

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**МЄДВЕДЄВА Н.А., СУХЕНКО В.Ю., ЛЕВИЦЬКИЙ М.А.,  
СУХЕНКО Ю.Г.**

**МІЖНАРОДНА СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНЕ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ  
ПІДПРИЄМСТВ**

**МОНОГРАФІЯ**

**За редакцією доктора технічних наук, професора Сухенка Ю.Г.**

**Київ, 2019**

УДК 006.32:620.9:005.336.1 Рекомендовано вченою радою НУБіП України  
ББК (протокол № 11 від 22.05.2019)  
М

Рецензенти: Доктор технічних наук, професор, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки **Карпаш О.М.**, (Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу)  
Начальник Державної інспекції з енергетичного нагляду **Коваленко О.П.**, (ВП "Державна інспекція енергетичного нагляду України" ДП «Національна енергетична компанія Укренерго»)  
Доктор технічних наук, професор **Василенко С.М.**, (Національний університет харчових технологій)  
Доктор технічних наук, професор **Нікіфоров А.П.**, (Національний університет біоресурсів і природокористування України)

М Медведєва Н.А., Сухенко В.Ю., Левицький М.А., Сухенко Ю.Г.  
Міжнародна стандартизація та технічне забезпечення енергоефективності підприємств. [Монографія] / За ред. д.т.н., Сухенко Ю.Г. – К.: , 2019. – 294 с.

### ISBN

У монографії наведено теоретичні і практичні аспекти теоретико-методологічних та організаційно-економічних засад функціонування, удосконалення та перевірки ефективності енергоменеджменту промислових підприємств.

Книга містить відомості про нормативно-правову базу енергозбереження, основи державного регулювання в сфері енергозбереження та енергоефективності використання енергетичних ресурсів, методи визначення і оцінки показників енергоефективності технологічних процесів виробництва продукції та діяльності підприємства в цілому.

Подано аналіз показників системи енергетичного менеджменту для побудови динамічної моделі оцінки її результативності та ефективності. Наведено методики і рекомендації щодо нормування споживання енергетичних ресурсів на промисловому підприємстві. Запропоновано методики розрахунку теплового балансу, моніторингу і аналізу споживання та використання енергоресурсів із застосуванням інструментів якості. Розроблено методику визначення потенціалу енергоефективності для промислового підприємства. Надано практичні рекомендації щодо проведення енергетичного аудиту на виробничих об'єктах.

Запропоновані технічні рішення та обґрунтовані типові заходи з енергозбереження для підвищення енергоефективності.

Монографія буде корисною працівникам енергослужб, науковцям, фахівцям енергоаудиторських фірм і студентам навчальних закладів.

### ISBN

ББК

© Н.А. Медведєва, В.Ю. Сухенко,  
М.А. Левицький, Ю.Г. Сухенко  
© НУБіП України, 2019

## ЗМІСТ

### Оглавление

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ.....	5
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	12
ПЕРЕДМОВА.....	14

Терміни та визначення у сфері енергетичного менеджменту	4
Перелік використаних скорочень	11
Передмова	13
<b>РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ</b>	15
1.1. Забезпечення сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу в країнах світу	15
1.2. Огляд національних і міжнародних правових та нормативних документів з енергоефективності та енергоменеджменту	43
1.3. Нормативне забезпечення енергоефективності та енергоменеджменту	61
<b>РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ</b>	76
2.1. Методологія побудови системи енергетичного менеджменту	76
2.2. Енергоаудит – інструмент енергоменеджменту	120
2.3. Інституційні вимоги до служб енергоменеджменту і фахівців з енергоаудиту	132
<b>РОЗДІЛ 3. ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ</b>	154
3.1. Показники та критерії оцінки ефективності енергозбереження	154

3.2. Нормування та визначення витрат паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві	168
3.3. Динамічна модель оцінки результативності та ефективності систем менеджменту	177
<b>РОЗДІЛ 4. НОРМУВАННЯ, МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ</b>	<b>189</b>
4.1. Розроблення методики нормування витрат електричної енергії на технологічні потреби для підприємства	189
4.2. Дослідження енергетичних ресурсів промислових підприємств під час проведення енергетичних обстежень	204
4.3. Візуалізація даних власних досліджень із спостереження та аналізу у сфері енергоменеджменту	239
4.4. Типові заходи з підвищення енергоефективності промислових підприємств	256
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>266</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	<b>274</b>

**ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ**

Терміни та визначення у сфері енергетичного менеджменту сформовані з джерел [1–6].

**АУДИТОРСЬКИЙ ДОКАЗ** – записи, констатація фактів чи інша інформація, яка відповідає критеріям аудиту та яку перевіряють. Аудиторський доказ може бути якісним або кількісним.

**БАЗОВИЙ РІВЕНЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК** – кількісний показник, що дає основу для порівняння енергетичних характеристик. Базовий рівень енергетичних характеристик, який пов'язують з певним проміжком часу, може бути унормованим з використанням параметрів, що впливають на використання та/або споживання енергії. Також можна використовувати для розрахування заощаджень енергії як точки відліку для відображення ситуації до і після впровадження заходів, спрямованих на поліпшення енергетичних характеристик.

**БЕНЧМАРКІНГ** – це підхід до планування діяльності підприємства, який передбачає вивчення і впровадження кращих методів ведення бізнесу або механізм порівняльного аналізу ефективності.

**ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ** – спосіб або вид практичного застосування енергії для вентиляції, освітлення, обігрівання, охолодження, транспортування, технологічних процесів, виробничих ліній, тощо.

**ВИМІРЮВАННЯ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ** – процес планування, вимірювання, збору даних, аналізу, перевірки та звітності щодо енергетичного функціонування або покращення енергетичного функціонування для визначених меж ВВ.

**ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ** – господарська діяльність, пов'язана з перетворенням енергетичних ресурсів будь-якого походження, у тому числі альтернативних, на електричну енергію за допомогою технічних засобів з метою її продажу на підставі договору.

**ВТОРИННІ ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ** – енергетичний потенціал продукції, відходів, побічних і проміжних продуктів, який утворюється в самому агрегаті при виконанні технологічного процесу,

## ЗМІСТ

але може бути частково або повністю використаний для енергопостачання інших агрегатів (процесів).

**ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ** – джерела, що постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі у вигляді потоків енергії Сонця, вітру, тепла Землі, енергії морів, океанів, річок, біомаси.

**ДЕРЖАВНА ЕКСПЕРТИЗА З ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ (ПЕР)** – установа відповідності об'єктів експертизи вимогам нормативних документів з питань ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів.

**ДЕРЖАВНА ПІДТРИМКА** – надання в порядку, встановленому законодавством, суб'єктам господарювання податкових, митних пільг, державних гарантій, фінансування за рахунок коштів державного та місцевого бюджетів.

**ЕКОНОМІЯ ПЕР** – відносне скорочення витрат ПЕР, що проявляється у зниженні їх питомих витрат на виробництво продукції, виконання робіт і надання послуг встановленої якості.

**ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ (АКТИВНА)** – енергоносіє, який виступає на ринку як товар, що відрізняється від інших товарів особливими споживчими якостями та фізико-технічними характеристиками (одночасність виробництва та споживання, неможливість складування, повернення, переадресування), які визначають необхідність регулювання та регламентації використання цього товару.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ** – визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ** – систематизований аналіз використання та споживання енергії у межах, визначених характером та обсягом робіт з енергетичного аудиту, з метою отримання кількісного вираження та підготовки звіту про можливість підвищення рівня досягнутої / досяжної енергоефективності.

**ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА** – стан електроенергетики, який гарантує технічно та економічно безпечно задоволення поточних і перспективних потреб споживачів в енергії та охорону навколишнього природного середовища.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС** – розрахунок обсягів вхідних енергоресурсів і/або енергетичних ресурсів власного виробництва та порівняння з обсягами вихідних енергоресурсів, отриманих з обсягів споживання на рівні кінцевого використання енергії. Акумуляування енергії розглядають у межах енергопостачання або використання енергії. Енергетичний баланс, якщо він входить до характеру та обсягу робіт з енергетичного аудиту, повинен охоплювати різні види акумуляування та зберігання енергії і вихідної сировини, а також непродуктивні втрати енергії або вміст енергії у матеріальних потоках. Енергетичний баланс узгоджує всі енергетичні та продуктові (матеріальні) ресурси, які входять до меж системи, з енергетичними та продуктовими (матеріальними) ресурсами, що залишають межі системи.

**ЕНЕРГІЯ** – електроенергія, паливо, пара, теплова енергія, стиснене повітря та інші подібні середовища.

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ** – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у національному господарстві, яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

**ЕКОНОМІЯ ПЕР** – відносне скорочення витрат ПЕР, що виявляється у зниженні їх питомих витрат на виробництво продукції, виконання робіт і надання послуг встановленої якості.

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ** – метод виробництва продукції з раціональним використанням енергії, який дає можливість одночасно зменшити енергетичне навантаження на навколишнє природне середовище і кількість енергетичних відходів, одержуваних під час виробництва та експлуатації виготовленого продукту.

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ПОЛІТИКА** – адміністративно-правове, фінансово-економічне регулювання процесів видобування, перероблення, транспортування, зберігання, виробництва, розподілення ПЕР з метою їх раціонального використання та економного витрачання.

**ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ; ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ** – співвідношення (коефіцієнт) або інший кількісний взаємозв'язок між отриманим результатом (вихідний показник), тобто між виконаною роботою, послугами, товарами чи енергією і вхідним показником,

## **ЗМІСТ**

тобто вхідним рівнем енерговитрат. Необхідно, щоб і вхідні і вихідні характеристики були чітко встановленими – як кількісно, так і якісно і щоб їх можна було вимірювати.

**ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАРКУВАННЯ** – зазначення за допомогою інформаційної етикетки рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (класу енергоспоживання).

**ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ;** **ЕНЕРГЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ** – вимірювані результати стосовно енергетичної ефективності, використання і споживання енергії. У контексті системи енергетичного менеджменту результати можуть бути виміряні щодо енергетичної політики організації, енергетичних цілей і завдань та інших вимог стосовно енергетичних характеристик. Енергетичні характеристики – один із складників ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту.

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ** – це інструмент управління підприємством, який забезпечує постійне дослідження і, отже, знання про розподіл та рівень споживання енергоресурсів на підприємстві, а також про оптимальне використання енергоресурсів як для виробництва, так і для опалення приміщень та інших невиробничих потреб.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ПРОДУКЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ОБЛАДНАННЯ** – продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками.

**ЕНЕРГОАУДИТОР** – кваліфікований фахівець, що має право (сертифікат) на можливість діяльності у сфері енергетичного аудиту.

**ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКА КОМПАНІЯ** – це організація, яка має ліцензію на право здійснення енергоаудиторської діяльності на території України і займається виключно проведенням енергетичного аудиту та наданням супутніх енергоаудиторських послуг.

**ЕНЕРГОСЕРВІСНА (ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СЕРВІСНА) КОМПАНІЯ** – це підприємство чи організація, основними видами діяльності якої є: проведення енергетичного аудиту, розробка та впровадження проектів з енергозбереження, включаючи їх фінансування як власними коштами, так і коштами, залученими від третіх осіб.



## ЗМІСТ

**ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКИЙ ВИСНОВОК** – це офіційний документ, засвідчений підписом та печаткою енергоаудитора (енергоаудиторської компанії), який складається у встановленому порядку за результатами проведення енергетичного аудиту і містить висновок про рівень ефективності споживання ПЕР суб'єктом господарювання, а також щодо відповідності чинному законодавству та встановленим нормативам діючої на об'єкті енергоаудиту системи енергоменеджменту (управління споживанням ПЕР).

**ЗВІТ З ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ** – це офіційний документ, засвідчений підписом та печаткою енергоаудитора (енергоаудиторської компанії), який складається у встановленому порядку за результатами проведення енергетичного аудиту і містить в собі результати оцінки потенціалу енергозбереження та ефективності використання ПЕР об'єктом, а також розробки рекомендацій щодо підвищення ефективності споживання ПЕР з виконанням технічних вимог, вимог до якості продукції, охорони праці та навколишнього середовища.

**«ЗЕЛЕНИЙ» ТАРИФ** – спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – вироблена лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями).

**КЛАС ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ** будівлі, споруди – рівень економічності енергоспоживання будівлі, споруди, характеризуючий його енергоефективність на стадії експлуатації.

**МЕЖІ ВВ** – організаційні та фізичні обмеження, обмеження стосовно об'єкта, виробничої споруди, обладнання, систем, процесу або дій, в рамках яких вимірюється і перевіряється енергетичне функціонування або покращення енергетичного функціонування.

**МЕНЕДЖМЕНТ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ** – система управління, спрямована на забезпечення раціонального використання споживачами паливно-енергетичних ресурсів.

**МОНІТОРИНГ** – особливий вид досліджень, спеціально організоване систематичне спостереження за станом об'єктів, явищ, процесів з метою їх оцінки, контролю, необхідне для отримання

## ЗМІСТ

достовірної інформації, своєчасного виявлення і розпізнавання невідповідностей, які виникають на підприємстві.

**НЕПРЯМИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ВПЛИВ** – вплив на енергетичне функціонування організації, що виходить за межі безпосереднього впливу заходів щодо покращення енергетичного функціонування.

**НОРМИ ПИТОМИХ ВИТРАТ ПАЛИВА ТА ЕНЕРГІЇ** – регламентована величина питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів для даного виробництва, процесу, продукції, роботи, послуги.

**ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ (ПЕР)** – сукупність всіх природних і перетворених видів палива та енергії, які використовуються в національному господарстві.

**ПЕРВИННІ ПЕР** – сукупність різних видів палива й енергії (продукція нафтовидобувної, газової, вугільної, торф'яної та сланцевої промисловості, електроенергія атомних і гідроелектростанцій, а також місцеві види палива), які має країна для забезпечення виробничих, побутових та експортних потреб.

**ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ** – значення витрат енергоресурсів для вироблення одиниці продукції чи виконання роботи (на одну грошову або іншу одиницю, в яких вимірюють роботу, надані послуги чи вироблену продукцію).

**ПОКАЗНИК (ІНДИКАТОР) ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ (ПЕЕ)** – кількісне значення чи міра рівня досягнутої/досяжної енергоефективності, що їх визначає організація. Показник енергетичної ефективності може бути представлено простою метричною одиницею, співвідношенням або ж у вигляді більш складної моделі.

**РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПЕР** – досягнення максимальної ефективності використання ПЕР за існуючого рівня розвитку техніки і технології та одночасного зниження техногенного впливу на навколишнє природне середовище.

**РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ** – використання мінімальної кількості паливно-енергетичних ресурсів за умови розвитку та оптимізації технологічних процесів у виробництві та споживання для населення, що забезпечує соціальну та економічну стабільність та зростання економіки.

## **ЗМІСТ**

**СЕРТИФІКАТ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ** – виданий центральним органом виконавчої влади з питань реалізації державної політики у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива документ, який підтверджує дані, що містяться у заяві про досягнення суб'єктами господарювання економії енергоносіїв у результаті здійснення заходів з ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів.

**СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ; СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ (СЕМ)** – набір взаємопов'язаних або взаємодійних елементів, що визначають енергетичну політику та енергетичні завдання, а також процеси і процедури для досягнення цієї політики та цих цілей.

**СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ; ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ** – кількість використаної (спожитої) енергії.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ

ASHRAE – Американське товариство інженерів з опалення, охолодження та кондиціонування повітря;

BP – British Petroleum;

CCS – Carbon capture and sequestration – технології уловлювання та зв'язування CO<sub>2</sub>;

EnPIs – показники енергоефективності;

IRENA – Міжнародне агентство з поновлюваної енергетики;

ISO – Міжнародна організація зі стандартизації;

KPI – ключові показники ефективності;

SC – надкритичні параметри пари;

SEU – ідентифікація енергетичні потреби;

WEC – Світова енергетична рада;

АСКОЕ – автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії;

БНЕ – будинок нульової енергії;

ВВ – вимірювання та верифікація;

ВВП – валовий внутрішній продукт;

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;

ВЕР – Всесвітня Енергетична Рада;

ВІК – вертикально-інтегрована компанія DR (Demand response);

ЕЕ – енергоефективність;

ЕСКД – єдина система конструкторської документації;

ЕСКО – енергосервісна компанія;

ЄС – Євро Союз;

ЄСБ – Європейська стратегія безпеки;

ЗПГ – зріджений природний газ;

ЗПЕЕ - зведена програма енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

МЕА – Міжнародне енергетичне агентство;

НВДЕ – нетрадиційні та відновлювані джерела енергії;

НДДКР – науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи

НКРЕ – Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики;

ОЕСР – Організація економічного співробітництва та розвитку;

## **ЗМІСТ**

ПБ – пасивний будинок;  
ПГ – парникові гази;  
ПЕБ – паливно-енергетичний баланс;  
ПЕК – паливно-енергетичний комплекс;  
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;  
ПЕС – питоме енергоспоживання;  
ПКС – паритет купівельної спроможності;  
СЕС – сонячна електростанція;  
т н.е. – тон нафтового еквіваленту;  
ТЕЦ – теплоелектроцентрально;  
ТП – технологічна платформа;  
ТПВ – тверді побутові відходи;

## ПЕРЕДМОВА

На даний час енергетична політика розвинутих країн світу зосереджена на усвідомленні вичерпності традиційних паливно-енергетичних ресурсів та необхідності збереження навколишнього середовища. Саме тому, Україна приділяє велику увагу енергозбереженню, енергоефективності та відновлюваним джерелам енергії та прагне зайняти гідне місце серед розвинених економік світу. Формування інформаційно-аналітичної підтримки всіх суб'єктів економічної діяльності та населення у вирішенні питань оптимізації енергоспоживання та енергозбереження є важливим чинником підвищення енергоефективності.

Монографія надає можливість фахівцям різних регіонів України отримати нові знання про сучасний стан енергетичної політики, передовий досвід впровадження систем енергоменеджменту і новітніх енергоефективних технологій, вирішити питання оптимізації енергоспоживання і енергозбереження та оцінити альтернативу використанню традиційних джерел енергії.

Енергозбереження як система правових, організаційних, виробничих, наукових, технічних і економічних заходів спрямована не лише на ефективне використання первинних енергетичних ресурсів, але також на залучення нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії для зниження споживання органічного палива на промислових підприємствах та у побуті.

Фахівці, які задіяні в проведенні енергоаудиту, повинні володіти такими професійними навичками: знанням найкращих практик, принципів роботи та технічних рішень основного енергоспоживаючого устаткування (турбін рекуперативних, котлів, регенеративних, змішувальних теплообмінних апаратів, систем опалення, сушарок, вентиляції та ін.); найпоширеніших технологій, умінням здійснювати розрахунки енергетичних балансів об'єктів, окремих споживачів, підприємств, виконувати повірочні та конструктивні розрахунки енергоспоживаючого обладнання.

У першій частині рукопису охарактеризовано сучасну державну політику у сфері енергоефективності та запропоновано перспективні напрями формування й реалізації політики енергоефективності в Україні, проаналізовано стан енерговикористання й енергоспоживання, виявлено потенціал енергозбереження.

## ЗМІСТ

Викладено міжнародний досвід у сфері енергоефективності, зокрема, – європейські орієнтири у формуванні політики підвищення енергетичної ефективності та особливості формування політики енергоефективності Міжнародним енергетичним агентством, які можуть бути використані в Україні.

У другій частині монографії розглянуті теоретичні питання щодо впровадження енергетичного менеджменту. Розглянуто методологію енергоменеджменту та приведено методику проведення енергетичного аудиту. Описано основні етапи енергетичного аудиту, методи розрахунку балансів енергоресурсів та аналіз їх споживання.

У третій частині монографії наведені результати розрахунків нормування енергетичних ресурсів, розроблено методику нормування електричної енергії для промислового підприємства з виготовлення прокату. Розроблено динамічну модель оцінки ефективності та сталого розвитку промислового підприємства та математичну модель оцінки ефективності системи енергоменеджменту та енергозбереженню.

У четвертому, останньому розділі приведені практичні результати енергетичних аудитів, у яких автори безпосередньо брали участь. Розглянуті проекти дуже різні за напрямками, змістом, масштабами вирішуваних проблем, етапами реалізації. Водночас їх поєднує загальна спільна мета – здобуток енергетичної незалежності України, яка починається з рівня невеликого населеного пункту, до кожного промислового підприємства чи організації. Окрім цього запропоновані варіанти аналізу, обробки та візуалізації статистичних даних, отриманих під час проведення енергетичного обстеження.

## РОЗДІЛ 1

# СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ

---

---

### 1.1. Забезпечення сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу в країнах світу

На етапі входження України до світового економічного простору забезпечення сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу є особливо важливим, оскільки значною мірою від стану ПЕК залежить ступінь політичної та економічної незалежності країни, темпи виходу країни з кризового стану та її національна безпека. Україна споживає у загальному балансі більше 60–70 % імпортованих енергоресурсів. Більшу частину імпорту енергоресурсів складає природний газ. І цьому сприяє його відсутність та неефективне використання, що загрожує національній безпеці країни та національним інтересам.

Неефективне споживання ПЕР підвищує рівень залежності нашої країни від країн-експортерів і поглиблює проблему енергетичної безпеки країни при нереалізованому потенціалі енергозбереження в Україні за рівнем імпортозалежності від загального обсягу спожитих та використаних паливно-енергетичних ресурсів.

Одним із фундаментальних факторів формування попиту на енергоресурси у світовій енергетичній сфері є зростання валового внутрішнього продукту та зниження його енергоємності при підвищенні енергоефективності та зміни структури палива, крім того, скорочення розриву між країнами в енергоємності економік. З приведеної динаміки енергоємності ВВП (рис. 1.1) помітно, що Україна відстає за рівнем від економічно розвинених країн світу. Але є позитивні моменти – з кожним роком енергоємність ВВП в Україні скорочується [7].

Сьогодні енергоємність ВВП країни у 2 рази вища від середньосвітового рівня та майже у 3 рази вища, ніж у ЄС. Це переважно пов'язано з низькою ефективністю споживання та використання паливно-енергетичних ресурсів у технологічних процесах (переважно



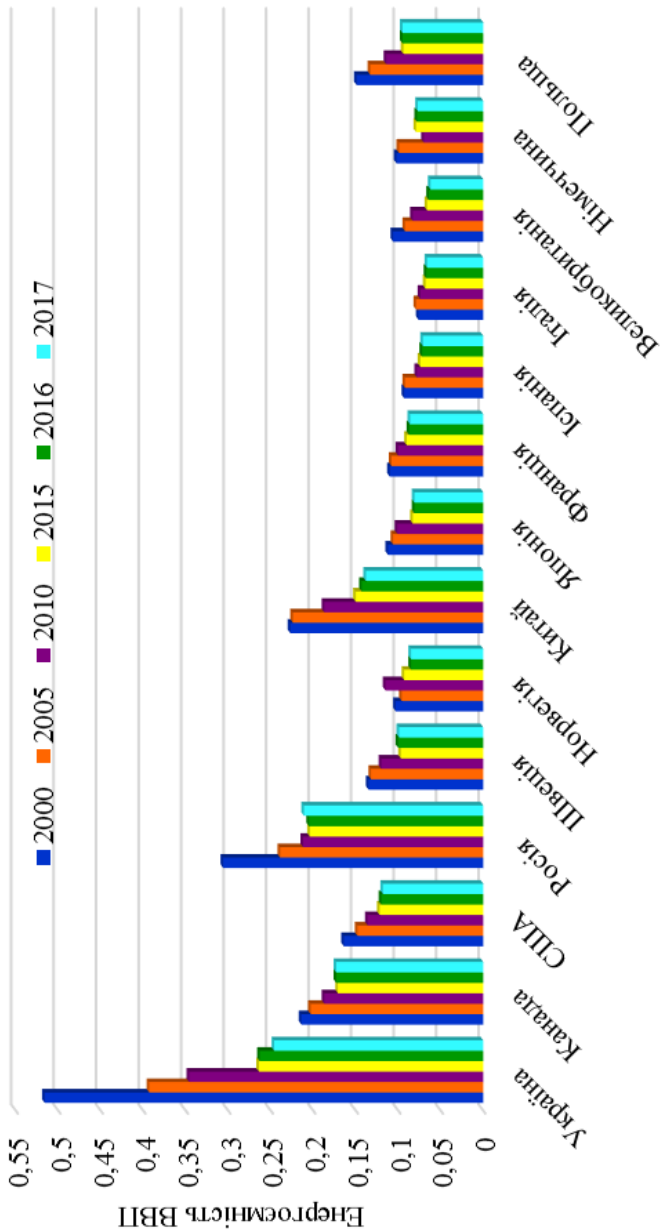


Рис. 1.1 – Динаміка енергоємності ВВП, кг н.е./\$

## ЗМІСТ

енергоємних галузей), незадовільним станом енергетичної інфраструктури, значними втратами під час перетворення, передавання та розподілення енергії, а також із низьким коефіцієнтом корисної дії обладнання у секторах кінцевого споживання.

Потрібно відмітити, що на одну людину в Україні рівень питомого споживання енергоресурсів є нижчим за відповідний показник багатьох країн ЄС. Такі дані, на перший погляд, можуть видатись свідченням більш раціонального використання енергоресурсів, ніж у країнах ЄС, хоча, насправді, як не прикро, це відображення нижчого рівня якості життя населення України.

Динаміка споживання енергії та споживання енергії на душу населення у світі за 1990 – 2016 рр. та змін енергоємності ВВП представлено на рис. 1.2 [7–9].

У розрахунку на квадратний метр питомі показники використання енергоресурсів населенням значно вищі від більшості країн ЄС і на 40% перевищують середньоєвропейські. Зокрема, на один т.кв. метр житлової площі використовується вдвічі більше ресурсів для опалення житла та постачання гарячої води, ніж у країнах Європи зі схожим кліматом. В Україні цей показник в середньому на 44% вищий, ніж у Німеччині, і на 56% – ніж у Швеції.

Для власних потреб Україна використовує різноманітні джерела енергії – вугілля, нафту, природний газ, атомну і гідроенергію, енергію сонця і вітру тощо. На сьогодні найбільш затребуваними в Україні викопними ресурсами є природний газ і вугілля, які сумарно становлять понад 60% вітчизняного енергетичного балансу. Баланс споживання енергії в Україні у 2017 наведено на рис. 1.3. Внаслідок змін технологій та світових трендів останнім часом частка інших видів енергії у споживанні поступово зростає. До того ж є обґрунтовані підстави очікувати їх подальшого зростання з відповідним зменшенням традиційної частки палива в енергетичному балансі країни.

Наявність усіх зазначених ресурсів в Україні, модернізації генеруючих потужностей, створення конкурентного ринкового середовища та заміщення сировинної бази альтернативними видами палива, подальша розвідка та видобуток вуглеводнів, серед них і нетрадиційних, сприятимуть послідовному посиленню позиції України на шляху до раціонального виробництва енергії та ощадливому її споживанню [8].

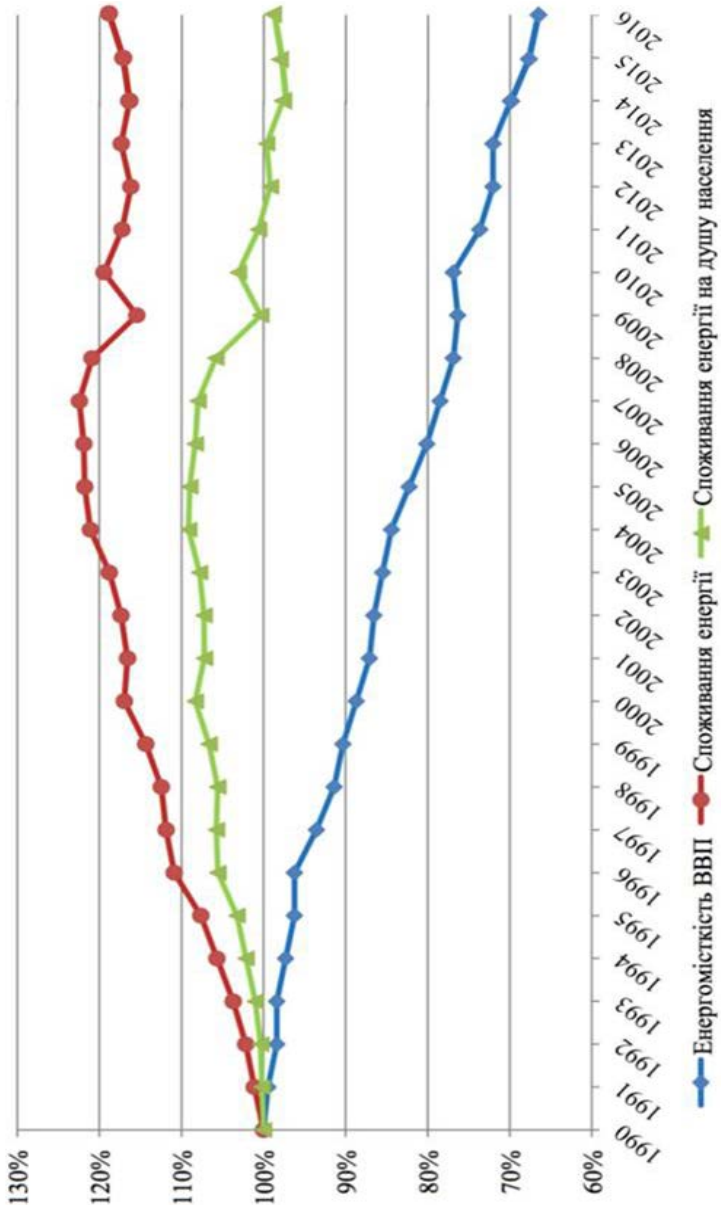


Рис. 1.2 – Динаміка змін енергоємності ВВП, споживання енергії та споживання енергії на душу населення у світі [7]

## ЗМІСТ

Баланс споживання енергії в Україні у 2017 році зображено на рис. 1.3.

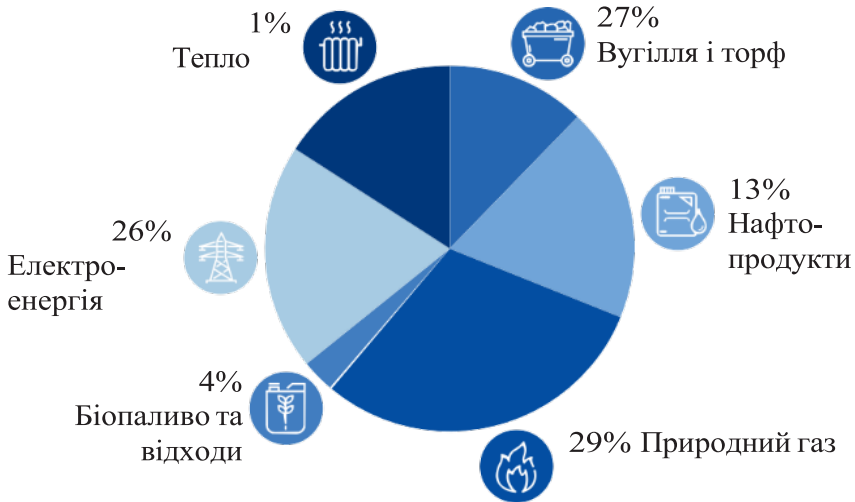


Рис. 1.3 – Баланс споживання енергії в Україні у 2017 р [8]

В 2017 році обсяг споживання становив 118,73 млрд кВт-год (зниження порівняно з 2012 роком на 21%). Менше 0,1% електроенергії імпортується в Україну з суміжних енергосистем для підтримання балансу ОЕС України та забезпечення безперервності внутрішнього споживання.

Економічний розвиток країн світу передбачає зростання потреб у паливно-енергетичних ресурсах. Разом з цим, за даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), відбувається загальне зростання потреб в електроенергії. Регіональні тенденції суттєвого зростання світового попиту на первинну енергію визначають такі регіони та країни, як Китай, Індія, Бразилія та Близький Схід. Ряд країн, у яких обмежений запас енергетичних ресурсів, покладаються на атомну енергію (Франція, Швеція, Швейцарія, Фінляндія тощо).

Обсяги виробництва і споживання первинних енергетичних ресурсів у світовій енергетичній сфері за 2001 – 2015 рр. наведено в табл. 1.1, за статистичними даними компанії British Petroleum (BP) [10].

Таблиця 1.1

Виробництво та споживання за видами первинних енергетичних ресурсів у світі у 2001–2015 рр., млн т н.е.

Роки	Усього Споживання	За видами енергетичних ресурсів								
		Нафта		Природний газ		Вугілля		Ядерна енергія	Гідроенергія	ВДЕ
		Вироб-ництво	Спожи-вання	Вироб-ництво	Спожи-вання	Вироб-ництво	Спожи-вання	Споживання		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2001	9501,3	3618,0	3620,9	2246,9	2223,7	2423,9	2416,5	600,9	586,9	52,5
2005	10940,0	3937,8	3933,9	2519,4	2504,5	3033,6	3130,6	626,4	661,4	83,2
2010	12181,4	3979,1	4079,9	2893,9	2886,7	3627,6	3634,3	626,3	784,2	169,9
2014	13020,6	4228,7	4251,6	3130,2	3081,5	3988,9	3911,2	575,5	884,3	316,6
2015	13147,3	4361,9	4331,3	3199,5	3135,2	3830,1	3839,9	583,1	892,9	364,9

Прогноз розвитку світової енергетики на найближчі 20 років представлено в аналітичній роботі компанії ВР «Прогноз розвитку світової енергетики до 2035 року» [9]. Світовий попит на первинні енергоресурси наведено з 2015 по 2035 рр., який зростає орієнтовно на 30%, збільшуючись в середньому на 1,3% за рік (рис. 1.4, 1.5).

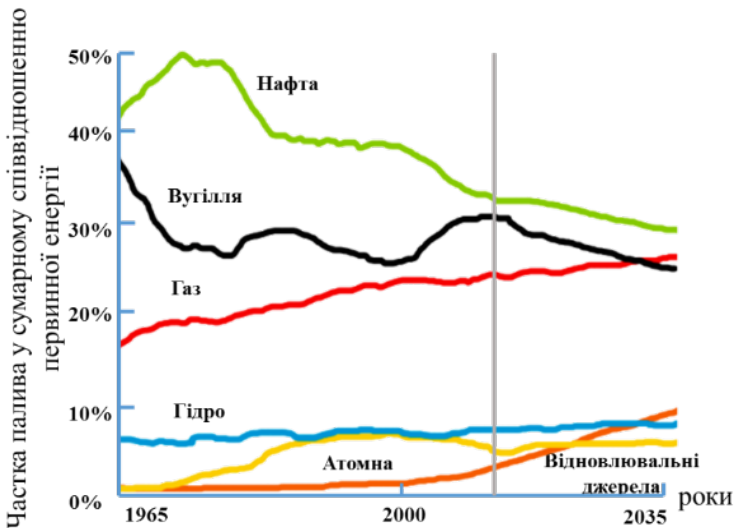


Рис. 1.4 – Структура світового ринку первинної енергії [9]

## ЗМІСТ

Прогнозується, що забезпечать половину приросту поставок енергоносіїв протягом прогнозованого періоду невикопні енергоресурси. Основними джерелами енергії для світової економіки поряд з вугіллям, залишаться нафта і газ, що забезпечить понад 75% всіх світових поставок енергоносіїв у 2035 р. (рис. 1.5).

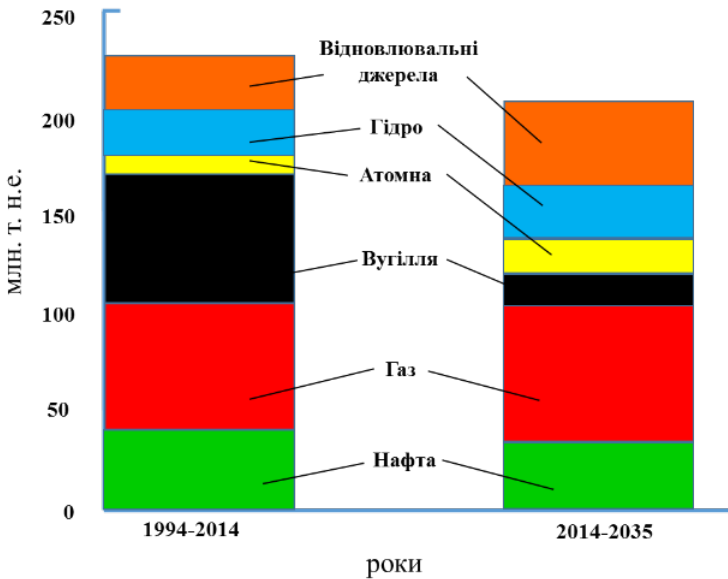


Рис. 1.5 – Зростання ринку по джерелам енергії [9]

Темпи попиту зростатимуть на природний газ більш високими темпами у порівнянні з попитом на вугілля та нафту – у середньому на 1,6% за рік до 2035 р. Надалі газ обійде вугілля за часткою в первинній енергії і до 2035 р. стане другим найбільш поширеним джерелом енергії. Зростання споживання газу у Китаї буде випереджати внутрішнє його виробництво та на імпортований газ до 2035 р. припадатиме майже 40% загального споживання відносно з 30% у 2015 р. Частка імпортного газу в Європі збільшиться приблизно з 50% у 2015 р. до 80% й вище у 2035 р.

Дві третини приросту поставок газу забезпечить активізація видобутку сланцевого газу, в основному за рахунок зростання його видобутку в США.

## ЗМІСТ

До 2030 р. споживання природного газу зростатиме приблизно на 20% і залишиться на цьому ж рівні до 2040 р. За цей же період споживання природного газу за «Сценарієм нових стратегій», зросте на 45%. Темпи зростання попиту на природний газ у поточному періоді щорічні знаходяться на рівні 1,5%. Поставки зрідженого природного газу, згідно з довгостроковим прогнозом, будуть швидкими темпами зростати і на ЗПП до 2035 р. буде припадати більше половини обсягів його пропозиції. По мірі реалізації ряду масштабних газових проектів в найближчі роки приблизно третина цього приросту буде забезпечена.

Запаси вугілля у світі значні (див. рис. 1.4 та рис. 1.5), з його видобутком проблем немає, водночас попит на нього будуть обмежувати відповідними заходами, що пов'язані з боротьбою із забрудненням екології та необхідністю зниження викидів CO<sub>2</sub>. Згідно прогнозу МЕА, світовий попит на вугілля зросте на 15% до 2040 р., біля двох третин цього зростання припаде на найближче десятиліття [10]. Попит на вугілля в Китаї досягне близько 50% обсягу світового споживання з його наступним зниженням після 2030 р. Окрім цього, в країнах ОЕСР, особливо у США знизиться попит на вугілля у зв'язку з переведенням на природний газ більш ніж третини вугільних електростанцій. На виробників в усьому світі впливають поточні низькі ціни на вугілля, змушуючи скорочувати витрати на його добуток. На Китай, Індонезію, Індію та Австралію буде припадати більше 70% світового видобутку вугілля до 2040 р. Введення на вугільних електростанціях високоефективних технологій, зокрема технологій уловлювання та зберігання викидів CO<sub>2</sub>, можуть стати ефективними засобами щодо збереження прогнозованого попиту на вугілля.

За прогнозами міжнародних організацій відновлювані джерела енергії стануть найбільш швидкозростаючим енергоресурсом. Що стосується структури ВДЕ (рис. 1.6), то від переробки біомаси та відходів надходить значна частка енергії (64%).

Споживання відновлюваних джерел енергії буде зростати в середньому на 7,6% за рік і збільшиться у чотири рази за наступні 20 років за рахунок підвищення рівня конкурентоспроможності сонячної, вітро- і гідроенергетики.

## ЗМІСТ

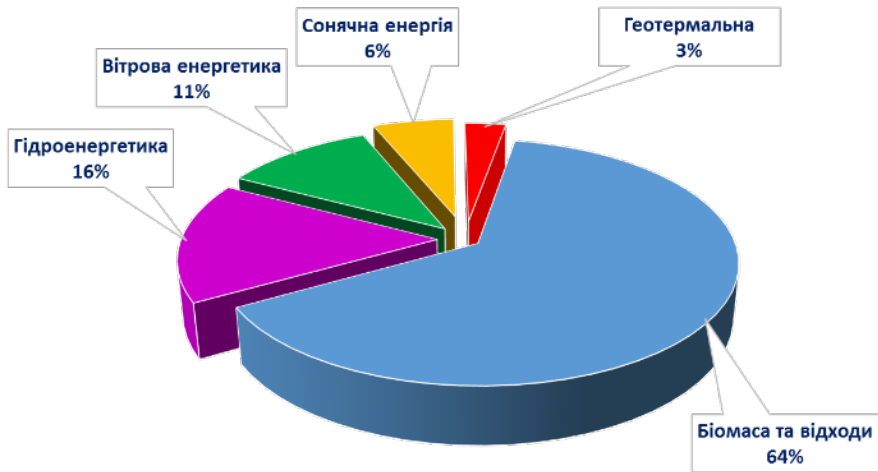


Рис. 1.6 – Структура кінцевого споживання відновлювальних джерел енергії у країнах Євросоюзу [10]

У валовому кінцевому споживанні енергоресурсів (ВКСЕ) частка ВДЕ в світі склала 20% (в 2014 р.), тоді як в Україні цей показник склав лише 4,2%. З імплементації Директиви 28 Україна зобов'язана підвищити показник ВДЕ до 11 % до кінця 2020 року [11].

Законом України «Про альтернативні джерела енергії» встановлені одні з найвищих в Європі тарифів на виробництво електроенергії електростанціями, що використовують енергію сонця та вітру. Ціноутворення «зелених тарифів» за механізмом цінових заявок передбачає формування ціни на електроенергію, зокрема, шляхом відбору до покриття навантаження найдешевших з заявлених блоків та формування ціни системи з урахуванням вартості найдорожчого блоку (за замикаючим принципом). Порівняння тарифів на виробництво електроенергії ВДЕ в країнах Європи, євроцент/кВт наведено в табл. 1.2 [12].

Аналіз світових тенденцій розвитку ВДЕ показує, що все більше країн відходять від практики «зелених тарифів» (рис. 1.7), запроваджуючи натомість більш ринкові та економічно обґрунтовані механізми [8].



Таблиця 1.2  
Порівняння тарифів на виробництво електроенергії ВДЕ в  
країнах Європи, євроцент/кВт

Країна	Енергія вітру	Сонячна енергія	Біогаз	Гідро-енергетика	Біомаса
1	2	3	4	5	6
Німеччина	1,4-8,38	8,91-12,7	5,66-23,14	3,47-12,4	5,71-13,32
Австрія	8,95	7,91	12,38-18,48	3,14-10,25	4,75-22
Болгарія		10,91-13,02			7,05-25,23
Угорщина		10,3	4-11,52	4-11,53	4-11,54
Словаччина	4,4	8,5	5,9-10,2	9,8-11,12	7-9,2
Туреччина	5,3	10,3	10,3	5,6	10,3
Україна	5,8-10,2	15	12,4	10,4-17,4	12,4

Реалізація ефективної державної політики щодо підвищення енергоефективності та розвитку сфери виробництва енергоносіїв з альтернативних видів палива та відновлюваних джерел енергії надасть Україні можливість створювати умови для зниження рівня енергоємності ВВП.

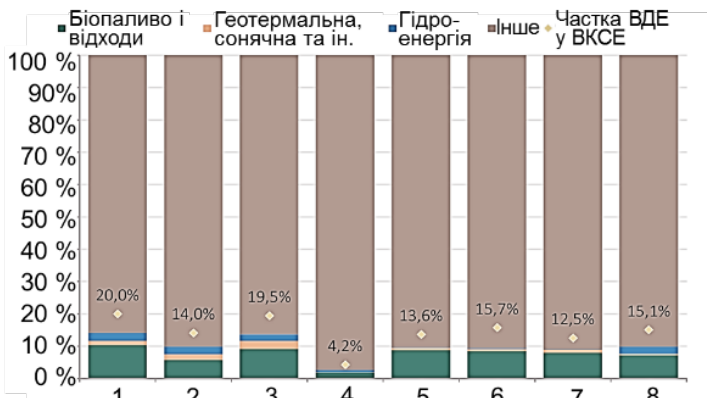


Рис. 1.7 – ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергоресурсів: 1 – Світ; 2 – ОСОР; 3 – ЄС; 4 – Україна; 5 – Польща; 6 – Чехія; 7 – Угорщина; 8 – Словаччина [8]

## ЗМІСТ

Досягнути оптимізації структури енергетичного балансу держави шляхом зростання обсягів використання альтернативних видів палива та відновлюваних джерел енергії, вторинних енергоресурсів, впровадити дієвий у сфері енергоефективності, альтернативних видів палива та відновлюваних джерел енергії механізм реалізації державної політики [12].

Наприклад, Китай у наступні 20 років забезпечить найбільший приріст виробництва відновлюваної енергії, більше, ніж Європейський Союз (ЄС) і США разом.

Серед азійських країн в найбільших масштабах відновлювану енергетику розвиває саме Китай, який став зі встановлення потужностей відновлюваної енергетики найбільшим у світі ринком. Найшвидшими темпами розвивається вітроенергетика, збільшивши потужності на 7,9 ГВт за 2013 рік, в той час як на 3,6 ГВт сонячна зросла. Велика гідроенергетика все ще залишається найбільшим виробником чистої електроенергії. За допомогою державних субсидій, кредитів за низькими ставками, пільгових тарифів на закупівлю виробленої енергії і спрощеної системи відводу земельних ділянок під такі об'єкти в Китаї просуваються проекти з використання вітрової та сонячної енергії. Окрім цього, на сьогодні відбулась зміна вектору розвитку сонячної енергетики з великих сонячних станцій у бік сонячних батарей на дахах будинків. Але цей факт не вплинув на темпи розвитку галузі, тому що за прогнозами буде встановлено близько 14 ГВт нових потужностей.

В Європейському Союзі велику увагу при плануванні розвитку енергетичного сектору приділяють екології, тоді як у Китаю часто із нехтуванням негативних наслідків для довкілля відбувається нарощування промислових потужностей. Країни-члени ЄС до 2030 р. домовились зменшити викиди парникових газів на 40% від рівня 1990 р.

На даний час в ЄС перше місце серед відновлюваних джерел займає біоенергетика. Виробництво біогазу в країнах ЄС показує можливість його виробництва в обсязі 29,43 млн т н.е. у 2020 р. (еквівалент 36,29 млрд м<sup>3</sup> природного газу), що досягається за рахунок використання 35% всіх відходів тваринницьких ферм і вирощування енергетичних культур під біогаз на 5% сільськогосподарських земель. Треба зазначити, що деякі країни ЄС планують повністю відмовитись від викопних енергоресурсів на користь ВДЕ. Наприклад, Шотландія

## ЗМІСТ

має ціль виробництва 100% електроенергії з ВДЕ до 2020 р., у Данії виробництво 100% теплової та електричної енергії з ВДЕ до 2035 р. поставлено за мету, в Швеції – перейти на використання ВДЕ для забезпечення енергетичних потреб всієї країни.

Великобританія є прикладом ефективного використання високого вітроенергетичного потенціалу на морі. Сполучене Королівство має більше, ніж інші країни світу разом узяті, встановлених офшорних вітроенергетичних потужностей які являються ключовим інструментом у збільшенні використання ВДЕ і скороченні викидів CO<sub>2</sub>. Це пояснюється сприятливим географічним розташуванням та високою інвестиційною спроможністю країни. Зазначимо, що на Великобританію та Німеччину припадає 45% від усіх нових вітроустановок, введених в експлуатацію в ЄС. Після вітрової енергетики у виробництві електроенергії з ВДЕ друге місце у Великобританії займає біомаса.

Відновлювана енергетика Сполучених Штатів Америки до 2014 року розвивалася не так стрімко, як в ЄС чи в Китаї. Проте лідируючі позиції у виробництві електроенергії серед усіх ВДЕ в США займає велика гідроенергетика, як найдешевше джерело електроенергії. США володіє великими запасами нафти, природного газу, включаючи сланцевий, та розвинутою атомною енергетикою. Окрім цього, з вугілля виробляється 40% електроенергії. Тож очевидно, що сильні позиції займає традиційна енергетика, яка значно гальмує розвиток відновлюваної енергетики. Багато впливають ще й економічні чинники – за останні п'ять років відновлювана енергетика поряд з традиційною не була конкурентоспроможною через стрімке зростання видобутку сланцевого газу, дешевої газ та нафту.

Варто додати, що Канада розвиває відновлювану енергетику значно потужніше, досягнувши у 2013 року 63% виробленої електроенергії з ВДЕ, з яких 93% припадало на гідроенергетику.

Загалом, світовий досвід засвідчує стрімкі темпи розвитку відновлюваної енергетики. При цьому за майже стабільних обсягів споживання природного газу (22% – 21%) відмічається прогнозоване зниження обсягів виробництва електроенергії електростанціями на вугільному паливі (з 43% до 35%) та нафтопродуктах (з 3% до 1%).

В Польщі серед джерел енергії переважають сонячні установки, на другому місці знаходиться біомаса. Найбільш поширеною з відновлюваної енергетики країни є енергія вітру, хоча у другій

## ЗМІСТ

половині 2016 р. були запроваджені зміни в законодавстві, які пригальмували розвиток цієї галузі. Частка сонячної енергетики складає лише 0,5 % потужності в національній енергетичній системі. За 2016 рік в Польщі встановили відновлювальних джерел енергії загальною потужністю понад 8,5 ГВт, та було вироблено понад 101 МВт потужності, із яких 73 МВт міні-установками, що належать фізичним особам.

У Великобританії відновлювальна енергія забезпечила 8,9 % кінцевої енергії споживання, збільшившись на 0,7 % в 2015 році.

На 2016 рік відновлювана електроенергія становила 24,6 відсотка від загального обсягу виробництва, що на 2,3 % більше, ніж у 2015 році, поновлюваний тепловий потік зріс на 0,7 % та склав 6,2% загального споживання тепла, відновлювальні джерела енергії для транспорту склали 4,5 % від загальної транспортної енергії, зрісши на 0,1%.

Норвегія – одна з лідируючих країн у сфері розвитку відновлюваних джерел енергії в світі. Країна, яка багата нафтою і газом, практично не використовує викопне паливо для виробництва електроенергії. За інформацією Eurostat [13] частка поновлюваних джерел у виробленні електроенергії країни вже становила 64,7%, а до 2020 року, за різними прогнозами, цей показник може вирости до 70%. Електроенергія практично повністю на 97% виробляється за рахунок найбагатших гідроресурсів країни. За цим показником країна займає беззаперечне перше місце в світі. Всі вуглеводні відправляються на експорт. Також Норвегія має найбільший вітряний потенціал серед європейських країн. На сьогоднішній день вже побудовано і введено в експлуатацію більше 210 вітроенергетичних установок сумарною потужністю 500 МВт, виробництво електроенергії яких становить до 3 ТВт на рік. В 2016 році вітроенергетика в Норвегії згенерувала 1,4% від загальрічного обсягу електроенергії, виробленої в країні, а зараз планується будівництво ще двох вітропарків.

