сум},i}^{\text{пер}}) \right] + k_{n,e} \cdot (W_{\text{сум}}^{\text{см}} + W_{\text{сум}}^{\text{ел}} + \Delta W_{\text{сум}}^{\text{пер}}) + k_{n,m} \cdot (Q_{\text{сум}}^{\text{см}} + Q_{\text{сум}}^{\text{ел}} + \Delta Q_{\text{сум}}^{\text{пер}}), \quad (5.2)$$

де $B_{\text{сум},i}^{\text{см}}$, $B_{\text{сум},i}^{\text{ел}}$ - сумарна кількість палива i -го виду (вугілля, газ, мазут тощо), отриманого від сторонніх постачальників та від власних джерел відповідно, натур.од.;

$B_{\text{сум},i}^{n,z}$ - сумарна кількість палива i -го виду, що залишилася у розпорядженні об'єкта ЖКГ з попереднього розрахункового періоду (перехідні залишки попереднього періоду), натур.од.;

$\Delta B_{\text{сум},i}^{\text{пер}}$ - сумарні втрати палива i -го виду (газ, мазут тощо) при його передачі, що не враховані вимірювальними приладами комерційного обліку ПЕР і пред'являються сторонніми постачальниками ПЕР, натур.од.;

$k_{n,n,i}$ - еквівалент переводу палива i -го виду в умовне паливо;

n - кількість видів палива (вугілля, газ, мазут тощо), що використовується на об'єкті ЖКГ;

$W_{\text{сум}}^{\text{см}}$, $W_{\text{сум}}^{\text{ел}}$ - сумарна кількість активної електричної енергії, отриманої від сторонніх постачальників та від власних джерел відповідно, тис. кВт·год;

$\Delta W_{\text{сум}}^{\text{пер}}$ - сумарні втрати активної електричної енергії при передачі, що не враховані вимірювальними приладами комерційного обліку і пред'являються сторонніми постачальниками електричної енергії, тис. кВт·год;

$Q_{\text{сум}}^{\text{см}}$, $Q_{\text{сум}}^{\text{ел}}$ - сумарна кількість теплової енергії, отриманої від сторонніх постачальників та від власних джерел відповідно, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{\text{сум}}^{\text{пер}}$ - сумарні втрати теплової енергії при передачі, що не враховані вимірювальними приладами комерційного обліку і пред'являються сторонніми постачальниками теплової енергії, ГДж (Гкал);

$k_{n,e}$, $k_{n,m}$ - тепловий еквівалент переводу в умовне паливо, відповідно, електричної та теплової енергії, т у. п./тис.кВт·год та т у.п./ГДж (т у. п./Гкал), відповідно.

Витратна частина синтетичного ПЕБ об'єкта ЖКГ характеризує структуру і напрямок використання усіх видів ПЕР (безпосередньо на виробничі потреби і на вироблення власних ПЕР), розподіл їх загальної витрати на корисні витрати та втрати (в установках, при перетворенні та розподілі), а також відпуск ПЕР стороннім споживачам і перехідні залишки. Витратна частина синтетичного ПЕБ розраховується за даними:

- технічного обліку витрат ПЕР підрозділів об'єкта ЖКГ;
- комерційного обліку витрат ПЕР субабонентами;
- технічного обліку ПЕР енергопостачальних об'єктів (наприклад, котельних).

Сумарне споживання ПЕР на об'єкті ЖКГ визначається за територіально-виробничою ознакою і фактичними питомими витратами за цільовим призначенням (напрямок). Структура споживання ПЕР за територіально-виробничою ознакою дозволяє оцінити питомий внесок кожного підрозділу об'єкта ЖКГ як за сумарним споживанням ПЕР, так і за споживанням окремими видами ПЕР. При цьому витрати теплової та електричної енергії враховуються без урахування витрат на вироблення місцевих енергоносіїв (холод, стиснене повітря тощо). Сумарне споживання ПЕР за розрахунковий період визначене за територіально-виробничою ознакою розраховується за виразом, т.у.п.:

$$A_{\text{сум}}^{\text{сн}} = \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^L k_{n,n,i} \cdot B_{\text{сум},il}^{\text{сн}} + k_{n,e} \cdot \sum_{l=1}^L W_{\text{сум},l}^{\text{сн}} + k_{n,m} \cdot \sum_{l=1}^L Q_{\text{сум},l}^{\text{сн}}, \quad (5.3)$$

де $B_{\text{сум},il}^{\text{сн}}$ - сумарна кількість палива i -го виду (вугілля, газ, мазут тощо), що споживається l -м підрозділом об'єкта ЖКГ, натур.од.;

$W_{\text{сум},l}^{\text{сн}}, Q_{\text{сум},l}^{\text{сн}}$ - сумарна кількість активної електричної та теплової енергії, що споживається l -м підрозділом об'єкта ЖКГ, тис.кВт·год та ГДж, відповідно;

L - загальна кількість підрозділів об'єкта ЖКГ.

Визначення структури споживання ПЕР за цільовим призначенням дозволяє оцінити питомий внесок різних напрямків споживання ПЕР як за окремими підрозділами, так і по об'єкту ЖКГ в цілому, питомий внесок різних споживачів у кожному напрямку споживання ПЕР, а також розподіл окремих видів енергоносіїв за напрямками споживання і споживачами. Сумарне споживання ПЕР за розрахунковий період визначене за фактичними питомими витратами за цільовим призначенням (напрямок) розраховується за виразом, т.у.п.:

$$A_{\text{сум}}^{\text{сн}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (k_{n,n,i} \cdot b_{\phi,ij} \cdot \Pi_j) + k_{n,e} \cdot \sum_{j=1}^m (w_{\phi,j} \cdot \Pi_j) + k_{n,m} \cdot \sum_{j=1}^m (q_{\phi,j} \cdot \Pi_j), \quad (5.4)$$

де $b_{\phi,ij}$ - фактична питома витрата палива i -го виду (вугілля, газ, мазут тощо) на виробництво продукції (робіт, послуг тощо) j -го виду, натур. од./од. прод.;

Π_j - кількість продукції (робіт, послуг тощо) j -го виду, виробленої за розрахунковий період, од. прод.;

$w_{\phi,j}, q_{\phi,j}$ - фактична питома витрата активної електричної та теплової енергії, відповідно, на виробництво продукції (робіт, послуг тощо) j -го виду, тис. кВт·год/од. прод. та ГДж/од. прод., відповідно;

m - кількість видів продукції (робіт, послуг тощо), що виробляється на об'єкті ЖКГ.

Витрата ПЕР визначається за допомогою вимірювальних приладів, розрахунковим чи дослідно-розрахунковим способами. Основним завданням обліку ПЕР є облік кількісних показників ПЕР за допомогою відповідних вимірювальних приладів (лічильників електричної енергії, теплової енергії, технічної та питної води, газоподібних та рідких ПЕР, ваг для твердого палива, манометрів, термометрів, калориметрів тощо). Розрахунковий спосіб визначення кількісних показників ПЕР застосовується як додатковий, якщо установка обліку ПЕР не передбачається вимогами діючих нормативних, правових та технічних документів. Дослідно-розрахунковий спосіб визначення кількісних показників ПЕР об'єднує в собі елементи приладного і розрахункового способу і оснований на поєднанні разових вимірів необхідних технологічних параметрів з наступним їх застосуванням для розрахунку показника, що враховується. Даний спосіб рекомендується застосовувати у випадках, коли установка стаціонарного приладу обліку для об'єкта не виправдовується економічно, а розрахунковий спосіб не забезпечує достатньої точності при визначенні показника, що визначається.

Втрати ПЕР при розподілі на об'єкті ЖКГ розраховуються для кожного виду ПЕР.

Для оцінювання витрати і втрат ПЕР, що споживаються об'єктом ЖКГ, складаються баланси окремо для кожного виду ПЕР, що споживаються на даному об'єкті ЖКГ (часткові ПЕБ).

Витратна частина синтетичного балансу активної електричної енергії за розрахунковий період складається з витрати активної електричної енергії за цільовим призначенням споживачів і втрат активної електричної енергії. Для більш повної характеристики використання на об'єкті ЖКГ складається баланс за територіально-виробничою ознакою. У загальному випадку сумарне споживання активної електричної енергії споживачами об'єкта ЖКГ визначається за виразом, тис. кВт·год:

$$W_{\text{сум}}^{\text{сн}} = \sum_{l=1}^L W_{\text{сум},l}^{\text{сн}} + \sum_{k=1}^K W_{\text{сум},k}^{\text{с.а.}} + \Delta W_{\text{сум},\text{жив}}^{\text{жив}}, \quad (5.5)$$

де $W_{\text{сум},l}^{\text{сн}}$ - сумарна кількість активної електричної енергії, споживаної l -м підрозділом об'єкта ЖКГ, тис. кВт·год;

$W_{\text{сум.к}}^{c.a.}$ - сумарна кількість активної електричної енергії, що відпускається об'єктом ЖКГ k -му субабоненту, що не відноситься до жодного l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, тис. кВт-год;

$\Delta W_{\text{сум.ліон}}^{\text{жив}}$ - сумарні втрати активної електричної енергії в загальних мережах живлення об'єкта ЖКГ, тис. кВт-год;

K - загальна кількість субабонентів, що не відноситься до жодного l -го підрозділу об'єкта ЖКГ.

Визначення втрат активної електричної енергії при її розподілі в межах об'єкта ЖКГ проводиться для загальних мереж об'єкта ЖКГ, мереж підрозділів, силових трансформаторів, реакторів, перетворювальних установок, компенсуючих та зарядних пристроїв:

$$\Delta W_{\text{сум.ліон}}^{\text{жив}} = \Delta W_{\text{сум}}^{\text{тр}} + \Delta W_{\text{сум}}^{\text{р}} + \Delta W_{\text{сум}}^{\text{к}} + \Delta W_{\text{сум}}^{\text{р.м.}}, \quad (5.6)$$

де $\Delta W_{\text{сум}}^{\text{тр}}$, $\Delta W_{\text{сум}}^{\text{р}}$, $\Delta W_{\text{сум}}^{\text{к}}$, $\Delta W_{\text{сум}}^{\text{р.м.}}$ - сумарні втрати активної електричної енергії за розрахунковий період часу в силових трансформаторах, реакторах, конденсаторних установках і розподільних мережах, тис. кВт-год.

Витратна частина синтетичного балансу теплової енергії складається з витрати за цільовим напрямком і територіально-виробничою ознаками, а також її втрат. У загальному випадку сумарне споживання теплової енергії споживачами об'єкта ЖКГ визначається за виразом, ГДж:

$$Q_{\text{сум}}^{\text{сп}} = \sum_{l=1}^L Q_{\text{сум.л}}^{\text{сп}} + \sum_{k=1}^K Q_{\text{сум.к}}^{c.a.} + \Delta Q_{\text{сум.ліон}}^{\text{жив}}, \quad (5.7)$$

де $Q_{\text{сум.л}}^{\text{сп}}$ - сумарні кількість теплової енергії, споживаної l -м підрозділом об'єкта ЖКГ, ГДж;

$Q_{\text{сум.к}}^{c.a.}$ - сумарна кількість теплової енергії, що відпускається об'єктом ЖКГ k -му субабоненту, що не відноситься до жодного l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, ГДж;

$\Delta Q_{\text{сум.ліон}}^{\text{жив}}$ - сумарні втрати теплової енергії в загальних мережах живлення об'єкта ЖКГ, ГДж.

Визначення втрат теплової енергії проводиться для загальних мереж об'єкта ЖКГ, мереж підрозділів, перетворювальних установок і теплових мереж. При розрахунку теплових втрат у мережах необхідно враховувати усі параметри мережі - довжина ділянок, діаметри, товщини і якість ізоляції. У загальному випадку втрати в теплових мережах складаються з втрат теплоти із зовнішніх поверхонь елементів теплових мереж (трубопроводів, арматура тощо) та втрат теплоти з витоками.

Витратна частина синтетичного паливного балансу об'єкта ЖКГ складається за територіально-виробничою ознакою і за цільовими напрямками, з виділенням втрат палива при його зберіганні на складах об'єкта ЖКГ і втрат при транспортуванні по об'єкту ЖКГ. Варто передбачити складання витратної частини паливного балансу об'єкта ЖКГ з розбивкою палива за видами. У загальному випадку сумарне споживання палива споживачами об'єкта ЖКГ визначається за виразом, т у. .:

$$B_{\text{сум}}^{\text{сн}} = \sum_{l=1}^L B_{\text{сум.л}}^{\text{сн}} + \sum_{i=1}^n \left[k_{n,i} \cdot \left(\sum_{k=1}^K B_{\text{сум.ік}}^{c.a.} + B_{\text{сум.і}}^{n.z.n.n.} + \Delta B_{\text{сум.і}}^{\text{тр}} + \Delta B_{\text{сум.і}}^{\text{рб}} \right) \right], \quad (5.8)$$

де $B_{\text{сум.л}}^{\text{сн}}$ - сумарна кількість палива всіх видів (вугілля, газ, мазут тощо), що споживається l -м підрозділом об'єкта ЖКГ, т у. .;

$B_{\text{сум.ік}}^{c.a.}$ - сумарна кількість палива i -го виду (вугілля, газ, мазут тощо), що відпускається об'єктом ЖКГ k -му субабоненту, що не відноситься до жодного l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, натур. од.;

$B_{\text{сум.і}}^{n.z.n.n.}$ - сумарна кількість палива i -го виду, що накопичується на об'єкті ЖКГ на наступний розрахунковий період (перехідні залишки наступного періоду), натур. од.;

$\Delta B_{\text{сум.і}}^{\text{тр}}$, $\Delta B_{\text{сум.і}}^{\text{рб}}$ - сумарні втрати палива i -го виду (газ, мазут тощо) при його транспортуванні та в процесі зберігання на об'єкті ЖКГ поза межами жодного з l -х підрозділів об'єкта ЖКГ, натур. од.

Визначення втрат палива проводиться для загальних магістральних мереж об'єкта ЖКГ, і магістральних мереж підрозділів (газоподібне і рідке паливо), при зберіганні і транспортуванні твердого палива (зниження теплоти згоряння, усушка, утрушування, вивірювання).

5.4 Побудова синтетичного паливно-енергетичного балансу підрозділу об'єкта ЖКГ

Синтетичний ПЕБ підрозділу будується за тим же загальним принципом, що і всього об'єкта ЖКГ. Прибуткова частина ПЕБ складається на підставі даних синтетичного ПЕБ об'єкта ЖКГ, побудованого за територіально-виробничою ознакою. Синтетичний ПЕБ підрозділу будується тільки за цільовими напрямками. У загальному вигляді витратна частина синтетичного ПЕБ l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, побудованого за цільовими напрямками, за розрахунковий період часу визначається за виразом:

$$A_{\text{сум.л}}^{\text{сн}} = B_{\text{сум.л}}^{\text{сн}} + k_{n,e} \cdot W_{\text{сум.л}}^{\text{сн}} + k_{n,m} \cdot Q_{\text{сум.л}}^{\text{сн}}, \quad (5.9)$$

Складові витратної частини синтетичного ПЕБ l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, побудованого за цільовими напрямками, за розрахунковий період часу визначаються за виразами:

$$B_{\text{сум},l}^{\text{сн}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left[k_{n,i} \cdot (B_{\text{сум},ij}^{g.n.} + B_{\text{сум},i,l}^{c.a.} + \Delta B_{\text{сум},i,l}^{\text{тр}} + \Delta B_{\text{сум},i,l}^{\text{зб}}) \right], \quad (5.10)$$

$$W_{\text{сум},l}^{\text{сн}} = \sum_{j=1}^m W_{\text{сум},ij}^{g.n.} + W_{\text{сум},i,l}^{c.a.} + \Delta W_{\text{сум},i,l}^{\text{жив}}, \quad (5.11)$$

$$Q_{\text{сум},l}^{\text{сн}} = \sum_{j=1}^m Q_{\text{сум},ij}^{g.n.} + Q_{\text{сум},i,l}^{c.a.} + \Delta Q_{\text{сум},i,l}^{\text{жив}}, \quad (5.12)$$

де $B_{\text{сум},ij}^{g.n.}$ - сумарна кількість палива i -го виду (вугілля, газ, мазут тощо), що споживається l -м підрозділом об'єкта ЖКГ за j -м цільовим напрямком, натур. од.;

$B_{\text{сум},i,l}^{c.a.}$ - сумарна кількість палива i -го виду (вугілля, газ, мазут тощо), що відпускається субабонентам l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, натур. од.;

$\Delta B_{\text{сум},i,l}^{\text{тр}}$, $\Delta B_{\text{сум},i,l}^{\text{зб}}$ - сумарні втрати палива i -го виду (газ, мазут тощо) при його транспортуванні та в процесі зберігання в l -му підрозділі об'єкта ЖКГ, натур. од.;

$W_{\text{сум},ij}^{g.n.}$ - сумарна кількість активної електричної енергії, що споживається l -м підрозділом об'єкта ЖКГ за j -м цільовим напрямком, тис. кВт-год;

$W_{\text{сум},i,l}^{c.a.}$ - сумарна кількість активної електричної енергії, що відпускається субабонентам l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, тис. кВт-год;

$\Delta W_{\text{сум},i,l}^{\text{жив}}$ - сумарні втрати активної електричної енергії в мережах живлення l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, тис. кВт-год;

$Q_{\text{сум},ij}^{g.n.}$ - сумарна кількість теплової енергії, що споживається l -м підрозділом об'єкта ЖКГ за j -м цільовим напрямком, ГДж;

$Q_{\text{сум},i,l}^{c.a.}$ - сумарна кількість теплової енергії, що відпускається субабонентам l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, ГДж;

$\Delta Q_{\text{сум},i,l}^{\text{жив}}$ - сумарні втрати теплової енергії в мережах живлення l -го підрозділу об'єкта ЖКГ, ГДж.

Паливно-енергетичний баланс складається для кожного підрозділу з урахуванням особливостей технологічних процесів і власних потреб.

5.5 Побудова фактичного паливно-енергетичного балансу енергоємних агрегатів об'єкта ЖКГ

Фактичні баланси енергоємних агрегатів дозволяють проводити оцінювання показників ефективності їх роботи у порівнянні з відповідними паспортними показниками. Порівняння дозволяє визначити місце, джерела і причини виникнення нерациональних втрат, а також зробити висновок про технічний стан агрегату, режими його завантаження і дотримання умов технологічного процесу. Фактичні баланси енергоємних агрегатів за якісним рівнем використання ПЕР є аналітичними балансами. Складання ПЕБ агрегату полягає в проведенні розрахунків по визначенню окремих статей прибуткової і витратної частин балансу на основі усереднених даних розрахунків чи вимірів. У прибуткову частину балансу s -го агрегату включається підведені зовні ПЕР, а також ПЕР, що виділяються усередині агрегату в результаті проведення технологічного процесу, визначається за виразом, т у. п.:

$$A_{\text{пр},s} = \sum_{v=1}^V (A_{z,s,v} + A_{\text{вн},s,v}), \quad (5.13)$$

де $A_{z,s,v}$ - кількість ПЕР v -го виду, що підводиться до агрегату зовні, т у. п.;

$A_{\text{вн},s,v}$ - кількість ПЕР v -го виду, що виділяється в агрегаті у результаті хімічних і фізичних перетворень у ході технологічного процесу, т у. п.;

V - загальна кількість ПЕР, що підводяться до s -го агрегату, а також виділяються в ньому у результаті хімічних і фізичних перетворень у ході технологічного процесу.

Витратна частина ПЕБ s -го агрегату за розрахунковий період часу, визначається за виразом, т у. п.:

$$A_{\text{вип},s} = \sum_{v=1}^V (A_{a,s,v} + A_{\text{нвк},s,v} + A_{\text{хх},s,v}), \quad (5.14)$$

де $A_{a,s,v}$, $A_{\text{нвк},s,v}$, $A_{\text{хх},s,v}$ - кількості ПЕР v -го виду, споживані агрегатом, відповідно, в робочому режимі, режимі холостого ходу (гарячого простою) і за час пусків, т у.п..

Витрата ПЕР, пов'язана тільки з робочим режимом s -го агрегату і відповідною цьому періоду роботи кількістю підведених ПЕР, визначається за виразом, т у. п.:

$$A_{a,s} = \sum_{v=1}^V (A_{l,j,s,v}^{\text{нр}} + \Delta A_{l,j,s,v}), \quad (5.15)$$

де $A_{l,j,s,v}^{kop}$ - кількість ПЕР v -го виду, витрачена s -м агрегатом j -го цільового напрямку l -го підрозділу на корисну роботу, т у. п.;

$\Delta A_{l,j,s,v}$ - втрати ПЕР v -го виду в s -му агрегаті, т у. п.

У випадку, якщо технологічний агрегат є енерго-технологічною установкою, що виробляє корисну неенергетичну та енергетичну продукцію (наприклад, вторинні енергоресурси), рівняння його ПЕБ має вигляд:

$$\sum_{v=1}^V [A_{3,s,v} - \alpha \cdot A_{BEP,s} + A_{вн,s,v}] = \sum_{v=1}^V [A_{l,j,s,v}^{kop} + (1-\alpha) \cdot A_{BEP,s} + A_{муск,s,v} + A_{хх,s,v} + \Delta A'_{l,j,s,v}], \quad (5.16)$$

де α - частка вторинних (побічних) енергоресурсів, використовуваних в агрегаті (процеси рекуперації, регенерації та ін.);

$A_{BEP,s}$ - використовуваний енергетичний потенціал вихідних вторинних (побічних) енергоресурсів s -го агрегату, т у. п.;

$(1-\alpha) \cdot A_{BEP,s}$ - частка вторинних (побічних) енергоресурсів, використовуваних за межами s -го агрегату - джерела ВЕР (утилізаційні установки тощо);

$\Delta A'_{l,j,s,v}$ - втрати ПЕР в s -му агрегаті, зменшені на величину $A_{BEP,s}$, т у. п.

Тепловий баланс теплоспоживаючого агрегату за розрахунковий період часу встановлює рівність між приходом теплової енергії $Q_{a,s}$ і її витратою і визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{a,s} = Q_{l,j,s}^{kop} + \Delta Q_{l,j,s}, \quad (5.17)$$

де $Q_{l,j,s}^{kop}$ - кількість теплової енергії, витрачена s -м агрегатом j -го цільового напрямку l -го підрозділу на корисну роботу, тобто передана воді, пару, технологічним продуктам чи перетворена в механічну роботу в теплових двигунах, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{l,j,s}$ - втрати теплової енергії в s -му агрегаті j -го цільового напрямку l -го підрозділу, ГДж (Гкал).

У загальному випадку в технологічних термічних агрегатах корисна витрата теплової енергії в процесах теплової обробки матеріалу $Q_{l,j,s}^{kop}$ визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{l,j,s}^{kop} = Q_{н,s} + Q_{p,n,s} + Q_{вн,s} + Q_{ф,x,n,s}, \quad (5.18)$$

де $Q_{н,s}$, $Q_{p,n,s}$, $Q_{вн,s}$ - витрати теплової енергії відповідно на нагрівання, розплавлення і випаровування матеріалів, ГДж (Гкал);

$Q_{ф,x,n,s}$ - витрати теплової енергії на фізико-хімічні перетворення, що відбуваються з поглинанням теплоти, ГДж (Гкал).

Витрата теплової енергії на нагрівання, ГДж (Гкал):

$$Q_{н,s} = G \cdot c \cdot (t_k - t_n) \cdot 10^{-6}, \quad (5.19)$$

де G - кількість матеріалу, що нагрівається, кг;

c - середня теплоємність матеріалу, що нагрівається, кДж/кг·°C (ккал/кг·°C);

t_n , t_k - відповідно початкова і кінцева температура матеріалу, °C.

Витрата теплової енергії на розплавлення, ГДж (Гкал):

$$Q_{p,n,s} = G \cdot q_{p,n,s} \cdot 10^{-6}, \quad (5.20)$$

де $q_{p,n,s}$ - питома теплота розплавлення, кДж/кг (ккал/кг).

Витрата теплової енергії на випаровування вологи (сушильні установки), ГДж (Гкал):

$$Q_{вн,s} = G_{вн,s} \cdot (i_{внх} - i_{вх}) \cdot 10^{-6}, \quad (5.21)$$

де $G_{вн,s}$ - кількість вологи, що випаровується, кг;

$i_{вх}$ - початкова ентальпія вологи матеріалу на вході в установку, кДж/кг (ккал/кг);

$i_{внх}$ - ентальпія пари в повітрі на виході з апарата при кінцевій температурі процесу, кДж/кг (ккал/кг)

$$i_{вх} = 2492 + 1,97 \cdot t_n, \quad i_{внх} = 2492 + 1,97 \cdot t_k, \quad \text{кДж/кг} \quad (5.22)$$

$$i_{вх} = 595,17 + 0,471 \cdot t_n, \quad i_{внх} = 595,17 + 0,471 \cdot t_k, \quad \text{ккал/кг} \quad (5.23)$$

Втрати теплоти в s -му теплоспоживаючому агрегаті визначаються за виразом, ГДж (Гкал):

$$\Delta Q_{l,j,s} = \Delta Q_{d,z,s} + \Delta Q_{x,n,s} + \Delta Q_{m,n,s} + \Delta Q_{ф,m,u,s} + \Delta Q_{н,к,s} + \Delta Q_{m,oc,s} + \Delta Q_{m,z,s} + \Delta Q_{ox,s} + \Delta Q_{н,в,s}, \quad (5.24)$$

де $\Delta Q_{d,z,s}$ - втрати теплоти з димовими газами агрегату, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{x,n,s}$ - втрати теплоти від хімічної неповноти згорання палива і речовин, що його замінюють, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{ф,m,u,s}$ - втрати теплоти з фізичною теплою шлаку при спалюванні твердого палива, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{m,n,s}$ - втрати теплоти від механічної неповноти згоряння при спалюванні твердого палива, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{n,k,s}$ - втрати теплоти на нагрівання теплоізоляції, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{m,oc,s}$ - втрати теплоти в оточуючавколишнє середовище, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{m,z,s}$ - втрати теплоти на нагрівання транспортних засобів, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{ox,s}$ - втрати теплоти з охолоджувальною речовиною, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{n,b,s}$ - невраховані втрати теплоти, ГДж (Гкал).

Розрахункова кількість теплової енергії, що міститься в паливі та в речовинах і технологічних продуктах, що заміняють його, визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{a,s} = Q_{m,n,s} + Q_{m,x,n,s} + Q_{m,m,s}, \quad (5.25)$$

де $Q_{m,n,s}$ - хімічна теплота згоряння палива, витраченого в s -му агрегаті за час його продуктивної роботи, ГДж (Гкал);

$Q_{m,x,n,s}$ - прихід теплоти від різних хімічних перетворень, що відбуваються в s -му агрегаті з технологічними матеріалами, ГДж (Гкал);

$Q_{m,m,s}$ - теплота, внесена в s -ий агрегат технологічними матеріалами, ГДж (Гкал).

Для котельних установок і теплових двигунів величина $Q_{m,x,n,s}$ приймається рівною нулю. Для печей величина $Q_{m,x,n,s}$ визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{m,x,n,s} = \sum_{\vartheta=1}^{\Theta} (G_{m,x,n,s,\vartheta} \cdot q_{m,x,n,s,\vartheta}^y) \cdot 10^6, \quad (5.26)$$

де $G_{m,x,n,s}$ - маса ϑ -го компонента вихідних продуктів, що піддавався хімічним перетворенням в агрегаті, кг;

Θ - кількість вихідних продуктів, що хімічно перетворювались в агрегаті;

$q_{m,x,n,s}^y$ - питомий тепловий ефект відповідного хімічного перетворення (окислювання, шлакоутворення), кДж (ккал) /кг компонента, що вступив в реакцію.

Величина $Q_{m,n,s}$ визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{m,n,s} = \sum_{i=1}^n (B_{n,s,i} \cdot q_{n,s,i}^p \cdot 10^{-6}) - (Q_{cym,s,n} + Q_{cym,s,x}), \quad (5.27)$$

де $B_{n,s,i}$ - витрата натурального палива i -го виду і марки, кг (тверде), м³ (рідке і газоподібне);

$q_{n,s,i}^p$ - питома середньозважена нижча теплота згоряння палива i -го виду і марки, кДж/кг (тверде), кДж/м³ (рідке і газоподібне). Визначається згідно рекомендацій, наведених в ДСТУ 3581;

$Q_{cym,s,n}$ - витрата теплоти згоряння палива, витраченого за розрахунковий період на пуски, розпалювання і розігрів агрегату; визначається як добуток витрати палива для цих цілей на теплоту його згоряння, ГДж (Гкал);

$Q_{cym,s,x}$ - витрата теплоти згоряння палива, витраченого на холостий хід і гарячі простої агрегатів, ГДж (Гкал).

Витрата теплоти згоряння палива, витраченого на холостий хід і гарячі простої агрегатів, визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{cym,s,x} = Q'_{cym,s,x} \cdot \tau_{cym,s,x}, \quad (5.28)$$

де $Q'_{cym,s,x}$ - витрата за годину теплоти згоряння палива, витраченого на холостий хід і гарячі простої агрегату, ГДж (Гкал)/год;

$\tau_{cym,s,x}$ - тривалість роботи агрегату на холостому ході, год.

У $\tau_{cym,s,x}$ включається тільки той час холостого ходу, що не передбачений технологією; час холостого ходу, обумовлений технологією, у $\tau_{cym,s,x}$ не входить, а включається в тривалість продуктивної роботи.

Витрата за годину теплоти згоряння палива, витраченого на холостий хід і гарячі простої агрегату, визначається за виразом, ГДж (Гкал)/год:

$$Q'_{cym,s,x} = B'_{cym,s,x,i} \cdot q_{n,s,i}^p \cdot 10^{-6}, \quad (5.29)$$

де $B'_{cym,s,x,i}$ - витрата за годину палива i -го виду і марки за тривалість холостого ходу агрегату, кг/год (тверде), м³/год (рідке і газоподібне).

Для промислових печей теплота, внесена в агрегат технологічними матеріалами, визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{m,m,s} = Q_{nov,s} + Q_{nat,s} + Q_{mat,s}, \quad (5.30)$$

де $Q_{nov,s}$ - кількість теплоти, внесеної підігрітим повітрям, ГДж (Гкал);

$Q_{nat,s}$ - кількість теплоти, внесеної підігрітим паливом, ГДж (Гкал);

$Q_{mat,s}$ - кількість теплоти, внесеної підігрітим матеріалом (рідким чавуном, зливками при гарячій посадці їх у нагрівальні колодязі, нагрітими деталями, що подаються в піч), ГДж (Гкал).

Під час складання теплового балансу s -го теплоспоживаючого агрегату кількість підведеної до нього теплової енергії $Q_{z,s}$ визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{3.s} = D_{нов.s} \cdot (i_{вх.s} - i_{вих.s}) \cdot 10^{-6}, \quad (5.31)$$

де $D_{нов.s}$ – кількість підведеного до s -го агрегату теплоносія, кг;

$i_{вх.s}, i_{вих.s}$ – ентальпія теплоносія на вході та на виході s -го агрегату, кДж/кг (ккал/кг).

У тому випадку, якщо має місце повернення теплової енергії $Q_{нов.s}$ агрегатом, величина підведеної теплової енергії зменшується і визначається за виразом, ГДж (Гкал):

$$Q_{нов.s} = D_{нов.s} \cdot (i_{нов.s} - i_{вих.s}) \cdot 10^{-6}, \quad (5.32)$$

де $D_{нов.s}, i_{нов.s}$ – відповідно кількість (кг) і ентальпія (кДж(ккал)/кг) повернутого теплоносія чи вторинних (побічних) енергоресурсів (відпрацьованої пари, конденсату тощо) s -го агрегату.

Кількість повернутого теплоносія чи вторинних енергоресурсів для s -го агрегату визначається за виразом, кг:

$$D_{нов.s} = \frac{Q_{кор} + \Delta Q_{втр}}{i_{нов.т.н}} \cdot 10^6, \quad (5.33)$$

де $Q_{кор}$ – відпуск теплоти з теплоносієм, ГДж (Гкал);

$\Delta Q_{втр}$ – втрати теплової енергії з випромінюванням та теплопровідністю, ГДж (Гкал);

$i_{нов.т.н}$ – ентальпія повернутого теплоносія чи вторинних енергоресурсів, кДж/кг (ккал/кг).

Рівняння балансу електроенергії, спожитої агрегатом за розрахунковий період часу, має вигляд:

$$W_{a.s} = W_{l,j,s}^{кор} + \Delta W_{l,j,s}, \quad (5.34)$$

де $W_{l,j,s}^{кор}$ – кількість активної електричної енергії, що витрачена s -м агрегатом на корисну роботу, тис. кВт·год;

$\Delta W_{l,j,s}$ – втрати активної електричної енергії в s -му агрегаті j -го цільового напрямку l -го підрозділу, тис. кВт·год.

Прибуткова частина балансу електроенергії визначається за лічильниками чи розраховується за виразом, тис. кВт·год:

$$W_{a.s} = P_{cp.s} \cdot T_{p.s} \cdot 10^{-3}, \quad (5.35)$$

де $P_{cp.s}$ – середня потужність s -го агрегату, кВт;

$T_{p.s}$ – тривалість включення s -го агрегату за розрахунковий період часу, год.

Величина $P_{cp.s}$ знаходиться за вимірами чи обчислюється за виразом, кВт:

$$P_{cp.s} = P_{н.s} \cdot k_{вук.s}, \quad (5.36)$$

де $P_{н.s}$ – установлена (паспортна) потужність приводів s -го агрегату, кВт;

$k_{вук.s}$ – коефіцієнт використання потужності s -м агрегатом.

Значення $T_{p.s}$ визначається за добовими графіками роботи s -го агрегату.

Розроблення і складання аналітичних ПЕБ агрегатів дає можливість побудувати аналітичні ПЕБ підрозділу і об'єкта ЖКГ в цілому за цільовим напрямком, а також аналітичний ПЕБ об'єкта ЖКГ за територіально-виробничою ознакою.

5.6 Побудова аналітичного фактичного паливно-енергетичного балансу підрозділу об'єкта ЖКГ

Під аналітичним паливно-енергетичним балансом будемо розуміти паливно-енергетичний баланс, що визначає глибину та характер використання ПЕР з розподілом загальної витрати ПЕР на корисне використання їх і втрати. У загальному вигляді рівняння аналітичного фактичного ПЕБ підрозділу за цільовим напрямком за розрахунковий період часу має вигляд:

$$A_{сум.l} = \sum_{v=1}^r \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^S (A_{l,j,s,v}^{кор} + \Delta A_{l,j,s,v}) + \Delta A_{сум.l}, \quad (5.37)$$

де $A_{сум.l}$ – сумарне споживання ПЕР l -го підрозділу, т у. п.;

$\Delta A_{сум.l}$ – сумарні втрати ПЕР при розподілі їх в межах l -го підрозділу, т у. п.;

S – кількість агрегатів у l -му підрозділі;

$A_{l,j,s,v}^{кор}$ – кількість ПЕР всіх видів, витрачена s -м агрегатом j -го цільового напрямку l -го підрозділу на корисну роботу, т у. п.;

$\Delta A_{l,j,s,v}$ – втрати ПЕР всіх видів в s -му агрегаті, т у. п.

При складанні аналітичного фактичного ПЕБ підрозділу в його прибутковій і витратній частинах повинен бути виділений відповідно прихід ПЕР у вигляді вторинних енергоресурсів від інших підрозділів чи утилізаційних загальнозаводських установок і відпуску ПЕР розглянутим

підрозділом у вигляді вторинних енергоресурсів іншим підрозділам. Складанню зведеного аналітичного фактичного ПЕБ підрозділу повинно передувати складання витратних частин його часткових аналітичних фактичних ПЕБ (палива, теплової й електричної енергії). При необхідності за аналогічної формою складаються витратні часткові баланси перетворених енергоносіїв (стиснутого повітря, кисню, ацетилену тощо).

5.7 Побудова аналітичного фактичного паливно-енергетичного балансу об'єкта ЖКГ

Загальні принципи побудови аналітичного фактичного ПЕБ об'єкта ЖКГ за цільовим напрямком ті ж, що і для підрозділу об'єкта ЖКГ. Витратна частина зведеного фактичного ПЕБ в аналітичній формі показує розподіл основних енергоносіїв (палива, теплової та електричної енергії) за цільовими напрямками і розподіл їх загальної витрати на корисну витрату і втрати (в агрегатах, при перетворенні і транспортуванні). Витратна частина складається на підставі підсумовування даних, отриманих для підрозділів об'єкта ЖКГ. Додатковими до цих даних є загальнозаводські витрати ПЕР, що додаються до відповідних статей сумарної витрати по всім підрозділам об'єкта ЖКГ. Зведений фактичний ПЕБ в аналітичній формі показує надходження ПЕР і енергоносіїв з розбивкою по джерелам одержання і видам, з одного боку, і використання енергоносіїв з різними цільовими напрямками – з іншого.

Витратна частина аналітичного фактичного ПЕБ об'єкта ЖКГ за цільовим напрямком має вигляд, т у. п.:

$$A_{\text{сум}}^{\text{сн}} = \sum_{l=1}^L \sum_{v=1}^V \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^S [(A_{l,j,s,v}^{\text{сн}} + \Delta A_{l,j,s,v}) + \Delta A_{\text{сум},l}] + \Delta A_{\text{сум}}, \quad (5.38)$$

де $\Delta A_{\text{сум}}$ - сумарні втрати ПЕР при кінцевому їх використанні на об'єкті ЖКГ, т у. п.

Визначення втрат ПЕР при кінцевому їх використанні на об'єкті ЖКГ слід здійснювати згідно рекомендацій, наведених в [76]. Паливно-енергетичні баланси в аналітичній формі складаються за фактичними даними, а також з урахуванням заходів щодо зменшення витрат ПЕР (раціональний ПЕБ). Складання зведеного ПЕБ в аналітичній формі передбачає проведення значних за обсягом і витратам робіт, що практично повинні проводитися на об'єкті ЖКГ при участі спеціалізованих організацій і вимагають цільового фінансування.

5.8 Аналіз паливно-енергетичного балансу

Під аналізом паливно-енергетичного балансу будемо розуміти функцію управління споживанням ПЕР, спрямовану на вироблення оптимальних управлінських рішень щодо ефективного використання ПЕР.

Аналіз ПЕБ повинен проводитися за такими напрямками:

- аналіз факторів, які впливають на ефективність використання ПЕР;
- аналіз динаміки та досягнутого рівня ефективності використання ПЕР;
- аналіз варіантів забезпечення об'єкта ЖКГ паливно-енергетичними ресурсами по фінансовим та екологічним критеріям;
- аналіз чинних норм та нормативів щодо використання ПЕР;
- визначення та аналіз основних енерго-економічних показників об'єкта ЖКГ;
- аналіз технічних та економічних результатів, досягнутих за рахунок підвищення ефективності використання ПЕР.

В залежності від напрямків аналізу слід використовувати такі засоби аналізу інформації:

а) для аналізу факторів, які впливають на ефективність використання ПЕР:

- причинно-наслідкові діаграми;
- діаграми Парето [78, 79];
- гістограми [78, 79];
- методи кореляційного аналізу [77];
- індексний метод;
- методи експертної оцінки (функціонально-вартісний аналіз, метод аналізу ієрархій, метод парних порівнянь тощо);
- методи регресійного аналізу тощо;

б) для аналізу динаміки та досягнутого рівня ефективності використання ПЕР:

- методи регресійного аналізу [77];
- часові ряди;
- контрольні карти [78, 79];
- діаграми розкиду тощо;

в) для аналізу варіантів забезпечення об'єкта ЖКГ паливно-енергетичними ресурсами по фінансовим та екологічним критеріям:

- енерго-технологічні схеми технологічного процесу;
- деревоподібні діаграми [78, 79];
- балансові діаграми;
- оптимізаційні методи (методи лінійного та нелінійного програмування) тощо [77];

г) для аналізу чинних норм та нормативів щодо використання ПЕР:

- методи порівняльного аналізу тощо;

д) для аналізу основних енерго-економічних показників об'єкта ЖКГ:

- індексний метод [77];

- гістограми;

- контрольні карти [78, 79];

- діаграми розкиду;

- методи порівняльного аналізу (методи абсолютних та відносних різниць) тощо;

е) для аналізу технічних та економічних результатів, досягнутих за рахунок підвищення ефективності використання ПЕР:

- індексний метод;

- методи фінансово-економічного аналізу (термін окупності, внутрішня норма прибутку, чистий приведений прибуток тощо);

- методи порівняльного аналізу тощо.

Під час аналізу ПЕБ необхідно здійснювати аналіз статистичної інформації та інформації, яка отримана за допомогою контрольно-вимірних приладів, в послідовності, що відповідає логіці рішення поставленої задачі. Аналіз статистичної інформації та інформації, яка отримана за допомогою контрольно-вимірних приладів, необхідно здійснювати згідно рекомендацій щодо обробки статистичного матеріалу, що наведені в [78, 79].

Аналіз ПЕБ повинен здійснюватися у вигляді таблиць, діаграм та графіків.

ПЕБ у вигляді таблиць дозволяє здійснювати одночасне порівняння його складових як в іменованих одиницях, так і у відсотках. Приклад застосування таблиць під час аналізу ПЕБ наведений на рисунку 5. 1.

ПЕБ у вигляді діаграм дозволяє здійснювати наглядне відображення долі споживання ПЕР у відсотках. В залежності від поставленого завдання, для аналізу ПЕБ можуть застосовуватися такі види діаграм:

а) для порівняння долі споживання декількох енергоносіїв одним об'єктом за певний проміжок часу (або долі споживання одного виду енергоносія декількома підрозділами об'єкта ЖКГ):

- кругові секторні діаграми (об'ємні та площинні);

- односмугові діаграми (об'ємні та площинні);

- одностовпчикові діаграми (об'ємні та площинні) тощо.

б) для порівняння долі споживання за призначенням (наприклад, на технологію, на освітлення тощо) одного виду енергоносія окремими підрозділами або об'єктом ЖКГ в цілому:

- балансові діаграми;

- кругові секторні діаграми (об'ємні та площинні);

- односмугові діаграми (об'ємні та площинні);

- одностовпчикові діаграми (об'ємні та площинні) тощо.

Напрямок споживання та споживачі	Вид ПЕР						
	Теплова енергія		Електроенергія		Разом		
	Гкал/т у. п.	%	тис. кВт·год/т у. п.	%	т у. п.	%	
1	2	3	4	5	6	7	
1 Технологічні процеси							
1.1 Механічна обробка металу за групами станків:							
- токарна	-		287,5	10,33	94,3	2,38	
			94,3				
- карусельна	-		299,1	10,75	98,1	2,48	
			98,1				
- розточечна	-		721,9	22,94	236,8	5,98	
			236,8				
- свердлильна	-		35,1	1,26	11,5	0,29	
			11,5				
- стругальна	-		1065,2	38,28	349,4	8,83	
			349,4				
- фрезерна	-		181,4	6,52	59,5	1,5	
			59,5				
- довбальна	-		61,9	2,22	20,3	0,51	
			20,3				
- шліфувальна	-		24,7	0,89	8,1	0,2	
			8,1				
1.2 Сушіння виробів після фарбування							
- сушило конвективне тупикове			9069,5		1575	39,79	
			1575	51,72			
2. Власні потреби							
2.1 Опалення та вентиляція			8464,6	105,8	3,81	1505	38,04
			1470,3	48,28	34,7		

Рисунок 5.1 – Табличне представлення витратної частини синтетичного ПЕБ підрозділу об'єкта ЖКГ за цільовим напрямком

в) для порівняння долі споживання одного виду енергоносія окремими підрозділами або об'єктом ЖКГ в цілому з урахуванням втрат енергоносія:

- балансові діаграми;

- кругові секторні діаграми (об'ємні та площинні);

- односмугові діаграми (об'ємні та площинні);

– одностовпчикові діаграми (об'ємні та площинні) тощо.

Приклади застосування діаграм під час аналізу ПЕБ наведені на рисунку 5.2, рисунку 5.3 та рисунку 5.4.

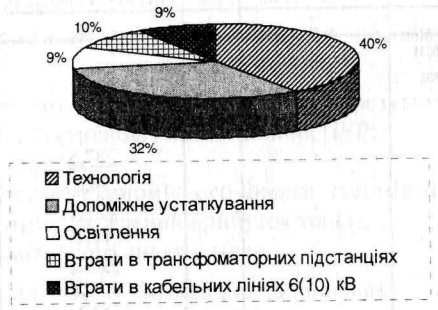


Рисунок 5.2 – Графічне зображення балансу електроенергії у вигляді об'ємної кругової секторної діаграми

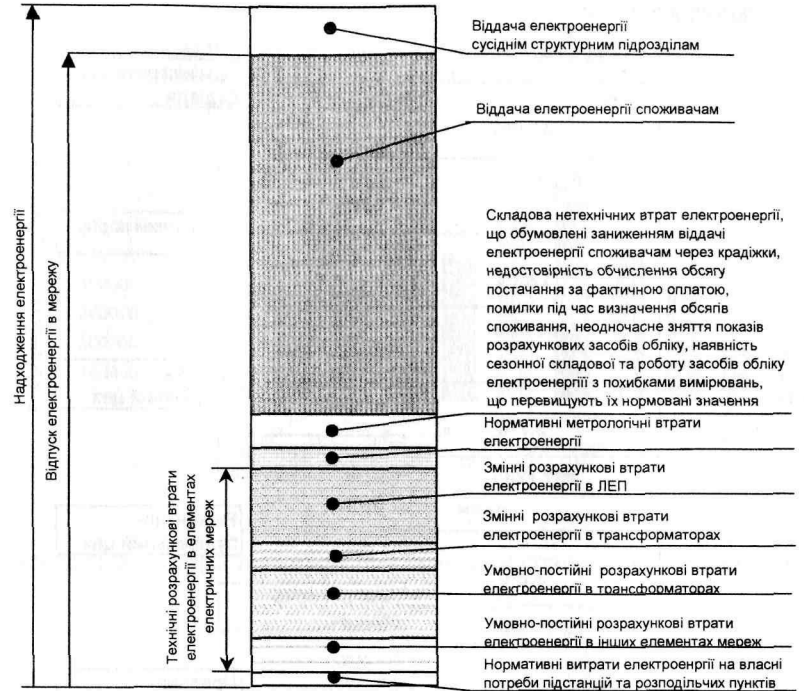


Рисунок 5.3 – Графічне зображення балансу електроенергії у вигляді площинної односмугової діаграми [80]

ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ

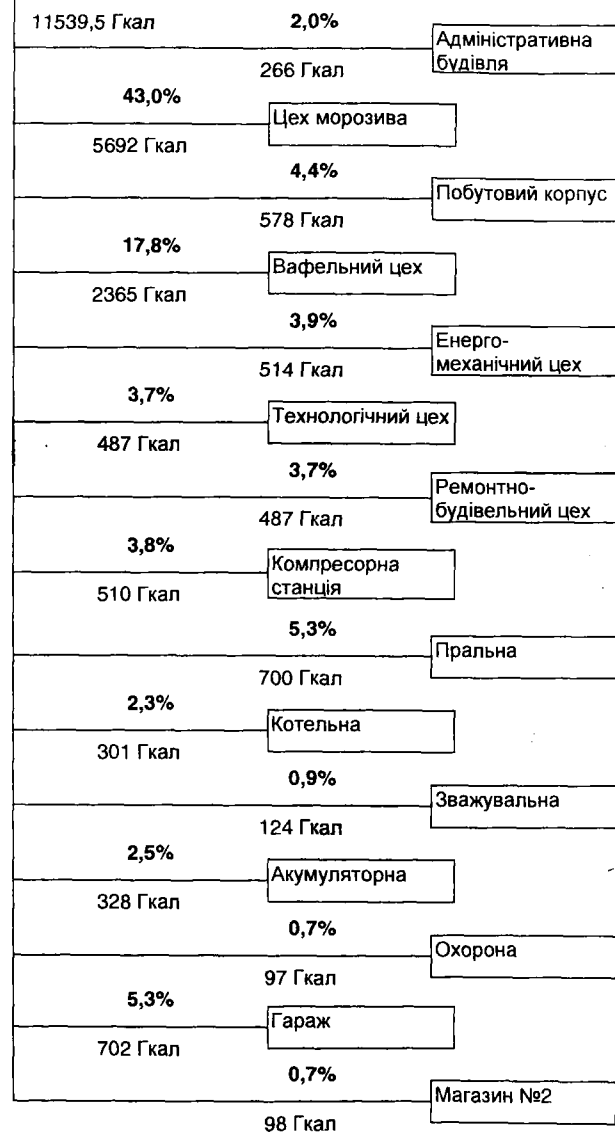


Рисунок 5.4 – Графічне зображення балансу теплової енергії у вигляді балансової діаграми

ПЕБ у вигляді графіків дозволяє здійснювати наглядне відображення динаміки споживання ПЕР. Приклад застосування графіків під час аналізу ПЕБ наведений на рисунку 5.5.

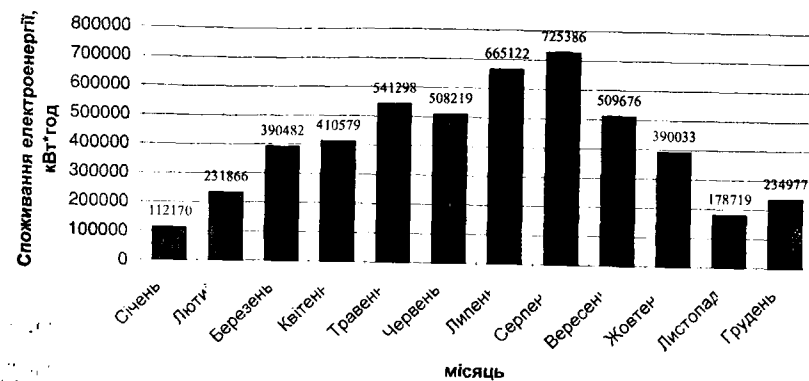


Рисунок 5.5 – Графік динаміки споживання електричної енергії об'єктом ЖКГ за місяцями 2005 р.

НОРМУВАННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

6.1 Класифікація норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів

Норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів класифікуються [7, 53]:

За ступенем агрегації норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів поділяються на індивідуальні та групові норми.

Індивідуальною називається норма витрат одного (декількох) видів паливно-енергетичних ресурсів на одиницю продукції (роботи, послуги), яка визначається за технологічними об'єктами (агрегати, установки, машини) в конкретних умовах виробництва.

Груповою середньозваженою називається норма витрат одного (декількох) видів паливно-енергетичних ресурсів на одиницю однойменної продукції для різних рівнів управління за господарськими об'єктами (дільниця, цех, виробництво, підприємство, об'єднання, галузь).

За складом витрат паливно-енергетичних ресурсів норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів поділяються на технологічні та загальновиробничі.

Технологічною називається норма питомої витрати одного чи декількох видів паливно-енергетичних ресурсів, яка враховує їх виробниче споживання та технічно неминучі втрати, пов'язані тільки зі здійсненням основних та допоміжних технологічних процесів виробництва продукції даного виду.

Загальновиробничою називається норма питомої витрати теплової та електричної енергії, яка враховує, крім їх споживання та втрат у основних та допоміжних технологічних процесах також їх витрати на допоміжні потреби (освітлення, опалення, вентиляція, тощо), пов'язані з виробництвом продукції.

За періодом дії норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів поділяються на річні, квартальні, місячні.

За рівнем управління можуть розглядатись норми, орієнтовані на види продукції, на яку вони встановлюються: диференційовані укрупнені.

Диференційованою називається норма питомої витрати одного чи декількох видів паливно-енергетичних ресурсів, яка визначається для окремого виду (сорт, типорозміру) виробленої продукції.

Укрупненою називається норма питомої витрати однієї чи декількох видів паливно-енергетичних ресурсів, що встановлюються як усереднена величина для групи виробленої продукції одного виду, але різних сортів або для груп виробленої продукції, виконаних робіт, наданих послуг різного виду.

Відповідно до специфіки нормування може встановлюватись також класифікація норм за додатковими ознаками: в залежності від урахування

витрат одного чи декількох видів паливно-енергетичних ресурсів на окремі та зведені тощо.

Склад норм питомих витрати паливно-енергетичних ресурсів – це перелік статей їх витрат на виробництво продукції (робіт, послуг), передбачених класифікацією.

Технологічна норма витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю продукції (робіт, послуг) включає витрати їх на окремі технологічні операції або на основні і допоміжні технологічні процеси виробництва даного виду продукції і втрати енергії механічним, тепловим, хімічним, електричним шляхом.

Груповою нормою витрат паливно-енергетичних ресурсів по організації (дільниця, цех і т.д.) визначається як середньозважена.

Технологічна норма витрат паливно-енергетичних ресурсів на будівельно-монтажні роботи розробляється на визначений період, по видам робіт для конкретних умов у залежності від включених у даний вид робіт технологічних операцій, типів і технічних характеристик механізмів, зайнятих у роботі, кліматичних умов і сезонності, від інших чинників, пов'язаних з умовами перехідного періоду (відсутність замовлень, не завантаженість устаткування, машин, механізмів, їх незадовільний технічний стан, неритмічність, завантаження та ін.).

У технологічні норми включаються також витрати, пов'язані з міжопераційними недовантаженими (холостими) ходами устаткування, розігрівом і пуском агрегатів (після поточного ремонту і холодного простою), гарячими простоями. При цьому витрати повинні прийматися суворо по нормативам, встановленим при нормальних технологічних і експлуатаційних режимах, з урахуванням прогресивних технічних рішень та досвіду.

Загальноцехові норми витрат теплової та електричної енергії включають витрати їх у цеху як на основні, так і допоміжні потреби цеху, у тому числі на освітлення, вентиляцію, внутрішньоцеховий транспорт, господарсько-побутові і санітарно-гігієнічні потреби, а також втрати у внутрішньоцехових установках, мережах, трансформаторах.

Технологічні і загальноцехові норми витрат паливно-енергетичних ресурсів використовуються для визначення потреби в паливі, тепловій та електричній енергії на виробництво продукції окремими цехами та контролю за раціональним їх використанням.

Загальнозаводські норми витрат палива, теплової та електричної енергії на виготовлення продукції включають в цілому всі витрати по підприємству як на основні і допоміжні технологічні процеси, так і на загальнозаводські допоміжні потреби.

Загальнозаводські норми використовуються для визначення потреби підприємства в енергоресурсах, контролю за зміною енергоємності виробництва (енергоскладової у собівартості одиниці продукції).

Типовий склад норм витрат теплової й електричної енергії для промислового виробництва:

1 Технологічні витрати енергоресурсів поділяються на:

- витрати енергоресурсів на виконання технологічних процесів, включаючи витрати на підтримання технологічних агрегатів у гарячому резерві, на їх розігріві і пуски після поточних ремонтів (мийні машини, що обполіскують машини, мийні ванни для деталей, ванна для виварення кабін, опарення рам, голівок блока, блоків ресиверів, моторів, мийка зовнішньої частини агрегатів і машин, інше технологічне устаткування електропечей, зварювальних агрегатів, устаткування для гальванічних покриттів, агрегати й установки по виробництву стиснутого повітря, насоси, електродвигуни, автобусні і таксомоторні перевезення тощо);
- втрати теплової й електричної енергії в технологічних агрегатах і установках.

2 Загальноцехові витрати теплової й електричної енергії поділяються на:

- витрати паливно-енергетичних ресурсів, що входять до складу технологічних норм;
- витрати паливно-енергетичних ресурсів на допоміжні потреби цеху (дільниці):
 - опалення, вентиляція цехів, майстерень, окремих помешкань;
 - освітлення;
 - робота внутрішньоцехового транспорту;
 - робота цехових ремонтних майстерень;
 - господарсько-побутові і санітарно-гігієнічні потреби цеху або дільниці (душові, умивальники й ін.);
- технічно неминучі втрати енергії у внутрішніх цехових (дільничних) мережах і перетворювачах.

3 Загальновиробничі заводські витрати енергоресурсів поділяються на:

- витрати паливно-енергетичних ресурсів, що входять до складу загальновиробничих цехових (дільничних) норм;
- витрати паливно-енергетичних ресурсів на допоміжні потреби підприємства:
 - виробництво стиснутого повітря;
 - виробництво кисню;
 - виробництво генераторного газу;
 - водопостачання;
 - виробничі потреби допоміжних і обслуговуючих цехів, ділянок та служб (ремонтні, інструментальні, заводські лабораторії, склади й ін.), включаючи освітлення, вентиляцію й опалення;
 - робота внутрішньозаводського транспорту (електрокари, мотовози, крани, візки, пневмо- і гідротранспорт);
 - зовнішнє освітлення території;

- технічно неминучі втрати енергії в заводських мережах та перетворювачах до цехових пунктів.

6.2 Одиниці виміру норм

Одним з найважливіших питань нормування є вибір одиниці виміру норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на виробництво продукції (роботу, послугу).

Технологічні норми витрат паливно-енергетичних ресурсів в усіх випадках встановлюються тільки на натуральну одиницю продукції. Разом з тим загальновиробничі норми можуть встановлюватися на ту ж саму одиницю лише за умови випуску однорідної продукції. В деяких випадках витрати енергії доцільно відносити не до одиниці готової продукції, а до одиниці вихідної сировини (на нафтопереробних заводах, молочних комбінатах тощо).

При виробництві однорідної продукції різного типорозміру (продукція прядильних, ткацьких, паперових фабрик, прокатних та ковальсько-пресових цехів, багатьох цехів хімічної, харчової промисловості) доцільно встановлювати норми витрат ПЕР на одиницю приведеної (умовної) продукції, тобто вираженої в натуральних одиницях, але приведеної до якогось типорозміру.

При встановленні диференційованих норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів обсяг виробництва визначається у натуральних одиницях.

При встановленні укрупнених норм для груп продукції одного виду, але різних сортів (типорозмірів) або для груп робіт, наданих послуг різного виду використовуються умовні (зведені) одиниці виміру обсягів продукції (робіт, послуг) (умовна банка консервів, умовна пара взуття тощо).

Для енергоємних процесів виробництва (ливарне виробництво, ковка, термообробка, електрозварювання, виробництво стисненого повітря, кисню, водопостачання, опалення, вентиляція тощо) повинні встановлюватись норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробництва продукції (роботи, послуги) у натуральному виразі.

На виробництвах, що випускають продукцію широкого та нестійкого асортименту, у будівництві, ремонтних та експериментальних виробництвах, а також на рівні об'єднань, регіону, коли практично неможливо вибрати єдиний показник обсягу виробництва продукції (робіт, послуг) у натуральних чи умовних одиницях, норми витрат паливно-енергетичних ресурсів можуть встановлюватись на одиницю чистої продукції, що виражається у вартісному вимірі (приведеному до незмінних цін).

6.3 Методичні засади нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів

6.3.1 Вимоги до нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів

Основними вихідними даними для визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів є:

- первинна технологічна документація (технологічні регламенти та інструкції);
- параметри сировини (матеріалів);
- паспортні дані технологічного та енергетичного обладнання;
- стандарти з енергозбереження;
- міжгалузеві, галузеві та регіональні норми витрат;
- енергобаланси та енергетичні характеристики технологічного і енергетичного обладнання (заводські або визначені у процесі його експлуатації);
- нормативні показники, що характеризують найбільш раціональні та енергетично ефективні умови виробництва (коефіцієнт використання потужності, показники витрат енергоносіїв та втрат енергії під час передачі та перетворення, санітарні норми, теплові характеристики приміщень тощо);
- дані про асортимент та обсяги виробництва продукції;
- дані про планові та фактичні питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів за минулі періоди, а також акти перевірок використання палива та енергії;
- дані про досвід з економії та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів на вітчизняних та зарубіжних об'єктах, що випускають аналогічну продукцію;
- плани організаційно-технічних заходів з економії ПЕР.

Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів здійснюється на основі:

- охоплення всіх елементів і статей витрат палива і енергії;
- врахування прийнятої на підприємстві (організації) системи обліку і контролю за енергоспоживанням;
- забезпечення методичної єдності формування норм і нормативів для різних рівнів планування та управління;
- забезпечення наукової, практичної обґрунтованості та прогресивності норм і нормативів на основі максимального урахування в них досягнень науки і техніки, передових методів організації виробництва і праці;
- забезпечення формування нормативної бази для всіх етапів планування та управління виробництвом;
- забезпечення систематичного перегляду і корегування норм.

Норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів повинні:

- ґрунтуватись на планах організаційно-технічних заходів, направлених на підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів;
- враховувати конкретні умови виробництва, досягнення науки і техніки;

- сприяти мобілізації резервів економії паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві;
- забезпечувати умови для стимулювання енергозбереження.

6.3.2 Основні етапи визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів

Визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах включають такі основні етапи:

1 Визначається склад технологічних процесів і операцій по виробництву кожного виду продукції (роботи, послуги), на виробництво яких використовуються енергоресурси.

2 Визначаються одиниці виміру продукції (роботи, послуги). Вони мають відповідати діючим на підприємстві плановим, нормативним документам та статистичній звітності.

3 Визначаються основні цехи, ділянки, агрегати, споживання електричної та теплової енергії яких повністю відноситься на виробництво даного конкретного виду продукції (або на його номенклатурного представника-аналога).

4 Визначаються цехи, ділянки, агрегати, споживання енергії яких розподіляється пропорційно послуг, наданих на виробництво декількох видів продукції (робіт, послуг). Визначення і розподіл об'ємів енергоспоживання може виконуватись за рахунок фактично витраченої енергії на виробництво конкретного виду продукції, або на основі диференційованого аналізу об'ємів енергоспоживання (відповідно до структури енерговикористання за окремими технологічними процесами і операціями). Можливе також визначення частки споживаного енергоресурсу на виробництво конкретного виду продукції (роботи, послуги) на основі вартісного підходу до розподілу енергоресурсів.

5 Розробляються матеріальні баланси визначеної продукції, на які розробляються норми витрат паливно-енергетичних ресурсів. Матеріальний баланс будується на основі діючої на підприємстві нормативної бази витрат матеріальних ресурсів.

6 Визначається перелік устаткування, яке бере участь у виробництві конкретної продукції.

7 Визначається схема розрахунку технологічної та загальновиробничої норми питомої витрати енергоресурсів на виробництво продукції (робіт, послуг) за номенклатурою на основі встановлення устаткування, енергоспоживання якого формує технологічні та допоміжні витрати паливно-енергетичних ресурсів.

8 Розробляється схема підготовки вихідних даних для розрахунків норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів, проводиться збір даних та розрахунки норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів.

9 Всі розрахунки витрат електроенергії виконуються за показниками виробництва в попередньо визначену "характерну (умовну)" добу, як таку, в

якій обсяг споживання паливно-енергетичних ресурсів дорівнює середньому за звітний період.

6.3.3 Методи розробки норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів

1 Основним методичним принципом формування норм для різних рівнів управління є їх послідовна агрегація (укрупнення) знизу догори. Норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів визначаються прямим розрахунком з урахуванням рівня фактично досягнутих норм.

2 Норми витрат паливно-енергетичних ресурсів можуть бути визначені за допомогою таких методів:

- розрахунково-аналітичний;
- експериментальний (дослідний);
- розрахунково-статистичний;
- комбінований.

Розрахунково-аналітичний метод передбачає визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів шляхом обчислення виробничого споживання їх за статтями витрат на основі прогресивних показників використання у виробництві, а також запланованих заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів.

Експериментальний (дослідний) метод полягає у визначенні норм на підставі даних, одержаних в результаті випробувань технологічного та енергетичного обладнання (експериментальних вимірювань) з урахуванням запланованих заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів.

Випробування повинні бути повними, тобто одночасно охоплювати як основне обладнання, так і допоміжні механізми, режими роботи яких повинні відповідати оптимальним, а параметри підведеної енергії - нормативним. При цьому технологічний процес повинен проводитись згідно з відповідними технологічними інструкціями (регламентами) та режимними картами.

Розрахунково-статистичний метод полягає у визначенні питомих норм на основі використання статистичних даних про фактичні витрати паливно-енергетичних ресурсів та про значення чинників, що впливають на величину їх питомих витрат у виробництві, з урахуванням прогресивних показників ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, досягнутих на подібних виробництвах, а також запланованих заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів.

Комбінований метод поєднує у собі експериментальний та розрахунково-аналітичний методи визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів.

3 Технічно обґрунтовані індивідуальні норми витрат паливно-енергетичних ресурсів встановлюються розрахунково-аналітичним або комбінованими методами.

4 Групові норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів визначаються, як правило, розрахунково-аналітичним методом як

середньозважені групові показники на підставі індивідуальних норм і відповідних обсягів виробництва однойменної продукції та розрахунково-статистичним методом.

В окремих випадках групові норми витрат паливно-енергетичних ресурсів можуть встановлюватись на плановий період (рік, квартал тощо), виходячи з відповідних фактичних витрат базисного періоду з урахуванням досягнутих прогресивних показників питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів, а також запланованих заходів з їх економії.

6.3.4 Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів на технологічні потреби

В основу визначення технологічних норм витрат палива та енергії мають бути покладені енергетичні баланси, у витратній частині яких визначаються складові витрат та складові втрати енергоресурсів. Це дозволяє накреслити конкретні заходи зі скорочення втрат та скласти нормалізований енергетичний баланс агрегату.

Технологічна норма може бути визначена за виразом:

$$H_T = (W_{\text{кор}} + W_{\text{втр}}) / \Pi,$$

де $W_{\text{кор}}$ - корисна складова витрати палива, енергії; $W_{\text{втр}}$ - втрати палива, енергії; Π - обсяг випуску продукції у натуральному виразі.

Загальновиробнича цехова норма

$$H_{\text{ц}} = (W_T + W_{\text{д}} + W_{\text{пу}}) / \Pi_{\text{ц}},$$

де W_T і $W_{\text{д}}$ - витрати енергії на технологічні цілі та на допоміжні потреби (опалення, вентиляція, освітлення); $W_{\text{пу}}$ - витрати енергії в цехових мережах і перетворювальних установках; $\Pi_{\text{ц}}$ - план випуску продукції цехом.

Загальновиробнича заводська норма

$$H_3 = (W_{\text{ц}} + W_{\text{зв}} + W_{\text{пу}}) / \Pi_3,$$

де $W_{\text{ц}}$ - сумарна витрата енергії в основних і допоміжних цехах; $W_{\text{зв}}$ - загальнозаводські витрати енергії на опалення, вентиляцію, освітлення, гаряче водопостачання, Π_3 - план випуску продукції по заводу.

Якщо підприємство, крім основної продукції, випускає іншу продукцію або напівфабрикати для постачання іншим підприємствам (литво, ковальські покови, штамповки, товари народного споживання), то витрати палива, теплової та електричної енергії на їх виробництво нормуються окремо і не включаються у норми витрат на виробництво основної продукції (роботи).

На підприємствах повинні встановлюватися окремо норми витрати теплової та електричної енергії на опалення, вентиляцію, освітлення, гаряче водопостачання, виробництво стисненого повітря, холоду, кисню, подавання води й інші допоміжні потреби, а також норми втрат енергії у мережах і перетворювальних установках.

Питомі витрати енергоресурсів можуть розглядатися як сума окремих статей витрат по операціях і можуть бути визначені за виразом:

$$N_T = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5,$$

де N_1, N_2, N_3, N_4, N_5 – складові питомих витрат по окремих групах процесів, що визначають рівень споживання енергоресурсів.

У випадку, якщо якийсь процес на конкретному об'єкті не споживає енергію, він приймається рівним нулю. Ті процеси, що у конкретних умовах для їхньої реалізації потребують додаткових витрат енергії, можуть бути враховані за допомогою коефіцієнтів.

За допомогою такого підходу обчислюються норми витрат електроенергії на обігрів зимових теплиць, зрошення і сушіння зерна, активне вентилявання тощо.

При розгляді енергетичних характеристик підприємств типові процеси можна достатньо повно описати інформацією абсолютно реального об'єкта, у якому є цілий ряд умов і параметрів, облік яких потребує диференційованих підходів до розробки складу і структури витрат енергоресурсів.

При упорядкуванні видаткових частин енергетичних балансів, агрегатів, установок, цехів і підприємств можливі й інші підходи та вимоги до обробки інформації.

Така інформація може бути отримана з моделі, яка базується на основі технологічних карт (регламентів) у реальному часовому інтервалі.

Оброблення інформації з моделі рекомендується проводити в такій послідовності:

1 Випишуються всі споживачі енергії по основних і допоміжних процесах з вказівкою їх технічних та експлуатаційних характеристик, проводять їхнє групування за попередньо визначеними параметрами.

2 По кожному технологічному процесу визначають (згідно з технологічними картами, регламентами) кількість продукту, що переробляється (кормів, молока, теплоти для опалення, потреба у воді, об'єм повітрообміну для вентиляції тощо), на основі чого встановлюють час роботи споживачів енергії.

3 Час роботи споживачів, який залежить від кількості вироблених продуктів, встановлюють розрахунковим шляхом (це частка від поділу річної кількості продукції, що переробляється, на продуктивність машини з урахуванням її завантаження).

При цьому в загальному випадку рекомендується визначити коефіцієнти попиту:

$$K_n = \frac{K_3 \cdot K_b \cdot K_o}{\text{ККД}},$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження; $K_b = P_c / P_n$ – коефіцієнт використання, P_n , P_c – відповідно номінальна і середня потужність; K_o – коефіцієнт одночасності роботи приймачів (для групи однорідних енергоприймачів); ККД – коефіцієнт корисної дії.

4 Групування процесів з визначенням енергоспоживання по групах в залежності від типу машин і механізмів.

Для розробки аналітичних методів розрахунку норм окремі процеси в об'єкті можуть групуватися. Число груп визначається числом технологічних операцій у загальному технологічному процесі.

Число груп, перелік процесів і операцій, які до них входять, визначаються специфікою виробництва.

5 Якщо відомо енергоспоживання по кожному технологічному процесу, а в об'єкті нараховується j процесів (включаючи допоміжні) або m груп процесів, то загальне енергоспоживання по об'єкту може бути підраховане по виразу

$$A_\Sigma = \sum_{j=1}^m A_j.$$

Питома витрата енергоресурсу по даному об'єкту може бути визначена, виходячи з показника, на який розраховуються норми (площа теплиць, вихід продукції тощо).

На основі обчислених значень визначаються додаткові витрати паливно-енергетичних ресурсів, що включаються в норму витрат, які будуть складати ту частину витрат, що визначаються зміною організації і технології виробництва на конкретних об'єктах.

6 Нормування витрат енергоресурсів може здійснюватися і на основі використання базового значення енергоспоживання з урахуванням конкретних умов за допомогою поправочних коефіцієнтів. Таке нормування є найбільш простим засобом попереднього визначення норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на об'єкті. При цьому варто мати на увазі, що у випадку складності розробки моделі енергетичного балансу агрегату, установки, ділянки, цеху, системи такий метод розрахунку норм може бути розглянутий (як альтернативний) при підготовці допоміжних методик розрахунку норм витрат паливно-енергетичних ресурсів на виробництво продукції по номенклатурі.

6.3.5 Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів на допоміжні потреби

Головні фактори, що впливають на кількісну величину питомих витрат палива, теплової та електричної енергії на одиницю продукції (робіт, послуг) по статті "допоміжні потреби виробництва" такі:

- 1 По теплоспоживанню:
- на опалення будівель, споруд, окремих приміщень впливають фактори: призначення об'єкту, тип, конструктивні рішення, габарити, етажність, місце розташування, кліматичні умови, температурний режим, режим вологості, організація виробництва, організація ремонтних робіт;
 - на вентиляцію будівель, споруд, окремих приміщень впливають фактори: призначення, тип, конструктивні рішення, габарити, місце розташування,

кліматичні умови, тепловий режим, технологічні вимоги, організація виробництва, організація ремонтних робіт;

- на гаряче водопостачання виробничих, підсобних та адміністративних приміщень впливають фактори: призначення, конструктивні рішення, норми споживання гарячої води, число споживачів, температурна характеристика водопостачання, режим витрат води, період функціонування, організаційна структура виробництва, організація ремонтних робіт;
- на повітряно-теплові завіси впливають фактори: конструктивні рішення, потужність теплової завіси, температурний режим, кліматичні умови, режим роботи.

2 По електроспоживанню:

- на опалення та вентиляцію впливають фактори: потужність приводу, режим роботи системи, технічна характеристика обладнання, умови та вимоги до експлуатації, організація виробництва, організація ремонтних робіт;
- на зовнішнє освітлення впливають фактори: призначення, вимоги до освітленості, режим роботи, технічна характеристика світильників, організація виробництва, організація ремонтних робіт;
- на внутрішньозаводський (внутрішньоцеховий) транспорт впливають фактори: призначення та тип транспорту, технічна характеристика, вид та об'єм транспортних робіт, режим роботи, конструктивні рішення, організація виробництва, організація ремонтних робіт;
- на електропривод обладнання впливають фактори: тип обладнання (станочне, нестандартизоване, технологічне, ковально-пресове тощо), конструктивна та технічна характеристика приводів, режим роботи (час, завантаженість, вид роботи тощо), організація виробництва; технологічні вимоги, технічний рівень обладнання, організація ремонтних робіт.
- на зварювальне обладнання впливають фактори: вид зварювальних робіт, характеристика обладнання, призначення, технічні та технологічні вимоги, режим роботи обладнання;
- на втрати електроенергії впливають фактори: вид втрат електроенергії (активна, реактивна), режим роботи обладнання, тип обладнання, характеристика обладнання, характеристика мереж.

6.3.6 Методика розрахунків загальноцехових, загальнозаводських та групових норм витрат паливно-енергетичних ресурсів

6.3.6.1 Розрахунок загальноцехових норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Загальноцехові норми питомих витрат палива $H_{зцех}^B$, теплової $H_{зцех}^Q$ та електричної $H_{зцех}^W$ енергії на одиницю продукції визначаються за формулами:

$$H_{зцех}^B = \frac{H_{T1}^B \Pi_1 + H_{T2}^B \Pi_2 + \dots + H_{Tn1}^B \Pi_n}{\Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_n}, \text{ кг у. п./од. прод.};$$

$$H_{зцех}^Q = \frac{H_{T1}^Q \Pi_1 + H_{T2}^Q \Pi_2 + \dots + H_{Tn}^Q \Pi_n}{\Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_n} + \frac{Q_{заг}^u \gamma}{\Pi_{ц}} = H_{тер}^Q + \frac{Q_{заг}^u \gamma}{\Pi_{ц}}, \text{ тис. ккал/од. прод.};$$

$$H_{зцех}^W = \frac{H_{T1}^W \Pi_1 + H_{T2}^W \Pi_2 + \dots + H_{Tn}^W \Pi_n}{\Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_n} + \frac{W_{заг}^u \gamma}{\Pi_{ц}} = H_{тер}^W + \frac{W_{заг}^u \gamma}{\Pi_{ц}}, \text{ кВт год/од. прод.},$$

де $H_{тер}^Q$, $H_{тер}^W$ – середньозважені технологічні норми питомих витрат відповідно теплової та електричної енергії на виробництво одиниці однорідної продукції цеху (робіт, послуг);

$Q_{заг}^u$, $W_{заг}^u$ – сумарні загальноцехові витрати відповідно теплової і електричної енергії на допоміжні потреби та втрати в цехових мережах

$$Q_{заг}^u = \sum_{i=1}^n Q_i; \quad W_{заг}^u = \sum_{i=1}^n W_i,$$

де n – кількість статей загальноцехових витрат енергії;

Q_i , W_i – витрати відповідно теплової та електричної енергії за окремими статтями витрат на допоміжні потреби та втрати в цехових мережах;

$\Pi_{ц}$ – план випуску продукції по цеху;

γ – доля загальноцехових витрат паливно-енергетичних ресурсів, що відноситься на вироблення даної продукції.