У 2017 році частка енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні енергії в Європейському Союзі (ЄС) сягнула 17,5%, у порівнянні з 17,0% у 2016 році та більш ніж удвічі більше, ніж у 2004 році (8,5%). Найбільша частка відновлюваних джерел енергії в Швеції, найменша в Люксембурзі. З 2004 року частка відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні енергії значно зросла у всіх державах-членах [13].

## ЗМІСТ

У той же час відмічається широка амплітуда частки ВДЕ у валовому споживанні енергії, у розрізі країн ЄС – від 5,0% у Мальті та Люксембурзі до 53,9% у Швеції (рис. 1.8, 1.9) [13].

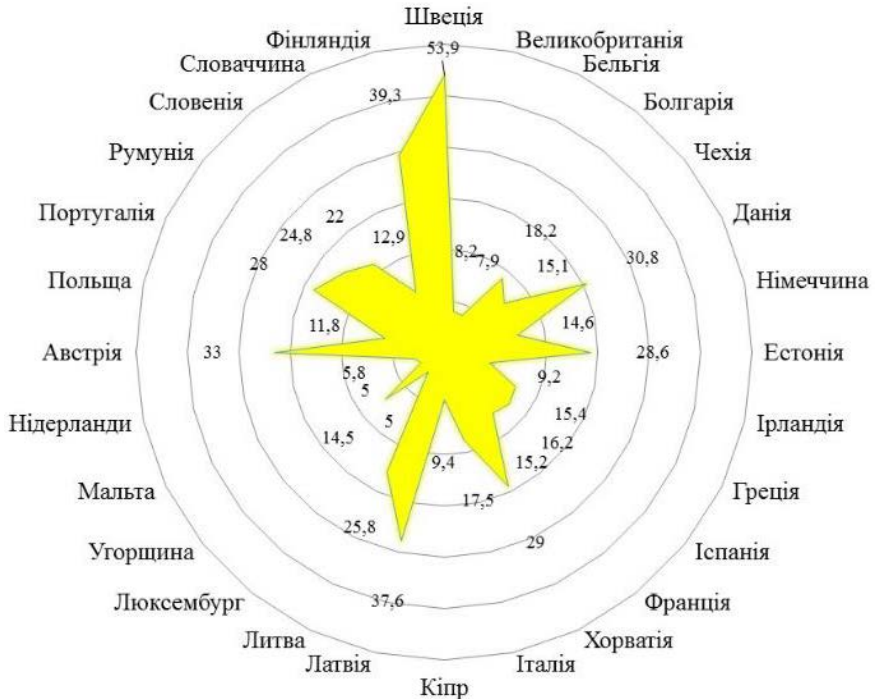


Рис. 1.8 – Частка відновлювальних джерел енергії у валовому кінцевому споживанні енергії у країнах Євросоюзу у 2015 році, % [13]

На сьогодні досягли національних цільових показників 2020 року 11 країн ЄС, а саме: Данія, Болгарія, Хорватія, Чехія, Фінляндія, Естонія, Угорщина, Італія, Румунія, Швеція та Литва. Нідерланди демонструють найбільше відхилення від цільових індикаторів [13].

На сьогодні вже є успішні приклади переходу окремих країн, міст на чисту енергетику. Наприклад, Коста-Ріку можна вважати першою країною, що, так чи інакше, повністю перейшла на відновлювану енергію. Американські міста Аспен, Вермонт, Берлінгтон також послідували «зеленому» тренду.

## ЗМІСТ

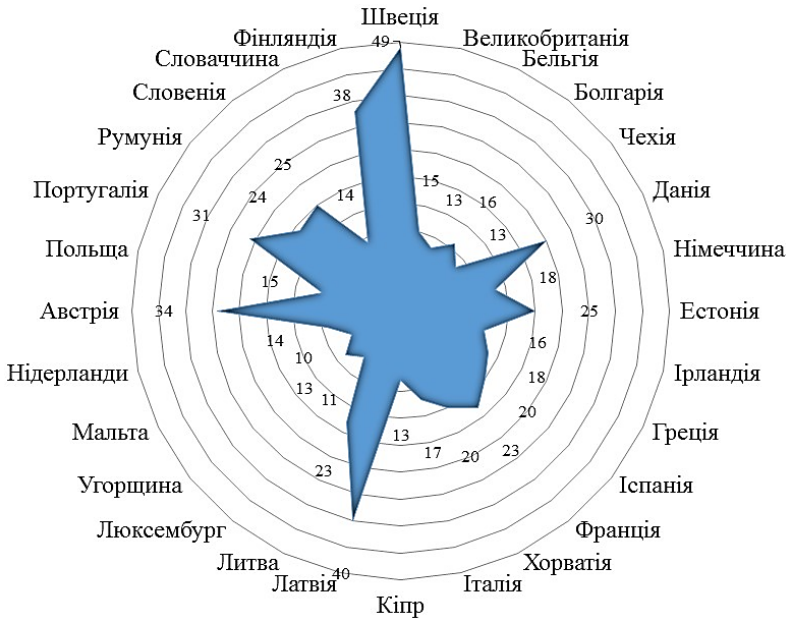


Рис. 1.9 – Установлені національні цільові індикатори для країн-членів ЄС щодо питомої ваги ВДЕ у валовому внутрішньому споживанні енергії, яких планується досягти до 2020 року [13]

Наприкінці минулого року Лас-Вегас став найбільшим містом США, яке відмовилось від традиційної енергетики. У містечку Брадбу (Норвегія), наприклад, знаходиться зразкова біо-ферма, яка 98% споживаної енергії отримує з відновлюваних джерел (деревної тріски, сонця, біодизеля і біогазу). Навіть в Україні є окремі приклади повного переходу на ВДЕ, як наприклад, село Северинівка.

Всі експерти в енергетиці сходяться в тому, що розгортання ВДЕ в майбутньому продовжиться, особливо, зважаючи на те, що для такого розвитку є необхідний технічний та економічний потенціал, який на сьогодні значною мірою не використовується. Завдяки зниженню цін на обладнання для вітрових та сонячних електростанцій відбувається швидкий розвиток відновлюваної енергетики у значній мірі. Динаміка здешевлення також спостерігається у вартості на панелі для сонячних електростанцій – станом на березень 2016 року їх

## ЗМІСТ

вартість складала близько 0,5 дол. за 1 Вт., у порівнянні з 2010 року середні ціни впали більше ніж у 5 разів.

Сьогодні простежуються тенденції щодо швидкого розгортання технологій чистої енергетики та зниження їх вартості: зростання обсягів встановленої потужності сонячних електростанцій у 2016 р. вже випереджало усі інші види генерації, наприклад, з 2010 р. вартість нових сонячних електростанцій знизилася на 70%, вітрових – на 25%, а акумуляторів – на 40%, 24% виробництва електроенергії у світі в 2016 р. припадало на поновлювані джерела [14].

Електроенергія виходить на провідні позиції як джерело енергії, яка складає 40% зростання світового кінцевого енергоспоживання до 2040 р., тоді як цю роль за останні двадцять п'ять років виконувала нафта.

В середньому світ щорічно отримує 45 мільйонів нових споживачів електроенергії за рахунок розширення доступу до електромереж, хоча цього все ще не досить, щоб реалізувати мету загального доступу до 2030 р. Поряд з ростом в традиційних областях, електроенергія приходить у сферу теплопостачання та транспорту.

За даними МЕА у 2014 р. обсяги виробництва електроенергії в окремих країнах та їх розподіл за основними первинними джерелами наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3  
Виробництво електричної енергії країн світу [14]

Країна	Кількість, млрд кВт·год	Країна	Кількість, млрд кВт·год
1	2	3	4
Китай	5,84 тис.	Індонезія	233,98
Сполучені Штати	4,30 тис.	Єгипет	181,98
Індія	1,38 тис.	Таїланд	177,76
Російська Федерація	1,07 тис.	В'єтнам	153,28
Японія	1,04 тис.	Малайзія	150,12
Канада	670,74	Аргентина	144,96
Німеччина	640,97	Норвегія	143,92
Бразилія	581,65	ОАЕ	127,37

Продовження табл. 1.3

Франція	563,49	Боліварська Республіка Венесуела	117,59
Корея	549,23	Пакистан	110,86
Великобританія	336,36	Нідерланди	110,07
Саудівська Аравія	338,34	Туреччина	261,78
Мексика	311,14	Польща	164,34
Італія	281,56	Україна	162,11
Іран	280,63	Швеція	161,93
Іспанія	277,79	Казахстан	106,47
Тайбеї	254,99	Ізраїль	64,23
Австралія	252,28	Австрія	61,76
Південна Африка	246,74	Білорусь	34,08

Що стосується України то попит на електроенергію визначаються трьома основними факторами: збільшенням населення, економічним розвитком і технологічним прогресом. Кількість населення є важливим чинником, який визначає обсяги та структуру споживання енергії.

Енергетична система України в моделі розділена на сім основних секторів: постачання енергії; виробництво електроенергії і тепла; промисловість; сільське господарство; побутові споживачі; послуги; транспорт.

Найбільш енергоємними галузями народного господарства є наступні:

- ✓ машинобудівна, металургійна, хімічна і нафтохімічна промисловості (за оцінками експертів цього ринку, потенціал енергозбереження, становить 62-64%),
- ✓ сільське господарство (3-5%);
- ✓ житлово-комунальна сфера (35-38%);
- ✓ сектор послуг (5%).

В транспортному секторі і в харчовій промисловості також існує потенціал енергозбереження.

Промисловий сектор фактично представлений лише обробною галуззю, оскільки галузь видобування енергетичних матеріалів та



## ЗМІСТ

електроенергетика включені в моделі до енергетичного сектору відповідно до структурної схеми енергетичного балансу, а втрати при транспортуванні та споживання палива на власні потреби не входять до обрахунку кінцевого споживання.

Галузі промисловості за рівнем енергоємності виробництва розділені в моделі на дві категорії. Енергоємні галузі представлені в розрізі технологій виробництва основних видів їх продукції, тобто їх енергетичним попитом є виробництво одиниці продукції галузі (цемент, вапно, сталь, алюміній, аміак, папір, скло тощо). До категорії енергоємних галузей включені хімічна галузь, металургія, целюлозо-паперова галузь, виробництво неметалевих мінеральних виробів. Динаміка і структура споживання ними електричної енергії наведені на рис. 1.10. Структура енергетичних потоків для решти галузей є стандартною тта складається з чотирьох типів умовних технологій, які задовольняють потреби у машинному приводі, технологічному теплі, електрохімічному процесі та ін. процесах [12].

Зміни споживання електроенергії окремих напрямів промисловості залежать від обсягів виробленої продукції та раціонального або нераціонального використання енергії на даних промислових об'єктах. Наприклад, у харчової промисловості більшість процесів направлені на оптимізацію загальних енергетичних показників процесу для конкретних умов роботи [15].

Успішність конкретного підприємства залежить від того, наскільки грамотне вибудовано функціонування цих процесів та їх взаємозв'язки. Оптимізація процесів за допомогою процесного підходу є одним з основних засобів для збільшення ефективності організації, машинобудівних та металургійних підприємств, що є найбільш енергоємними [16].

У 2015 р. міжнародний рейтинг країн за рівнем енергоефективності опубліковано Американською Радою з енергоефективної економіки (ACEEE), упорядкованим за основними секторами економіки, що свідчать дані рис. 1.11. Шістнадцять найбільш потужних економік світу, які виробляють понад 81 % світового ВВП із споживанням 71 % енергії від загальносвітового [17].

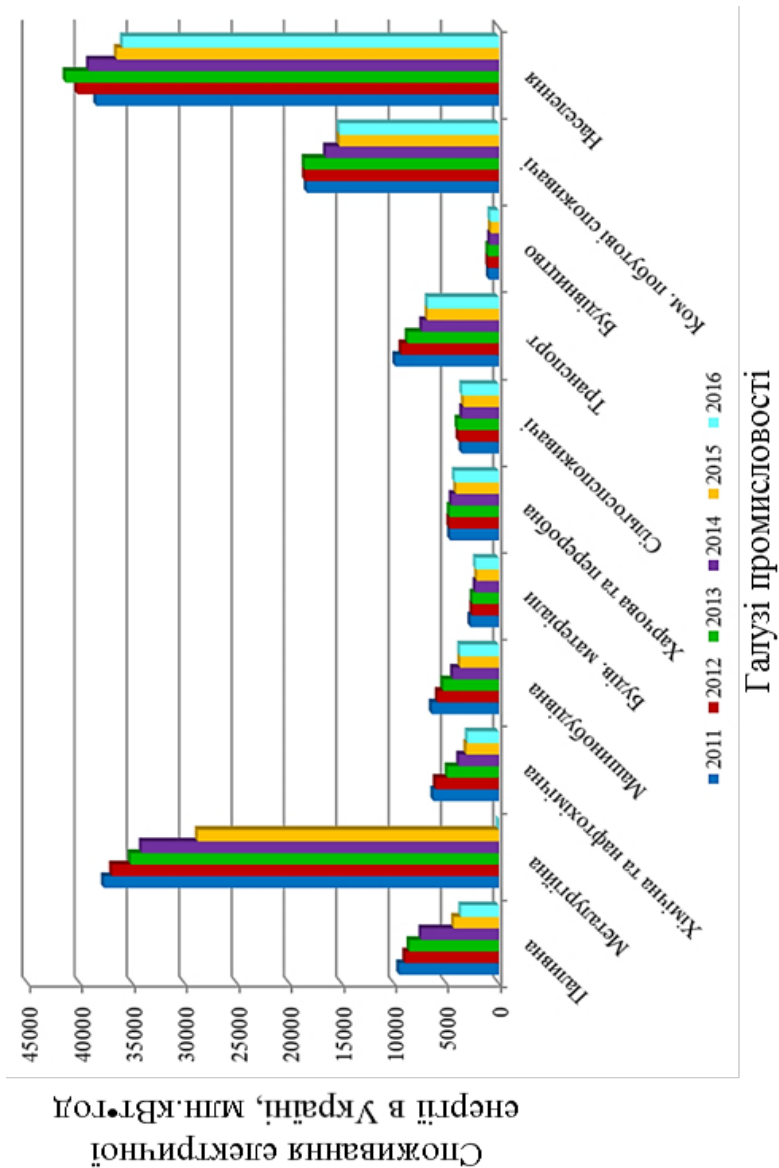


Рис. 1.10 – Динаміка і структура споживання електричної енергії в Україні, млн.кВт•год

## ЗМІСТ

За шкалою за 31 показником із 100 можливих балів Рада АСЕЕЕ розподілила країни за рейтингом енергоощадності, поданому на діаграмі рис. 11 [17].

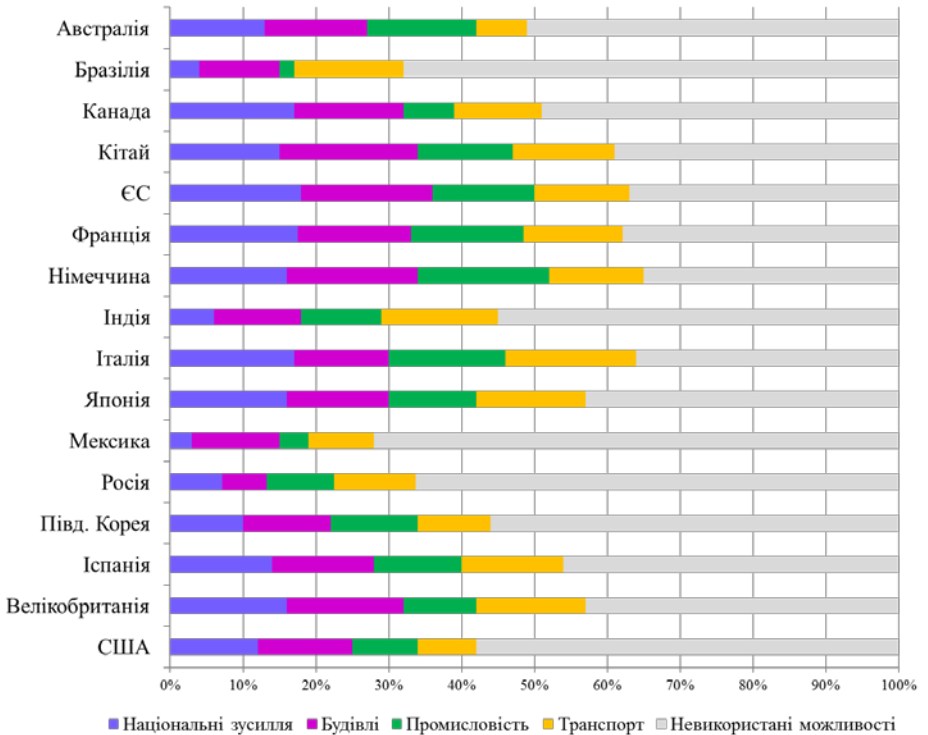


Рис. 1.11 – Рейтинг країн світу з енергоефективності по секторах, 2014 р. [17]

АСЕЕЕ розподілила 31 показник на чотири групи: показники, що відстежують на національному рівні комплексні аспекти використання енергії, та три групи показників, які відображають споживання енергії в основних секторах економіки – на транспорті, будівництві та у промисловості. У «промисловій» групі лідером стала Німеччина, транспорт в Італії визначено як найенергоефективним, у Китаї – будівництво, в ЄС, Франції та Італії є найкращими комплексні показники.

Забезпечення сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу на етапі входження країни до світового економічного

## ЗМІСТ

простору є особливо важливим, оскільки значною мірою ступінь економічної та політичної незалежності країни, темпи виходу країни з кризового стану та її національна безпека залежить від стану ПЕК. Рівень залежності від країн-експортерів підвищує неефективне внутрішнє споживання паливно-енергетичних ресурсів. Тим самим, за рівнем імпортозалежності, що складає понад 51%, при нереалізованому потенціалі енергозбереження до 48% від обсягу споживаних паливно-енергетичних ресурсів поглиблює в Україні проблему енергетичної безпеки.

В електроенергетичній галузі основними проблемами є зношеність мереж енергопостачання та неефективність більшої частини генерувальних активів, неефективне використання енергетичних ресурсів. Більшість потужностей у галузі є застарілими, мають високий ступінь зношування, використовують ресурсо- і енергоємні технології вчорашнього дня. Значний наявний потенціал енергозбереження в галузі використовується недостатньо.

Нагальною проблемою сьогодні є модернізація, реконструкція та оновлення морально застарілого та фізично спрацьованого обладнання. Для сектора промисловості України, який досі відстає у використанні сучасних промислових технологій та призводить до зростання обсягів споживання палива на одиницю продукції промислового виробництва, першочерговим завданням постає модернізація виробничих процесів.

Державна підтримка та посилення галузевих ініціатив, включаючи недавні рішення урядів Великобританії, Франції та Голландії щодо поступової відмови від продажу транспортних засобів з дизельними двигунами та традиційними бензиновими до 2040 р., приведе до зростання парку електромобілів з сьогоднішніх 2 млн одиниць до 280 млн у 2040 р.

В Японії після аварії на АЕС Fukushima при відмові від використання ядерної енергетики, приблизно 30% електроенергії виробляється на вугіллі. У 2015 р. Також була прийнята урядом Японії нова енергетична програма, відповідно до якої структура виробництва електроенергії в країні до 2030 р. має складати: на ТЕС на ЗПГ – 27%, на вугільних ТЕС – 26%, на АЕС та ЕС, які використовують ВДЕ – по 22%. Крім того прийнята програма розгортання спорудження 45 нових вугільних енергоблоків із застосуванням технології HELE [18].

## ЗМІСТ

Найбільш екологічно чистим та економічним серед введених в експлуатацію блоків SC з підвищеними температурами пари з параметрами пари 27,5 МПа, 600/620°C і розрахунковим ККД майже 45% став енергоблок Isogo 2. Він є не тільки самим економічним, але і найбільш екологічно чистим вугільним енергоблоком.

У Китаю вугільні енергоблоки одиничною потужністю до 300 МВт виконано на докритичному тиску свіжої пари. На відміну від блоків 300 МВт, блоки 600 МВт і вище проектувалися лише SC з послідовним підвищенням температури пари. Перші енергоблоки SC, які вводилися на китайських ТЕС, оснащувалися імпортом енергообладнанням та проектувалися на добре освоєних на той час технологіях для температури пари 540 – 560°C. Середнє значення ККД вугільних енергоблоків Китаю одиничною потужністю 300 МВт і вище складає 38,6%, що на 3% нижче за аналогічного показника енергоблоків Японії.

Зданий в промислову експлуатацію у кінці 2015 р. енергоблок на ультра надкритичних параметрах пари (USC) з подвійним промперегріванням Guodian Taizhou 3 потужністю 1000 МВт (з показниками: 31 МПа, 600/620/620°C) та ККД 0,478 відзначається МЕА, як найбільш енергоефективний та економічний вугільний енергоблок Китаю та в світовій енергетиці. Програмою країни передбачено до 2020 р. введення енергоблоків USC з подвійним промперегріванням на семи вугільних ТЕС [18].

В окремих країнах ЄС структура енерговиробництва істотно відрізняється поміж собою, зокрема, частка виробництва електроенергії на основі використання вугілля варіюється від менш 10% (Франція, Бельгія) до 30% – 80% (Нідерланди, Данія, Німеччина, Греція, Чехія, Польща).

У Німеччини значна частина енергоблоків, працюючих на основі лігніту та вугілля, як у Данії енергоблок Nordjylland 3, виконані зі значним регульованим відбиранням пари для централізованого теплопостачання населених пунктів, що розташовані неподалік. Введений в експлуатацію в 2013 р. енергоблок Lünen потужністю 750 МВт було визнано найбільш екологічно чистим і економічним вугільним енергоблоком Євросоюзу з однократним ПП, до введення у 2014 р. в експлуатацію ще більш економічного енергоблоку Moorburg A з ККД 0,465. Енергоблок Lünen забезпечує централізоване теплопостачання з ККД 0,46 (в конденсаційному режимі)

## ЗМІСТ

однойменного міста землі Північний Рейн-Вестфалія. Передбачено також введення в наступні роки енергоблоків Datteln D і Karlsruhe RDK 8 з 0,45 – 0,453 з обмеженими викидами в атмосферу – до 100 мг/м<sup>3</sup> для NO<sub>x</sub> і 150 мг/м<sup>3</sup> для CO<sub>2</sub> за нормальних умов.

Значна кількість енергоблоків SC потужністю 300 МВт і вище в країнах ЄС, за оцінкою МЕА, не поступається за економічною та екологічною ефективністю енергоблокам Японії та Китаю. Середній показник ККД всього парку вугільних електростанцій складає 0,38 – значно нижчий аналогічного показника не тільки порівняно з Японією (0,416), але і з Китаєм (0,386). Це обумовлено наявністю значного парку застарілого обладнання електростанцій в країнах ЄС.

За даними прогнозу МЕА темпи зростання попиту на електроенергію до 2030 р. випереджатимуть у 1,5 – 2 рази темпи зростання попиту на первинні енергоносії. На сьогодні проблемою у ряді країн світу є процес старіння інфраструктури електромереж, наприклад, в Євросоюзі перевищили нормативний термін експлуатації та працюють з недостатнім рівнем енергоефективності понад 70% електромереж, у США майже 70% трансформаторних підстанцій та ліній електропередавання мають період експлуатації 25 і більше років.

В електричних мережах у розвинених країнах з метою підвищення пропускної спроможності електропередавання, підвищення керованості енергосистем та зменшення втрат електроенергії під час транспортування ведуться роботи зі створення та впровадження пристроїв гнучкого управління перетіканнями активної й реактивної потужності та регулюванням напруги на високовольтних лініях змінного струму (FACTS) при використанні статичних синхронних поздовжніх компенсаторів, статичних компенсаторів та інших пристроїв.

Вважається, що рівень технологічних втрат електроенергії в електричних мережах усіх класів напруги та при її транспортуванні до споживача є одним із основних показників економічності роботи.

Під час передавання електроенергії та розподілу в електричних мережах країн технологічні втрати, відповідно до аналізу міжнародних енергетичних організацій, вважаються задовільними, якщо перевищення становить не більше 4–5%. Втрати електроенергії з точки зору економічної ефективності передавання електроенергії електромережами до 8–8,5% вважаються максимально допустимими.

## ЗМІСТ

Динаміку за 2000 – 2016 рр. відносних втрат електроенергії в електричних мережах ряду зарубіжних країн наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Динаміка втрат електроенергії при передаванні та розподілу по відношенню до загального обсягу виробництва, %\*

Країна	Роки					
	2000	2006	2010	2012	2014	2016
1	2	3	4	5	6	7
ЄС	7,19	6,42	6,48	6,29	6	5,8
США	6,42	6,54	6,4	6,4	6	5,6
Китай	6,91	6,48	6,10	5,81	5	4,9
Україна	18	14,71	12,54	11,82	11,17	11,74
Світ	8,89	8,68	8,17	8,12	8	7,85

\*Джерело: The Worldbank

За даними таблиці очевидно, що в ЄС, США та Китаї втрати електроенергії є найнижчими та знаходяться у межах 4,9 – 5,8%.

Причинами високого рівня втрат електроенергії в мережах є наступні: відсутність повномасштабних автоматизованих інформаційних систем збору даних з енергопостачання та енергоспоживання; режимна невпорядкованість потоків електроенергії в електромережах різних рівнів напруги; недостатнє інвестування в розвиток системи обліку електроенергії та мережевої інфраструктури; відсутність оброблення та передавання даних про корисний відпуск електроенергії; недостатній рівень енергозбутової та балансової роботи в електричних мережах та ін.

Відповідно до статистики Енергетичного інформаційного агентства Уряду США (Energy Information Administration) за останні роки рівень втрат електроенергії в країні знижено до 5,6%. Під час її передавання та постачання електроенергії найменші втрати є характерними для електромереж Південної Кореї, Німеччини, Фінляндії, та Нідерландів що є наслідком технічних рішень і цілеспрямованої політики. Наприклад, у Нідерландах використовують переважно підземні кабельні мережі з невеликою протяжністю повітряних ліній електропередавання.

Сьогодні для передавання електроенергії створюються потужні гібридні системи. До складу таких систем входять ЛЕП змінного

## ЗМІСТ

струму. Розпочато впровадження технологій з міжсистемних кабельних ліній постійного струму з елегазовою ізоляцією, які дають можливість ефективно передавати значні обсяги енергії.

У разі реалізації нових технологій надпровідності, практичне застосування котрих почалося в останні роки, зниження втрат під час передавання електроенергії є можливим.

Скоротити втрати електроенергії, підвищити надійність електропостачання, продовжити терміни експлуатації кабельних ліній, передавати великі потоки потужності за звичайних габаритів кабелю, істотно зменшити площу відчужуваних під будівництво кабельних ліній земель у мегаполісах дозволить застосування надпровідних кабельних ліній.

Традиційна модель функціонування електричних мереж у ряді країн і регіонів за останні роки змінилася в результаті широкого розвитку поновлюваної енергетики. Нові концепції розподіленої генерації ставлять перед енергомережею серйозні проблеми та вимагають впровадження більш досконалих систем режимного управління. Таким чином, вирішуючи питання для застосування ефективних систем акумулювання енергії, нових технологій підвищення надійності електромереж, та підвищення якості електроенергії.

Можливість компенсувати значний дисбаланс режиму енергосистеми та знизити потребу у застосуванні менш економічних резервних потужностей теплових електростанцій в умовах роботи розподіленої генерації з потужними джерелами непостійної сонячної та вітрової генерації дає впровадження нових технологій накопичення та зберігання електричної енергії [19].

За прийнятих екологічних наслідків надійність постачання доступної електроенергії є досяжною не лише впровадженням інноваційних технологій, а й за умови впровадження збалансованої законодавчої політики з метою створення необхідної нормативно-правової бази для стимулювання розвитку економіки. Один з головних етапів розвитку, реалізований у різних формах та обсягах більшістю країн світу – лібералізація ринків електроенергії, за оцінкою міжнародних енергетичних організацій.

На лібералізованих енергетичних ринках виникнення конкуренції створює стимули для підвищення ефективності прийнятних інвестиційних рішень і роботи електроенергетичних



## ЗМІСТ

систем у розрізі часу, місця, розміру й вибору технології.

Деякі лібералізовані ринки електроенергії існують уже понад десятки років. Низку важливих уроків на прикладі реформування ринків електроенергії може дати діяльність ряду країн і «регіонів – першопроходьців». Водночас треба зазначити, що ідеальних ринків не існує, вони продовжують розвиватися і еволюціонувати для більш ефективного забезпечення потреб споживачів.

Практично у всіх країнах, незважаючи на різноплановість умов, що склалися до початку реформування електроенергетики, цілі реформування енергетичного ринку було спрямовано на:

- ✓ залучення інвестицій у електроенергетичну галузь;
- ✓ зниження цін на електроенергію;
- ✓ впровадження інновацій і підвищення ефективності виробництва.

Сьогодні реформування енергетики зі створенням ефективно діючого конкурентного ринку електроенергії найбільш ефективно проведено у Німеччині, Норвегії, Великобританії, Фінляндії, Швеції тощо. Конкурентний ринок електроенергії успішно функціонує в окремих штатах США, Японії та ряді інших країн.

Розглянувши реформу електроенергетики можна сказати, що Німеччина та Норвегія є прикладом зваженого підходу, де не проводилося радикальної перебудови діючих структур ВІК при максимальному збереженні господарських зв'язків. Принципи дерегулювання і реструктуризації бізнесу в електроенергетиці фактично реалізовувалися в країнах Євросоюзу шляхом поділу фінансового обліку та оптимізації витрат за видами діяльності всередині холдингів відповідно до вимог Третього енергетичного пакету ЄС, що не призводило до подрібнення капіталу компанії.

Наприклад, енергетика Китаю розвивається надвисокими темпами в умовах регульованого ринку електроенергії порівняно з іншими країнами, щорічно вводяться в експлуатацію від 90 до понад 111 ГВт (за 2016 р. введено 111,7 ГВт) генерувальних потужностей залежно від темпів розвитку економіки країни [20].

У США було прийнято рішення щодо повернення до регульованого ринку електроенергії після невдалого проведення дерегулювання ринків електроенергії в декількох штатах (Монтана, Каліфорнія, Невада тощо) через прояв ряду негативних наслідків лібералізації для споживачів (значне зниження надійності

## ЗМІСТ

електропостачання та різке підвищення цін і тарифів тощо), спричинених зловживаннями монополій федеральним регулюючим органом країни, ринковою владою – Федеральною комісією регулювання енергетики (FERC). Водночас запроваджені дерегульовані ринки електроенергії у більшості штатів країни (58%), наприклад, успішно діє й об'єднує енергокомпанії 13 штатів дерегульований конкурентний ринок електроенергії PJM.

Незважаючи на істотні відмінності у методах ціноутворення, виробничо-організаційній структурі електроенергетики різних країн, у принципах організації функціонування ринку електроенергії, методах регулювання діяльності енергокомпаній практично в усіх країнах в тій чи іншій формі здійснюється контроль на державному рівні за реалізацією та регулюванням окремих видів діяльності енергокомпаній.

Зокрема, у ЄС національні регулюючі органи згідно з Директивою ЄС 2009/72/ЄС є відповідальними за встановлення або погодження мережевих тарифів до їх введення в дію через установа умов і вимог щодо приєднання та доступу до національних мереж, визначення методології їх розрахунку.

Цінова політика є одним із основних показників успішності лібералізації енергоринку як для побутових споживачів електроенергії, так і виробників товарів і послуг, оскільки від цього залежить платоспроможність населення і конкурентоздатність продукції країни. Необхідно звернути увагу, що важливими чинниками під час формування цін є зростання паливних витрат та, разом з тим, витрат на реалізацію природоохоронних зобов'язань країн на міжнародному або регіональному рівні [21].

Наприклад, для недопущення в умовах конкуренції на ринках електроенергії можливих зловживань у групи компаній ринку Nord Pool (Скандинавська електроенергетична біржа) та PJM (США) було створено відділи моніторингу ринку, які з метою попередження можливого маніпулювання ринковою владою відстежують та аналізують діяльність ринку. Зокрема, оператор магістральних мереж в Данії (ОММ, Energinet.dk) щомісячно публікує огляди кон'юнктури ринку, в яких на основі загального аналізу визначаються дії щодо недопущення неправомірного ціноутворення на ринку електроенергії.

Підвищення рівня надійності безпосередньо забезпечують механізми формування ринку потужності через впровадження

## ЗМІСТ

ринкового механізму ціноутворення завдяки плануванню обсягів генерувальних потужностей на базі режимних вимог до рівня резерву та очікуваного споживчого попиту.

Однією із основних проблем, які пов'язані з лібералізацією ринків електроенергії, є розширення участі споживачів в організації роботи дерегульованого ринку електроенергії. Сьогодні впроваджуються системи «управління попитом» (Demand response, DR) на працюючих конкурентних ринках – добровільне зниження споживачем рівня електроспоживання у разі зміни ціни, що сприяє зниженню інвестиційних витрат та впливає на зниження потреби в додаткових регулювальних потужностях.

Інновації та нові тенденції в електроенергетиці, впровадження цифрових інтервальних лічильників електроенергії, розвиток телекомунікації та «інтелектуальних мереж» (Smart Grid) призвели до впровадження системи DR і зумовили можливість підвищення споживання. DR дозволяє не лише зменшити витрати споживачів на електроенергію, але й сприяє підвищенню надійності роботи та постачання енергосистеми, здешевленню електроенергії на оптовому ринку, зниженню потреби в додаткових генерувальних потужностях і, як наслідок, скороченню рівня викидів двоокису вуглецю.

Управління попитом за появи певних економічних сигналів ринку електроенергії передбачає зниження рівня енергоспоживання кінцевими споживачами. Наприклад, коли споживач добровільно змінює графік енергоспоживання та отримує винагороду за реалізацію зниження рівня споживання.

Як підсумок, для розв'язання питань щодо підвищення енергоефективності на рівні міжнародних фінансових і енергетичних організацій треба задіяти комплекс практичних механізмів і інструментів – починаючи з економічного стимулювання заходів із впровадження сучасних енергоощадних технологій до вдосконалення процесів ціно- і тарифоутворення на первинні енергоресурси шляхом відповідного регулювання обсягів їх виробництва та споживання з одночасною активізацією процесів створення і нарощування стратегічних резервів для підвищення енергетичної безпеки країн.

У цих умовах для підвищення ефективності та продуктивності діяльності підприємств та поліпшення якості продукції та послуг визначальну функцію відіграє система стандартизації. Вона органічно поєднує фундаментальні та прикладні науки, акумулює найновіші

## **ЗМІСТ**

досягнення науки і техніки, сприяє швидкому впровадженню наукових досягнень у практику, допомагає визначити найбільш перспективні та економічні напрями розвитку науково-технічного прогресу в різних галузях економіки.

Високі темпи науково-технічного прогресу, розвиток суспільства, соціальні і економічні завдання обумовлюють зростання ваги системи стандартизації на міжнародному та національному рівнях.

### **1.2. Огляд національних і міжнародних правових та нормативних документів з енергоефективності та енергоменеджменту**

На сьогодні питання раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів та підвищення їх енергоефективності є важливим напрямом державної політики України. Країна отримали можливість застосувати європейську практику планування, прогнозування розвитку енергетики та реалізації політики щодо підвищення енергоефективності [8].

На даний час правове регулювання паливно-енергетичного комплексу має несистемний характер та характеризується відсутністю рамкового закону, який встановлював би основні підходи та засади до регулювання відносин в електроенергетичному, нафтогазовому, ядерно-промисловому, вугільно-промисловому комплексах. Кожна галузь паливно-енергетичного комплексу має керуватись своїми окремими законами та прийнятими на його виконання підзаконними актами. Наприклад, в електроенергетиці головним є Закон України «Про електроенергетику» (втрата чинності крім окремих положень від 11.06.2017, підстава 2019–19), в ядерній енергетиці – Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», в нафтогазовому комплексі – Закон України «Про нафту і газ» тощо. Загальність у формулюваннях багатьох положень зазначених законів зумовлює необхідність прийняття численних підзаконних актів різними органами влади. Такий підхід до правового регулювання створює умови для неоднакового застосування вимог законів та, відповідно, до недосягнення або неповного досягнення передбачених ними цілей та завдань.

## ЗМІСТ

На сьогоднішній день в Україні діють більш ніж 250 законодавчих актів і низки стандартів, норм та інших нормативних актів у галузі енергоефективності.

Кабінетом Міністрів України (КМУ) на період до 2020 року запроваджено Національний план дій з енергоефективності. Одним із заходів з енергоефективності з реалізації Національного плану дій є створення законодавчих умов для реалізації пріоритетних завдань державної політики у сфері енергоефективності, зокрема шляхом моніторингу, стандартизації, впровадження систем менеджменту, маркування, енергетичного аудиту, механізму “білих сертифікатів” [11].

Закон України «Про енергозбереження» [22] передбачає низку положень з енергозбереження, таких як звільнення від митних зборів для використання енергоефективного обладнання, стимулювання заходами в області оподаткування, пріоритетна підтримка фінансування державними банками заходів для підвищення енергоефективності. До того ж, державний контроль енергоефективності передбачено статтями Закону через нарахування штрафів за неефективне використання енергії. Відповідно до Закону України «Про енергозбереження» визначити наскільки ефективно використовуються паливно-енергетичні ресурси дозволяє енергетичний аудит та розроблення рекомендацій для скорочення їх споживання. Тому завдання ефективного використання енергетичних ресурсів є особливо актуальними для сучасних промислових підприємств.

На сьогодні існують проблеми імплементації положень енергетичного пакету Регламентів та Директив Євросоюзу у відповідне законодавство України, до яких відносяться: значний технологічний розрив в енергетичному секторі ЄС та України (різна структура генерувальних потужностей і архітектура мереж, відносно низький рівень надійності та якості електропостачання, дефіцит маневрової потужності в Україні тощо). Іншою проблемою є неможливість імплементації законодавства ЄС, що регулює інституційні засади ринків, шляхом простого копіювання (перекладу) директив та регламентів, наприклад як здійснювалось у сфері технічного регулювання. Крім того, в Україні відсутні санкції та відповідальність за невиконання положень регламентів та директив, імplementованих у національне законодавство, як це встановлено для

## ЗМІСТ

країн-членів ЄС; швидкість прийняття актів та реалістичність їх виконання; низький рівень достовірності, прозорості та зіставлення (порівняння) даних енергетичної статистики тощо.

Перелік основних директив і регламентів ЄС з питань енергоефективності наведено у табл. 1.5.

Таблиця 1.5

### Основні директиви та регламенти ЄС з питань енергоефективності

Сфера дії	Позначення	Назва
1	2	3
Ефективність кінцевого енергоспоживання та енергетичних послуг	2012/27/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради, що встановлює загальні заходи з підвищення енергоефективності в рамках ЄС
Енергетичні характеристики будівель	2010/31/ЄС	Директива щодо енергетичних характеристик будівель, EPBD-2010
Екологія	2009/125/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради з екологічних вимог до енергоспоживальної продукції
	2009/31/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради з уловлювання та збереження вуглецю
	2008/10/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради щодо схеми торгівлі квотами на викиди
	2010/75/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради щодо комплексного запобігання забрудненню промисловими викидами та контролю над ними
	2009/125/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради, що встановлює правила для створення вимог для екодизайну для продукції, пов'язаної з енергетикою

**ЗМІСТ**

Продовження табл.1.5

1	2	3
	2013/56/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради щодо батарей і акумуляторів та їх відходів
Маркування та мінімальні вимоги до енергоефективності для побутових електроприладів	2010/30/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради щодо енергоощадності будівель, що включила в себе Директиву 92/75/ЄС
	92/42/ЄЕС	Директива Ради про зближення законодавств країн-членів ЄС щодо вимог ККД для нових водогрійних котлів, що працюють на рідкому або газовому паливі
	96/60/ЄС	Директива Комісії від 19 вересня 1996 р. про застосування Директиви Ради 92/75/ЄЕС стосовно позначення енергоспоживчих характеристик на побутових комбінованих посудо сушильних машинах
	2002/40/ЄС	Директива Комісії від 8 травня 2002 р. про застосування Директиви Ради 92/75/ЄЕС стосовно позначення енергоспоживчих характеристик на побутових електроплитах
Енергетика і теплотехніка в цілому	2009/72/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради щодо загальних правил для внутрішнього ринку електроенергії
	1099/2008/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради з енергетичної статистики

1	2	3
	663/2009/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради, що затверджує програму підтримки економічного відновлення у результаті надання фінансової допомоги Співтовариства проектам у сфері енергетики
	713/2009/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради, що засновує Агентство з взаємодії регуляторів у сфері енергетики
	714/2009/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради з умов приєднання транскордонного обміну електроенергії
	1227/2011/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради з цілісності та прозорості оптового ринку енергії
	392/2012/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради, що доповнює Директиву 2010/30/ЄС про енергетичне маркування побутових барабанних сушарок
	874/2012/ЄС	Делегований регламент Комісії, що доповнює Директиву 2010/30/ЄС щодо маркування електронних ламп та світильників
	347/2013/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради про керівні принципи для транс-європейської енергетичної інфраструктури
	65/2014/ЄС	Делегований регламент комісії, що доповнює Директиву 2010/30/ЄС у відношенні маркування побутових печей та витяжок



1	2	3
	256/2014/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради, що стосується сповіщення Комісії про інвестиційні проекти в енергетичній інфраструктурі
	2015/2402/ЄС	Делегований регламент Комісії, що переглядає гармонізовані показники ефективності з виробництва електроенергії та тепла у рамках Директиви 2012/27/ЄС
	2003/96/ЄС	Директива Ради, що реорганізовує структуру Співтовариства з податків на енергетичну продукцію та електроенергію
	2009/72/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради, що стосується загальних правил для внутрішнього ринку електроенергії
	2014/94/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради з розгортання альтернативної паливної інфраструктури
	548/2014/ЄС	Регламент Комісії із застосування Директиви 2009/129/ЄС по відношенню до малих, середніх та великих силових трансформаторів
	715/2009/ЄС	Регламент Європейського Парламенту та Ради з умов приєднання мереж передавання природного газу
Електротехніка	2015/562/ЄС	Директива Ради, що встановлює методику розрахунку та вимоги стосовно Директиви 98/70/ЄС стосовно якості бензину та дизельних палив

1	2	3
Технологія добування й переробки нафти та суміжні технології	2009/28/ЄС	Директива Європейського Парламенту та Ради від 23 квітня 2009 р. стосовно сприяння використанню енергії з поновлюваних джерел
	2003/96/ЄС	Директива Ради щодо оподаткування енергопродуктів та електроенергії

Імплементация положень директив через національне законодавство України, для Директиви 2006/32/ЄС [23] щодо енергетичної ефективності кінцевого використання енергії та енергетичних послуг була проведена через Закон України "Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації" [24]. Діючий Закон розкриває поняття «енергосервісного договору» і «енергосервісу» та встановлює їх ключові умови, визначає механізм встановлення вартості послуг за енергосервісними договорами, врегульовує взаємовідносини між виконавцем і замовником енергосервісних послуг, надає можливість укладати енергосервісні договори бюджетним установам терміном понад 1 рік, встановлює гарантії для інвесторів в енергомодернізацію стосовно виплати винагороди за досягнуту економію в межах енергосервісного договору, затверджує виключно грошову форму оплати за енергосервіс, визначає прозорий механізм відбору переможця тендеру на надання енергосервісних послуг.

Зі вступом до Енергетичного Співтовариства Україна взяла на себе зобов'язання досягти обов'язкових індикативних цілей передбачається з таких напрямів: «Сонячна енергетика», «Вітрова енергетика», «Біоенергетика», «Використання енергоносіїв, отриманих з відновлюваних джерел енергії, у транспортному секторі», «Гідроенергетика», «Геотермальна енергетика». Дані зобов'язання встановлено у програмних документах у сфері енергетики та розвитку відновлюваної енергетики в країні, що затверджені Урядом.

## ЗМІСТ

В цілому, за оцінками Секретаріату Енергетичного Співтовариства, Україною було досягнуто у 2017 році значного прогресу в імплементації правил функціонування ринку електричної енергії (завдяки прийняттю Закону України «Про ринок електричної енергії»), проте стан дійсного реформування ринку електроенергії залишається недостатнім (рис. 1.12).



Рис. 12. Стан адаптації норм третього енергетичного пакету в українське законодавство

Одним із найбільш важливих напрямів енергетичної політики України є використання відновлюваних джерел енергії, спрямованої на заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів та поліпшення стану довкілля (табл. 1.6). Згідно з Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС Україна зобов'язана ввести в дію відповідні закони, адміністративні та нормативно-правові положення про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел [25].

Законом України «Про альтернативні види палива» визначено правові, економічні, соціальні, екологічні й організаційні засади виробництва або видобутку та використання альтернативних видів

## ЗМІСТ

палива, а також механізм стимулювання збільшення частки їх використання [26].

Таблиця 1.6

Зміни відновлюваних джерел енергії у валовому кінцевому обсязі споживання енергії до 2020 року [26]

Напрямок використання енергії з відновлюваних джерел	Валовий кінцевий обсяг споживання енергії з відновлюваних джерел							
	2009	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частка відновлюваної енергії в системах опалення та охолодження	3,4	5,7	6,7	7,7	8,9	10,0	11,2	12,4
Частка відновлюваної енергії в електроенергії	7,1	7,6	8,3	8,8	9,7	10,4	10,9	11
Частка відновлюваної енергії у транспортному секторі	1,5	4,1	5	6,5	7,5	8,2	9	10
Загальна частка відновлюваних джерел енергії	3,8	5,9	6,7	7,4	8,3	9,1	10,1	11

Підвищити рівень диверсифікації джерел енергоносіїв можливо через збільшення обсягів використання відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі України, що сприятиме зміцненню енергетичної незалежності держави. Законом України «Про альтернативні джерела енергії» визначено правила й засади використання альтернативних джерел енергії та механізми сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі.

## ЗМІСТ

"Альтернативними джерелами енергії вважаються відновлювані джерела енергії, до яких належать сонячна енергія, вітрова, гідротермальна, геотермальна, аеротермальна, гідроенергія, енергія хвиль та припливів, енергія біомаси, газу каналізаційно-очисних станцій, газу з органічних відходів, біогазів та вторинних енергетичних ресурсів, до яких належать коксівний та доменний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів" [26].

Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» запроваджує механізми стимулювання виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії. Прийняття цього Закону означає встановлення на прийнятному рівні «зеленого» тарифу для електроенергії з урахуванням досвіду країн Європейського Союзу. Це призведе до зниження цінового навантаження на споживачів електроенергії в Україні, сприятиме поліпшенню екологічної ситуації, покращенню інвестиційної привабливості держави, зниженню енергетичної залежності України та реалізації й виконання вимог європейських енергетичних директив, зокрема Директиви 2009/28/ЄС [27].

Ці три закони, які згадуються, не доповнюють і не розвивають один одного, а навпаки, дублюють, створюють колізії, проблеми і тому на практиці не працюють, за винятком тих моментів, коли потрібна підтасовка для отримання незаслужених преференцій за рахунок платників податків. Закон про альтернативні джерела енергії та інші йому подібні можна замінити лише кількома поправками до Законопроекту України "Про енергоефективність". Для цього необхідно вести в цей закон такий основоположний термін, як "звичайні джерела енергії", до яких пропонується відносити розповсюджені джерела, які в загальному енергетичному балансі становлять не менш як 20%, незалежно від походження та інших ознак.

Метою Закону України "Про енергозбереження" є регулювання відносин між державою і юридичними та фізичними особами, між господарськими суб'єктами у сфері енергозбереження, пов'язаної з видобуванням, транспортуванням, переробкою, зберіганням, виготовленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів. А також забезпечення заінтересованості організацій, підприємств і

## ЗМІСТ

громадян в енергозбереженні, розробці і виробництві менш енергоємних машин та технологічного обладнання, впровадженні енергозберігаючих технологій, закріплення відповідальності фізичних і юридичних осіб у сфері енергозбереження.

У цьому Законі чітко визначений термін про вторинні енергетичні ресурси як енергетичний потенціал продукції, відходів, проміжних і побічних продуктів, який утворюється в технологічних агрегатах (процесах, установках) і не використовується в самому агрегаті, але може бути частково або повністю використаний для енергопостачання інших агрегатів (процесів). Цей Закон визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, організацій та об'єднань, розташованих на території України, в тому числі для громадян [22].

Україна продовжує роботу з реалізації Директиви з енергетичного маркування 2010/30/ЄС, отже Постановою КМУ затверджено «Технічний регламент енергетичного маркування енергоспоживчих продуктів» та прийняття інших технічних регламентів енергетичного маркування побутової техніки, які встановлюють основні вимоги щодо подання споживачам інформації про рівень ефективності споживання енергетичних ресурсів продукції, товару [28].

На виконання Директиви 2010/31/ЄС [29] щодо енергетичної ефективності будівель прийнято Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (введення в дію відбулося 23.07.2018) [30], у якому визначено головні заходи із підвищення енергетичної ефективності будівель, інструменти їх фінансування. Законом передбачається запровадження сертифікації енергетичної ефективності будівель, створення відкритої бази даних енергетичних сертифікатів будівель, звітів щодо результатів обстеження інженерних систем будівель та ведення переліку атестованих енергоаудиторів.

Враховуючи зміст Директиви 2012/27/ЄС [31], яка вимагає проведення обов'язкових енергоаудитів тільки для підприємств, які мають не менше 250 працівників і не менше 50 млн. євро річного обороту, в Україні небагато переробних та промислових підприємств, що добровільно пройшли енергоаудит. Особливістю Директиви є відсутність вимог щодо фактичної реалізації заходів з енергозбереження, виявлених в результаті аудиту, крім того

## ЗМІСТ

організації та підприємства, які впроваджують систему екологічного менеджменту та енергоменеджменту звільняються від проведення обов'язкових енергоаудитів [32].

Сьогодні регулювання ринку електроенергії здійснюється за старою моделлю ринку, котра несумісна з рамковим законодавством ЄС. Тому має прийти ринок електроенергії на зміну монополії, де постачальники конкуруватимуть між собою, а споживачі зможуть вибрати найвигідніший тарифний пакет. Закон України від 21.04.2016 р. №4493 «Про ринок електричної енергії» [33], який розроблено за сприяння Секретаріату ЕС, прийнято Верховною Радою України 13.04.2017 р., який з 1 липня 2019 року має бути запроваджений. Цей Закон визначає правові, економічні та організаційні засади функціонування ринку електричної енергії, регулює відносини, які пов'язані з виробництвом, розподілом, передачею, купівлею-продажем, постачанням електричної енергії для забезпечення безпечного та надійного постачання електричної енергії споживачам з урахуванням їх інтересів, розвитку ринкових відносин, мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище та мінімізації витрат на постачання електричної енергії [34].

Закон України «Про ринок електричної енергії» передбачає відмову від тарифного регулювання для виробників електроенергії та можливість продажу товару за двосторонніми договорами (безпосередньо постачальнику/споживачу) на ринку «на добу наперед» та на внутрішньодобовому ринку. Через зміну механізмів ціноутворення очікується, що кінцева ціна електроенергії для бізнесу виросте принаймні на 30% (без урахування інфляції, впровадження RAB-регулювання, при збереженні перехресного субсидіювання, тощо). Зменшити ціновий шок бізнесу від реформування електроенергетичної галузі можна скасувавши перехресне субсидіювання. Однак, це призведе до зростання ціни електроенергії майже в 2 рази для населення, що робить вказаний варіант малоймовірним. Ціна на електроенергію може також зрости у зв'язку з високими цінами балансуючого ринку через дефіцит резервів вторинного регулювання та встановленням різноманітних надбавок (наприклад, на підвищення екологічності генерації та покриття боргів «старого» ринку). Зменшити вказані ризики можливо шляхом відстрочення впровадження ринку двосторонніх договорів до

## ЗМІСТ

завершення інтеграції ОЕС України в ENTSO-E та можливості здійснення імпорту електроенергії з європейського напрямку.

В процесі регулювання ринку держава має чотири основні цілі – створити умови для повного задоволення внутрішнього попиту на електричну енергію та захистити споживача, стимулювати конкуренцію, забезпечити безпечність експлуатації енергетичної системи та стабільний фінансовий стан учасників ринку.

Регуляторне поле ринку складається з 122 нормативно-правових актів, 114 (або 94%) з яких було прийнято до набуття чинності комплексного Закону України «Про ринок електричної енергії» в червні 2017.

Для створення правових засад щодо підвищення ефективності використання палива в процесах виробництва енергії або інших технологічних процесах, підвищення надійності та безпеки енергопостачання на регіональному рівні, розвитку та застосування технологій комбінованого виробництва електричної і теплової енергії, залучення інвестицій на створення когенераційних установок прийнято Закон України "Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу". Даний закон регулює відносини, які пов'язані з особливостями виробництва, розподілу, передачі і постачання теплової та електричної енергії від когенераційних установок. Він узгоджує положення чинного законодавства України в сфері розвитку високоефективної когенерації, зокрема Директиви 2004/8/ЄС [35] та Директиви 2012/27/ЄС. Відносини у сфері комбінованого виробництва теплової і електричної енергії регулюються законами України "Про електроенергетику", "Про енергозбереження", "Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу" [36], іншими нормативно-правовими актами.

Головною метою прийняття Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» є визначення правових, економічних та організаційних основ діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель, а також створення умов для раціонального споживання енергетичних ресурсів.

З цією метою вводиться обов'язкова енергетична сертифікація та визначення класів будівель згідно з європейською методикою. Зокрема, об'єкти будівництва та вже побудовані будівлі повинні



## ЗМІСТ

будуть пройти сертифікацію енергетичної ефективності з метою визначення фактичних її показників, проведення оцінки відповідності зазначених показників встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель. За результатами оцінки кожному будинку буде присвоєно певний клас. Більше того, якщо будинок покращує свій клас енергоефективності, йому буде надаватися державна підтримка. Це означає, що на практиці виконання вимог цього закону дозволить зменшити витрати на оплату комунальних платежів, а саме за опалення та електроенергію.

Для підприємств та господарств передбачено ряд видів державної підтримки у сфері енергоефективності через законодавчі та нормативно-правові акти України, а саме: пряме бюджетне фінансування; звільнення частини прибутку від оподаткування; звільнення від ПДВ, ввізного мита; надання державних гарантій під кредитні лінії, відкриті в кредитних установах; установлення економічно обґрунтованих тарифів на комунальні послуги тощо.

Постановою Кабінету Міністрів України № 231 від 08.04. 2015 р. [37] до Державної цільової економічної програми енергоефективності та розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних джерел палива внесені зміни, які передбачають надання позичальникам – фізичним особам, об'єднанню співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ), житлово-будівельному кооперативу (ЖБК) – пільгових кредитів та відшкодування вартості кредиту на придбання обладнання і матеріалів для виконання заходів з енергоощадності тощо. Постановою Кабінету Міністрів України №929-2015-п від 11.11. 2015 р. було продовжено дію цієї програми на період до 2016 р.

На сьогодні, за даними Держенергоефективності, 80% житлового фонду країни потребує термомодернізації, з них індивідуальних будинків – понад 6,5 млн (річне споживання газу –11 млрд м<sup>3</sup>) та багатоквартирних будинків – понад 80 тис. (річне споживання газу – 7 млрд м<sup>3</sup>) [38].

Стимулювання ОСББ, ЖБК, населення до впровадження енергоефективних заходів шляхом відшкодування частини суми кредиту на придбання енергоефективного обладнання та/або матеріалів запроваджено Постановою Кабінету Міністрів України № 614 від 12.08.2015 «Про внесення змін до Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для здійснення заходів

## ЗМІСТ

щодо ефективного використання енергетичних ресурсів та енергозбереження» [39].

У 2017 році прийнято Закон України «Про Фонд енергоефективності» [40]. Фонд енергоефективності – це інструмент зменшення тиску комунальних тарифів на українські родини та забезпечення енергонезалежності держави, який передбачає створення організаційної структури для ефективного використання фінансових коштів на термомодернізацію і енергетичну модернізацію житлового фонду.

У державному бюджеті на 2018 рік передбачено 2 мільярди гривень на програми з енергоефективності – 400 мільйонів гривень на програму "тепліх" кредитів, 1,6 мільярда на Фонд енергоефективності.

Закон України № 1980-VIII від 23.03.2017 «Про внесення змін до Закону України "Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації" набув чинності 20.04.2017 року [41]. Цей закон дає "зелене" світло роботі ЕСКО-компаній у бюджетній сфері та дозволяє вирішити питання підвищення рівня енергоефективності у закладах соціальної сфери без залучення додаткових бюджетних коштів. Тепер ЕСКО-компанії матимуть усі законодавчі підстави залучати приватні інвестиції у впровадження енергоефективних заходів у школах, дитсадках, лікарнях тощо. Зокрема, цим законом удосконалено механізм енергосервісу і передбачено можливість застосування електронних аукціонів через систему Prozoigo для закупівель енергосервісу. Енергосервіс – це комплекс організаційних та технічних енергозберігаючих (енергоефективних) та інших заходів, спрямованих на скорочення споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів замовником енергосервісу та/або житлово-комунальних послуг порівняно із споживанням (витратами) за відсутності таких заходів.

Державне управління та регулювання ПЕК повинно відповідати організаційно-функціональній будові галузі. Запланований Енергетичною стратегією розвиток і реформування енергетики потребує чіткого визначення та розмежування функцій державного управління та регулювання, а також уникнення впливу монополій на прийняття рішень відповідними державними органами.

## ЗМІСТ

Система державного управління енергозбереженням є сукупністю загальнодержавних, галузевих та регіональних органів управління, а також організацій та підприємств, які здійснюють державну енергозберігаючу політику.

Для здійснення ефективного управління енергозбереженням створені: структура державного управління, яка охоплює всі рівні керівництва — державний, регіональні, галузеві; система правового та нормативно-технічного забезпечення; система фінансового забезпечення.

Ключовими суб'єктами державного управління паливно-енергетичним комплексом (рис. 1.13) є Кабінет Міністрів України, галузеві міністерства і відомства: Міністерство вугільної промисловості і Міністерство палива та енергетики України, Державна інспекція ядерного регулювання України, Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.



Рис. 1.13 – Організаційна структура державного управління енергозбереженням [42]

## ЗМІСТ

Функції та завдання державного управління енергозбереженням встановлено Законом України «Про енергозбереження» [22] і здійснюються за допомогою відповідних елементів управління (рис. 13) [42]: розроблення та проведення політики ціноутворення; сертифікації обладнання та приладів; енергетичної експертизи проектів; ліцензування роботи консалтингових та аудиторських фірм; вирішення питань надання податкових та кредитних пільг; розроблення стандартів енергоспоживання.

До повноважень Кабінету Міністрів України належить виконання Законів України у сфері енергетики, затвердження енергетичної політики та умов управління державними енергетичними активами, удосконалення системи управління ПЕК. До повноважень міністерств треба віднести безпосереднє державне управління у галузях відповідно до затверджених Кабінетом Міністрів України засад.

Міністерство енергетики та вугільної промисловості України (Міненерговугілля) – головний орган у системі центральних органів виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику в електроенергетичному та ядерно-промисловому комплексах, а також забезпечує формування державної політики у сфері нагляду (контролю) у галузях електроенергетики.

Національна комісія, яка здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (Регулятор, НКРЕКП) – реалізує державне регулювання, моніторинг та контроль за діяльністю суб'єктів господарювання у сфері виробництва, передачі, розподілу, постачання електричної енергії. Варто зазначити, що згідно з законами «Про ринок електричної енергії», «Про електроенергетику» та «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг», Регулятор є органом влади, що має найбільш широке коло повноважень у сфері регулювання виробництва електроенергії та досить різноманітний інструментарій.

Державна інспекція з енергетичного нагляду України (Держенергонагляд) – реалізує державну політику у сфері нагляду (контролю) за виробництвом, розподілом та передачею електричної енергії, крім того, за використанням енергії для власних потреб учасниками ринку (крім споживачів), в частині технічної експлуатації електричних станцій і мереж, енергетичного обладнання,

## ЗМІСТ

випробування та ремонту електроустановок і мереж, виконання робіт з проектування електроустановок і мереж.

Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності) – реалізує державну політику у сфері відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива та забезпечує збільшення частки ВДЕ та альтернативних видів палива в енергетичному балансі України. Спрямовує і координує діяльність Держенергоефективності КМУ через Віце-прем'єр-міністра України – Міністра регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства.

Міністерство екології та природних ресурсів України (Мінприроди) – забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. Мінприроди здійснює регулювання діяльності виробників електроенергії в межах повноважень, передбачених положенням про Мінприроди та Законів України «Про охорону атмосферного повітря», «Про оцінку впливу на довкілля», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про відходи», «Про екологічну експертизу», «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року».

Державна інспекція ядерного регулювання України (Держатомрегулювання) – забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері безпеки використання ядерної енергії, регулює безпеку використання ядерної енергії. Держатомрегулювання є компетентним органом з питань безпечного перевезення радіоактивних матеріалів, відповідно до правил ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіоактивних матеріалів; з фізичного захисту ядерного матеріалу та ядерних установок, відповідно до Конвенції про фізичний захист ядерного матеріалу та ядерних установок; з питань аварійного оповіщення та інформування, згідно з Конвенцією про оперативне оповіщення про ядерні аварії.

Інші органи влади, зокрема, Мінекономрозвитку, Міністерство фінансів, АМКУ, місцеві органи влади при виконанні наданих законодавством повноважень також мають здатність впливати на умови функціонування ринку. Водночас, оскільки їх діяльність має загальний, а не галузевий характер, а інтерес відносно незначний, вплив інструментарію вказаних органів у цій книзі не розглядається.

## **ЗМІСТ**

Найважливішими інструментами реалізації державної політики у сфері енергоощадності та підвищення енергоефективності в країнах з розвинутою економікою є не лише нормативно-правова база а й система стандартів.

Впровадження європейських енергетичних стандартів у національне законодавство сприятиме істотному підвищенню енергетичної безпеки країни, а вхід до загальноєвропейського ринку зменшить непрозорість внутрішніх енергетичних ринків [43].

### **1.3. Нормативне забезпечення енергоефективності та енергоменеджменту**

Починаючи з 01.01.2016 на території держави діють європейські та міжнародні стандарти, а не національні стандарти, що зазначено у Закону України «Про стандартизацію». На відповідність новоприйнятому Закону прийнято наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 30/12/2014 № 1493 «Про прийняття європейських та міжнародних нормативних документів в якості національних стандартів України, про зміни до національних стандартів України та скасування національних стандартів України» [44].

Розроблення та впровадження національних енергетичних стандартів у країнах Євросоюзу та інших країнах світу спрямовано на підвищення енергоефективності та енергоменеджменту.

Одночасно при розробленні технічних стандартів у сфері енергоефективності включали опис тестування і маркування енергоефективності, систем сертифікації, а також способи здійснення моніторингу, процеси управління енергоспоживанням, визначення та верифікації енергоощадності тощо.

Аналіз енергетичних стандартів з енергоменеджменту та енергоефективності в окремих країнах наведені у табл. 1.7.

Політика з енергозбереження включає розроблення та прийняття відповідних стандартів та кодексів, в тому числі стандартизації енергоефективності (MEPS) для приладів та будівель, економію палива, освітлення, секторальні стандарти для промисловості і стандарти для транспортних засобів та інші.

Національні енергетичні стандарти з енергоефективності та енергоменеджменту в країнах

Країна	Позначення	Найменування
1	2	3
Німеччина	VDMA 21498	Перфоманс-контрактинг – Терміни, процедури, сервіси
	VDI 4602-1:2007	Енергоменеджмент – Вимоги. Дефініції.
Великобританія	BS 8207:1985	Звід практики для енергетичної ефективності будівель
Франція	BP X30-120:2006	Енергія – Діагностика енергоспоживання в промисловості
Італія	UNI CEI 11352:2010	Енергоменеджмент – Енергосервісні компанії (ЕСКО). Загальні вимоги та чек-лист для верифікації вимог
	UNI CEI 11339:2009	Енергоменеджмент – Експерти у сфері енергоменеджменту – Загальні вимоги для підтвердження кваліфікації
Іспанія	UNE 216501:2009	Енергоаудити – Вимоги
Швеція	SS 627752:2003	Система енергетичного менеджменту – Специфікація
Ірландія	I.S. 393:2005	Система енергетичного менеджменту – Специфікація до Керівництва з використання
Данія	DS 2403:2001	Енергетичний менеджмент – Специфікація
	DS/INU 136:2001	Енергетичний менеджмент – Керівництво
США	ANSI IEEE 739:1995	Рекомендована практика для енергетичного менеджменту на промислових і комерційних підприємствах
	ANSI MSE 2000:2005	Система управління енергоспоживанням

1	2	3
Австралія і Нова Зеландія	AS 3595:1990	Програми енергетичного менеджменту – Настанови для фінансового оцінювання проекту
	AS 3596:1992	Програми енергетичного менеджменту – Настанови для визначення та аналізу енергії і її заощадження
	AS NZS 3598:2000	Енергетичні аудити
Корея	KS A 4000:2007	Системи управління енергоспоживанням
Китай	GB T 17166-1997	Загальні принципи для енергетичного аудиту в комерційних і промислових підприємствах
	GB T 17157-2006	Загальні принципи щодо обладнання, менеджменту та вимірювального інструменту в організаціях, які використовують енергію
	GB T 23331-2009	Система енергетичного менеджменту

Від світового обсягу споживання енергії в 2016 р. обов'язкові стандарти та кодекси охоплюють 31,5%, що на 1,4% вище ніж у 2015р. Починаючи з 2005 р. загальне охоплення стандартами збільшилося на 17% [45]. Зокрема, у Китаї системами стандартизації охоплено понад 70% промислового енергоспоживання та 80% загального (рис. 1.14).

На підставі чинних національних стандартів у світовій енергетичній сфері реалізується практика розроблення та удосконалення міжнародних енергетичних стандартів, водночас здійснюється уніфікація міжнародних стандартів серії ISO.

До міжнародних стандартів віднесено ISO 9001 – міжнародний стандарт якості; європейський стандарт EN 16001:2009 Система енергоменеджменту – Вимоги з керівництва щодо використання; ISO 14001 – міжнародний стандарт екології; ISO/IEC 27001 – міжнародний стандарт інформаційної безпеки; OHSAS 18001 – міжнародний стандарт професійного здоров'я; ISO 31000 — міжнародний стандарт



## ЗМІСТ

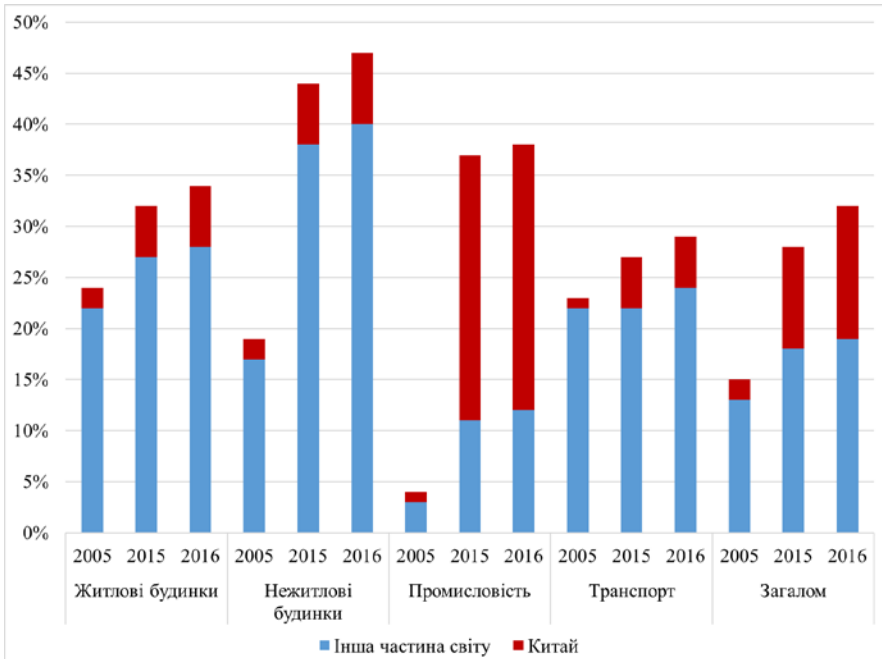


Рис. 1.14 – Охоплення світового обсягу споживання енергії обов'язковими кодексами та стандартами

управління ризиками; ISO 22000 – міжнародний стандарт безпеки харчової продукції; ISO/IEC 20000 – міжнародний стандарт інформаційних послуг; ISO 28000 – міжнародний стандарт безпеки щодо ланцюгів постачання і, нарешті, – **міжнародний стандарт ISO 50001:2018** Системи управління енергією (Енергоменеджмент) [46]. Стандарт стосується питань організації та управління щодо раціонального використання енергії, підвищення енергетичної ефективності та енергоменеджменту.

Черговість розроблення та введення в дію стандартів ISO можна простежити за схемою [32]:

ISO 9001 → ISO 14001 → OHSAS 18001 → ISO 22000 → ISO 22301 → ISO/IEC 27001 → ISO 28000 → ISO 31000 → ISO 39001 → ISO 50001.

Міжнародний стандарт систем управління енергоспоживанням ISO 50001 пропонує організаціям перевірений підхід до розробки

## ЗМІСТ

плану управління енергоспоживанням, що стосується критичних аспектів енергоефективності, включаючи використання енергії, моніторинг, документацію, звітність, проектування і практику закупівель та інші змінні, що впливають на управління енергією, яке можна виміряти і контролювати. Підвищення енергоефективності допомагає організаціям максимізувати використання своїх джерел енергії та пов'язаних з енергетикою активів, тим самим знижуючи витрати і споживання енергії. ISO 50001 забезпечує основу для того, щоб організації вносили позитивний внесок у скорочення виснаження енергоресурсів і пом'якшення в усьому світі наслідків використання енергії, таких як глобальне потепління, при одночасному підвищенні ефективності організаційних операцій, пов'язаних з енергетикою.

Даний стандарт встановлює вимоги до системи енергоменеджменту, на базі якого організації можуть розробляти та запроваджувати енергетичну політику, здійснювати постановку цілей, завдань і розробляти й реалізовувати плани заходів щодо енергетичного менеджменту з урахуванням законодавчих вимог країни. Технічні та управлінські аспекти стандарту серії ISO 50001 є своєрідним всеосяжним і структурованим керівництвом організації до оптимізації споживання енергоресурсів та системним управлінням даним процесом [32].

Серія стандартів ISO 50000 з енергетичного менеджменту складається з шести документів, вимоги поширюються на організації будь якого типу і розміру незалежно від виду енергоресурсів.

Треба зазначити, що стандарт ДСТУ ISO 50001:2014 [2] вимагає наявність системи енергоменеджменту, яка повинна розроблятися, реєструватися і зберігатися, проведення «енергетичних оглядів», який включає визначення областей значного споживання енергії, аналіз використання і споживання енергії, та пріоритетності можливостей для підвищення енергоефективності. У стандарті ДСТУ ISO 50002:2016, зокрема у додатку «А», згадується застосовність цього стандарту для енергетичного огляду з використанням методів ДСТУ ISO 50004:2016 [47].

Стандарти ДСТУ ISO 50002:2016, ДСТУ ISO 50003:2016, ДСТУ ISO 50004:2016, ДСТУ ISO 50006:2016, ДСТУ ISO 50015:2016 були прийняті Національним органом стандартизації ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» Наказом № 125 та набрали чинності з 1 вересня

## ЗМІСТ

2016 року. В тому числі 01 січня 2017 року набрав чинності ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель».

Європейський стандарт EN16247-1 і міжнародний стандарт ДСТУ ISO 50002 [4] визначають загальну методологію, вимоги та результати для здійснення енергоаудиту, зокрема вимоги якості процесу, до елементів процесу енергоаудиту та енергетичного аудитора.

Стандарт ДСТУ ISO 50002 має, разом зі своїми додатками, ту ж структуру і зміст, що містять аналогічні керівні принципи для енергоаудиту процесів, послуг, будівель і транспорту. Також стандарт охоплює приклади сфери застосування, показники енергоефективності, ретельність і мету енергоаудиту, контрольні переліки, розрахунки енергозбереження і плани вимірювань, можливості для підвищення енергоефективності, відповідно до конкретних характеристик секторів. Дана процедура, що розглянута в стандарті допомагає виявляти можливості для покращення енергетичної ефективності та визначати їх пріоритетність з метою отримання відповідних екологічних переваг. За підсумками аудиторського аудиту готується інформація щодо поточної ефективності використання енергії, визначаються рекомендації з покращення ситуації в розрізі широкого діапазону сфер, включаючи контроль в області модифікації, технічного обслуговування та капітальних проектів та операційний контроль.

Інші стандарти EN 16247-2 – містять рекомендації з проведення енергоаудиту будівель, EN 16247-3 – для процесів та EN 16247-4 – для транспорту.

ДСТУ ISO 50003:2016 «Системи енергетичного менеджменту [1]. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем енергетичного менеджменту» – встановлює вимоги до послідовності та неупередженості в області аудиту, компетентності аудитора та сертифікації систем енергоменеджменту для органів, що надають ці послуги. Новий стандарт описує спеціальні технічні області, які повинні забезпечувати ефективність аудиту та сертифікації, до яких відносяться додаткові вимоги, необхідні для планування аудиту, первинного аудиту, проведення аудиту на місцях, а також кваліфікації аудиторів. Даний стандарт використовують у поєднанні з ISO/IEC 17021-1 «Оцінка відповідності. Вимоги до органів, які проводять

## ЗМІСТ

аудит і сертифікацію систем менеджменту. Частина 1. Вимоги».

ДСТУ ISO 50004:2016 «Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення енергетичного менеджменту» [47] пропонує практичні рекомендації, настанови та приклади для розроблення, впровадження, підтримування й вдосконалення системи енергетичного менеджменту відповідно до системного підходу згідно з ISO 50001. З метою здійснення безперервного покращення енергетичного менеджменту та показників енергоефективності стандартом ISO 50004 визначено системний підхід. Згідно з положеннями та вимогами стандарту система енергоменеджменту є органічною частиною загальної діяльності з управління відповідними процесами і є інтерактивним, тривалим і безперервним процесом, який включає операційні дії, управління якістю, людськими ресурсами, фінансування, охорону праці й здоров'я, та навколишнього середовища.

ДСТУ ISO 50006:2016 [48] забезпечує організації практичною настановою щодо врахування вимог [6], які пов'язані з встановленням, використанням і підтриманням показників енергоефективності та базових рівнів енергоспоживання при вимірюванні змін рівня досягнутої або досяжної енергоефективності. Показник енергоефективності – це одиниця виміру, що характеризує: ефективність використання та споживання енергії в промисловості, системах і процесах, будівлях, обладнанні; енергоефективність, яку, в цілому або частково, організація має вимірювати. Базовий рівень енергоспоживання є основою для порівняння рівнів енергоефективності. Це встановлений еталон до якого організації можуть оцінити зміни в енергоефективності. Базовий рівень енергоспоживання визначає показники енергоефективності організації до впровадження заходів щодо їх вдосконалення.

Стандарт ДСТУ ISO 50015:2016 [6] визначає набір настанов і принципів, які потрібно використовувати для вимірювання та верифікації рівня досягнутої чи досяжної енергоефективності організації та підвищення її рівня. Стандарт пропонує набір контролюючих і метрологічних принципів та рекомендацій, таким чином підвищуючи довіру до характеристик енергоефективності.

Прийняті національні стандарти, гармонізовані методом підтвердження з європейськими нормативними документами, з наданням чинності з 01 серпня 2017 р. наведені у таблиці 1.8.

Нормативні документи з енергоефективності, гармонізовані з європейськими

Позначення НД	Назва НД
1	2
ДСТУ EN 14908-6:2017 (EN 14908-6:2014, IDT)	Відкритий зв'язок передавання даних у засобах автоматизації, контролювання та управління будівлями. Протокол мережі управління. Частина 6. Елементи застосування — На заміну ДСТУ EN 14908-6:2014
ДСТУ EN 50090-4-3:2017 (EN 50090-4-3:2015, IDT)	Житлово-будівельні електронні системи (ЖБЕС). Частина 4-3. Медіа-незалежні прокладки. Зв'язок через IP (EN 13321-2) — На заміну ДСТУ EN 50090-4-3:2014
ДСТУ EN 50090-5-3:2017 (EN 50090-5-3:2016, IDT)	Житлово-будівельні електронні системи (ЖБЕС). Частина 5-3. Медіа та медіа-залежні прокладки. Радіочастота для ЖБЕС Класу 1 — На заміну ДСТУ EN 50090-5-3:2014
ДСТУ EN 50491-11:2017 (EN 50491-11:2015, IDT)	Загальні вимоги до житлово-будівельних електронних систем (ЖБЕС) та автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями (АСМУБ). Частина 11. Розумне вимірювання. Технічні характеристики застосування. Простий зовнішній дисплей клієнта — Вперше
ДСТУ EN 63044-1:2017 (EN 63044-1:2017, IDT)	Житлово-будівельні електронні системи (ЖБЕС) та автоматизовані системи моніторингу та управління будівлями (АСМУБ). Частина 1. Загальні вимоги — На заміну ДСТУ EN 50491-1:2014
ДСТУ EN 834:2017 (EN 834:2013, IDT)	Вимірювачі витрат тепла для визначення тепловіддачі кімнатних опалювальних батарей. Прилади з електроживленням — На заміну ДСТУ EN 834:2006

1	2
ДСТУ CEN/TR 12098-6:2017 (CEN/TR 12098-6:2016, IDT)	Засоби управління системами опалення. Частина 6. Супроводження TR prEN 12098-1:2015. Модулі M3-5, 6, 7, 8 — Вперше
ДСТУ CEN/TR 12098-7:2017 (CEN/TR 12098-7:2016, IDT)	Засоби управління системами опалення. Частина 7. Супроводження TR prEN 12098-3:2015. Модулі M3-5, 6, 7, 8 — Вперше
ДСТУ CEN/TR 12098-8:2017 (CEN/TR 12098-8:2016, IDT)	Засоби управління системами опалення. Частина 8. Супроводження TR prEN 12098-5:2015. Модулі M3-5, 6, 7, 8 — Вперше
ДСТУ CEN/TR 15232-2:2017 (CEN/TR 15232-2:2016, IDT)	Енергоефективність будівель. Частина 2. Супроводження TR prEN 15232-1:2015. Модулі M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 — Вперше
ДСТУ CEN/TR 15500-2:2017 (CEN/TR 15500-2:2016, IDT)	Енергоефективність будівель. Управління установками опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Частина 2. Супроводження TR prEN 15500-1:2015. Модулі M3-5, M4-5, M5-5 — Вперше
ДСТУ CEN/TR 16946-2:2017 (CEN/TR 16946-2:2016, IDT)	Енергоефективність будівель. Інспектування засобів автоматики та регулювання будівлі та технічного управління будівлею. Частина 2. Супроводження TR prEN 16946-1:2015. Модулі M10-11 — Вперше
ДСТУ CEN/TR 16947-2:2017 (CEN/TR 16947-2:2016, IDT)	Система управління будівлею. Частина 2. Супроводження prEN 16947-1:2015. Модулі M10-12 — Вперше

1	2
ДСТУ EN 12098-1:2017 (EN 12098-1:2017, IDT)	Енергоефективність будівель. Засоби управління системами опалення. Частина 1. Устаткування управління системами водяного опалення. Модулі М3-5, 6, 7, 8 — На заміну ДСТУ EN 12098-1:2014
ДСТУ EN 12098-3:2017 (EN 12098-3:2017, IDT)	Енергоефективність будівель. Засоби управління системами опалення. Частина 3. Устаткування управління системами електричного опалення. Модулі М3-5, 6, 7, 8 — На заміну ДСТУ EN 12098-3:2014
ДСТУ EN 12098-5:2017 (EN 12098-5:2017, IDT)	Енергоефективність будівель. Засоби управління системами опалення. Частина 5. Старт-стоп планувальники систем опалення. Модулі М3-5, 6, 7, 8 — На заміну ДСТУ EN 12098-5:2014
ДСТУ EN 15232-1:2017 (EN 15232-1:2017, IDT)	Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями. Модулі М10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 — На заміну ДСТУ EN 15232:2011 та ДСТУ EN 15232:2014
ДСТУ EN 15500-1:2017 (EN 15500-1:2017, IDT)	Енергоефективність будівель. Управління установками опалення, вентиляції та кондиціонування. Частина 1. Електронне устаткування управління індивідуальною зоною. Модулі М3-5, М4-5, М5-5 — На заміну ДСТУ EN 15500:2014
ДСТУ EN 16946-1:2017 (EN 16946-1:2017, IDT)	Енергоефективність будівель. Інспектування засобів автоматики та регулювання будівлі та технічного управління будівлею. Частина 1. Модулі М10-11 — Вперше
ДСТУ EN 16947-1:2017 (EN 16947-1:2017, IDT)	Енергоефективність будівель. Система управління будівлею. Частина 1. Модулі М10-12 — Вперше

## ЗМІСТ

Окрім охарактеризованих стандартів на території України діють національні стандарти з енергозбереження [32]:

ДСТУ 4472:2005 «Енергозбереження. Системи енергоменеджменту. Загальні вимоги»;

ДСТУ 4713:2007 «Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації роботи»;

ДСТУ 4714:2007 Національний стандарт України. Енергозбереження. Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств. Методика побудови та аналізу;

ДСТУ 4715:2007 «Енергозбереження. Системи енергоменеджменту промислових підприємств. Структура і зміст роботи на етапах розробки і реалізації»;

ДСТУ 5077:2008 «Енергозбереження. Системи енергоменеджменту промислових підприємств. Моніторинг і контроль ефективного функціонування»;

ДСТУ 4065-2001 (ANSI/IEEE 739-1995, NEQ) Державний стандарт України. Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги;

ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств;

ДСТУ-П ІЕС/PAS 62717:2014 Модулі світлодіодні загального освітлення. Вимоги до характеристик;

ДСТУ-П 7732:2015 Діоди світловипромінювальні. Вимірювання параметрів (CIE) 127:2007;

ДСТУ XXXX:201X Світильники загального користування зі світлодіодними джерелами. Вимоги до технічних характеристик;

ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722:2014 Характеристики світильників функціональні. Частина 1. Загальні вимоги;

ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1:2014 Характеристики світильників функціональні. Частина 2-1. Особливі вимоги до світильників зі світловипромінюючими діодами;

ДСТУ ІЕС TR 62778:2015 Застосування положень ІЕС 62471 до джерел світла та світильників стосовно оцінювань небезпечності синього світла.

Основним завданням Директиви 2010/31/ЄС з енергоспоживання будівель визначено забезпечення створення на національному рівні бази для підвищення енергетичної ефективності



## ЗМІСТ

громадських і житлових будівель з встановленням кількісних показників енергоспоживання та енергоефективності для: існуючих будівель; новоспоруджуваних будівель; інженерних систем будівель; будівельних конструкцій і матеріалів. Для досягнення визначених Директивою 2010/31/ЄС цілей та завдань запроваджено ряд європейських та гармонізованих міжнародних стандартів, які наведені на рис. 1.15.

У країнах-членах ЄС посилюються вимоги стандартів щодо питомого споживання енергії новими будівлями. Не обов'язково будинок має використовувати менше енергії, але має зменшитися її надходження з зовнішніх електричних та теплових мереж за рахунок рекуперації, підвищення теплоізоляції, власного виробництва (за допомогою сонячних батарей, теплових насосів, колекторів, вітрогенераторів) і безпосереднього сонячного обігрівання.

Сьогодні в ЄС будівництво об'єктів, які споживають понад 60 кВт·год/м<sup>2</sup> на рік не дозволяється (стандарт «будинок низького споживання енергії»). Максимально допустиме питоме енергоспоживання будівлі з 2019 року складатиме до 15 кВт·год/м<sup>2</sup> на рік (стандарт «пасивний будинок»).

Масовий перехід до зведення будинків з «нульовим» енергоспоживанням має розпочатися з 2020 р. У перспективі – будівлі, що вироблятимуть більше енергії, ніж споживатимуть (стандарт – «будинок енергія плюс») [18].

Прикладом енергозберігаючих будинків у *Німеччині* є будівлі, які відповідають стандарту енергозбереження, тобто мають річне споживання енергії від 30 до 70 кВт·год/м<sup>2</sup>.

Енергозберігаючим будинком у *Швейцарії* вважається той, що побудований за стандартом MINERGIE-P. Цим стандартом передбачається розрахунковий показник потреби енергії для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання у розмірі 38 кВт·год/м<sup>2</sup> на рік. Споживання первинної енергії становить не більше 90% від діючих в країні мінімальних нормативних показників, крім того обов'язкове використання контрольованої вентиляції з рекуперацією тепла.

З 2012 року у *Франції* діє стандарт на будівництво нових «пасивних» будівель, а з 2020 р. – будівель «енергія плюс», які споживатимуть менше енергії, ніж вироблятимуть.

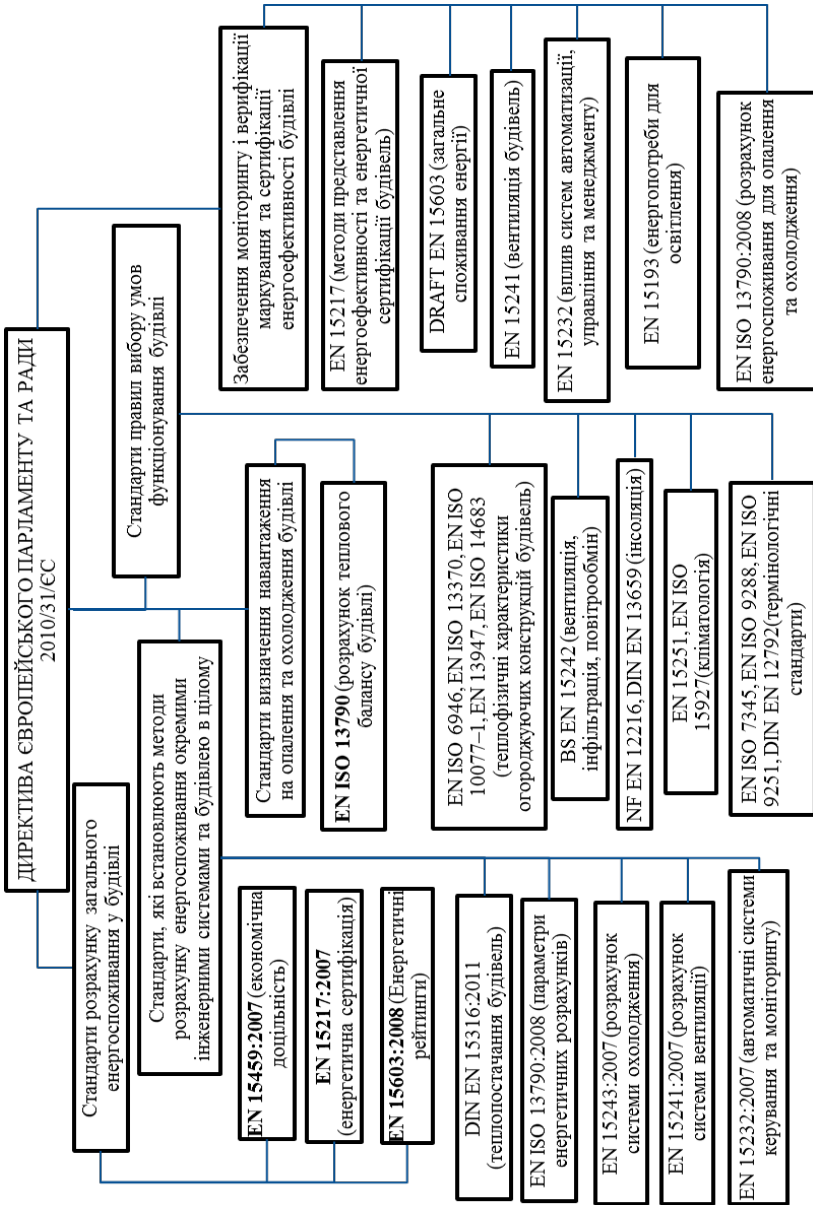


Рис. 1.15 – Система чинних норм та стандартів у сфері енергоефективності будівель у ЄС

## ЗМІСТ

Крім того, власників нових енергоефективних будівель звільнено від сплати податку на майно протягом 5 – 10 років.

Стандарт «пасивних» будинків для нового будівництва в Ірландії введено у 2013 р., з 2015 р. – у Фінляндії.

В Данії діє вимога зі зниженню питомих витрат енергії в нових будівлях до 2020 р. на 75 %.

Зокрема, в Україні нормативно-правовими актами щодо показників «пасивного» будинку не передбачено, але умовно прийнято вважати будинок «пасивним», якщо його енергоспоживання не перевищує 40 кВт·год/м<sup>2</sup>. В той час, коли звичайні будинки в країні сьогодні в середньому споживають не менше 120 кВт·год/м<sup>2</sup> (у середньому 150 – 260 кВт·год/м<sup>2</sup>).

На сьогодні відсутня єдина система енергомоніторингу на державному рівні через затримку прийняття законопроекту України №4844 від 17.06.2016 р. «Про Єдину державну систему моніторингу виробництва, постачання, транспортування, споживання та оплати за паливно-енергетичні ресурси і комунальні послуги», яка стане основою для формування енергобалансів на всіх рівнях територіально-галузевої ієрархії управління.

Крім того, Європейським союзом, розроблений і введений в дію стандарт ІЕС 60034-30, заснований на трьох класах енергоефективності (ІЕ - Міжнародна енергоефективність):

ІЕ1 – стандартний клас енергоефективності – приблизно еквівалентний класу енергоефективності EFF2, що застосовується зараз в Європі;

ІЕ2 – високий клас енергоефективності – приблизно еквівалентний класу енергоефективності EFF1;

ІЕ3 – вищий клас енергоефективності – новий клас енергоефективності для Європи.

3 січня 2015 року всі двигуни потужності від 7,5 до 375 кВт повинні бути класом не нижче ІЕ3. При цьому допускається двигун класу ІЕ2, але тільки при роботі з частотно-регульованим приводом, а з січня 2017 року всі двигуни потужністю від 0,75 до 375 кВт повинні бути класом не нижче ІЕ3; при цьому приймається двигун класу ІЕ2 при роботі з частотно-регулюючим приводом [49].

В даний час деякі країни-члени ЄС (Бельгія, Нідерланди, Німеччина) вже досягли значних успіхів на шляху до високих стандартів енергоефективності.

## **ЗМІСТ**

Німеччина вже давно є світовим лідером в розвитку стандартів і норм енергоефективності на національному рівні [50]. На сьогоднішній день Німеччина має ряд законопроектів, які підтримують будівництво енергозберігаючих об'єктів і будинків, а також сприяють модернізації існуючих будівель.

Міжнародний досвід показав, що енергетичні стандарти в області системного енергоменеджменту є життєздатним інструментом політики і ринкового механізму, який дозволяє добитися стійкої енергоефективності в промисловості. За результатами випуску програм у США, Великобританії та Китаї можна однозначно стверджувати, що потенціал оптимізації промислової системи та підвищення енергоефективності становить не менше 20%.

**РОЗДІЛ 2**

**ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ**

---

---

**2.1. Методологія побудови системи енергетичного менеджменту**

Організація раціонального енергоспоживання з мінімальним екологічним впливом за умов економного використання первинних енергоресурсів та розумно достатнього забезпечення технологічних і побутових потреб з усіх видів та форм енергії — загальна турбота людства [51].

Отже, одна з найважливіших загальнолюдських проблем — проблема енергозабезпечення, раціонального енергоспоживання та скорочення викидів у навколишнє середовище, розв'язання якої потребує узгоджених дій урядових установ, організацій і окремих людей. Розв'язання цієї проблеми становить сутність системи енергетичного менеджменту (СЕМ) – нової галузі знань, яка акумулює досвід, прогрес і підвищення відповідальності людства щодо ефективного використання енергії та досягнення менеджменту як сформованої системи теоретичних знань, практичних методів та інструментарію управління.

Система енергетичного менеджменту – частина загальної системи менеджменту, що включає необхідну організаційну структуру, планування діяльності, розподіл відповідальності, а також процедури, процеси і ресурси для розробки, впровадження, оцінки досягнутих результатів реалізації та удосконалювання політики, цілей і завдань енергозбереження.

Енергетичний менеджмент – це методологічна наука з практичними засобами (інструментарієм) для здійснення управління процесом використання енергії: планування, реалізації, мотивації, контролю оптимального використання всіх видів та форм енергії за умов доцільного задоволення потреб людини (організації) з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

Структурований енергетичний менеджмент функціонує у багатьох компаніях по всьому світу. Добре налагоджена СЕМ дозволяє використати перспективні заходи з підвищення

## ЗМІСТ

енергоефективності та енергозбереження. Методи та результати ЕМ як прикладної науки є необхідними для успішного функціонування будь-якої організації, починаючи з міжнародних, державних та закінчуючи підприємством на будь-якому рівні управління, у будь-якій галузі економіки.

Завдяки цьому скорочуються адміністративні, виробничі витрати і підвищується конкурентоспроможність компанії. Для ефективного розвитку СЕМ рекомендується дійти консенсусу у взаємодії різних відділів у структурі компанії. Виконання вимог стандартів ISO 50001 має цілий ряд прямої і непрямой вигоди фінансового, організаційного та репутаційного характеру.

Як елемент загального менеджменту СЕМ повторює його ієрархічні структури. Вирізняють СЕМ макrorівня (на міжнародному рівні, в країні, області, місті, в галузі економіки тощо), СЕМ мікрорівня (усередині підприємства, установи, фірми, в родині).

На різних ієрархічних рівнях управління цілі СЕМ різні: *на рівні родини* – мінімізація витрат на оплату за спожиту енергію за умов збереження комфортного існування; *на рівні окремого підприємства* — зниження енергетичної складової в собівартості продукції та забезпечення конкурентоспроможності продукції за енергетичними та екологічними характеристиками на внутрішньому та світовому ринках; *на рівні області, міста* — мінімізація витрат енергоресурсів для забезпечення їх раціонального споживання, які забезпечуватимуть необхідну якість надання енергоресурсів з дотримання екологічних норм; *на галузевому рівні* — енергоефективне та екологічно безпечне функціонування в рамках національної економіки; *на державному (національному) рівні* — енергетична незалежність та безпека, перехід від енерговитратної до енергоефективної економіки; *на міждержавному рівні* — збереження та раціональне використання світових запасів енергетичних ресурсів, пошук нових джерел і форм енергії, підтримання та збереження навколишнього середовища для наступних поколінь.

Маючи за основну мету досягнення енергоефективності та енергозбереження, енергоменеджмент — один з ефективних засобів енергозбереження. Однак, якщо розглянути популярні заходи з енергоефективності (рис. 2.1), які зустрічаються на агропідприємствах, то впровадження СЕМ має найнижчий рівень.

## ЗМІСТ



Рис. 2.1 – Рейтинг заходів з енергоефективності в Україні на агропідприємствах

Найбільш популярними заходами, які планувалось впроваджувати на підприємствах були модернізація котлів (23%) та систем електропостачання і розподілення (19%).

Сутність енергоменеджменту полягає в організації раціонального енергоспоживання з мінімальним екологічним впливом за умов економного використання первинних енергоресурсів та розумне і достатньо забезпечення технологічних та побутових потреб в усіх видах та формах енергії.

Стратегічною метою енергетичного менеджменту є скорочення витрат підприємства на виробництво продукції, послуг за рахунок зниження витрат на паливно-енергетичні та інші ресурси.

Завданнями СЕМ на підприємстві є:

- створення системи контролю та обліку за споживанням ПЕР;
- створення цілісної картини споживання енергетичних та інших ресурсів по окремих підрозділах та у цілому на підприємстві;
- створення цілісної картини виробництва енергетичних та інших ресурсів;
- проведення систематичного аналізу ефективності споживання ПЕР;
- розробка та впровадження енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ), які включають раціональну експлуатацію та розвиток виробляючих, споживаючих та перетворюючих енергію систем;

## ЗМІСТ

- пошук сучасних ефективних джерел енергії;
- систематичний аналіз та компенсація екологічних наслідків енерговикористання;
- розробка енергетичних бюджетів.

Функціонування систем енергетичного менеджменту у практиці економічно розвинених країн світу базується на застосуванні знаних концепцій:

- ✓ управління енергоспоживанням через регулювання попиту споживачем (Demand Side Management, DSM);
- ✓ управління енергоспоживанням кінцевого споживача (End User Consumption Management), яке також є частиною концепції DSM;
- ✓ управління навантаженням (Load Management), яке являє собою складову частину концепції DSM;
- ✓ інтегроване ресурсне планування (Integrated Resource Planning, IRP);
- ✓ управління енергоспоживанням з боку енергопостачальної компанії (Supply Side Management, SSM).

Встановлено, що на вітчизняних підприємствах впровадження прогресивних методів управління і принципів організації виробництва може забезпечити до 20% скорочення енерговитрат. Виявлений без значних капіталовкладень потенціал зменшення енерговитрат становить 10—15% [52].

Таким чином, енергоменеджмент є дієвим інструментом підвищення ефективності енерговикористання, енергозбереження та енергоефективності будь-якого підприємства.

Процес розв'язання завдань СЕМ на підприємстві передбачає: визначення цілісної схеми споживання на підприємстві енергоресурсів (формування основних енергетичних потоків); створення ефективної системи обліку, контролю та управління споживанням енергоресурсів; проведення регулярних енергетичних обстежень та аудитів; розробка плану організаційно-технічних заходів, спрямованих на енергозбереження; реалізація енергозберігаючих заходів, аналіз ефективності їх впровадження.

Технологічна структура СЕМ включає взаємопов'язані компоненти планування постачання та виробництва енергоресурсів і управління енерговикористанням (попитом на енергоресурси). Разом вони забезпечують узгоджене планування та управління енергоресурсами, а у цілому – прогнозоване енергоспоживання.



## ЗМІСТ

Схематично структура системи управління енергоресурсами та взаємозв'язок її компонентів подані на рис. 2.2.



Рис. 2.2 – Структурна схема компонентів енергоменеджменту

Методичну основу СЕМ у загальній структурі управління підприємства складає: систематичний контроль за станом систем енергопостачання та енергоспоживання підприємства; комплексний аналіз ефективності використання енергетичних ресурсів з оцінюванням впливу запропонованих та реалізованих заходів щодо підвищення ефективності використання ПЕР та енергозбереження.

Включення в систему управління підприємством СЕМ дозволяє навести порядок щодо обліку та контролю витрат усіх видів палива та енергії, виявити втрати енергоресурсів, критично оцінювати енергоефективність виробництва (технологічних процесів, обладнання та інструменту), розкрити керівництву підприємством резерви та шляхи енергозбереження, підвищити відповідальність персоналу.

До функцій структур, що забезпечують проведення заходів енергоменеджменту на підприємстві, належать: взаємодії з енергопостачальними організаціями та з сторонніми споживачами енергії; аналіз інформації про енергоспоживання окремими підрозділами (ділянками, цехами, службами) підприємства;

## ЗМІСТ

нормування питомих витрат ПЕР на виробництво продукції, виконання робіт та послуг; управління енергозберігаючими проектами взаємодії з співробітниками та керівництвом з питань стимулювання впровадження енергоефективних та енергозберігаючих заходів тощо.

Важливо розуміти, що система енергоменеджменту – це «набір взаємопов'язаних один з одним і взаємодіючих між собою елементів організації, що спираються на енергетику, енергоцілей, процесів і процедур, що дозволяють досягати цих цілей» [2]. Тому впровадження такої системи – це впровадження в організації сукупності елементів системи, частина з яких є спільними з елементами систем менеджменту якості (ISO 9001), екологічного менеджменту (ISO 14001), охорони праці (OHSAS 18001).

Система енергоменеджменту згідно з ISO 50001 – включає, як набір взаємопов'язаних чи взаємодіючих елементів, що необхідні для розробки і впровадження енергетичної політики та енергетичних цілей, так й процесів й методик для досягнення цих цілей (табл. 2.1).

Метою даного документу є сприяння організаціям при розробці систем й процесів, що необхідні для постійного покращення енергетичної результативності. Вдале впровадження СЕН підтримує культуру

Ймовірно, що відмінності вимоги ISO 50001:2018 будуть відображені відповідно до попередніх стандартів систем управління. Передбачено що, акцент робиться на постійному вдосконаленні, запровадженні мислення на основі оцінки ризику та переході від документів до документованої інформації.

Як видно з табл. 2.1 стандарт системи енергоменеджменту містить контекст організації, лідерство, енергетичну політику, цілі, енергетичні завдання й плани заходів, пов'язані з її енергоефективністю, використанням й споживанням енергії, усунення чи зниження ризиків та безперечне дотримання вимог законодавства [53].

В основі функціонування системи енергоменеджменту присутня спіраль (цикл PDCA), яка має періодичну циклічність, спрямовану на послідовне удосконалювання системи менеджменту в цілому.