6.3.6.2 Розрахунок загальнозаводських норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів

Загальнозаводські норми витрат палива $H_{ззав}^B$, теплової $H_{ззав}^Q$ та електричної $H_{ззав}^W$ енергії на виробництво даної продукції визначаються за формулами

$$H_{ззав}^B = \sum H_{з.цех.ср.}^B, \text{ кг од. вим. ен. рес./од. прод.};$$

$$H_{ззав}^Q = H_{з.цех.ср.}^Q + \frac{Q_{заг}^3 \cdot \gamma}{\Pi_3}, \text{ тис. ккал/од. прод.};$$

$$H_{ззав}^W = H_{з.цех.ср.}^W + \frac{W_{заг}^3 \cdot \gamma}{\Pi_3}, \text{ кВт. год/од. прод.},$$

де $H_{з.цех.ср.}^B$, $H_{з.цех.ср.}^Q$, $H_{з.цех.ср.}^W$ – загальноцехові середньозважені норми питомих витрат відповідно палива, теплової та електричної енергії на виробництво даної продукції підприємства;

$Q_{заг}^3$, $W_{заг}^3$ – загальнозаводські витрати відповідно теплової та електричної енергії на допоміжні потреби та втрати енергії в загальнозаводських мережах та перетворювачах;

γ – доля загальнозаводських витрат паливно-енергетичних ресурсів, що відноситься на вироблення даного виду продукції;

Π_3 – план випуску продукції заводу.

6.3.6.3 Розрахунок групових (середньозважених) норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів

Розрахунок групових (середньозважених) норм питомих витрат палива $H_{гр}^B$, теплової $H_{гр}^Q$ та електричної $H_{гр}^W$ енергії на виробництво однорідної продукції для даного рівня планування здійснюється за формулою

$$H_{гр}^B = \frac{\sum_{i=1}^n H_i^B \cdot \Pi_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_i}, \text{ кг у. п/од. прод.};$$

$$H_{гр}^Q = \frac{\sum_{i=1}^n H_i^Q \cdot \Pi_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_i}, \text{ тис. ккал/од. прод.};$$

$$H_{гр}^W = \frac{\sum_{i=1}^n H_i^W \cdot \Pi_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_i}, \text{ кВт. год/од. прод.},$$

де n – кількість виробничих одиниць, підпорядкованих даному рівню планування;

H_i^B ; H_i^Q ; H_i^W – норми питомих витрат відповідно палива, теплової та електричної енергії на виробництво однорідної продукції за виробничими одиницями, підпорядкованими даному рівню планування;

Π_i – обсяг продукції, що планується.

Норми питомих витрат електроенергії на запланований період визначаються на основі базової норми з урахуванням економії E від впровадження оргтехзаходів.

Основні вимоги:

1 Розробку норм питомих витрат електроенергії на запланований період необхідно робити в порівняльних цінах на продукцію і в порівняльній структурі витрат з базовим періодом.

2 На рівні регіону витрати електроенергії на опалення і вентиляцію включаються в загальновиробничу норму витрат електроенергії на виробництво продукції.

6.3.7 Розробка наскрізних норм витрат паливно-енергетичних ресурсів

1 За складністю розрахунку наскрізних норм витрат підприємства, згідно з методикою, поділяються на:

- підприємства з простим технологічним циклом, які мають одну-дві технологічні стадії переробки продукції; для них витрати енергоресурсів визначаються за калькуляцією;
- підприємства із складною технологією, які характеризуються багатостадійністю процесу і великою кількістю допоміжних виробництв; такі підприємства мають допоміжні цехи і ділянки, які поставляють до основних виробництв власну продукцію у вигляді напівфабрикатів і послуг, а також похідні енергоносії (гаряча вода і пара, дуття, стиснене повітря, кисень, вода, азот, аргон тощо); це особливо характерно для підприємств металургії, хімії, окремих підгалузей машинобудівної промисловості та деяких інших.

2 Для розрахунку наскрізних норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів необхідні:

- нормативна база (система індивідуальних норм) витрат усіх видів паливно-енергетичних ресурсів (як покупних, так і власного виробництва) на усі види продукції основних технологічних і допоміжних цехів;
- планові обсяги виробництва як товарної продукції підприємства, так і продукції усіх допоміжних цехів.

На основі нормативної бази і об'ємів виробництва продукції складаються планові баланси споживання енергоресурсів і похідних енергоносіїв на плановий період, які відображають кількісну величину використовуваних паливно-енергетичних ресурсів з розподілом їх за цехами підприємства.

3 Визначення наскрізних норм витрат енергоресурсів на виробництво товарної продукції поділяється на два етапи:

- визначення повних заводських енерговитрат на виробництво похідних енергоносіїв;
- визначення повних заводських енерговитрат на виробництво напівфабрикатів і технологічної товарної продукції.

4 Визначення повних заводських енерговитрат на виробництво похідних енергоносіїв є найбільш складним етапом нормування.

По кожному виду похідних енергоносіїв підсумовуються прямі витрати усіх видів палива і електроенергії, які втрачаються безпосередньо на його виробництво, з непрямыми витратами, що надійшли разом з іншими енергоносіями (парою, водою, стисненим повітрям, киснем, електроенергією власного виробництва) і використовуються у виробництві.

Цей стан враховує фактичний перерозподіл покупних палива і електроенергії, що витрачаються у виробництві. Наприклад, на виробництво води хімічищеної, кисню (при використанні турбін), дуття та ін. у чистому вигляді паливо не витрачається, однак на їх виробництво витрачається велика кількість пари, на виробництво якої спалюється значна кількість природного газу, вугілля, мазуту і інших видів палива. Тому, в результаті, на вироблену продукцію переносяться витрати палива на виробництво пари пропорційно її витратам.

Аналогічно відбувається перерозподіл енерговитрат і за іншими видами похідних енергоносіїв.

Розрахунок енергоємності похідних енергоносіїв за прямими і непрямими витратами може бути виконаним методом ітерацій на ЕОМ.

Таким чином, в розрахунках основних цехів використовуються уже враховані показники енергоємності кожного виду енергоносія з розшифровкою за видами палива.

Одержані у результаті такого розрахунку питомі наскрізні витрати енергоресурсів, як покупних, так і власного виробництва, відображають повні енерговитрати підприємства на одиницю конкретного похідного енергоресурсу.

В подальших розрахунках витрати похідних енергоносіїв в технологічних переробках автоматично перераховуються у витрати електроенергії і котельно-пічного палива відповідно до індивідуальної норми похідного енергоносія, що витрачається на продукцію при переробці.

5 Визначення повних заводських витрат на виробництво напівфабрикатів та технологічної товарної продукції починається з розрахунку питомих наскрізних витрат усіх видів енергоресурсів на початковий технологічний напівфабрикат і, далі, на всі наступні, включаючи товарну технологічну продукцію. Ці розрахунки включають три складові:

- розрахунки по переробці;
- розрахунки попередніх стадій переробок;
- загальнозаводські витрати.

До витрат по переробці відносяться витрати електроенергії, котельно-пічного палива і усіх видів похідних енергоносіїв на кожний вид продукції переробки згідно з плановими нормами їх витрат – їх складові відносяться до технологічних витрат.

Витрати попередніх стадій переробок включають повні заводські витрати електроенергії і котельно-пічного палива на виробництво напівфабрикатів, які використовуються на даній стадії переробці згідно з запланованими нормами. По структурі такі витрати можуть визначатись як технологічні.

Загальнозаводські витрати – це витрати енергоресурсів, які не можуть бути прямо віднесені на конкретний вид продукції. Це, як правило, енерговитрати на ремонтно-будівельні роботи загального призначення, витрати цехів та служб КВП і автоматики та інші – їх складові відносяться до загальновиробничих витрат.

Критерії віднесення вказаних енерговитрат на основні технологічні стадії у зв'язку з системою обліку та розподілу, що склалася на підприємствах, визначаються галузевими методиками. Можливо розподіл за основними стадіями здійснювати пропорційно грошовій вартості послуг цих цехів в розрахунках собівартості продукції.

Енерговитрати на утримання загальнозаводських адміністративних та службових будівель, охорону, освітлення загальнозаводської території повинні бути віднесені на профілюючу товарну продукцію підприємства.

6 За одержаними наскрізними нормами витрат енергоресурсів і плановими об'ємами товарної продукції складається плановий баланс споживання електроенергії і котельно-пічного підприємства.

До одержаних потреб енергоресурсів повинні бути додані енерговитрати на комунально-побутове споживання та споживання палива на непаливні потреби.

Одержані значення витрат електроенергії і палива з видами повинні відповідати енергобалансу об'єктів ЖКГ.

Розділ 7
ЗАГАЛЬНІ АСПЕКТИ ВИМІРЮВАННЯ В
ЕНЕРГЕТИЧНОМУ АУДИТІ

7.1 Фізичні властивості, величини і шкали

Всі явища та процеси пов'язані з споживанням ПЕР характеризуються своїми властивостями. Для кількісного опису різних властивостей процесів та явищ використовується поняття величини [83].

Величина — це властивість чого-небудь, що може бути виділено серед інших властивостей і оцінено тим або іншим способом, у тому числі і кількісно.

Класифікація величин, що характеризують властивості процесів та явищ, наведена на рисунку 7.1.



Рисунок 7.1 — Класифікація величин, що характеризують властивості процесів та явищ

Величини поділяються на ідеальні та реальні.

Ідеальні величини головним чином стосуються предмету математики і є моделлю конкретних реальних понять.

Реальні величини стосуються реальних фізичних та нефізичних процесів та явищ. Реальні величини, у свою чергу, поділяються на фізичні і нефізичні.

Фізична величина в загальному випадку властива матеріальним процесам та явищам, що вивчаються в природних та технічних науках. До *нефізичних* слід віднести величини, властиві суспільним наукам — економіці, соціології тощо.

З 1 січня 2001 р. на території в Україні та інших країнах СНД замість ГОСТ 16263-70 вводяться рекомендації РМГ 29-99, що містять основні терміни і визначення в області метрології, узгоджені з міжнародними стандартами ISO 31(0-13) і ISO 1000.

Рекомендації РМГ 29-99 визначають фізичну величину, як одну з властивостей фізичного явища чи процесу, в якісному відношенні загальну для багатьох фізичних явищ чи процесів, а в кількісному — індивідуальну для кожного з них.

Фізичні величини поділяють на вимірювані і оцінювані. *Вимірювані* фізичні величини можуть бути виражені кількісно у вигляді певної кількості встановлених одиниць вимірювання. Фізичні величини, для яких з тих або інших причин не може бути введена одиниця вимірювання, можуть бути тільки *оцінені*. Величини оцінюють за допомогою шкал.

Шкала величини — впорядкована послідовність її значень, прийнята за угодою на підставі результатів точних вимірювань.

Нефізичні величини, для яких одиниця вимірювання не може бути введена, можуть бути тільки оцінені.

За ступенем умовної незалежності від інших величин даної групи фізичні величини поділяються на основні (умовно незалежні), похідні (умовно залежні) і додаткові. В системі СІ використовується сім фізичних величин, вибраних як основні: довжина, час, маса, температура, сила електричного струму, сила світла і кількість речовини. До додаткових фізичних величин відносяться плоский і тілесний кути.

За наявністю розмірності фізичної величини поділяється на розмірні (що мають розмірність) та безрозмірні.

Сукупність чисел Q , що відображає різні за розміром однорідні величини, повинна бути сукупністю однаково іменованих чисел. Одиниця фізичної величини $[Q]$ — це фізична величина фіксованого розміру, якій умовно привласнено числове значення, рівне одиниці. Значення фізичної величини Q — це оцінка її розміру у вигляді деякого числа прийнятих для неї одиниць.

Числове значення фізичної величини q — абстрактна величина, яка виражає відношення значення величини до відповідної одиниці даної фізичної величини.

Рівняння

$$Q = q[Q] \quad (7.1)$$

називають основним рівнянням вимірювання.

Найпростіше вимірювання полягає в порівнянні фізичної величини Q з розмірами вихідної величини регульованої багатозначної міри $q[Q]$. В результаті порівняння встановлюють, що $q[Q] < Q < (q+1)[Q]$.

Вимірювання — пізнавальний процес, що полягає в порівнянні шляхом фізичного експерименту даної фізичної величини з відомою фізичної величини, прийнятої за одиницю вимірювання.

В енергетичному аудиті необхідно проводити вимірювання різних величин, що характеризують властивості тіл, речовин, явищ і процесів. Деякі властивості виявляються тільки якісно, інші — кількісно. Різноманітні кількісні або якісні прояви будь-якої властивості утворюють множини, відображення

елементів яких на впорядковану множину чисел або в більш загальному випадку умовних знаків утворюють шкали вимірювання цих властивостей. Шкала вимірювань кількісної властивості є шкалою фізичної величини. Шкала фізичної величини — це впорядкована послідовність значень фізичної величини, прийнята за угодою на підставі результатів точних вимірювань. Терміни і визначення теорії шкал вимірювань наведені в документі МИ 2365–96.

Відповідно до логічної структури прояву властивостей розрізняють п'ять основних видів шкал вимірювань.

1. Шкала найменувань (шкала класифікації). Такий вид шкали використовуються для класифікації об'єктів, властивості яких виявляються тільки відносно еквівалентності. Ці властивості не можна вважати фізичними величинами, тому шкали такого виду не є шкалами фізичних величин. Це найпростіший тип шкал, заснований на приписуванні якісним властивостям об'єктів чисел, що відіграють роль найменувань. Оскільки даний вид шкали характеризуються тільки відносинами еквівалентності, то в них відсутні поняття нуля, «більше» або «менше» і одиниці вимірювання. Прикладом шкал найменувань є атласи кольорів, призначені для ідентифікації кольору.

2. Шкала порядку (шкала рангів). Якщо властивість даного об'єкту проявляє себе відносно еквівалентності і порядку за збільшенням або зменшенням кількісного прояву властивості, то для нього може бути побудована шкала порядку. Вона є монотонно зростаючою або убуючою і дозволяє встановити відношення більше/менше між величинами, що характеризують вказану властивість. В шкалах порядку існує або не існує нуль. В цьому виді шкал не можна ввести одиниці вимірювання, оскільки для них не встановлено відношення пропорційності і, відповідно, відсутня можливість визначення в скільки разів більше або менше конкретні прояви властивості. Визначення значення величин за допомогою шкал порядку не можна вважати вимірюванням, оскільки на цих шкалах не можуть бути введені одиниці вимірювання. Операцію по приписуванню числа необхідній величині слід вважати оцінюванням. Оцінювання за шкалами порядку є неоднозначним і вельми умовним.

У випадках, коли рівень пізнання явища не дозволяє точно встановити відносини, існуючі між величинами даної характеристики, або вживання шкали зручне і достатнє для практики, використовують умовні (емпіричні) шкали порядку. Умовна шкала — це шкала фізичної величини, початкові значення якої виражені в умовних одиницях. Прикладом шкал порядку шкала в'язкості Енглера, шкала Бофорта для вимірювання сили вітру.

Широко використовуються шкали порядку з нанесеними на них реперними точками. До таких шкал, наприклад, відноситься шкала Мооса для визначення твердості мінералів, яка містить 10 реперних мінералів з різними умовними числами твердості: тальк — 1; гіпс — 2; кальцій — 3; флюорит — 4; апатит — 5; ортоклаз — 6; кварц — 7; топаз — 8; корунд — 9; алмаз — 10.

3. Шкала інтервалів (шкала різниць). Шкали застосовуються для явищ та процесів, властивості яких задовольняють відносинам еквівалентності, порядку і адитивності. Шкала інтервалів складається з однакових інтервалів, має одиницю вимірювання і довільно вибраний початок — нульову точку. До таких шкал відносяться, наприклад, температурні шкали Цельсія, Кельвіна Фаренгейта і Реомюра.

4. Шкала відносин. Шкали описують властивості емпіричних явищ та процесів, які задовольняють відносинам еквівалентності, порядку і адитивності, а у ряді випадків і пропорційності. Їх прикладами є шкала маси, термодинамічної температури.

5. Абсолютні шкали. Під абсолютними розуміють шкали, що володіють всіма ознаками шкал відносин, але додатково мають природне однозначне визначення одиниці вимірювання, і не залежні від прийнятої системи одиниць вимірювання. Такі шкали відповідають відносним величинам: коефіцієнту посилення, ослаблення тощо.

7.2 Система фізичних величин та їх одиниці вимірювання

В процесі проведення енергетичного аудиту енергоаудитор має справу з різноманітними властивостями явищ та процесів. Опис властивостей явищ та процесів проводиться за допомогою фізичних величин. З метою встановлення відмінностей для кожного явища та процесу вводиться поняття розміру та значення.

Розмір фізичної величини — цей кількісний вміст в даному явищі чи процесі властивості, відповідної поняттю «фізична величина».

Значення фізичної величини набувають в результаті її вимірювання або обчислення відповідно до основного рівняння вимірювання.

В Україні використовується система одиниць СІ, що введена ГОСТ 8.417-81. Як основні одиниці прийняті метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль і канделла (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 - Основні і додаткові одиниці фізичних величин СІ

Назва фізичної величини	Назва одиниці	Позначення	
		в Україні	міжнародне
Основні			
Довжина	метр	м	m
Маса	кілограм	кг	kg
Час	секунда	с	s
Сила електричного струму	ампер	А	A
Термодинамічна температура	кельвін	К	K
Кількість речовини	моль	моль	mol
Сила світла	канделла	кд	cd

Назва фізичної величини	Назва одиниці	Позначення	
		в Україні	міжнародне
Додаткові			
Плоский кут	радіан	радій	rad
Тілесний кут	стерадіан	ср	sr

Похідна одиниця – це одиниця фізичної величини, утвореної відповідно до рівнянь, що пов'язують її з основними одиницями. Похідні одиниці системи СІ, що мають власну назву, наведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 - Похідні одиниці системи СІ, що мають спеціальну назву

Назва фізичної величини	Назва одиниці	Позначення одиниці
Частота	герц	Гц
Сила, вага	ньютон	Н
Тиск, механічна напруга	паскаль	Па
Енергія, робота, кількість теплоти	джоуль	Дж
Потужність	ват	Вт
Кількість електрики	кулон	Кл
Електрична напруга, потенціал, електрорушійна сила	вольт	В
Електрична ємність	фарада	Ф
Електричний опір	ом	Ом
Електрична провідність	сіменс	См
Потік магнітної індукції	вебер	Вб
Магнітна індукція	тесла	Тл
Індуктивність	генрі	Гн
Світловий потік	люмен	лм
Освітленість	люкс	лк

Одиниці фізичної величини поділяються на системні і позасистемні. *Системна одиниця* – одиниця фізичної величини, що входить в одну з прийнятих систем. Всі основні, похідні, кратні і часткові одиниці є системними. *Позасистемна одиниця* – це одиниця фізичної величини, що не входить ні в одну з прийнятих систем одиниць. Основні позасистемні одиниці, що використовуються в процесі проведення енергетичного аудиту, наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Позасистемні одиниці, що допускаються до вживання нарівні з одиницями СІ

Назва фізичної величини	Назва одиниці вимірювання	Позначення одиниці
Маса	тонна	т
Час	хвилина	хв
	година	год
	доба	доба
Об'єм	літр	л
Площа	гектар	га
Повна потужність	вольт-ампер	ВА
Реактивна потужність	вар	вар

Розрізняють кратні і часткові одиниці фізичної величини. Кратна одиниця – це одиниця фізичної величини, в ціле число раз перевищуюча системну або позасистемну одиницю. Наприклад, одиниця довжини кілометр рівна 10^3 м, тобто кратна метру. Часткова одиниця – одиниця фізичної величини, значення якої в ціле число раз менше системної або позасистемної одиниці. Наприклад, одиниця довжини міліметр рівна 10^{-3} м, тобто є частковою. Префікси для утворення кратних і часткових одиниць наведені в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4 - Множники і префікси для утворення десяткових кратних і часткових одиниць і їх назви

Множник	Префікс	Позначення префіксу		Множник	Префікс	Позначення префіксу	
		міжна-родне	українсь-ке			міжна-родне	українсь-ке
10^{18}	екса	Е	Е	10^{-1}	деци	d	д
10^{15}	пета	Р	П	10^{-2}	санти	с	с
10^{12}	тера	Т	Т	10^{-3}	мілі	m	м
10^9	гіга	G	Г	10^{-6}	мікро	μ	мк
10^6	мега	М	М	10^{-9}	нано	n	н
10^3	кіло	k	к	10^{-12}	піко	p	п
10^2	гекто	h	г	10^{-15}	фемто	f	ф
10^1	дека	da	да	10^{-18}	атто	a	а

7.3 Класифікація вимірювань

Вимірювання – це процес, у результаті якого визначається значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. Результатом вимірювання є деяке число прийнятих для даної фізичної величини одиниць, яке дає кількісну інформацію відносно властивостей вимірюваної фізичної величини.

Вимірювання під час проведення енергетичного аудиту не є самоціллю. Вони проводяться тоді, коли є потреба доповнити або перевірити статистичні показники по об'єкту енергетичного аудиту, а також під час необхідності визначення кількісно-якісні сторони роботи окремих споживачів енергії, що в більшості випадків має місце під час проведення специфічного енергетичного аудиту.

Для виконання вимірювань треба мати міри і вимірювальний прилад.

Міра – це дійсне відтворення одиниці вимірюваної фізичної величини з визначеною заздалегідь точністю.

Вимірювальний прилад – засіб вимірювальної техніки, який призначений для видачі кількісної інформації відносно вимірюваної величини в доступній для сприймання формі.

За формою отримання результату вимірювання підрозділяються на:

- прямі;
- непрямі;
- сукупні.

За терміном проведення розрізняють такі види вимірювань:

- разові;
- періодичні;
- безперервні з обмеженням у часі;
- безперервні з періодичною видачею інформації.

За кількістю одночасно вимірюваних показників одного характеру на:

- одноточкові;
- багатоточкові.

За кількістю одночасно вимірюваних показників різного характеру на:

- однофункціональні;
- багатфункціональні.

За кількістю одночасно задіяних агрегатів, споживачів ПЕР на:

- одноагрегатні;
- багатоагрегатні.

За характером вимірювального процесу на:

- статичні;
- динамічні.

Під час прямих вимірювань вимірюване значення фізичної величини визначається безпосередньо з експериментальних даних; у більшості випадків

під час проведення енергетичного аудиту використовуються прямі вимірювання.

Під час непрямих вимірювань вимірюване значення фізичної величини визначається за результатами прямих вимірювань інших величин, зв'язаних із шуканою величиною відомою математичною залежністю, непрямі вимірювання використовуються під час проведення енергетичного аудиту.

Під час сукупних вимірювань вимірювані значення декількох фізичних величин, отриманих на основі прямих і непрямих вимірювань інших величин при різних їх сполученнях, визначаються шляхом послідовного розв'язання системи рівнянь; сукупні вимірювання можуть використовуватися в окремих випадках.

Разові одноточкові однофункціональні вимірювання проводяться для перевірки правильності роботи існуючих на підприємстві устаткування, для отримання показників одного параметра статичного режиму роботи окремого споживача енергії. В першому випадку, наприклад, треба перевірити правильність показника амперметра, що встановлений у комплектному розподільчому пристрої; при правильності показань у подальшому можна використовувати встановлений амперметр. В другому випадку, наприклад, можна вважати режим роботи насоса стаціонарним, і одне вимірювання продуктивності насоса може бути використане в подальших розрахунках.

Разові одноточкові багатфункціональні вимірювання пов'язані з використанням спеціальних вимірювальних приладів, наприклад, спеціалізовані прилади дають змогу одночасно вимірювати напругу, струм, активну і реактивну потужність двигуна.

Разові багатоточкові однофункціональні вимірювання дозволяють визначити розподіл загального енергоспоживання по окремих складових, що характерно для складання балансу енергоспоживання.

Періодичні вимірювання використовуються для статичного процесу з метою точного визначення середньої величини, а також для побудови графіка роботи динамічного процесу за визначений інтервал часу, наприклад, для визначення навантаження через визначені проміжки часу для побудови добового графіка навантаження.

Безперервні вимірювання з обмеженням у часі використовуються для установок з циклічним режимом роботи зі змінним динамічним режимом протягом циклу, при цьому вимірювання можуть мати багатфункціональний характер.

Безперервні вимірювання з періодичною видачею інформації дають загальну характеристику енергоспоживання як по окремому об'єкту, так і по його підрозділах, і в більшості випадків забезпечуються автоматизованими керованими системами контролю.

Під час статичних вимірювань вимірювана величина приймається незалежною від часу, тобто беззмінною, в крайньому разі, протягом терміну

вимірювань, наприклад, потік води в трубопроводі при сталому навантаженні насоса тощо.

Метою динамічних вимірювань є визначення миттєвих значень фізичних величин або їх зміни в часі, наприклад, вимірювання за допомогою осцилографа або самописного приладу.

7.4 Модель та види вимірювань

Для оцінювання стану об'єктів енергетичного аудиту з точки зору споживання ПЕР проводять вимірювання параметрів режимів споживання ПЕР за допомогою засобів вимірювальної техніки.

В найпростішому випадку модель вимірювання наведена на рисунку 7.2 і може бути описана функціональною залежністю зміни вихідного сигналу y від зміни вхідного сигналу x , як $y = f(x)$.

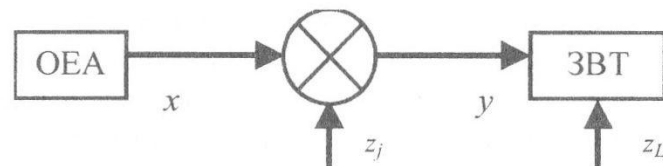


Рисунок 7.2 – Модель вимірювання
ОЕА – об'єкти енергетичного аудиту.
ЗВТ – засоби вимірювальної техніки.

В процесі вимірювань виникають різні зовнішні і внутрішні перешкоди z_i, z_j, \dots , які вносять похибку в результат вимірювання. Причому кожна із перешкод має свою густину імовірності $f(x), f(y), f(z)$.

Для проведення вимірювань необхідно здійснювати заходи з планування вимірювань: аналіз вимірювальної задачі із з'ясуванням можливих джерел похибок; вибір показників точності вимірювань; вибір числа вимірювань, методу і засобів вимірювальної техніки; формулювання базисних даних для розрахунку похибок; розрахунок окремих складових і загальної похибки; розрахунок показників точності і зіставлення їх з вибраними показниками.

В цілому всі ці питання повинні бути відображені в методиці проведення вимірювань. Причому слід віддавати перевагу інженерним (спрощеним) методам розрахунку, але ступінь складності методики проведення вимірювань повинен бути адекватна можливому ступеню неточності початкових даних.

Види вимірювань визначаються фізичним характером вимірюваної величини, необхідною точністю вимірювання, необхідною швидкістю вимірювання, умовами і режимом вимірювань тощо.

Найбільш часто в енергетичному аудиті використовуються прямі вимірювання. Під час прямих вимірювань значення величини, що визначається, знаходять з дослідних даних шляхом експериментального порівняння.

Якщо вимірювальна величина визначається на підставі відомої залежності між цією величиною і величинами, які визначені прямим вимірюванням, то таке вимірювання називається непрямим.

Сукупні вимірювання – це вимірювання, що здійснюються шляхом одночасного вимірювання декількох однойменних величин, одержуваних в результаті прямих вимірювань. При цьому шукане значення знаходять рішенням системи рівнянь.

Сумісними вимірюваннями називають прямі і непрямі вимірювання двох або декількох неоднойменних величин, що виконуються одночасно. Метою цих вимірювань є знаходження функціонального зв'язку між величинами.

7.5 Похибки вимірювань

Під час практичного виконання тих або інших вимірювань важливо оцінити їх точність. Термін «точність вимірювань», визначає ступінь наближення результатів вимірювання до деякого дійсного значення. Для кількісної оцінки використовується поняття «похибка вимірювань».

Кількість чинників, що впливають на точність вимірювання, достатньо велика. Класифікація похибок вимірювання залежно від умов вимірювального процесу наведена на рисунку 7.3.



Рисунок. 7.3 - Класифікація похибок вимірювань

Розглянемо визначення основних похибок вимірювання, що мають місце в процесі проведення вимірювань параметрів режимів споживання ПЕР об'єктами енергетичного аудиту.

Похибка вимірювання $\Delta x_{вим}$ — це відхилення результату вимірювання x від дійсного $x_i(x_d)$ значення вимірюваної величини:

$$\Delta x_{вим} = x - x_d$$

Залежно від форми виразу розрізняють абсолютну, відносну і приведену похибки вимірювання.

Абсолютна похибка визначається як різниця $\Delta = x - x_i$ або $\Delta = x - x_d$, а відносна — як відношення

$$\delta = \pm \frac{\Delta}{x} 100\% \text{ або } \delta = \pm \frac{\Delta}{x_d} 100\%.$$

Приведена похибка $\gamma = \pm \frac{\Delta}{x_N} 100\%$, де x_N — нормоване значення величини.

Наприклад, $x_N = x_{max}$, де x_{max} — максимальне значення вимірюваної величини.

Як істинне значення під час багаторазових вимірювань параметра виступає середнє арифметичне значення \bar{x}

$$x_n \approx \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (7.2)$$

Величина x , одержана в одній серії вимірювань, є випадковим наближенням до x_n . Для оцінки її можливих відхилень від x_n визначають середньоквадратичне відхилення (СКВ)

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}. \quad (7.3)$$

Для оцінки розсіювання окремих результатів x_i , вимірювання щодо середнього \bar{x} визначають середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \text{ при } n \geq 20 \text{ або } \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \text{ при } n < 20 \quad (7.4)$$

Залежно від характеру прояву, причин виникнення і можливостей усунення розрізняють систематичну і випадкову складові похибки вимірювань, а також грубі похибки (промахи).

Систематична складова Δ_p залишається постійною або закономірно змінюється під час повторних вимірювань одного і того ж параметра.

Випадкова складова Δ° змінюється під час повторних вимірювань одного і того ж параметра випадковим чином.

Грубі похибки (промахи) виникають через помилкові дії енергоаудитора, несправності засобів вимірювальної техніки або значних змін умов вимірювань. Як правило, грубі похибки виявляються в результаті оброблення результатів вимірювань за допомогою спеціальних критеріїв.

Випадкова і систематична складові похибки вимірювання виявляються одночасно.

Значення випадкової похибки наперед невідоме, воно виникає через безліч різних чинників.

Випадкові похибки не можна виключити повністю, але їх вплив може бути зменшено під час оброблення результатів вимірювань. Для цього повинні бути відомі імовірнісні та статистичні характеристики: закон розподілу, математичне очікування, СКВ, довірна імовірність і довірчий інтервал. Часто для попереднього оцінювання закону розподілу параметра режиму споживання ПЕР використовують відносну величину СКВ — коефіцієнт варіації:

$$v_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \text{ або } v_x = \left(\frac{\sigma_x}{\bar{x}}\right) 100\%. \quad (7.5)$$

Наприклад, при $v_x \leq 0,33, \dots, 0,35$ можна вважати, що розподіл випадкової величини підкоряється нормальному закону.

Для зменшення випадкової похибки є два шляхи: підвищення точності вимірювань і збільшення числа вимірювань. Вважаючи, що всі можливості

вдосконалення засоби вимірювальної техніки використані, розглянемо другий шлях.

Найвірогідніша похибка Δ_B окремого вимірювання визначається по формулі

$$\Delta_B = 0,67 \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cong \frac{2}{3} \sigma. \quad (7.6)$$

Аналіз формули (7.6) показує, що із збільшенням n величина Δ_B швидко зменшується лише до $n=5, \dots, 10$. Отже, збільшення числа вимірювань на одному режимі понад 5...10 недоцільно.

Число вимірювань можна вибрати з даних таблиці 7.5 або по одній з формул:

$$n = (t_p \sigma_x / 0,5 \Delta_c)^2;$$

$$n \geq 2(1 - n_{OT}) / (1 - P),$$

де n_{OT} — число експериментальних результатів, що відкидаються. З урахуванням коефіцієнтів Стьюдента можна оцінити відносну похибку окремого вимірювання як $\delta_i = \frac{t_p \sigma_x}{\bar{x}}$ середнього значення $\delta_x = \frac{t_p \sigma_x}{\bar{x} \sqrt{n}}$.

Таблиця 7.5 - Необхідне число вимірювань при нормальному законі розподілу випадкової величини (при $P=0,95$)

Відносна похибка, δ	Коефіцієнт варіації, v			
	0,20	0,25	0,30	0,35
0,05	61	96	140	190
0,10	18	26	34	47
0,15	11	13	18	23
0,20	6	8	11	14
0,25	5	6	8	10

Суб'єктивні систематичні похибки пов'язані з особистими якостями енергоаудитора. Як правило, ця похибка виникає через помилки у відліку показів (приблизно 0,1 поділки шкали) і недосвідченості енергоаудитора. В основному ж систематичні похибки виникають через методичну і інструментальну складові.

Методична складова похибки обумовлена недосконалістю методу вимірювання, прийомами використання засобів вимірювальної техніки, некоректністю розрахункових формул і округлення результатів.

Інструментальна складова похибки обумовлена власною похибкою засобів вимірювальної техніки, що визначається класом точності, впливом засобів вимірювальної техніки на результат і обмеженої роздільної здатності засобів вимірювальної техніки.

7.6 Виявлення та виключення грубих похибок

Грубі похибки вимірювань (промахи) можуть сильно спотворити величини середнього значення, СКВ та довірчий інтервал, тому їх виключення з результатів вимірювань обов'язкове. Звичайно вони відразу помітні у ряді отриманих результатів вимірювань, але у кожному конкретному випадку це необхідне довести. Існує ряд критеріїв для оцінки промахів.

Критерій 3σ . В цьому випадку вважається, що результат, що виникає з вірогідністю $P \leq 0,003$, малоїмовірний і його можна кваліфікувати промахом, тобто сумнівний результат x_i відкидається, якщо

$$|\bar{x} - x_i| > 3\sigma.$$

Величини \bar{x} і σ обчислюють без урахування x_i . Даний критерій надійний при числі вимірювань $n \geq 20, \dots, 50$.

Якщо $n < 20$, доцільно застосовувати **критерій Романовського**. При цьому обчислюють відношення $\left| \frac{\bar{x} - x_i}{\sigma} \right| = \beta$ і набуте значення β порівнюють з теоретичним β_T — при вибраному рівні значущості P за таблицею 7.6.

Таблиця 7.6 — Значення рівню значущості $\beta_T = f(n)$

Вірогідність, P	Число вимірювань						
	$n=4$	$n=6$	$n=8$	$n=10$	$n=12$	$n=15$	$n=20$
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	2,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

Звичайно вибирають $P=0,01-0,05$, і якщо $\beta \geq \beta_T$, то результат відкидають.

Приклад 1. Під час діагностики паливної системи автомобіля результати п'яти вимірювань витрати палива склали 22, 24, 26, 28 і 48 л/100 км. Останній результат ставимо під сумнів.

$$\bar{x} = \frac{22 + 24 + 26 + 28}{4} = 25 \text{ л/100 км};$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{3^2 + 1^2 + (-1)^2 + (-3)^2}{4-1}} = 2,6 \text{ л/100 км}.$$

Оскільки $n < 20$, то за критерієм Романовського при $P=0,01$ і $n=4$, $\beta_T = 1,73$:

$$\beta = \frac{|25 - 48|}{2,6} = 8,80 > 1,73.$$

Критерій свідчить про необхідність відкидання останнього результату.

Якщо число вимірювань невелике (до 10), то можна використовувати критерій Шовіне. В цьому випадку промахом вважається результат x_i , якщо різниця $|\bar{x} - x_i|$ перевищує значення σ , приведені нижче залежно від числа вимірювань:

$$|\bar{x} - x_i| > \begin{cases} 1,6\sigma & \text{при } n = 3 \\ 1,7\sigma & \text{при } n = 6 \\ 1,9\sigma & \text{при } n = 8 \\ 2,0\sigma & \text{при } n = 10 \end{cases}$$

Приклад 2. Вимірювання сили струму дало наступні результати: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,20; 10,40 А. Необхідно перевірити, чи не є промахом значення 10,40 А?

Обробивши дані, набудемо значення:

$$\bar{x} = 10,16 \text{ А}; \sigma = 0,094 \text{ А}.$$

За критерієм Шовіне визначимо $|10,16 - 10,40| = |0,24| > 2 \cdot 0,094$. Тому результат 10,40 є промахом.

7.7 Загальні аспекти вимірювання в енергетичному аудиті

Інструментальне обстеження

Інструментальне обстеження застосовується для поповнення недостатньої інформації, яка необхідна для оцінки ефективності використання енергоносіїв, що споживаються.

Системи електропостачання

У систему електропостачання входять понижуючі підстанції, електричні мережі напругою до і вище 1000 В і електроприймачі. Складається схема електропостачання організації. Схема складається від точки розділу з організацією енергопостачання до електроприймачів. На схемі електропостачання намічаються точки, в яких необхідно провести виміри. Такими точками є вводи в організацію і вводи в окремі будівлі організації.

Для вимірювань можуть бути використані наявні в системах електропостачання вимірювальні пристрої або пристрої організації, що проводить обстеження.

Вимірювальна апаратура повинна задовольняти наступним загальним вимогам:

- всі прилади повинні бути повірені і мати атестацію органів Держстандарту;

- похибка вимірювання параметрів повинна складати не більше:

- по витратах електроенергії 1,5%;
- по вимірюванню струмів 5%;
- по показникам якості електроенергії:

відхилення напруги	±0,5%;
доза флікера	±5%;
коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги	±10%;
коефіцієнт несиметричності напруги по зворотній послідовності	±0,3%;
коефіцієнт несиметричності напруги по нульовій послідовності	±0,5%.

Вимірюються наступні параметри:

- 1) витрати активної і реактивної енергії через кожну годину протягом доби;
- 2) показники якості електричної енергії (відхилення, коливання, несиметрія і несинусоїдальність напруги) протягом доби;
- 3) струми навантаження електричних мереж, трансформаторів і електроприймачів;
- 4) час вмикання і вимикання електроприймачів протягом доби.

Струми навантаження електричних мереж, трансформаторів і електроприймачів записуються протягом години в період максимуму навантаження. Витрати активного і реактивного навантаження записуються на вводах в організацію і вводах окремих будівель організації. Показники якості електричної енергії записуються на вводах в будівлі.

Основними приладами, які можуть використовуватися для дослідження систем електропостачання, є: токовимірювальні кліщі, електричні лічильники, інформаційно-вимірювальні системи, аналізатори якості електричної енергії. Враховуючи великий об'єм досліджень і обробки, бажано в першу чергу використовувати портативні мікропроцесорні аналізатори електроспоживання типів AR.4M, AR.5 і інші.