**ЗМІСТ**

Таблиця 2.1

Відмінність структур ISO 50001:2011 та ISO 50001:2018

ISO 50001:2011	ISO 50001:2018
1	2
Вступ	Вступ
1. Сфера застосування	1. Сфера застосування
2. Нормативні посилання	2. Нормативні посилання
3. Терміни та визначення	3. Терміни та визначення
	4. Контекст організації
	4.1. Розуміння організації та її контексту
4. Вимоги до системи енергоменеджменту	
4.1. Загальні вимоги	4.3. Визначення сфери СЕН 4.4. Система енергоменеджменту
4.2. Відповідальність керівництва	5.1. Лідерство та відповідальність
4.2.1. Вище керівництво	4.3. Визначення сфери СЕН 5.1. Лідерство та відповідальність 7.1. Ресурси
4.2.2. Представник керівництва	5.1. Лідерство та відповідальність 5.3. Організаційні функції, обов'язки та повноваження
4.3. Енергетична політика	5.2. Енергетична політика
4.4. Планування в сфері енергетиці	6. Планування
4.4.1. Основні положення	6.1. Дії стосовно ризиків та можливостей
4.4.2. Законодавчі та інші вимоги	4.2. Розуміння потреб та очікувань зацікавлених сторін
4.4.3. Енергетичний аналіз	6.3. Енергетичний аналіз
	6.1. Дії стосовно ризиків та можливостей

**ЗМІСТ**

Продовження табл. 2.1

1	2
4.4.4. Базовий енергетичний рівень	6.5. Базовий енергетичний рівень
4.4.5. Показники енергетичної результативності	6.4. Показники енергетичної результативності
4.4.6. Енергетичні цілі, енергетичні завдання та плани заходів з енергетичного менеджменту	6.2. Цілі, енергетичні завдання та планування їх досягнення
4.5. Впровадження та функціонування	7. Засоби забезпечення 8. Функціонування
4.5.1. Загальні положення	
4.5.2. Компетентність, підготовленість та обізнаність	7.2. Компетентність 7.3. Обізнаність
4.5.3. Документація	7.5. Документована інформація
	7.5.1. Загальні положення
	7.5.2. Створення та актуалізація
	7.5.3. Управління документованої інформацією
4.5.5. Управління операціями	8.1. Планування та управління операціями
4.5.6. Проектування	8.2. Проектування
4.5.7. Забезпечення енергетичними послугами, продукцією, устаткуванням та енергією	8.3. Закупівля
4.6. Перевірка	9. Оцінка результатів діяльності
4.6.1. Моніторинг, вимірювання та аналіз	6.6. Планування збору енергетичних даних 9.1. Моніторинг, вимірювання, аналіз та оцінка
4.6.2. Оцінка відповідності законодавчим та ним вимогам	9.1.2. Оцінка відповідності законодавчим вимогам та іншим вимогам
4.6.3. Внутрішній аудит СЕН	9.2. Внутрішній аудит

4.6.4. Невідповідності, корекція, коректуючи та запобіжні дії	10.1. Невідповідності та коректуючи дії
4.6.5. Управління записами	7.5. Документована інформація
4.7. Аналіз з боку керівництва	9.3. Аналіз з боку керівництва
	10.2. Постійне покращення
Додаток А Настанова щодо використання цього стандарту	Додаток А Настанова з використання
Додаток Б Відповідність між ISO 50001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и ISO 22000:2005	Додаток Б Взаємозв'язок між ISO 50001:2011 ISO 50001:2018
Бібліографія	Бібліографія

Впровадження цього стандарту має пріоритетне та стратегічне значення щодо подальшого розвитку будь-яких підприємств. Розглянемо стандарт за принципом Plan-Do-Check-Act, що знайома багатьом заводам-виробникам, які впровадили інші стандарти ISO.

### **ПЛАН (Plan)**

По-перше потрібно визначити контекст організації. Визначити всі зацікавлені сторони, які включають як зовнішні так й внутрішні сторони. Визначити відповідальних за управління процесів, що здійснюються підприємством. Вирішальне значення для успіху розроблення та впровадження СЕМ має прихильність і участь вищого керівництва, особливо на стадії планування.

Далі визначити сферу застосування. Це певна область і межі СЕМ допоможуть зосередити зусилля і ресурси. Область може бути будівлею, установкою, об'єктом, місцем, корпорацією або їх комбінацією, але вона повинна охоплювати діяльність, об'єкти і рішення, пов'язані з джерелами енергії, що охоплюються обраною сферою застосування.

Створіть команду. Команда повинна включати членів з усіх областей об'єкту, пов'язаного з вибором постачальника, закупівлею, споживанням, надійністю, видаленням або впливом на навколишнє середовище палив і енергетичних систем. Для цього потрібно мати необхідні навички, знання і відповідний досвід, вимоги до яких встановлює підприємство.

## ЗМІСТ

Встановіть енергетичну політику. Енергетична політика встановлює прихильність вищого керівництва до поліпшення енергетичної ефективності. У політиці повинні бути вказані енергетичні пріоритети компанії. Вони можуть варіюватися від декількох пропозицій до кількох абзаців та повинні бути документовані, зрозумілі і доведені до відома усіх співробітників.

Необхідно визначити ймовірні ризики, розглянути дії щодо їх попередження, зменшення або усунення та можливості підприємства щодо реалізації цих дій.

Визначити значне використання й споживання енергії. Для отримання максимального поліпшення продуктивності з найменшими ресурсами об'єкти (процеси) повинні ідентифікувати всі їх енергетичні потреби (SEU). При плануванні ефективної експлуатації та технічного обслуговування, а також для моніторингу та аналізу продуктивності, SEU треба приділяти особливу увагу при визначенні цілей, завдань, планів дій в галузі енергетики, під час навчання і оцінки компетентності відповідного персоналу.

Визначити показники енергоефективності. Показники енергоефективності (EnPIs) – це дані вимірювань, відношення або моделі, які допомагають кількісно оцінювати використання енергії та підвищення ефективності на рівні організації, об'єкта, системи, процесу або обладнання. У порівнянні з базовими значеннями вони допомагають оцінити продуктивність і потенціал до поліпшення енергетичних показників.

Необхідно встановити енергетичні цілі та завдання для задоволення енергетичної політики або зобов'язань з ефективності. Цілями в галузі енергетики повинні бути цілі високого рівня або конкретні результати, які визначають розробку стратегій і заходів. Для кожної цілі треба виділити конкретні цільові показники досягнення кількісної оцінки, щоб допомогти досягти спільної мети.

Підготувати план дій. План дій в області енергоменеджменту – це комплексне керівництво з проєктів, яке необхідно повідомляти всім відповідальним сторонам. Воно повинне визначити заходи, які необхідно виконати, необхідні ресурси, кадрові обов'язки і методи перевірки результатів (Додаток А).

## **ЗМІСТ**

### **Виконувати (Do)**

СЕН вимагає управління двома типами документованої інформації – документами, в яких викладаються очікування дій і поведінки в області енергоменеджменту; записами, які свідчать про результати цих зусиль. Контроль документів забезпечує правильну інформацію і допомагає керувати зовнішньою і застарілою інформацією. Точні, доступні записи необхідні для коригувальних і превентивних зусиль, а також для підтвердження системних процесів і результатів.

Внутрішня та зовнішня комунікація має важливе значення для управління змінами. Вона дозволяє персоналу бути в курсі діяльності з енергоменеджменту, стимулів і успіхів, що зміцнює прихильність і участь. План комунікації повинен включати декілька шляхів розповсюдження інформації та отримання зворотного зв'язку.

ISO 50001 вимагає, щоб персонал, пов'язаний з об'єктами (процесами) зі значним використанням енергії, мали встановлені організацією компетенції, розуміти SEU і пов'язані з ними заходи контролю та докази того, що особа володіє цими компетенціями. Окрім того організація повинна визначити необхідні компетенції, оцінити персонал і розробити план для вирішення будь-яких потреб у навчанні.

За вимогами ISO 50001 організація повинна визначити специфікації для покупки енергії. Специфікації можуть включати в себе вимоги до якості і кількості, характеристики (наприклад, склад палива, вологість тощо), приблизну вартість, графік поставок, надійність ресурсу, час напруги, струму і / або електрики.

Окрім цього потрібно впровадити плани заходів, методи управління операціями й технічним обслуговуванням та враховувати енергетичну результативність в проектуванні та закупівлях.

### **Перевірте (Check)**

Необхідно збирати профіль енергетичних зобов'язань організації та включати будь-які законодавчі або добровільні зобов'язання. Повинні бути створені процеси для виявлення, оцінки цих вимог.

Основною вимогою ISO 50001 є те, що організація встановлює план моніторингу, вимірювання та аналізу енергії. Компоненти плану залежать від розміру і складності організації і доступного устаткування моніторингу. Як правило, план включає в себе

## **ЗМІСТ**

специфікації системи, процеси або устаткування, що підлягають моніторингу, методи і частоту збору даних, процеси аналізу даних і вимоги до калібрування.

Найважливішим процесом перевіряння є аудит – це систематичний документований процес, який перевіряє, що СЕМ відповідає критеріям організації, ефективно впроваджується і підтримується, підтримує енергетичні цілі і завдання і покращує енергетичні показники. Під час аудиту аудитори проводять співбесіду з персоналом, спостерігають за діями, переглядають документи та вивчають записи й дані.

### **ДІЯ (Act)**

Організація повинна періодично переглядати і оцінювати свою діяльність та енергоефективність для виявлення можливостей для поліпшення. Як правило, представник керівництва забезпечує збір, організацію та надання відповідної інформації, що дозволяє керівництву проводити оцінки і приймати обґрунтовані рішення.

За період 2000 – 2016 років за рахунок впровадження систем енергетичного менеджменту у промисловості скорочено обсяги споживання енергії на одиниць продукції майже на 20%, як у країнах-членах МЕА, так і в країнах, що розвиваються. Приклади використання ситуаційних досліджень на підприємствах [10, 14]:

Цей завод Detroit Diesel поліпшив свої енергетичні показники майже на 33% протягом 10 років і отримав сертифікат Platinum від програми Energy Energy® (SEP TM) Міністерства енергетики США (DOE) (лютий 2017 року).

Завод з виробництва автомобілів Nissan в Смирні, штат Теннессі, поліпшив свої енергетичні показники на 24% протягом шести років, беручи участь в програмі SEP США DOE (травень 2016 року).

Завод з виробництва пластмас HARBEC, Inc. в штаті Нью-Йорк штату Нью-Йорк щороку економить 52 000 доларів США за рахунок поліпшення операційної діяльності без капіталовкладень. (Травень 2015 р.) edImmune, підрозділ досліджень і розробки в галузі біологічних досліджень AstraZeneca, поліпшило енергетичні показники свого об'єкта Гейтерсберг, штат Меріленд, на 8,5%, взявши участь в програмі SEE Міністерства енергетики США. (Липень 2016 року).

Приклади використання для всього підприємства: Cummins



## ЗМІСТ

одночасно сертифікував ще три американських об'єкта за стандартом ISO 50001 і SEP і скоротив витрати на впровадження на рівні приблизно на 13 000 доларів США. В результаті компанія заощадила 4,1 млн. дол. США на витратах на електроенергію і в даний час прагне до 2020 року отримати 40 об'єктів, сертифікованих за стандартом ISO 50001. (травень 2017 року).

Ще один приклад, Nissan одночасно сертифікував три об'єкти по ISO 50001 і SEP (включаючи одну повторну сертифікацію), що в підсумку заощадило близько 1600 млрд. БТЕ. Завдяки великому виміру енергії, компанія витратила всього 0,4 ФТЕ-року на працевлаштування для впровадження ISO 50001 СЕМ на кожному відділенні (травень 2017 року).

На принципах P–D–C–A побудовані всі системи менеджменту, але у кожній системі є відмінності та особливості. До особливості СЕМ можна віднести яскраво виражений зворотний зв'язок, який представлений на рис. 2.3 [51].

Дані рис. 2.3 визначають та представляють послідовність елементів СЕМ та основні функції: облік та звітність, контроль, коригування, аналіз та прийняття рішень, організація, нормування, планування, мотивація.

Основні організаційні етапи з впровадження СЕМ на підприємстві описані нижче.

### ***Етап 1. Підготовчий – прийняття зобов'язань.***

Перший елемент успішного управління енергоспоживанням будь-якої організації чи підприємства – це прийняття зобов'язань. Організація має взяти на себе зобов'язання визначити та виділити ресурси, персонал і засоби для досягнення безперервного поліпшення виробничого циклу, в тому числі, за рахунок поліпшення показників використання енергії на одиницю виробленої продукції.

Створення системи енергоменеджменту на підприємстві починається з документального оформлення рішення керівництва про створення системи енергоменеджменту на підприємстві, для чого необхідно:

- видати наказ про створення системи енергоменеджменту на підприємстві з певним визначенням її цілей і найближчих завдань;
- призначити керівника служби енергоменеджменту;

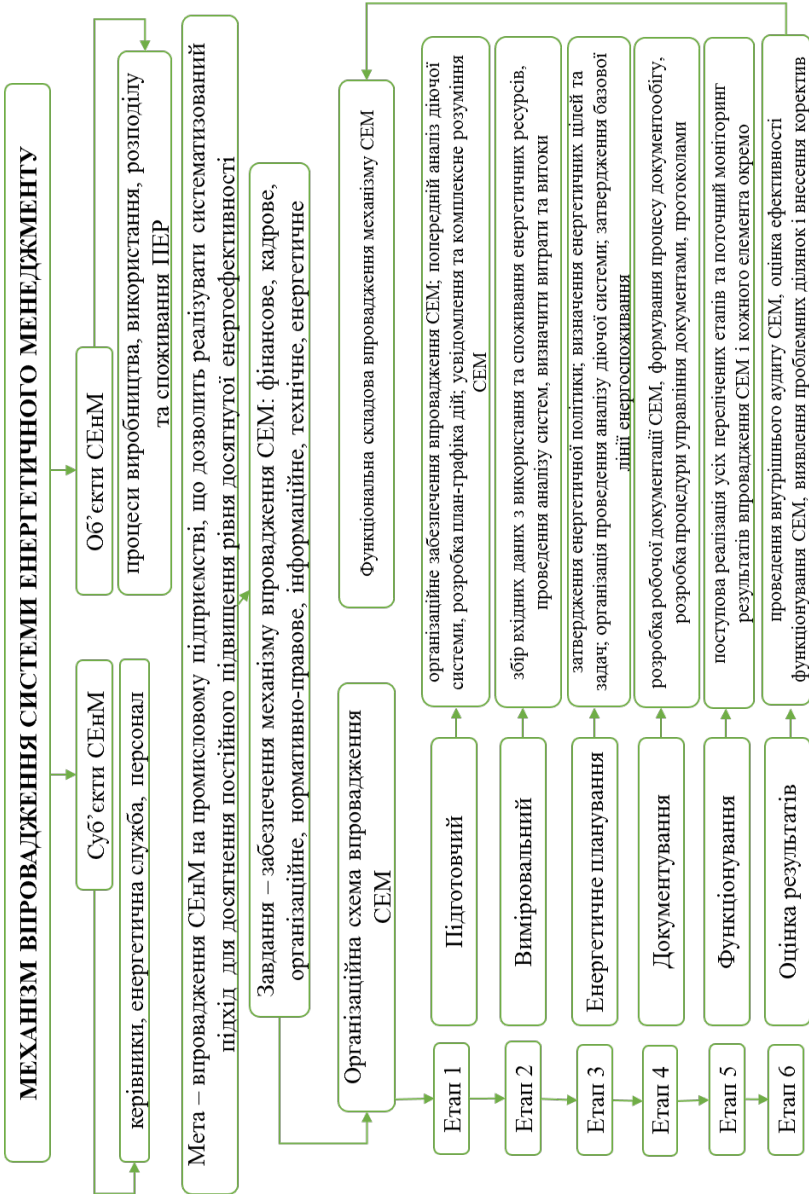


Рис. 2.3 – Механізм впровадження системи енергетичного менеджменту

## ЗМІСТ

- створити робочу групу з енергозбереження, включивши до її складу керівників усіх підрозділів і технічних працівників, які забезпечують реалізацію процесів управління енергокористування;

- прийняти Положення про порядок обліку витрат на проведення заходів щодо підвищення енергоефективності та визначення економічного ефекту від проведених заходів;

- прийняти Положення про порядок використання коштів, одержуваних в результаті економії при проведенні заходів підвищення енергетичної ефективності.

Призначити відповідального за енергоменеджмент (наприклад, заступника керівника підприємства), який визначає основні процеси управління використанням енергоресурсів, здійснює координацію діяльності робочої групи з енергозбереження, реалізацію поставлених завдань, організацію робіт та підтримання в робочому стані процесів управління, звітує перед вищим керівництвом про функціонування системи енергоменеджменту і про зміну в енергоефективності.

Для успішної роботи енергоменеджера (або групи енергоменеджерів) необхідна підтримка вищого керівництва. Можливий варіант – заснування органу, що об'єднує різні структурні підрозділи, в якому всі старші менеджери зобов'язуються прийняти на себе зобов'язання та зобов'язати своїх співробітників працювати належно до найкращої практики енергоменеджменту. Без активної підтримки з боку вищого керівництва енергоменеджмент залишиться на низькому рівні активності.

Приклад організаційної структури СЕМ на підприємстві наведено на рис. 2.4.

Крім того, ще на самому ранньому етапі вищим керівництвом повинні бути визначені область і межі самої системи енергоменеджменту: чи буде вона охоплювати всі підприємство або лише окремі підрозділи і процеси організації.

Найчастіше, на практиці енергоменеджерами назначаються особи зі складу служби головного енергетика. Але не виключений варіант, за яким йдуть американські компанії, вводячи посаду Енергодиректора (Energy Director) і відповідно піднімаючи статус цієї управлінської фігури. Тобто це шлях, аналогічний підходу при впровадженні системи менеджменту якості (ISO 9001), коли призначається директор за якістю.



Рис. 2.4 – Типова організаційна структура підприємства

Наступним кроком розробки СЕМ – створення робочої групи з енергоефективності з фахівців ключових підрозділів організації.

До складу робочої групи можуть входити представники наступних напрямків діяльності: експлуатація обладнання, виробнича діяльність, технологічні процеси, розробка проектів, бухгалтерський облік, закупівлі і т.д.

Робоча група повинна:

- ✓ визначити відповідальних осіб, виробничі процеси і обладнання, що мають істотний вплив на енергоспоживання та енергоефективність;
- ✓ визначити інші істотні фактори, що впливають на енергоспоживання;
- ✓ визначити склад показників енергоефективності;
- ✓ встановлювати методи виявлення місць значного енергоспоживання;
- ✓ спостерігати за місцями значного енергоспоживання;
- ✓ вносити зміни в методи і порядок спостереження при зміні умов виробництва;
- ✓ визначити і ранжувати пріоритетні напрямки щодо підвищення енергоефективності.

## **ЗМІСТ**

При цьому члени групи повинні мати необхідні навички і досвід роботи, відповідну профільну освіту і кваліфікацію, знати методичні основи підвищення енергоефективності виробництва, безпосередньо виконувати основні функції щодо реалізації енергетичної політики в своїй області діяльності.

Розробка заходів щодо підвищення енергоефективності та організація системи енергоменеджменту вимагають участі висококваліфікованих професіоналів у цій галузі, яких може і не бути в штаті підприємства. Тому до складу робочої групи можна включати зовнішнього енергетичного консультанта, що має підтверджений досвід і необхідні знання в області технологій енергозбереження та енергоменеджменту.

У разі залучення з боку зовнішнього консультанту необхідно укласти договір енергоменеджменту, в якому прописані права, обов'язки, порядок винагороди та відповідальність консультанту за обґрунтованість наданих рекомендацій.

### ***Етап 2. Вимірювальний – збір та оцінка ефективності використання енергії***

Для виконання даного етапу треба визначити початковий стан і підготувати програму енергозбереження, оцінивши ефективність використання енергетичних ресурсів і надійність роботи енергокомплексу підприємства в цілому, для цього необхідно:

- зібрати вихідні дані з використання енергії та енергоресурсів у всіх підрозділах підприємства;
- провести аналіз стану систем електропостачання, теплопостачання, водопостачання, парку технічного обладнання промислового підприємства (об'єкта), інших систем;
- провести оцінку стану систем і засобів вимірювання - приладів для обліку енергоносіїв і їх відповідність встановленим вимогам.
- виявити необґрунтовані втрати;
- оцінити стан нормування енергоспоживання і використання енергоносіїв;
- перевірити енергетичні баланси підприємства;
- провести розрахунок питомих норм енергозатрат на продукцію, що випускається або на види робіт;

## ЗМІСТ

- провести аналіз використання енергії на аналогічних виробництвах і підприємствах конкурентів;
- визначити частку енерговитрат у структурі собівартості продукції, напівфабрикатів;
- визначити перспективи використання енергії та енергоресурсів з виділенням першочергових і перспективних заходів;
- підготувати звіт про оцінку ефективності та надійності роботи енергокомплексу з проектом Програми підвищення енергоефективності (Додаток Б);
- в проекті Програми підвищення енергоефективності привести конкретні заходи, терміни їх виконання, розрахунок передбачуваного ефекту від скорочення енерговитрат і підвищення надійності;
- визначити цільові показники виконання Програми та, за необхідністю, індикатори її виконання по підприємству в цілому і по підрозділах окремо;
- в додатку Програми включити заходи з підвищення енергоефективності у підрозділах із зазначенням заходів і складу виконавців.

Збір і відстеження даних з використання енергії на підприємстві повинні вестися на регулярній основі. Зібрана інформація має бути гранично точною, тому що буде основою для виявлення можливостей щодо підвищення енергоефективності та отримання фінансового прибутку на підприємстві.

У процесі реалізації цього етапу складається паливно-енергетичний баланс підприємства, здійснюється реєстрація та аналіз енергопотоків, формуються плани організаційно-технічних заходів (ОТЗ), спрямованих на виявлення і використання внутрішніх резервів зменшення витрат ПЕР на виробництво продукції за номенклатурою даного підприємства, впроваджені на підприємстві прогресивних енергоефективних заходів на основі одержаних нових знань та вивчення провідного досвіду інших підприємств.

Основні засоби і механізми розв'язання першочергових завдань ЕМ включають: сучасні технології та засоби організації збору, обробки і систематизацію статистичних даних, і даних моніторингу споживання палива та енергії; контрольно-вимірювальні прилади і системи енергетичного моніторингу та аудит; експрес-методи обробки і систематизації даних, що характеризують використання

## **ЗМІСТ**

енергоресурсів на підприємстві; нормативна база витрат матеріальне та паливно-енергетичних ресурсів підприємства; моделі та алгоритми вибач заходів з енергозбереження й енергоефективності та планування інвестицій і капітальних витрат для реалізації цих заходів; моделі та технології інформаційно-аналітичної підтримки управлінських рішень щодо енергозбереження й підвищення енергоефективності.

### ***Етап 3. Енергетичне планування***

Енергетична політика – це офіційна заява вищого керівництва підприємства про генеральний намір або напрямок дій в галузі енергозбереження, зниження енергоємності виробництва і зберігання, зміцнення і розвитку енергетичної безпеки функціонування підприємства у відповідності з його стратегічними планами, довгостроковими цілями і найближчими завданнями.

Енергетична політика підприємства повинна встановлювати зобов'язання організації для досягнення поліпшення енергетичних характеристик.

Енергетична політика має:

- ✓ відповідати характеру та масштабу використання та споживання енергії організацією;
- ✓ забезпечувати безперервне покращення енергетичних показників та характеристик;
- ✓ визначити й підтримувати наявність інформації та необхідних ресурсів для досягнення поставлених цілей і завдань, підвищення надійності, безпечності та якості енергопостачання;
- ✓ зобов'язати організацію відповідати чинним законодавчим та іншим вимогам щодо використання і споживання енергії та забезпечення енергоефективності;
- ✓ бути основою для встановлення, перегляду цілей та завдань у сфері енергетики і включати засоби їх досягнення;
- ✓ сприяти здійсненню закупівель енергетично ефективної продукції та послуг та розроблювати проекти, які спрямовані на безперервне зниження

## ЗМІСТ

- енергоємності та поліпшення енергетичної ефективності;
- ✓ бути оформленою окремим документом і доведена до відома всього персоналу підприємства чи організації на всіх рівнях;
- ✓ бути періодично аналізованою та актуалізованою через заміну законодавства, нормативних документів, змін пріоритетів в області енергоменеджменту.

Енергетична політика доводиться до кожного робітника. Відповідальність за інформування зазвичай покладається на керівників підрозділів та представників групи енергоменеджменту.

При проведенні внутрішнього або незалежного аудиту енергетична політика підлягає перевірці за наведеними питаннями, вказаними у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Перевірка енергетичної політики під час проведення аудиту

Ключові моменти Енергетичної політики	Що перевіряється при аудиті
1	2
Вище керівництво	Ким затверджена / визначена політика?
Область поширення системи СЕМ	Що охоплює, унікальність, масштаб, діяльність, продукти, послуги?
Вище керівництво Область поширення системи СЕМ зобов'язання: 1) вдосконалення; 2) забезпечення наявності інформації ресурсів, 3) дотримання законодавчих та інших вимог в рамках контексту організації ...	Чи є зобов'язання?
Основа для встановлення цілей	Як оформлені, сформульовані політика, цілі?



1	2
Документування	Як політика доведена до всіх працівників?
Поширення	Як політика доведена до персоналу, громадськості, громадян та ін.?

Підприємство повинне здійснювати планування енерговикористання щодо:

- ✓ вдосконалення енергетичного профілю (структури енергобалансу);
- ✓ зниження базового енергоспоживання;
- ✓ підвищення індикаторів енергоефективності;
- ✓ виконання правових і інших вимог;
- ✓ розробки цілей, завдань і плану дій.

Розробка, документування і підтримка у робочому стані процесу енергопланування у загальному вигляді подано на рис. 2.5.

Ключовий момент у енергоплануванні – ідентифікація енергобалансу з використанням інформації, отриманої в ході первинного (вихідного) енергобстеження за відповідний період часу. Зміни в енергоефективності треба брати саме з енергобалансу. Він оцінюється за станом на конкретний момент або за певний проміжок часу (визначений рік), і може бути скоригований додатковими факторами.

Ще один не менш важливий крок в енергоплануванні – встановлення в організації індикаторів енергоефективності для вимірювання досягнення енергоцілей і поточного моніторингу параметрів. Причому, для кожної енергоцілі треба встановити не менше одного індикатора.

Крім того, організація повинна встановити (визначити) ризики і можливості, на які необхідно відреагувати, щоб:

- забезпечити впевненість у тому, що СЕМ може дати свій намічений результат («вихід»), включаючи поліпшення рівня енергоефективності;

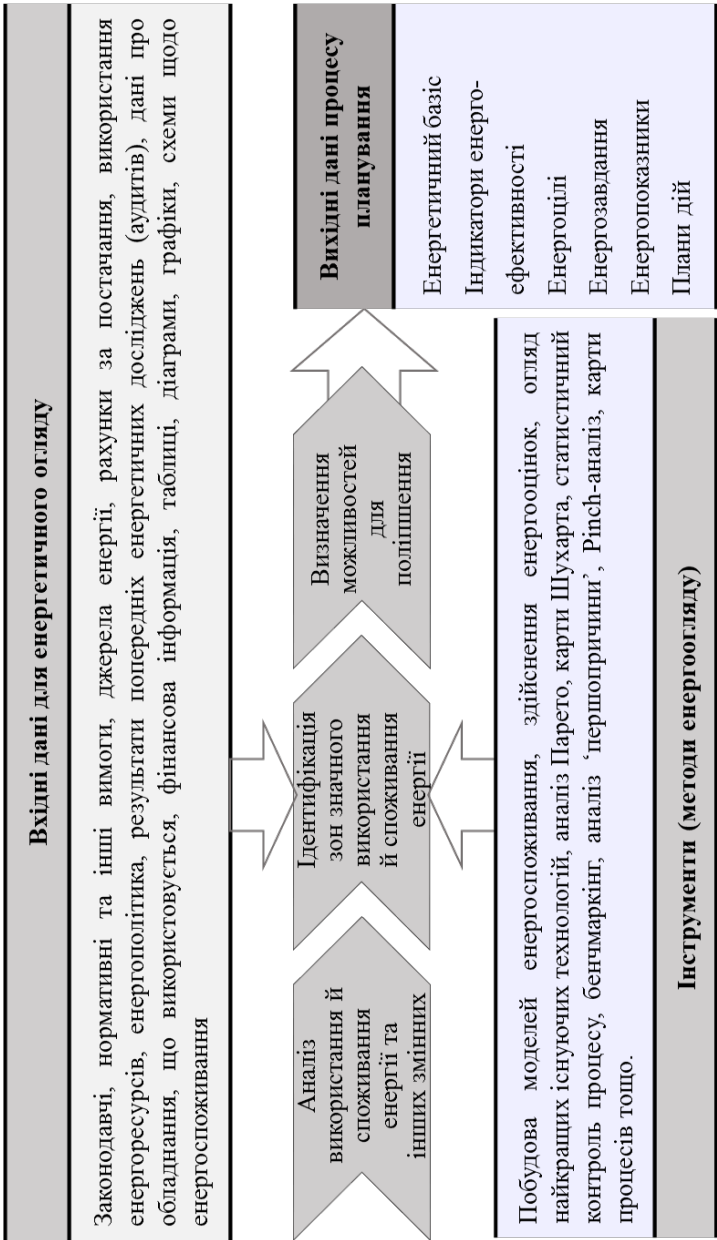


Рис. 2.5 – Принципова схема процесу енергопланування

## ЗМІСТ

- запобігти або зменшити (знижити) ризик небажаного впливу;
- забезпечити постійне поліпшення СЕМ і рівня енергоефективності.

До групи можливих ризиків в рамках системи енергоменеджменту ISO 50001 можна віднести:

1. Група ризиків, що відносяться до надійності і якості енергопостачання:
  - ✓ ризик аварійної зупинки енергоуstattungування;
  - ✓ ризик відключення від енергопостачання;
  - ✓ ризик зовнішнього обмеження енергопостачання;
2. Група ризиків, що відносяться до витрат енергоресурсів:
  - ✓ ризик перевищення планових значень;
  - ✓ ризик зниження абсолютних величин споживання;
3. Група ризиків інвестиційного характеру:
  - ✓ ризик збільшення термінів окупності проекту;
  - ✓ ризик збільшення витрат;
4. Група ризиків, пов'язаних з вибором підрядників або закупівлею обладнання:
  - ✓ ризик відмовлення поставки обладнання з необхідними параметрами і характеристиками;
  - ✓ ризик зриву термінів пуско-налагоджувальних робіт;
  - ✓ ризик збільшення термінів капремонту;
  - ✓ ризик не підтвердження експлуатаційних параметрів;
5. Група ризиків, пов'язаних з безвідмовною роботою обладнання:
  - ✓ відмови і вихід з ладу обладнання.

Для приділення уваги до ризиків при прийнятті рішень організації рекомендується скласти реєстр ризиків, визначити критерії для оцінки ризику, ймовірність події та її наслідків (висока / середня / низька), а також безліч варіантів обробки ризиків (унікати, запобігати, скорочувати, змиритися або передати їх іншій стороні (страхування), план «Б»). Як частина цього процесу може використовуватися матриця ризиків.

Необхідно підтвердити відповідність поставлених цілей і завдань політики, прийнятої на підприємстві, і енергетичного профілю. Цілі і завдання регулярно переглядаються, а саме: на основі звіту за результатами перевірки керівництва або ж після чергового

## ЗМІСТ

перегляду робочого плану і т.д. Постановка цілей дозволяє визначити критерії успіху, за якими визначається енергоефективність.

Мета може бути амбітна, наприклад пов'язана з безперервним процесом вдосконалення, реальна - конкретні результати, які можуть бачитися досягнуті за встановлений період, але специфічні та вимірні.

Цілі встановлюються для кожного випадку виникнення значного споживання енергії, описаного в енергетичному профілі. Одні цілі встановлюються для обладнання або потужностей (наприклад, для певної виробничої лінії), інші – в області енергоспоживання окремо взятого підрозділу, в області професійної підготовки персоналу або моніторингу енергоспоживання.

Найважливіше значення для розробки ефективної стратегії має постановка чітких цілей, спрямованих на отримання кількісних і якісних результатів, щодо вдосконалення виробництва і вилученню фінансової вигоди.

За розробку і досягнення поставлених цілей несе відповідальність робоча група з енергоефективності на чолі з керівником СЕМ.

При встановленні цілей необхідно:

- встановити межі, у тому числі необхідні організаційні ресурси і терміни;

- визначити дійсно досяжний потенціал енергозбереження на підприємстві (при цьому враховувати наявні ресурси і успішний досвід інших підприємств).

Кореляція між основними аспектами енергоменеджменту (областю енергоспоживання, енергоцілями, енергопоказниками, індикаторами та ін.) в кожному випадку буде індивідуальною, а взаємозв'язки будуть визначатись в залежності від специфіки виробництва, вибраних пріоритетів, наявності інженерно-технічного потенціалу тощо.

Заключний етап в енергоплануванні – визначення енергоцілей, енергопоказників та виходячи з них розробка планів дій в області енергоменеджменту.

Енергоціль – це бажаний результат або набір досягнень, пов'язаних з виконанням енергополітики організації.

Після встановлення цілей потрібно визначити завдання управління та наступні його компоненти: об'єкт управління/керування; мету і критерії; обмеження на процес

## ЗМІСТ

управління; керуючі впливи; некеровані впливи на об'єкт; засоби управління.

У будь-якій системі енергетичного менеджменту безпосередній об'єкт управління є сукупністю технологічного та енергетичного обладнання, енергетичних мереж, джерел енергії, а також умов та режимів їх роботи. Суб'єктами управління є працівники підприємства будь-якої сфери економіки: фахівці, менеджери, експлуатаційний і ремонтний персонал. Як результат – забезпечення управлінської прозорості та підвищення керованості організації.

В якості об'єктів управління виступають: організації та підприємства, окремі його підрозділи, будинки, будівлі, споруди, технологічні процеси, системи водопостачання та водовідведення, системи опалення та вентиляції, енергоспоживаюче обладнання, устаткування, використання вторинних енергоресурсів, системи комунальної інфраструктури, технологічна документація, а також персонал підприємства, діяльність якого пов'язана з експлуатацією, питаннями ефективності використання ПЕР, ремонтом і технічним обслуговуванням устаткування. Більш детально про об'єкти що відносяться до складних систем наведено на рис. 2.6 [32]. До числа найбільш загальних представлень об'єкта управління варто віднести:

- Структурну схему підприємства, на якій відображені вузли введення і виведення ПЕР (газорозподільні пункти, трансформаторні підстанції, трубопроводи пари і гарячої води), підрозділи підприємства, найбільші ПіЕС агрегати, а також прилади для контролю та обліку споживання і відпуску ПЕР.

- Схеми матеріальних потоків підприємства (потоки енергії, сировини і готової продукції), які зручно представити як орієнтовані графи, дугами яких є матеріальні потоки, а вузлами — пристрої для їхнього використання, переробки, транспортування та зберігання.

- Схеми загальнозаводських енерго- і водопостачальних систем, включаючи електропостачання, паропостачання, газопостачання, опалення, водопостачання, повітропостачання тощо з зазначенням їх основних контрольованих параметрів.

- Перелік найбільших ПіЕС агрегатів – парових і водогрійних котлів; паливних і електричних печей, компресорів, великих електроприводів та ін. ПіЕС агрегатів.

**ЗМІСТ**

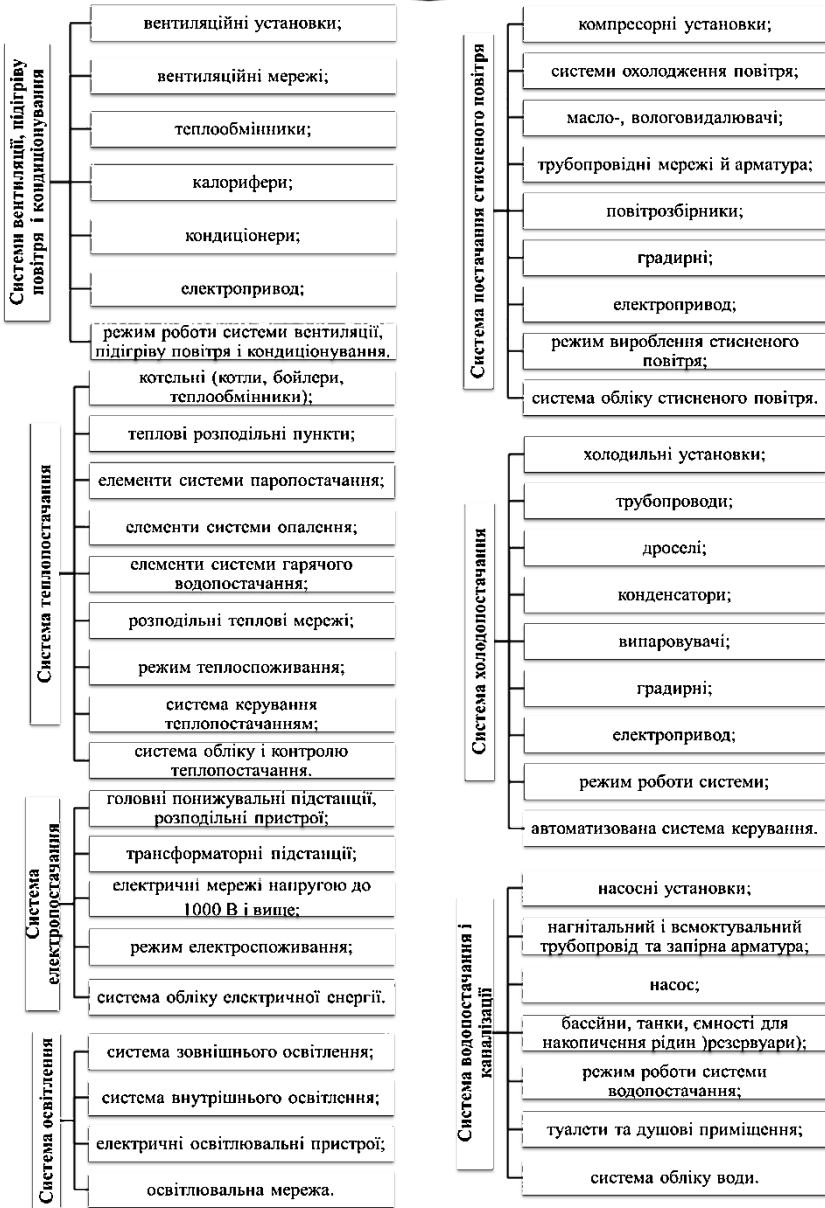


Рис. 2.6 – Енергетичні об’єкти управління на підприємстві

## ЗМІСТ

Загальні рекомендації з розробки плану дій:

1. Погодити список заходів, які необхідні для модернізації виробництва;

2. Визначити цільові показники та індикатори енергоефективності для кожного об'єкта, виробничого процесу, підрозділу для відстеження прогресу в досягненні спільної мети підприємства (позначеної на кроці 3);

3. Встановити терміни виконання плану: початок і завершення робіт, етапи та очікувані проміжні результати;

4. Створити систему контролю, щоб простежувати хід дій і оцінювати прогрес;

5. Розподілити функції та ролі: позначити коло залучених співробітників і зовнішніх фахівців та їх обов'язки;

6. Забезпечити фінансування: визначити необхідні ресурси і скласти кошторис витрат з кожного пункту плану дій. Витрати енергоменеджменту складаються з витрат на енергоефективні заходи і поточних витрат (оплата праці і навчання персоналу, преміальні за кращі результати з енергозбереження і т.д.).

Розробка плану дій має на меті дізнатися чи виконуються поставлені цілі. У плані дій детально роз'яснюються способи підвищення енергоефективності, також викладено детальний опис завдань і ресурсів, необхідних для виконання поставлених завдань. План дій з досягнення енергоефективності необхідно включати в загальний план розвитку підприємства з метою уникнути дублювання необхідних ресурсів.

При складанні плану в якості основи необхідно розглядати кращі технології, доступні в цій галузі. Крім того необхідно враховувати: фінансові можливості і пріоритетні напрямки, альтернативні джерела енергії, витрати на технічне обслуговування, вимоги і обмеження виробничих процесів, якість енергоресурсів, вплив на оточуюче середовище, здоров'я, ощадні технології, доступність людських і технічних ресурсів.

Можливість визначення позитивних змін в області енергоспоживання, складають енергетичний профіль, який включає список місць виникнення значного енергоспоживання і рушійної сили.

У план обов'язково включають визначення відповідальності, засоби і терміни, які індивідуальні цілі повинні бути досягнуті, виклад

## **ЗМІСТ**

методу (методики), за допомогою котрого буде оцінюватися фактичне підвищення енергоефективності.

Робочий план повинен документально підтверджуватись, періодично переглядатись і оновлюватись на щорічній основі з урахуванням останніх досягнень, змін в продуктивності підприємства або зміною пріоритетів з енергозбереження в рамках виробничого циклу.

### ***Етап 4. Документування***

Організація повинна створити, впровадити, фіксувати і зберігати документовану інформацію, підтримувати її в актуальному стані і постійно поліпшувати систему енергетичного менеджменту відповідно до вимог ISO 50001.

Система енергетичного менеджменту організації повинна включати:

- ✓ документовану інформацію, згідно з вимогами міжнародного стандарту ISO 50001;

- ✓ документовану інформацію, визначену організацією як необхідну для забезпечення результативності СЕМ і для демонстрації поліпшення енергетичних характеристик.

Ступінь подробиць і обсяг документованої інформації для СЕМ однієї організації можуть відрізнятися від іншого в залежності: від розмірів організації і характеру її діяльності, процесів, продукції та послуг; від складності процесів і їх взаємодії; від компетентності осіб.

При створенні документованої інформації і її актуалізації організація повинна відповідним чином забезпечити:

- ✓ її ідентифікацію та опис (наприклад, шляхом зазначення її заголовка, дати, авторів або облікового номера);

- ✓ її формат (наприклад, шляхом встановлення мови викладу, версії програмного забезпечення, засобів графічного зображення) і розміщення на відповідному носії (наприклад, шляхом вказівки на те, що інформація повинна бути на папері або на електронному носії);

- ✓ проведення аналізу та затвердження інформації з точки зору її придатності та адекватності;

- ✓ збереження документованої інформації в обсязі, необхідному для отримання довіри до того, що процеси були здійснені так, як було заплановано.



## ЗМІСТ

Інформація, яку необхідно збирати (або запитуватися для вимірювань, якщо це може бути застосовано), і документована інформація, яку необхідно фіксувати і зберігати, повинна включати:

- значущі змінні для областей значного використання енергії;
- споживання енергії в областях її значного використання, а також в організації в цілому;
- виробничі критерії прийнятності, що стосуються областей значного використання енергії;
- статичні фактори, якщо це може бути застосовано;
- дані, встановлені в планах дій.

План збору енергетичної інформації повинен через встановлені інтервали часу аналізуватися.

Документована інформація, яка необхідна для функціонування СЕМ і Настанови системи енергоменеджменту (яка є у наявності), повинні знаходитися під керуванням і бути:

✓ доступною і придатною для застосування будь-коли і там, де вона необхідна;

✓ адекватно захищеною (наприклад, від втрати конфіденційності, неналежного використання або втрати цілісності).

Для управління документованою інформацією організація повинна в необхідному обсязі, в якому це може бути застосовано, розглянути наступне:

• розподіл інформації, право доступу до неї, можливість її отримання, а також її використання (застосування);

• накопичення і збереження (захист) інформації, включаючи збереження її у вигляді, що дозволяє її прочитати;

• управління змінами (наприклад, управління версіями / редакціями);

• терміни зберігання і порядок знищення інформації.

Документована інформація зовнішнього походження, призначена організацією як необхідна для планування і функціонування СЕМ, повинна бути відповідним чином ідентифікована і перебувати під управлінням.

Окрім зазначених обов'язкових документів у відповідності до діяльності підприємства можуть бути додані наступні документи: інформація про законодавчі та регулюючі норми; дані професійної освіти; наявність зв'язку з акціонерами (інформаційні кампанії, прес-

## ЗМІСТ

релізи, інтернет-сайти, нагородження, презентації тощо); надання інформації з енергетичної політики компаньйонам, поставникам,; дати проведення перевірок і обслуговування енергоспоживаючого обладнання; закупка енергозберігаючого обладнання.

Право доступу може передбачати дозвіл тільки переглядати документовану інформацію або дозвіл переглядати документовану інформацію разом з повноваженнями змінювати її.

Документована інформація зовнішнього походження може включати:

- закони, норми і правила,
- договори,
- стандарти і зведення правил,
- інструкції до відповідних пристроїв,
- погодні дані,
- інформацію, що підтримує статичні фактори і значущі змінні.

Документована інформація внутрішнього походження (в межах організації/підприємства) повинна фіксувати і зберігати детальні дані про:

- ✓ енергетичну політику, сфери застосування та межі системи енергетичного менеджменту;
- ✓ цілі і енергетичні завдання;
- ✓ плани дій з досягнення своїх цілей і вирішення енергетичних завдань;
- ✓ значення вимірюваних показників рівня енергоефективності;
- ✓ базовий рівень енергоспоживання, значущі змінні і зміни базових рівнів енергоспоживання;
- ✓ виміри, моніторинг та інші способи забезпечення точності і відтворюваної інформації;
- ✓ обладнання, яке використовується для вимірювань ключових характеристик, для отримання відповідної інформації, яке забезпечувало б отримання точної і відтворюється інформації;
- ✓ компетентність персоналу, який впливає на енергетичні характеристики і СЕМ;
- ✓ запропоновані поліпшення енергетичних характеристик, внесені будь-якою особою задля удосконалення СЕМ;

## **ЗМІСТ**

- ✓ проектування нових, модифікація або реконструкція об'єктів, обладнання, систем і процесів, що відносяться до енергетичних характеристик;
- ✓ результати розслідування і заходи з реагування на відхилення в енергетичних характеристиках;
- ✓ результати моніторингу енергетичних показників;
- ✓ результати оцінки ступеня виконання (дотримання) правових та інших вимог, що ставляться до енергетичної ефективності підприємства, і всі дії, здійснені у відповідь на ці результати;
- ✓ докази реалізації програми (програм) аудиту і результатів аудиту;
- ✓ свідчення результатів аналізів з боку керівництва;
- ✓ характер невідповідностей в результатах кожної коригувальної дії.

### ***Етап 5. Впровадження та функціонування***

Для впровадження та забезпечення належного функціонування системи енергоменеджменту організація повинна використовувати плани заходів та інші вихідні дані за результатами процесу планування.

Функціонування СЕМ ґрунтується, в тому числі, на виконанні програми енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності (ПЕЕ) і передбачає в своєму складі:

- функціонування СЕМ відповідно до вимог ISO 50001, координацію поточної діяльності з боку керівництва з енергоменеджменту;
- виконання заходів ПЕЕ, спрямованих на досягнення цільових енергетичних характеристик за видами енергоресурсів і підтримання працездатності і постійного поліпшення СЕМ;
- засвідчення компетентності, підготовки та поінформованості персоналу, задіяного в СЕМ;
- використання внутрішніх і зовнішніх комунікацій для функціонування СЕМ;
- документування і ведення записів, що засвідчують дії і результати в області поліпшення енергетичних характеристик об'єктів підприємства і СЕМ;

## ЗМІСТ

- управління виробничою діяльністю з технічного обслуговування і експлуатації, пов'язаної зі значним застосуванням / використанням енергоресурсів;

- облік можливостей поліпшення енергетичних характеристик, а також необхідних для цього коштів і методів управління виробничою діяльністю, при проектуванні (розробці) нових будівель і споруд, тих, що модифікуються і реконструйованих, обладнання систем і процесів, які можуть впливати на енергетичні характеристики;

- встановлення і застосування критеріїв для відбору постачальників і пропозицій з урахуванням критеріїв енергоефективності при закупівлі послуг, продукції, систем і устаткування, енергії, які мають або можуть мати значний вплив на застосування / використання енергоресурсів;

- контроль досягнення енергетичних характеристик і результатів СЕМ, формування встановленої звітності виявлення невідповідностей, розробка і реалізація коригувальних і запобіжних дій;

На підприємстві повинні виділятися в достатній кількості ресурси для функціонування СЕМ, що формують інфраструктуру і виробниче середовище, необхідні для забезпечення діяльності і її подальшого розвитку. До таких ресурсів відносяться: людські, фінансові та інформаційні.

Важливим фактором для успішного здійснення плану дій є підтримка з боку задіяного освідченого і компетентного персоналу. Перед початком впровадження СЕМ, необхідно зосередити свою увагу на компетентності працівників, які долучаються до робіт з впровадження та функціонування системи енергоменеджменту.

Відносно компетентності та підготовки кадрів система енергоменеджменту описує вимоги до персоналу, якого може вплинути на енергоспоживання і повинен володіти певними навичками і вміннями для виконання покладених на нього зобов'язань. Керівництво повинно визначати програми професійного освіти і приймати конкретні дії для забезпечення навчання.

Окрім практичних і теоретичних знань, кожному працівнику підприємства, якого долучено до реалізації СЕМ, необхідно донести

## ЗМІСТ

важливість СЕМ, а також достатньо його вмотивувати до виконання заходів з енергозбереження.

На технічний персонал можна впливати шляхом матеріального і морального стимулювання. Деякі компанії застосовують для цього різного роду схеми: внутрішнього змагання між підрозділами, заохочення у вигляді призивів за результатами конкурсів на кращий проект або пропозицію в галузі енергозбереження, виплати грошових бонусів.

Загалом для реалізації цієї вимоги до персоналу підприємства можуть запроваджувати наступний комплекс заходів:

- виявлення в процесі щорічного енергетичного аналізу персоналу, який має суттєвий вплив на використання / застосування енергії;

- визначення кваліфікаційних вимог до вищевказаних категорій персоналу;

- закріплення і облік необхідних вимог до персоналу (закріплення функцій і відповідальності, актуалізація посадових інструкцій і положень про підрозділи, профілів посади, критеріїв відбору нових співробітників при прийманні на роботу);

- проведення оцінки персоналу з метою виявлення потреби в підвищенні кваліфікації та навчанні;

- розробка планів розвитку персоналу з урахуванням виявленої потреби;

- реалізація і контроль реалізації затверджених планів розвитку персоналу, оцінка результатів;

- включення до складу КПЕ, які щорічно встановлюються керівниками і фахівцями за показниками оцінки результативності енергоменеджменту, наприклад, таких показників як «споживання електроенергії на власні потреби», «виконання заходів ЗПЕЕ» та ін.;

- моральне стимулювання працівників, що реалізують енергозберігаючі заходи: нагородження грамотою, листом подяки тощо, публікації матеріалів про працівників, які особливо відзначилися в області енергозбереження і підвищення енергоефективності в корпоративних інформаційних джерелах;

- забезпечення належного рівня інформування персоналу і зацікавлених сторін з використанням системи внутрішніх і зовнішніх комунікацій.

## ЗМІСТ

Для функціонування СЕМ на підприємстві повинна бути впроваджена система комунікацій, що забезпечує проходження необхідної інформації по ієрархії управління.