Системи освітлення

Основна частина інструментального обстеження зводиться до вимірювання освітленості від штучних і природних джерел світла на нормованих поверхнях. Ці вимірювання проводяться за допомогою люксметрів вітчизняного і імпортного виробництва.

Мета інструментального обстеження в системах освітлення полягає у визначенні основних параметрів, що впливають на електроспоживання. Такими параметрами є:

- середня освітленість робочої поверхні;
- коефіцієнт природного освітлення (КПО);
- рівень напруги в мережі живлення; коефіцієнт віддзеркалювання стін, стелі, робочих поверхонь;
- час використання штучного освітлення.

При проведенні інструментального обстеження спочатку проводиться аналіз освітлювальних установок на відповідність до проекту. Особлива увага надається перевірці укомплектованості світильників захисними пластинами зі скла, екрануючими ґратками і сітками, на відповідність ламп потужності, вказаної в проекті, а також правильності розташування світильників. Фіксується раціональність застосованих світильників і їх технічний стан: ступінь заповищеності, укомплектованість.

Перед вимірюванням освітленості вибирають і наносять на план приміщення контрольні точки для вимірювання освітленості; їх необхідно розміщувати в центрі приміщення, біля його стін, під світильниками, між світильниками і їх рядами, а також рівномірно по площі вимірюваної поверхні. Число контрольних точок для вимірювання освітлювання повинно бути не менше 5. Освітленість необхідно вимірювати на площині, вказаній в нормах освітленості.

Системи опалювання, гарячого водопостачання, вентиляції і кондиціонування

За видом джерел теплової енергії обстежувані організації можуть бути трьох типів:

- 1) з власною котельнею,
- 2) з живленням тепловою енергією від теплових мереж міста,
- 3) з власною котельнею і живленням ряду будівель від теплових мереж міста.

Підведення теплової енергії для організацій другого типу проводиться на теплові пункти (абонентські вводи), які можуть бути індивідуальними (ІТП), обслуговуючими одну будівлю, і централізованими (ЦТП), обслуговуючими групу будівель.

Для вимірювання можуть бути використані встановлені в організації вимірювальні прилади (теплотлічильники, манометри, термометри та ін.), а при їх відсутності - переносні портативні прилади.

Похибка вимірювання не повинна перевищувати для:

- витрат 2,5%;
- тиску 0,1 кгс/см²;
- температур 0,1 °С.

В процесі енергоаудиту визначаються фактичні значення основних параметрів (витрата тепла, мережевої води, температура і тиск) в точках, які порівнюються з розрахунковими значеннями цих параметрів і виявляються причини розходження розрахункових і фактичних величин.

Вимірювання витрат. Для вимірювання можуть бути використані встановлені в ІТП стаціонарні прилади, зокрема ті, що входять до складу теплотлічильників, дозволяючи визначити миттєві значення витрат води: вимірювальні діафрагми, прилади турбінного або крильчатого типу, а також електромагнітні, вихрові або ультразвукові витратоміри. За відсутності стаціонарних витратомірів можуть бути використані переносні ультразвукові

витратоміри з накладними датчиками вітчизняного або зарубіжного виробництва.

Вимірювання тиску. В якості вимірювальних приладів можуть бути використані зразкові пружинні манометри. При організації автоматизованої системи вимірювань в якості датчиків тиску або перепаду тиску можуть використовуватися датчики МТ-100 або датчики тиску концерну «Метран», а також апаратура аналогічного типу зарубіжного виробництва, наприклад цифрові манометри серії С95 фірми COMARK.

Вимірювання температури. Можуть бути використані ртутні термометри з ціною поділки 0,1 °С, встановлювані в наявних на трубопроводах термометричних гільзах, або термометри, що входять до складу теплотлічильників вузлів обліку за наявності вторинної показуючої апаратури. Для вимірювання температури за відсутності вимірювальної апаратури на ІТП слід використовувати стандартні термоелектричні перетворювачі і термометри опору з вторинними показуючими і реєструючими приладами. За відсутності в точках вимірювання термометричних гільз вимірювання можуть бути проведені з використанням датчиків поверхневого типу або інфрачервоних безконтактних термометрів, наприклад КМ 826, КМ 801/1000 (Данія) і інших фірм. Застосування датчиків поверхневого типу вимагає забезпечити щільний контакт датчика з очищеною від фарби і іржі поверхнею трубопроводу.

Проведення обстеження за допомогою звичних показуючих або записуючих приладів неефективне і дуже трудомістке, оскільки необхідна одночасна реєстрація великої кількості параметрів протягом тривалого часу. Тому для енергоаудиту слід в першу чергу використовувати мікропроцесорні портативні прилади з накопичувачами інформації.

Вимірювання в системах опалювання. При проведенні вимірювань параметрів системи опалювання для забезпечення стабільності цих параметрів слід другий ступінь підігрівача гарячого водопостачання перевести на змішану схему, якщо в звичному режимі вона включена по послідовній схемі.

Вимірюють наступні параметри:

- витрату мережевої води,
- температуру мережевої води,
- середню температуру повітря в опалюваних приміщеннях,
- тиск мережевої води.

Фактична витрата води на систему опалення може бути визначена одним з наступних способів залежно від наявних на установці вимірювальних приладів:

- безпосередньо за допомогою витратомірів,
- по відомому діаметру сопла елеватора і виміряному перепаду тиску перед соплом і у всмоктуючому патрубку елеватора.

Температуру повітря вимірюють в декількох приміщеннях, розташованих на різних поверххах і орієнтованих на різні сторони світу для можливості оцінки середньоарифметичної температури повітря в будівлі. Ця температура потрібна

для подальшого зіставлення фактичного і розрахункового навантажень системи опалювання.

Тиск вимірюють на вході P_1 , і виході P_2 з теплового пункту, P_{01} і P_{02} - до і після системи опалювання, а для незалежної системи опалення - також до і після підігрівача.

Оскільки добовий графік навантаження опалення достатньо стабільний, слід ввести вимірювання параметрів теплоносія протягом доби з інтервалом 2-3 години. Доцільно провести вимірювання протягом декількох днів з різними температурами зовнішнього повітря і відповідно температурами мережної води.

Виміри в системах гарячого водопостачання. У системі гарячого водопостачання слід вимірювати наступні параметри: витрата гарячої водопровідної води після другого ступеня підігрівача ПВ (G_{611}); температуру (по тракту водопровідної води на вході ПН і ПВ $t_{x.в.}, t_{П}, t_{x.в.}$; по тракту гріючої мережної води на вході і виході підігрівачів ПН і ПВ $t_{П}, t_1, t_{20}, t_2$); тиск по тракту водопровідної і мережної води до і після підігрівачів ПН і ПВ ($P_1, P_2, P_{н2}, P_{н11}, P_{н1}, P_{01}, P_{02}$).

Оскільки графік навантаження гарячого водопостачання має різко виражений нерівномірний характер, вимірювання всіх параметрів слід вести за допомогою портативних мікропроцесорних приладів з інтервалом вимірювання порядку 5 хвилин. Вимірювання слід проводити як в робочі, так і у вихідні дні.

Виміри в системах вентиляції і кондиціонування. Основними характеристиками, які повинні вимірюватися при інструментальному обстеженні систем вентиляції, є: коефіцієнти завантаження $k_{z.ф}$ і вмикання $k_{в.ф}$ вентиляторів; час роботи вентиляційних установок протягом доби $t_{р.ф}$, температуру повітря всередині приміщення $t_{вн}$, середню температуру зовнішнього повітря $t_{н.в}$, кратність повітрообміну m . Прилади і методи вимірювання цих характеристик описані вище.

Основними характеристиками, які повинні вимірюватися при інструментальному обстеженні систем кондиціонування будівель, є: розміри приміщень, відносна вологість повітря, температура повітря в приміщенні, швидкість повітрообміну, температура повітря, що подається влітку і взимку, температура зовнішнього повітря, інфільтрація повітря. Для вимірювання вологості і температури можна застосовувати прилад типу КМ 8004 (Великобританія) або аналогічні прилади інших фірм.

Системи водопостачання

Необхідно скласти схему водопостачання з вказівкою розмірів труб, насосів і їх характеристик і скласти список споживачів води. У системі водопостачання необхідно провести наступні виміри: витрата води, тиск, витоки і невиробничі втрати.

Для вимірювання можна використовувати встановлені в організації лічильники води, а при їх відсутності застосувати портативні переносні

прилади, наприклад, "Portaflow МК-ІІR" з накопичувачем інформації, "Squirrel 1003" та інші. Виміри проводити з інтервалом не менше однієї доби. Необхідно також провести вимірювання робочих характеристик насосів: коефіцієнтів включення і коефіцієнтів завантаження, вивчити їх системи регулювання витрат і тиску.

Похибка вимірювання не повинна перевищувати для:

- витрат 2,5 %;
- тиску 0,1 кгс/см².

В процесі енергоаудиту визначаються фактичні значення основних параметрів (витрата води за добу, тиск), які зіставляються з розрахунковими значеннями цих параметрів і визначаються причини розбіжності розрахункових і фактичних величин. Методи вимірювання тиску і витрати аналогічні вимірюванням, наведеним раніше.

Оскільки графік навантаження холодного водопостачання має різко виражений нерівномірний характер, вимірювання всіх параметрів слід вести за допомогою портативних мікропроцесорних приладів з інтервалом вимірювання приблизно 5 хвилин. Вимірювання слід проводити як в робочі, так і у вихідні дні.

Розділ 8
ТИПОВІ ОБ'ЄКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

8.1 Система електропостачання

Об'єктами енергетичного аудиту є головні понижувальні підстанції, розподільчі пристрої, трансформаторні підстанції, електричні мережі напругою до 1000 В і вище, режим електроспоживання, система обліку електричної енергії.

Задачами енергоаудитора є:

- визначення втрати в елементах системи електропостачання;
- визначення планової величини електроспоживання;
- визначення технологічної та аварійної броні;
- складення балансу електроспоживання як по об'єкту в цілому, так і по підрозділах з урахуванням видів навантаження (освітлення, силові й електротехнологічні споживачі до 1000 В і вище);
- оцінка ефективності електроспоживання;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- розробка рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Дії енергоаудитора включають:

- визначення наявної проектної документації та ознайомлення з нею;
- складання схеми електропостачання підприємства із зазначенням її параметрів і точок передбачуваних вимірів;
- складання карти електроспоживання;
- визначення величини електроспоживання і випуск продукції за технологіями, по цехах і підприємству в цілому;
- побудови добових графіків навантаження (осінньо-зимових і весняно-літніх);
- побудови річних графіків споживання активної і реактивної енергії;
- побудови балансів фінансових витрат з урахуванням зонної оплати за споживання активної енергії;
- визначення показників якості електроенергії;
- визначення ємнісних струмів витоку в мережах 6-10 кВ;
- здійснення вимірювання електричних навантажень на відгалужувальних лініях підстанцій для побудови добових графіків активної і реактивної енергії;
- здійснення вимірювання напруги, струмів, активної і реактивної потужності по окремим трансформаторам і відгалужувальним лініям;
- здійснення вимірювання температури контактних з'єднань і шин.

Документальна і вимірювальна інформація включає:

- проектні рішення по знижувальним підстанціям і електричним мережах підприємства, перспективи розвитку;
- звітну документацію;
- однолінійну схему підстанції з зазначенням параметрів трансформаторів, комутаційної апаратури, пристроїв компенсації реактивної потужності і приладів обліку електроенергії;
- однолінійну схему розподілу електроенергії по підприємству із зазначенням на ній параметрів ліній живлення (тип, переріз, довжина, спосіб прокладки);
- добові графіки активного і реактивного електричного навантаження;
- графік коефіцієнту потужності;
- експлуатаційно-ремонтну документацію;
- документацію на контрольно-вимірювальну апаратуру підстанцій і цехів.

Параметри, що вимірюються

Напруга, струм, опір, частота, активна і реактивна потужність, витрати активної і реактивної енергії за визначений період, коефіцієнт потужності, показники якості електроенергії.

Аналіз

- нерівномірності графіків електричних навантажень;
- питомого електроспоживання;
- балансів електроспоживання;
- рівня компенсації реактивної потужності;
- завантаження трансформаторів і кабелів;
- необхідності компенсації ємнісних струмів витоку;
- переходу на прогресивні тарифи на електроенергію;
- якості електроенергії.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- зміна графіка електричного навантаження підприємства й окремих потужних споживачів з урахуванням тарифів на електроенергію;
- підвищення завантаження трансформаторів (відключення одного з двох паралельно працюючих трансформаторів при недовантаженні);
- заміна недовантажених трансформаторів на трансформатори меншої потужності;
- регулювання коефіцієнта трансформації;
- перехід зовнішніх і внутрішніх мереж на підвищену напругу і реконструкція мереж;
- установка пристроїв компенсації реактивної потужності;
- установка фільтро-компенсуючих і симетруючих пристроїв для підвищення якості електроенергії;
- включення під навантаження резервних ліній електропередач;
- використання інших видів енергії;

- впровадження автоматизованої системи контролю та обліку енергоспоживання.

8.2 Система тепlopостачання

Об'єктами енергетичного аудиту є котельні (котли, бойлери, теплообмінники), теплові розподільні пункти, елементи системи паропостачання, елементи системи опалення, елементи системи гарячого водопостачання, розподільні теплові мережі, система керування тепlopостачанням, режим теплоспоживання, система обліку і контролю тепlopостачання.

Задачами енергетичного аудитора є:

- визначення втрати в елементах системи постачання гарячої води та пару;
- визначення планової величини теплоспоживання;
- визначення технологічної та аварійної броні;
- складання балансів теплоспоживання за технологіями, по підрозділам і підприємству в цілому;
- оцінка ефективності використання гарячої води і пару;
- визначення потенціалу економії теплоти;
- розроблення рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації і ознайомлення з нею;
- складання технологічної схеми котельні, системи гарячого водопостачання й опалення, системи паропостачання; визначення місця проведення вимірів;
- проведення зовнішнього огляду елементів системи тепlopостачання;
- визначення витрати теплоносіїв на тепlopунктах і температуру зворотної мережної води;
- визначення фактичних показників установок і технологій, що споживають гарячу воду та пару;
- визначення параметрів котельні (тип, установлену потужність, число часів і коефіцієнт використання установленої теплової потужності котельні, коефіцієнти навантаження котлів; наявність низькотемпературної сірчаноокислотної корозії в хвостових поверхнях водогрійних котлів);
- побудова графіку вироблення тепла* котельнею;
- визначення наявності:
 - підігрівача сирої води перед хімічним водоочищенням (температура сирої води перед хімічним водоочищенням повинні бути в межах 20 – 30°C);
 - підігрівачів хімічно очищеної води перед деаератором (деаераторами);
 - розширювачів безперервної продувки;
 - насосної вихідної води;

* Під терміном "тепло" слід розуміти воду, що використовується для опалення та гарячого водопостачання, а також пара.

- баків-акумуляторів сирої води, хімічно очищеної і мережної води;
- редуційно-охолоджувальних установок;
- редуційних установок.
- оцінка стану і характеристики насосного господарства котельні (тип і параметри насосів, наявність резерву);
- оцінка стану трубопроводів у теплової схемі:
 - секціонування головних паропроводів і трубопроводів живильної води;
- оцінка простоти схеми, її ремонтоздатність;
- оцінка відповідності трубопроводів забезпеченню заданих параметрів (тиску, витраті теплоносія);
- оцінка стану ізоляції на трубопроводах;
- оцінка наявності і рівня організації обліку приходу і витрати палива із зазначенням сертифіката на паливо, що надходить;
- оцінка якості і кількості палива, що приймається (зважування палива чи облік за накладними; наявності лабораторії по технічному аналізу палива чи використання послуг іншого підприємства; частота аналізу палива);
- складання схеми підігрівання мазуту і визначення температури підігрівання мазуту;
- визначення типу застосованих мазутних форсунок (механічні, паро-мазутні і т.п.);
- визначення параметрів пари, що відпускається, і конденсату, що повертається, відсоток повернення конденсату;
- визначення характеристики мережних насосів (кількість робочих і резервних насосів, відповідність параметрам теплової мережі, категорійність електроживлення);
- визначення способу регулювання тиску в зворотній теплової мережі і наявності резерву підживлюючих насосів;
- перевірка наявності експлуатаційно-ремонтної документації (паспорт на кожен котел, змінного і ремонтного журналів, виробничих інструкцій, посадових інструкцій по кожному робочому місцю, режимних карт по котлах, водопідготовці, інструкцій з експлуатації приладів автоматики, захисту і сигналізації, комплекту теплових схем по котельні та інші матеріали, плану по підготовці персоналу в галузі енергозбереження і журналу по перевірці знань).
- проведення розрахунку:
 - втрат з димовими газами;
 - втрат через стінки;
 - втрат із продувкою;
 - витрати теплоти на водопідготовку;
 - втрат теплоти в розподільній мережі в середині котельні;
 - уточненої кількості пара, виробленого в котельні;
 - втрат теплоти в розподільних мережах;

- споживання теплоти в системі гарячого водопостачання.
- складення загального теплового балансу;
- визначення виробленої кількості теплоти і пари;
- визначення витрати теплоти на технологію, опалення, гаряче водопостачання;
- визначення втрати теплоти в котельні, мережах розподілу;
- визначення витрати теплоти по підприємству в цілому.

*Документальна і вимірювальна інформація
Котли*

- проектна документація;
- експлуатаційно-ремонтна документація;
- звітна документація;
- режимні параметри;
- склад димових газів у різних точках;
- тиск у топці і тракці котла;
- температура води в різних точках;
- температура повітря;
- параметри пари;
- якість живильної і продувної води;
- температура зовнішніх поверхонь по всьому тракту;
- характеристика електроприводу насосів, вентиляторів і димососів.

Бойлери, теплообмінники

- звітна документація;
- вхідна і вихідна температури теплоносіїв;
- витрати і перепади тиску;
- зовнішня температура поверхні;
- стан ізоляції;
- коефіцієнт корисної дії;
- втрати теплоти.

Парові системи

- звітна документація:
- температура і тиск пари;
- наявність і стан конденсатовідвідників;
- стан ізоляції;
- наявність витоків;
- наявність повітря, неконденсованих газів, повернення конденсату.

Параметри, що вимірюються

Температура, тиск, витрата, рН, вміст у відхідних газах кисню, вуглекислого газу, оксиду сірки, хлору, метану, оксиду азоту та ін.

Аналіз

Котли, бойлери, теплообмінники

- відповідності вироблення котельнею теплоти тепловим навантаженням;
- надлишку повітря в топці;
- фактичного ККД;
- стану ізоляції котлів і теплопроводів;
- втрат теплоти випромінюванням;
- втрат з димовими газами і продувною водою;
- загального теплового балансу;
- присосів по тракту котла;
- рівня атмосферних викидів;
- системи автоматичного керування горінням і режимами роботи котельні.

Парові системи

- теплоізоляції і наявності витоків.

Можливі рекомендації з енергозбереження

Котли

- оптимізація режиму роботи котлів;
- оптимізація графіка роботи котлів;
- застосування автоматичних регуляторів;
- теплоізоляція зовнішніх поверхонь;
- ущільнення клапанів і тракту;
- забір повітря з приміщень котельні;
- впровадження безупинної автоматичної продувки;
- утилізація теплоти димових газів і продувної води;
- модернізація електроприводу насосів, вентиляторів і димососів.

Бойлери, теплообмінники

- промивання теплообмінника;
- ізоляція трубопроводів і зовнішніх поверхонь;
- установка пластинчастих теплообмінників.

Парові системи

- децентралізація теплових завіс;
- децентралізація гарячого водопостачання;
- покриття ізоляцією трубопроводу;
- відключення подачі пари на опалення влітку;
- усунення витоків;
- зниження тиску пари;
- забезпечення повернення конденсату під тиском;
- використання технологічних процесів з більш високими параметрами пари;
- виключення процесів і технологій без повернення конденсату;
- більш повне використання температури конденсату у водонагрівачах;
- очищення і повернення конденсату в цикл;
- заміна пари на перегріту воду, якщо дозволяють технологічні умови;
- поліпшення стану теплової ізоляції вимикаючої і регулюючої арматури;

- усунення пошкодження в трубопроводах;
- оптимізація режиму споживання пари технологічним застосування більш ефективного технологічного устаткування;
- вилучення парового опалення цехів;
- впровадження автоматизованої системи керування тепlopостачанням.

8.3 Система постачання стисненого повітря

Об'єктами енергетичного аудиту є компресорні установки, системи охолодження повітря, масла-, вологовидальювачі, трубопровідні мережі й арматура, повітрозбірники, градирні, фільтри, електропривод, режим вироблення стисненого повітря, система обліку стисненого повітря.

Задачами енергоаудитора є:

- визначення доцільності використання стисненого повітря;
- визначення втрати в елементах системи стисненого повітря;
- визначення планової величини споживання стисненого повітря;
- визначення питомого споживання стисненого повітря за технологіями, цехами і підприємством у цілому;
- оцінка ефективності споживання стисненого повітря;
- розроблення рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації і ознайомлення з нею;
- проведення зовнішнього огляду системи стисненого повітря;
- складення схеми розподілу стисненого повітря із зазначенням параметрів трубопровідної мережі і стисненого повітря, а також визначення точок передбачуваних вимірів;
- складення списку споживачів стисненого повітря;
- побудова добового графіка споживання стисненого повітря споживачами і підприємством у цілому;
- побудова річного графіка вироблення стисненого повітря;
- визначення витрати стисненого повітря і випуску продукції за технологіями, цехами і підприємством у цілому;
- визначення місця витоків стисненого повітря і їхній обсяг;
- здійснення вимірювання параметрів всмоктуваного і стисненого повітря;
- оцінка режиму роботи електроприводу компресора.

Документальна і вимірювальна інформація

- проектні рішення по компресорних станціях, перспективи розвитку;
- схема виробництва і розподілу стисненого повітря (параметри, спосіб і особливості прокладки міжцехових, магістральних, внутрішньоцехових повітропроводів; режими споживання стисненого повітря; тип, кількість, характеристики пневмоприймачів; вимоги споживачів до якості стисненого повітря);

- технічні характеристики основного і допоміжного устаткування, графіки тиску, графіки роботи і т.п.;
- техніко-економічні показники роботи;
- документація по контрольно-вимірювальним приладам і засобам автоматичного регулювання і захисту, обліку вироблення і витрати стисненого повітря;
- експлуатаційно-ремонтна документація;
- завантаження компресорів;
- витрата і тиск повітря на вході в систему;
- витрата і тиск повітря в споживача;
- наявність конденсату, його обсяг і величина витоків;
- витрата і температура охолодженої води на вході і виході системи охолодження компресора;
- обсяг підживлення системи охолодження компресора;
- величина витоків в системі охолодження компресора.

Параметри, що вимірюються

Тиск, витрата, температура, рівень шуму та ін.

Аналіз

- обсягу витоків;
- втрати тиску стисненого повітря;
- питомого споживання стисненого повітря;
- відповідності діаметрів повітропроводів витраті повітря;
- графіків вироблення і споживання стисненого повітря;
- можливостей регулювання продуктивності систем вироблення стисненого повітря;
- параметрів повітря, що подається до споживачів;
- системи регулювання вироблення стисненого повітря;
- ефективності розподілу стисненого повітря.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- заміна малопродуктивного чи морально застарілого, а також не завантаженого устаткування;
- створення замкнутої системи охолодження компресорних установок для забезпечення економії холодної води;
- попереднє сушіння (чи підігрів) стисненого повітря в споживача;
- усунення витоків через шланги і роздавальні вентилі;
- раціональне використання стисненого повітря;
- очищення чи заміна елементів фільтра всмоктувального трубопроводу;
- створення системи регулювання продуктивності при коливаннях витрати стисненого повітря;
- автоматизація відкриття всмоктувальних клапанів;
- зниження номінального робочого тиску компресорної установки;

- мінімізація різниці між виробленням і споживанням стисненого повітря підприємством;
- здійснення резонансного наддування поршневих повітряних компресорів;
- підігрів стисненого повітря перед пневмоприймачами;
- контроль за витокami стисненого повітря на окремих ділянках;
- усунення нещільностей у сальниках, трубопроводах, сполучній і запірній арматурі;
- відключення окремих ділянок чи усієї мережі стисненого повітря в неробочі години;
- заміна стисненого повітря іншими енергоносіями (там, де це доцільно);
- застосування економічних компресорів;
- використання регулювання режиму вироблення стисненого повітря;
- забезпечення теплової ізоляції трубопроводів зовнішньої установки;
- використання локальних (пересувних) компресорів для віддалених споживачів;
- використання повітрязбірників у технологіях з циклічним споживанням стисненого повітря;
- впровадження автоматизованої системи обліку стисненого повітря.

8.4 Системи вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування

Об'єктами енергетичного аудиту є вентиляційні установки, вентиляційні мережі, теплообмінники, калорифери, кондиціонери, фільтри, електропривод, режим роботи системи вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування.

Задачами енергоаудиторів є:

- визначення втрати в елементах системи вентиляції;
- визначення планової величини споживання повітря;
- визначення питомого споживання повітря за технологіями, цехами і підприємством у цілому;
- оцінка ефективності режиму роботи системи вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- розроблення рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Діями енергоаудиторів є:

- визначення наявності проектної документації та ознайомлення з нею;
- проведення зовнішнього огляду систем примусової вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування;
- складення схеми системи вентиляції із зазначенням параметрів вентиляційної мережі і вентиляторів і точок передбачуваних вимірів;
- визначення параметрів системи кондиціонування і їх розрахункових характеристик (із проекту будівлі);

- визначення параметрів і характеристики приміщень (розміри приміщення; температура, відносна вологість, швидкість повітря в приміщенні; літня та зимова температура повітря, що надходить до приміщення; повітрообмін; інфільтрація повітря);
 - побудова річного графіка середньодобової температури зовнішнього повітря;
 - побудова добового графіка електричного навантаження системи вентиляції і кондиціонування;
 - визначення фактичного режиму роботи і відповідність обраної системи кондиціонування характеристикам приміщення.
- Документальна і вимірювальна інформація*
- проектні рішення по системі і перспективи розвитку;
 - характеристика системи (фактичні коефіцієнти завантаження і включення, температура повітря в приміщенні, середня температура зовнішнього повітря, кратність повітрообміну, температури, відносної вологості, швидкості повітря, літньої та зимової температури повітря, що надходить до приміщення, температури зовнішнього повітря, повітрообміну й інфільтрації повітря);
 - експлуатаційно-ремонтна документація;
 - добовий графік роботи;
 - розміри приміщень.

Параметри, що вимірюються

Температура, вологість, швидкість, витрата повітря, час, лінійні розміри приміщень.

Аналіз

- розрахункового навантаження установок;
 - добового графіка роботи установок;
 - обсягу витоків;
 - можливостей регулювання продуктивності систем;
 - параметрів повітря, що надходить до споживачів;
 - ефективності розподілу повітря.
- Можливі рекомендації з енергозбереження*
- теплоізоляція трубопроводів, теплообмінників і арматури, усунення витоків;
 - впровадження центральних і індивідуальних регуляторів;
 - рекуперація вентиляційної теплоти;
 - виключення перегріву і переохолодження повітря;
 - мінімізація обсягів приточного і відпрацьованого повітря;
 - заміна старих вентиляторів новими, більш економічними;
 - впровадження економічних способів регулювання продуктивності вентиляторів;
 - блокування вентиляторів теплових завіс із пристроями відкривання і закривання воріт;

- вимикання вентиляційних установок в години обідніх перерв, перезмін і т.п.;
- усунення експлуатаційних дефектів і відхилень від проекту;
- зміна кута установки лопаток робочого колеса осьових вентиляторів;
- зняття лопаток з одного колеса двоступінчастого вентилятора;
- підвищення завантаження приводу вентилятора;
- облік природної тяги;
- впровадження автоматичного керування вентиляційними установками;
- використання регульованого електроприводу.

8.5 Система водопостачання і каналізації

Об'єктами енергетичного аудиту є насосні установки, нагнітальний і всмоктувальний трубопровід, засувка, зворотний і всмоктувальний клапан, насос, басейни, ємності для накопичення рідин (водозбірники, резервуари), режим роботи системи водопостачання, система обліку води.

Задачами енергоаудитора є

- визначення втрати в елементах системи водопостачання;
- визначення планового значення споживання води;
- визначення можливості роботи насосних установок як споживачів-регуляторів електричного навантаження;
- складення балансу споживання води по підрозділах;
- оцінка ефективності водовикористання;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- розроблення рекомендацій з впровадження заходів по економії води.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації по системі водопостачання, очисних споруд, вторинного використання води;
- проведення зовнішнього огляду насосної установки і трубопровідної мережі;
- складення схеми водопостачання і каналізації підприємства із зазначенням її параметрів і точок передбачуваних вимірів;
- складення технологічної схеми насосної станції з указаними на ній параметрами насосних установок;
- визначення технічної характеристики і параметрів мереж водопостачання і каналізації;
- одержання інформації про програму підприємства і його підрозділів по обсягам і номенклатурі продукції, що випускається, кількості, призначенню і розмірам, що акумулюють ємності, і періодичність зміни води;
- визначення відповідності діаметрів (типорозмірів) устаткування витратам води і стоків;
- вимірювання добової витрати води підприємством;
- визначення місця витоків води і їхній обсяг;

- побудова добового графіку споживання води підприємством;
- визначення наявності і типу приладів обліку, контролю і регулювання витрати води в цілому по підприємству і по підрозділах, документація по їх метрологічній атестації і перевірці;
- оцінка режиму роботи електроприводу кожної насосної установки.

Документальна і вимірювальна інформація

- проектні рішення по насосних станціях, перспективи розвитку;
- звітна документація;
- схема водопостачання і каналізації;
- технічні характеристики основного і допоміжного устаткування;
- техніко-економічні показники роботи системи;
- експлуатаційно-ремонтна документація;
- звітна інформація з витрати води на господарські, побутові і пожежні споживи;
- перелік і кількість водоспоживаючого і водовідвідного устаткування;
- строк роботи водоспоживаючого і водовідвідного устаткування;
- характеристики електроприводу насосів;
- витоки і непродуктивні втрати;
- якість води;
- оснащеність устаткування контрольно-вимірювальними приладами і засобами автоматичного регулювання витрати води.

Параметри, що вимірюються

Тиск, витрата, температура, рівень вібрації, електрична потужність, напруга.

Аналіз

- графіка споживання води;
- обсягів витоків;
- використання системи водопостачання як регулятора режиму електроспоживання;
- балансу водоспоживання;
- питомої витрати води;
- режиму роботи системи водопостачання і каналізації підприємства;
- невідповідності розрахункових і фактичних витрат води;
- системи обліку водоспоживання.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- усунення витоків, застосування економічної арматури;
- визначення відповідності параметрів насоса характеристикам трубопроводу;
- зменшення втрат напору в трубопроводі (очищення трубопроводу; ліквідація зайвої арматури, збільшення перерізу труб; паралельна робота резервного і нагнітального насосів; зміна конфігурації мережі);
- використання більш дешевої води (технічної, артезіанської, оборотної);

- застосування сухих градирень;
- для зниження витрати електроенергії на насосних установках необхідно:
 - замінити водоміри невідповідних діаметрів;
 - передбачити циркуляційні водопроводи для систем гарячого водопостачання в душових і ізолювати мережі системи гарячого водопостачання;
 - на введеннях установити контрольно-вимірювальні прилади;
 - перевести охолодження компресорів на оборотну систему з установкою дахових вентиляторних градирень;
 - засувки;
 - підвищити ККД насосів (заміна застарілих малопродуктивних насосів насосами з високим ККД; підвищення ККД насосів до паспортних значень; заміна насосних агрегатів з напірними характеристиками, що не відповідають фактичним напорам і подачам на інші агрегати; дотримання графіка планово-попереджувальних ремонтів);
 - організувати позапікове споживання насосних установок;
 - оптимізувати завантаження насосів (забезпечення максимальної подачі; регулювання роботи насоса напірною чи прийомною засувкою; зміна кількості працюючих насосів; зміна частоти обертання електродвигуна);
 - зменшити опір трубопроводів (ліквідація різких поворотів, несправностей засувок, засмічення всмоктувальних пристроїв);
 - застосувати регульований електропривод насосів.

8.6 Система холодопостачання

Об'єктами енергетичного аудиту є холодильні установки, трубопроводи, дроселі, конденсатори, випаровувачі, градирні; електропривод, режим роботи системи, автоматизована система керування.

Задачами енергоаудитора є:

- визначення втрати в системі холодопостачання;
- визначення питомого споживання холоду;
- визначення планової величини споживання холоду;
- складення балансу споживання холоду;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- розробка рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації й ознайомлення з нею;
- проведення зовнішнього огляду трубопроводів і холодильних установок;
- складення списку споживачів холоду;
- складення схеми транспортування холодоагенту із зазначенням її параметрів і точок передбачуваних вимірів;

- дослідження робочих параметрів холодильних установок, їхні режими роботи і завантаження;
- визначення місця витоків холодоагенту і їхній обсяг;
- складення схеми обмінних процесів;
- побудова добового графіка споживання холоду;
- дослідження характеристики електроприводів компресорів, вентиляторів і насосів.

Документальна і вимірювальна інформація

- проектні рішення по системі холодопостачання, перспективи її розвитку;
- експлуатаційно-ремонтна документація;
- схема системи холодопостачання, ємність системи, тип тепловідвідного пристрою, холодоагент, що використовується, наявність проміжного холодоагенту і його характеристика.

Параметри, що вимірюються

Температура, витрата, рівень вібрації, тиск.

Аналіз

- обсягів витоків;
- питомого споживання холоду;
- графіка вироблення холоду;
- характеристики електроприводів компресорів, вентиляторів і насосів, системи регулювання температури в споживача;
- дотримання параметрів холодильного циклу (настроювання дроселів), рівня рідини в конденсаторі і випаровувачі;
- наявності повітря в холодильному контурі;
- температури на вході і виході і витрати охолоджувальної води;
- стану градирень, трубопроводів і камер, обмерзання поверхні;
- величини підживлення охолоджувальної води.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- усунення повітря з холодоагенту і заповнення системи до потрібного рівня, очищення холодних поверхонь;
- теплоізоляція трубопроводів і камер;
- зниження витрати і величини підживлення охолоджувальної води;
- використання теплоти, що виділяється;
- установка систем регулювання температури;
- оптимізація вибору кількості одночасно працюючих компресорів;
- модернізація електроприводу компресорів.

8.7 Внутрішнє освітлення

Об'єктами енергетичного аудиту є система штучного освітлення, система природного освітлення, електричні освітлювальні пристрої, освітлювальна мережа, поверхні приміщень.

Задачами енергоаудитора є:

- визначення рівня освітлення;
- складення балансу електроспоживання освітлювальними установками;
- оцінка втрати напруги в системі освітлення;
- оцінка ефективності режиму роботи освітлювальних установок;
- визначення принципу регулювання освітлення;
- розробка рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації й ознайомлення з нею;
- оцінка проектних рішень по системі освітлення;
- визначення:
 - режиму роботи системи освітлення;
 - року встановлення світильників;
 - фактичного і нормованого рівня освітленості на робочій поверхні;
 - періодичності чищення світильників;
 - середній термін служби ламп;
- оцінка фактичного стану світильників (забруднення, технічний знос);
- побудова плану розміщення і схеми живлення освітлювальних установок (при її відсутності);
- оцінка стану системи регулювання освітленням і наявності регуляторів напруги;
- вимір рівня освітленості на робочих місцях, проходах і місцях загального користування;
- виміри добових графіків напруги на введеннях щитів живлення освітлення;
- вимірювання рівнів напруги на затискачах світильників;
- розрахунок річного електроспоживання освітлювальними установками підприємства в цілому;
- оцінка надійності живлення робочого і аварійного освітлення.

Документальна і вимірювальна інформація

- проектні рішення по системі освітлення (вид системи освітлення; розряд зорових робіт; тип і кількість встановлених світильників; тип, кількість і потужність освітлювальних установок; характеристика поверхонь приміщення (коефіцієнт відбиття підлоги, стелі і стін); вимоги до передачі кольору; розміри приміщень і висота підвісу світильників; характеристика приміщень по виділенню пилу; характеристика освітлювальної мережі (кількість групових ліній, а також кількість, матеріал і переріз жил групових ліній); дані про категорійність по електропостачанню системи освітлення;

- експлуатаційно-ремонтна документація;

Параметри, що вимірюються

Лінійні розміри приміщень, висота підвісу світильників, відстань між рядами світильників, освітленість, активна потужність, напруга.

Аналіз

- рівня фактичного освітлення;
- необхідності переходу на інші типи світильників;
- шляхів підвищення (зниження) рівнів напруги на затискачах світильників;
- ефективності використання встановлених освітлювальних установок;
- способів автоматизації системи освітлення.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- максимальне використання природного і місцевого освітлення;
- заміна неефективних світильників і ламп на більш економічні;
- секціонування освітлювальних мереж;
- фарбування внутрішніх приміщень у світлі відтінки;
- регулярне чищення світильників і вікон;
- установка енергоефективної пускорегулюючої апаратури;
- установка локальної системи керування освітленням (датчики присутності, таймери);
- автоматичне керування штучним освітленням.

8.8 Електротермічні установки

Об'єктами енергетичного аудиту є дугові установки, установки нагрівання опором, індукційні установки.

Задачами енергоаудитора є:

- складання балансу електроспоживання;
- оцінка ефективності електроспоживання;
- оцінка можливості роботи установок як споживачів-регуляторів електричного навантаження;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- розробка рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації та ознайомлення з нею;
- визначення переліку електротермічного устаткування, використаного в технологічних процесах;
- побудова графіка режиму роботи установки;
- побудова графіка споживання активної (реактивної) потужності за цикл роботи (добу);
- вибір параметрів оптимального режиму роботи установки;
- оцінка стану ізоляції (футерівки);

- оцінка теплових втрат печі;
- оцінка впливу роботи печі на якість електроенергії;
- оцінка рівня автоматизації.

Документальна і вимірювальна інформація

- проектні рішення по електротермічним установкам;
- експлуатаційно-ремонтна документація;
- режимні карти;
- графік активного і реактивного навантаження;
- вплив електротермічного устаткування на показники якості електроенергії.