Прикладом забезпечення внутрішніх комунікацій в організації чи на підприємстві є використання наступних комунікаційних каналів та можливостей:

- ✓ наради з питань енергоефективності та енергозбереження за участю відповідальних за СЕМ осіб, керівників підрозділів, задіяних в СЕМ;
- ✓ конференції, семінари, тренінги з систем менеджменту;
- ✓ підготовка та інформування співробітників;
- ✓ введення в дію розпорядчої документації в області СЕМ;
- ✓ канали обміну інформацією та система зворотного зв'язку між СЕМ і співробітниками, в тому числі з питань планування діяльності та звітності з виконанням;
- ✓ інформаційні стенди для співробітників;
- ✓ офіційна і робоча взаємодія між керівниками підрозділів в межах СЕМ;
- ✓ розробка, підтримка в актуальному стані і доведення до відома учасників СЕМ спеціальних пам'яток в області енергоменеджменту;
- ✓ розміщення інформації на інформаційних порталах підприємства, офіційному сайті;
- ✓ розміщення інформації по каналах зовнішніх комунікацій, орієнтованих на взаємодію з громадськістю.

Кожного співробітника підприємства потрібно проінформувати про енергетичну програму; створити потенціал для реалізації плану дій – сприяти підвищенню кваліфікації співробітників, забезпечити доступ до інформації та передового досвіду.

На промислових підприємствах чи в організації необхідно забезпечити внутрішній обмін інформацією. Потрібно розробити та запровадити процес обміну та доступу до інформації, при якому кожен працівник підприємства може отримувати та вносити власні пропозиції щодо енергоефективності. Інформація має бути належної якості та актуальною.

Увесь персонал підприємства повинен бути ознайомлений з прийнятою на підприємстві енергетичною політикою, системою

## ЗМІСТ

енергоменеджменту та енергетичними параметрами, кожен повинен усвідомлювати, як його діяльність впливає на енергоспоживання.

При впровадженні системи енергоменеджменту організація повинна забезпечувати ведення та збереження інформації для фіксації основоположних елементів СЕМ та їх взаємодії на будь-яких інших носіях.

Для опису основних елементів СЕМ і їх взаємодії на підприємстві повинна бути розроблена, впроваджена і підтримуватися в актуальному стані система нормативних документів СЕМ.

Свідченням розробки і впровадження документів СЕМ є введення її в дію наказом по підприємству, документування поточної діяльності СЕМ, регулярний перегляд і актуалізація документів СЕМ.

Нормативні документи СЕМ повинні розроблятися з урахуванням вимог стандарту ISO 50001, чинного законодавства та нормативних вимог у галузі енергозбереження, документами систем менеджменту при інтеграції системи енергоменеджменту.

Окрім вимог до персоналу, взаємообміну інформацією та документації для виконання плану дій з енергоефективності підприємство повинно визначити, спланувати і керувати проведенням операцій, пов'язаних зі значним споживанням енергії.

Для виявлених виробничих і експлуатаційних процесів, пов'язаних зі значним застосуванням / використанням енергоресурсів, повинні бути розроблені відповідні заходи, процедури організаційного і технічного характеру, орієнтовані на запобігання або зменшення перевитрат енергетичних ресурсів.

До опису заходів у виробничій діяльності і технічному обслуговуванні будівель і споруд, процесів, систем і обладнання, можна віднести:

- ✓ плани технічного обслуговування машин і механізмів, систем, споруд та обладнання;

- ✓ періодичність обслуговування систем і устаткування і характеристики змісту та обслуговування;

- ✓ зазначення підрозділів і співробітників, відповідальних за експлуатацію та технічне обслуговування систем, споруд та обладнання;

- ✓ графіки перевірок обладнання з описом порядку перевірки.

Забезпечення функціонування будівель та споруд, процесів, систем і обладнання, здійснення діяльності з забезпечення технічного

## ЗМІСТ

обслуговування відповідно до встановлених критеріїв, повинно здійснюватися за рахунок:

- включення таких критеріїв до складу технічної документації, що регламентує забезпечення безпеки на всіх етапах життєвого циклу діяльності підприємства (обов'язкових і рекомендованих до використання);
- закріплення відповідальності підрозділів (керівників підрозділів) за конкретними запланованими заходами, що дозволяє персоніфікувати відповідальність за досягнення в процесі технічного обслуговування і функціонування будівель та споруд, процесів, систем і обладнання;
- обліку в системі мотивації і оцінки персоналу результативності виконання заходів і дотримання вищевказаних критеріїв.

Підприємство повинне володіти певним набором дій (процедур) для забезпечення контролю за ситуаціями, при яких відсутність таких дій може призвести до відхилення від прийнятої енергетичної політики і до невиконання завдань. Ці процедури супроводжуються набором критеріїв і мають підтримувати стандартні зовнішні чинники: тиск, температура, вологість і т.д., які обов'язково піддаються контролю при пуску обладнання в роботу і завершення операції, оптимізації режимів експлуатації; технічному обслуговуванні; ремонтному обслуговуванні; модернізації чи повної заміні устаткування.

Підприємство оцінює можливості з підвищення енергоефективності при розробці проектів капремонту, модифікації і оновлення, створення нових виробництв, обладнання, систем і процесів, пов'язаних із значним споживанням енергії.

Поліпшення енергетичних показників при проектуванні може здійснюватися при реалізації проектних робіт силами фахівців самого підприємства і / або при виконанні проектних робіт силами сторонніх виконавців (постачальників послуг).

Для забезпечення енергоефективних заходів при проектуванні (розробці) будівель і споруд підприємство повинно керуватися наступними вимогами:



## ЗМІСТ

✓ будівлі і споруди повинні бути спроектовані і побудовані таким чином, щоб в процесі їх експлуатації забезпечити ефективне використання енергетичних ресурсів, і запобігти нераціональній їх витраті;

✓ у проектній документації повинні бути передбачені рішення по окремих елементах, будівельних конструкцій і споруд, властивостях таких елементів і будівельних конструкцій, а також з використанням в будівлях і спорудах пристроїв, технологій і матеріалів, що дозволяють виключити нераціональну витрату енергетичних ресурсів в процесі експлуатації будівель і споруд;

✓ у проектній документації повинно бути передбачено обладнання будинків і споруд приладами обліку використовуваних енергетичних ресурсів;

✓ оснащёність будівель і споруд приладами обліку використовуваних енергетичних ресурсів має забезпечуватися шляхом вибору в проектній документації оптимальних функціонально-технологічних, конструктивних та інженерно-технічних рішень;

✓ експлуатація будівель і споруд повинна бути організована таким чином, щоб забезпечити відповідність будівель і споруд вимогам енергетичної ефективності протягом усього терміну експлуатації.

Враховання вимог до процесу «проектування» при розробці та введенні в дію технічних документів повинно здійснюватися на підприємстві на основі: керівних документів підприємства; технічної нормативної документації, включаючи ТУ на ремонт виробів виробничо-технічного призначення; програм і регламентів технічного обслуговування і ремонту устаткування і систем; інструкцій щодо забезпечення якості розроблюваної на підприємстві конструкторської документації на виробі, вузли, деталі, пристосування, призначені для обслуговування і ремонту встановленого і діючого устаткування і трубопроводів.

Закупівля і використання обладнання, систем і технологій, що забезпечують мінімальне, технологічно і економічно обґрунтоване споживання енергетичних ресурсів є одним із завдань підприємства в області енергозбереження і підвищення енергоефективності. Дане зобов'язання поширюється, в тому числі, на послуги в галузі проектування будівель і споруд, обладнання, процесів.

## **ЗМІСТ**

Результати оцінки економічного обґрунтування закупівель обладнання повинні бути внесені в специфікацію, технічне завдання і планування закупівельної діяльності за відповідним проектом.

При проведенні закупівель можливе встановлення вимог про необхідність зазначення в типовій формі наступної інформації:

клас енергетичної ефективності (при наявності відповідної класифікацій) продукції;

техніко-економічні показники та показники енергоспоживання, енергозбереження та енергоефективності (за наявності таких вимог) продукції, включаючи кількісні значення відповідних показників.

Додатково до зазначених показників (критеріїв) можуть бути передбачені критерії оцінки обсягів застосування / використання і споживання ними енергії (енергоресурсів), а також їх енергетичної ефективності протягом запланованого або очікуваного періоду використання / застосування цієї продукції, обладнання або послуг. Свідченням наявності таких вимог є відповідні записи.

### ***Етап 6. Оцінка енергоефективності***

Будь-яка організація чи підприємство повинні забезпечити періодичне проведення оцінки ключових характеристик операцій, які визначають енергетичні характеристики, що включає їх моніторинг, вимірювання та аналіз. Всі ключові характеристики виробничого процесу, ті які визначають енергоефективність, аналізуються та фіксуються. Ключові характеристики мають охоплювати щонайменше:

- показники використання енергії та ін. результати енергетичного аналізу;
- параметри, які суттєво впливають на енерговикористання;
- показники енергоефективності;
- дієвість планів заходів щодо досягнення поставлених цілей та завдань щодо енергоефективності;
- результати аналізу фактичного енергоспоживання, порівняно з запланованим чи очікуваним.

Оцінка найбільш енергоємних процесів повинна здійснюватися так часто, як дозволяють показники енергоспоживання. Такими показниками є:

- енергоємність випуску продукції;

## ЗМІСТ

- паливоємність, електроенергоємність, теплоенергоємність випуску продукції;
- середня ціна одиниці спожитих ПЕР;
- коефіцієнт корисного використання енергії;
- енергоємність основних виробничих фондів;
- енергоємність валової доданої вартості;
- вартість спожитих ПЕР на одиницю обсягу випуску продукції;
- частка витрат ПЕР у собівартості продукції, робіт, послуг, %;
- частка витрат на ПЕР в обсязі проміжного споживання (випуску), %;
- коефіцієнт енергоозброєності праці.

Оцінка прогресу в енергозберіганні ґрунтується на аналізі потоку інформації про споживання енергоресурсів та дозволяє своєчасно визначати і вносити потрібні корективи в план дій. Життєздатність всієї СЕМ залежить від повноти, достовірності, оперативності та форми подання цієї інформації.

Оцінюється ефективність проведених заходів, вносяться корективи і розробляються додаткові заходи з енергозбереження. Далі підраховуються та розподіляються зекономлені кошти.

Для підтримання розробленої СЕМ та її вдосконалення потрібно здійснювати збір інформації для її аналізу керівництвом; проводити аналіз керівництвом для гарантування безперервного вдосконалення.

В залежності від вимог та нормативів на підприємстві кількість документів СЕМ може варіюватись, але її мінімальна кількість включає:

- ✓ енергетичний профіль;
- ✓ робочий план;
- ✓ проектну документацію енергогосподарства підприємства;
- ✓ базове енергоспоживання;
- ✓ ключові характеристики виробничих процесів, які визначають енергоефективність;
- ✓ режимні добові графіки електричного (теплового) навантаження та графіки споживання ПЕР (за місяць, квартал, рік);
- ✓ дані моніторингу енергоресурсів;
- ✓ фінансово-економічні показники підприємства;
- ✓ методи визначення значного енергоспоживання;

## ЗМІСТ

- ✓ методи визначення та оновлення показників;
- ✓ енергетичний паспорт підприємства, а також енергетичні паспорти окремих споживачів ПЕР;
- ✓ наявність відповідної освіти у персоналу, потреба в навчанні, в підвищенні компетентності, обізнаності у напрямку енергоефективності;
- ✓ оцінка енергоефективності для розробки (чи купувати), модифікації та оновлення енергосистем, енергообладнання, енергетичних об'єктів;
- ✓ експлуатаційну документацію на енергоспоживаюче обладнання (паспорти, специфікації, технологічні регламенти, формуляри, режимні карти тощо);
- ✓ документацію щодо проведених налагоджувальних, випробувальних і ремонтних робіт енергоспоживаючого обладнання;
- ✓ річні програми енергозбереження (плани організаційно-технічних заходів щодо економії ПЕР) і звіти по їх виконанню;
- ✓ оцінка правових та інших відповідностей;
- ✓ коректуючі та запобіжні дії;
- ✓ результати внутрішніх аудитів енергоменеджменту (звіти – Додаток В, додаток Г);
- ✓ результати опитування та анкетування керівництва і персоналу підприємства.
- ✓ перевірки енергоменеджменту вищим керівництвом.

Обладнання, що використовують для моніторингу та вимірювання повинно надавати достовірні дані. Тому виробник повинен виконувати та домовлятися, щоб виконувалось періодичне і систематичне перевіряння ЗВТ згідно з вимогами законодавчих і нормативних документів для надання гарантій виконання якісних та точних вимірювань.

Для забезпечення точної, достовірної інформації, яка відтворюється, до ЗВТ виставляють наступні вимоги:

✓ засоби вимірювання, випробувальне та допоміжне обладнання, що застосовується для проведення моніторингу та вимірювань, повинні бути укомплектовані заводською експлуатаційною документацією, яка регламентує технічне

## ЗМІСТ

обслуговування, технічний ремонт, повірку, калібрування, градуювання;

✓ повірка, калібрування і градуювання, технічне обслуговування ЗВТ, перевірка технічних характеристик допоміжного обладнання повинні бути проведені у відповідності з річними графіками, затвердженими в установленому порядку;

✓ ЗВТ і допоміжне обладнання повинні мати діючі свідоцтва про повірку або відбитки повірочного тавра, технічні паспорти із зазначенням типу ЗВТ, заводського номера, дати виготовлення та введення в експлуатацію, відомості про технічне обслуговування, ремонт, повірку та міжповірочний інтервал.

Постійна справність і готовність до застосування ЗВТ на підприємстві забезпечується їх повіркою, технічним обліком, регулюванням і ремонтом, контролем стану, правильним обігом і зберіганням. В кожній організації повинен здійснюватися метрологічний облік всіх засобів вимірювальної техніки, своєчасне вилученням із застосування засобів вимірювання, що відмовили, списанням застарілих засобів та оновленням парку ЗВТ [50].

Процедура формування звітності та аналізу результатів передбачає, що результати моніторингу повинні документуватися у вигляді звітів про виконання заходів і досягнутих результатів: таблицях про досягнення цільових показників за звітний період (додаток Д) і звіту про функціонування СЕМ (додаток Е).

Звіт про функціонування СЕМ повинен містити відомості про виконання показників результативності енергоменеджменту та результати виконання планових заходів щодо СЕМ.

Процедури аналізу припускають зіставлення поточних значень енергетичних характеристик з базовими значеннями. Порядок проведення аналізу, використання і споживання енергоресурсів, визначення поточних енергетичних характеристик підприємства і їх документування, як правило, встановлено Методикою (процедурою) енергетичного аналізу.

Процедура управління невідповідностями в процесі моніторингу, вимірювання та аналізу передбачає, що дані моніторингу та вимірювальної техніки повинні використовуватися для виявлення невідповідностей, визначення взаємозв'язку між рівнем енергоспоживання і відповідними змінними величинами

## ЗМІСТ

(параметрами, характеристиками), значно впливають на застосування / використання і споживання енергоресурсів.

Підприємство повинно забезпечувати періодичну перевірку і оцінку відповідності своєї діяльності правовим (законодавчим і нормативним) вимогам, а також іншим вимогам, які належать до використання і споживання енергоресурсів. У разі виявлення невідповідностей – розробка і реалізація необхідних коригувальних і запобіжних дій, спрямованих на забезпечення і підтримання відповідності. Форма невідповідностей наведено у Додатку Ж.

Результати аналізу повинні документуватися у вигляді звіту про оцінку відповідності СЕМ правовим та іншим вимогам, сформованим за формою Додатка Г. До змісту звіту повинен наводитись перелік виявлених невідповідностей з рекомендаціями, спрямованими на забезпечення відповідності, а також повинна даватися оцінка щодо відповідності діяльності правовим (законодавчим і нормативним) і іншим вимогам.

У разі виявлення невідповідностей за результатами оцінки повинні розроблятися заходи, спрямовані на забезпечення відповідності, які повинні документуватися в програмі енергозбереження і підвищення енергоефективності.

Для встановлення факту, що СЕМ відповідає запланованим заходам у сфері енергетичного менеджменту та вимогам стандарту ISO 50001, відповідає встановленим енергетичним цілям і завданням та результативно запроваджена, дієва і поліпшує енергетичні характеристики організація має провадити з запланованою періодичністю внутрішні аудити.

Проведення внутрішніх аудитів повинне здійснюватися з дотриманням наступних принципів:

- незалежність внутрішніх аудиторів від об'єктів діяльності і від керівництва структурних підрозділів, які перевіряються;
- системність, комплексність, об'єктивність проведення аудита;
- обов'язок дотримання конфіденційності і документування матеріалів аудиту.

Внутрішні аудити можуть бути плановими і позаплановими. Планові аудити повинні проводитися не рідше одного разу на два роки, плануватися на стадії щорічного енергетичного планування.

## ЗМІСТ

При виявленні відхилень (невідповідностей) члени аудиторської групи повинні переконатися у відсутності даних відхилень (невідповідностей) в протоколах реєстрації раніше проведених внутрішніх аудитів. Якщо встановлені повторні відхилення (невідповідності), члени аудиторської групи повинні перевірити наявність виконаних коригувальних дій (заходів) для їх усунення. За результатами аудиту керівник аудиторської групи повинен скласти звіт про внутрішній аудит.

В рамках постійного поліпшення СЕМ на підприємстві повинно здійснюватися управління невідповідностями в галузі енергоефективності та енергоменеджменту в цілях реагування на існуючі та потенційно можливі невідповідності.

Управління невідповідностями має здійснюватися в процесі реалізації наступних процедур енергоменеджменту:

- а) забезпечення постійного поліпшення енергетичних характеристик і СЕМ;
- б) щорічного енергетичного планування та реалізованого в його рамках енергетичного аналізу;
- в) аналізу відповідності СЕМ правовим та іншим вимогам;
- г) моніторингу, вимірювання та аналізу СЕМ;
- д) внутрішнього аудиту СЕМ;
- е) аналізу СЕМ з боку керівництва.

Для надання доказів відповідності вимогам СЕМ і стандарту ISO 50001, організація повинна створити та вести протоколи (записи), необхідні а також записи щодо досягнених у сфері енергоефективності результатів.

Протоколи повинні бути розроблені чіткими, ідентифікованими й зберігатись так, щоб мати можливість відстежити певну діяльність.

Документування інформації (ведення запису, обліку) в рамках СЕМ має дозволяти керувати процесом безперервного поліпшення СЕМ, в тому числі забезпечуючи:

- ✓ отримання достовірних відомостей про функціонування СЕМ;
- ✓ виявлення та фіксування невідповідностей СЕМ ISO 50001;
- ✓ корекцію виявлених невідповідностей;
- ✓ своєчасне виявлення причин невідповідностей, їх аналіз, розробку і реалізацію коригувальних і попереджачих дій (заходів);

## ЗМІСТ

✓ отримання необхідних відомостей для оцінки енергетичної результативності заходів, що забезпечують ефективне функціонування і вдосконалення СЕМ.

Найвище керівництво повинно періодично аналізувати СЕМ організації для забезпечення постійної її придатності, адекватності та ефективності.

Метою аналізу з боку керівництва є забезпечення послідовного поліпшення й адаптації СЕМ. Аналіз має на увазі критичну оцінку окремих елементів СЕМ і її загального функціонування з точки зору здатності системи відповідати енергетичної політики і забезпечувати виконання поставлених завдань в області енергоефективності.

Вхідні дані в своєму складі мають містити:

✓ результати реалізації заходів, вжитих за підсумками попереднього критичного аналізування з боку керівництва (звіт про функціонування СЕМ);

✓ дані, отримані за результатами енергетичного аналізу і планування, в тому числі:

- дані про прогнозовані енергетичні характеристики на майбутній період;
- результати аналізу ЕП (звіт про функціонування енергетичного менеджменту);
- результати оцінки відповідності правовим (законодавчим і нормативним) вимогам і внесеним в них змін, а також іншим вимогам, з якими підприємство погодиться (звіт про оцінки відповідності правовим і іншим вимогам);
- результати аналізу енергетичних характеристик і пов'язаних з ними параметрів і характеристик, що впливають на використання / застосування і споживання енергоресурсів;

✓ результати досягнення енергетичних цілей і вирішення енергетичних завдань (зведені таблиці досягнення цільових показників за звітний період);

✓ статус стану виконання та ефективності, коригувальні та запобіжні дії (звіт про функціонування СЕМ);

✓ результати зовнішніх і внутрішніх аудитів СЕМ (звіти за результатами аудитів);



## ЗМІСТ

✓ результати виконання програм підвищення компетентності і інформування персоналу в області СЕМ;

✓ рекомендації з поліпшення СЕМ.

За результатами аналізу має бути сформовано висновок про стан СЕМ з одного з наступних варіантів:

СЕМ результативна;

СЕМ досить результативна – можливі поліпшення;

СЕМ недостатньо результативна – потрібні поліпшення;

СЕМ нерезультативна.

Така оцінка є підставою для реорганізації СЕМ з метою приведення її у відповідність до вимог ISO 50001 та про початок нового циклу розробки і впровадження СЕМ.

## 2.2. Енергоаудит – інструмент енергоменеджменту

Енергетичний аудит – це процедура, метою якої є оцінка резервів економії ПЕР, і розробка найбільш технічно і економічно доцільних заходів щодо підвищення ефективності використання ПЕР. Енергетичний аудит використовується як один з інструментів енергоменеджменту.

За визначенням Директиви Європейського Союзу (2012/27/ЄС) [31] «Енергетичний аудит – це систематична процедура, що проводиться з метою отримання належного розуміння стану споживання енергії та виявлення кількісної оцінки економічно доцільних можливостей енергозбереження». При цьому потрібно звернути увагу до слова *систематична процедура*. Існує думка, що слова систематична процедура являється результатом некоректного перекладу з оригіналу. Можливим є й інший варіант перекладу, який трактує ці слова, як *системна процедура*.

На наш погляд є абсолютно вірним й те, що енергоаудит має бути *системним* й те, що *систематичним*.

Системний енергоаудит – енергоаудит, побудований за певною системою чи виконується відповідно до певного системного підходу.

Систематичний енергоаудит – енергоаудит, виконання якого постійно повторюється, виконується регулярно.

Після проведення первинного енергетичного аудиту необхідно постійно здійснювати певні коригування. Вони можуть мати різні

## ЗМІСТ

назви: передпроектні пропозиції, внесення змін до проекту, звіт про впровадження енергоефективного заходу, звіт про проведення пусконаладжувальних робіт та інше – все це продовження робіт по досягненню енергетичної ефективності та заощадження енергії.

Енергетичний аудит є фундаментальною частиною програми енергетичного менеджменту будь-якої організації, яка бажає контролювати свої витрати на енергію. Побудова повної та деталізованої програми енергетичного аудиту є складною й трудомною, але необхідною процедурою для ідентифікації основних видів виробничих процесів, що використовують енергію. В той же час енергоаудит є першим кроком у організації енергетичного менеджменту на підприємстві. Хоч на практиці використовуються два споріднені поняття – енергоаудит і енергетичне обстеження, вони відрізняються за спонукальними мотивами (перший проводиться з ініціативи споживача паливно-енергетичних ресурсів, друге – згідно з обласним або центральним планом держустанов), метою обох випадків є: оцінка ефективності використання енергетичних ресурсів, розроблення рекомендацій зі зниження витрат на паливо і енергозабезпечення та отримання ефекту від їх впровадження.

Таким чином, енергетичний аудит споживачів ПЕР можна розглядати як технічне інспектування енергогенерування та енерговикористання на дослідному об'єкті з метою визначення ймовірної економії енергії та запровадження заходів для досягнення визначеної економії.

Мета енергетичного аудиту (ЕА) – допомога суб'єктам господарської діяльності у визначенні рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, своєї політики з енергозбереження, потенціалу енергозбереження, в розробці нормативів питомих та науково-обґрунтованих норм витрат, енергобалансів, розробці заходів з енергозбереження, їх оцінці впливу на охорону праці й та довіклля фінансовій оцінці.

Енергетичний аудит поділяється за видами:

- ✓ за масштабами проведення – локальний і загальний;
- ✓ за ініціативою проведення – обов'язковий і добровільний;
- ✓ за суб'єктами ЕА – зовнішній (незалежний) та внутрішній (залежний);
- ✓ за призначенням – первинний, періодичний, попередній, повторний, додатковий, експрес-аудит, контрольний, специфічний.

## ЗМІСТ

Вартість проведення енергоаудиту визначається договірною ціною. Договірна ціна визначається згідно з калькуляцією накладних витрат, які включають:

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

Під час проведення енергоаудитів промислових підприємств розв'язуються такі завдання: аналіз фактичного стану та ефективність енерговикористання, встановлення причин втрат або неефективних витрат енергії, їх класифікація та оцінювання; встановлення раціональних обсягів енергоспоживання у виробничих процесах і установках; встановлення оптимальних напрямів, засобів та обсягів використання первинних та вторинних енергоресурсів (Додаток 3); оцінювання резервів для збереження енергії — потенціалу енергозбереження; встановлення можливості покращання режимів технологічного та енергетичного обладнання; розробка або уточнення норм витрат ПЕР на виробництво продукції, виконання робіт, надання послуг; організація або вдосконалення систем обліку і контролю витрат енергії; рекомендації щодо встановлення нового обладнання та вдосконалення технологічних процесів [54].

Проведення енергетичних обстежень призводить до запобігання впровадження енерговитратних технологій, виготовлення та закупівлі енерго-витратної техніки, обладнання, приладів, побутової техніки, пов'язаних з видобуванням, виробництвом, переробкою, зберіганням транспортуванням та використанням усіх видів ПЕР; встановлення об'єктивно необхідного обсягу споживання ПЕР на одиницю виробленої продукції, виконаних робіт або наданих послуг з урахуванням особливостей конкретного виробництва.

Узагальнена схема проведення енергетичних обстежень та аудитів показана на рис. 2.7 [55].

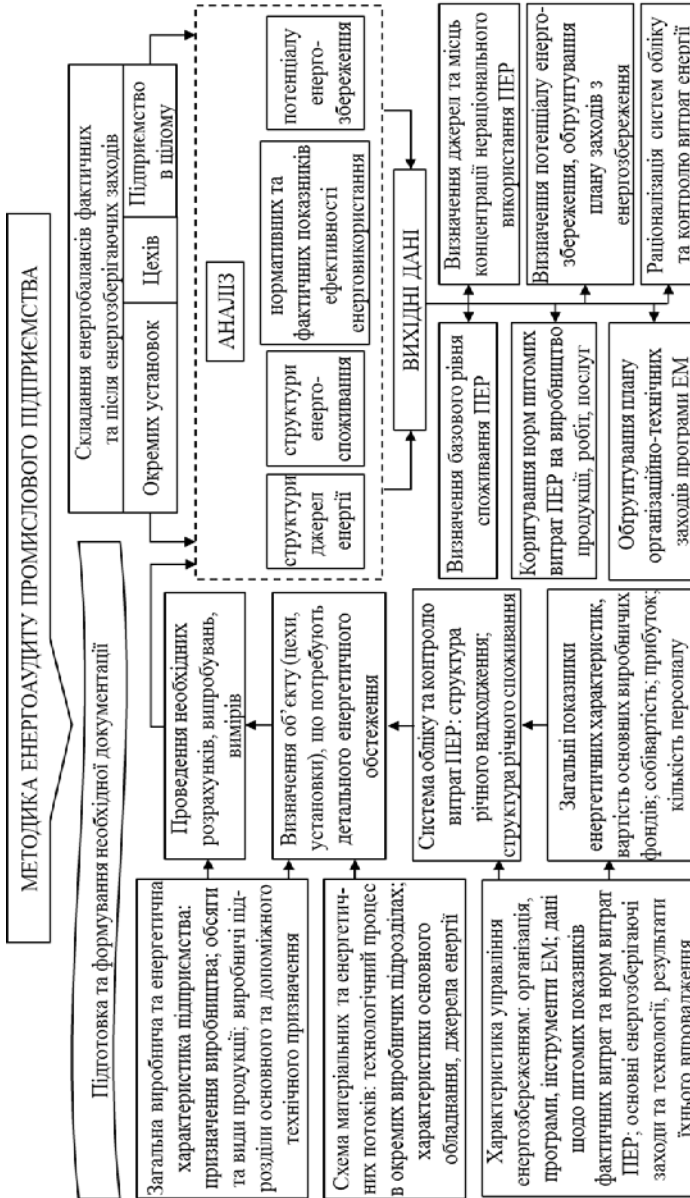


Рис. 2.7 – Структурна схема проведення енергетичних обстежень та аудитів

## ЗМІСТ

Визначення фактичного стану об'єктів у натуральному виді, їхнє зіставлення (бенчмаркінг) і 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.

У вирішенні проблем управління широко використовують методи математичної статистики, системний аналіз, метод експертних оцінок, бенчмаркінг, програмно-цільовий підхід, тощо. У багатьох напрямках енергоаудиторської діяльності досягають мети за допомогою економіко-математичних методів. Усі ці прийоми і методи стосуються й всіх галузей знань.

Статистичні методи передбачають визначення динаміки процесів. При цьому використовуються як звітна інформація підприємства, так і таблиці, розроблені аудиторською фірмою.

Проведення відповідних вимірювань передбачає експериментальний метод. При цьому потрібно використовувати, як існуюче вимірювальне обладнання підприємства так і специфічне обладнання енергоаудиторської компанії.

Аналітичний метод потребує математичного аналізу в період проведення енергетичних вимірювань та на стадії оформлення звіту з енергетичного аудиту [56].

Саме енергетичний аудит забезпечує функціонування окремих складових, як єдиного комплексу, що має назву енергосервіс.

Існує безліч чинників, що визначають важливість і доцільність проведення енергетичного обстеження, пояснюють, чому користувачеві енергії варто довіряти його результатам. Особливо важливим аспектом при проведенні енергоаудиту є додаткова вигода від того, що дослідження проводиться кваліфікованим фахівцем, а не випадковим працівником компанії.

Результатом енергоаудиту може бути:

- висновок про якість одержуваних енергоресурсів, особливо електроенергії;
- рекомендації з впровадження заходів і технологій енергозбереження;
- рекомендації з проведення заходів (в тому числі змін до технології), спрямованих на підвищення енергоефективності продукції, що випускається;

## ЗМІСТ

– рекомендації із заміни енергоресурсів, що споживаються іншими видами ресурсів (наприклад, електроенергії на обігрів теплом або гарячою парою).

Основними завданнями енергоаудиту є визначення, яким чином працюють енергосистеми зараз, знаходження шляхів поліпшення і визначення ефективності пропонуваніх заходів. ASHRAE (Американське товариство інженерів з опалення, охолодження та кондиціонування повітря) визначило три прогресивних рівня або типи енергоаудиту [58, 59]. ASHRAE і його члени спеціалізуються на будівельних технологіях, технологіях енергетичної ефективності, системах вентиляції (повітроочистки) і розвитку промислового виробництва.

ASHRAE рівень 1 – це попередній аудит. Аудит 1-го рівня альтернативно іменується або «простим аудитом» або «скринінг аудитом» і є основною відправною точкою для оптимізації споживання енергії.

Такий аудит включає в себе коротке опитування обслуговуючого персоналу, аналіз витрат на комунальні послуги на об'єкті, інші операційні дані, а також простий огляд будівлі в цілому. ASHRAE 1-й рівень орієнтований на виявлення потенціалу зменшення споживання енергії, з урахуванням загальної конфігурації будівлі і виду енергетичних систем. Аудит повинен призвести до попереднього енергоаналізу всього об'єкта і короткої доповіді з детальним викладенням результатів, які можуть включати в себе ідентифікацію різних можливостей підвищення ефективності. Зазвичай цей звіт не дає повних рекомендацій, крім очевидних помилок у операційній діяльності.

Аудит ASHRAE 1-й рівень призначений для того, щоб допомогти зрозуміти, як будівля споживає енергію у порівнянні з аналогічними; створити підґрунтя для вимірювання поліпшень; вибрати основу для прийняття рішень щодо подальшого обстеження; окреслити коло потенційних фінансових стимулів, доступних з федеральних, державних і місцевих джерел.

Наступним кроком для більшості об'єктів є ASHRAE рівень 2. Рівень 2 починається з аналізів висновків аудиту 1-го рівня і оцінює енергетичні системи для цілей потенційного підвищення енергоефективності. Цей аналіз повинен включати обстеження будівлі, систем опалення, освітлення, вентиляції та кондиціонування

## ЗМІСТ

повітря, гарячої води, систем закачування і стиснення повітря (для виробництва, сервісу послуг, або переробних потужностей). Це дослідження починається з детального аналізу споживання енергії для збирання кількісних даних, аналізу сезонних коливань і енергетичних витрат.

Дослідження також має включати в себе оцінку освітлення, якості повітря, температури, вентиляції, вологості, та інших умов, які можуть вплинути на показники енергоефективності та комфорт. Цей процес також включає в себе детальні обговорення з власником будівлі (підприємства) та мешканцями (працівниками) для дослідження потенційних проблемних областей та уточнення фінансових і інших цілей програми.

Результатом аудиту 2-го рівня повинен бути звіт, що описує різні заходи, в тому числі маловитратні, щодо енергоефективності, зміни в системі управління і автоматизації будівель, процесів, оперативні зміни і потенційні заходи щодо оновлення основного капіталу. Висновки повинні включати загальні витрати і показники ефективності для оцінки пропонованих заходів та прийняття рішень.

Багато з виявлених заходів ASHRAE аудиту 2-го рівня можуть бути швидко реалізовані з різною фінансовою окупністю для власника. Інші заходи потребують більш детального аналізу витрат і результатів, які важливі для власника. Аудит повинен визначити наступні кроки для виконання цього аналізу і прийняття рішень або шляхом обговорення з виробниками або постачальниками або, в разі значних фінансових вкладень, за допомогою наступного рівня аудиту - ASHRAE рівень 3.

Деякі із заходів оновлення системи або модернізації виявлених Аудитом 2-го рівня можуть потребувати значних інвестицій капіталу, оновлення персоналу та інших обмежених ресурсів. Перед тим, як здійснити інвестиції, власник підприємства повинен мати більш ретельний і детальний аналіз розуміння переваг, витрат і очікувань продуктивності. Це мета «інвестиційного класу» ASHRAE аудиту 3-го рівня.

ASHRAE аудит 3-го рівня фокусується на комп'ютерному моделюванні енергосистеми всієї будівлі. Цій вид аудиту включає в себе набагато більший детальний збір даних протягом декількох тижнів або місяців.

## ЗМІСТ

Реєстратори даних зазвичай розміщуються тимчасово для контролю роботи насосів і двигунів, температури приміщень, рівня освітленості та інших факторів. Ці дані використовуються для калібрування комп'ютерної моделі об'єкта так, щоб комп'ютерна модель могла проводити імітаційні розрахунки. Таке калібрування перевіряється і підтверджується протягом року і більше для аналізу зміни споживання енергії в результаті зміни потужності виробництва і інших параметрів. Дана модель дозволяє підтримувати зважені інвестиційні рішення.

Для отримання інформації на конкретному підприємстві про те, де саме і в якій кількості споживається енергія, необхідно ґрунтовно ознайомитися з виробничим процесом на об'єкті. Як правило, для отримання цих даних необхідне обговорення з керівництвом виробничих ділянок, екскурсія на підприємство і складання схеми технологічного процесу. Для кожного елемента блок-схеми технологічного процесу визначається вхідні потоки енергії і сировини, потоки виробів, а також відгалуження і втрати.

Важливе значення має організація виробничого процесу на підприємстві. Як воно працює, в одну зміну чи дві, цілодобово? Якщо мова йде про дискретні процеси, то коли вони починаються і коли завершуються? З чим це пов'язано?

Відповіді на питання можна отримати лише під час бесід на виробництві з ключовими особами, найчастіше це:

- менеджери виробництва;
- технологи;
- диспетчери технологічного процесу;
- менеджери технічного обслуговування;
- інженери проекту;
- співробітники планового відділу;
- бухгалтери з обліку витрат на виробництво.

Дуже важливо переговорити зі згаданими працівниками, бо вони часом знають більше, ніж керівники. У спілкуванні з ними треба детально пояснити причини та мету проведення аудиту, в чому він полягає. Варто ставити якомога більше запитань, а до відповідей потрібно ставитися критично. Наприклад, цікаво з'ясувати, чи бачать працівники свої можливості впливати на енергетичне споживання?

Аудитор повинен дивитися на речі комплексно, задавати питання і пробувати дискутувати. Разом з тим не варто створювати



## ЗМІСТ

враження, що аудит повністю вирішує проблеми витрат підприємства на енергоресурси.

На схемі технологічного процесу умовно зображують ключові етапи, через які проходить сировина до перетворення на кінцевий продукт виробництва і зв'язки між цими етапами. Також, обов'язково мають бути показані основні види енергії, які використовуються та місця їх вводу. Кожен виділений етапів (або підрозділ виробництва) розглядають як окремий об'єкт обстеження. В якості прикладу наведено блок-схему виробництва сульфатної целюлози з позначенням видів енергії (рис. 2.8). Далі є визначення основних ділянок, агрегатів споживання електричної та теплової енергії яких повністю відноситься на виробництво даного конкретного виду продукції.

На всіх об'єктах, де проводиться енергоаудит, повинно бути вимірювальне обладнання. По меншій мірі, це можуть бути лічильники на підприємстві, за якими здійснюють розрахунки за комунальні послуги. Певні підприємства можуть мати розвинену мережу додаткових лічильників. Разом з тим, завжди є можливість застосовувати тимчасові портативні вимірювальні прилади. Безпосереднє вимірювання саме витрат енергії здійснюють лічильники електроенергії. Наприклад, амперметр чи струмовимірювальні лещата вимірюють лише один показник споживаної енергії, зокрема – струм. Теплову концентрацію енергії можна вимірювати термометром. Визначити енергію, яка використана на нагрівання води, можна за показниками лічильника гарячої води. Вимірюючи параметри викидів – димових газів, можна визначити небажані втрати енергії.

Навіть якщо неможливо безпосереднє вимірювання витрат енергії, існують опосередковані методи їх оцінки. Такі методи базуються на законах фізики і здійснюються за допомогою простого і недорогого оснащення.

При проведенні енергоаудиту використовують, в тому числі, різноманітні тимчасові вимірювачі, як найпростіші так й досить складні. Перелік часто використовуваних тимчасових вимірювачів (табл. 2.3).

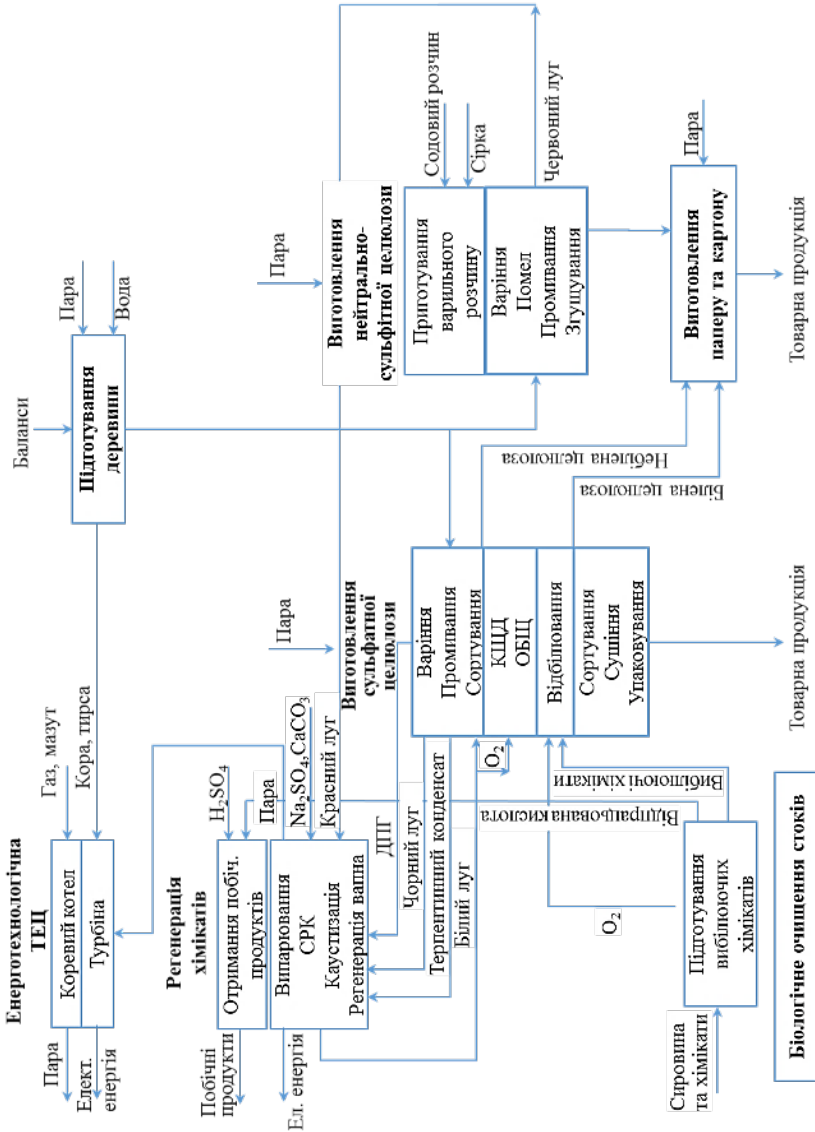


Рис. 2.8 – Блок-схема виробництва сульфатної целюлози

## Перелік тимчасових вимірювачів

Лічильники (категорія, тип)	Показники	
	Миттєве значення	Споживання за проміжок часу
1	2	3
електричні вимірювачі		
Портативний лічильник електроенергії	+	+
Струмівимірювальні лещата	+	-
вимірювачі температури		
Цифровий термометр	+	-
Інфрачервоний термометр	+	-
вимірювачі споживання рідини		
Ультразвуковий детектор споживання	+	-
Вимірювальний посуд	+	-
вимірювачі споживання газу		
Анемометр (роторний пристрій, електричний датчик)	+	-
Приймач повного тиску і манометр	+	-
вимірювачі вологості атмосфери		
Гігрометр (електронний, сухий і зволожений термометр)	+	-
вимірювачі швидкості обертання		
Тахометр (контактний, стробоскопічний)	+	-
вимірювачі освітленості		
Люксметр	+	-

Наприклад, портативний лічильник електроенергії – безпосередньо вимірює споживання енергії, хоча переважна більшість приладів наведених в таблиці вимірюють інші, пов'язані з використанням енергії параметри – вологість, витрати рідини, освітленість і т.п. Більш складні прилади можуть вимірювати споживання за певний проміжок часу і миттєве значення

## ЗМІСТ

вимірюваного параметра. Деякими вимірювачами, зокрема анемометром, можна визначити витрату рідини або повітря за короткий проміжок часу, але ці дані не відображають зміни параметрів витрат протягом певного терміну.

Енергоаудитор повинен пам'ятати про важливість підручних інструментів. Рулетка, переносна драбина, кишеньковий ліхтар і навіть шматок шнура (для визначення обхвату труби) іноді можуть знадобитися аудитору так само, як і складне оснащення.

Дані табл. 2.4 показують, як виміряні тимчасовими вимірювачами значення різних параметрів можна використовувати для визначення енергоспоживання, або інших параметрів, пов'язаних з використанням енергії. Також у таблиці наведені гіпотези, на яких засновані ці висновки.

Таблиця 2.4

### Використання інформації тимчасових вимірювачів

Вимірювачі	Отримана інформація	Умови та припущення щодо достовірності інформації
1	2	3
Портативний лічильник електроенергії	Споживання електроенергії, коефіцієнт потужності	Точність вимірювача
Вимірювач електричного струму (струмові лещата)	Потужність через виміряний струм	Напруга, коефіцієнт потужності
Аналізатор димових газів	Ефективність спалювання палива	Повне спалювання, інші витрати котла
Цифровий термометр	Температура поверхні, газу, рідини	Добрий контакт, сухий давач
Інфрачервоний термометр	Температура поверхні	Здатність випромінювання
Ультразвуковий детектор витрат	Витрата рідини	Добрий контакт, щільність рідини

Продовження табл.2.4

1	2	3
Вимірний посуд	Витрата рідини	Витрати пари на одиницю часу
Анемометр (приймач повного тиску і манометр)	Витрата рідини (газу)	Типові проби
Гігрометр	Відносна вологість	Точність вимірювача
Тахометр	Швидкість обертання	Точність вимірювача
Люксометр	Освітленість	Точність вимірювача

Також перед початком енергоаудиту рекомендується провести попередній аналіз для того, щоб порівняти споживання енергії процесом з середньою по країні. Це зазвичай робиться за допомогою бенчмаркінгу. Для такого аналізу потрібна інформація про енергоспоживання за останні 12-36 місяців.

На підставі викладеного варто зазначити, що на сьогодні перед Україною стоять масштабні завдання щодо ефективного впровадження передового досвіду з управління показниками енергоефективності в промисловості. Не останнє місце займає передовий міжнародний досвід, який дозволяє використовувати вже готові рішення з урахуванням особливостей і умови розвитку промислового сектора країни.

Важливим є також організація оптимальної системи енергоаудиту, заснованого на принципах бенчмаркінгу, що також дозволяє отримувати більшу віддачу від реалізованих заходів в області управління енергоефективністю промисловості.

### **2.3. Інституційні вимоги до служб енергоменеджменту і фахівців з енергоаудиту**

Одним з ключових компонентів в програмах енергоаудиту є кваліфікація енергетичного аудитора. З цієї причини можна

## ЗМІСТ

застосувати акредитацію або сертифікацію енергоаудиторів для забезпечення високої їх кваліфікації. Такий підхід пропонується в Директиві ЄС з енергоефективності (ЕЕБ) [48]. У будь-якому випадку, промислові виробничі процеси дуже складні і аудитори не зобов'язані бути фахівцями в усіх процесах, пов'язаних з системою промислової енергетики. Візуалізація вже існуючих пропонованих заходів з енергоефективності з попереднього енергетичного обстеження з використанням веб-платформи має надзвичайно високий потенціал і це дозволяє зміцнити знання енерго аудиторів.

Європа була провідним гравцем на початку введення європейського стандарту енергетичного менеджменту, який, в свою чергу, в значній мірі заснований на шведському і датському стандарті управління національною енергетикою. Більш детальний огляд енергетичного менеджменту в промисловості представлена авторами Thollander і Palm [59-61].

Важливим аспектом проведення енергоаудиту є конфіденційність не тільки наявних результатів, але й усієї документації, з якою працює енергоаудитор, тому що вона може представляти комерційну таємницю.

Особливі вимоги пред'являються до кваліфікації енергоаудитора та фірми, яка виконує енергоаудит. Енергоаудитором може бути фізична особа, яка є резидентом України та має кваліфікаційний сертифікат (посвідчення кваліфікаційної придатності) на право проведення енергоаудиту на території України. Сертифікат видається уповноваженим органом Виконавчої влади, яким є центральна група енергоаудиту, що входить до складу центрального органу, відповідального за питання енергоефективності.

Енергоаудитор повинен мати вищу інженерну освіту за енергетичною спеціальністю або вищу технічну освіту за фаховим напрямом Міносвіти «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», а саме: інженер-електромеханік, інженер-електрик, інженер-енергетик, інженер-теплотехнік, а також інженер з автоматизації (за галузями народного господарства). Крім того, енергоаудитор повинен мати добру теоретичну підготовку, практичний досвід в області енергетики та енергозбереження на промислових і соціальних об'єктах. Важливо мати широкий профіль підготовки, а не бути спеціалістом тільки в окремій області енергетики.

## ЗМІСТ

Енергоаудитор повинен володіти: належною ерудицією; умінням та здатністю до аналітичного мислення; вмінням контактувати з людьми та виконати економічний аналіз; мати психологічну підготовку; знати нормативно-правову базу в області енергетики та енергозбереження, основи маркетингу, передові енергозберігаючі технології та обладнання. Він зобов'язаний не розголошувати інформації, віднесеної до комерційної таємниці, яка відкрилась під час проведення енергетичного обстеження та відмовляється від проведення енергетичного обстеження в разі невідповідності його завдань законодавству України або міжнародним договорам.

Енергоаудитор повинен дотримуватися правил професійної етики, безпосередньо:

- не піддаватися тиску зацікавлених осіб і бути об'єктивним;
- дотримуватися конфіденційності інформації, яка стала йому доступною у зв'язку з проведенням енергообстеження;
- відмовляється від роботи, якщо не впевнений у достатності рівня своєї компетентності (згода енергетичного аудитора на надання професійних послуг означає, що він має належні рівень компетентності, знання й досвід);
- відповідати технічним і професійним нормам проведення енергетичного обстеження;
- виконувати всі вимоги договору на проведення енергообстеження.

У разі проведення енергоаудиту підприємств чи інших об'єктів, на діяльність яких поширюються обмеження доступу з боку уповноважених на це державних органів, енергоаудитор повинен отримати відповідний допуск.

Енергоаудитор згідно з договором на проведення енергетичного обстеження має право:

- безперешкодно проводити інструментальні дослідження з метою отримання об'єктивної інформації щодо стану енергоспоживання;
- отримувати від замовника всю необхідну фінансову і технічну інформацію для здійснення професійної діяльності;
- залучати до роботи потрібних йому асистентів та помічників.

Якщо енергоаудитор передає частину роботи помічникам (асистентам), то він продовжує нести відповідальність за результати

## ЗМІСТ

енергетичного обстеження в повному обсязі та перевіряти роботу асистентів.

Займатися енергоаудиторською діяльністю енергоаудитор може шляхом створення енергоаудиторської фірми (спеціалізованої організації), індивідуально або об'єднуватися з іншими енергоаудиторами в спілку, палату, союз (інше об'єднання).

Енергоаудиторам забороняється безпосередньо займатися посередницькою та торговельною діяльністю, що не виключає їх права займатися виробничою діяльністю, отримувати дивіденди від акцій та доходів від інших корпоративних прав. Виробнича діяльність енергоаудиторської фірми та енергоаудитора не призводить до виникнення "конфлікту інтересів", лише в тому випадку, коли про неї попереджено замовника енергоаудиту перед початком робіт, та зазначено в договорі на проведення енергоаудиту.

Не може бути енергоаудитором особа, яка має непогашену судимість за корисливі злочини [62].

***Помилки енергоаудитів.*** Належне обстеження та впровадження рекомендованих на його основі заходів повинно приводити до істотного зниження споживаної енергії. Однак на практиці це не завжди так. Дослідження результатів на основі літературних даних [63–65] звітів енергетичних обстежень реальних об'єктів дозволило виявити типові помилки енергоаудиторів, в результаті яких не вдається досягти очікуваного від проведення енергоаудиту ефекту – істотного зниження споживаної енергії.

Недостатньо якісно виконаний аудит призводить або до незначною економії, або взагалі до її відсутності, а в окремих випадках навіть до зростання енерговитрат і безглузлого вкладення коштів. Це тягне за собою невдоволення власників та дискредитацію ідеї енергозбереження в цілому.

Наведемо типові помилки в порядку збільшення частоти повторюваності їх в звітах. Практично у всіх звітах відсутні вимоги до проведення перевірок.

Перечити помилок роботи енергоаудиторів представлено на рис. 2.9.

Уніфікація стандартів могла б допомогти в розробці загальних вимог до енергоаудиту. Крім того, потрібно їх (стандартів) негайне доопрацювання, широке поширення і затвердження на законодавчому рівні.



## ЗМІСТ

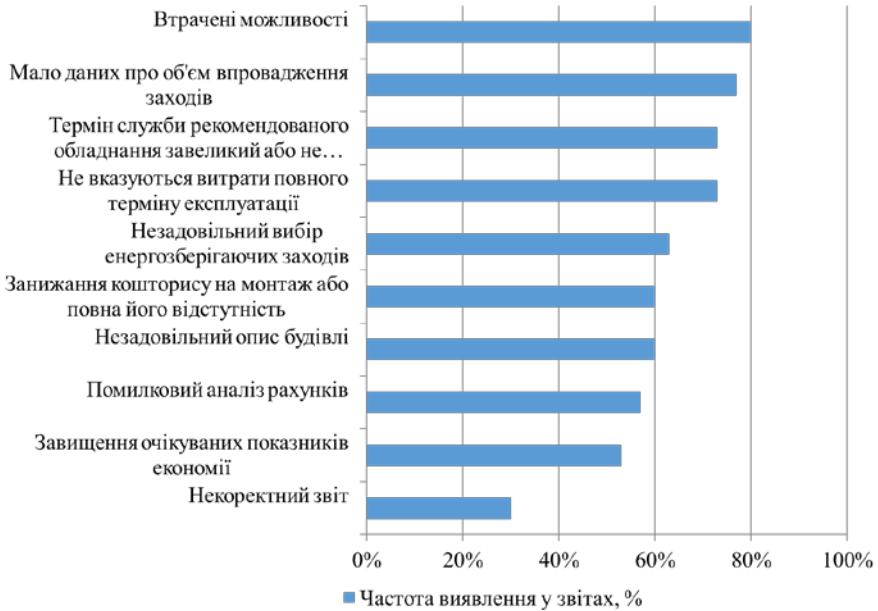


Рис. 2.9 – Поширені помилки енергоаудиту [62-65]

Виявленим в дослідженні [62-65] помилкам можна запобігти, якщо при виконанні енергоаудиту дотримуватися правил, актуальність яких підтверджена практикою:

- застосовувати якісні форми для звітів з енергоаудиту. Не брати в якості зразка попередні звіти з енергоаудиту, оскільки великий ризик перенесення помилок зі старого в новий документ.
- регулярно проводити навчання і атестацію фахівців-аудиторів. Навчання має не тільки включати в себе методику загальної енергетичної оцінки, але і знайомити з технічними аспектами енергозберігаючих рішень, з розрахунком кошторисів на монтаж і акцентувати на важливості комплексного підходу. Підготовка повинна зачіпати типові помилки навченою групою.
- здійснювати контроль якості. Найкращі програми енергоаудиту припускають внутрішню перевірку роботи аудиторів керівництвом, аналіз контролю якості розробниками програми, а також (вибірково) перевірку якості третіми сторонами.

## ЗМІСТ

- виділяти достатнє фінансування на енергоаудит та відповідні енергозберігаючі програми для забезпечення належної якості та контролю якості.
- проводити вимірювання і перевірку показників фактичного енергозбереження з наступним інформуванням аудиторів про досягнутої економії.

Велика частина (понад 80%) звітів містить взаємопов'язані поширені помилки – недостатній опис і упущення великої кількості запропонованих можливостей. Саме це свідчить про незадовільну роботу енергоаудиторів та підвищує ризик відмови від впровадження енергозберігаючих заходів. І саме це є причиною того, що реальна економія енергії після проведення запропонованих енергоаудитом заходів істотно не досягає і 10% від вихідного енергоспоживання, а повинна перевищувати 40%, як це зазвичай буває в комплексних і професійно виконаних проектах.

***Звіт про енергетичний аудит.*** Підсумковим документом енергоаудиту є звіт, який містить підсумки вивчення стану споживання енергії та енергоносіїв на об'єкті, опис об'єкта і рекомендації з ефективного енергоспоживання.

Завданням розділу звіту про вивчення стану енерговикористання є визначення кількості енергії і енергоносіїв, які використовуються різними споживачами обстежуваного об'єкту, а також їх вартості. Крім того, проводиться порівняння фактичного споживання енергії на об'єкті з прийнятими нормативами. В результаті створюється база для аналізу енергоспоживання та виявлення шляхів підвищення ефективності енерговикористання, яка дає можливість виявити ділянки об'єкта, в яких інвестиції на енергозбереження дадуть найбільший економічний ефект.

Рекомендаційна частина звіту містить пропозиції щодо ефективного використання енергії, які розроблені під час проведення обстеження. Запропоновані практичні проекти повинні обґрунтовуватися техніко-економічними розрахунками. Опис заходів з енергозбереження містить такі ключові моменти: що потрібно робити, щоб заощадити енергію; як ці дії приведуть до заощадження енергії; співвідношення потенційних заощаджень з інвестиціями на реалізацію заходів.

Звіт про енергетичний аудит повинен містити такі частини:

- ✓ загальну частину

## ЗМІСТ

- ◆ титульну сторінку;
- ◆ список виконавців;
- ◆ реферат;
- ◆ зміст;
- ◆ перелік умовних позначень, символів, скорочень та термінів;
- ◆ передмову;
- ✓ основну частину:
  - ◆ вступ;
  - ◆ опис підприємства;
  - ◆ план проведення енергоаудиту;
  - ◆ аналіз стану споживання ПЕР;
  - ◆ аналіз стану системи енергетичного менеджменту підприємства;
  - ◆ енергозберігаючі заходи на підприємстві;
  - ◆ оцінювання економічної ефективності енергозберігаючих заходів;
  - ◆ результати та висновки;
  - ◆ перелік використаних джерел;
- ✓ додатки.

Енергоаудиторський висновок необхідно складати обов'язково у разі проведення позачергового енергоаудиту. Для других видів енергоаудиту складання енергоаудиторського висновку є обов'язковим, якщо це зазначалося в договорі про проведення енергоаудиту [55].

У складі групи енергоаудиторів автори монографії провели діагностику діючої системи енергетичного менеджменту на відповідність вимогам стандарту ISO 50001:2011 року шахти, що знаходиться на території України. Результати енергоаудиту наведені у табл. 12 та табл. 13. Під час обстеження енергетичного господарства шахти були проведені консультації з відповідальним персоналом та визначені результати оцінки відповідності діючої системи енергетичного менеджменту вимогам міжнародного стандарту ISO 50001:2011 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування».

Відповідність розділам стандарту ДСТУ ISO 50001:2014 на наявність доказуючої та підтверджуючої документації системи енергоменеджменту промислового підприємства, що перевірялись

## ЗМІСТ

авторами під час проведення діагностичного аудиту, зазначена в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Розділи стандарту ДСТУ ISO 50001:2014, що перевірялись під час діагностичного аудиту

Розділи за ДСТУ ISO 50001:2014	Перевірка розділу
1	2
4.1 Загальні вимоги	X
4.2 Відповідальність керівництва	
4.2.1 Вище керівництво	X
4.2.2 Представник керівництва	X
4.3 Енергетична політика	X
4.4 Енергетичне планування	X
4.4.1 Загальні положення	X
4.4.2 Законодавчі та інші вимоги	X
4.4.3 Енергетичний аналіз	X
4.4.4 Базовий рівень енергоспоживання	X
4.4.5 Показники (індикатори) енергоефективності	X
4.4.6 Енергетичні цілі, завдання та плани заходів з енергетичного менеджменту	X
4.5 Впровадження та функціонування	
4.5.1 Загальні положення	
4.5.2 Компетентність, підготовленість і обізнаність	
4.5.3 Обмін інформацією	
4.5.4 Документація	
4.5.5 Керування операціями	X
4.5.6 Проектування	X
4.5.7 Забезпечення енергетичними послугами, продукцією, устаткуванням та енергією	X
4.6 Перевіряння	
4.6.1 Моніторинг, вимірювання та аналізування	X

1	2
4.6.2 Оцінювання відповідності законодавчим та іншим вимогам	
4.6.3 Внутрішній аудит СЕМ	X
4.6.4 Невідповідності, корекції, коригувальні та запобіжні дії	X
4.6.5 Керування записами (протоколами)	
4.7 Аналізування з боку керівництва	X
4.7.1 Загальні положення	
4.7.2 Вхідні дані для аналізування з боку керівництва	
4.7.3 Вихідні дані аналізування з боку керівництва	

Результати оцінки системи енергоменеджменту на відповідність стандарту ДСТУ ISO 50001:2014 та рекомендації щодо реалізації окремих положень стандарту на шахті вказані в таблиці 2.6.

Авторами розглянуто діючу систему енергетичного менеджменту шахти на відповідність міжнародному стандарту ISO 50001:2011 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосовування». Висновки результату оцінки СЕМ на шахті наступні: система енергетичного менеджменту не створена і не документована. У разі позитивного рішення про запровадження системи енергоменеджменту рекомендується враховувати пояснення прописані до кожного розділу наданого звіту з енергоаудиту.

Запропоновані технічні рішення підвищення енергетичної ефективності і забезпечення моніторингу, вимірювань і аналізу енергоспоживання можуть бути заплановані в якості цілей завдань і планів дій в рамках системи енергетичного менеджменту.

Під час процесу енергетичного планування в рамках впровадження СЕМ необхідно врахувати значну умовно-постійну складову енергоспоживання в шахті, пов'язану з системами провітрювання, водовідливу, освітлення, підйимально-транспортного обладнання. Робота таких систем здійснюється навіть в періоди простою або видачі породи і, отже, питомий показник енергоємності вугільних мас не є відповідним для встановлення енергетичного базису за вказаним напрямком енергоспоживання [66].

## Оцінка окремих розділів стандарту ISO 50001:2011

Розділ стандарту	Результат аналізу	Документи
1	2	3
<b>4.1 Загальні вимоги</b>		
	На підприємстві існують процедури, що відповідають вимогам окремих розділів стандарту. На підприємстві ідентифіковано особу, відповідальну за функціонування енергетичного менеджменту та реалізацію заходів підвищення енергоефективності - енергетик. Однак, система енергетичного менеджменту не документована, не розроблена і не впроваджена.	Наказ № 213 «Про призначення відповідальних співробітників за проведення енергоаудитів і впровадження системи енергоменеджменту на підприємстві
<b>4.2.1 Вище керівництво</b>		
	Необхідно залучення Вищого керівництва до сприяння створення, розвитку та забезпечення системи енергетичного менеджменту: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ розробка та затвердження енергетичної політики;</li> <li>✓ визначення представника керівництва і створення групи з енергетичного менеджменту (постійно діючої Комісії з питань економії та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів);</li> <li>✓ визначення області застосування і меж майбутньої системи енергетичного менеджменту;</li> <li>✓ забезпечення розробки цілей і завдань в галузі енергетики;</li> </ul>	Підтверджуючі документи відсутні

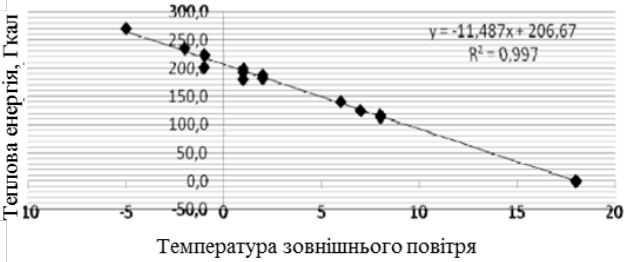
1	2	3
	<p>✓ забезпечення довгострокового планування енергетичної результативності;</p> <p>✓ забезпечення вимірювань і реєстрація результатів через певні інтервали часу;</p> <p>✓ забезпечення проведення аналізів з боку керівництва.</p> <p>Найвище керівництво повинне забезпечувати ресурсами, необхідними для розробки, впровадження, підтримки в робочому стані і поліпшення системи енергетичного менеджменту та результативності енергетичної діяльності (в т.ч. людські ресурси, технології та фінансові ресурси). Найвище керівництво повинне забезпечити доведення до відома персоналу важливості і значення енергетичного менеджменту.</p>	
<u>4.2.2 Представник керівництва</u>		
	<p>На підприємстві повинен бути визначений представник керівництва, що володіє відповідними навичками та рівнем компетентності, який може впливати на всі енергетичне планування, аналіз результативності, постановка цілей, завдань і планів дій).</p> <p>Пропонується до розгляду призначення головного інженера як представника вищого керівництва, відповідального за впровадження, підтримання та вдосконалення системи енергетичного менеджменту. Представнику керівництва необхідно забезпечити здійснення процедури планування заходів в області енергетичного менеджменту відповідно до встановленої процедури енергетичного планування для реалізації енергетичної політики підприємства</p>	Не визначено підприємством

1	2	3
<u>4.3 Енергетична політика</u>		
	<p>На підприємстві повинна бути розроблена і впроваджена енергетична політика, відповідна масштабу і структурі організації.</p> <p>Енергетична політика є стратегічним документом, що демонструє прихильність вищого керівництва безперервного вдосконалення в області підвищення енергетичної ефективності.</p>	Інформація відсутня
<u>4.4 Енергетичне планування</u>		
<u>4.4.1 Загальні положення</u>		
	<p>Розділ 4.4 стандарту, по суті, описує вимоги до ключового процесу системи енергетичного менеджменту – процесу енергопланування. Процес енергетичного планування повинен здійснюватися відповідно:</p> <p>Вхідні дані → Енергетичний аналіз → Вихідні дані</p> <p>До вхідних даних для планування повинні бути включені наступні дані:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Інформація про споживання теплової та електроенергії за попередні і справжній періоди</li> <li>✓ Параметри, що визначають вказане споживання (вироблення, середні температури, годинна напрацювання обладнання)</li> <li>✓ Визначення механізму реєстрації результативності (в силу причин, описаних вище, (наявність значної умовно-постійної величини енергоспоживання)) реєстрація результативності повинна здійснюватися в абсолютних величинах енергоспоживання.</li> </ul> <p>При цьому питомі показники енергоспоживання є індикативними так як значним чином залежать від обсягів вироблення.</p>	Наявність даних про споживання електроенергії та теплової енергії по підприємству за п'ять років



1	2	3
	<p>Існуючий процес енергетичного планування проводиться за нормами питомої витрати теплової та електричної енергії. Фактична енергоємність розраховується за результатами загального енергоспоживання і розбивки його за відповідними статтями на підставі розрахункових методик.</p> <p>Процес існуючого енергетичного планування потребує доопрацювання відповідно до положень розділу 4.4 стандарту. При проведенні енергетичного планування необхідно, в першу чергу, проводити безперервні коригування питомих коефіцієнтів витрати енергоносіїв відповідно до планів вироблення за планований період. Крім того, необхідно забезпечення необхідного і достатньої кількості засобів вимірювальної техніки (див. Розділ 4.6.1 стандарту).</p> <p>Необхідно документувати процес енергетичного планування в керівництві по СЕМ з детальним описом завдань відповідальних підрозділів, розміщенням посилань на існуючу нормативну базу і документи підрозділів, а також термінами виконання.</p>	<p>На підприємстві дані про фактичні питомі витрати електроенергії і теплової енергії на одиницю продукції присутні</p> <p>Проводиться розподіл електроенергії по підприємству</p>
4.4.2 Законодавчі та інші вимоги		
	<p>Процеси, пов'язані з енергетичним плануванням, відповідно до ISO 50001 повинні бути узгоджені з вимогами існуючих нормативних і правових вимог.</p> <p>Необхідно забезпечити аналіз законодавчих та інших обов'язкових вимог через певні проміжки часу і повідомлення вищого керівництва про оцінку відповідності таким вимогам (див. п.4.7.2 стандарту).</p>	<p>Законодавчі вимоги виконані</p>

1	2	3
4.4.3 Енергетичний аналіз		
	<p>На підприємстві повинен проводитись енергетичний аналіз відповідно до процедури аналізу процесу енергетичного планування.</p> <p>Проведення аналізу використання і споживання енергії, засновані на вимірах і інших даних (споживання в даний момент і за минулі періоди).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Визначення областей значного енергоспоживання (факт)</li> <li>2. Визначення фактичного значення параметрів (змінних)</li> <li>3. Визначення поточної результативності (Порівняння фактичних значень показників результативності з плановими розрахунковими)</li> <li>4. Визначення майбутнього енергоспоживання</li> <li>5. Ідентифікація можливостей для покращення енергетичної результативності (розробка заходів).</li> </ol> <p>Необхідно забезпечити виконання підпроцесу. Ідентифікація можливостей для покращення енергетичної результативності в поточній діяльності організації за результатами енергетичного аналізу. При цьому повинні бути прийняті до уваги чинники необхідності проведення ремонтів і технічного обслуговування обладнання і систем, впровадження кращих інженерних практик, а також величини фінансування на плановий період.</p>	<p>Даний пункт стандарту на підприємстві у повній мірі не виконується</p>
4.4.4 Енергетичний базис (базова лінія енергоспоживання)		
	<p>Встановлення базової лінії (енергетичного базису) є необхідною відправною точкою енергетичного аналізу. Енергетичний базис являє собою основу для порівняння результативності та ідентифікації можливостей поліпшення.</p>	<p>Базовий рівень на підприємстві не встановлено</p>

1	2	3
	<p>В силу причин, встановлення енергетичного базису доцільно встановлювати в такий спосіб:</p> <p><input type="checkbox"/> у натуральному енергоспоживанні для статей витрат, які не пов'язані прямо з видобутком вугілля (перш за все, витрати електроенергії вентиляторами головного провітрювання, водовідливними установками, а також теплової енергії)</p> <p><input type="checkbox"/> у питомих показниках енергоспоживання для статей витрат, пов'язаних безпосередньо з видобутком (збагачення, робота прохідницьких і видобувних ділянок).</p> <p>Енергетичний аналіз необхідно проводити за результатами оцінки та порівняння поточного енергоспоживання з енергетичним базисом.</p> <p>Необхідно забезпечити документування і загальнодоступність результатів існуючої процедури встановлення енергетичного базису і порівняння фактичних режимів роботи з ним.</p> <p>Необхідно в якості енергетичного базису для споживання теплової енергії на потреби опалення та підігріву припливного шахтного повітря, застосовувати відповідні фактори і методи формування базису.</p>  <p>Встановлення базового рівня від температури зовнішнього повітря</p>	<p>Відсутній</p>

1	2	3
4.4.5 Показники енергетичної продуктивності		
	<p>На підприємстві встановлені показники енергетичної продуктивності і порядок їх визначення в рамках існуючої системи нормування питомих витрат ПЕР (в т.ч. для задоволення вимог чинного законодавства України).</p> <p>Контроль показників енергетичної продуктивності здійснюється за наступною схемою:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Визначення поточних показників енергетичної ефективності (фактичні значення, розрахункові значення);</li> <li>2) Порівняння фактичних значень показників з нормованими / прогнозними даними) Визначення причин відхилення.</li> </ol> <p>Крім основних показників енергетичної продуктивності (питоме споживання електричної і теплової енергії на тонну вугілля), рекомендується з певною періодичністю аналізувати інші показники енергоефективності, в т.ч. показники окремих установок (К.К.Д. котлоагрегатів, ефективність нагнітачів (насосів і вентиляторів) і т.д.).</p>	
4.4.6 Енергетичні цілі, енергетичні завдання і плани дій енергетичного менеджменту		
	<p>Планування поточних заходів підвищення енергоефективності проводиться на щорічній основі.</p> <p>На підприємстві також присутній довгострокова програма підвищення енергетичної ефективності та оновлення основних фондів (в т.ч. енергетичного господарства).</p> <p>Рекомендується деталізувати порядок розробки</p>	<p>Підприємством виконуються організаційно-технічних заходів щодо економії електроенергії за програмою</p>

1	2	3
	<p>заходів підвищення енергоефективності по групах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Заходи з економії і недопущення перевитрат теплової та електроенергії;</li> <li>○ Заходи з економії електроенергії і теплової енергії за рахунок організаційних заходів – організаційно-технічні заходи;</li> <li>○ Заходи, спрямовані на приведення поточного стану обладнання у відповідність до проектних рішень (заміна вузлів, ремонти і обслуговування, інші заходи) – плановані на регулярній основі заходи;</li> <li>○ Перспективні інвестиційні заходи (Заміна обладнання, застосування інноваційних рішень і кращих галузевих практик, застосування засобів автоматизації процесів і систем управління і т.д.) - заходи, які виявляються в ході реалізації процесу енергетичного планування.</li> </ul> <p>Рекомендується на додаток до заздалегідь запланованим заходам (галузеві програми, планові роботи з обслуговування та ремонтів і т.д.) розробляти проекти за результатами поточного аналізу і операційного контролю, в т.ч. із залученням позикових коштів на модернізацію.</p> <p>Необхідно передбачити цілі, завдання та плани заходів, спрямовані на поліпшення власне системи енергетичного менеджменту підприємства.</p> <p>Доцільним корисним вхідним параметром для об'єктивного енергетичного аналізу і подальшої постановки енергетичних цілей і завдань є бенчмаркінг:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внутрішній бенчмаркінг (порівняння з кращими практиками всередині компанії);</li> <li>- зовнішній бенчмаркінг (порівняння з кращими інженерними галузевими практиками).</li> </ul>	<p>Енергозбереження по шахті проводиться за 12 місяців</p> <p>Проект реконструкції господарства шахти</p>

1	2	3
4.5. Впровадження та функціонування		
Необхідно забезпечити ідентифікацію та детальний опис операцій і регламентних робіт, які пов'язані зі значним енергоспоживанням і призводять до змін в енергетичній продуктивності агрегатів і систем: технічні	Планограма роботи машин і механізмів шахти	
4.5.5 Управління операціями		
<p>обслуговування, ремонти різних категорій і капітальні ремонти.</p> <p>Крім того, необхідно забезпечити виконання наступних умов:</p> <p>1) Визначення та встановлення робочих критеріїв ефективної експлуатації енергоспоживаючого обладнання (поточних показників, які, в тому числі можуть контролюватися в режимі реального часу: К.К.Д., питомі показники енергоспоживання, годинна напрацювання і т.д.).</p> <p>2) Визначення та встановлення робочих критеріїв ефективних ремонтів та обслуговування об'єктів енергетичного господарства.</p> <p>3) Визначення та встановлення робочих критеріїв ефективності ремонтів і обслуговування обладнання (до і після ремонтів).</p> <p>4) Експлуатація системи і планування операцій відповідно до встановлених критеріїв.</p> <p>5) Інформувати персонал, що працює для організації або за її дорученням (підрядні організації) про засоби управління робочими операціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повідомлення про впровадженій СЕМ;</li> <li>- донесення інформації про критерії у випадках, якщо дії персоналу пов'язані із зазначеними областями;</li> <li>- контролювати забезпечення діяльності персоналу в рамках зазначених критеріїв;</li> <li>- забезпечення зворотного зв'язку для можливості зміни критеріїв в разі потреби.</li> </ul>	Результати режимно-налагоджувальних випробувань котлоагрегатів	

1	2	3
4.5.6 Проектування		
	<p>Необхідно забезпечити встановлення та документування критеріїв енергоефективності, що пред'являються до технічних рішень, які плануються до проектування і впровадження.</p> <p>Рекомендується забезпечити документування таких критеріїв в технічному завданні на розробку робочої документації та документування результатів контролю таких показників при аналізі готової проектної документації.</p>	<p>Необхідна документація підприємством не ведеться</p>
4.5.7 Забезпечення енергетичними послугами, продукцією, устаткуванням та енергією		
	<p>Необхідно забезпечити процедуру інформування постачальників обладнання, пов'язаного зі значним енергоспоживанням, про те, що при здійсненні закупівель будуть оцінені аспекти, що стосуються енергетичної результативності.</p> <p>Необхідно впровадити робочі критерії (К.К.Д., питомі показники енергоспоживання, інші технічні параметри) для оцінки закуповуваного устаткування, пов'язаного зі значним енергоспоживанням на період запланованого або очікуваного експлуатаційного терміну служби даної продукції, обладнання і послуг.</p> <p>Рекомендується додати критерії енергоефективності обладнання в процедуру оцінки постачальника обладнання, наприклад, наступним чином:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- При проведенні процедури закупівель оцінюються рівень якості та енергоефективності пропонуваніх до закупівлі матеріально-технічних цінностей, матеріалів, послуг згідно пропонуваним вимогам;</li> <li>- Енергоефективність – коефіцієнт або інший вид кількісного співвідношення між виходом продуктивності, обслуговування, товарів, або енергії і входом енергії.</li> </ul>	<p>Документація відсутня</p>

1	2	3
4.6.1 Моніторинг, вимірювання та аналізування		
	<p>Моніторингу підлягають наступні ключові характеристики підприємства:</p> <p>а) режими значного використання енергії та інші вихідні дані енергетичного аналізу.</p> <p>Для виконання вимог даного пункту стандарту необхідно розробити і впровадити перспективний відповідний план моніторингу енергоспоживання на підприємстві (що стосується технічного обліку споживання електроенергії, обліку вугільного палива на власні потреби, обліку вироблення теплової енергії). При розробці такого плану рекомендується використовувати результати аудиту.</p> <p>б) відповідні параметри, які стосуються режимам значного використання енергії.</p> <p>Необхідно забезпечити достовірну реєстрацію факторів, що впливають на споживання енергоносіїв (вироблення гірських мас, погодні фактори, технічного стан обладнання та ін.).</p> <p>с) показники енергетичної результативності (реєстрація на постійній основі пропонованих в розділі 4.4.5 показників енергетичної ефективності).</p> <p>д) ефективність планів заходів в досягненні поставлених цілей і завдань</p> <p>е) оцінку фактичного споживання в порівнянні з очікуваним споживанням енергії.</p>	Виконано частково
4.6.3 Внутрішній аудит системи енергоменеджмента		
	<p>Внутрішній аудит системи енергетичного менеджменту на момент проведення даного діагностичного аудиту не проводився.</p> <p>Рекомендується розробити типові форми опитування для аудиторів СЕМ для оптимізації діяльності,</p>	Внутрішній аудит на підприємстві не проводився



1	2				3
пов'язаної з внутрішніми аудитами, наприклад:					
Критерії аудиту					
Розділ стандарту	Механізм реалізації стандарту на відповідному рівні (поширення на відповідну документацію стандарту)	Нормативно-правова документація	Опитуваний представник підрозділу	Свідцтва аудиту	Оцінка відповідності
<b>4.6.4 Невідповідності, корекції, коригувальні та запобіжні дії</b>					
<p>Рекомендується визначити перелік невідповідностей, які будуть віднесені безпосередньо до СЕМ, наприклад:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• невідповідності енергоресурсів, що поставляються і вироблюються до встановлених вимог;</li> <li>• невідповідність встановленим вимогам з енергоефективності обладнання, що постачається;</li> <li>• невиконання вимог плану впровадження заходів з економії і недопущення перевитрат паливно-енергетичних ресурсів структурними підрозділами організаціями (терміни, форми, обсяг і т.д.);</li> <li>• нераціональне використання енергоресурсів в структурних підрозділах, виявлене в ході різних видів перевірок і аудитів;</li> <li>• невідповідність діяльності підрозділу власне вимогам встановленої СЕМ.</li> </ul> <p>Також рекомендується визначити порядок реєстрації невідповідності, в тому числі порядок формування відповідного коригуючого і попереджуючого дії.</p>					

1	2	3
4.7 Аналіз з боку керівництва		
	Вхідні дані перевірки з боку керівництва повинні задовольняти вимогам <i>a-i</i> розділу 4.7.2 стандарту ISO 50001.	Аналіз з боку керівництва не проводиться

Результати проведеного діагностичного аудиту та оцінки системи енергоменеджменту на відповідність стандарту ДСТУ ISO 50001:2014 на розглянутому підприємстві показали, що вимоги стандарту виконані частково. Рекомендовано проводити наступні дії

Необхідно розробити і впровадити аудити системи енергетичного менеджменту, а також документування результатів аудитів системи енергетичного менеджменту, статус коригувальних та запобіжних дій, прогнозовані результати на наступний період, рекомендації щодо поліпшення показників енергоефективності.

Вхідні дані перевірки з боку керівництва повинні задовольняти вимогам розділу 4.7.2 стандарту ISO 50001.

Для оцінки результатів впроваджених проектів рекомендується проводити аналіз згідно із затвердженим планом моніторингу.

Звіт про результати перевірки повинен відповідати вимогам а-е розділу 4.7.3 стандарту ISO 50001.

Періодичність перевірок системи енергетичного менеджменту та вимоги до відповідної звітності повинні бути задокументовані.

## **РОЗДІЛ 3. ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ**

---

---

### **3.1. Показники та критерії оцінки ефективності енергозбереження**

Багато менеджерів, в тому числі енергоменеджери, велике значення приділяють самому процесу вимірювання, точності зняття даних обладнанням чи пристроями, але найголовніше – це показники, їх визначення / вибір.

Для досягнення успіху організації (підприємства), її ефективної діяльності надзвичайно важливо визначити правильні системи вимірювань. Вони визначають ключові фактори, що формують цінність компанії, тим самим стимулюючи ефективність її діяльності.

Показник – в більшості випадків, узагальнена характеристика будь-якого об'єкта, процесу або його результату, поняття або їх властивостей, зазвичай виражена в числовій формі.

У статистиці є велика кількість форм, в яких відображені показники енергоспоживання і ефективності енерговикористання на підприємствах, в галузях, регіонах, на макрорівні економіки.

Енергія може бути використана більш ефективно, що призводить до зниження енергоємності. Енергоефективність бажана з багатьох причин. Нижче наведені деякі мотиваційні фактори для підвищення енергоефективності:

- зниження споживання енергії;
- скорочення викидів у повітря;
- зниження витрат на енергію;
- підвищення самозабезпеченості.

Показники енергозбереження характеризують діяльність (виробничу, технічну, організаційну, наукову, економічну) фізичних і юридичних осіб з реалізації заходів, які спрямовані на ефективне використання та економне витрачання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на всіх стадіях їх життєвого циклу.

Показники енергозбереження характеризують діяльність юридичних і фізичних осіб (наукову, виробничу, організаційну, економічну, технічну) з реалізації заходів, що спрямовані на

## ЗМІСТ

ефективне використання та раціональне витрачання різних енергетичних ресурсів на всіх стадіях їх життєвого циклу.

Показники енергозбереження використовують в наступних випадках:

- планування та оцінки ефективності робіт з енергозбереження;
- проведення енергетичних обстежень (енергетичного аудиту) споживачів енергоресурсів;
- формування статистичної звітності по ефективності енерговикористання.

Класифікація показників енергетичної ефективності, яку було складено на основі джерел [3, 12, 15, 16, 54] представлена на рис. 3.1.

Індикатори енергоефективності – ключовий показник енергоефективності, який визначається підприємством. Показники енергоефективності використовуються для порівняння кількості спожитої енергії в різні періоди часу. Індикатори енергоефективності полегшують проведення моніторингу енергоспоживання, особливо в місцях підвищеного споживання енергії, зазначених в енергетичному профілі.

Прикладами можуть бути такі:

- порівняння щорічного реального споживання енергії з запланованим енергоспоживання на одиницю продукції, так зване питоме споживання в окремих випадках використовується термін «нормалізоване енергоспоживання». В цьому випадку нормалізуючими факторами можуть служити обсяг виробництва, тривалість сервісного обслуговування, сезонні коливання температури і т.п. Методи нормування можуть ранжуватися від лінійної компенсації до теоретичної калькуляції. Такий тип індикаторів енергоефективності дозволяє пояснити зміни в значеннях показників енергоспоживання, які відбуваються під впливом зовнішніх чинників, націлених на підвищення енергоефективності, приклад наведено у Додатку К.

- при виборі індикаторів, які не можуть бути виражені в числовому значенні, необхідно розробити та прийняти в роботу методика щодо проведення оцінки. По закінченню певного проміжку часу, що відведений на проведення вимірювань, результат вимірювань вносяться в базове енергоспоживання.

<p>Відповідно до категорій продукції</p>	<p>показники енергоефективності</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•електродвигунів,</li> <li>•парових турбін,</li> <li>•холодильників</li> </ul>
<p>За методами визначення показників</p>	<p>показники енергоефективності використання</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•електроенергії, палива (котельно-підне, моторне);</li> <li>•теплової енергії (гаряча вода, водяна пара, холодоагенти);</li> <li>•стисненого газу, води, що знаходиться під тиском;</li> <li>•енергії фізичних полів (електромагнітне, акустичне, радіаційне)</li> </ul>
<p>Відповідно до області використання</p> <p>За рівнем інтегрованості даного об'єкту</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•розрахунково-аналітичний,</li> <li>•дослідно-експериментальний,</li> <li>•статистичний,</li> <li>•приладовий,</li> <li>•змішаний</li> </ul> <p>прогнозовані показники,</p> <p>заплановані показники,</p> <p>фактичні показники</p> <p>показники енергоефективності</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•верстага,</li> <li>•виробничого технологічного комплексу,</li> <li>•системи енергопостачання підприємства,</li> <li>•регіону тощо</li> </ul>

Рис. 3.1 – Класифікація показників енергетичної ефективності

## ЗМІСТ

- статистичний аналіз використовується для визначення впливу різних змінних факторів на показники енергоефективності. До таких факторів належать погодні умови, сировина, якість енергії тощо.
- показники енергоефективності встановлюються з урахуванням функціональних особливостей на різних рівнях організації. Для керівників компанії важливу роль відіграють такі чинники, як витрати і досягнення стратегічних цілей і завдань.
- тенденції в розробці індикаторів енергоефективності повинні відображати постійне вдосконалення в цій області.
- при виявленні тенденції до зниження енергоефективності, даний факт повинен враховуватися при розробці превентивних заходів.

У деяких випадках доцільно провести порівняння ефективності в окремих секторах для оцінки зусиль, спрямованих на підвищення енергоефективності, а також поточного стану справ в цій галузі. Даний вид діяльності доцільно проводити тільки при наявності даних по бенчмаркінгу в галузі. Проведення бенчмаркінгу ефективно в галузях промисловості з самого початку високим енергоспоживанням, таких як металургійна, цементна промисловості, енергопостачальні компанії.

Індикатори енергоефективності дозволяють проводити порівняльний аналіз поточного стану справ на підприємстві з іншими компаніями в цій галузі.

Вибір показників енергоефективності пов'язаний з базовим енергоспоживанням і націлений на порівняльний аналіз з вихідними даними.

Дуже часто як індикатор енергоефективності приймають показник енергоємності економіки (витрати всіх первинних енергоресурсів або кінцевого споживчого продукту – електроенергії по відношенню до ВРП або ВВП). Сам показник ВВП не може вважатися цілком обґрунтованими індикатором кінцевого результату, тому що розраховується за штучно-сформованою величиною паритету купівельної спроможності. Показник ВВП враховує вартість доданого виробленого продукту не відбиваючи про соціальний ефект, що характеризує результат.

Міжнародне енергетичне агентство (IEA) запропонувало представити енергетичні показники енергоефективності у

## ЗМІСТ

відповідності до «пірамідального підходу» – від найбільш агрегованого рівня до дезагрегованого. Показники представлені для кожного з сектору, а потім для кожного підсектору або виду кінцевого споживання [19, 45].

Ефективним енергозбереженням є зменшення витрат паливно-енергетичних ресурсів. До показників енергоефективності можна віднести наступні критерії:

- ✓ показники повної енергоемності продукції;
- ✓ ККД реалізованих термодинамічних циклів;
- ✓ питомі витрати ПЕР на вироблення продукції;
- ✓ показники економічної ефективності об'єктів – собівартість, паливно-енергетичні складові собівартості продукції;
- ✓ строк окупності капіталовкладень (скорочений та реальний).

Найбільш широко використовується показник енергоефективності, що є витратою енергії на одиницю виробленої продукції, або виходу технологічного процесу – «питоме енергоспоживання» (ПЕС):

$$w_{СП} = \frac{\sum E}{P} \quad (3.1)$$

де  $E$  – спожита енергія;

$P$  – кількість виробленої продукції за розрахунковий термін.

$\sum E$  – включає витрати енергії на технологічні цілі ( $E_T$ ); на допоміжні потреби, зокрема опалення, вентиляції, освітлення тощо ( $E_d$ ), у цехових мережах та перетворювачах ( $E_m$ ).

Питоме енергоспоживання можна представити як відношення спожитої енергії до будь-якої грошової величини, наприклад, обороту компанії, доданої вартості, ВВП і т.п.

$$w_{СП} = \frac{\sum E}{M} \quad (3.2)$$

де  $E$  – спожита енергія;

$M$  – оборот підприємства.

Для енерговиробничих установок доречним показником енергоефективності буде ККД установки – відношення виробленої енергії ( $\Gamma Дж$ ) до підведеної енергії ( $\Gamma Дж$ ).

Окрім цього, можуть бути використані інші відношення для

## ЗМІСТ

визначення показника ПЕС – витрати енергії на м<sup>2</sup>, витрати енергії на одного працівника тощо.

Формули для визначення питомого енергоспоживання приймаються індивідуально в кожній галузі економічної діяльності в залежності від виду ПЕР, що споживаються, та виду продукції, що виробляється.

Широко застосовуються стандартні методики визначення ПЕР, які розроблюються науково-дослідними інститутами, навчальними закладами, суб'єктами підприємницької діяльності. Вони формуються за потребою у допоміжних матеріалах та умов складності. За даними методиками визначають числові значення таких споживачів ПЕР, як:

$q_{\text{техн}}$  – питома витрата теплової енергії на одиницю продукції, Мкал/од.прод.;

$e_{\text{техн}}$  – питома витрата електричної енергії на одиницю продукції, кВт(е)·год/од.прод.

$q_{\text{техн}}$  – питома витрата палива на одиницю продукції, кг у.п./од.прод.;

$d_{\text{техн}}$  – питома витрата пари на одиницю продукції, кг у.п./од.прод.;

Показники ефективності вироблення паливно-енергетичних ресурсів в енергетичних установках є інструментами енергозбереження. Загальна формула визначення ПЕЕ<sub>в</sub> має вигляд:

$$\text{ПЕЕ}_v = \frac{\sum E_{\text{витр}}^{\text{ПЕР}}}{E_{\text{витр}}} \quad (3.3)$$

де  $\sum E_{\text{витр}}^{\text{ПЕР}}$  – обсяг витрачених за певний час ПЕР на вироблення енергетичних ресурсів;

$E_{\text{витр}}$  – кількість вироблених енергоресурсів за цей термін.

В залежності від виду енергетичних установок або джерел енергопостачання визначення ПЕЕ<sub>в</sub> приводиться індивідуально.

На промисловому підприємстві виробнича одиниця представляє більш складну ситуація, в якій мають місце як енергія, що постачається за межі системи, так і регенерація палива в межах підрозділу або процесу. Даний приклад демонструє застосовні принципи, з відповідними уточненнями, на багатьох підприємствах.

Тому індекс енергоефективності для процесу рівний:



## ЗМІСТ

$$I_{EE} = \frac{\sum_{ij} V_{jk} \cdot W_{jk}}{E_k}, \quad (3.4)$$

де  $V_{jk}$  – обсяг  $j$  – го виду продукції на  $k$ -ом підприємстві.

$W_{jk}$  – натуральний обсяг даного виду енергоресурсів на  $k$ -ом підприємстві;

$E_k$  – енергоспоживання  $k$ -им підприємством за певний період.

Дуже важливо пам'ятати, що одним з основних показником енергоефективності виробництва є енергоємність продукції. Модернізація інженерних систем з метою підвищення комфортності умов праці в цеху основного виробництва, швидше за все, не принесе ніякого скорочення енергоспоживання. Однак вона напевно призведе до підвищення якості продукції, зниження браку і зростання продуктивності праці, та відповідно до збільшення випуску продукції. При цьому енергоємність продукції скоротиться в рази, в той час як звичайні енергозберігаючі заходи, які не впливають на випуск продукції, знижують її енергоємність всього лише на відсотки.

Енергоємність не треба плутати з енергоефективністю. Енергоємність є показником того, скільки енергії використовується в порівнянні з відповідним показником діяльності (наприклад, ВВП). Енергоємність не автоматично свідчить про те, наскільки ефективно енергія використовується. Енергоємність країни залежить (серед іншого) від:

- структури економіки (на базі галузі, на базі послуг);
- клімату (нагрівання, охолодження);
- ландшафту (розтягнутий, компактний).

Виробнича енергоємність всієї продукції може бути встановлена для певного інтервалу часу (за місяць, квартал, рік і т.д.), яка буде відображати не технічну або технологічну характеристику виробів, а планову або фактичну зміну виробничого процесу за названий інтервал.

Для цілей нормування показники виробничої енергоємності виготовлення продукції / виробу можуть бути представлені в абсолютній і питомій формах (включаючи внесення в стандарти підприємства, технологічну, проектну та іншу документацію на виріб або виробничий процес).

## ЗМІСТ

Показники енергоємності можуть бути такими: використання енергії на виробничу вартість, споживання енергії на додану вартість, споживання енергії на людину-годину, споживання енергії на пасажиро-кілометр тощо.

Енергоємність може бути виміряна з огляду на споживання енергії на виробничу одиницю, споживання енергії на душу населення, споживання енергії на одиницю площі підлоги з підігрівом, залежно від того, наскільки вона підходить для різних секторів та галузей. Об'єктом такого типу показників є вимір ефективності використання енергії, енергоємність у різних галузях та оцінка впливу заходів, ініційованих урядом на регулювання використання енергії.

### ✓ Споживання енергії у вартості продукції

Виробнича вартість – це вартість усіх вироблених товарів і послуг, а в постійних цінах відображає зміни в обсязі та якості. Існує тісний зв'язок між використанням енергії та обсягом виробництва і тому ми говоримо про енергоємність. Таке співвідношення є доброю мірою для порівняння енергоємності в різних галузях промисловості. Цей показник особливо підходить для аналізу енергоємності в галузях, що виробляють товари.

### ✓ Споживання енергії на одиницю ВВП

Найбільш часто використовуваним показником діяльності в енергетичних показниках є ВВП (країни) або додана вартість (за галуззю). Додана вартість дорівнює вартості виробництва мінус проміжне споживання. Таким чином, енергоємність буде залежати не тільки від виробленої продукції, а й від вхідного матеріалу до виробничого процесу. ВВП часто інтерпретується як створення вартості для країни в цілому, тому використання енергії на ВВП часто використовується як показник сталого розвитку / споживання.

### ✓ Споживання енергії на душу населення

Збільшення населення, як правило, призводить до більших об'ємів використання енергії через підвищення попиту на електричні прилади, потреб в більшій кількості транспорту, обслуговуючого персоналу і, отже, вищої ціни продукції, особливо для сфери послуг. Індикатор «споживання енергії на душу населення» є легким для розуміння та зручним для користувача і особливо підходить для аналізу енергоємності для домогосподарств. Даний індикатор також говорить про те, скільки енергії кожен житель споживає в порівнянні з іншими країнами.

## ЗМІСТ

### ✓ Споживання енергії на дохід на душу населення

Цей показник показує взаємозв'язок між попитом на енергоносії і доходом на душу населення. Використання енергії на дохід на душу населення не вимірює енергоємність, але відображає, скільки доходу впливає на використання енергії в країні (тобто максимальна еластичність за доходами). Що стосується доходів, то дані чітко підтверджують наявність S-образної взаємозв'язку між споживанням енергоресурсів на душу населення і доходом на душу населення [67].

Для розрахунку енергоємності продукції (робіт, послуг), наприклад, весь обсяг споживання енергії (палива) розділимо на обсяг випуску продукції.

Під час визначення енергоємності продукту енерговитрати на загальногосподарські потреби підприємства (вентиляцію, опалення, внутрішньозаводський транспорт тощо), в тому числі енерговитрати, обумовлені порушенням прийнятої технології, режимів роботи та рецептур, недотриманням вимог до якості сировини та матеріалів і виробленням браку, не враховують. Витрати теплової енергії на апарати, що обігріваються за рахунок вторинних енергоресурсів також не враховують.

Повна енергоємність продукції (послуг) –  $\varepsilon$ , МДж/од. продукції, визначають за формулою (3.5):

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{ПЕР}} + \varepsilon_{\text{м}} + \varepsilon_{\text{ф}} + \varepsilon_{\text{р}} + \varepsilon_{\text{о}} \quad (3.5)$$

де  $\varepsilon_{\text{ПЕР}}$  – енергоємність ПЕР, необхідних для виробництва продукції;

$\varepsilon_{\text{м}}$  – енергоємність сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, необхідних для виробництва продукції;

$\varepsilon_{\text{ф}}$  – енергоємність основних виробничих фондів (ОВФ), амортизованих за час вироблення продукції;

$\varepsilon_{\text{р}}$  – енергоємність відновлення робочої сили при виробництві продукції;

$\varepsilon_{\text{о}}$  – енергоємність екологічних заходів при виробленні продукції.

При цьому  $\varepsilon_{\text{ПЕР}}$  визначається за формулою (3.6):

$$\varepsilon_{\text{ПЕР}} = \varepsilon_{\text{техн}} + \varepsilon_{\text{тр}} + \varepsilon_{\text{г}} + \varepsilon_{\text{і}} \quad (3.6)$$

де  $\varepsilon_{\text{техн}}$  – енергоємність ПЕР, які витрачаються безпосередньо під час вироблення продукції;

$\varepsilon_{\text{тр}}$  – енергоємність ПЕР, які витрачаються на транспортування сировини, витратних матеріалів та комплектуючих виробів;

## ЗМІСТ

$\varepsilon_r$  – зниження енергоємності продукції за рахунок використання утворених під час виробництва продукції горючих відходів;

$\varepsilon_i$  – приріст енергоємності, обумовлений імпортом ПЕР (у разі його наявності).

Найбільш важливим чинником, який впливає на прийняття рішення щодо затвердження інвестиційних проектів, пов'язаних з модернізацією, реконструкцією або заміною технології, технічних засобів є оцінка економічної ефективності кожного енергозберігаючого проекту.

Економічна ефективність інвестицій в енергозберігаючі заходи характеризується системою показників. Ці показники дозволяють судити про економічні переваги одних інвестицій над іншими та відображають співвідношення пов'язаних з інвестиціями витрат і результатів [54, 58-61].

Показниками ефективності інвестиційних проектів є

- термін окупності інвестицій (Payback Period, PP);
- коефіцієнт ефективності інвестицій (Accounting Rate of Return, ARR);
- чистий дисконтований дохід, чиста поточна (приведена, справжня) вартість (Net Present Value, NPV);
- індекс рентабельності інвестиції (Profitability Index, PI);
- внутрішня норма рентабельності (Internal Rate of Return, IRR);
- модифікована внутрішня норма рентабельності (Modified Internal Rate of Return, MIRR);
- дисконтований термін окупності інвестиції (Discounted Payback Period, DPP).

Оцінка економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі заходи здійснюється з урахуванням критеріїв, що відповідають певним принципам, а саме:

- впливу вартості або цін у часі;
- інфляції та її відображення;
- можливих змін в параметрах проекту;
- альтернативних витрат;
- ризиків, пов'язаних із здійсненням проекту.

Розглянемо кожний показник економічна ефективності інвестицій по детально [54, 58-61].

## ЗМІСТ

*Термін окупності інвестицій (Payback Period, PP).*

Даний показник дає відповідь на питання: коли станеться повний повернення вкладеного капіталу? З точки зору економіки, сенс цього показника полягає у визначенні терміну, за який інвестор може повернути свій вкладений капітал.

Якщо дохід розподілений рівномірно за роками, термін окупності розраховується діленням витрат на величину річного доходу, зумовленого цими витратами:

$$PP = \frac{CF_0}{CF_t} \quad (3.7)$$

де  $CF_0$  – первинний грошовий потік, який створюється об'єктом інвестицій (Cash Flow);

$CF_t$  – грошовий потік від реалізації інвестицій в момент часу  $t$ ;

Тому, для рівномірного розподілу доходу по роках період окупності – це тривалість часу, тобто кількість років, необхідних для відшкодування первинних інвестицій.

Якщо прибуток розподілений нерівномірно, то період окупності інвестиції розраховується шляхом прямого підрахунку кількості років, протягом яких буде погашена кумулятивним доходом інвестиція:

$PP = \min n$ , при якому

$$\sum_{k=1}^n CF_t \geq CF_0 \quad (3.8)$$

в разі якщо  $k = 1, 2, \dots, n$

*Коефіцієнт ефективності інвестицій (Accounting Rate of Return, ARR).*

Інакше цей коефіцієнт називають облікової нормою прибутку чи коефіцієнтом рентабельності проекту. Цей показник відображає прибутковість об'єкта інвестицій без урахування дисконтування. Наведемо один з алгоритмів обчислення ARR:

$$ARR = \frac{CF_{t_{cp}}}{CF_0} \quad (3.9)$$

де  $CF_{t_{cp}}$  – середній грошовий потік від реалізації інвестицій в момент часу  $t$ ;

*Чистий дисконтований дохід, чиста поточна (приведена, справжня) вартість (Net Present Value, NPV)*

## ЗМІСТ

Величина чистого дисконтованого доходу (ЧДД) розраховується як різниця дисконтованих грошових потоків доходів і витрат, вироблених в процесі реалізації інвестиції за прогнозний період.

Сенс критерію полягає в порівнянні поточної вартості майбутніх грошових надходжень від реалізації проекту з інвестиційними витратами, необхідними для його реалізації.

NPV характеризує абсолютний ефект інвестиційної діяльності, який розраховується за формулою:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - CF_0 \quad (3.10)$$

де  $t$  – крок розрахунку (місяць, квартал, рік і т. д.);

$i$  – ставка дисконтування.

Можуть використовуватися при розрахунку NPV різні за роками ставки дисконтування. В даному випадку до кожного грошового потоку необхідно застосовувати індивідуальні коефіцієнти дисконтування, які будуть відповідати даному року розрахунку. Крім того, можлива ситуація, що проект, прийнятний при постійній дисконтній ставці, може стати неприйнятним при змінній.

При прогнозуванні доходів за роками необхідно враховувати усі види надходжень виробничого та невиробничого характеру, які можуть бути асоційовані з даним проектом.