Параметри, що вимірюються

Напруга; струм; активна і реактивна потужність (електроенергія); частота; коефіцієнт потужності; показники якості електроенергії; швидкість; час роботи; температура; маса; витрата.

Аналіз

- відповідності режиму роботи установки паспортним характеристикам;
- питомого електроспоживання;
- балансу електроспоживання;
- стану ізоляції;
- втрат;
- рівня механізації й автоматизації роботи печі.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- застосування автоматичних регуляторів;
- підвищення якості теплоізоляції;
- ущільнення заслінок.

Дугові сталеплавильні печі

- попередній підігрів шахти за рахунок тепла від утилізації;
- збільшення завантаження печі;
- удосконалювання підготовки шахти;
- зниження електричних втрат за рахунок:
 - забезпечення оптимальної густини струму в елементах вторинного струмопроводу;
 - зменшення опору електричних контактів;
 - зменшення опору електродної свічі;
 - оптимізація схеми короткої мережі;
 - установка фільтро-компенсуючих пристроїв;
 - установка компенсаторів реактивної потужності;
 - зменшення електричного навантаження при простої;
- зниження теплових втрат за рахунок:
 - поліпшення якості футерівки печі;
 - фарбування зовнішніх поверхонь кожуха печі;
 - виготовлення конічної футерівки з відповідною зміною форми кожуха печі;

- зменшення втрат теплоти з газами, що відходять;
- зменшення втрат теплоти на випромінювання через вікна та отвори печі;
- скорочення годин простою.

Електropечи опору

- зниження теплових втрат за рахунок поліпшення теплоізоляції печей;
- 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 беззупинного режиму роботи печей;
 - зменшення маси тари;
 - раціоналізація електричних і технологічних режимів роботи печей;
 - автоматизація керування режимом печей;
 - скорочення тривалості технологічного процесу.

Індукційні установки

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

8.9 Електропривод потужністю понад 100 кВт

Об'єктами енергетичного аудиту є електродвигун, перетворювач; регулюючий пристрій, режим роботи електроприводу.

Задачами енергоаудитора є:

- визначення втрати в електроприводі;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- розробка рекомендацій з впровадження енергозберігаючих заходів.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації й ознайомлення з нею;
- складення списку технологічних процесів, у яких використовується електропривод потужністю понад 100 кВт;
- уточнення паспортних даних електродвигунів (тип, номінальна напруга, номінальна потужність, ККД, коефіцієнт потужності, режим роботи);
- проведення зовнішнього огляду електроприводів потужністю понад 100 кВт;
- складення фактичного графіка навантаження електроприводу потужністю понад 100 кВт;
- визначення коефіцієнту завантаження електроприводів потужністю понад 100 кВт;

- визначення втрати в електродвигунах.
Документальна і вимірювальна інформація

- технічні параметри електроприводів;
- експлуатаційно-ремонтна документація.

Параметри, що вимірюються

Швидкість обертання, частота, струм, напруга, потужність, коефіцієнт потужності, показники якості електроенергії.

Аналіз

- графіка потужності;
- коефіцієнта завантаження;
- тривалості режиму холостого ходу;
- необхідності використання регуляторів напруги;
- доцільності використання регульованого електроприводу;
- відповідності встановленої потужності електроприводу продуктивності робочого механізму;
- втрат електроенергії в нераціональних режимах експлуатації електроприводу.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- збільшення завантаження робочих машин;
- встановлення двигунів відповідної потужності, двигунів підвищеної економічності;
- застосування пристрою плавного пуску, частотно-регульованого приводу;
- заміна незавантажених електродвигунів двигунами меншої потужності;
- заміна асинхронних двигунів синхронними (якщо дозволяє технологія);
- встановлення пристроїв вимикання холостого ходу приводів;
- зменшення або виключення проміжних передач;
- використання багатодвигунного електроприводу;
- дотримання технологічних регламентів.

8.10 Будинки і споруди

Об'єктами енергетичного аудиту є будинки, споруди, будівельні конструкції, інженерні системи будинків і споруд, режим експлуатації інженерних систем будинків і споруд.

Задачами енергоаудитора є:

- виявлення теплових втрат через будівельні конструкції споруд;
- оцінка ефективності теплозахисту будинків і споруд;
- розробка заходів щодо енергозбереження.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації по будинках і спорудах і ознайомлення з нею;

- збір наступної інформації: категорія будинку (цех, адміністративний будинок і т.п.), рік будівлі, геометрія й орієнтація будинку, поверховість і обсяг, площа зовнішніх огорожувальних конструкцій, площа підлоги опалювальних приміщень, кліматичні характеристики району, тривалість опалювального періоду, розрахункова температура внутрішнього і зовнішнього повітря, дані про системи забезпечення мікроклімату приміщень і способах їх регулювання, звіт про теплозахист будинку і його енергетичних характеристик (приведені опори теплопередачі окремих огорожень і будинку в цілому, максимальна і питома витрати енергії на опалення будинку за опалювальний період, питомі витрати енергії на один градусо-день, відповідність теплозахисту й енергетичних параметрів будинку нормативним вимогам); дані про систему освітлення будинку, дані по системах електро-, газо-, тепло-, водо-, паро-, повітропостачання (за умови, якщо вони не описані в системах енергозабезпечення).

- проведення візуального огляду будівельних конструкцій будинків і споруд (віконні прорізи, застосування, перекриття);
- перевірка якості ізоляції огорожувальних конструкцій, застосування, ущільнення дверних і віконних прорізів;
- вимірювання коефіцієнту теплопередачі стін, перекриттів, віконних прорізів;
- вимірювання площі вікон, середньої кратності повітрообміну за опалювальний період;
- вимірювання фактичної температури зовнішнього повітря і приміщень, витрати електроенергії, теплової енергії, газу, гарячої і холодної води за добу.

Документальна і вимірювальна інформація

- перелік будинків і споруд на підприємстві; їх призначення і технічна характеристика;
- проектна документація і внесені в проект зміни;
- стан огорожувальних конструкцій наявних будинків і споруд за результатами вивчення інвентаризаційних матеріалів і натурального обстеження;
- стан підлог, покриттів, перекриттів;
- рівень опору теплопередачі матеріалів огорожувальних конструкцій і теплозахисту світлових прорізів;
- використання опалювальних приміщень не за призначенням;
- питоме споживання електроенергії, води, тепла, повітря.

Параметри, що вимірюються

Лінійні розміри, швидкість, час, вологість, об'єм, температура, витрата, напруга, освітленість.

Аналіз

- балансу енергоспоживання;
- питомих витрат енергоносіїв;

- рівня теплопостачання;
- системи вентиляції;
- теплоізоляції.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- зниження внутрішньої температури у виробничих приміщеннях у неробочі години;
- утеплення дверей, прорізів і воріт, горищ і перекриттів над технічним підпіллям;
- застосування потрійного і вакуумного засклення;
- утеплення отворів для уведення-виводу всіх комунікацій, у тому числі вентиляційних коробів;
- скорочення висоти адміністративних приміщень у виробничих цехах;
- утеплення холодних зовнішніх огорожень;
- герметизація світлових прорізів;
- установка додаткової теплоізоляції за опалювальними приладами біля зовнішніх стін;
- утеплення вентиляційних дефлекторів;
- засклення ліхтарів;
- гідроізоляція підвальних приміщень;
- модернізація систем опалення, вентиляції і кондиціонування, освітлення і водопостачання;
- впровадження автоматизованих систем керування інженерними системами будинків;
- застосування конструкції воріт, що виключають інфільтрацію повітря в зовнішнє середовище, механізмів відкриття - закриття воріт і ін.;
- автоматизація системи освітлення;
- застосування раціональної системи штучного освітлення.

8.11 Система обліку і контролю споживання енергоносіїв і води

Об'єктами енергетичного аудиту є система обліку і контролю споживання енергоносіїв і води, вузол (точка) обліку, лічильники активної і реактивної енергії, аналізатори якості електроенергії, лічильники води, тепло лічильники, витратоміри стисненого повітря, первинні вимірювальні перетворювачі фізичних величин (трансформатори струму, трансформатори напруги, датчики води, тиску, температури), пристрої збирання і передачі даних, журнали обліку.

Задачами енергоаудитора є:

- оцінка відповідності засобів обліку і контролю проектним вимогам (паспортним даним);
- оцінка рівня забезпеченості підприємства необхідними засобами вимірювань;

- визначення оптимальної кількості точок обліку і місця їхнього розташування;
- розробка рекомендацій, що спрямовані на підвищення вірогідності обліку і контролю.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної та нормативно-технічної документації на засоби контролю та обліку;
- проведення візуального огляду засобів контролю й обліку;
- перевірка відповідності обліку і контролю нормативно-правовим документам;
- складення плану розташування точок комерційного і технічного обліку енергоресурсів і води;
- перевірка відповідності пристроїв обліку класу точності відповідно до технічних вимог на облік;
- встановлення дати останньої перевірки засобів обліку та періодичність перевірки;
- перевірка наявності сертифіката відповідності і сертифіката Держстандарту України (на наявність засобів обліку в Державному реєстрі України), посібників з експлуатації, паспортів та регламентів;
- перевірка правильності підключення засобів обліку;
- вимірювання параметрів вимірювальних ланцюгів обліку;
- визначення невідповідності параметрів вторинних навантажень трансформаторів вимогам стандартів та технічним умовам заводів-виробників;
- визначення невідповідності значень первинних напруг та струмів установленим діапазонам вимірювань;
- визначення наявності виходу за установлені межі магнітних характеристик магнітопровода трансформатора в процесі експлуатації;
- побудова графіка напруги на границі балансової приналежності мережі;
- вивчення доступності і повноти бази первинних даних автоматизованої системи обліку та контролю;
- перевірка захисту від несанкціонованого доступу до бази даних автоматизованої системи обліку і контролю і перевірка її здатності зберігати інформацію при аварійних відключеннях від джерел живлення;
- перевірка можливості переходу системи обліку і контролю на стимулюючі тарифи;
- визначення рівня забезпеченості підприємства спеціалістами з метрологічного забезпечення системи обліку та контролю.

Документальна і вимірювальна інформація

- проектна документація на систему обліку і контролю;
- експлуатаційна документація системи обліку та контролю;
- журнал пусконаладжувальних робіт елементів системи обліку і контролю;

- паспорт точок обліку (із указівкою дати введення в експлуатацію);
- паспорт вимірювальних приладів і пристроїв;
- графік електричних навантажень;
- копія договору з енергопостачальним підприємством (окремо по кожному енергоносію і воді);
- журнал перевірки приладів обліку і контролю.

Параметри, що вимірюються

Струм, напруга, опір, частота, коефіцієнт потужності, тиск, температура, швидкість (частота) обертання.

Можливі рекомендації, спрямовані на підвищення вірогідності обліку і контролю

- усунення систем розрахунку за споживані енергоресурси, відмінних від приладового обліку;
- усунення неправильних схем підключення приладів обліку і контролю;
- заміна несправних лічильників і лічильників, у яких закінчився міжповірковий термін;
- організація системи технічного обліку;
- підвищення класу точності приладів обліку;
- створення автоматизованої системи контролю й обліку на підприємстві.

8.12 Система енергетичного менеджменту

Об'єктами енергетичного аудиту є політика та програма енергозбереження та енергоменеджменту, структура системи енергетичного менеджменту (СЕМ), внутрішні нормативно-розпорядницькі документи, система обліку та контролю ПЕР, матеріально-технічне забезпечення СЕМ, навчально-методичне забезпечення.

Задачами енергетичного аудиту є:

- розробка рекомендацій до впровадження та функціонування СЕМ;
- розробка вимог до контролю СЕМ з боку керівництва;
- розробка рекомендації по організації освіти, перепідготовки і підвищення кваліфікації співробітників підприємства в сфері енергозбереження;
- розробка рекомендацій по мотивації та інформуванню співробітників підприємства щодо раціонального використання ПЕР;
- підготовка СЕМ до сертифікації;
- визначення джерел фінансування функціонування СЕМ;
- визначення достатності людських, технічних та фінансових ресурсів для функціонування СЕМ.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності проектної документації та ознайомлення з нею;
- визначення наявності політики і програми енергозбереження та системи енергоменеджменту;

- визначення наявності плану аудиту СЕМ;
- оцінка ефективності структури СЕМ;
- оцінка стану та відповідності законодавству України внутрішніх нормативно-розпорядницьких документів;
- оцінка стану системи обліку та контролю ПЕР;
- оцінка стану матеріально-технічного забезпечення СЕМ;
- оцінка стану навчально-методичного забезпечення;
- визначення наявності стимулювання працівників підприємства за економію ПЕР на виробництві;
- визначення наявності та оцінка стану використання програмного та математичного забезпечення СЕМ;
- проведення верифікації переліку заходів з енергозбереження, впроваджених на підприємстві.

Документальна і вимірювальна інформація

- політика та програма енергозбереження, організаційні основи СЕМ;
- внутрішні нормативно-розпорядницькі документи в сфері енергозбереження;
- посадові інструкції співробітників та керівників підприємства;
- проектні рішення по СЕМ підприємства, перспективи розвитку;
- звітна документація;
- експлуатаційно-ремонтна документація;
- документація на контрольно-вимірювальну апаратуру;
- програми навчання, підготовки та перепідготовки співробітників підприємства;
- положення про матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію ПЕР на виробництві;
- програмне та математичне забезпечення СЕМ.

Аналіз

- політики та програми енергозбереження та стану системи енергоменеджменту;
- внутрішніх нормативно-розпорядницьких документів у сфері енергозбереження;
- посадових інструкцій співробітників та керівників підприємства;
- програм навчання, підготовки та перепідготовки співробітників підприємства;
- положення про стимулювання окремих працівників підприємства за економію ПЕР на виробництві;
- програмного та математичного забезпечення СЕМ;
- рівня компетентності персоналу служби енергоменеджменту;
- достатності людських, технічних та фінансових ресурсів для функціонування СЕМ.

Можливі рекомендації з енергозбереження

- розробка та впровадження політики і програми енергозбереження та системи енергоменеджменту;
- розробка вимог до рівня компетентності персоналу служби енергоменеджменту;
- розробка внутрішніх нормативно-розпорядничих документів у сфері енергозбереження;
- розробка посадових інструкцій співробітників та керівників підприємства;
- розробка програм навчання, підготовки та перепідготовки співробітників підприємства;
- розробка положення про стимулювання окремих працівників підприємства за економію ПЕР на виробництві.

8.13 Навчання в системі енергетичного менеджменту

Об'єктами енергоаудиту є відділ кадрів, навчальний центр, навчально-методичний комплекс системи навчання, система обліку кадрів підприємства.

Задачами енергоаудитора є:

- оцінка рівня навчання співробітників у галузі енергозбереження;
- розробка рекомендацій упровадження нових технологій навчання;
- оцінка ефективності навчання з урахуванням фінансових витрат на нього.

Діями енергоаудитора є:

- визначення наявності стандартів підприємства на навчання;
- визначення наявності навчальної і робочої програми навчання;
- визначення наявності контрольних завдань і критеріїв оцінки знань;
- визначення наявності і рівня бази для лекційних і практичних занять;
- визначення наявності технічної, довідкової та нормативно-правової літератури в галузі енергозбереження;
- оцінка наявності вимірювального обладнання та методик проведення вимірювань;
- визначення наявності комп'ютерних навчальних програм.

Документальна інформація

- навчальна і робоча програма;
- контрольні завдання;
- перелік наявної технічної, довідкової, нормативно-правової і додаткової рекомендованої літератури;
- склад викладачів за списком, їх послужний список;
- методичне забезпечення навчання;
- анкети з оцінки якості викладання матеріалу.

Можливі рекомендації

- використання корпоративних баз даних навчальних матеріалів і курсів;

- використання в навчальному процесі технологій управління знаннями;
- використання спеціалізованих програмних продуктів для навчання в галузі енергозбереження;
- створення корпоративного середовища навчання на основі інтеграції можливостей викладачів і спеціалізованої мережної експертної системи;
- підготовка викладачів-експертів;
- мотивація і підтримка ініціативи до підвищення професійної кваліфікації, у тому числі і на основі самонавчання.

Розділ 9 ПРОГНОЗУВАННЯ І ПЛАНУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО- ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

9.1 Методологічні основи прогнозування і планування споживання паливно-енергетичних ресурсів

Важливість розв'язання проблеми прогнозування споживання ПЕР пов'язана з ефективністю їх використання. У зв'язку із структурною перебудовою економіки України істотно зростає роль перспективного плану розвитку виробничих систем, тобто науково обгрунтованих прогнозів, розрахованих як на найближчу перспективу, так і на тривалий час.

До прогнозів споживання ПЕР, що розробляються, висувуються такі вимоги:

- прогнози мають бути, насамперед, науково обгрунтовані, своєчасні і надійні;
- вони мають містити в достатньому обсязі інформацію, необхідну для розроблення перспективних планів.

Головними функціями прогнозування є:

- виявлення і аналіз закономірностей, що склалися, і тенденцій споживання ПЕР;
- оцінка дії цих тенденцій у майбутньому й облік їх позитивних та негативних наслідків;
- передбачення нових ситуацій, нових проблем, що потребують свого вирішення;
- виявлення можливих альтернатив розвитку в перспективі;
- накопичення інформації для всебічно обгрунтованого вибору напряму в розробці оптимального планового рішення, що забезпечує активну дію на розвиток енергетичного господарства об'єкта ЖКГ.

За допомогою прогнозу визначаються сфери і можливості, в рамках яких можуть бути сформульовані цілі економічного розвитку, виявлені напрямки, найважливіші проблеми, які повинні стати об'єктом розроблення та ухвалення планових рішень. Без прогнозу неможливе ефективне перспективне планування споживання ПЕР, оскільки воно повинно здійснюватися, враховуючи темпи і пропорції розвитку, визначені на перспективу. Інакше планування призведе до диспропорцій з усіма викликаними ними несприятливими наслідками.

Перехід від прогнозування до планування припускає, що при встановленні мети виробляється оцінка результатів прогнозу, визначення обсягів необхідних ПЕР.

Перспективне планування на основі прогнозів здійснюється поетапно. Спочатку, виходячи з результатів прогнозу, розробляється план на останній рік перспективного періоду. Потім розраховуються середньорічні темпи зростання і складаються плани на решту років, тобто застосовується принцип зворотного

рахунку, при якому прогнозовані потреби стають початковим пунктом перспективного планування.

Але прогноз не лише передуює розробці плану. Для перевірки реалістичності складання плану надалі можуть прогнозуватися наслідки вже ухвалених рішень, тобто тут прогноз йде слідом за планом. Ці наслідки можуть виходити за часом далеко за межі планового періоду.

Крім того, для ухвалення своєчасних управлінських рішень необхідно прогнозувати сам хід виконання плану. Тому особливого значення в сучасних умовах набувають так звані застережливі прогнози. Основне їх призначення – забезпечити енергоаудитора матеріалом для своєчасного ухвалення рішень, які допомагають у разі потреби нормалізувати діяльність енергогосподарства підприємства. Наприклад, якщо на початку місяця на підставі прогнозу вдасться встановити, що на підприємстві можливе перевищення споживання ПЕР, то своєчасне втручання в певні процеси допоможе усунути труднощі, що виникли.

Прогнозування і перспективне планування споживання ПЕР міцно пов'язані і мають спільні риси. Прогноз дозволяє врахувати результати дії цих тенденцій, а план – намітити відповідні заходи для досягнення встановлених задач. Якщо за допомогою прогнозу виявляються негативні тенденції, то в плані намічаються заходи для їх нейтралізації.

Як при розробці прогнозів, так і при складанні перспективних планів споживання ПЕР повинен бути врахований чинник невизначеності. Це зумовлено тим, що енерго-економічні процеси і явища схильні до впливу складного переплетення різних чинників: об'єктивних і суб'єктивних, економічних і неекономічних, внутрішніх і зовнішніх – внаслідок чого немає повного збігу поставленої мети і остаточних результатів.

Невизначеність може виникнути ще й тому, що особи, безпосередньо виконуючі планові завдання, вносять свою специфіку в цей безперервний процес.

Прогноз безпосередньо не пов'язаний з конкретним вирішенням проблем майбутнього, тобто не передбачає активної дії на майбутнє. Така "пасивність" додає прогнозу значний ступінь об'єктивності, що дозволяє використовувати прогнозування на будь-яких рівнях планування як дослідну основу плану.

Розподіл прогнозів на "активні" і "пасивні" є результатом того, що інколи змішують поняття "прогноз" і "план". Тим часом прогнозування не вирішує проблеми цілеспрямованого вибору оптимального варіанта і не визначає стратегії на майбутнє, що є прерогативою планування. Прогнози виступають не в ролі різновидів плану або будь-якої його модифікації. Їх можна оцінити як переддирективну стадію планової роботи: вони не ставлять яких-небудь конкретних завдань і не обмежені строго рамками часу.

Прогноз споживання ПЕР дозволяє аналізувати альтернативи розвитку, виробляти варіантні розрахунки із значними розбіжностями, неприпустимими в плані. Але при цьому прогноз має вважатися лише як

гіпотеза найвірогіднішого розвитку в майбутньому. На базі таких прогнозів енергоаудитор повинен ухвалити рішення, пов'язані зі складанням перспективного плану споживання ПЕР. У цьому плані будуть вказані конкретні заходи, необхідні для досягнення перспективного плану. Причому цей рівень може сильно відрізнятись від прогнозованої величини, або, інакше кажучи, на основі одного і того ж прогнозу можуть бути складені різні варіанти плану.

Існують також великі відмінності між методами і моделями прогнозування і планування споживання ПЕР. Оскільки головне в плануванні – обґрунтування планових рішень, то методи і моделі планування – це методи і моделі ухвалення рішень.

Прогнозування ж споживання ПЕР пов'язане з майбутнім, яке завжди стохастичне. Звідси будь-які енерго-економічні прогнози мають характер вірогідності. Отже, методи і моделі прогнозування за своєю природою повинні бути пристосовані до аналізу і розроблення енерго-економічних гіпотез, тобто бути вірогідними.

Таким чином, можна провести достатньо чітку грань між прогнозуванням і перспективним плануванням споживання ПЕР: метою першого є прогноз основних напрямів розвитку і загальних рис процесу споживання ПЕР в майбутньому, а також оцінка сьогоденного стану з погляду майбутнього; другого – розробка основних заходів щодо досягнення певної, вже встановленої мети. Енерго-економічний прогноз – це деяка гіпотеза, деяка оцінка вірогідності режиму споживання ПЕР в майбутньому.

Величина споживання окремих видів ПЕР у майбутньому зумовлюється сьогоденням і минулим. Елементи майбутнього закладені в оточуючій нас дійсності. Якщо розглядати не дуже віддалене майбутнє, наприклад, два-три роки, то наявність певної інерції в розвитку економіки виробничої системи обмежує можливість варіювання у сфері ухвалення управлінських рішень. В той же час чим більший період часу відділяє майбутнє від сьогодення, тим слабкіше виявляється їх взаємозв'язок і тим більшу свободу у виборі планових рішень ми маємо.

З погляду часових характеристик енерго-економічні прогнози поділяються на короткострокові, середньострокові і довгострокові. Причому значення цих понять у різних галузях неоднакове. Найпоширенішими є такі уявлення про терміни прогнозів: короткострокові – від декількох місяців до 2-3 років, середньострокові – 4-7 років, довгострокові – до 20 років і більше.

Початковим пунктом прогнозування споживання ПЕР є аналіз тенденцій зміни характеристик споживання ПЕР, що склалися, котрі до певної міри зумовлюють зміни в майбутньому. Так, показники обсягу продукції, що випускається, які впливають на споживання ПЕР, значною мірою залежать від роботи підприємства у попередні роки, тобто від рівня організації праці, виробництва, управління тощо в періоди, передуючі прогнозованому.

Зміна енерго-економічних явищ у часі якнайповніше відображається в часових рядах, що дозволяють детально проаналізувати особливості розвитку.

Під час розгляду математично-статистичного апарату аналізу динаміки і прогнозування споживання ПЕР виходять з того, що споживання ПЕР як енерго-економічний процес має певною мірою характер вірогідності. Рівень споживання ПЕР формується під впливом безлічі різних чинників: головних і другорядних, прямих і непрямих, об'єктивних і суб'єктивних, – які тісно переплітаються між собою і діють нерідко у різних напрямках. В результаті спостерігається широке варіювання показників споживання ПЕР внаслідок їх випадкового відхилення від основної тенденції.

Випадкові відхилення неминуче супроводжують будь-яке закономірне явище. Знайти закономірності, приховані серед випадковостей, дозволяють методи теорії імовірності і математичної статистики.

З тим або іншим ступенем обґрунтованості часові ряди споживання ПЕР можна розглядати як суму детермінованого і випадкового компонентів, причому зміну останнього оцінюють з деякою вірогідністю, тому прогнозування споживання ПЕР має характер імовірності.

Завдання прогнозування полягає не тільки в тому, щоб виділити детерміновану частину в розвитку процесу, але і в тому, щоб оцінити і передбачити ту частину процесу, яка характеризується випадковим компонентом, тобто випадковими відхиленнями від тенденції.

Сама тенденція визначається за допомогою методів обчислювальної математики, тобто знаходиться деяка апроксимуюча функція, що задовольняє нас і відображає закономірності розвитку даного процесу або явища. Для цього можуть бути використані метод найменших квадратів, метод мінімізації максимального відхилення, метод мінімізації суми модулів відхилень тощо.

Щодо відхилень від знайденої апроксимуючої кривої, то перш за все перевіряється гіпотеза, що вони є стаціонарним випадковим процесом. Якщо висунута гіпотеза не відкидається, то для їх прогнозу можна застосувати методи прогнозування стаціонарних випадкових процесів.

Таким чином, прогноз нестаціонарних енерго-економічних часових рядів складається з двох частин: з прогнозу детермінованого компонента і прогнозу випадкового компонента. Розробка першої частини прогнозу не є дуже складною. Якщо визначена основна тенденція розвитку, то можлива її екстраполяція. Прогноз випадкового компонента вже складніший, оскільки не до будь-якого випадкового компонента можна застосувати методи прогнозування стаціонарних випадкових процесів. Часто спочатку доводиться виконувати певні перетворення, щоб привести випадковий компонент до відповідного вигляду.

Під час вивчення часових рядів і прогнозування споживання ПЕР у багатьох випадках виникає задача одночасного знаходження й аналізу як тенденції зростання або спадання рівнів часового ряду, так і випадкових коливань навколо цієї тенденції. Це призводить до необхідності досліджувати

деякі теоретичні питання, пов'язані з висуненням на основі заздалегідь виробленого якісного економічного аналізу зміни показника, що вивчається, за однією з таких гіпотез:

1) досліджуваний процес має тенденцію зростання, спадання або коливання навколо усталеної величини;

2) досліджуваний процес є функцією часу. Причому ця залежність виявляється через вплив деяких чинників, що характеризують внутрішню структуру процесу в минулі моменти часу (під цими чинниками розуміють значення процесу, що вивчається, в минулі моменти часу, абсолютний і відносний приріст, темп їх зростання тощо);

3) досліджуваний процес є функцією часу кількох чинників-аргументів, узятих у той самий момент часу з деяким запізнюванням, і чинників, що характеризують внутрішню структуру процесу, узятих у попередні моменти часу.

Статистичне перевірення цих гіпотез, а також розгляд питання про несуперечність їх енерго-економічного змісту процесу, що вивчається, мають першорядне значення. Чим точніше ми прагнутимемо відобразити через систему гіпотез внутрішню структуру і основні закономірності розвитку досліджуваного процесу в минулому і теперішньому часі, тим більше відрізнятиметься прогнозування за такою моделлю від простої екстраполяції.

В наш час розроблено безліч методів прогнозування. В їх основу покладено різні ознаки, переважно конкретні сфери застосування і період прогнозування. Проте наукова класифікація не може базуватися на подібних ознаках, оскільки вони не відображають суті даних методів. Наприклад, метод експоненціального згладжування, застосований для прогнозування як добового графіка навантаження, так і прогнозування ремонтів, можна використовувати для прогнозу на декілька місяців, а також на декілька років.

Класифікація методів прогнозування повинна базуватися на спільності основних передумов, тому під час постановки конкретних задач прогнозу і при виборі методів їх вирішення необхідно, перш за все, чітко і повно сформулювати ті умови, допущення і обмеження, в рамках яких передбачається побудова прогнозу.

Будь-який метод прогнозування базується на ідеї екстраполяції. Під екстраполяцією звичайно розуміють розповсюдження закономірностей, зв'язків і співвідношень, діючих у періоді, що вивчається, за його межі. Іноді її розглядають в ширшому значенні слова – як отримання уявлень про майбутнє на основі інформації, що стосується минулого і сьогодення. Екстраполяція заснована на аналізі передісторії енерго-економічного процесу, виявленні найзагальніших і найстійкіших закономірностей та зв'язків, врахування сприятливих тенденцій, нових явищ, що народжуються, і перенесення отриманих висновків на прогнозований період.

Навіть, якщо в якійсь галузі накреслюється, на перший погляд досить віддалений від даного явища якісний стрибок, який може призвести до

наслідків, що різко порушують тенденції розвитку, досвідчений фахівець, який добре розуміє явище, що вивчається, завжди врахує це при розробці прогнозу. Одночасно деякі співвідношення і пропорції, що склалися в попередньому періоді, напевно, залишаться без істотних змін у перспективі, тому при побудові прогнозу тією чи іншою мірою все одно буде застосовуватися екстраполяція. У зв'язку з цим відомий кібернетик У. Р. Ешбі слушно відзначав, що прогнозування є за своїм змістом операцією з минулим.

Методи прогнозування відрізняються лише гіпотезами про конкретні види зв'язків, співвідношень і закономірностей, існуючих у базисному періоді і поширюваних на перспективу. В одних випадках можна припустити, що вони залишаться незмінними в часі; у інших – що зв'язки і закономірності змінюються в часі тощо.

Таким чином, конкретні гіпотези про характер зв'язків, взаємовідносин і закономірностей призводять до використання істотно різних методів прогнозування. По суті ці методи можна об'єднати в три основні групи:

- 1) метод експертних оцінок;
- 2) моделювання;
- 3) нормативний метод.

Метод експертних оцінок полягає у тому, що прогнози щодо майбутнього розвитку процесу споживання ПЕР розробляються фахівцями в цій галузі на основі їх досвіду та інтуїції. Методами прогнозування за допомогою експертних оцінок є, наприклад, "дельфійський", метод "мозкової атаки", морфологічний тощо.

При побудові прогнозів за методом експертних оцінок необхідно:

- 1) чітко сформулювати мету прогнозу;
- 2) правильно оцінити час завершення прогнозованої події;
- 3) сформувати групу експертів;
- 4) забезпечити взаємну незалежність думок експертів;
- 5) грамотно формалізувати одержані відповіді.

Метод експертних оцінок застосовується переважно для прогнозування віддаленого майбутнього.

Оскільки в роботі енергоаудитора не ставиться завдання розглянути питання прогнозування на далеку перспективу, ми не торкатимемося проблем, пов'язаних із прогнозуванням на основі експертних оцінок.

У наш час моделювання (логічне, інформаційне, математичне тощо) – найпоширеніший метод прогнозування споживання ПЕР.

Оскільки прогнозування споживання ПЕР має характер імовірності, то воно переважно здійснюється за допомогою статистичних моделей. Якщо вони правильні, то можна розробити точний або достатньо точний прогноз. Якщо ж початкові положення неправильні, то прогноз буде неточний незалежно від того, наскільки точні дані, що лежать в його основі. Статистика допомагає передбачати, але сама як така ще не забезпечує можливості правильного передбачення, оскільки врешті-решт усе залежить від відправних припущень.

У зв'язку з цим виникає питання про точність прогнозу, його достовірність. При цьому необхідно вказати, в якому значенні розуміється точність прогнозу. У прогнозуванні споживання ПЕР поняття точності має відносний характер залежно від мети дослідження. Точність прогнозу значною мірою залежить від того, наскільки з'ясовані закономірності розвитку прогнозованого об'єкта або системи, а також від надійності методів дослідження. Поняття точності суттєво пов'язане з поняттям випередження, під яким розуміємо проміжок часу між останнім спостереженням часового ряду і моментом, для якого складений прогноз. Чим більший час випередження, тим менш точним стає прогноз, оскільки на його результати накладається все менша кількість обмежень.

Найпоширенішим способом перевірки точності прогнозу є ретроспективний прогноз, тобто прогноз для минулого періоду часу, і порівняння одержаних результатів з фактичною динамікою. Найчастіше таке порівняння проводиться за величиною середньої квадратичної помилки або середньої помилки апроксимації. Якщо одержані результати задовольняють задані критерії точності, то модель прогнозу вважається прийнятною і рекомендується для розроблення прогнозів на перспективу.

Таким чином, на практиці можна вважати, що точність прогнозів залежить від тривалості періодів передісторії (ретроспективи) і випередження.

Нормативний метод прогнозування полягає в тому, що окремі параметри прогнозованого процесу задаються у вигляді деякої норми. При нормативному прогнозуванні виходять із певного результату, який повинен бути досягнутий у майбутньому. Зв'язок і послідовність подій розглядаються в напрямі від майбутнього до теперішнього часу.

Прогноз споживання ПЕР повинен складатися з урахуванням значущості в майбутньому вже досліджених чинників або таких, які можуть з'явитися надалі. Прогноз виявиться достовірним лише в тому випадку, якщо будуть враховані найсуттєвіші форми і оцінені тенденції їх розвитку. Будь-яка зміна цих тенденцій позначиться на результатах. Тому прогнозування споживання ПЕР – це процес безперервного спостереження за розвитком чинників, що впливають на його зміну, і своєчасного внесення поправок у результати прогнозу.

9.2 Прогнозування методом екстраполяції

Сутність методу екстраполяції полягає в розповсюдженні закону зміни функції з області її спостереження на область, що лежить поза межами спостереження. Для реалізації цього методу необхідно мати більш-менш тривалий ряд показників і побудувати за ними емпіричну криву. Потім фактичний ряд вирівнюється статистичним підбором функції, який дозволяє набути значення показника, що вивчається, з максимальним ступенем наближення до значень динамічного ряду, а потім обчислюються коефіцієнти цієї теоретичної функції. Прогнозування зміни показника залежно від часу, здійснюване на основі отриманої функції, припускає, що сукупність чинників,

які визначають тенденцію зміни показника у минулому, збережуть свою силу і напрям дій протягом прогнозованого періоду.

Апарат математичної статистики дає можливість використовувати різні функції для прогнозування змін показників у часі. Прикладом таких функцій можуть бути функції вигляду:

- лінійна функція

$$y = a + bt;$$

- парабола

$$y = a + bt + ct^2;$$

- поліном третього степеня

$$y = a + bt + ct^2 + dt^3;$$

- гіпербола

$$y = a + \frac{b}{t};$$

- степенева функція

$$y = at^b;$$

- експоненціальна функція

$$y = ae^{bt};$$

- модифікована експонента

$$y = k + ae^{bt};$$

- експоненціально-степенева функція

$$y = e^{bt}t^b;$$

- логістична (S-подібна) функція

$$y = \frac{k}{1 + be^{at}};$$

- функція Гомперца

$$y = ka^{bt};$$

- квадратна логістична функція

$$y = \frac{k^2}{1 + be^{at}};$$

- логарифмічна функція

$$y = a + b \lg t,$$

де a, b, c, d, k – параметри функцій.

Параметри функцій можуть бути визначені методом найменших квадратів. Оскільки метод є загальнозживаним, стисло викладемо його суть.

Метод найменших квадратів дозволяє "підігнати" функцію під деякий набір чисельних даних або, інакше кажучи, побудувати графік функції за деякою обмеженою сукупністю точок. Нехай необхідно визначити функцію

$\hat{y}_t = f(t)$, де \hat{y}_{t+1} – прогнозоване значення деякої залежної змінної, а t – незалежна змінна.

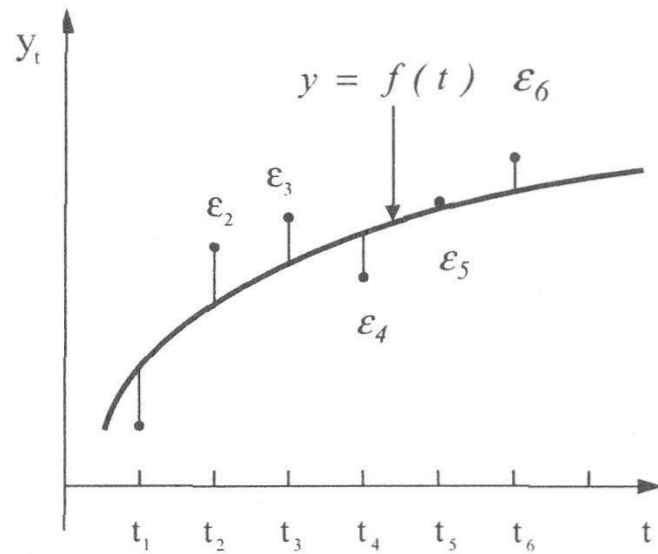


Рисунок 9.1 – Побудова функцій методом найменших квадратів

Вибір цієї функції вважається найкращим у тому випадку, коли виявляється зведеним до мінімуму так зване стандартне відхилення, що визначається формулою

$$\sigma_{y_t} = \sqrt{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 / (n-1)},$$

де y_t – фактичне значення часового ряду, який описує споживання ПЕР, в t -й період (відрізок часу);

n – кількість періодів (спостережень).

Мінімізація σ_{y_t} еквівалентна мінімізації функціонала:

$$J = \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2.$$

Дійсно, задача зводиться до мінімізації суми квадратів різниць ε_{y_t} між фактичним значенням споживання ПЕР у момент t і тим значенням, якого набуває в даний момент прогнозуюча функція $\hat{y}_t = f(t)$. Це твердження ілюструється графічно на рисунку 9.1.

Дотепер ми не робили жодних припущень щодо характеру функції $\hat{y}_t = f(t)$. Взагалі, на функцію $\hat{y}_t = f(t)$ жодних обмежень можна було б і не накладати. Якщо ж мати на увазі її цільове призначення, то доводиться з усієї сукупності допустимих функцій виділяти певний підклас. Наприклад, ми вважатимемо, що аргумент t може набувати лише послідовно зростаючих

цілочисельних значень. Крім того, з абсолютно очевидних міркувань слід виключити з розгляду функції, значення яких асимптотично переходять у нескінченність.

9.3 Лінійна прогнозуюча функція

Побудова прогнозуючої функції, не залежної від часу, відбувається в такій послідовності.

Нехай функція має вигляд

$$\hat{y}_t = a$$

Функціонал має вигляд

$$J = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - a)^2 \rightarrow \min.$$

Для мінімізації в цьому випадку вимагається вирішити відносно a рівняння, одержане в результаті прирівнювання нулю часткової похідної $\frac{\partial J}{\partial a}$.

Таким чином, маємо

$$\frac{\partial J}{\partial a} = \sum_{t=1}^n (y_t - a) = 0,$$

звідки одержуємо

$$\sum_{t=1}^n y_t = an,$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} = \bar{y},$$

де \bar{y} – середнє значення.

При цьому середньоквадратичне відхилення (тобто квадратний корінь із дисперсії, обчислений при оцінці похибки апроксимації \hat{y}_t константою \bar{y}) дійсно мінімізується. Слід звернути увагу на те, що жодних спеціальних припущень стосовно характеру і форми подання даних не робилося.

Окремим і одночасно простим випадком є приблизно постійна зміна абсолютної величини показника, що вивчається, в часі $y_t - y_{t-1} = const$, який описується лінійною функцією

$$\hat{y}_t = a + bt,$$

де \hat{y}_t – величина, очікувана до часу t ;

a – величина, характерна для початкового часу $t=0$;

b – середній приріст очікуваної величини \hat{y}_t із збільшенням ознаки t на одну одиницю;

t – досліджуваний період часу.

Часовий ряд, що характеризує зміну досліджуваного показника, зображено на рисунку 9.2. Параметри функції визначаються методом найменших

квадратів, за допомогою якого можна одержати рівняння прямої, котра найкраще за все співпадає з множиною точок.

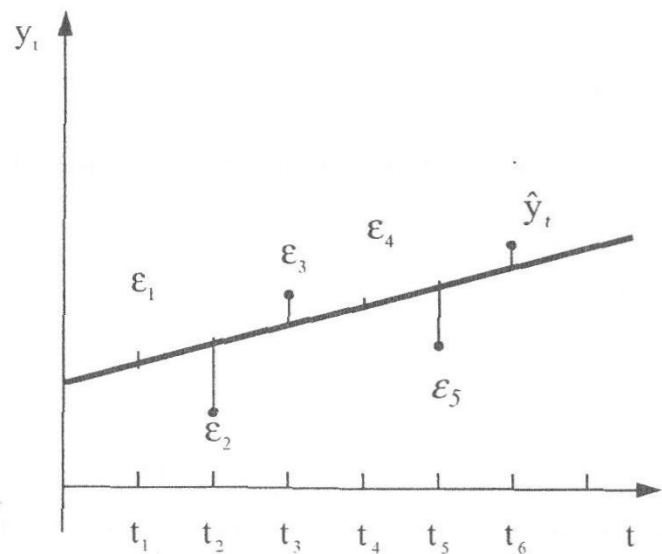


Рисунок 9.2 – Лінійна функція

Функціонал має вигляд

$$J = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt)^2.$$

Для мінімізації J по a і b обчислимо часткові похідні $\frac{\partial J}{\partial a}$ і $\frac{\partial J}{\partial b}$ і порівняємо їх до нуля. В результаті матимемо:

$$\frac{\partial J}{\partial a} = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt) = 0;$$

$$\frac{\partial J}{\partial b} = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt)t = 0.$$

Знак суми відноситься до кожного доданка, тому запишемо співвідношення таким чином

$$\sum_{t=1}^n y_t = \sum_{t=1}^n a + \sum_{t=1}^n bt;$$

$$\sum_{t=1}^n y_t t = \sum_{t=1}^n at + \sum_{t=1}^n bt^2.$$

Виносячи за знак суми постійні величини, отримаємо систему лінійних рівнянь:

$$\sum_{t=1}^n y_t = an + b \sum_{t=1}^n t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t t = a \sum_{t=1}^n t + b \sum_{t=1}^n t^2.$$

Після проведення елементарних перетворень при розв'язанні системи лінійних рівнянь отримаємо:

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n y_t \sum_{t=1}^n t^2 - \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n y_t t}{n \sum_{t=1}^n t^2 - (\sum_{t=1}^n t)^2},$$

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n y_t t - \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n y_t}{n \sum_{t=1}^n t^2 - (\sum_{t=1}^n t)^2}.$$

Оскільки в нашому випадку рівні споживання ПЕР y_t рівно відстоять один від одного, то для сум

$$\sum_{t=1}^n t, \quad \sum_{t=1}^n t^2$$

легко отримаємо розрахункові формули:

$$\sum_{t=1}^n t = \frac{n(n+1)}{2},$$

$$\sum_{t=1}^n t^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}.$$

Після перетворень отримаємо:

$$a = \frac{2(2n+1) \sum_{t=1}^n y_t - 6 \sum_{t=1}^n y_t t}{n(n-1)},$$

$$b = \frac{6[2 \sum_{t=1}^n y_t t - (n+1) \sum_{t=1}^n y_t]}{n(n-1)}.$$

9.4 Параболічна прогноуюча функція

Параболічну функцію можна застосовувати в тому випадку, якщо в досліджуваних статистичних вибірках споживання ПЕР спостерігається зміна тенденції. На основі графічного зображення доцільно досліджувати параболічну функцію, яка може характеризувати головний напрям розвитку. Найпростішим виглядом є параболічна функція другого порядку

$$y = a + bt + ct^2,$$

де параметри a, b, c можуть бути визначені вже відомим методом найменших квадратів. Система лінійних рівнянь має вигляд:

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^n y_t &= an + b \sum_{t=1}^n t + c \sum_{t=1}^n t^2, \\ \sum_{t=1}^n y_t t &= a \sum_{t=1}^n t + b \sum_{t=1}^n t^2 + c \sum_{t=1}^n t^3, \\ \sum_{t=1}^n y_t t^2 &= a \sum_{t=1}^n t^2 + b \sum_{t=1}^n t^3 + c \sum_{t=1}^n t^4.\end{aligned}$$

Для спрощення розрахунків необхідно врахувати, що

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^n t^3 &= \frac{n^2(n+1)^2}{4}, \\ \sum_{t=1}^n t^4 &= \frac{n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)}{30}.\end{aligned}$$

9.5 Періодична функція

Допустимо, що поведінка споживання ПЕР має періодичний характер. Тоді прогнозуюча функція може бути подана у вигляді

$$y_t = a + b \cos \frac{2\pi}{n} t + c \sin \frac{2\pi}{n} t,$$

де n – кількість періодів в одному циклі.

Функціонал має вигляд

$$J = \sum_{t=1}^n (y_t - a - b \cos \frac{2\pi}{n} t - c \sin \frac{2\pi}{n} t)^2 \rightarrow \min.$$

Узявши часткові похідні по a, b, c та прирівнявши їх до нуля, одержимо:

$$\begin{aligned}\frac{\partial J}{\partial a} &= \sum_{t=1}^n (y_t - a - b \cos \frac{2\pi}{n} t - c \sin \frac{2\pi}{n} t) = 0, \\ \frac{\partial J}{\partial b} &= \sum_{t=1}^n (y_t - a - b \cos \frac{2\pi}{n} t - c \sin \frac{2\pi}{n} t) \cos \frac{2\pi}{n} t = 0, \\ \frac{\partial J}{\partial c} &= \sum_{t=1}^n (y_t - a - b \cos \frac{2\pi}{n} t - c \sin \frac{2\pi}{n} t) \sin \frac{2\pi}{n} t = 0.\end{aligned}$$

Зробивши перетворення, одержимо:

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^n y_t &= an + b \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t + c \sum_{t=1}^n \sin \frac{2\pi}{n} t, \\ \sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t &= a \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t + b \sum_{t=1}^n \cos^2 \frac{2\pi}{n} t + c \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t \sin \frac{2\pi}{n} t, \\ \sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t &= a \sum_{t=1}^n \sin \frac{2\pi}{n} t + b \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t \sin \frac{2\pi}{n} t + c \sum_{t=1}^n \sin^2 \frac{2\pi}{n} t.\end{aligned}$$

Легко переконатися, що деякі з елементів системи рівнянь не залежать від n і набувають фіксованих значень. Дійсно маємо:

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^n \sin \frac{2\pi}{n} t &= 0, \\ \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t &= 0, \\ \sum_{t=1}^n \sin^2 \frac{2\pi}{n} t &= \frac{n}{2}, \\ \sum_{t=1}^n \cos^2 \frac{2\pi}{n} t &= \frac{n}{2}, \\ \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t \sum_{t=1}^n \sin \frac{2\pi}{n} t &= 0.\end{aligned}$$

Тоді система лінійних рівнянь має вигляд:

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^n y_t &= an, \\ \sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t &= b \frac{n}{2}, \\ \sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t &= c \frac{n}{2}.\end{aligned}$$

Звідки одержуємо:

$$\begin{aligned}a &= \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n}, \\ b &= \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t, \\ c &= \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t.\end{aligned}$$

9.6 Лінійно-періодична функція

Припустимо, що тенденція споживання ПЕР носить не тільки періодичний характер, але й зростає або зменшується. У цьому випадку функція має вигляд

$$y_t = a + bt + c \cos \frac{2\pi}{n} t + d \sin \frac{2\pi}{n} t.$$

Функціонал має вигляд

$$J = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt - c \cos \frac{2\pi}{n} t - d \sin \frac{2\pi}{n} t)^2 \rightarrow \min.$$

Візьмемо часткові похідні по a, b, c, d та, прирівнявши їх до нуля, одержимо:

$$\frac{\partial J}{\partial a} = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt - c \cos \frac{2\pi}{n} t - d \sin \frac{2\pi}{n} t) = 0,$$

$$\frac{\partial J}{\partial b} = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt - c \cos \frac{2\pi}{n} t - d \sin \frac{2\pi}{n} t) t = 0,$$

$$\frac{\partial J}{\partial c} = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt - c \cos \frac{2\pi}{n} t - d \sin \frac{2\pi}{n} t) \cos \frac{2\pi}{n} t = 0,$$

$$\frac{\partial J}{\partial d} = \sum_{t=1}^n (y_t - a - bt - c \cos \frac{2\pi}{n} t - d \sin \frac{2\pi}{n} t) \sin \frac{2\pi}{n} t = 0.$$

Зробивши перетворення, отримаємо систему лінійних рівнянь:

$$\sum_{t=1}^n y_t = an + b \sum_{t=1}^n t + c \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t + d \sum_{t=1}^n \sin \frac{2\pi}{n} t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t t = a \sum_{t=1}^n t + b \sum_{t=1}^n t^2 + c \sum_{t=1}^n t \cos \frac{2\pi}{n} t + d \sum_{t=1}^n t \sin \frac{2\pi}{n} t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t = a \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t + b \sum_{t=1}^n t \cos \frac{2\pi}{n} t + c \sum_{t=1}^n \cos^2 \frac{2\pi}{n} t + d \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t \sin \frac{2\pi}{n} t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t = a \sum_{t=1}^n \sin \frac{2\pi}{n} t + b \sum_{t=1}^n t \sin \frac{2\pi}{n} t + c \sum_{t=1}^n \cos \frac{2\pi}{n} t \sin \frac{2\pi}{n} t + d \sum_{t=1}^n \sin^2 \frac{2\pi}{n} t.$$

спрощуючи далі

$$\sum_{t=1}^n y_t = an + b \sum_{t=1}^n t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t t = a \sum_{t=1}^n t + b \sum_{t=1}^n t^2 + c \sum_{t=1}^n t \cos \frac{2\pi}{n} t + d \sum_{t=1}^n t \sin \frac{2\pi}{n} t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t = b \sum_{t=1}^n t \cos \frac{2\pi}{n} t + c \frac{n}{2},$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t = b \sum_{t=1}^n t \sin \frac{2\pi}{n} t + d \frac{n}{2}.$$

Розв'язуючи систему лінійних рівнянь, знаходимо її параметри a, b, c, d .

Прогнозуюча функція може набувати будь-якого зручного для використання вигляду. Слід також відзначити, що при будь-якому виборі

прогнозуючої функції методика обчислення, побудована на виконанні стереотипних операцій, зберігає свою силу.

Найкращою апроксимацією прогнозуючої функції є апроксимація, яка мінімізує стандартне відхилення як похибку в оцінці. Таким чином, якщо немає впевненості у тому, що той або інший вигляд прогнозуючої функції напевно кращий за інші, то слід випробувати декілька різних форм прогнозуючої функції і вибрати найкращу відповідно до критерію мінімізації стандартного відхилення.

Якщо вибрана прогнозуєча функція надмірно ускладнена, завжди можна переконатися, що вага складових виразу неоднакова, і практично без збитку для точності можна знехтувати внеском деяких з її компонентів.

9.7 Приклади прогнозування споживання паливно-енергетичних ресурсів

Приклад 1. Постійний рівень споживання ПЕР з випадковими відхиленнями

У тих випадках, коли рівень споживання ПЕР є постійним, хоча іноді й зазнає випадкових відхилень відносно деякого фіксованого значення, цілком припустимо і доцільно задавати прогнозуєчу функцію у вигляді $y_t = a$. У таблиці 9.1 наведено дані відносно споживання ПЕР протягом періоду, що дорівнює дванадцяти місяцям. На рисунку 7.3 ці дані зображено графічно, і ми одержуємо наочне уявлення про те, що вкладається в поняття "Випадкові відхилення від постійного рівня споживання ПЕР".

Таблиця 9.1 – Постійний рівень споживання ПЕР із випадковими відхиленнями

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\sum_{t=1}^n y_t$
Споживання ПЕР, y_t	90	111	99	89	87	84	104	102	95	114	103	113	1191

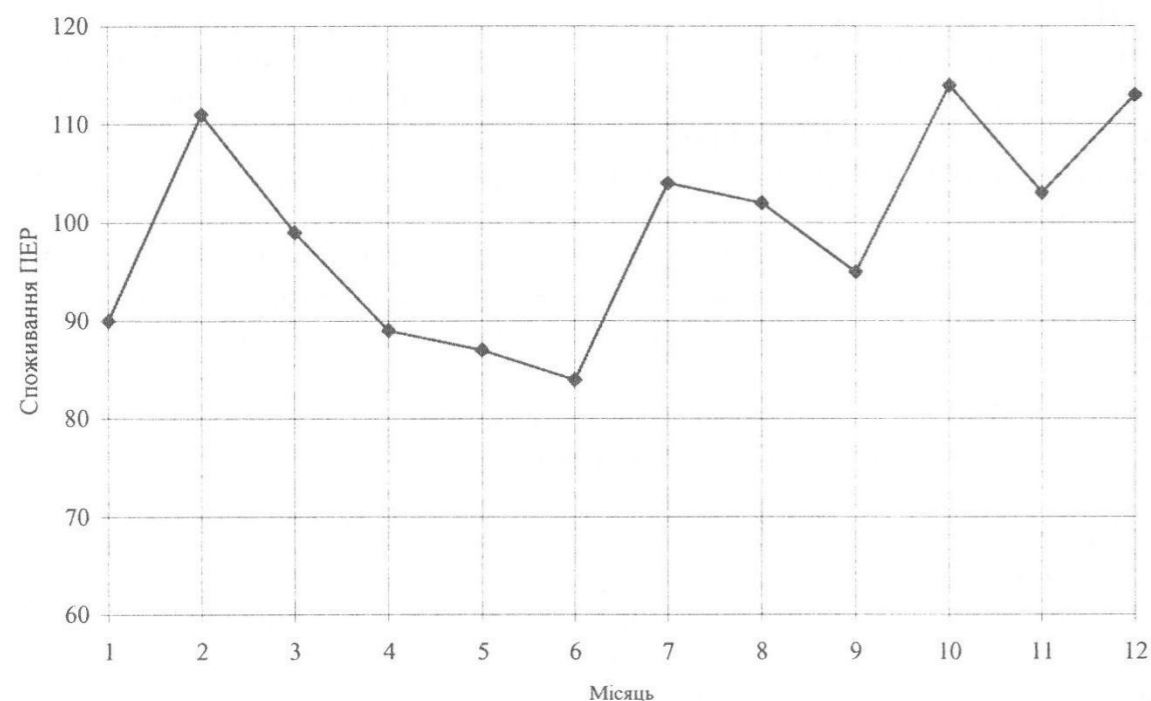


Рисунок 9.3 – Постійний рівень споживання ПЕР з випадковими відхиленнями

Середнє арифметичне, визначене за сукупністю наведених вище даних, дорівнює 99,25 од. Дійсно,

$$\hat{y}_t = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

$$y_t = \frac{1191}{12} = 99,25$$

Якби це значення було вибрано як прогнозне, ми для кожного відрізка часу (в даному випадку для кожного місяця) передбачили б споживання ПЕР, що дорівнює близько 99 од./міс.

Оцінка похибки при не залежній від часу прогної функції

Спробуємо оцінити наведений вище метод (метод арифметичного середнього) з погляду його придатності для прогнозування рівнів споживання

ПЕР. Для оцінки ступеня точності даного методу слід обчислити середнє квадратичне відхилення. Використовуючи дані, наведені в таблиці 7.1, отримаємо

$$\sigma_{y_t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_t)^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{1180,25}{11}} = 10,4 \text{ од.},$$

де y_t – фактичний рівень споживання ПЕР;

\bar{y}_t – середнє значення рівня споживання ПЕР;

n – кількість відрізків часу, асоційованих із прогнозом.

Інтерпретуючи щойно обчислене значення СКВ, ми можемо стверджувати, якщо розглянути інтервал часу тривалістю 100 місяців, то 68 місяців характеризуватимуться рівнями споживання ПЕР, що лежать в інтервалі від 88 од. (середній рівень споживання ПЕР мінус СКВ) до 110 од. (середній рівень споживання ПЕР плюс СКВ). Інакше кажучи, можна вважати, що з імовірністю 0,68 рівень споживання ПЕР в будь-який місяць періоду, котрий розглядається нами, набуває значення, яке лежить в інтервалі від 88 до 110 од. Якщо інтервал оцінних значень для рівнів споживання ПЕР розширити, то імовірність того, що фактичне споживання ПЕР виявиться всередині цього інтервалу, зросте. Так, наприклад, у будь-який із даних місяців імовірність того, що фактичне споживання ПЕР опиниться в інтервалі від 79 до 119 од., дорівнює 0,95. Аналогічно, ще більш розширивши інтервал і, скажімо, обмеживши його значеннями 68 од. (нижня межа) і 131 од. (верхня межа), ми підвищимо ймовірність, що розглядається нами, до 0,997.

Слід мати на увазі, що наведені вище міркування ґрунтуються на ряді припущень. До числа найістотніших належать такі:

1. Дані, що характеризують споживання ПЕР в інтервал часу, котрі розглядаються нами, дійсно є достатньою мірою типовими, щоб на них можна було спиратися при складанні прогнозу.

2. Зовнішні чинники і обставини, що впливають на споживання ПЕР, не змінювалися у минулому і залишаються незмінними протягом даного інтервалу часу.

3. В майбутньому (принаймні, протягом достатньо тривалого інтервалу часу) зовнішні чинники і обставини теж не зазнають істотних змін.

У короткому викладі результати аналізу прикладу 1 можна сформулювати так:

1. Прогнозоване споживання ПЕР становить 99 од. продукції в місяць.
2. СКВ рівня споживання ПЕР дорівнює 10 од.
3. Протягом 95 з 100 місяців очікуваний рівень споживання ПЕР знаходиться в інтервалі від 79 до 119 од. продукції.

Необхідно враховувати, що ці прогнози складені з припущенням, за якими зовнішні умови і обставини, котрі впливають на рівень споживання ПЕР,

залишаться незмінними протягом того інтервалу часу, на який поширюється наш прогноз.

Приклад 2. Споживання ПЕР, що має тенденцію до зростання за наявності випадкових відхилень

В даному прикладі розглядається задача складання прогнозу за умов чіткої тенденції споживання ПЕР до зростання. При цьому ми знову виходитимемо з припущення про те, що на фоні загальної тенденції до зростання рівень споживання ПЕР схильний до випадкових флуктуацій. Кількісні дані, що характеризують споживання ПЕР, наведені в таблиці 9.2 і графічно зображені на рисунку 9.4.

Таблиця 9.2 – Споживання ПЕР з тенденцією до зростання за наявності випадкових відхилень

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\sum_{t=1}^n y_t$
Споживання ПЕР, y_t	199	202	199	208	212	194	214	220	219	234	219	233	2553

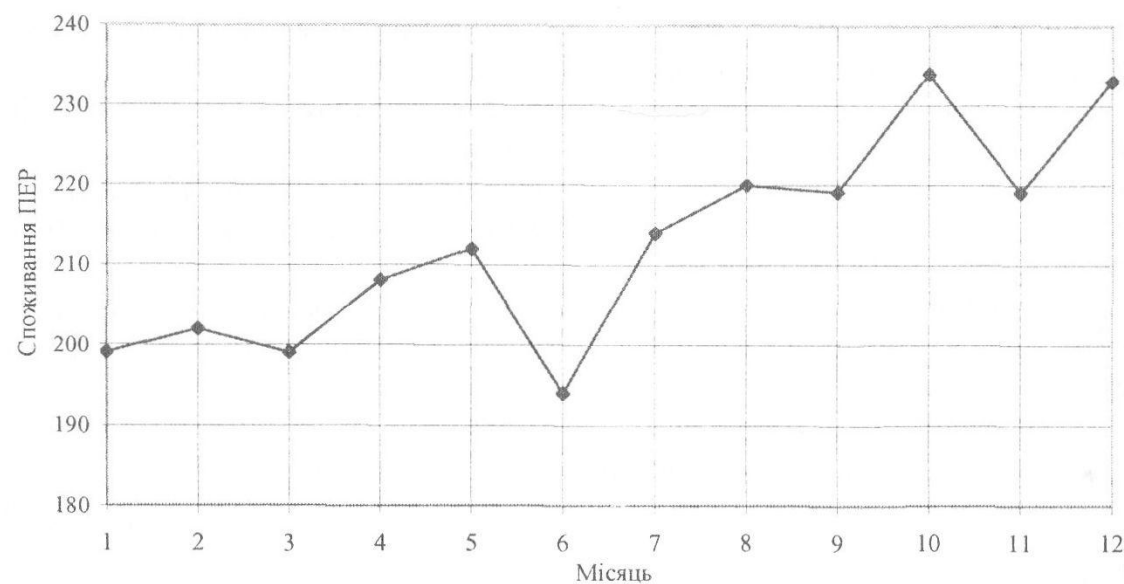


Рисунок 9.4 – Споживання ПЕР з тенденцією до зростання за наявності випадкових відхилень

Обчислення виконаємо з використанням таблиці 9.3.

Таблиця 9.3 – Результати обчислень для лінійної функції

Місяць	Споживання ПЕР, y_t	Умовний місяць, t	$y_t t$	t^2
Січень	199	1	199	1
Лютий	202	2	404	4
Березень	199	3	597	9
Квітень	208	4	832	16
Травень	212	5	1060	25
Червень	194	6	1164	36
Липень	214	7	1498	49
Серпень	220	8	1760	64
Вересень	219	9	1971	81
Жовтень	234	10	2340	100
Листопад	219	11	2409	121
Грудень	233	12	2796	144
Сума	2553	78	17030	650

Підставляючи знайдені суми $\sum_{t=1}^n y_t$, $\sum_{t=1}^n y_t t$, $\sum_{t=1}^n t$, $\sum_{t=1}^n t^2$ у систему лінійних рівнянь для лінійної функції $\hat{y} = a + bt$, отримаємо:

$$\begin{aligned} 2553 &= 12a + 78b, \\ 17030 &= 78a + 650b. \end{aligned}$$

Розв'язавши систему лінійних рівнянь, визначимо:

$$a = 192,92, \quad b = 3,05.$$

Округляючи значення a і b отримаємо $y_t = 193 + 3t$.

Вважатимемо, що лінійна прогноуюча функція правильно описує поведінку споживання ПЕР. Тоді, надаючи t значення 13, 14, ..., 24, ми отримаємо прогностичні оцінки рівнів споживання ПЕР наступного року (див. таблицю 9.4).

Таблиця 9.4 – Прогностичні оцінки рівнів споживання ПЕР, отримані за допомогою лінійної прогнозуючої функції

Місяць	Порядковий номер відрізка часу, t	Споживання ПЕР, y_t
Січень	13	232
Лютий	14	235
Березень	15	238
Квітень	16	241
Травень	17	244
Червень	18	247
Липень	19	250
Серпень	20	253
Вересень	21	256
Жовтень	22	259
Листопад	23	262
Грудень	24	265

Оцінка похибки при складанні прогнозів за допомогою лінійної прогнозуючої функції

СКВ, що характеризує похибку прогностичної оцінки при вибраній нами прогнозуючій функції, дорівнює:

$$\sigma_{y_t} = 7,32.$$

Похибку прогностичної оцінки при відомих кількісних даних можна визначити. Проте найпростіше взяти за основу початкове визначення СКВ. У цьому разі ця формула має вигляд

$$\sigma_{y_t} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{(n-1)}}.$$

Для знаходження σ_{y_t} необхідно визначити чисельні значення \hat{y}_t .

Якщо зовнішні умови стабільні в часі, ми з імовірністю 0,95 можемо очікувати зменшення рівня споживання ПЕР на величину, значення якої лежать в інтервалі $\hat{y}_t = \pm 14$. Інтерпретація цього результату нічим не відрізняється від інтерпретації результатів, наведених вище; проте слід мати на увазі, що очікуваний рівень споживання ПЕР у цьому разі є функцією часу.

У результаті аналізу прикладу 2 доходимо таких висновків:

1. Рівень споживання ПЕР апроксимується лінією регресії, що визначається рівнянням $\hat{y}_t = 193 + 3t$.
2. СКВ, що характеризує похибку прогнозу, дорівнює 7,0.
3. Протягом 95 місяців зі 100 очікуваний рівень споживання ПЕР знаходитиметься в інтервалі $\hat{y}_t - 14$ до $\hat{y}_t + 14$.

Як і у попередньому випадку, вказана вище точність прогнозу гарантується лише за умови стабільності зовнішніх чинників і обставин, що визначають споживання ПЕР на підприємстві.

Порівняння прогнозуючої функції, не залежної від часу, з прогнозуючою функцією, лінійно залежною від часу

Тепер виникає певний інтерес до порівняння двох розглянутих вище прогнозуючих функцій з погляду ефективності їх використання як інструменту, що дозволяє виконувати прогностичні оцінки. До прогнозуючої функції, як правило, висувають такі вимоги: 1) відповідність загальній тенденції поведінки споживання ПЕР; 2) мінімізація СКВ.

Оскільки спотворення загальної тенденції поведінки споживання ПЕР рівносильне втраті можливості передбачити середнє значення рівня споживання ПЕР, ми можемо, безперечно, стверджувати, що обидві з розглянутих нами прогнозуючих функцій адекватні досліджуваній ситуації. Таким чином, нам залишається лише зробити порівняння цих функцій шляхом зіставлення чисельних значень СКВ, що характеризують ступінь похибки прогнозу. У прикладі 2 ми маємо

$$\sigma_{y_t} = 13,01 \text{ та } \sigma_{y_t} = 7,32.$$

Аналіз із застосуванням звичайних методів математичної статистики, дозволяє переконатися у тому, що лінійна прогнозуюча функція забезпечує значно меншу похибку прогнозу порівняно з прогнозуючою функцією, не залежною від часу. Отже, ми доходимо висновку, що лінійна прогнозуюча функція дозволяє отримати надійніші прогнозні оцінки порівняно з оцінками, обчисленими шляхом арифметичного усереднювання. Фактичні дані і лінія регресії, відповідної лінійної прогнозуючої функції, зображені графічно на рисунку 9.5.

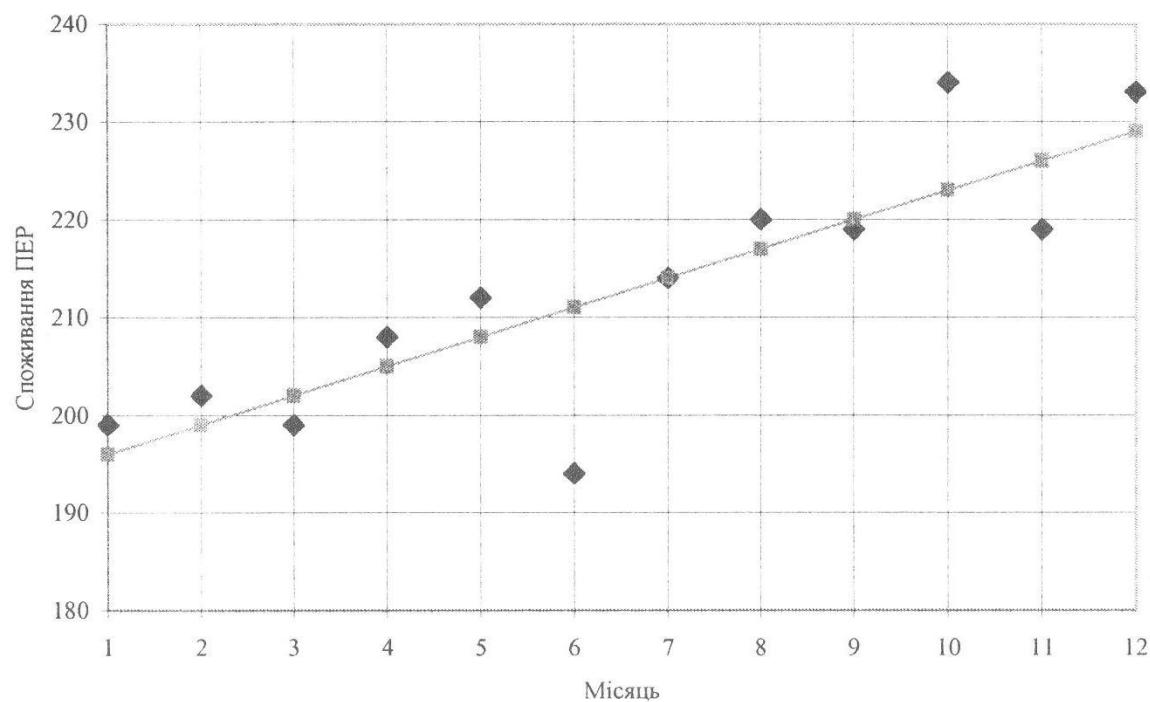


Рисунок 9.5 – Споживання ПЕР і лінія регресії, відповідна лінійній прогнозуєчій функції для прикладу 2

У прикладі 2 лінійна прогнозуєча функція призводила до значно меншого порівняно з попереднім випадком СКВ, що характеризує похибку прогнозу. Знов звертаючись до графіка, зображеного на рисунку 9.4, ми переконаємося, що і в цьому випадку питання про можливість застосування лінійної прогнозуєчої функції не позбавлене сенсу.

Лінійна прогнозуєча функція, що апроксимує кількісні дані прикладу 1 (таблиця 9.1), має вигляд

$$\hat{y}_t = 90,6 + 1,3t.$$

Якщо у виразі для \hat{y}_t виконати округлення до цілих чисел потім обчислити відповідне СКВ, що характеризує ступінь похибки прогностичних оцінок, ми матимемо

$$\sigma_{y_t} = 10,8.$$

Отже, можна зробити висновок, що незалежну від часу прогнозуєчу функцію цілком можна застосовувати для отримання прогнозних оцінок, вказаних у прикладі 1.

Приклад 3. Періодична поведінка споживання ПЕР

Методика отримання прогнозних оцінок, яка викладена у зв'язку з розглядом прикладів 1 і 2, виявляється незадовільною в тих випадках, коли

рівень споживання ПЕР має істотну періодичну складову. Саме така ситуація відображена даними споживання ПЕР, наведеними в таблиці 9.5. Дані, наведені в таблиці 9.5 зображено графічно на рисунку 9.6.

Таблиця 9.5 – Споживання ПЕР об'єктом по місяцях

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Споживання ПЕР, y_t	72	83	92	107	114	129	91	108	116	79	92	93

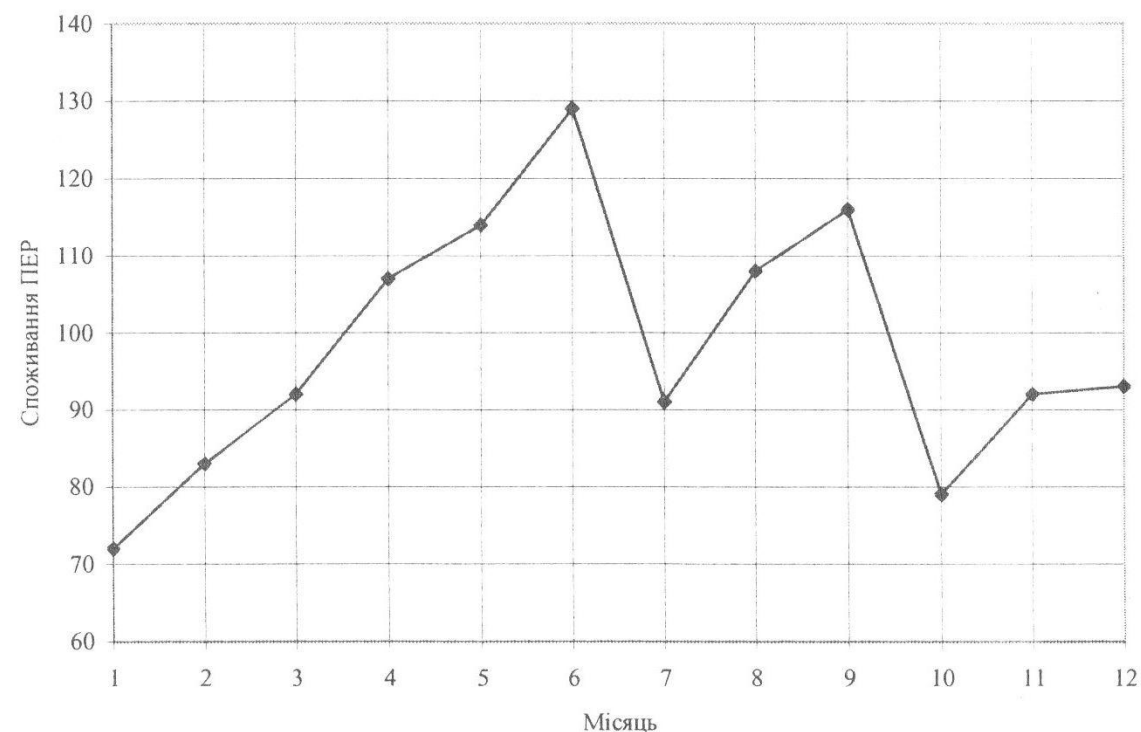


Рисунок 9.6 – Періодична поведінка споживання ПЕР

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} = \frac{1176}{12} = 98,$$

$$b = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t = \frac{2}{12} \sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{12} t = -\frac{98,007}{6} = -16,3,$$

$$c = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t = \frac{2}{12} \sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{12} t = -\frac{19,902}{6} = -3,3.$$

У прикладі 3 використовується метод найменших квадратів для періодичної функції вигляду

$$\hat{y}_t = a + b \cos \frac{2\pi}{n} t + c \sin \frac{2\pi}{n} t$$

з урахуванням певних значень a, b, c та $n = 12$ одержимо

$$\hat{y}_t = 98 - 16,3 \cos \frac{\pi}{6} t - 3,3 \sin \frac{\pi}{6} t.$$

Результати обчислень, супроводжуючих побудову прогнозуючої функції, наведено в таблиці 9.6. В зв'язку з цим неважко переконатися, що значення константи a співпадає з \bar{y}_t .

Таблиця 9.6 – Результати обчислень для періодичної моделі

Місяць	Споживання ПЕР, y_t	t	$\sin(\pi t/6)$	$\cos(\pi t/6)$	$y_t \sin(\pi t/6)$	$y_t \cos(\pi t/6)$
Січень	72	1	0,500	0,866	36,000	62,354
Лютий	83	2	0,866	0,500	71,880	41,500
Березень	92	3	1,000	0,000	92,000	0,000
Квітень	107	4	0,866	-0,500	92,665	-53,500
Травень	114	5	0,500	-0,866	57,000	-98,727
Червень	129	6	0,000	-1,000	0,000	-129,000
Липень	91	7	-0,500	-0,866	-45,500	-78,808
Серпень	108	8	-0,866	-0,500	-93,531	-54,000
Вересень	116	9	-1,000	0,000	-116,000	0,000
Жовтень	79	10	-0,866	0,500	-68,416	39,500
Листопад	92	11	-0,500	0,866	-46,000	79,674
Грудень	93	12	0,000	1,000	0,000	93,000
Сума	1176	78	0,000	0,000	-19,902	-98,007

Прогнозні оцінки для наступного року наведено в таблиці 9.7.

Таблиця 9.7 – Прогностичні оцінки при періодичній поведінці споживання ПЕР

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Разом
Прогнозоване споживання ПЕР	82	87	95	103	110	114	114	109	101	93	86	82	1176

Оцінка похибки при прогнозуванні споживання ПЕР за допомогою періодичної прогнозуючої функції

СКВ, що характеризує похибку прогнозу в даному випадку при використанні періодичної прогнозуючої функції, дорівнює

$$\sigma_{y_t} = 10,8.$$

Таким чином, протягом 95 місяців зі 100 слід чекати коливання споживання ПЕР з розмахом 25 одиниць відносно кривої, визначеної рівнянням.

Результати аналізу прикладу 3 можна сформулювати таким чином:

1. Очікуваний рівень споживання ПЕР змінюється відповідно до моделі

$$\hat{y}_t = 98 - 16,3 \cos \frac{\pi}{6} t - 3,3 \sin \frac{\pi}{6} t.$$

2. СКВ, що характеризує похибку прогнозу, дорівнює 12,7 од.

3. Протягом 95 місяців зі 100 коливання очікуваного рівня споживання ПЕР мають "розмах" 25 од. як з позитивним, так і з негативним знаком.

Порівняння фактичних даних з відповідними значеннями прогнозуючої функції відображено на рисунку 9.7.