*Індекс рентабельності інвестиції (Profitability Index, PI)*

Індекс рентабельності – відносний показник ефективності інвестиційного проекту, який характеризує рівень доходів на одиницю витрат. Іншими словами ефективність вкладень - чим більше значення цього показника, тим вище віддача грошової одиниці, інвестованої в даний проект. Економічний зміст даного коефіцієнта – це оцінка додаткової цінності на кожен вкладену гривню. З метою максимізації сумарного значення NPV даному показнику слід віддавати перевагу при комплектуванні портфеля інвестицій.

$$PI = \frac{NVP}{CF_0} \quad (3.11)$$

Якщо вкладення в проект здійснюються багаторазово, протягом періоду реалізації, то необхідно інвестиційний капітал привести до єдиної вартості, тобто дисконтувати його. Тому, при виборі одного проекту критерій PI має перевагу з ряду інших, що мають приблизно

## ЗМІСТ

однакові значення NPV, але відрізняються обсягами інвестицій. В даному випадку найвигідніше є той, який забезпечує більшу ефективність вкладень. У зв'язку з цим даний показник дозволяє ранжувати проекти за обмежених інвестиційних ресурсах.

*Внутрішня норма рентабельності (Internal Rate of Return, IRR)*

Під внутрішньою нормою рентабельності, або внутрішньою нормою прибутку, інвестицій (IRR) розуміють вагу ставки дисконтування, коли NPV проекту дорівнює нулю.

Даний показник характеризує ефективність використання інвестицій. IRR – це мінімальна процентна ставка, нижче за яку величина відносного доходу не є прийнятною для даного підприємства.

$$IRR = j \text{ при якому } NPV = 0 \quad (3.12)$$

Сенс розрахунку цього коефіцієнта полягає в наступному: IRR демонструє максимально допустимий відносний рівень витрат, які можуть бути асоційовані з даним проектом. Будь-яке підприємство на практиці фінансує свою діяльність з різних джерел. За користування авансованих в діяльність підприємства фінансовими ресурсами воно сплачує дивіденди, відсотки, винагороди і т.п., тобто на підтримку свого економічного потенціалу підприємство несе деякі обґрунтовані витрати.

Ціною авансованого капіталу (Capital Cost, CC) можна назвати показник, що характеризує відносний рівень цих доходів. Цей показник відображає сформований на підприємстві мінімум повернення на вкладений в нього капітал, його рентабельність і розраховується за методом середньої арифметичної зваженої.

Економічним змістом внутрішньої норми рентабельності є наступне: підприємство може приймати будь-які рішення інвестиційного характеру, рівень рентабельності яких не нижче поточного значення показника CC (ціни джерела коштів для даного проекту). Саме з ціною авансованого капіталу порівнюється показник IRR, розрахований для конкретного проекту, при цьому зв'язок між ними така:

- якщо  $IRR > CC$ , то проект варто прийняти;
- якщо  $IRR < CC$ , то проект варто відкинути;
- 0 якщо  $IRR = CC$ , то проект ні прибутковий, ні збитковий.

*Модифікована внутрішня норма рентабельності (Modified Internal Rate of Return, MIRR)*

## ЗМІСТ

Різновидом показника IRR являється модифікована внутрішня норма рентабельності інвестиційного проекту (MIRR). MIRR – це ставка доходу, за якою кінцева вартість чистих грошових потоків проекту дорівнює поточній вартості інвестиційних витрат. Цей показник усуває недоліки внутрішньої норми рентабельності, зокрема він спирається на поняття майбутньої вартості проекту.

Майбутня вартість проекту (*Terminal Value – TV*) – це вартість надходжень від проекту (чистого грошового потоку) з урахуванням їх можливого реінвестування протягом періоду реалізації на умовах отримання очікуваної норми прибутковості (прийнятої норми рентабельності реінвестицій). За вимогами міжнародних стандартів, *TV* обчислюється за формулою:

$$TV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1 + NR)^{t-n}} \quad (3.13)$$

де  $NCF_t$  – чистий грошовий потік на  $i$ -му інтервалі планування (Net Cash Flow);

$NR$  – норма рентабельності реінвестицій (як правило, місячна, в частках одиниці);

$n$  – тривалість проекту в періодах.

Модифікована внутрішня норма рентабельності визначається як ставка дисконтування, при якій виконується така умова:

$$\sum_{t=1}^n \frac{COF_t}{(1 - r)^{t-1}} = \frac{TV}{(1 + MIRR)^n} \quad (3.14)$$

де  $COF_t$  – грошовий потік виходить з негативним знаком (Cash Outflow);

$r$  – необхідна норма рентабельності інвестицій (за період).

Особливість критерію MIRR полягає в тому, що він завжди має єдине значення. Цей показник в оцінці проектів дозволяє здійснити вибір: проект визнається економічно привабливим в тому випадку, якщо MIRR більше вартості джерела фінансування (CC). Друга особливість MIRR в тому, що він узгоджується з NPV і може використовуватися для оцінки незалежних проектів.

*Дисконтований термін окупності інвестиції (Discounted Payback Period, DPP)*

Дисконтований термін окупності інвестиції усуває недолік статичного методу терміну окупності інвестицій і враховує вартість



## ЗМІСТ

грошей у часі. Формула для розрахунку дисконтованого строку окупності, DPP, має вигляд:

$$DPP = \min n, \text{ при якому} \\ \sum_{t=1}^n \frac{COF_t}{(1+r)^t} \geq CF_0 \quad (3.15)$$

Безсумнівно, в разі дисконтування термін окупності збільшується, тобто завжди  $DPP > PP$ .

При прийнятті інвестиційного рішення за проектом на основі DPP проводиться перевірка виконання наступних співвідношень. Проект визнається ефективним, якщо:

- $DPP \leq T$  (терміну життя проекту);
- $NPV$  (чиста поточна вартість)  $\geq 0$ ;
- $IRR$  (внутрішня норма рентабельності)  $\geq r$  (необхідна норма рентабельності проекту);
- $PI$  (індекс прибутковості)  $\geq 1$ .

Показник DPP дає більш реалістичну оцінку щодо повернення вкладених в проект коштів, ніж PP, але за умови коректного вибору ставки дисконтування.

### 3.2. Нормування та визначення витрат паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві

Важливою складовою базового забезпечення енергоменеджменту та енергоаудиту є нормування питомих витрат ПЕР та виявлення, зниження або усунення цих витрат.

Затверджений показник використання енергоресурсів на одиницю виробленої продукції, виконаних робіт або наданих послуг встановленої якості, орієнтований на прогресивне виробництво є нормою витрат ПЕР.

Нормування питомих витрат ПЕР являється інструментом усунення нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, що викликано застосуванням застарілих технологій та безгосподарністю [68]. Крім того нормування питомих витрат ПЕР використовується для прогнозування обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві, регіонах, галузях та в державі (Додаток Л).

## ЗМІСТ

Норми витрат на всі види ПЕР встановлюються з урахуванням особливостей кожного виробництва, підприємства, установи або організації. На основі міжгалузевих та галузевих методик диференціація норм здійснюється підприємством самостійно. Вказані норми не повинні перевищувати регламентованих показників міжгалузевих та галузевих типових норм питомих витрат ПЕР для конкретного виду споживання.

Витрати ПЕР, наприклад, комунально-побутового характеру, на капітальний ремонт споруд та будівництва, пусконаладжувальні та дослідні роботи тощо, які мають допоміжний характер до основної продукції, товарів, послуг враховуються окремо.

При нормуванні витрат паливно енергетичні ресурси визначаються на натуральну одиницю кожного з видів товарної продукції (послуг) підприємства, незалежно від джерел їх постачання та характеру споживання. Також включають похідні енергоносії, що вироблені підприємством та відпущені іншим споживачам (наприклад: стиснене повітря, кисень, вода, теплова енергія тощо), та напівфабрикати, товари народного споживання, інші види робіт і послуг для сторонніх споживачів.

До ірраціональних витрат ПЕР, відносять такі, що зумовлені недотриманням вимог державних стандартів, технологічних та режимних карт, проектної документації на енергопостачання. До марнотратних витрат можна віднести погіршення теплоізолювальних властивостей в опалювальний сезон різних споруд, паспортів на обладнання. В тому числі, відносять систематичне, без виробничої необхідності, використання палива, недовантаження чи використання на холостому ходу силових трансформаторів, електродвигунів, електропечей та іншого обладнання й машин, які не обумовлені вимогами надійності або технічної чи екологічної безпеки.

На підприємстві норми питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів повинні:

- ✓ розробляться на єдиній методологічній основі;
- ✓ враховувати плани організаційно-технічних заходів щодо підвищення ефективності споживання та використання ПЕР;
- ✓ враховувати організацію, технологію та умови відповідного виробництва, здобутки науки й техніки, та орієнтуватись на прогресивні показники використання енергії;

## ЗМІСТ

- ✓ враховувати результати попередній та поточних енергетичних обстежень;
- ✓ враховувати нормативні енергетичні характеристики, що характеризують комплекс техніко-економічних показників роботи обладнання, які встановлені на основі даних заводу-виробника або випробувань за оптимальних режимів роботи з урахуванням параметрів, ступенів його старіння і зовнішніх факторів;
- ✓ переглядатись з об'єктивних змін умов виробництва та урахуванням досягнутих показників ефективності використання ПЕР із зазначеною періодичністю;
- ✓ сприяти мобілізації резервів економії ПЕР у виробництві.

За ступенем агрегації норми питомих витрат поділяються на групові та індивідуальні; за складом витрат – на технологічні та загальновиробничі; за періодом дії - на квартальні (місячні) та річні.

Індивідуальна норма – це норма питомої витрати виду /видів ПЕР, яку визначають для окремих агрегатів, установок, обладнання, машин, технологічних процесів (ТП).

Групова норма – це норма питомої витрати виду ПЕР, яку визначають на групу агрегатів, установок, обладнання, технологічних процесів, укрупнену номенклатурну групу продукції відносно різних рівнів управління суспільним виробництвом (регіон, міністерство, об'єднання, підприємство, виробництво, цех, дільниця тощо).

Технологічна норма – це норма питомої витрати ПЕР, яка враховує виробниче споживання у виробничих процесах та технічні втрати, які пов'язані тільки із здійсненням основних та допоміжних ТП виробництва продукції конкретного виду.

Загальновиробнича норма – це норма питомої витрати теплової та електричної енергії. Вони враховують допоміжні потреби, як умовно постійну складову, що пов'язані з виробництвом продукції (наприклад: вентиляцію, опалення, освітлення, гаряче водозабезпечення тощо) та їх виробниче споживання, технічно неминучі втрати в основних та допоміжних технологічних процесах. Основою для обчислення енергоємності за видами енергоресурсів як раз й виступають загальновиробничі норми (електроємності, паливоємності, теплоємності) продукції на підприємстві (Додаток М).

За періодом – норми питомих витрат можуть бути річними, квартальними та місячними.

## ЗМІСТ

Відповідно до рівня управління встановлюються норми диференційовані та укрупнені. Диференційованою називають норму питомої витрати кожного виду ПЕР, яку визначають для певного виду (сорту, типорозміру) продукції, що виготовляють. Укрупненою називають норму питомої витрати кожного виду ПЕР, що визначають як середньозважену величину для груп вироблюваної продукції одного виду, але різних сортів (типорозмірів) або для груп продукції різного виду, що виготовляють.

При встановленні норм витрат ПЕР для промислового підприємства зазвичай враховують витрати енергії, зазначені в таблиці 3.1 [68].

Основним методом визначення норм витрат енергоносіїв є розрахунково-аналітичний метод. Він забезпечує розроблення та аналізування енергетичного балансу окремих агрегатів, дільниць, цехів та підприємства в цілому.

Крім зазначених, застосовують розрахунково-статистичний та дослідний методи. Для визначення групових норм витрат енергії переважно застосовують розрахунково-аналітичний та розрахунково-статистичні методи.

Таблиця 3.1

Типовий склад норм витрат ПЕР для промислового підприємства

Види норм і статті витрат ПЕР	Види енергоресурсів		
	Паливо	Теплова енергія	Електрична енергія
1	2	3	4
Технологічні норми			
Витрати палива, теплової та електричної енергії на технологічні процеси виробництва з врахуванням витрат на розігрів і запуск, підтримання технологічних агрегатів у "гарячому резерві", в тому числі після поточних ремонтів та холостих простоїв, а також технічно неминучі втрати енергії у технологічних агрегатах	+	+	+

**ЗМІСТ**

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
<b>Загальновиробничі цехові норми</b>			
Витрати теплової й електричної енергії, що входять до складу технологічних норм	-	+	+
Витрати теплової та електричної енергії на допоміжні потреби дільниці: <ul style="list-style-type: none"> <li>• опалення;</li> <li>• вентиляцію;</li> <li>• освітлення;</li> <li>• роботу внутрішньоцехового транспорту;</li> <li>• роботу цехових (дільничних) ремонтних майстерень;</li> <li>• господарсько-побутові та санітарно-гігієнічні потреби цеху чи дільниці (душові, умивальники, кабінки особистої гігієни тощо)</li> </ul>	-	+	+
Технічно неминучі втрати теплової та електричної енергії у внутрішньоцехових (дільничних) мережах та перетворювачах	-	+	+
<b>Загальновиробничі заводські норми</b>			
Витрати теплової та електричної енергії, що входять до складу загальновиробничих цехових норм	-	+	+
Витрати теплової та електричної енергії на допоміжні потреби підприємства: <ul style="list-style-type: none"> <li>• виробництво стисненого повітря;</li> <li>• виробництво холоду;</li> <li>• виробництво кисню, азоту;</li> <li>• виробництво генераторного газу;</li> <li>• водопостачання;</li> </ul>	-	+	+

**ЗМІСТ**

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"><li>• виробничі потреби допоміжних та обслуговуючих цехів і служб (ремонтних, інструментальних і інших цехів, заводських лабораторій, складів, адміністративних будівель тощо), включаючи витрати енергії на їх освітлення, опалення та вентиляцію;</li><li>• робота внутрішньозаводського транспорту (електрокарів, мотовозів, кранів, пневматичного, залізничного транспорту тощо);</li><li>• зовнішнє освітлення території;</li><li>• підігрів заводських трубопроводів</li></ul>	-	+	+
Технічно неминучі втрати теплової та електричної енергії у заводських мережах та перетворювачах до цехових пунктів обліку	-	+	+

Розрахунково-аналітичний метод передбачає визначення норм витрат енергії за статтями витрат розрахунковим шляхом на підставі прогресивних показників використання енергії у виробництві.

На підприємстві норми витрат ПЕР розробляють щорічно. Тому встановлюють річні норми з розбивкою по кварталах, а за необхідності і по місяцях планового року.

Всі роботи з організації нормування витрат енергетичних ресурсів охоплюють:

- ✓ розроблення плану організаційно-технічних заходів з економії енергоресурсів;
- ✓ розроблення та затвердження групових і індивідуальних норм витрат та завдань по їх зниженню на визначений період;
- ✓ розроблення інструкцій і методик з нормування номенклатури продукції у виробництві, для якої встановлювались норми витрат;
- ✓ доведення норм витрат та завдань до виконавця;

## ЗМІСТ

- ✓ проведення аналізу та забезпечення контролювання за виконанням встановлених норм витрат енергоресурсів, завдань з їх зниження та запланованих організаційно-технічних заходів;
- ✓ розроблення та удосконалення звітності з виконання нормування витрат ПЕР та завдань по їх зниженню.

Обов'язковою на підприємствах є організація обліку витрат ПЕР за допомогою відповідних приладів і систем, яка забезпечує об'єктивність нормування витрат ПЕР та контроль за виконанням встановлених норм.

Необхідно враховувати існуючий організаційно-технічний стан підприємства при визначенні норм, в тому числі обґрунтовані можливості зниження цих витрат шляхом впровадження передових технологій, обладнання та реалізації плану з організаційно-технічних заходів.

Дійсні енерговитрати на виробництві треба визначити різними способами, але найдоцільніше одержати їх через систему автоматизованого контролю та обліку енергоспоживання, при їх наявності на підприємстві.

Вагомий вклад у напрямку підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів мають роботи із складання і аналізу енергетичних балансів промислових підприємств шляхом виявлення резервів їх економії.

Класифікація енергетичних балансів наведена на рис. 3.2.

Види енергетичних балансів, які описані вище не обмежуються даними ознаками. Вони можуть мати більшу різноманітність, в залежності від поставлених завдань та обраних показників для вимірювання.

Найважливішими аспектами вихідної інформації енергетичних балансів являється достовірність і точність, повнота й можливість порівняння, оперативність та доступність.

Вся вихідна інформація може бути представлена такими даними: загальна виробнича й енергетична характеристика підприємства, включно з описом схем матеріальних й енергетичних потоків.

Інформацію про поточний стан енергоспоживання збирають за визначений період, визначений підприємством, як правило, один рік. Для оцінки впливу на енергоспоживання кліматичних умов і

## ЗМІСТ

сезонного характеру діяльності об'єктів підприємства потрібні помісячні дані.

ЕНЕРГЕТИЧНІ БАЛАНСИ	за часовими ознакам	<ul style="list-style-type: none"><li>• звітні</li><li>• планові</li></ul>
	за методами розробки	<ul style="list-style-type: none"><li>• дослідні;</li><li>• розрахункові;</li><li>• дослідно-розрахункові</li></ul>
	за якісною ознакою	<ul style="list-style-type: none"><li>• раціональні;</li><li>• нормалізовані;</li><li>• оптимальні.</li></ul>
	за видами енергоресурсів	<ul style="list-style-type: none"><li>• загальний енергетичний баланс;</li><li>• паливний;</li><li>• тепловий;</li><li>• електробаланс;</li><li>• пароконденсатний;</li><li>• баланси інших енергоресурсів.</li></ul>
	за цільовим використанням енергоресурсів	<ul style="list-style-type: none"><li>• технологічні;</li><li>• силові потреби;</li><li>• опалювання і вентиляція;</li><li>• освітлення;</li><li>• комунально-побутові потреби</li><li>• інші.</li></ul>
	за виробничо-територіальною ознакою по	<ul style="list-style-type: none"><li>• цехах;</li><li>• відділеннях;</li><li>• процесах;</li><li>• енергоємких агрегатах та установках.</li></ul>

Рис. 3.2 – Класифікація енергетичних балансів

Щомісячні дані про споживання всіх енергоносіїв та видів енергії доповнюють даними про вартість паливно енергетичних ресурсів і електроенергії, як за кожен місяць так й за рік, про теплотворну здатність палива, особливо якщо вона нестандартна. Інформація про витрати включає вартість одиниці енергетичного ресурсу та тарифи на його постачання. Приймаються до уваги коливання теплотворної здатності палива і характеристики джерел



## **ЗМІСТ**

його отримання.

Необхідно мати інформацію про температуру зовнішнього повітря протягом періоду, що розглядається, хоча б середньомісячну. Для подальшого аналізу вкрай потрібні помісячні дані про обсяг випуску продукції або надання послуг підприємством. Дану інформацію енергоаудитор може отримати ще до відвідування підприємства на складений ним запит. До відповідей повинні бути додані рахунки та копії квитанцій про оплату всіх видів енергетичних ресурсів.

Крім того, енергоаудитору необхідно ознайомитися з системою тарифів на постачання енергії та енергоносіїв, щоб визначити як формуються витрати на енергію.

В Україні для розрахунку за спожиту електроенергію діють 2 тарифи: диференційований та одноставковий за періодами часу протягом доби – зонний тариф. Споживачі електроенергії розділені на 2 класу. До першого віднесені такі, які споживають енергію на напрузі 27,5 кВ і вище, до другого - на напрузі до 27,5 кВ.

Діючі в Україні тарифи на електричну енергію, що відпускається для кожного класу споживачів, крім населення наведені у Додатку Н.

Межі періодів для кожного сезону за годинами доби встановлюються відповідними службами НЕК "Укренерго" за погодженням з НКРЕ.

Доцільною є інформація про ту частину електроенергії, яку споживають окремі групи електроприймачів: електродвигуни, освітлення, опалення, технологічні процеси і т.п.

За результатами обробки облікової та фінансової документації об'єкта отримують таку інформацію:

- загальну вартість енергоресурсів, що споживає об'єкт (в тому числі водопостачання та пов'язані з ним витрати);
- сезонні зміни споживання палива;
- розподіл витрат між видами палива;
- інформація про ціни та/чи систему тарифів.

Дана інформація дає картину поточної ситуації на об'єкті і дозволяє виділити пріоритетні області в яких заходи з енергозбереження повинні бути введені в першу чергу. Наприклад, на заводі витрати на електроенергію складають 30-40% всіх витрат на енергоресурси, а 60-70% – складають витрати на газ, тому

## **ЗМІСТ**

рекомендовано першочергові зусилля зосередити на обмеження споживання газу.

Чим більше споживання енергії та її вартість, тим більше часу потрібно витратити на оцінку можливих шляхів заощадження.

### **3.3. Динамічна модель оцінки результативності та ефективності систем менеджменту**

На сьогодні накопичено чи малий досвід проектування і опису систем менеджменту, таких як система управління якістю, система управління навколишнім середовищем, системи управління охороною праці та здоров'ям, системи управління ризиками, системи управління безпечністю харчових продуктів тощо. Проте спроектувати або перебудувати інтегровану систему менеджменту крупного промислового підприємства неможливо на основі макетування або чисто математичного моделювання. Це пов'язано з особливістю вхідних та вихідних параметрів інтегрованої системи: впливом людського фактору, імовірнісним і асинхронним характером інформаційних і матеріальних потоків різних систем, складної багатокомпонентної структурою та ін.

Сам термін «моделювання» містить у собі процес проектування чи створення достатнього, точного, ефективного та зручного для сприйняття опису системи. Моделювання передбачає наявність встановленого набору засобів і правил мови опису об'єкта. Найпоширеніші мови за описом представлення і відповідних їм моделей є математична, вербальна і графічна моделі.

Математична модель – система рівнянь і концепцій, які використовуються для опису і прогнозування даного феномена або поведінки об'єкта. Математичні моделі знаходять як практичне, так і теоретичне застосування (іноді одночасно). Практичні завдання, в яких використовуються математичні моделі, включають створення нових матеріалів, прогноз погоди, перевірку міцності мостів, літаків і тому подібного.

Вербальна модель – це письмове або усне представлення інформаційної моделі засобами природної мови. Наприклад, для стандартизації це найбільш характерна і звична форма опису об'єкту. Однак, ця мова не завжди забезпечує необхідну «прозорість» і

## ЗМІСТ

точність опису об'єкта.

Графічна модель – зображення модельованої системи за допомогою наочних геометричних засобів. Наприклад, ЕСКД – набір засобів і правил отримання графічного опису об'єкта – креслення чи з використанням нотацій IDEF-технологій тощо.

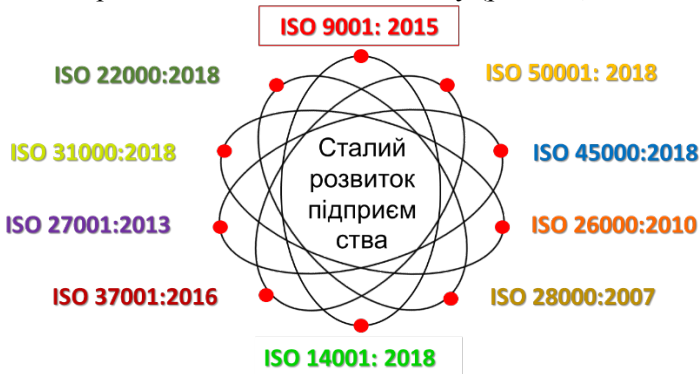
Експерти сфери систем менеджменту сходяться на тому, що найбільш прийнятним способом опису процесів різних систем є графічний. На сьогодні інтенсивно розвивається технологія проектування складних систем, що заснована на комп'ютерному моделюванні.

Комп'ютерне моделювання дозволяє визначати найбільш ефективну структуру і параметри роботи системи і є основою для її аналізу і реформування.

Коли ми говоримо про моделі менеджменту, про швидкості їх впровадження, це все розвивається колосальними темпами. І це другий ключовий висновок, який вже стає зримим

Необхідно впроваджувати системи менеджменту. Але потрібно розуміти що «Саме процес забезпечення результативної та ефективної діяльності організації в короткостроковій та довгостроковій перспективі і є сутністю менеджменту». Існує багато моделей менеджменту, базовою для всіх є СМЯ. Тому необхідно інтегрувати системи менеджменту в управління організації.

На думку авторів, сталий розвиток підприємства та ефективність управління промисловим підприємством залежить від кількості інтегрованих систем менеджменту (рис. 3.3).



## ЗМІСТ

Рис. 3.3 – Графічна модель системи менеджменту промислового підприємства

Мета кожного підприємства або організації отримати максимальний прибуток. Для досягнення поставленої мети, власник підприємства, в першу чергу дбає про:

- задоволеність споживачів або замовників;
- безперебійну роботу підприємства і виробництва продукції високої якості;
- стимулювання і мотивацію персоналу підприємства, шляхом створення безпечних умов праці, можливостей професійного та персонального розвитку працівників, що поліпшує репутацію організації в цілому;
- охорону навколишнього середовища, що відбивається на іміджі підприємства;
- створення нових робочих місць для населення тієї чи іншої місцевості;
- управління енергетичними ресурсами у сфері виробництва, шляхом скорочення енергетичних витрат і підвищення загальної продуктивності підприємства;
- забезпечення безпеки інформаційного забезпечення бізнес-процесів;
- забезпечення безпечності продукції харчування;
- управління ризиками, їх мінімізації, зниження збитків і втрат, що призводить до здатності захистити себе і успішно розвинути свій бізнес.

Якщо говорити мовою стандартизації, то кожне поставлене завдання має свої відображення у низці вимог до виробника, описаних в наступних міжнародних стандартах ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018, ISO 50001:2018, ISO 31000:2018, ISO/IEC 27001:2013, ISO 26000:2010, ISO 22000:2018. Тому вважаю за потрібне роз'яснити, що ефективність діяльності та сталий розвиток підприємства забезпечується шляхом запровадження систем менеджменту за різними напрямками й лише їх спільне запровадження дозволяє максимально отримати найвищий ефект. Схема моделювання інтегрованих систем менеджменту промислового підприємства повинна враховувати особливі показники кожної системи і в спрощеному вигляді відображати її будову. На рис. 3.4 приведена розроблена схема моделювання інтегрованої системи менеджменту,

## **ЗМІСТ**

яка описує ефективність діяльності промислового підприємства за допомогою діаграми Ісікави.

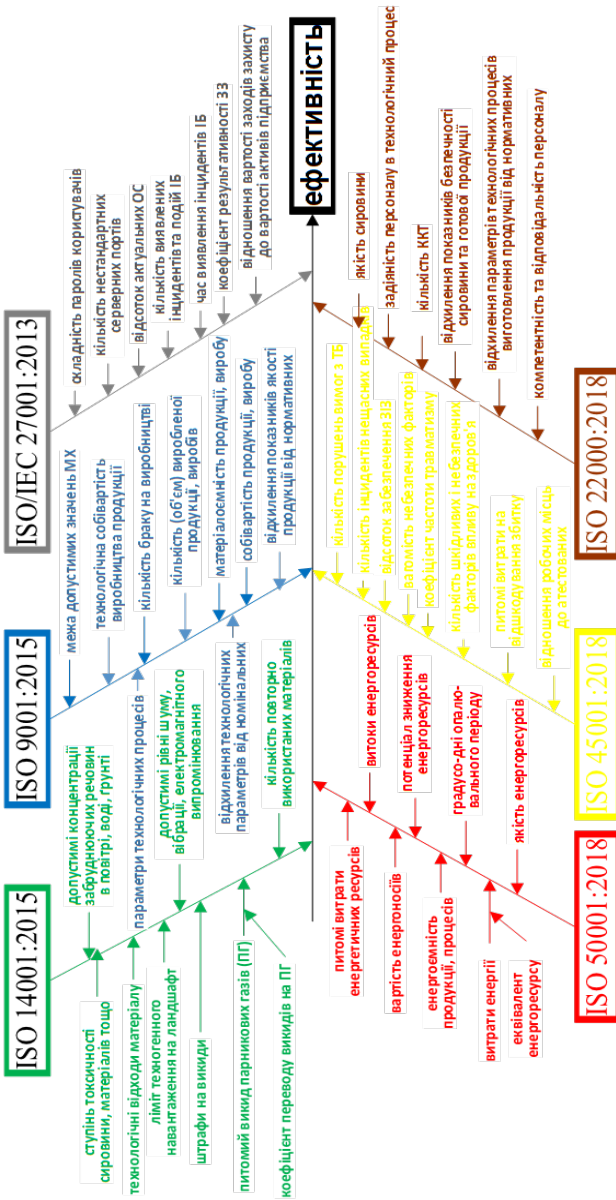


Рис. 3.4 – Схема моделювання інтегрованої системи менеджменту, яка описує ефективність діяльності підприємства

## ЗМІСТ

Останні зміни вказаних міжнародних стандартів, пов'язані з подібністю оформлення вимог з базовим міжнародним системним стандартом ISO 9001:2015. Такий підхід спрямований для поліпшення побудови інтегрованих систем менеджменту. Нові версії стандартів мають однакову послідовність, однотипний зміст, що говорить про їх ймовірний симбіоз.

Оцінку ефективності діяльності підприємства пропонуємо визначати як сумарну ефективність функціонування діючих систем менеджменту, а для цього потрібно по-перше встановити показники та критерії оцінки кожної системи менеджменту [69].

$$E = E_{\text{ISO 9001}} + E_{\text{ISO 14001}} + E_{\text{ISO 45001}} + E_{\text{ISO 50001}} + E_{\text{ISO 31000}} + E_{\text{ISO/IEC 27001}} + E_{\text{ISO 26000}} + E_{\text{ISO 22000}}$$

Загалом математична модель ефективності, запропонована автором, зводиться до рішення моделі наступного виду, де кожна множина відповідає описаній вище системі менеджменту:

$$E = \sum E_i(E_1, E_2, E_3 \dots E_n; t; C) \quad (3.16)$$

де  $E_1 = \{e_1, e_2, e_3 \dots e_n\}$  – стан ефективності системи менеджменту якості;

$E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7$  – відповідно стан ефективності систем навколишнім середовищем, охороною праці та здоров'ям, ризиками, соціальною відповідальністю, інформаційною безпекою й енергоменеджменту;

$t$  – час;

$C$  – собівартість продукції, процесу, послуги.

Незначна кількість підприємств України мають інтегровані системи менеджменту за всіма, запропонованими автором системами (що є підмоделями), які визначають ефективність діяльності підприємства. Тому при розрахунках ефективності діяльності підприємства вплив той чи іншої системи при її відсутності не буде врахований.

Для оцінювання ефективності системи енергоменеджменту необхідно проводити вимірювання відповідних показників описаних раніше.

Мета таких вимірювань полягає в отриманні оцінки ефективності запропонованих заходів, засобів контролю і отриманні оцінки ефективності реалізованої СЕН. Визначення енергетичних показників проводяться скрізь в циклічному взаємозв'язку процесів та

## ЗМІСТ

видів діяльності СЕН (їх «входів–виходів»), на базі циклу PDCA – «Планування-Впровадження-Перевірка-Дія».

Найчастіше оцінюють вплив прямої діяльності об'єкта на споживання енергоносіїв. Пряма діяльність – це виробництво продукції визначеної якості, тобто чинником, від якого гіпотетично залежить кількість витраченої енергії, є насамперед обсяг виготовленої продукції. Саме тому при зміні обсягу виготовленої продукції змінюється споживання енергетичних ресурсів, що спонукає використовувати питомі показники.

Треба зазначити, що дані про використання енергії слід збирати на практичному та економічно вигідному рівні. Якщо енергоємність чи одиниці продукції, що випускається серед продуктів у групі товарів, значно відрізняються, то, якщо це можливо, дані про споживання енергії слід збирати окремо. Якщо дані про використання енергії доступні лише на агрегованому рівні (тобто для всіх продуктів у поєднанні), компанія може вибрати вручну розподіляти дані про використання енергії до груп продуктів або підгруп. Крім того, компанія може вирішити поєднати всі продукти в єдине ціле.

Розподіл продуктів на більш ніж одну групу підходить для компаній, які виробляють продукти з широким спектром енергоємності або потребують більше однієї одиниці продукції для представлення всіх своїх операцій.

Промислові підприємства різноманітні і стикаються зі змінними факторами тому компаніям потрібна гнучкість у виборі одиниць продукції, що підходить для їх діяльності.

Приклад одиниць продукції включають в себе:

- ✓ кількість продуктів (наприклад, автомобілі, морозиво, банки з фарбою);
- ✓ маса продукції (наприклад, фунти зернових, тони сталі);
- ✓ розмір або обсяг продукції (наприклад, квадратні фути фанери, кубічні фути азоту);
- ✓ функціональні можливості (наприклад, можливість обробки МГц, байти зберігання даних).

Крім того, компанії можуть вибрати фінансову одиницю продукції (наприклад, додану вартість, доходи, вартість постачань) для звітування. Деякі компанії вважають, що ці показники зручні різної продукції при проведенні бенчмаркінгових досліджень. Енергетична напруженість, вимірювана фінансовими одиницями



## ЗМІСТ

(наприклад, маса зернових на величину відвантаження) змінюється, коли ціни змінюються, тому підприємства, що використовують цей тип одиниці випуску, повинні нормалізувати свої показники.

Кожний процес виробництва продукції або послуги можна зобразити як "чорний ящик", як зображено на рис. 3.5. Такі системи мають «вхід» для введення інформації та «вихід» для відображення результатів роботи. Стан виходів звичайно функціонально залежить від стану входів.

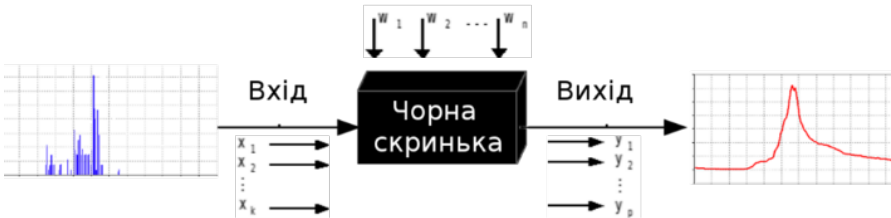


Рис. 3.5 – Взаємозв'язок параметрів процесу виробництва продукції

Таким чином ми маємо наступні групи параметрів:

- керівні (вхідні) параметри  $X_i$ , які називаються факторами;
- вихідні параметри  $Y_i$ , які називаються параметрами стану;
- $W_i$ -впливи.

Стрілки праворуч зображують чисельні характеристики цілей дослідження. Їх позначають літерою ігрек ( $Y$ ) і називають параметрами оптимізації. У літературі зустрічаються інші назви:

- критерій оптимізації,
- цільова функція,
- вихід «чорного ящика» і т. д.

У сфері енергетичної ефективності «чорний ящик» можна представити наступним чином, рис. 3.6.

В сучасних умовах дії міжнародних угод слід вирішувати задачу економіко-математичного моделювання структури виробництва промислових підприємств. Такий підхід дає можливість оптимізувати використання енергоресурсів виробництва для підвищення ефективності виробничої діяльності, підвищення конкурентоздатності продукції, та й підвищувати екологічність виробництва.

## ЗМІСТ



Рис. 3.6 – Взаємозв'язок параметрів енергетичної ефективності процесу виробництва продукції

Для цього необхідне вирішення комплексу питань, пов'язаних з формуванням математичних моделей оптимізації структури виробничої діяльності промислових підприємств.

Розглянемо механізми створення та проектування моделі оптимізації структури виробництва промислових підприємств за умови

В промисловості найбільш широко використовується показник енергоефективності, який характеризує витрати енергії на одиницю виробленої продукції або виходу технологічного процесу – питоме енергоспоживання:

$$x_{jk} = \frac{\sum_i E_k}{V_{jk}} \quad (3.17)$$

де  $E_k$  – спожита енергія на виробництво  $j$  – го виду продукції на  $k$ -ом підприємстві;

$V_{jk}$  – обсяг виробництва  $j$  – го виду продукції на  $k$ -ом підприємстві, т.

Зазвичай, ПЕС має розмірність ГДж/т і може застосовуватися для установок, в яких вихід продукції вимірюється в одиницях маси.

Цільова функція

$$F = \sum_i \sum_k \sum_j (c_i W_i - c_{ik_j} W_{ik_j}) \rightarrow \max \quad (3.18)$$

де  $c_i$  – собівартість продукції за  $i$ -тим ресурсом;

## ЗМІСТ

$W_i$  – натуральний обсяг  $i$ -го енергоресурсу;

$c_{ikj}$  – собівартість продукції після впровадження енергозберігаючих заходів;

$W_{ikj}$  – натуральний обсяг зекономлених енергоресурсів;

$i$  – енергетичний ресурс (електрична енергія, газ, тепло, вугілля, нафтопродукти тощо), таблиця переводних коефіцієнтів наведена у Додатку П;

$k$  – відповідне підприємство;

$j$  – вид продукції;

Обмеження при оптимізації з використання функції Лагранжа

$$\sum (W_u - W_b - W_{ikj}) = 0 \quad (3.19)$$

$$\sum (c_u - c_b - c_{ikj}) = 0 \quad (3.20)$$

де індекс  $u$  – дійсні дані за певний період;

індекс  $b$  – розрахункові базові дані за певний період.

На кожному промисловому підприємстві відбувається зміна витрати енергетичних ресурсів під час зміни обсягів виробництва продукції. Тому доречним буде ввести рівняння регресії для більш точних розрахунків, які отримуються за статичною обробкою добових даних виробництва продукції та витрат енергоресурсів.

$$W_{ikj} = x_{jk_{\text{сеп}}} \cdot z_t \quad (3.21)$$

де  $x_{jk_{\text{сеп}}}$  – середні питомі витрати ПЕР на виробництво  $j$ -го виду продукції  $k$ -тим підприємством;

$z_t$  – потенціал до енергозбереження;

$$z_t = \frac{(a_1 x_{jk} + b_1)_u}{(a_2 x_{jk} + b_2)_b} \quad (3.22)$$

де  $(a_1 x_{jk} + b_1)_u$  – рівняння регресії з фактичних даних на виробництво продукції за певний період часу;

$(a_2 x_{jk} + b_2)_b$  – рівняння регресії з урахуванням розрахункових базових значень низьких питомих витрат ПЕР з певний період часу;

$a_1, a_2, b_1, b_2$  – коефіцієнти регресії;

$$x_{jk_{\text{сеп}}} = \sum_t \gamma_i \cdot x_{jk} \quad (3.23)$$

де  $\gamma_i$  – енергетичний еквівалент енергоресурсу;

## ЗМІСТ

На сьогодні питання екологізації промислових підприємств стоїть дуже гостро, зміни законодавчої бази пов'язані з підписання Угоди про Асоціацію між Україною та Європейським Союзом. Юридичною засадою для євроінтеграційних процесів у природоохоронній галузі є Розділ V, Глава 6 цієї Угоди: «...просування Механізму спільного запровадження Кіотського протоколу до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату 1997 року з метою зменшення викидів парникових газів шляхом реалізації проектів у сфері енергоефективності та відновлювальної енергетики».

Запровадження Директиви № 2003/87/ЄС про встановлення схеми торгівлі квотами на викиди парникових газів у рамках Співтовариства Директива дозволить реалізувати систему торгівлі дозвільними одиницями (квотами) на викиди з метою стимулювання зниження викидів парникових газів (ПГ) від великих стаціонарних джерел економічно ефективним та низьковитратним способом.

Слід зазначити, що на виконання Директиви промислові підприємства повинні здійснювати моніторинг викидів ПГ від стаціонарних джерел викидів парникових газів, в тому числі технологічних процесів, матеріальних потоків палива, сировини та допоміжних матеріалів, використання яких може спричинити викиди ПГ.

Тому при побудові математичної моделі виникає необхідність оптимізації структури виробництва на промислових підприємствах для підвищення ефективності використання ПЕР в цілому за умови встановлення лімітів на викиди парникових газів. Такий крок обумовлено створенням внутрішнього вуглецевого ринку України, іншими словами, створення механізму використання викидів парникових газів для фінансування технологічного переходу економіки країни до енергозберігаючих і енергоефективних технологій. Таким чином, посилюється енергобезпека держави, а також запускається механізм циклічної модернізації виробництва.

За рахунок реалізації квот від скорочення викидів, кошти спрямовуються на зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище та подальше зниження енергоємності виробництва.

Компенсувати викиди ПГ установки на промислових підприємствах можна тільки квотами. У разі порушення цього

## ЗМІСТ

правила для оператора передбачені санкції в розмірі 100 євро за одну некомпенсовану тону викидів CO<sub>2</sub>-еквіваленту.

Тож виникає необхідність оптимізації структури виробництва за умови встановлення відповідальності за перевищення квот на викиди ПГ для підвищення ефективності використання ПЕР в цілому.

Метою рішення поставленого завдання є досягнення найбільшої енергоефективності промислового підприємства й вибір найбільш енергоефективної структури виробництва за умови встановлення квот на викиди ПГ та системи штрафів за його перевищення.

Для цього важливо визначити обсяги планового виробництва на наступний звітний період та квот до них на викиди парникових газів, при необхідності ввести корекції щодо виробництва продукції та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Приймемо, що виробництво кожного  $j$ -го виду продукції промисловим підприємством  $k$ , питома навантаження на навколишнє середовище (викиди парникових газів на одинцю виготовленої продукції, CO<sub>2</sub> нафтового екв/т продукції складає  $EF_{jk}$ . На промисловому підприємстві загальна кількість видів продукції становить  $m$ . Кількість викидів залежить від їх джерел та  $V_{jk}$  – обсягу виробництва продукції.

Модель розв'язання поставленого завдання описана нижче. Цільова функція має вигляд:

$$F = \sum_{j,k=1}^{n,m} \left( c_j - x_{jk} \sum_{i,k=1}^{f,n} s_{ik} \cdot c_{ik} \right) V_{jk} - p \sum_{j,k=1}^{n,m} (EF_{jk} - lEF_j) V_{jk} \rightarrow \max$$

де  $EF_{jk}$  – питоми викиди ПГ при виробництві  $j$ -го виду продукції  $k$ -м підприємством, т CO<sub>2</sub>-екв;

$lEF_j$  – середньо-галузеві питоми викиди ПГ при виробництві  $j$ -го виду продукції, т CO<sub>2</sub>-екв;

$V_{jk}$  – обсяг виробництва  $j$  – го виду продукції на  $k$ -ом підприємстві, т;

$x_{jk}$  – питоми витрати енергетичних ресурсів на виробництво  $j$ -го виду продукції  $k$ -м підприємством, т у.п.;

$c_j$  – умовна вартість  $j$  – го виду продукції, грн;

## ЗМІСТ

$s_{ik}$  – частка палива типу  $i$  у загальній структурі енергоспоживання  $k$ -им підприємством;

$c_{ik}$  – умовна вартість  $i$ -го виду палива  $k$ -им підприємством, грн;

$p$  – штраф за кожну тунну  $\text{CO}_2$  – еквіваленту викидів парникових газів для підприємства, на викид яких підприємство отримало право, грн;

$l$  – квота на викиди парникових газів для галузі, т  $\text{CO}_2$  – еквіваленту.

Отримана задача оптимізації, вирішується відомими методами [70], найефективніше, реалізується за допомогою симплекс-методу [71]. Рішення задачі запропонованим методом за початковими джерелами економічних ресурсів забезпечує можливість розрахунку ефективності, дає можливість оперативного перерахунку вибору оптимальної структури виробництва промислових підприємств, які дають більший ефект скорочення викидів ПГ, а й відповідно ефективною використання ПЕР, в залежності від зміни квот на викиди ПГ.

Дані моделі дозволяють підприємстві бути зорієнтованими на очікування споживачів. Наприклад, десять років тому назад від підприємств, що виходили на міжнародний, європейський ринки вимагали наявність запровадженої системи управління якістю відповідно до ISO 9001. На даний час впровадження СУЯ вважається буденністю, а якщо до неї додати, наприклад, систему управління навколишнім середовищем (ISO 14001) або систему управління охороною праці та здоров'ям, то в рази цінність, визнання та імідж цього підприємства зростає.

## РАЗДІЛ 4

# **НОРМУВАННЯ, МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ**

---

---

### **4.1. Розроблення методики нормування витрат електричної енергії на технологічні потреби для підприємства**

Методика нормування паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві, розроблено відповідно до [23, 66–68, 72].

Нормування питомих витрат ПЕР здійснюється з метою раціонального використання ПЕР на підприємстві та їх заощадження, а також для застосування економічних важелів державного керування процесом енергоспоживання.

Для запровадження економічних механізмів стимулювання енергозбереження на підприємстві розроблено "Положення про матеріальне стимулювання підрозділів та працівників за економію паливно-енергетичних ресурсів".

Основне завдання нормування це встановлення об'єктивних планових показників енергоємності продукції, збалансованості та достовірності прогнозів та визначення резервів і стимулювання ефективного використання енергоресурсів. Розглянемо на прикладі застосування нормативної бази [67, 68].

*Визначення норм витрат електричної енергії технологічного процесу чорного та кольорового лиття на розглянутому вище промисловому підприємстві.*

Виплавку чорних та кольорових металів виконують у дугових, індукційних електричних печах та печах опору. Витрати електричної енергії на одну плавку визначають у кіловатах за годину за формулою

$$W_{\text{пл}} = \frac{a \cdot p \cdot \cos(t_1 + k_2 t_2)}{k_1 \cdot k_2}, \quad (4.1)$$

де  $a$  – експлуатаційний коефіцієнт, для чорного литва дорівнює 0,25 – 0,3, а для кольорового – 0,3 – 0,45.

$p$  – номінальна потужність пічного трансформатора, кВт (паспортні данні);

$t_1$  – час від початку плавки до моменту розплавлення, год (технічна характеристика печі);

## ЗМІСТ

$t_2$  – час від початку розплавлення до випуску металу з печі, год (з технічної характеристики печі);

$k_1$  – коефіцієнт виходу придатного розплаву дорівнює 0,97 – 0,98;

$k_2$  – коефіцієнт використання потужності, для чорного литва дорівнює 0,965 – 0,975, а для кольорового – 0,8 – 0,85;

$k_3$  – коефіцієнт виходу придатного литва, для чорного литва дорівнює 0,85 – 0,9, а для кольорового – 0,7 – 0,75;

*Визначення витрат електричної енергії на оброблення виробів у термічних та нагрівальних печах*

В електротермічних печах виконують різноманітні операції з термічного оброблення металу: відпал, нормалізацію, гартування, відпуск, термічне покращення, старіння, хіміко-термічну обробку. Витрати електричної енергії, що перетворюється у тепло для термічного оброблення металу, залежать від виду операції (відпал, відпуск, гартування тощо), від хімічного складу сталі, від конструкції електропечей, від геометричних розмірів оброблюваних деталей тощо.

Витрати електричної енергії за один робочий цикл (садку) включають:

$$W_y = W_H + W_G + W_n$$

де  $W_H$  – витрати електричної енергії на нагрівання оброблюваних виробів та завантажувальних пристроїв, кВт·год;

$W_G$  – витрати електричної енергії на витримку в електропечах деталей (виробів), що розігрівають, кВт·год;

$W_n$  – витрати електричної енергії на повернення сумарних теплових втрат за час однієї садки, кВт·год.

Витрати електричної енергії у кіловатах за годину на нагрівання оброблюваних виробів та завантажувальних пристроїв визначають за формулою

$$W_H = \frac{(C_{\text{вир}} \cdot G_{\text{вир}} + C_{\text{зпр}} \cdot G_{\text{зпр}}) \cdot (t_k - t_n)}{860} + p_x \cdot T_{\text{роз}}, \quad (4.2)$$

де  $C_{\text{вир}}$ ,  $C_{\text{зпр}}$  – теплоємність матеріалу виробів і завантажувальних пристроїв, ккал/кг·град, визначають з довідникових даних;

$G_{\text{вир}}$ ,  $G_{\text{зпр}}$  – вага виробу та завантажувальних пристроїв однієї садки, кг;

$t_k$  – кінцева температура виробів та завантажувальних пристроїв (беруть з технічних карт), °С;



## ЗМІСТ

$t_n$  – початкова температура (дорівнює температурі в цеху), °C;  
 $p_x$  – потужність печі за холостого ходу, кВт;  
 $T_{роз}$  – час розігрівання печі, год.

Витрати електричної енергії на витримку виробів в електропечах у кіловатах на годину обчислюють за формулою

$$W_B = p_x \cdot T_{вит}, \quad (4.3)$$

де  $T_{вит}$  – час витримки виробу у електропечі, год.

Витрати електричної енергії на повернення сумарних теплових втрат за час однієї садки обчислюють у кіловатах на годину за формулою

$$W_n = \omega_{кп} \cdot S \cdot t_c + 0,2 \cdot W_n, \quad (4.3)$$

де  $\omega_{кп}$  – питомі втрати електричної енергії через поверхню кожуха електропечі, кВт/м<sup>2</sup>, визначають з табл. 4.1.

$0,2 \cdot W_n$  – витрати електричної енергії на випромінювання тепла за час завантаження та розвантаження, кВт·год;

$t_c$  – тривалість садки, год.

Таблиця 4.1

Питомі втрати електричної енергії через поверхню кожуха електропечі

Температура кожуха печі, °C	30	40	50	60	80	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8
Втрати з 1 м <sup>2</sup> кожуха печі, кВт/м <sup>2</sup>	0,2	0,32	0,46	0,61	0,94	1,3	2,4

Витрати електричної енергії на привід ковальсько-пресового обладнання (гільйотинні ножиці, кривошипні преси гарячої штамповки тощо) визначають у кіловатах на годину за формулою

$$W_H = \frac{k_e \cdot P \cdot T}{\eta}, \quad (4.4)$$

де  $k_e$  – коефіцієнт використання потужності привідних двигунів, значення якого знаходиться в межах 0,25–0,35;

$T$  – фактичний час роботи обладнання, год;

$P$  – встановлена потужність двигуна, кВт;

## ЗМІСТ

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії (ККД) двигуна.

*Визначення витрат електричної енергії на оброблення виробів різанням*

Визначення витрат електричної енергії на роботу металорізального обладнання найбільш доцільно проводити дослідним шляхом по групах верстатів. Під час групування обладнання враховують не тільки його загальне призначення за видами обробки, але і конкретне застосування чи його розміри, якщо це суттєво впливає на рівень використання потужності двигуна. Витрати електричної енергії на групу верстатів визначають у кіловатах на годину за формулою:

$$E = \frac{\sum_1^n P_B}{\eta_{\text{ср}}} \cdot T \cdot k_B, \quad (4.5)$$

де  $\sum_1^n P_B$  – сумарна встановлена потужність працюючих електродвигунів групи верстатів, кВт;

$n$  – кількість верстатів у групі, шт;

$k_B$  – груповий коефіцієнт використання електродвигунів верстатів. Для металорізних верстатів за багатосерійного виробництва даний коефіцієнт дорівнює 0,16, за дрібносерійного – 0,12–0,14, для великих фрезерувальних, токарних та інших за багатосерійного виробництва – 0,17, для автоматичних потокових ліній – 0,6, для спеціалізованих верстатів, автоматичних верстатів – 0,22–0,25;

$T$  – фактичний час роботи обладнання за обліковий період, год. За відсутності на підприємстві налагодженого обліку роботи обладнання фактичний час його роботи можна визначити за даними одноразової статистичної звітності за формою ІТП (маш) "Звіт про використання виробничого обладнання" чи за даними технологів з "Розрахунку потужності";

$\eta_{\text{ср}}$  – середнє значення ККД електродвигунів верстатів, яке визначають за формулою

$$\eta_{\text{ср}} = \frac{\sum P_{\text{нд}} \cdot \eta_{\text{нд}}}{\sum P_{\text{нд}}}, \quad (4.6)$$

де  $P_{\text{нд}} \cdot \eta_{\text{нд}}$  – номінальна потужність та ККД двигуна відповідно.