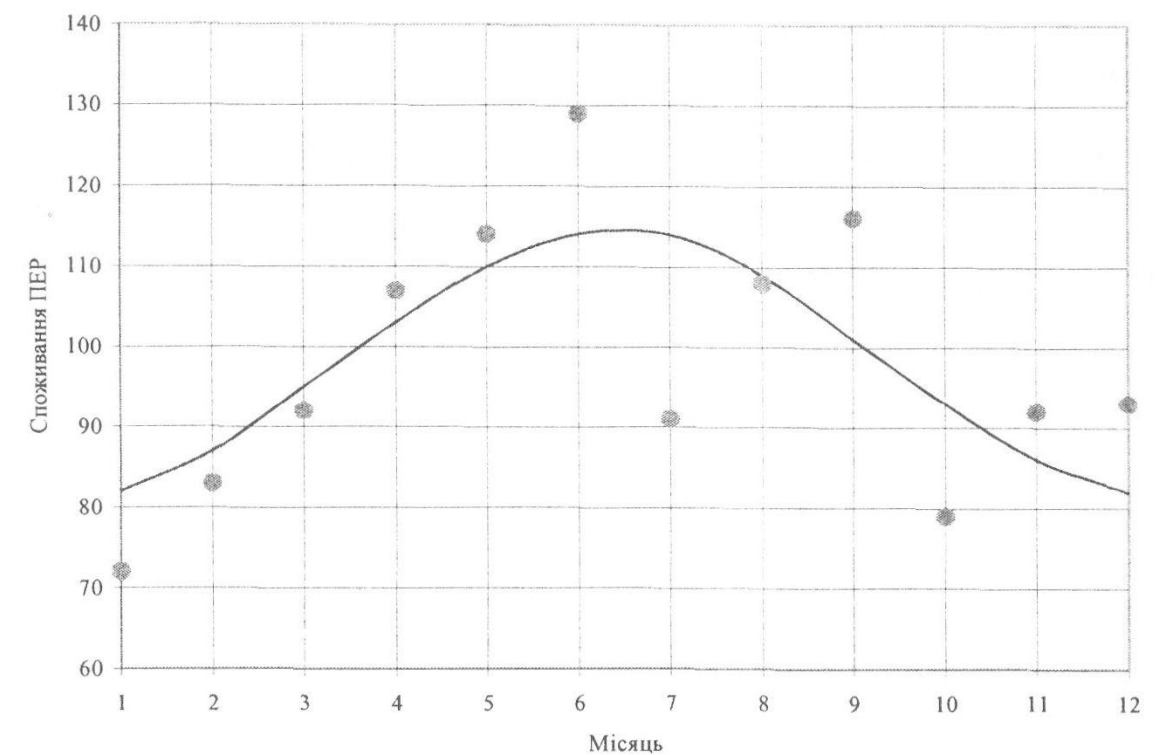


Рисунок 9.7 – Періодична поведінка споживання ПЕР і циклічна прогнозуюча функція

Приклад 4. Періодична поведінка споживання ПЕР при загальній тенденції до зростання

У даному прикладі розглядається поведінка споживання ПЕР, що є своєрідною суперпозицією тенденцій, опис яких наданий у прикладах 2 і 3. Відповідні чисельні дані наведені в таблиці 9.8; проаналізувавши ці дані, ми переконуємося в тому, що рівень споживання ПЕР при загальній тенденції до зростання містить періодичну складову (тобто споживання ПЕР періодично коливається відносно прямої, що визначає поступове і стійке зростання y_t).

Таблиця 9.8 – Періодична поведінка споживання ПЕР, що має тенденцію до зростання

Місяць, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Споживання ПЕР, y_t	498	505	517	521	535	548	544	546	529	548	543	557

Розглянувши графік, зображений на рисунку 9.8, ми переконуємося, що в даному випадку поведінку споживання ПЕР неможливо задовільно апроксимувати за допомогою тільки лінійної або тільки періодичної прогнозуючої функції. Проте має певний інтерес порівняння стандартних відхилень, що характеризують похибку прогнозу, обчислених при апроксимаціях, наведених вище даних за допомогою лінійної і лінійно-періодичної прогнозуючих функцій.

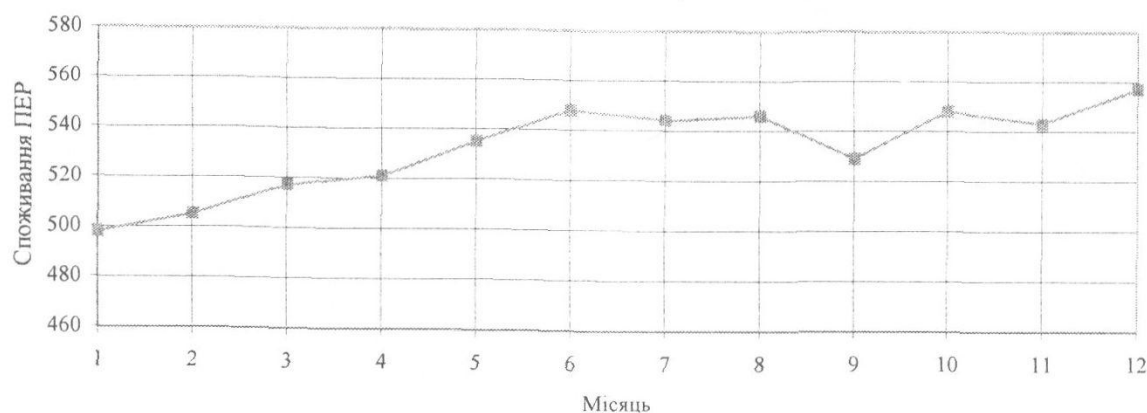


Рисунок 9.8 – Порівняння фактичного споживання ПЕР і лінійно-періодичної прогнозуючої функції

Лінійна прогнозуюча функція має вигляд

$$\hat{y}_t = a + bt,$$

тоді як лінійно-циклічна поведінка споживання ПЕР може бути описана за допомогою прогнозуючої функції вигляду

$$\hat{y}_t = a + bt + c \cos \frac{2\pi}{n} t + d \sin \frac{2\pi}{n} t.$$

Відповідні рівняння, індуковані методом найменших квадратів, мають

вигляд:

$$\sum_{t=1}^n y_t = an + b \sum_{t=1}^n t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t t = a \sum_{t=1}^n t + b \sum_{t=1}^n t^2 + c \sum_{t=1}^n t \cos \frac{2\pi}{n} t + d \sum_{t=1}^n t \sin \frac{2\pi}{n} t,$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t = b \sum_{t=1}^n t \cos \frac{2\pi}{n} t + c \frac{n}{2},$$

$$\sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t = b \sum_{t=1}^n t \sin \frac{2\pi}{n} t + d \frac{n}{2}.$$

Обчислювальні процедури для лінійно-циклічної функції відображено в таблиці 9.9.

Таблиця 9.9 – Результати обчислень для лінійно-циклічної функції

Місяць	Споживання ПЕР, y_t	Порядковий номер відрізка часу, t	$y_t t$	t^2	$\sin(\pi t/6)$	$\cos(\pi t/6)$
Січень	498	1	498	1	0,500	0,866
Лютий	505	2	1010	4	0,866	0,500
Березень	517	3	1551	9	1,000	0,000
Квітень	521	4	2084	16	0,866	-0,500
Травень	535	5	2675	25	0,500	-0,866
Червень	548	6	3288	36	0,000	-1,000
Липень	544	7	3808	49	-0,500	-0,866
Серпень	546	8	4368	64	-0,866	-0,500
Вересень	529	9	4761	81	-1,000	0,000
Жовтень	548	10	5480	100	-0,866	0,500
Листопад	543	11	5973	121	-0,500	0,866
Грудень	557	12	6684	144	0,000	1,000
Сума	6391	78	42180	650	0,000	0,000

Продовження таблиці 9.9

Місяць	$y_t \sin(\pi t/6)$	$y_t \cos(\pi t/6)$	$t \sin(\pi t/n)$	$t \cos(\pi t/n)$
Січень	249,000	431,281	0,500	0,866
Лютий	437,330	252,500	1,732	1,000
Березень	517,000	0,000	3,000	0,000
Квітень	451,199	-260,500	3,464	-2,000

Травень	267,500	-463,324	2,500	-4,330
Червень	0,000	-548,000	0,000	-6,000
Липень	-272,000	-471,118	-3,500	-6,062
Серпень	-472,850	-273,000	-6,928	-4,000
Вересень	-529,000	0,000	-9,000	0,000
Жовтень	-474,582	274,000	-8,660	5,000
Листопад	-271,500	470,252	-5,500	9,526
Грудень	0,000	557,000	0,000	12,000
Сума	-97,890	-30,909	-22,392	6,000

$$\begin{aligned} 6391 &= 12a + 78b, \\ 42180 &= 78a + 650b + 6c - 22,392d \\ -30,908 &= 6b + 6c \\ -97,890 &= -22,392b + 6d \end{aligned}$$

Розв'язуючи систему лінійних рівнянь, отримаємо:

$$a = 495,592; \quad b = 5,691; \quad c = -10,842; \quad d = 4,924.$$

Математична модель споживання ПЕР

$$\hat{y}_t = 495,6 + 5,7t - 10,8 \cos \frac{2\pi}{n}t + 4,9 \sin \frac{2\pi}{n}t$$

і середньоквадратичне відхилення $\sigma_{y_t} = 6,67$.

Анулюючи дисперсію, можна зробити висновок, що використання лінійної прогнозуючої функції при значенні коефіцієнта достовірності, що дорівнює 0,9, не призводить до істотного збільшення стандартного відхилення, що визначає похибку прогнозу. Проте є всі підстави вважати, що точність прогностичних оцінок при використанні лінійно-періодичної прогнозуючої функції все ж таки виявиться вищою.

Прогнози для наступного року, одержані згаданими вище методами, відображено в таблиці 9.10. Прогнозоване сумарне річне споживання ПЕР, обчислене за допомогою лінійно-періодичної прогнозуючої функції, перевищує прогнозоване сумарне річне споживання, обчислене при використанні лінійної прогнозуючої функції, більш ніж на 2,4%. Цілком логічно вважати, що за незмінних зовнішніх умов кращою для отримання прогностичних оцінок є та прогнозуюча функція, яка гарантує менше СКВ, котра є мірою похибки прогнозу. Разом з тим слід зазначити, що загальна тенденція поведінки споживання ПЕР правильно відображається як тією, так і іншою прогнозуючою функцією. Графік лінійно-періодичної прогнозуючої функції, побудований в процесі апроксимації даних прикладу 4, зображений на рисунку 9.8.

Таблиця 9.10 – Прогнозування за допомогою лінійно-періодичної і лінійної прогнозуючої функцій

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Разом
А	562	566	571	575	579	584	588	593	597	602	606	611	7034
Б	563	574	586	596	604	609	611	611	610	611	615	621	7211

А – споживання ПЕР, обчислене за допомогою лінійно-періодичної прогнозуючої функції;

Б – споживання ПЕР, обчислене за допомогою лінійної прогнозуючої функції.

Прогностичні оцінки, обчислені на основі даних прикладу 4 при використанні лінійно-періодичної прогнозуючої функції, зводяться до такого:

1. Очікуваний рівень споживання ПЕР визначається співвідношенням

$$\hat{y}_t = 495,6 + 5,7t - 10,8 \cos \frac{\pi}{6}t + 4,9 \sin \frac{\pi}{6}t.$$

2. СКВ, що характеризує похибку прогнозу, дорівнює 6,67 од.

3. Протягом 95 місяців зі 100 очікувані коливання споживання ПЕР відносно значень, визначених лінійно-періодичною прогнозуючою функцією, становлять 13 од.

4. Лінійно-періодична прогнозуюча функція дозволяє одержати точніший прогноз порівняно з лінійною прогнозуючою функцією.

Розділ 10
ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

10.1 Принципи і методика оцінки економічної ефективності енергозберігаючих заходів

Розробка і наступна реалізація більшості технічних проектів, призначених для використання практично в будь-якій галузі, виходить із положення про існування як мінімум двох альтернативних рішень. Найчастіше кількість можливих варіантів проектних рішень становить три і більше, тобто йдеться про альтернативність рішень, їхню порівняльну оцінку роблять як за технічними параметрами, так і за економічними і екологічними показниками. Таким чином, альтернативність проектних рішень є передумовою для вибору варіанта, що прийнятний технічно і найбільш ефективний щодо мінімізації витрат на його реалізацію, тобто найраціональніший або найоптимальніший.

Критерії ефективності енергозберігаючих заходів. Критеріями ефективності та оптимальності проектних рішень звичайно є саме економічні показники за умови неодмінного дотримання технічних, технологічних, соціальних і екологічних обмежень. Сказане повною мірою стосується до проєктованих енергозберігаючих заходів. Тут як базовий варіант використовується вихідний стан, що існувало до впровадження організаційно-технічного заходу (ОТЗ), а як кінцеве враховується стан, що виникає після реалізації заходів.

За умов ринкової економіки і усе зростаючої приватизації об'єктів електроенергетичної галузі глобальний критерій визначення ефективності у вигляді розрахункового народногосподарського ефекту, що застосовувався за умов планової економіки, багато в чому втратив свій сенс. Тепер на зміну цьому ефемерному критерію економічності приходять інший, досить чіткий і ясний - додатковий прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства (надалі для стислості "прибуток"), у результаті реалізації того або іншого проектного рішення, включаючи ОТЗ. Якщо ж підприємство є беззаперечно збитковим, то можна знизити або повністю ліквідувати збитки у результаті реалізації ОТЗ,

Офіційним документом, що регламентує порядок визначення ефективності ОТЗ з енергозбереження, є державний стандарт 2155-93 "Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів з енергозбереження", чинний від 01.01.95.

Розпочинаючи виконання розрахунків економічної ефективності (тут і далі йдеться про комерційну ефективність), доцільно також ознайомитися з виданням "Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и отбору их для финансирования" (Москва, 1994). Ці методичні рекомендації є офіційним документом, що затверджений дуже

представницькими відомствами — Госстроем РФ, Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ и Госкомпромом России.

Природно, що при користуванні обома згаданими документами не можна не враховувати те, що їх розроблено в перші роки формування ринкових відносин в обох країнах і вони пов'язані з найдинамічнішою системою перехідного періоду розвитку, а саме із фінансово-кредитними відношеннями.

Виходячи з ДСТУ 2155, під економічною ефективністю ОТЗ будемо розуміти розмір додаткового прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства або будь-якого об'єкта або суб'єкта господарської діяльності в результаті розробки і впровадження даного ОТЗ. Щодо виду джерела одержання економічного ефекту заходи з енергозбереження поділяються на групи, пов'язані з одержанням прямої, непрямой, балансової або структурної економії паливно-енергетичних ресурсів.

Структура технологічних ОТЗ. При подальшому розгляді особливо відзначимо ті ОТЗ, реалізація яких забезпечує переважно пряму економію ПЕР. До них належить група ОТЗ технологічного спрямування, що зумовлюють економію ПЕР у процесі використання ресурсів, а також зниження втрат і збереження якості ПЕР у процесі їхнього одержання, переробки, транспортування і зберігання.

До складу технологічних ОТЗ відповідно до ДСТУ 2155 належать наступні основні заходи:

- застосування досконаліших технологічних процесів видобутку, переробки, одержання і використання ПЕР, заснованих на широкому використанні новітніх досягнень науки, техніки і технології у відповідних галузях, а також використання "ноу-хау" і передового вітчизняного і закордонного досвіду;
- заміна неекономічного і застарілого устаткування, що виробляє і споживає енергію, ефективнішим;
- підвищення енергетичного ККД пристроїв і агрегатів за рахунок удосконалювання технологічних процесів і режимів роботи, скорочення тривалості змушених простоїв і невиробничих втрат ПЕР, удосконалення процесів використання палива, застосування рекуперації і регенерації теплоти, рециркуляції енергоносіїв тощо;
- застосування комбінованих енерготехнологічних процесів з використанням енергетичного потенціалу продуктів одного технологічного процесу в іншому безпосередньо, без проміжного перетворення енергії;
- удосконалювання структури і оптимізація балансу енергоспоживання підприємства за рахунок обґрунтованого вибору найефективніших видів ПЕР і енергоносіїв відповідно до конкретних умов енергоспоживання і системи енергопостачання.

Економічні показники ОТЗ. Прогнозуючи можливі наслідки розробки і впровадження ОТЗ з енергозбереження, варто мати на увазі як чинники, що позитивно впливають на фінансово-економічні показники роботи підприємства, так і негативні чинники.

До чинників, що виникають у процесі реалізації ОТЗ і справляють позитивний вплив на результати діяльності підприємства, належать наступні:

- можливість поліпшення виробничо-технологічних показників за рахунок збільшення продуктивності і скорочення кількості простоїв технологічного устаткування, поліпшення якості продукції, що випускається, і, як наслідок, зниження питомих енерговитрат на одиницю випущеної продукції відповідної якості;
- безпосередня економія ПЕР і зумовлене цим зниження їхньої вартості, що припадає на одиницю випущеної продукції знижує частку енергетичної складової в собівартості продукції і підвищує її конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішньому ринках;
- скорочення екологічних платежів, зумовлене зменшенням шкідливих викидів підприємства, а також зниженням витрат, пов'язаних із видаленням і захороненням побічних продуктів і твердих відходів, що не підлягають утилізації, на суму, пропорційну зниженню споживання ПЕР.

До чинників, що виникають у процесі розробки і реалізації ОТЗ з енергозбереження і спричиняють негативний вплив на фінансово-економічні показники виробничої діяльності, можна зарахувати наступні:

- додаткові, не передбачені нормальним технологічним процесом витрати фінансових коштів, пов'язані з проведенням зовнішнього або внутрішнього енергоаудиту з метою вибору і обґрунтування ефективності ОТЗ, реалізація яких можлива і найефективніша за умов даного підприємства;
- необхідність придбання енергозберігаючого устаткування, матеріалів, техніки, технології, технічних засобів контролю і обліку витрати ПЕР, пристроїв і приладів діагностики стану енерготехнологічного устаткування;
- витрати, пов'язані з монтаж-налагоджувальними роботами і наступним поточним експлуатаційним обслуговуванням енергозберігаючої техніки.

При виборі черговості впровадження ОТЗ з енергозбереження перевага віддається тим заходам, що відповідають одній з наступних умов:

- одержання найбільшого додаткового прибутку або зниження збитковості на одиницю коштів, вкладених у розробку і реалізацію ОТЗ, у терміни, що їх можна порівнювати;
- одержання порівняльної величини додаткового прибутку або зниження збитковості підприємства, що віднесені на одиницю вкладених коштів, у найкоротші терміни;
- мінімальний рівень економічного ризику при розробці і реалізації ОТЗ при порівняльних витратах і термінах реалізації.

Для стимулювання діяльності з економії і раціонального використання ПЕР відповідно до ДСТУ 2155 передбачено два види економічного впливу на енергоспоживачів:

- можливість одержання субсидій, дотацій, податкових, кредитних та інших пільг для підприємств, що активно розробляють, впроваджують і

використовують енергозберігаючі технології та устаткування, а також інших ОТЗ з енергозбереження;

- застосування економічних санкцій до підприємств, що допускають безгосподарне використання ПЕР і до підприємств, які виробляють енергетичне неефективне устаткування і матеріали.

Методика розрахунку ефективності ОТЗ. Базою для оцінки ефективності ОТЗ з енергозбереження є наступні показники фінансової діяльності підприємства протягом одного розрахункового періоду:

- а) для рентабельних підприємств - приріст прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства, грн.

$$\Delta\Pi_t = \Pi_{2t} - \Pi_{1t},$$

де Π_{1t}, Π_{2t} - прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства протягом 1-го розрахункового періоду до і після реалізації ОТЗ відповідно;

- б) для тимчасово збиткових підприємств - зниження збитковості підприємства, грн.

$$\Delta Y_t = Y_{1t} - Y_{2t},$$

де $Y_{1t} - Y_{2t}$ - збиток підприємства протягом 1-го розрахункового періоду до і після реалізації ОТЗ відповідно.

Зміна показника прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства в 1-му розрахунковому періоді в результаті реалізації ОТЗ з енергозбереження, визначається за виразом, що враховує зміну витрат за окремими статтями, грн.:

$$\Delta\Pi = \sum_{i=1}^{N_p} \Delta C_{\text{пит}} + \Delta C_{\text{пе.т}} + \Delta C_{\text{зе.т}} + \Delta\Pi_{\text{зс.т}} + \Delta E_{\text{об.т}} - eK_3,$$

де N_p - кількість видів палива, що використовуються на підприємстві;

$\Delta C_{\text{пит}}$ - зміна вартості одного виду палива, що спожито за перший розрахунковий період у результаті реалізації ОТЗ з енергозбереження;

$\Delta C_{\text{пе.т}}$ - зміна вартості покупної теплоенергії за перший розрахунковий період у результаті реалізації ОТЗ;

$\Delta C_{\text{зе.т}}$ - зміна вартості електроенергії, спожитої за перший розрахунковий період;

$\Delta\Pi_{\text{зс.т}}$ - зміна суми платежів за забруднення навколишнього природного середовища України за 1-ий розрахунковий період, зумовлена впровадженням ОТЗ; розрахунок виконується відповідно до "Методики визначення тимчасових нормативів плати і платежів за забруднення навколишнього природного середовища України" Київ, 1992;

$\Delta E_{\text{об.т}}$ - зміна експлуатаційних витрат на обслуговування технологічного устаткування за 1-ий розрахунковий період, зумовлена впровадженням ОТЗ;

e - внутрішня норма ефективності;

K_3 – капітальні витрати, пов'язані з реалізацією ОТЗ.

Поелементна зміна суми платежів за забруднення довкілля України враховує платежі за викиди шкідливих речовин у межах установленого ліміту і понадлімітні.

У додаткових коефіцієнтах враховано територіальні, екологічні і соціально-економічні особливості регіонів відповідно до "Методики...", згаданої раніше.

Сумарна зміна платежів за забруднення довкілля України включає платежі за викиди шкідливих речовин в атмосферу, за скидання шкідливих речовин у підземні, поверхневі, територіальні і внутрішні акваторії, а також платежі за зберігання твердих і рідких відходів з урахуванням класів їх токсичності і коефіцієнтів, що враховують особливості розташування відходів відповідно до "Методики...", згаданої раніше.

Оцінювання ефективності ОТЗ з технологічного енергозбереження за розрахунковий термін експлуатації енергозберігаючого устаткування виконується з урахуванням інтегрального дисконтування зміни прибутку і норми внутрішньої ефективності або максимального розміру банківської облікової (дисконтної) ставки, при якій кредит на реалізацію ОТЗ може бути погашений протягом терміну реалізації заходів.

Норма внутрішньої ефективності розраховується з урахуванням виторгу від реалізації усіх видів продукції, товарів і послуг, а також поточних витрат і одноразових витрат, пов'язаних із виробництвом у розрахунковому періоді.

Нині для оцінки інвестицій використовуються наступні методи:

1 **Метод визначення чистої поточної вартості.** Цей метод аналізу інвестицій в енергозбереженні ґрунтується на визначенні чистої поточної вартості, на котру цінність фірми може прирости в результаті реалізації інвестиційного проекту. Він базується на двох передумовах:

- будь-яка фірма прагне до максимізації своєї цінності;
- різночасні витрати мають неоднакову вартість.

Чиста поточна вартість NPV (англ. net present value) - це різниця між сумою грошових надходжень (грошових потоків, припливів), що з'являються завдяки реалізації інвестиційного проекту і дисконтовані до їхньої поточної вартості, та сумою дисконтованих поточних вартостей усіх витрат (грошових потоків, відтоків), що необхідні для реалізації цього проекту.

Щоб записати це визначення у вигляді формули, домовимося спочатку, що k – бажана норма прибутковості (рентабельності), тобто той рівень прибутковості коштів, що інвестуються, який можна забезпечити при їх розміщенні у загальнодоступних фінансових структурах (банках, фінансових компаніях і т.п.), а не при їх використанні на даний інвестиційний проект. Інакше кажучи, k - це ціна вибору (альтернативна вартість) комерційної стратегії, що припускає вкладення коштів в інвестиційний проект.

Символом I_0 (англ. investment) позначимо початкове вкладення коштів, а CF_t (англ. cash flow) – надходження коштів (грошовий потік) наприкінці періоду t . Тоді формула розрахунку чистої поточної вартості набуде вигляду:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I_0. \quad (10.1)$$

Якщо чиста поточна вартість проекту NPV позитивна, то це означатиме, що в результаті реалізації такого проекту цінність фірми зросте і, отже, інвестування піде їй на користь, тобто проект може вважатися прийнятним.

Насправді, однак, інвестор може потрапити в ситуацію, коли проект припускає не "разові витрати - тривалу віддачу" (що, власне, і передбачається у формулі (10.1), а "тривалі витрати - тривалу віддачу", тобто більш звичну ситуацію, коли інвестиції здійснюються не одномоментно, а по частинах – протягом декількох місяців або навіть років.

У цьому випадку формула (10.1) змінюється:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+k)^t}, \quad (10.2)$$

де I_t – інвестиційні витрати в період t .

Особливою ситуацією є розрахунок NPV у разі вкладання коштів у проект, тривалість якого вочевидь не обмежена (умовно-нескінченна). Характерними прикладами такого роду інвестицій можуть бути витрати, здійснювані для проникнення на новий для фірми ринок (реклама, створення мережі дилерів тощо) або пов'язані з придбанням контрольного пакета акцій іншої компанії з метою залучення її до холдинга.

У подібних випадках для визначення NPV треба скористатися формулою Гордона, що має такий вигляд:

$$NPV = \frac{CF_t}{k \pm g} - I_0, \quad (10.3)$$

де CF_t – надходження грошових коштів наприкінці першого року після здійснення інвестицій;

g – той постійний темп, із яким, як очікується, надалі зростатиме щороку надходження коштів.

Широка поширеність методу оцінки прийнятності інвестицій на основі NPV зумовлена тим, що він має достатню усталеність при різних комбінаціях вихідних умов, дозволяючи в усіх випадках знаходити економічно раціональне рішення. Однак він усе ж дає відповідь лише на питання, чи сприяє аналізований варіант інвестування зростанню цінності фірми або багатства інвестора взагалі, але ніяк не говорить про відносну міру такого зростання. А ця міра завжди має велике значення для будь-якого інвестора. Для заповнення такої прогалини використовується інший показник - метод розрахунку рентабельності інвестицій.

2 Метод розрахунку рентабельності інвестиції. Рентабельність інвестицій PI (англ. profitability index) - це показник, що дозволяє визначити, якою мірою зростає цінність фірми (багатство інвестора) у розрахунку на 1 грн. інвестицій. Розрахунок цього показника рентабельності робиться за формулою:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{I_0} \quad (10.4)$$

Аналогічно до ситуації, що розглянуто вище, відносно показника NVP для випадку "тривалі витрати - тривала віддача" ця формула матиме інший вид:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+k)^t}} \quad (10.5)$$

де I_t - інвестиції t -го року.

У такій модифікації показник рентабельності інвестицій іноді називають коефіцієнтом "прибуток - витрати", BCR (англ. benefit-cost-ratio).

Очевидно, якщо NPV позитивна, то і PI буде більше одиниці і, відповідно, навпаки. Таким чином, якщо розрахунок дає нам PI більше одиниці, то така інвестиція прийнятна.

Необхідно звернути увагу на те, що PI , виступаючи як показник абсолютної прийнятності інвестицій, у той же час дає аналітику можливість для дослідження інвестиційного проекту ще в двох аспектах.

По-перше, із його допомогою можна знайти щось на зразок "міри усталеності" такого проекту. Дійсно, якщо ми розрахували, що PI дорівнює, припустимо, 2, то неважко зрозуміти, що розглянутий проект перестане бути привабливим для інвестора лише в тому випадку, якщо його вигоди (майбутні грошові надходження) виявляться меншими більш ніж у 2 рази. Це і буде "запас міцності" проекту, що забезпечує справедливості висновків аналітиків, навіть якщо вони оцінюють проект з певним оптимізмом.

По-друге, PI дає аналітикам інвестицій надійний інструмент для ранжирування різних інвестицій щодо їхньої принадності, і цей аспект досить важливий.

3 Метод розрахунку внутрішньої норми прибутку. Внутрішня норма прибутку, або внутрішній коефіцієнт окупності інвестицій IRR (англ. internal rate of return) являє собою, власне, рівень окупності коштів, спрямованих на цілі інвестування, і за своєю природою близька до різного роду процентних ставок, що їх використовують в інших аспектах фінансового менеджменту. Найближчими за економічною природою до внутрішньої норми прибутку можна вважати:

- дійсну (реальну) річну ставку прибутковості, запропоновану банками за своїми ошадними рахунками (тобто номінальну ставку прибутковості за рік,

розраховану за схемою складних відсотків через кількарізове нарахування відсотків протягом року, наприклад, щокварталу);

- справжню (реальну) ставку відсотка за позичкою за рік, розраховану за схемою складних відсотків через кількарізове погашення заборгованості протягом року (наприклад, щоквартального).

Якщо повернутися до описаних вище рівнянь (10.1) і (10.2), то IRR - це те значення k , при якому NPV дорівнюватиме нулю.

Щоб легше розбиратися в проблемах, пов'язаних із IRR , домовимося, що поки будемо говорити про стандартні інвестиційні проекти, при реалізації яких:

- треба спочатку витратити кошти (допустити відтік коштів) і лише потім можна розраховувати на грошові надходження;
- грошові надходження носять кумулятивний характер, причому їхній знак змінюється лише одного разу (тобто спочатку вони можуть бути від'ємними, але, ставши потім позитивними, залишатимуться такими протягом усього періоду реалізації інвестиції, що розглядається).

Для таких стандартних інвестицій справедливо твердження про те, що чим вище коефіцієнт дисконтування, тим менше розмір NPV , що саме й ілюструє рисунок 10.1. Як видно на рисунку 10.1 - це той розмір коефіцієнта дисконтування k , при якому крива зміни NPV перетинає горизонтальну вісь, тобто виявляється, що NPV дорівнює нулю. Знайти величину IRR можна двома способами. По-перше, можна розрахувати її за допомогою рівнянь розрахунку дисконтованої вартості, а по-друге, знайти її в таблицях коефіцієнтів приведення.

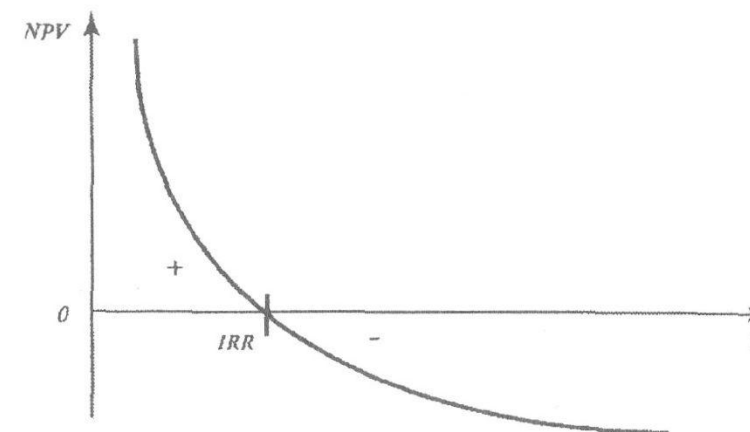


Рисунок 10.1 - Залежність значення NPV від рівня коефіцієнта дисконтування k

Визначення IRR стає особливо важким у тих випадках, коли майбутні грошові надходження можуть бути неоднаковими за розміром. Сутність завдання залишається без змін - знайти значення IRR , при якому NPV дорівнюватиме нулю. Однак власне процес розрахунку доводиться змінювати, звертаючись до методу проб і помилок, щоб шляхом декількох послідовних

наближень, ітерацій знайти потрібне значення IRR. При цьому (якщо йдеться про стандартні інвестиційні проекти) спочатку NPV визначається за допомогою експортно обраного розміру коефіцієнта дисконтування. Якщо NPV виявляється позитивною, то розрахунок повторюється з використанням більшої величини коефіцієнта дисконтування (або, навпаки, при від'ємному значенні NPV), доки не буде підібрано такий коефіцієнт дисконтування, при якому NPV дорівнюватиме нулю.

Тепер, коли вирішили, що таке внутрішня норма прибутку за інвестиціями і як вона визначається, час з'ясувати – а навщо вона потрібна і як використовується при оцінці бажаності інвестицій?

Як критерій оцінки інвестицій ця норма використовується аналогічно показникам чистої поточної вартості і рентабельності інвестицій, а саме встановлює економічну межу прийнятності інвестиційних проектів, що розглянуто. Формалізуючи процедуру визначення IRR, описану вище, одержимо рівняння

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I_0 = 0, \quad (10.6)$$

яке треба вирішити щодо k . Оскільки суворого рішення тут бути не може, а можливий лише визначений ступінь приблизності (округлення), то звичайно користуються методом добору значень за таблицею, що описаний вище, домагаючись прийняттого рівня похибки (тобто величини відхилення від нуля).

Формально IRR визначається як той коефіцієнт дисконтування, при якому NPV дорівнює нулю, тобто інвестиційний проект не забезпечує зростання цінності фірми, але і не веде до її зниження. Саме тому у вітчизняній літературі внутрішню норму прибутку іноді називають перевірочним дисконтом, бо вона дозволяє знайти граничне значення коефіцієнта дисконтування, що розділяє інвестиції на прийнятні і не вигідні. Для цього IRR порівнюють із тим рівнем окупності укладень, що фірма (інвестор) вибирає для себе як стандартний з урахуванням того, за якою ціною сама вона одержала капітал для інвестування і який "чистий" рівень прибутковості хотіла б мати при його використанні. Цей стандартний рівень бажаної рентабельності укладень часто називають бар'єрним коефіцієнтом HR (англ. hurdle rate). Принцип порівняння цих показників такий:

- якщо $IRR > HR$ — проект вигідний;
- якщо $IRR < HR$ — проект не вигідний;
- якщо $IRR = HR$ — можна приймати будь-яке рішення.

Дійсно, уявимо собі, що NPV у формулі (10.1) виявилася рівною нулю, скажімо, при коефіцієнті дисконтування 0,12 (12%), тобто при $CF/(1 + 0,12)$. Тим часом фірма вибрала для себе значення бар'єрного коефіцієнта на рівні 0,1 (тобто погодилася на окупність інвестицій на рівні 10%) і вестиме розрахунок, виходячи з $CF/(1 + 0,10)$. Очевидно, що в цьому випадку розмір кожного зі складових виявиться більшим, бо знаменники дробів зменшаться, а оскільки на

розмір I_0 , що віднімається (суму інвестицій), це ніяк не вплине, то і підсумок – чиста поточна вартість, що є показником виграшу фірми від інвестицій, – зросте.

Інакше кажучи, якщо інвестиційний проект зводиться "по нулях" навіть при IRR більшій, ніж той рівень окупності укладень (бар'єрний коефіцієнт), що фірма обрала для себе як нормальний, то вже при бар'єрному коефіцієнті окупності NPV обов'язково буде позитивною, а рентабельність інвестицій – більше одиниці. Якщо ж PI буде менше бажаного для фірми рівня окупності, то NPV при бар'єрному коефіцієнті буде від'ємною, а PI – менше одиниці.

Таким чином, IRR стає ніби ситом, що відсіває не вигідні проекти.

Крім того, цей показник може бути основою для ранжирування проектів за ступенем вигідності. Щоправда, це можна робити лише "при інших рівних", тобто при тотожності основних вихідних параметрів порівнюваних проектів:

- рівній сумі інвестицій;
- однаковій тривалості;
- тому ж рівні ризику;

- подібних схемах формування грошових надходжень (тобто приблизно при рівних сумах щорічних прибутків в однаковій часовій перспективі – у першому, другому і наступних роках реалізації інвестиційного проекту).

І нарешті, цей показник служить індикатором рівня ризику проекту: чим більше IRR перевищує прийнятий фірмою бар'єрний коефіцієнт (стандартний рівень окупності), тим більше запас міцності проекту і тем менше небезпека від можливих помилок при оцінці розмірів майбутніх грошових надходжень.

При використанні внутрішньої норми прибутку (перевірочного дисконту) важливо розуміти, що рівень окупності інвестицій досягається не всією інвестованою сумою коштів і не протягом усього періоду реалізації інвестиційного проекту. Таке досягнення повною мірою можна вважати результатом функціонування лише суми інвестицій, що ще не повернуто (не погашено). Аби розібратися в цьому аспекті інвестиційного аналізу, що має велике значення за умов інфляції, треба насамперед звернути увагу на умови реінвестування. Проводячи розрахунки на основі IRR, ми виходили з того, що і реінвестування грошових надходжень здійснюється з рівнями прибутковості, що дорівнюють IRR. Проводячи розрахунки на основі NPV, аналогічним способом виходять з можливості реінвестування грошових надходжень із прибутковістю, яку бажає мати фірма (на рівні коефіцієнта дисконтування). Зовні одне з цих допущень нічим не краще від іншого.

Однак насправді не варто забувати про те, що розмір коефіцієнта дисконтування при обчисленні NPV визначається в контексті загальної інвестиційної ситуації, у якій діє фірма, а тому носить реалістичніший характер. Отже, розрахунок прийнятності на основі NPV має декілька більшу достовірність. Водночас не треба абсолютизувати цей висновок, оскільки в реальному житті часто виявляється можливим досить точно визначити можливі

рівні прибутковості при реінвестуванні, і тоді проблема втрачає свою гостроту, хоча і не зникає цілком.

10.2 Поняття про конкуруючі інвестиції

Виникнення конкуренції між інвестиційними проектами можливе через дві причини. По-перше, інвестиції можуть конкурувати просто тому, що вони виключають одна одну з причин позаекономічного характеру. По-друге, інвестиції можуть конкурувати через бюджетні обмеження (іноді ця ситуація визначається як раціонування капіталу). У такій ситуації фірма опиняється тоді, коли в її портфелі перебуває декілька проектів, що не виключають один одного, із позитивними розмірами NPV та іншими добрими характеристиками, але на реалізацію їх усіх у неї просто не вистачає коштів.

Інвестиції виключають одна одну, якщо забезпечують альтернативні способи досягнення того самого результату або використання якогось обмеженого ресурсу, але тільки не грошових коштів.

Очевидно, що, подібно до багатьох інших економічних завдань з обмеженістю ресурсів, і проблеми вибору цього типу виникають лише у фіксованих часових межах, тобто коли перебороти цю обмеженість ресурсів неможливо.

Проблеми, що виникають при виборі з інвестиційних проектів, які виключають один одного, зручно розглянути на прикладі.

Приклад. Припустимо, що на підприємстві необхідно звести нову котельню для опалення побудованого ним для своїх працівників житлового мікрорайону. Можливо використати для цієї мети три види палива: вугілля, газ і мазут. Розрахунок, проведений енергетиками і економістами підприємства, дозволив побудувати аналітичну таблицю 10.1 для кожного з варіантів енергопостачання (для простоти аналізу ми припускаємо, що термін реалізація усіх варіантів інвестицій дорівнює 4 рокам).

Таблиця 10.1 – Дані для аналізу варіантів

Типи інвестицій	Річні суми грошових надходжень, млн грн.					Чиста поточна вартість NPV, млн грн.	Рентабельність інвестицій PI	Внутрішня норма прибутку IRR, %
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й			
Вугілля	-100	75	50	0	0	9,504	1,095	18
Газ	-100	35	35	35	35	10,945	1,109	15
Мазут	-50	18	18	18	18	7,058	1,141	16

Як видно з таблиці 10.1, через малу ефективність вугільної схеми можлива ситуація, що створена на її основі котельня починаючи з третього року після того, як стане до ладу, узагалі не приносить якихось грошових надходжень, а продовження її експлуатації буде пояснюватися тільки

неможливістю відключити постачання теплоти і електричної енергії до житлових будинків.

Водночас при коефіцієнті дисконтування на рівні 10% і цей варіант має позитивне значення NPV, розмір якої навіть більше, ніж при мазутній схемі. Більш того, якщо ранжирувати варіанти за розміром IRR, то вугільна схема виявляється найкращою. Щоправда, при ранжируванні варіантів за розміром NPV на перше місце виходить газова схема, тоді як мазутна виявляється на першому місці при ранжируванні варіантів інвестування за рівнем рентабельності інвестицій. Чому в реальній практиці інвестиційного аналізу можуть виникати такі ситуації, у чому причина настільки суперечливого ранжирування таких проектів, що розглянуто у прикладі?

Як правило, тому є дві основні причини:

- 1) існують відмінності в графіку майбутніх грошових надходжень;
- 2) існують розходження в необхідних сумах інвестицій.

Все це добре видно з таблиці 10.1. Тут вугілля перевершує газ щодо рівня внутрішньої норми прибутку (відповідно 18 і 15%). Звернемо, однак, увагу на те, що грошові надходження при виборі вугілля як енергоносія будуть отримані в ближчій перспективі, а потім припиняться взагалі. Іншими словами, вищий рівень внутрішньої норми прибутку забезпечується вугільним проектом за менш тривалий період часу, ніж при газовій схемі енергопостачання.

З іншого боку, мазут приносить найвищий розмір прибутку на кожен інвестиційну гривню, але оскільки розмір інвестицій тут менше, ніж при газовій схемі, то меншим буде і підсумковий розмір чистої поточної (сучасної) вартості – сумарного виграшу фірми від інвестицій.

Щоб краще зрозуміти причини такого розкидування в оцінці інвестиційних проектів, проаналізуємо показані на рисунку 8.2 графіки залежності NPV щодо газової і вугільної схем енергопостачання від коефіцієнтів дисконтування.

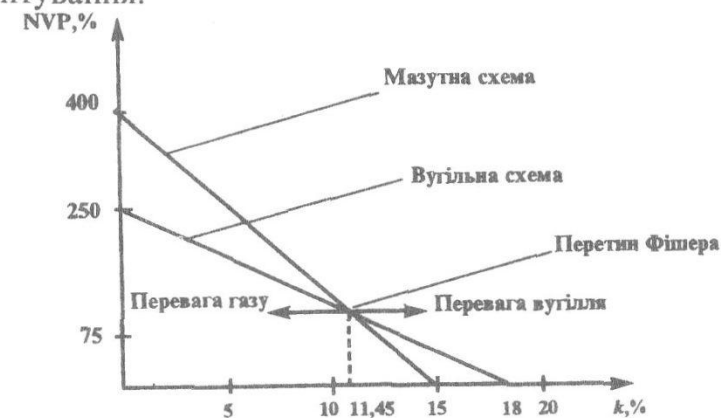


Рисунок 10.2 – Залежність оцінки проектів за показником чистої поточної вартості від розміру коефіцієнта дисконтування

Як видно з рисунка 10.2, вибір варіанта за критерієм найвищого розміру чистої поточної вартості залежить переважно від того, який рівень коефіцієнта дисконтування при цьому використовується. Крім того, виявляється, що наші графіки мають точку перетинання при коефіцієнті дисконтування 11,45% (це перетинання в літературі звичайно називають перетинанням Фішера, за іменем відомого економіста Ірвінга Фішера, що проаналізував цей аспект інвестиційних розрахунків). Це означає, що при коефіцієнті дисконтування 11,45% обидва варіанти інвестування забезпечують однакові розміри NPV. Якщо ж ставка дисконтування задається більшою, ніж 11,45%, то перевага виявляється на боці вугілля (це дає потоки грошових надходжень раніше). Навпаки, при ставці дисконтування, що менша 11,45%, у лідери виходить газовий варіант.

Розділ 11 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

Вироблення продукції в результаті проходження технологічного процесу на промислових підприємствах пов'язане з використанням паливно-енергетичних ресурсів, а використання останніх викликає забруднення довкілля. Так, наприклад, в таблиці 11.1 наведена інформація про рівень річних викидів шкідливих речовин в атмосферу в процесі вироблення продукції різними галузями промисловості України.

Таблиця 11.1 – Річні викиди шкідливих речовин в атмосферу в процесі вироблення продукції різними галузями промисловості України [14]

Галузь промисловості	Викиди шкідливих речовин, тис. т	Викиди шкідливих речовин в середньому одним об'єктом, т	Розподіл викидів за галузями, %
Електроенергетика	1545,4	9037,4	32,6
Металургійна	1294,3	6776,4	27,0
Вугільна	1106,9	1473,9	23,1
Нафтовидобувна та газова	225,6	409,4	4,7
Харчова	112,2	122,0	2,3
Хімічна	99,1	854,3	2,1
Виробництво будівельних матеріалів	79,3	51,3	1,7
Машинобудування	53,6	64,4	1,1
Транспорт	52,8	27,9	1,1
Сільське господарство	51,4	17,7	1,1
Житлово-комунальне господарство	51,0	72,3	1,1
Інші галузі	113,8	26,7	2,1
Усього	4785,4		100,0

Кожний вид палива при його використанні (спалюванні) має специфічні викиди, основні значення яких приведені в таблиці 11.2. При цьому кількість викидів практично пропорційна кількості використаних ПЕР з диференціацією за видами ПЕР.

Таблиця 11.2 – Основні викиди в грамах при спалюванні традиційних палив на вироблення 1 кВт·год електроенергії на ТЕС [14]

Викид	Вид палива			
	Кам'яне вугілля	Буре вугілля	Мазут	Природний газ
SO ₂	6,0	7,7	7,04	0,002
NO ₂	21,0	3,4	2,4	1,9
Тверді частинки	1,4	2,7	0,7	-
Фтористі сполуки	0,05	1,11	0,004	-

При видобуванні традиційних палив, їх транспортуванні, збагаченні, зберіганні теж мають місце викиди в навколишнє середовище, але вони значно менші і відрізняються своїм складом.

При порівнянні енергоносіїв з точки зору впливу на оточуюче середовище вважається, що електрична енергія є екологічно чистим енергоносієм і її використання, окрім впливу електромагнітних полів, не впливає на оточуюче середовище. Дійсно, шкідливих викидів при безпосередньому використанні електричної енергії не існує, однак електрична енергія є продуктом енергетичного виробництва, яке пов'язане з використанням традиційних палив. Таким чином, хоча використання електричної енергії не призводить до шкідливих викидів в конкретній точці розташування підприємства, воно дає шкідливі викиди в іншій точці – точці розташування енергетичного підприємства. Це стосується і теплової енергії, яку може отримувати підприємство від ТЕЦ.

З прийняттям більш жорстких законів відносно охорони навколишнього середовища, що має місце в більшості цивілізованих країн світу, в Україні з часом буде прийняті рішення відносно сплати екологічної складової за споживання ПЕР, при цьому при більших споживаннях ПЕР і сплата за них буде більшою. В цьому плані економія ПЕР буде пов'язана і зі зменшенням екологічної складової, особливо це буде відігравати одну з основних ролей при зміні технології, яка потребує заміну енергоносія.

Екологічна складова є також одним з важливіших показників, який приймається до уваги при прийнятті фінансовими організаціями бізнес-плану реалізації заходів з енергозбереження зі зміною технологічного процесу.

У загальному випадку збільшення прибутку, що залишається у розпорядженні підприємства, у році t за рахунок реалізації заходів з енергозбереження визначається за формулою [11]

$$\Delta\P_t = \Pi_t^T \Delta B_t^T + \Pi_t^u \Delta Q_t^u + \Pi_t^e \Delta W_t^e + \Delta\P_t^{\text{охр}} - (I_t^{\text{ме}} + e \cdot K^{\text{ме}}) + \Delta I_t,$$

де Π_t^T – ціна заощадженого умовного палива за діючими тарифами у році t ;

ΔB_t^T – зменшення поставок умовного палива на підприємство у році t в результаті реалізації заходів з енергозбереження;

Π_t^u – тариф на покупку теплової енергії у році t ;

ΔQ_t^u – скорочення споживання теплоти зі сторони у році t за рахунок реалізації заходів щодо енергозбереження;

Π_t^e – тариф на електроенергію, яку одержують від енергосистеми, у році t ;

ΔW_t^e – скорочення споживання електроенергії від енергосистеми у році t за рахунок реалізації заходів з енергозбереження;

$\Delta\P_t^{\text{охр}}$ – скорочення платежів підприємства за забруднення навколишнього середовища у році t , зумовлене впровадженням заходів з енергозбереження;

$I_t^{\text{ме}}, K^{\text{ме}}$ – поточні витрати у році t та капітальні вкладення, пов'язані з експлуатацією, придбанням та установкою енергозберігаючого устаткування;

e – внутрішня норма ефективності;

ΔI_t – зменшення експлуатаційних витрат на підприємстві у році t , зумовлених реалізацією заходів з енергозбереження, крім витрат на обслуговування енергозберігаючого обладнання.

Аналіз формули вказує на наявність складової $\Delta\P_t^{\text{охр}}$. Тому при оцінці ефективності заходів з енергозбереження необхідно враховувати зменшення впливу споживачів ПЕР на навколишнє середовище при впровадженні заходів з енергозбереження, що обумовлено зменшенням спалювання органічного палива і як, результат, зменшення величини шкідливих викидів в навколишнє середовище.

Показник скорочення платежів підприємства за забруднення довкілля $\Delta\P_t^{\text{охр}}$ обчислюється як сума скорочення виплат підприємства за викиди шкідливих речовин у атмосферу, скиди в гідросферу та розміщення твердих відходів з урахуванням встановлених для підприємства у році t лімітів на викиди, скиди та розміщення відходів. Розрахунок виконується відповідно до [15].

Оцінка зменшення впливу споживачів ПЕР на навколишнє середовище при впровадженні заходів з енергозбереження передбачає:

- розрахунок зменшення шкідливих викидів в атмосферу за рахунок запропонованих заходів з енергозбереження окремо по кожному виду ПЕР;
- складання узагальненої таблиці зменшення величини шкідливих викидів за рахунок запропонованих заходів з енергозбереження;
- розрахунок зменшення витрат на сплату податку та штрафів за забруднення довкілля.

Оцінку впливу того чи іншого енергоносія з точки зору впливу на оточуюче середовище можна оцінити за спрощеною діаграмою від видобування до використання ПЕР (рисунк 11.1).

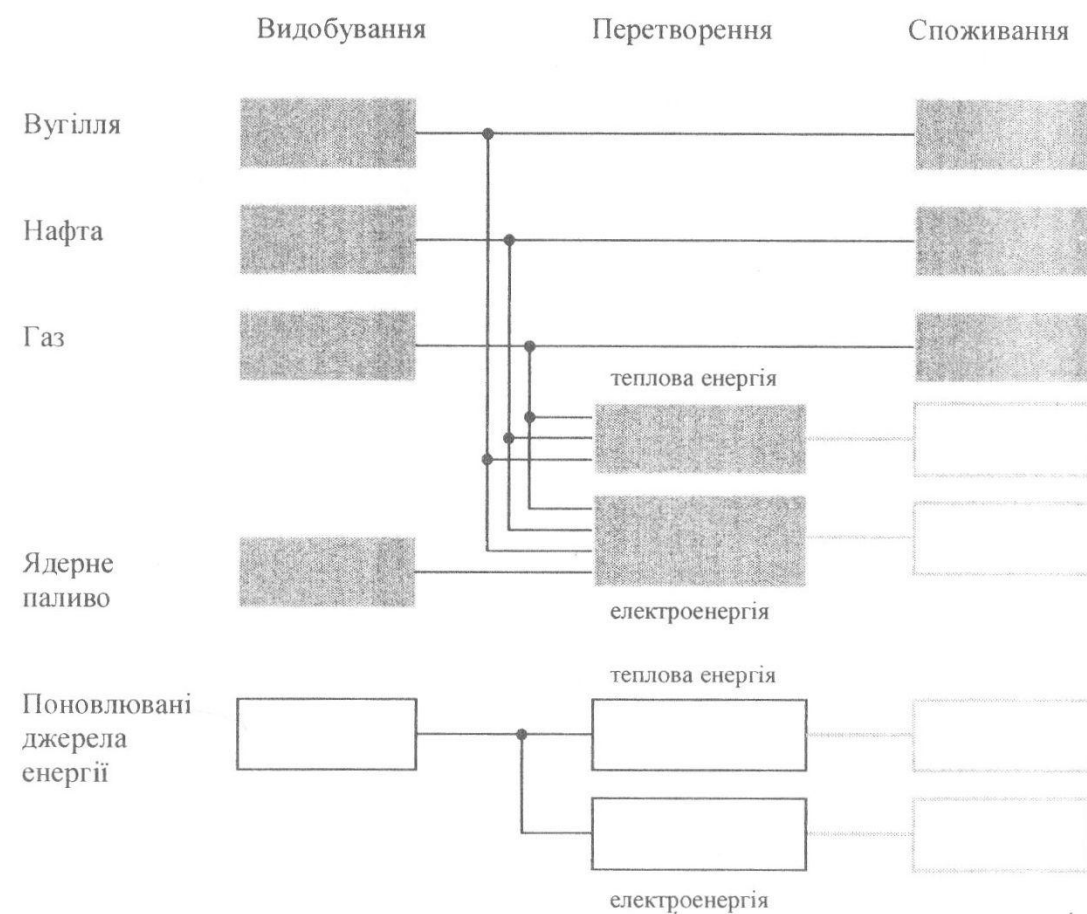


Рисунок 11.1 Вплив процесів видобування до використання ПЕР на довкілля

На діаграмі показані три процеси:

- видобування, в цей процес включається збагачення, зберігання і транспортування ПЕР;
- перетворення палива в теплову чи електричну енергію, в процес включається і транспортування енергії;
- споживання ПЕР.

Процеси, вказані світлими прямокутниками, відбуваються без негативного впливу на оточуюче середовище, чорного – з впливом.

Оскільки вугілля є базовим органічним паливом для України і залишиться їм на протязі багатьох десятиліть, то визначимо вплив на оточуюче середовище підприємством при використанні ним як ПЕР - вугілля.

Виходячи з даних про викиди при спалюванні вугілля (таблиця 11.2), кожний вид викиду повинен бути оцінений питомою вартістю одиниці викиду. Таким чином, якщо підприємство щорічно споживає палива у вигляді вугілля G_1 (т), то воно повинно сплатити при традиційному спалюванні вугілля

$$C_1 = \sum_{i=1}^n (m_i \cdot g_i),$$

де m_i – маса i -го викиду, кг; визначається згідно таблиці 11.1 і споживаної маси палива G_1 , т;

g_i – вартість одиниці i -го викиду, грн/кг;

n – кількість врахованих показників викидів.

Додаткова вартість негативного впливу на навколишнє середовище процесів видобування, збагачення і транспортування вугілля повинна враховуватися в вартості одиниці маси вугілля.

Підприємство може зменшити сплату за викиди в разі використання технології нетрадиційного спалювання, що може підтвердити інспекція з енергозбереження. Зрозуміло, що підприємство буде зацікавленим використовувати ефективні засоби використання палива, що зменшують негативні викиди.

Будь-яке підприємство використовує електричну і теплову енергію, що отримує від енергопостачальних компаній.

Слід пам'ятати, що для вироблення 1 кВт·год електричної енергії треба використати приблизно 350 г у. п. (з урахуванням коефіцієнта перетворення), а для вироблення 1 МДж теплової енергії треба приблизно 42 г у. п. (з урахуванням коефіцієнта перетворення). Так як в мережах існують втрати, їх можна прийняти приблизно за 10 % загального використання енергії.

Таким чином, виходячи з річного споживання електричної і теплової енергії з урахуванням перевідних коефіцієнтів і втрат визначається еквівалент споживання вугілля на вироблення електричної G_2 і теплової G_3 енергії. Додаткові платежі підприємства за забруднення навколишнього середовища C_2 і C_3 визначаються аналогічно вищенаведеному для C_1 .

Загальні додаткові платежі підприємства за забруднення навколишнього середовища будуть дорівнювати алгебраїчній сумі складових платежів C_1 , C_2 та C_3 .

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України "Про енергозбереження" від 01.07.1994 р., № 74/94-ВР.
2. Глобальная стратегия энергосбережения для Украины // Комиссии Европейского Сообщества. Директорат Внешнеэкономических связей по программе TACIS: Мадрид-Киев. 1995.
3. 77/713/ЄЕС Рекомендація Ради Європи від 25 жовтня 1977 р. стосовно раціонального використання енергії на промислових підприємствах. Official Journal L 295, 18/11/1977, р.0003-0004.
4. Наказ Держкоенергозбереження України від 12.05.97 р. № 49. «Щодо Тимчасового положення про порядок проведення енергетичного обстеження та атестації спеціалізованих організацій на право його проведення». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 2 вересня 1997 р. за № 375/2179.
5. Наказ Держкоенергозбереження України від 15.09.99 р. № 78. «Про затвердження Порядку організації та проведення енергетичних обстежень бюджетних установ, організацій та казенних підприємств». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15 грудня 1999 р. за № 871/4164.
6. Наказ Держкоенергозбереження України від 25.10.99 р. № 91. «Про затвердження Міжгалузевих норм споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 березня 2000 р. за № 175/4396.
7. Наказ Держкоенергозбереження України від 22.10.2002 р. № 112. «Про затвердження Основних положень з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 7 листопада 2002 р. за № 878/7166.
8. Головкин П.И. Эффективность использования энергии на московских предприятиях // Промышленная энергетика. 1976. №3. – С.2-5.
9. Левичев П.И., Царькова И.Д. О планировании мероприятий по энергосбережению // Промышленная энергетика. 1998. – №7. С.7-9.
10. Мных Е. В. Анализ эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. – Львов: Свит, 1991. – 176 с.
11. Проскуряков В.М., Самуйловичус Р.Й. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов: показатели, факторы роста, анализ. – М.: Экономика, 1988. – 175 с.
12. Поспелова Т.Г. Основы энергосбережения. – Мн.: УП «Технопринт», 2000. – 353 с.
13. Україна на шляху до енергетичної ефективності: Методологія розробки, основні напрями і механізми реалізації Комплексної державної програми енергозбереження України до 2010 року / М.П. Ковалко, М.В. Рапцун, М.М. Кулик, О.О. Єрохін. – К.: Агентство з раціонального використання енергії та екології, 1997. – 228 с.
14. Организация и планирование энергохозяйства промышленных предприятий / В.Т. Мелехин, Г.Л. Багиев, В.А. Полянский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. – 224 с.
15. Потенциал и резервы энергосбережения в промышленности / Степанов В.С., Степанова Т.Б. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 248 с.
16. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / Ковалко М.П., Денисюк С.П.; Відпов. ред. Шидловський А.К. – Київ: УЕЗ, 1998. – 506 с.
17. Биржин А.П. и др. Поиск и оценка резервов экономии топливно-энергетических ресурсов на машиностроительных предприятиях / А.П.Биржин, Е.П.Кузнецов, В.В.Ухабов, В.И.Лебедев, М.И.Певзнер, В.П.Чикунов // Электротехн. пром-сть. Сер.27. Общеотрасл. вопросы электропромышленности: Обзор. информ. 1991. Вып.148. С.1-192.
18. Розен В.П., Соловей А.И., Чернявский А.В. Разработка методики агрегированной оценки эффективности использования энергетических ресурсов на промышленных предприятиях // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2005. – № 1 (16). – С.8-17.
19. М 0013184.0.33-04. Типова методика енергетичних обстежень промислових підприємств / В.Розен, О.Соловей, А.Чернявський, Ю.Шульга. – К.: Держкоенергозбереження України, 2004. – 70 с.
20. Розен В.П., Соловей О.І., Чернявський А.В. Практичні рекомендації щодо проведення внутрішнього енергоаудиту на підприємствах гірничої галузі // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво", 2001. – Вип. 6 – С.105-110.
21. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / О.І.Соловей, В.П.Розен, Ю.Г.Лега, О.О.Ситник, А.В.Чернявський, Г.В.Курбака. – Черкаси: ЧДТУ, 2005. – 299 с.
22. Енергоаудит у житлово-комунальному господарстві / Лебедев М.М., Розен В.П., Соловей О.І., Третьяков І.М., Чернявський А.В.; Під заг. ред. І.М. Третьякова. – К.: Автограф, 2006. – 60 с.
23. Розен В.П., Соловей А.И., Чернявский А.В. Разработка средств аналитического обеспечения энергетического аудита промышленных предприятий // Матеріали 1-ої міжнародної науково-технічної конференції «Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах (Електрика-2006)» – 26-28 червня 2006, Луцьк – Шацькі озера. – С.17-20.
24. Розен В.П., Крамаренко Е.Р., Чернявский А.В. Топливо-энергетический баланс как инструмент анализа энергетической эффективности // Металургійна теплотехніка: Збірник наукових праць Національної металургійної академії України. У двох книгах. Книга перша. – Дніпропетровськ: Пороги, 2005. – С.387-392.

25. Розен В.П., Соловей О.И., Чернявский А.В. Інформаційно-аналітичні засоби енергетичного аудиту промислових підприємств // Збірник наукових праць Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність-2004» (Додаток до журналу «Холодильна техніка і технологія»). – 13-16 жовтня 2004, Одеса. – С.154-159.
26. Вакулко А.Г., Перелетов А.И., Калинин Е.В. Комплексный анализ энергопотребления как фактор эффективного использования энергии на предприятии // Промышленная энергетика. 1990. – №10, С.13-15.
27. Кононов Ю.Д., Мазурова О.В. Потенциал энергосбережения. Зависимость энергоемкости промышленности от темпов экономического роста // Промышленная энергетика, 2002. – №1, С.8-11.
28. Гительман Л.Д., Мардер Л.И., Мызин А.Л. Разработка направлений и исследование эффективности использования потенциала энергосбережения в энергоснабжающей системе Екатеринбургской области // В кн.: Формирование рыночных отношений в энергетике. – Коми: Научный центр УрО РАН, 1994, С.128-139.
29. Закиров Д. Г. Оценка потенциала энергосбережения и основные направления его реализации // Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения. Вып. 1. 2003. С.16-19.
30. Клитко А.В., Находов В.Ф. Оценка потенциала энергосбережения производственных объектов // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы, №1 (4) 1999. – С.135-139.
31. Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. Определение энергосберегающего потенциала промышленных предприятий с помощью построения составных кривых технологических потоков // Интегрированные технологии в энергосбережении, № 1, 1999. – С.14-27.
32. Показатели использования энергии / Под ред. А.С.Некрасова. – М.: Энергия, 1968. – 256с.
33. Находов В.Ф. Экономико-организационные основы энергосбережения. – Киев: Энергетический центр ЕС в Киеве, 1995. – 150 с.
34. ГОСТ Р 51541-99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения.
35. ГОСТ Р 51749-2001. Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование общепромышленного применения. Виды. Типы. Группы. Показатели энергетической эффективности. Идентификация.
36. ДСТУ 3755-98. Енергосбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію.
37. Некрасов А. С., Синяк Ю. В. Управление энергетикой предприятия. – М.: Энергия, 1979. – 296 с., ил.
38. Кулоян Т.Л. Об оценке эффективности использования топливно-энергетических ресурсов // Промышленная энергетика. 1982. №1. – С.5-7.

39. Синяк Ю.В., Терещенко А.В. Методы составления и анализа энергетических балансов промышленных предприятий // Промышленная энергетика. 1971. №8. – С.24-26.
40. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Система показателей для оценки эффективности использования энергии // Промышленная энергетика, №1, 2000. – С.2-5.
41. Плаунов С.И., Семенов В.М., Крохина Б.А. Анализ использования электроэнергии на предприятиях машиностроения методом сопоставления балансов // Промышленная энергетика. 1970. №4. – С.13-16.
42. Вопросы нормирования энергоресурсов промышленного предприятия / М.А. Вяткин, О.И. Балабайченко, А.Ф. Закатаева, С.Я. Титов // Промышленная энергетика. 1979. №10. – С.7-9.
43. Медник В.О., Чернявский В.Г., Шакалов В.И. О критериях оценки рационального использования энергоресурсов на предприятиях черной металлургии // Промышленная энергетика, 1983, №6. – С.2-5.
44. Багиев Г.Л., Огороков В.Р. Основные направления совершенствования управления рациональным использованием электроэнергии в промышленности // Промышленная энергетика. 1982. №7. – С.2-4.
45. Аракелов В.Е., Кремер А.И. Методические вопросы экономии энергоресурсов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 192 с.
46. Эффективность энергосбережения. Опыт ПО «Невский завод имени В.И. Ленина» / Б.В. Копейкин, Е.А. Смирнов, Г.Л. Багиев; Под ред. Г.Л. Багиева. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 112 с., ил.
47. Кудрин Б.И. Оценка электрического хозяйства металлургического предприятия // Промышленная энергетика, 1978, №7. – С.5-8.
48. Литвак В.В., Яворский М.И. Универсальная шкала энергетической эффективности // Промышленная энергетика, 2002, №7. – С.8-10.
49. Гофман И.В. Нормирование потребления энергии и энергобалансы промышленных предприятий. – М.-Л.: Энергия, 1966. – 319 с.
50. Вейц В.И. Экономия электрической энергии в промышленности. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1947. – 208 с.
51. Тайц А.А. Методика нормирования удельных расходов электрической энергии. – М.: Госэнергоиздат, 1966. – 183 с.
52. Авилов-Карнаухов Б.Н. Нормирование электроэнергии для угольных шахт. – М.: Углетехиздат, 1958. – 199 с.
53. Мирочник С.Г. Нормирование электропотребления в промышленности. – Кишинева: Картя молдовеняскэ, 1979. – 207 с.
54. Сальников А.Х., Шевченко Л.А. Нормирование потребления и экономии топливно-энергетических ресурсов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.: ил.
55. Олейников В.К. Анализ и планирование электропотребления на горных предприятиях. – М.: Недра, 1983. – 192 с.

56. Пяткин А.М. Методы экономической оценки и выбора эффективных энергосберегающих мероприятий // Промышленная энергетика. – 1986 – №2. С.4-7.
57. ДСТУ 2155-93. Энергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню.
58. Стенин В.А. Оценка энергосберегающих мероприятий по совершенствованию теплоизоляции ограждающих конструкций зданий // Промышленная энергетика. – 2000. – №8. – С.2-4.
59. Денисов В.И. Техничко-економічні розрахунки в енергетиці: Методи економічного порівняння варіантів. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 216 с.
60. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Оценка затрат на энергосберегающие мероприятия и определение очередности их реализации // Промышленная энергетика. – 1987 – №8. – С.7-10.
61. Варварский В.С., Жуков М.А., Красовский Б.М. Упрощенная методика технико-економічного розрахунку обґрунтованості заходів по енергозбереженню в ринкових умовах // Промышленная энергетика. – 1995. – №2. – С.2-3.
62. Кукель-Краевский С.А. Обобщенный метод выбора оптимальных параметров энергетических установок. // Электричество, 1940, №8, С.30-40.
63. Виноградов В.И. Прогнозирование сроков окупаемости затрат на энергосбережение и природоохранные мероприятия в рыночных условиях. – В кн.: Экология. Энергосбережение. Экономика. Пермь: Пермский госуд. Техн. ун-т, 1994.
64. Гук Ю.Б., Долгов П.П., Огороков В.Р. и др. Комплексный анализ эффективности технических решений в энергетике/ под ред. В.Р. Огорокова и Д.С. Щавелева. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 176 с.
65. Поликарпов Е.А. К оценке эффективности мероприятий по снижению электропотребления промышленными предприятиями // Промышленная энергетика. – 1998. – №5. – С.19-20.
66. ГКД 340.000.002-97 Методика определения экономической эффективности капитальных вложений в энергетике. Официальное издание. – К.: Минэнерго Украины, 1997. – 32 с.
67. Поликарпов Е.А. Особенности оценки эффективности краткосрочных инвестиций предприятий в энергосбережение // Промышленная энергетика. 1996. – № 4. – С.2-3.
68. Поликарпов Е.А. Об оценке эффективности энергосберегающих мероприятий, осуществляемых предприятиями на заемные средства // Промышленная энергетика. 1997. – №2. – С.2-3.
69. Эффективное энергоиспользование и альтернативная энергетика / А.И. Криволапов, И. Классен, Э.П. Островский, В.Ф. Резцов, И.И. Стоянова: Под ред. А.К. Шидловского – К.: Українські енциклопедичні знання, 2000. – 302 с.; ил.

70. Виленский П.Л., Лифшиц В.Н., Смолик С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. – М.: Дело, 2001. – 832 с.
71. Розен В.П., Соловей А.И., Чернявский А.В. Применение метода анализа иерархий при выборе энергосберегающих мероприятий, технологий и оборудования // Новини енергетики. – № 3-4. – 2003. – С.31-36.
72. Основні засади створення системи інформаційно-аналітичного забезпечення паливно-енергетичного комплексу України / М.П. Ковалко, С.П. Денисюк, Ю.І. Шульга, О.В. Дитиненко, І.А. Примаченко, О.В. Ковальов – К: Українські енциклопедичні знання, 2000. – 106 с.
73. Розен В.П., Соловей А.И., Чернявський А.В. Применение метода анализа иерархий при выборе энергоэффективного оборудования и технологий // Праці Міжнародного енергоекологічного конгресу «Енергетика. Екологія. Людина». – 27-28 березня 2003, Київ. – С.166-171.
74. Методические указания по нормированию расхода топливно-энергетических ресурсов на предприятиях тяжелого и транспортного машиностроения / НИИПТмаш. – Краматорск, 1981
75. Порядок видачі, оформлення, реєстрації "Енергетичного паспорта підприємства" та оплати послуг при його впровадженні / Затверджений Наказом Державного Комітету України з енергозбереження №89 від 10.11.98 р.
76. М 00013184.0.006-00. Методика по визначенню основних витрат енергоресурсів в технологічних процесах чорної і кольорової металургії, хімії, будівництва, транспорту і харчової промисловості
77. Рыжова В.В., Кузнецова Л.А. Математические методы в анализе хозяйственной деятельности предприятий. – М.: Финансы, 1970. – 88 с.
78. ISO/TR 10017:2003 Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2000 (Настанови щодо використання статистичних процедур в стандарті ISO 9001:2000)
79. ISO/TR 13425:2003 Guidelines for the selection of statistical methods in standardization and specification (Рекомендації щодо вибору статистичних методів в стандартизації та технічних вимогах (специфікації))
80. ГНД 34.09.104-2003 Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38-150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних витрат електроенергії.
81. Енергетичний менеджмент: Навч. посіб. / А.В.Праховник, В.П.Розен, О.В.Разумовський та ін. – К.: Київ. нот. ф-ка, 1999. – 184 с.
82. Липсиц И.В., Косов В.В. Инвестиционный проект: Методы подготовки и анализа: Учеб.-справоч. пособ. – М.: Изд. БЕК, 1996. – 304 с.
83. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация: Учеб. пособ. – М.: Логос, 2003. – 536 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ВСТУП	4
Розділ 1	
ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО МІСТ ЯК СПОЖИВАЧ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ	6
Розділ 2	
МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ	11
2.1 Мета і завдання енергетичного аудиту	11
2.2 Об'єкти і суб'єкти енергетичного аудиту	12
2.3 Метод енергоаудиторської діяльності	15
2.4 Види енергетичного аудиту	16
2.5 Відмінність енергетичного аудиту від інспекторської перевірки з ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів	19
2.6 Вимоги до Замовників та Виконавців енергетичного аудиту	20
2.7 Вартість та тривалість енергетичного аудиту	21
2.8 Робочі документи енергоаудитора	22
Розділ 3	
УЗАГАЛЬНЕНА ПРОЦЕДУРА ПРОГРАМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ	28
3.1 Класифікація етапів проведення енергетичного аудиту	28
3.2 Переддоговірний етап	29
3.3 Організаційно-підготовчий етап	31
3.4 Основний етап – етап отримання інформації	33
3.5 Етап обробки та аналізу отриманої інформації	38
3.6 Етап розробки енергозберігаючих заходів	40
3.7 Етап складання звіту з енергетичного аудиту	41
3.8 Етап презентації результатів проведення енергетичного аудиту Замовнику	44
3.9 Планування енергетичного аудиту	46
Розділ 4	
МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ З ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ	48
4.1 Поняття, мета та основні завдання аналізу інформації з енерговикористання	48
4.2 Предмет, принципи та види аналізу інформації з енерговикористання	49
4.3 Метод і методика аналізу інформації з енерговикористання	50
4.4 Способи обробки та аналізу інформації з енерговикористання	54
4.5 Показники ефективності використання енергоресурсів	58
4.6 Факторний аналіз. Способи визначення впливу факторів на ефективність використання енергетичних ресурсів	64
4.7 Оцінка потенціалу енергозбереження	70
Розділ 5	
ПОБУДОВА ТА АНАЛІЗ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ	80
5.1 Загальні положення побудови та аналізу паливно-енергетичного балансу	80
5.2 Джерела інформації для побудови паливно-енергетичного балансу та його аналізу	82
5.3 Побудова синтетичного паливно-енергетичного балансу об'єкта ЖКГ	84
5.4 Побудова синтетичного паливно-енергетичного балансу підрозділу об'єкта ЖКГ	89
5.5 Побудова фактичного паливно-енергетичного балансу енергосмних агрегатів об'єкта ЖКГ	91
5.6 Побудова аналітичного фактичного паливно-енергетичного балансу підрозділу об'єкта ЖКГ	97
9.5.7 Побудова аналітичного фактичного паливно-енергетичного балансу об'єкта ЖКГ	98

9.5.8 Аналіз паливно-енергетичного балансу	99
9. Розділ 6	
НОРМУВАННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ..	106
6.1 Класифікація норм питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів	106
6.2. Одиниці виміру норм	109
6.3. Методичні засади нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів	110
Розділ 7	
ЗАГАЛЬНІ АСПЕКТИ ВИМІРЮВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ АУДИТІ	122
7.1 Фізичні властивості, величини і шкали	122
7.2 Система фізичних величин та їх одиниці вимірювання	125
7.3 Класифікація вимірювань	128
7.4 Модель та види вимірювань	130
7.5 Похибки вимірювань	131
7.6 Виявлення та виключення грубих похибок	135
7.7 Загальні аспекти вимірювання в енергетичному аудиті	136
Розділ 8	
ТИПОВІ ОБ'ЄКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	142
8.1 Система електропостачання	142
8.2 Система теплопостачання	144
8.3 Система постачання стисненого повітря	148
8.4 Системи вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування	150
8.5 Система водопостачання і каналізації	152
8.6 Система холодопостачання	154
8.7 Внутрішнє освітлення	156
8.8 Електротермічні установки	157
8.9 Електропривод потужністю понад 100 кВт	159
8.10 Будинки і споруди	160
8.11 Система обліку і контролю споживання енергоносіїв і води	162
8.12 Система енергетичного менеджменту	164
8.13 Навчання в системі енергетичного менеджменту	166
Розділ 9	
ПРОГНОЗУВАННЯ І ПЛАНУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ	168
9.1. Методологічні основи прогнозування і планування споживання паливно-енергетичних ресурсів	168
9.2 Прогнозування методом екстраполяції	174
9.3 Лінійна прогнозуюча функція	177
9.4 Параболічна прогнозуюча функція	179
9.5 Періодична функція	180
9.6 Лінійно-періодична функція	181
9.7 Приклади прогнозування споживання паливно-енергетичних ресурсів	183
Розділ 10	
ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	198
10.1 Принципи і методика оцінки економічної ефективності енергозберігаючих заходів	198
10.2 Поняття про конкуруючі інвестиції	208
Розділ 11	
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ	211
ЛІТЕРАТУРА	216

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ОБ'ЄКТІВ
ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА**

НАД ВИДАННЯМ ПРАЦЮВАЛИ

Розен В.П.

Соловей О.І.

Бржестовський С.В.

Чернявський А.В.

Розен П.В.

ДИЗАЙН ТА ХУДОЖНЄ ОФОРМЛЕННЯ
Кучеренко А.І

Підписано до друку 21.09.2006
Формат 70x100 1/16. Ум. Друк арк. 28.
Тираж 1000 пр. Зам. № 80-6

ЗАМОВНИК:
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
„ІННОВАЦІЙНИЙ ЦЕНТР”
03035, м. М. Київ, вул. Урицького, 35
тел./факс: 044) 248 23 88

ПП ВКФ «ДЕЛЬТА ФОКС»
Вул. Чигоріна, 57А, м. Київ, 01042, Україна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
Серія ДК № 2772 від 22.02.2007 р.

Друк:
Standart digital print
03037 ГСП, м. Київ, вул. Ушинського, 40
Свідоцтво №38424582

Розен В.П.
Соловей О.І.
Бржестовский С.В.
Чернявский А.В.
Розен П.В.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ОБ'ЄКТІВ
ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО
ГОСПОДАРСТВА**