Питомі витрати електричної енергії на електрозварювання обчислюють у кіловатах на годину на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$\omega = \frac{U_D}{\eta \cdot k} \cdot \beta_{xx}, \quad (4.7)$$

## ЗМІСТ

де  $U_d$  – напруга дуги, В;

$\beta_{xx}$  – коефіцієнт, який враховує відносне збільшення питомих витрат електричної енергії у зв'язку з витратами зварювального апарату за холостим ходом, визначають за графіком або, якщо апарат живлять від мережі змінного струму через зварювальний трансформатор та відключають за холостого ходу, то коефіцієнт  $\beta_{xx} = 1$ , а за джерела живлення постійного струму  $\beta_{xx} = 1,17$ ;

$k$  – коефіцієнт наплавлення, який для електрозварювання за змінного струму електродами з товстим покриттям приймає значення від 6 до 18, а для автоматичного електрозварювання - від 11 до 24.

*Визначення витрат електричної енергії на покриття виробів у гальванічних ваннах*

Покриття металевих поверхонь деталей виконують у гальванічних ваннах, які живлять від низьковольтних перетворювачів постійного струму. Обчислення витрат електричної енергії виконують для кожного виду покриття окремо. Витрати електричної енергії на певний вид покриття для одного виробу визначають у кіловатах на годину за формулою

$$W = \frac{f \cdot n \cdot u}{60 \cdot 1000 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (4.8)$$

де  $f$  – поверхня покриття виробу, м<sup>2</sup>;

$u$  – робоча напруга процесу, В;

$n$  – норма пропускання струму на 1 м<sup>2</sup> площі покриття виробу (беруть з технологічних карт процесу), А/м<sup>2</sup>;

$\eta_1$  – ККД перетворювача;

$\eta_2$  – ККД мережі (від перетворювача до ванн).

ККД мережі обчислюють за формулою

$$\eta_2 = 1 - \frac{2I}{u} \cdot \frac{L}{\gamma \cdot S}, \quad (4.9)$$

де  $S$  – переріз проводу, мм<sup>2</sup>;

$L$  – довжина мережі від агрегату до ванн, м;

$\gamma$  – питома провідність (для міді – 57 См/мм<sup>2</sup>, для алюмінію – 34 См/мм<sup>2</sup>);

$I$  – споживаний струм, А.

***Загальновиробничі цехові витрати***

*Визначення витрат електричної енергії на освітлення*

## ЗМІСТ

Витрати електричної енергії на освітлення виробничих приміщень визначають у кіловатах на годину за формулою:

$$W = P \cdot k \cdot k_q \cdot T, \quad (4.10)$$

де  $k$  – коефіцієнт попиту освітлювальної навантаження, що визначають з табл. 4.2.

$k_q$  – коефіцієнт, що враховує витрати електричної енергії на аварійне та чергове освітлення у неробочий час і на освітлення у вихідні, значення якого дорівнює 1,05–1,12:

$T$  – тривалість використання потужності освітлювальних пристроїв, год, яку визначають з табл. 4.3.

$P$  – встановлена потужність всіх ламп, що відповідає проекту електричного освітлення, кВт.

Таблиця 4.2

Коефіцієнт попиту освітлювальної навантаження

Найменування	$k$
1	2
Дрібні виробничі споруди та торгівельні приміщення	1,0
Виробничі споруди, які мають окремі великі прольоти	0,95
Виробничі споруди, які мають значну кількість окремих	0,85
Бібліотеки, будинки адміністративного призначення та громадського харчування	0,9
Лікувальні, учбові та дитячі заклади, лабораторні	0,8
Складські приміщення, електричні підстанції	0,6
Аварійне освітлювання	1,0

Таблиця 4.3

Тривалість використання потужності освітлювальних пристроїв

Кількість змін	Квартали				Кількість годин за рік
	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6
1	185	85	130	370	770
2	600	340	530	1030	2500
3	1250	790	1100	1500	4640

За відсутності такого проекту її визначають за формулою

## ЗМІСТ

$$p = \frac{P_y \cdot F_{\text{осв}}}{1000}, \quad (4.11)$$

де  $P_y$  – питома встановлена потужність, кВт/м<sup>2</sup>;

$F_{\text{осв}}$  - площа освітлюваної поверхні, м<sup>2</sup>.

*Витрати електричної енергії на зовнішнє освітлення встановлюють у кіловатах на годину за формулою*

$$W_n = P_c \cdot k_c \cdot T_m, \quad (4.12)$$

де  $P_c$  – встановлена потужність світильників, кВт;

$T_m$  - кількість годин на рік, коли максимально використовують освітлювальну навантаження, визначають з табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Максимальне освітлювальне навантаження, год/рік

Вид освітлювальної навантаги	$T_m$
1	2
Робоче освітлення заводських територій, ввімкнене щоденно:	3600
на всю ніч	
до 1 години	
до 24 години	2450
Те саме, ввімкнене у робочі дні:	2100
на всю ніч	3000
до 1 години	2000
до 24 години	1750
Охоронне освітлення, ввімкнене щоденно (на всю	3500
Робоче освітлення території селища, ввімкнене	
на всю ніч	3500
до 1 години	3250
до 24 години	1950

*Визначення витрат електричної енергії на вентиляцію та опалення*

$$W_B = \sum P_B \cdot \tau \cdot k_u \cdot \tau \cdot n \cdot \tau \cdot T, \quad (4.13)$$

де  $T$  – тривалість роботи вентиляційних установок за добу, год;

$n$  – кількість днів роботи вентилятора за період, що враховують;

$k_u$  – коефіцієнт використання встановленої потужності;

## ЗМІСТ

$P_6$  – потужність двигуна вентиляційної установки, кВт.

*Визначення витрат електричної енергії на внутрішньоцеховий транспорт*

Витрати електричної енергії на роботу вантажопідійомних механізмів визначають у кіловатах на годину за формулою

$$W_B = \sum P_H \cdot \tau \cdot k_n \cdot \tau \cdot t, \quad (4.14)$$

де  $P_H$  - встановлена потужність електродвигуна, кВт;

$\tau$  - кількість годин роботи механізму у запланований період;

$k_n$  – коефіцієнт попиту.

Витрати електричної енергії електрокарами:

$$W_B = \sum P_3 \cdot \tau \cdot k_c \cdot \tau \cdot t \cdot \tau \cdot n, \quad (4.15)$$

де  $P_3$  – потужність, необхідна для заряджання акумуляторів електрокар, кВт;

$t$  – тривалість заряджання, год;

$n$  – кількість зарядок кожної електрокари у запланований період.

Втрати електричної енергії у розподільчих мережах можна визначити:

а) за середнім значенням навантаги:

$$\Delta W_M = 3k_c \cdot \tau \cdot I_{cp}^2 \cdot \tau \cdot R \cdot \tau \cdot t \cdot \tau \cdot 10^{-3} = \Delta P_{cp} \cdot \tau \cdot T, \quad (4.16)$$

б) за максимальним значенням навантаги:

$$\Delta W_M = 3I_{max}^2 \cdot \tau \cdot R \cdot \tau \cdot t \cdot \tau \cdot 10^{-3} = \Delta P_{max} \cdot \tau \cdot r, \quad (4.17)$$

в) за питомими втратами активної потужності у проводах:

$$\Delta W_M = \Delta P_{пит} \cdot \tau \cdot k_3^2 \cdot \tau \cdot l_l \cdot \tau \cdot T, \quad (4.18)$$

де  $\Delta P_{cp}$ ,  $\Delta P_{max}$  – середні та максимальні втрати потужності, кВт;

$\Delta P_{пит}$  – питомі втрати активної потужності у проводах кабельної чи повітряної лінії за номінальної навантаги та за довжини лінії 1 км, кВт;

$k$  – коефіцієнт форми графіку: для цеху 1,1–1,2, для підприємства 1,05–1,15;

$k_3$  – коефіцієнт завантаження лінії;

$l_l$  – довжина лінії, км;

$T$  – тривалість періоду, до якого віднесено середню навантагу, год;

$R$  – еквівалентний активний опір елемента мережі, Ом;

$r$  – кількість годин використання максимальних витрат електричної енергії елементом мережі за обчислюваний період часу. Визначають з

## ЗМІСТ

таблиці 4.5 залежно від кількості годин використання максимального навантаження та коефіцієнту потужності споживача:

$I_{\text{ср}}$ ,  $I_{\text{max}}$  – середній та максимальний струм навантаги відповідно у елементі мережі, що розглядають, за обчислюваний період, А.

Таблиця 4.5

Максимальні витрати електричної енергії елементом мережі

$T_{\text{max}}$ у частках обчислюваного періоду	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
за $\cos \varphi = 1$	0,04	0,09	0,15	0,22	0,32	0,42	0,54	0,68	0,83
за $\cos \varphi = 0,8$	0,05	0,11	0,18	0,26	0,34	0,44	0,57	0,7	0,85
за $\cos \varphi = 0$	0,05	0,12	0,19	0,28	0,37	0,48	0,59	0,72	0,85

Середній струм елементу мережі, що розглядають, за характерну добу:

$$I_{\text{ср}} = \frac{\sqrt{E_a^2 + E_p^2}}{\sqrt{3} \cdot u \cdot t_p} = \frac{E_a}{\sqrt{3} \cdot u \cdot t_p \cdot \cos \varphi}, \quad (4.19)$$

де  $E_a$ ,  $E_p$  – втрати активної та реактивної енергії відповідно в елементі мережі, що розглядають, за характерну добу, кВт·год, квар·год;

$\cos \varphi$  – середнє значення коефіцієнта потужності за характерну добу;

$t_p$  – кількість робочих годин за характерну добу, год.

Фактично втрати електричної енергії у мережах приймають у процентах від енергії, яка передається, та приймають значення близько 0,5–1,8 % (для коротких мереж застосовують нижню межу).

Втрати активної та реактивної енергії у силових трансформаторах визначають за формулами

$$\Delta W_a = \Delta P_x^a \cdot \text{Ч} \cdot T_n + k_3^2 \cdot \text{Ч} \cdot \Delta P_{\text{кз}}^a \cdot \text{Ч} \cdot T_p, \quad (4.20)$$

$$\Delta W_p = \Delta P_x^p \cdot \text{Ч} \cdot T_n + k_3^2 \cdot \text{Ч} \cdot \Delta P_{\text{кз}}^p \cdot \text{Ч} \cdot T_p, \quad (4.21)$$

де  $T_n$  – кількість годин ввімкнення трансформатора до мережі;

$T_p$  – кількість годин роботи трансформатора під навантагою;

$k_3$  – коефіцієнт завантаження, який дорівнює відношенню фактичної навантаги трансформатора до його номінальної потужності

## ЗМІСТ

$\Delta P_x^a$ ,  $\Delta P_x^p$  – активні та реактивні втрати потужності у трансформаторі відповідно за холостого ходу.

### **Загальнопромислові заводські витрати**

*Визначення витрат електричної енергії на виробництво стисненого повітря.*

Витрати електричної енергії на виробництво 1 000 м<sup>3</sup> стисненого повітря визначають у кіловатах на годину за формулою

$$W = W_1 + W_2, \quad (4.22)$$

де  $W_1$  – витрати електричної енергії на привод компресора, кВт;

$W_2$  – витрати електричної енергії на привод насосів системи охолодження, кВт.

При відхиленні від нормальних умов роботи компресора витрати електричної енергії необхідно скорегувати завантаженість компресора ( $k_3$ ) та знос компресора ( $k_u$ ) за допомогою коефіцієнтів, що враховують температуру усмоктуваного повітря ( $k_T$ ), кінцевий тиск ( $k_p$ ). Тоді на виробництво 1 000 м<sup>3</sup> стисненого повітря витрати електричної енергії у кіловатах на годину будуть визначатися за формулою у кВт

$$W = W_1 \cdot \text{Ч} \cdot k + W_2, \quad (4.23)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує умови експлуатування

$$k = k_T \cdot \text{Ч} \cdot k_p \cdot \text{Ч} \cdot k_3 \cdot \text{Ч} \cdot k_u, \quad (4.24)$$

Значення коефіцієнтів, що враховують умови експлуатування, вибирають за табл. 4.6–4.8:

Таблиця 4.6

Значення коефіцієнту  $k_3$

Тип компресора	Завантаженість компресора, %								
	100	90	80	70	60	50	40	30	
1	2								
Поршневі з регулюванням на холостому ході та ротаційні	1,0	0,97	0,92	0,89	0,84	0,77	0,68	–	
Поршневі з регулюванням шляхом ввімкнення додаткових пристроїв	1,0	0,97	0,96	0,92	0,88	0,84	0,78	0,69	
Турбокомпресори дросельним	3	1,0	0,95	0,91	0,85	0,8	-	-	-



Таблиця 4.7

Значення коефіцієнту  $k_T$ 

Температура усмоктуваного повітря, °С	Поршневі та ротаційні компресори	Турбокомпресори	Температура усмоктуваного повітря, °С	Поршневі та ротаційні компресори	Турбокомпресори
1	2	3	4	5	6
-30	0,89	0,94	+5	1,02	1,01
-25	0,9	0,95	+10	1,04	1,02
-20	0,3	0,96	+15	1,06	1,03
-15	0,94	0,97	+20	1,07	1,03
-10	0,96	0,97	+25	1,08	1,03
-5	0,98	0,98	+30	1,1	1,03
0	1,0	1,0			

Таблиця 4.8

Значення коефіцієнту  $k_p$ 

Кінцевий тиск, атм	Поршневі компресори	Ротаційні компресори	Турбокомпресори
1	2	3	4
6	0,89	0,84	0,84
7	0,94	0,94	0,94
8	1,0	1,0	1,0
9	1,05	1,06	1,05

Середньозважені витрати електричної енергії компресорної станції на 1 000 м<sup>3</sup> визначають у кіловатах на годину, як:

$$W_{кр} = k \frac{n'Q'W' + n''Q''W'' + \dots + n^n Q^n W^n}{n'Q' + n''Q'' + \dots + n^n Q^n}, \quad (4.25)$$

де  $n'$ ,  $n''$ ,  $n^n$  – коефіцієнт використання робочого часу кожним компресором (визначають по експлуатаційних даних);

$Q'$ ,  $Q''$ ,  $Q^n$  – годинна продуктивність кожного компресора, м<sup>3</sup>/год;

$W'$ ,  $W''$ ,  $W^n$  – витрати електричної енергії на привід кожного компресора, кВт·год.

## ЗМІСТ

У разі використання для компресорів охолоджуючої води від власної насосної станції до отриманої витрати енергії треба додати витрати енергії на охолодження  $W_2$ .

В компресорних станціях, що отримують охолоджуючу воду із загальнозаводської мережі,  $W_2 = 0$ .

Визначення витрат електричної енергії на перекачування води На видобування та перекачування  $1\ 000\ \text{м}^3$  води витрати електричної енергії визначають у кіловатах на годину за формулою

$$W = \frac{H \cdot 10^3}{367 \cdot \eta_n \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{вд}}}, \quad (4.26)$$

де  $H$  - повний напір (тиск води на виході насосу), мм. вод. ст.;

$\eta_n$  – ККД передачі;

$\eta_{\text{н}}$  – ККД насоса;

$\eta_{\text{ед}}$  – ККД електродвигуна.

Ключові характеристики насосів для перекачування води в мережу подано в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Характеристики насосів для перекачування води в мережу

Тип насоса	$\eta_n$	$\eta_{\text{ед}}$
1	2	3
2К-6	0,506	0,84
2КМ-6	0,64	0,84
Е2КМ-6	0,635	0,84
3К-6	0,7	0,87
3КМ-6	0,7	0,87
3К-9	0,71	0,845
4К-6	0,68	0,845
4К-8	0,66	0,875
4КМ-6	0,685	0,855
4КМ-8	0,71	0,875

За показаннями приладів можна обчислити повний напір у мм вод.ст.:

1) у разі розрідження у впускній лінії:

$$H = H_M + H_B + H_O + \frac{V_H^2 + V_B^2}{2q}, \quad (4.27)$$

## ЗМІСТ

де  $H_M$  – показання манометру, мм. вод. ст.;

$H_B$  – показання вакуумметра, мм. вод. ст.;

$H_O$  – вертикальна відстань між місцем встановлення манометра та вакуумметра;

$V_H, V_B$  – швидкість води у впускному та випускному патрубках відповідно, м/с;

$q$  – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/сек<sup>2</sup>.

Якщо діаметри впускного та випускного патрубків однакові, то

$$\frac{V_H^2 + V_B^2}{2q} = 0, \quad (4.28)$$

Розрахунковий повний напір треба визначати за умов, коли насос працює на дану мережу у оптимальному режимі, тобто з продуктивністю та напором, що близькі до його паспортних даних.

При паралельній роботі різних насосів повний напір визначають за вищенаведеною формулою для кожного з насосів без урахування швидкісного напору кожного з насосів в різних режимах.

Якщо насоси працюють у режимах змінного напору, то визначають середнє значення напору за формулою (4.29):

$$H_{cp} = \frac{H_1 r_1 + H_2 r_2 + \dots + H_n r_n}{r_1 + r_2 + \dots + r_n}, \quad (4.29)$$

де  $H_1, H_2, \dots, H_n$  – виміряні значення повного напору даного насосу, м;

$r_1, r_2, \dots, r_n$  – час роботи насосу в кожному з режимів, год.

За отриманими значеннями  $H_{cp}$  обчислюють витрати електричної енергії для кожного насосу за формулою (А.29), виходячи з умов роботи та ККД, що відповідають оптимальному режиму.

Витрати (споживання) електричної енергії насосної станції на перекачування 1 000 м<sup>3</sup> у цілому визначають за формулою:

$$W_H = \frac{Q_1 W_1 r_1 + Q_2 W_2 r_2 + \dots + Q_n W_n r_n}{Q_1 r_1 + Q_2 r_2 + \dots + Q_n r_n}, \quad (4.30)$$

де  $Q_1, Q_2, Q_n$  – паспортна продуктивність кожного з насосів, м<sup>3</sup>/год;

$r_1, r_2, r_n$  – час роботи кожного з насосів, год.

Результати обчислення витрат електричної енергії зводять у табл.4.10.

Показники економічної ефективності інвестиційних проектів в цілому обчислюються за результатами інвестиційної та операційної діяльності.

## ЗМІСТ

Бюджетна ефективність проекту відображає вплив реалізації проекту на доходи і витрати федерального, регіонального або місцевого бюджету.

Бюджетний ефект  $B(t)$  визначається як різниця між доходами  $R(t)$  і витратами  $E(t)$  відповідного бюджету

$$B(t) = R(t) - E(t), \quad (4.31)$$

Таблиця 4.10

### Обчислення витрат електричної енергії

Найменування споживача	кВт·год	%
1	2	3
Технологія	3600000	55
Освітлення	600000	10
Вентиляція та опалення	540000	9
Транспорт	120000	2
Виробництво стисненого повітря	240000	4
Перекачування води	480000	8
Втрати в мережах	720000	12
Взагалі по підприємству	6000000	100

Економічна ефективність відображає вплив процесу реалізації інвестиційного проекту на зовнішню для проекту середу і враховує співвідношення результатів і витрат за інвестиційним проектом, які прямо не пов'язані з фінансовими інтересами учасників проекту і можуть бути кількісно оцінені.

Оцінка ефективності кожного інвестиційного проекту повинна враховувати:

- вплив вартості грошей у часі;
- альтернативні витрати;
- можливі зміни в параметрах проекту;
- проведення розрахунків на основі реального потоку грошових коштів, а не бухгалтерських показників;
- інфляцію;
- ризик, пов'язаний із здійсненням проекту.

При дослідженні показників енергоефективності не можна залишити без уваги цільові показники енергоефективності.

Прикладами цільових показників є:

виробництво та передача теплової енергії

## **ЗМІСТ**

- зниження витрат теплової енергії на власні потреби
- зниження питомих витрат умовного палива на вироблення теплової енергії
- зниження витрати води на відпуск теплової енергії з колекторів
- зниження втрат теплової енергії в теплових мережах
- збільшення частки відпуску теплової енергії споживачам за приладами обліку
- зниження питомої витрати води на відпуск теплової енергії з колекторів
- тощо

### **виробництво електричної та теплової енергії**

- зниження втрат електричної енергії в мережах
- зниження витрат електричної енергії на власні потреби
- скорочення питомої витрати електричної енергії в будинках, будівлях, спорудах, що перебувають у власності компанії та / або на іншій законній підставі
- збільшення частки відпуску електричної енергії споживачам за приладами обліку
- збільшення частки послуг з передачі електричної енергії (потужності) за приладами обліку
- зниження питомої витрати електричної енергії на гаряче водопостачання
- тощо.

## **4.2. Дослідження енергетичних ресурсів промислових підприємств під час проведення енергетичних обстежень**

Розглянемо результати енергетичних обстежень кількох промислових підприємств в яких автори монографії прийняли участь у складі групи з енергоаудиту.

Метою нашого дослідження було проведення структурного аналізу паливно-енергетичних ресурсів підприємств: Новокаховського заводу з виробництва плавленого сиру, ТОВ «Новооржицький цукровий завод», ЦОФ Октябрська та ДВАТ шахта

## ЗМІСТ

«Піонер» для виявлення існуючих проблем та впровадження запропонованих заходів з ефективного використання енергетичних ресурсів.

Для визначення заходів з енергозбереженням на виробництві плавлених сирів спочатку розглянули характеристику технології, обладнання, що використовується, щоб оцінити можливості даного підприємства.

Технологічний процес виготовлення плавлених сирів складається з наступних операцій: підбір сировини для плавлення, обробка, подрібнення, складання суміші, внесення солей-плавники, дозрівання сирної маси, плавлення, фасування плавлених сирів, охолодження і зберігання плавлених сирів. Схематично ресурсні потоки необхідні для виробництва плавленого сиру наведено на рис. 4.1 [73].

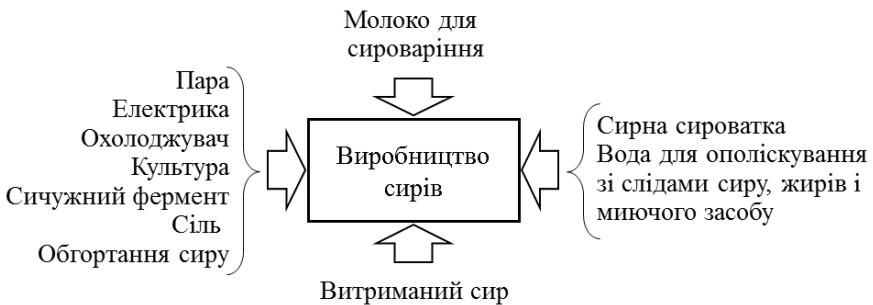


Рис. 4.1 – Вхідні і вихідні потоки сировини і матеріалів при виробництві сиру

Підбір сировини полягає у відборі партій сиру, масла та інших молочних продуктів в камерах зберігання. При відборі здійснюється органолептичний аналіз і контроль фізико-хімічних показників сировини. Підбір партій сиру проводиться перш за все з урахуванням їх зрілості.

Підготовка сировини (обробка і подрібнення). З сирів видаляється плівка, парафін або латексне покриття за допомогою гарячої води або струменю пари, потім витримують у гарячій воді для розм'якшення скоринки, яку згодом зрізають. Якщо у якості сировини використовують бринзу, її попередньо вимочують. Очищені сири

## ЗМІСТ

розрізають на сирорізки, подрібнюють на дзиги або розтирають на вальцювальних машинах до тонкого помелу.

Вершкове масло розморожують, очищають від Штаффа, розрізають на шматки 1-2 кг. Сливки, сметану фільтрують. Сухі молочні продукти просівають.

Дозрівання сирної маси. Мета дозрівання (витримка сирної маси і солі-плавителя перед плавленням – забезпечити рівномірне плавлення, покращити консистенцію готового продукту та знизити розхід солі-плавителя. Для дозрівання використовують металічні баки. Тривалість витримки 1...3 години в залежності від зрілості вихідної маси.

Важливою технологічною операцією і основною особливістю технологічного процесу, є плавлення - процес термічного впливу на сировину, що супроводжується переходом його з твердого стану у рідке. Температуру плавлення сирної маси, тривалість нагрівання і витримки нагрітої сирної маси встановлюють з урахуванням застосовуваного вихідної сировини, ступеня його зрілості, виду розчину солі і виду вироблюваного продукту.

Тривалість плавлення (при контактному нагріванні через стінку котла) за температури 75...80°C становить 15-20 хвилин; при 85... 95°C – 10-12 хвилин. При плавленні гострою парою у сирну масу тривалість плавлення зменшується до 10-15 хвилин.

Закінчення процесу плавлення визначають за станом маси, яка стає однорідною і досить плинної, не має нерозплавлених частинок сиру.

Процес плавлення сирної суміші є відповідальною операцією, що визначає певною мірою якість готового продукту і його стійкість при зберіганні. Плавлення підготовленої сирної суміші виробляють в спеціальних закритих котлах або інших апаратах з паровою сорочкою і мішалкою. Нагрівання сирної маси ведуть поступово пуском пари в міжстінний простір котла при тиску від 1,5 до 2 ат. або введенням пара безпосередньо в сирну масу. Основна мета технологічної операції плавлення – це: знищення всіх потенційно небезпечних мікроорганізмів псування і освіті стабільного продукту з необхідними органолептичними властивостями.

Чим нижче температура плавлення, тим більше ризик того, що на фасування надійде продукт з температурою нижче температури

## ЗМІСТ

пастеризації, що вкрай небажано, з міркувань мікробіологічної безпеки.

Для поліпшення емульгування жиру і отримання більш ніжної структури плавлення сирної масу піддають гомогенізації. Процес емульгування полягає в наступному: на плавники відкривається кран зливного отвору і гаряча сирна маса по трубопроводах за допомогою роторного насосу подається на емульсор. Після емульсора, якщо сирна маса недостатньо емульгована, вона може бути повернута у плавитель, або спрямована на фасування.

Дана технологічна операція обов'язкова при виробництві пастоподібних сирів. При виробництві скибкових сирів вона недоцільна, оскільки призводить надалі до значного ущільнення структури і отримання грубої гумової консистенції. Гомогенізацію проводять при температурі 75... 80°C і тиску 9,8 ... 14,7 МПа.

Розплавлену сирну масу у гарячому стані подають на фасувально-пакувальні автомати, де сир фасується у алюмінієву фольгу, туби з полімерних матеріалів, стаканчики і коробочки з полімерних матеріалів, полімерні плівки і ін.

Після фасування плавлені сири відразу піддають охолодженню, який є досить енергоємним процесом є процес охолодження плавлених сирів. Охолодженню піддають різними способами: на стелажках у спеціальних холодильних приміщеннях, у охолоджувачах тунельного або стрічкового типу. Тривалість охолодження залежить від виду вироблюваного продукту і коливається від 30-ти хвилин до 12-16 годин. Температура, при якій сир можна упаковувати у ящики, повинна бути не вище 15°C.

За даними енергоаудиту було визначені основні споживачі електричної та теплової енергії. Найбільшим споживачем електричної енергії є компресорна системи охолодження, яка у загальному обсязі складає 56%. На рис. 4.2 представлені частки споживачів електричної енергії від загального обсягу.

Встановлено, що заводом влітку споживається більше електроенергії, тому що збільшується навантаження на систему охолодження, а пік споживання тепла припадає на зиму.



## ЗМІСТ

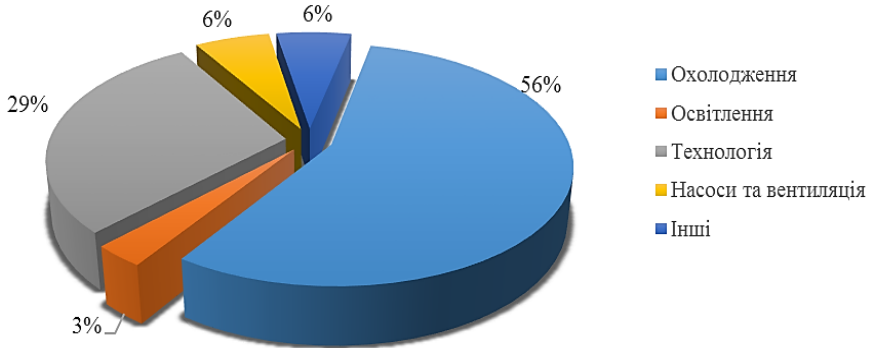


Рис. 4.2 – Частка споживання електроенергії у загальному обсязі енергоспоживання, %

На рис. 4.3 зазначено частки споживачів теплової енергії від загального обсягу.

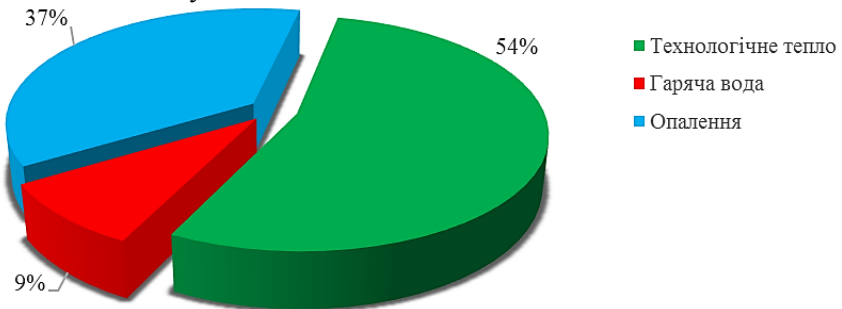


Рис. 4.3 – Поточний обсяг споживання тепла різними виробничими процесами від загального обсягу, %

Під час проведення енергетичного обстеження зазначено той факт, що виробництво плавленого сиру має досить суттєву розбіжність за місяцями. Тому доцільно було врахувати при подальших дослідженнях питомі витрати енергетичних ресурсів. Дані зі споживання та вартості енергоресурсів наведені у табл. 4.10.

Під час проведення енергетичного обстеження прийшли до висновку, що на даному підприємстві було запроваджено лише деякі елементи системи енергетичного менеджменту, а саме має місце збір деяких базових даних.

## Питоме споживання енергії

Місяці	Об'єм виробництва, тонн	Електроенергія, кВт·год/тонну	Теплова енергія, кВт·год/тонну	Всього, кВт·год/тонну	Загальні витрати на виробництво, тонн
1	2	3	4	5	6
1	571,433	0,33	2,31	2,64	786,99
2	705,885	0,25	1,98	2,23	633,37
3	813,538	0,24	1,56	1,80	496,30
4	1.052,771	0,21	1,08	1,29	398,98
5	754,654	0,31	1,41	1,72	572,52
6	826,602	0,33	0,76	1,10	535,28
7	756,117	0,37	1,17	1,54	630,80
8	886,674	0,29	1,09	1,38	512,79
9	886,647	0,31	1,03	1,34	528,17
10	956,931	0,23	1,16	1,39	443,24
11	848,428	0,26	1,31	1,58	499,21
12	1.157,936	0,20	0,90	1,11	376,18
Всього	10.217,615	0,27	1,26	1,53	506,30

Для застосування ефективного інструменту, такого як енергоменеджмент, з контролю енергоспоживання та його зниження необхідно запровадити всі його елементи та вимоги. До організаційних рекомендацій також відноситься впровадження таких механізмів як:

- ✓ встановлення лічильників на головних агрегатах споживання;
- ✓ складання енергетичних звітів для моніторингу, наприклад на місячній основі;
- ✓ визначення та облік енерговитрат на окремих цехах (виробничих потужностях) підприємства;
- ✓ визначення контрольних індикаторів для оцінки специфічної енергоефективності;
- ✓ визначити особа відповідальна за складання та аналіз даних по енергоспоживанню і оцінці енергоефективності;

## ЗМІСТ

- ✓ повинні мати місце регулярні засідання по енергоспоживанню;
- ✓ координація техобслуговування;
- ✓ установка автоматизованих систем контролю (наприклад для котлів);
- ✓ автоматизація збору даних.

Для більш значущого досягнення енергоефективності заводу з виробництва плавленого сиру необхідно детально охарактеризувати обладнання та системи, які використовує підприємство. Виявлено, що пар для виробництва і опалення поставляється чотирма ідентичними котлами (Е 1/8), які працюють одночасно - вони управляються тільки вручну, шляхом збільшення або зменшення подачі повітря в топку.

Ці котли раніше були газовими котлами, які спочатку були переведені на використання мазуту, а пізніше – на спалювання дерева та вугілля. Згідно з інформацією, отриманою на заводі, близько 80% виробництва тепла покривається спалюванням деревини, і близько 20% – спалюванням вугілля (при високому споживанні, наприклад, взимку). У зв'язку з конструкцією, ручним керуванням і віком котлів, їх ефективність дуже низька (середня ефективність – 52%). Результатом цього стає неефективний режим роботи котлів, особливо влітку, під час низького навантаження. Занадто низька подача тепла в топку призводить до неповного спалювання, що означає, несожение частки йдуть з димовими газами. Занадто висока подача тепла в топку також знімає ефективність роботи котла. За для підвищення енергоефективності роботи котлів запропоновано наступні заходи:

- Вимикати 1-2 котли в літню пору, або в період низького споживання, щоб забезпечити повне навантаження для інших котлів;
- Встановити контролер подачі повітря в топку, включаючи частотний привід вентилятора з частотним перетворювачем, щоб оптимізувати подачу повітря в топку (тим самим знизити електроспоживання вентиляторів – як дрібна економія, не врахована в розрахунках);
- Встановлення датчиків для вимірювання тиску пари, вмісту кисню у вихідних газах і т.д., щоб оптимізувати режим контролю роботи котлів.

Загалом аналіз технічної можливості підприємства для

## ЗМІСТ

реалізації заходів з енергоефективності дозволив визначити наступні енергозберігаючі заходи, які описані у табл. 2. Оцінка потенціалу економії енергоресурсів визначено теоретичними заощадженнями за допомогою підвищення специфічної ефективності запропонованих заходів, які наведено у табл. 4.11.

Таблиця 4.11

### Оцінка потенціалу економії енергоресурсів

Енергозберігаючі заходи	Економія	
	Електроенергія, кВт·ч/год	Паливо, кВт·ч/год
1	2	3
Заміна котлів на нові 2 котла на деревній трісці	0	4499000
Утилізація скидного тепла з димових газів	0	900000
Ізоляція гарячих поверхонь	0	1700000
Оптимізація роботи котла	0	1928000
Нанофільтрація для цеху з виробництва масла (+ Додатково сироватка)	504700	0
оптимізація освітлення	69598	0
Утилізація скидного тепла з охолодження	8403	1642000
Заміна компресорів охолодження	474300	1101000
Впровадження системи енергетичного менеджменту	277736	1285383

Для повноцінної оцінки та визначення заходів с проведення енергозбереження проведено відповідні розрахунки та наведено у табл. 4.12 приведена інвестиційна вартість кожного проекту і термін його окупності.

Дослідження енергоефективності заводу з виготовлення плавленого сиру встановив ряд причин надмірного енергоспоживання. Аналіз технологічного процесу виготовлення плавленого сиру та інфраструктура підприємства дозволили визначити найефективніші заходи щодо енергозбереження та більш раціонального використання всіх енергетичних ресурсів.

Таблиця 4.12

Оцінка потенціалу економії енергоресурсів та їх термін окупності

Заходи	Інвестиції		Термін окупності, років
	UAH	USD	
1	2	3	4
Заміна котлів на нові 2 котла на деревній трісці	2500000	200000	3,4
Утилізація скидного тепла з димових газів	125000	10000	1,2
Ізоляція гарячих поверхонь	18750	1500	1,0
Оптимізація роботи котла	250000	20000	1,1
Нанофільтрація для цеху з виробництва масла (+ додатково сироватка)	5625000	450000	1,6
Оптимізація освітлення	107725	8618	1,1
Утилізація скидного тепла з охолодження	450000	36000	2,3
Заміна компресорів охолодження	3856250	308500	4,8
Впровадження системи енергетичного менеджменту	937500	75000	1,8

Відмінністю наступних результатів енергоаудиту, проведеного авторами у складі групи аудиту на промисловому підприємстві ЦРФ Октябрська, є визначення потреб та споживання окремих споживачів [66].

Спочатку було складено Технічне завдання на проведення енергетичного обстеження, що включає в себе виконання наступних принципових кроків:

1. Оцінка показників ефективності використання ПЕР та енергоносіїв підприємством.
2. Визначення втрат ПЕР і оцінка потенціалу енергозбереження системами, обладнанням і технологічними процесами підприємства.
3. Діагностика діючої системи енергетичного менеджменту на відповідність вимогам стандарту ISO 50001:2011.

## ЗМІСТ

Визначено, що основними енергоносіями даного підприємства є електроенергія, що постачається по I-го класу напруги, і тепла енергія, що постачається у вигляді насиченої пари з прилеглої котельні. Зведена характеристика напрямків використання і споживання енергоносіїв на підприємстві наведена в таблиці 4.13.

Для перекладу енергетичного еквівалента палива і електроенергії до загального енергоспоживання прийняті наступні розрахункові коефіцієнти:

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,0036 \text{ ГДж};$$

$$1 \text{ ГКал} = 4,187 \text{ ГДж}.$$

Таблиця 4.13

### Зведений енергетичний баланс розглянутого підприємства

Стаття витрат	Розрахункове споживання, ГДж	Частка в енергоспоживанні
1	2	3
1. Частина надходження		
1.1. Надходження електроенергії	58 474,6	94,73%
1.2. Надходження теплової енергії від котельні	3 251,6	5,27%
ВСЬОГО частини надходження	61 726,2	100,00%
2. Витратна частина електроенергії		
2.1. Технологічні установки просівання і класифікації гірських мас	2 356,4	3,82%
2.2. Конвеєрний транспорт	11 122,2	18,02%
2.3. Технологічні операції сепарування і центрифугування	3 795,5	6,15%
2.4. Насоси (технологічні і освітлених вод)	17 759,1	28,77%
2.5. Водокільцеві насоси	7 351,1	11,91%
2.6. Повітродувки	2 638,4	4,27%
2.7. Освітлення приміщень	388,8	0,63%
2.8. Вентиляція	2 753,0	4,46%
2.9. Інші споживачі	5 048,6	8,18%
2.10. Втрати в мережах і лініях	2 339,0	3,79%

## ЗМІСТ

Продовження табл. 4.13

1	2	3
3. Витратна частина теплової енергії		
3.1. Опалення головного корпусу	2 828,7	4,58%
3.2. Опалення ДСО	227,4	0,37%
3.3. Опалення відділення навантаження	195,4	0,32%
3.4. Опалення АПК	872,6	1,41%
3.5. Гаряче водопостачання АПК	2 050,0	3,32%
ВСЬОГО частини витрат	61 726,2	100,00%

Розгорнуті паливно-енергетичні баланси є корисним і необхідним інструментом енергетичного аналізу виробництва. Їх безперервний розрахунок допомагає виявляти місця наднормативної витрати енергоносіїв, втрати, а також виявляти першочергові місця для оптимізації і розробки заходів підвищення енергетичної ефективності.

Основними споживачами електроенергії (рис. 4.4) є приводи технологічних установок (гуркоти, центрифуги, сепаратори), насосів, конвеєрів, живильників, повітрорудовок тощо.

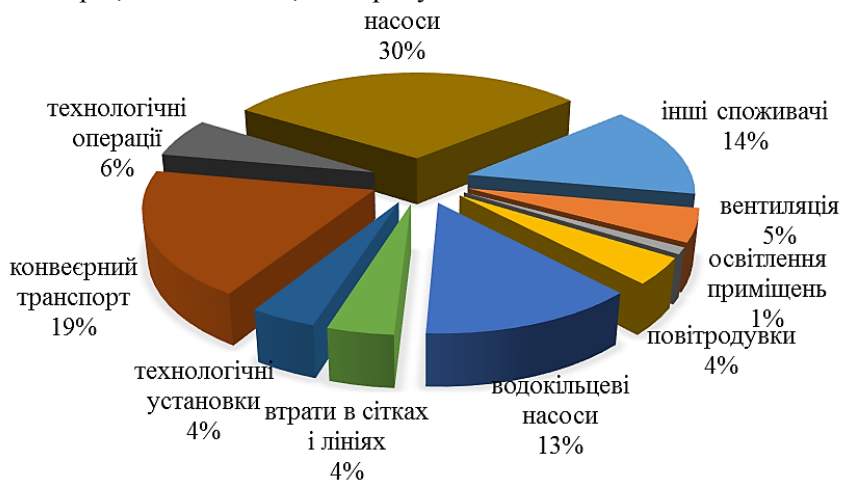


Рис. 4.4 – Баланс споживання електроенергії на даному підприємстві

## ЗМІСТ

Баланс споживання електроенергії складено розрахунково-нормативним методом за наданими розрахунковими методиками.

Для розрахунку прибуткової частини взяли дані системи комерційного обліку про надходження електроенергії на підприємство за рік.

Розрахунок статей балансу споживання електроенергії проводився за такими залежностями: Споживання електроенергії і-м споживачем:

$$Q_{\text{ел}}^i = \frac{N_{\text{ел}}^i \cdot k_{\text{вик}} \cdot \tau_{\text{вик}} \cdot n}{k_3}, \quad (4.32)$$

де:  $N_{\text{ел}}^i$  – номінальна встановлена потужність І-го споживача;

$k_{\text{вик}}$  – коефіцієнт використання потужності, що призводить номінальну потужність до усередненого добовому значенням;

$\tau_{\text{вик}}$  – кількість годин використання приводу на добу;

$k_3$  – коефіцієнт запасу потужності приводу, що враховує перевищення номінальної потужності електроприводу по відношенню до номінальної потужності технологічної установки;

$n$  – річна кількість днів (діб) роботи установки.

Загальні втрати в мережах, лініях і трансформаторах (втрати холостого ходу і навантажувальні втрати) прийняті на рівні 1,7 – 1,8% від загального надходження.

Теплова енергія постачається на підприємство у вигляді пари від прилеглої котельні з номінальними параметрами 104°C, 0,4 бар (волога пара) - основне джерело теплової енергії. Облік споживання пара виробляється за величиною корисної теплоти, відпущеної на фабрику (розраховується, згідно з договором поставки теплової енергії, за різницею теплоти пара і повертається конденсату). Веде облік витрат пара ведеться за показаннями стаціонарного доплерівського витратоміра Дніпро-7.

Крім основного джерела теплової енергії, на підприємстві організована електрична водогрійна котельня для опалення та гарячого водопостачання адміністративно-побутового корпусу. Основними споживачами на підприємстві є: система опалення фабрики, система опалення та гарячого водопостачання адміністративно-побутового корпусу (АПК) (рис. 4.5). Баланс теплової складений з урахуванням виробництва (генерації) теплової



## ЗМІСТ

енергії на підприємстві і містить тільки видаткову частину.

Розрахунок проводиться на підставі фактичних даних про загальні надходження теплової енергії на підприємство (дані комерційного приладу обліку), а також нормативно-розрахункових даних про фактичне споживання теплової енергії на потреби опалення та гарячого водопостачання.

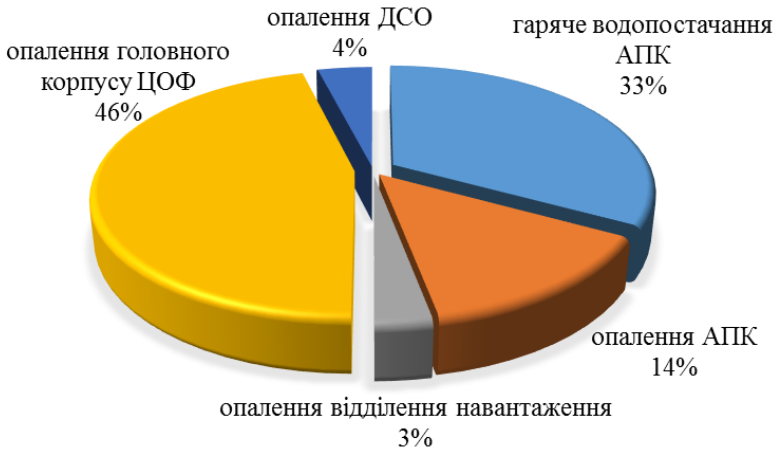


Рис. 4.5 – Баланс витрати теплової енергії на даному підприємстві

Розрахунок споживання теплової енергії проводиться за наступними розрахунковими залежностями (4.33-4.35).

Річне споживання теплової енергії на опалення будівель, ГКал:

$$Q_{\text{оп}}^{\text{рік}} = 24 \cdot Q_{\text{оп}}^{\text{год}} \cdot \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{сеп}}) \cdot \tau_{\text{о.п.}}}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{р}}) \cdot 10^6}, \quad (4.33)$$

де:  $Q_{\text{оп}}^{\text{год}}$  – годинна витрата теплової енергії на опалення будівлі, ккал/ч;

$t_{\text{вн}}$  – нормативна внутрішня температура будівлі, °С;

$t_{\text{сеп}}$  = - 10,8°С – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період;

$t_{\text{р}}$  = - 24°С – розрахунковий зовнішній температурний мінімум.

$\tau_{\text{о.п.}}$  = 183 дні – тривалість опалювального періоду для регіону.

Річне споживання теплової енергії на природну вентиляцію та інфільтрацію, ГКал:

## ЗМІСТ

$$Q_{\text{п.в.}} = \frac{k_{\text{в}} \cdot k_{\text{т}} \cdot q_{\text{п}} \cdot V_{\text{буд}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р}})}{10^6} \cdot 24 \cdot \tau_{\text{о.п.}}, \quad (4.34)$$

де:  $k_{\text{в}} = 1,1$  – коефіцієнт підвищення витрати за рахунок швидкості вітру;

$k_{\text{т}} = 1,08$  – коефіцієнт різниці температур;

$q_{\text{п}}$  – питома теплова характеристика будівлі,  $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}}$

$V_{\text{буд}}$  – обсяг будівлі.

Річне споживання теплової енергії на гаряче водопостачання, ГКал:

$$Q_{\text{РВП}} = N_{\text{Т}}^{\text{РВП}} \cdot \tau_{\text{ч}} \cdot 365 \quad (4.35)$$

де  $N_{\text{Т}}^{\text{РВП}} = 1,06$  ГКал/год – розрахункове навантаження на гаряче водопостачання;

$\tau_{\text{г.в.}} = 16$  год – розрахунковий час споживання гарячої води на підприємстві.

Даний інструмент є корисним доповненням до безпосереднього аналізу надходжень та витрат електроенергії та палива і застосовується в багатьох галузях як базис для розрахунку індикаторної енергоємності продукції і порівняння цього показника з кращими галузевими практиками (проведення бенчмаркінгу).

На основі проведеного енергетичного аналізу визначені основні енергоємні процеси - області зі значним енергоспоживанням і істотним потенціалом енергозбереження. На підприємстві до таких областей відносяться:

- ✓ Технологічні операції грохочення, класифікації, флотації;
- ✓ Насосний транспорт (технологічна маса);
- ✓ Насосні установки перекачування технічної освітленої води;
- ✓ Конвеєрний транспорт і живильники;
- ✓ Виробництво стисненого повітря;
- ✓ Опалення приміщень і гаряче водопостачання;
- ✓ Освітлення приміщень і території.

Динаміка зміни показників енергетичної продуктивності показана нижче. На рис. 4.6 представлені тренди зміни споживання теплової та електричної енергії в абсолютних величинах (ГДж) з

## ЗМІСТ

прив'язкою до фактичних обсягів переробки.

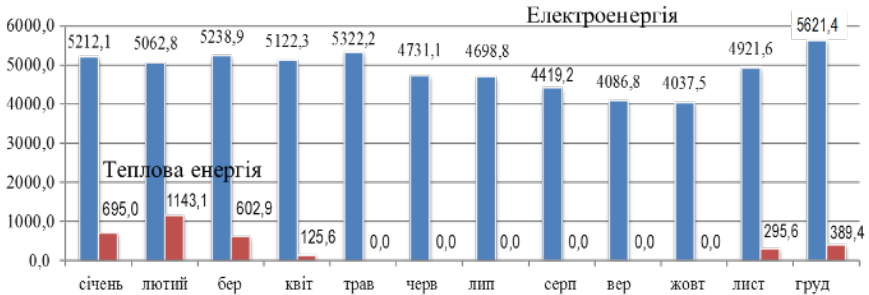


Рис. 4.6 – Динаміка зміни споживання теплової енергії і електроенергії, ГДж

За результатами енергетичного обстеження та розрахункових даних визначено основні напрямки підвищення енергоефективності на підприємстві, якими є наступні:

1. Заходи з реконструкції системи теплопостачання;
2. Перспективні заходи щодо відмови від функціонування дискових вакуумних фільтрів Україна-80;
3. Заходи щодо оптимізації системи водопостачання (регулювання приводів технологічних насосів, управління технологічними процесами насосів освітлених вод, модернізації насосів радіальних згущувачів хвостів);
4. Заходи щодо оптимізації системи електропостачання (облаштування автоматизованої системи технічного обліку електроенергії, організація компенсації реактивної потужності);
5. Заходи щодо оптимізації електропривода машин і механізмів (заходи щодо оптимізації приводів конвеєрних установок);
6. Заходи щодо оптимізації системи освітлення підприємства.

Запропоновані технічні рішення підвищення енергетичної ефективності і забезпечення моніторингу, вимірювань і аналізу енергоспоживання можуть бути заплановані як цілі завдань і планів дій в рамках системи енергетичного менеджменту.

При створенні процесу енергетичного планування в рамках впровадження системи енергетичного менеджменту необхідно врахувати значну умовно-постійну складову енергоспоживання на підприємстві, пов'язану з системами провітрювання, водовідливу, освітлення, підйомно-транспортного обладнання. Робота таких

## ЗМІСТ

систем здійснюється навіть в періоди простою або видачі породи і, отже, питомий показник енергоємності вугільних мас не є відповідним для встановлення енергетичного базису за вказаним напрямком енергоспоживання.

Розрахунковими методиками визначено найбільші споживачі електроенергії до яких відносяться приводи технологічних установок, насосів, конвеєрів, повітродувок тощо. Основними споживачами теплової енергії є система опалення та гарячого водопостачання адміністративно-побутового приміщення. Подальшим кроком є дослідження кожного споживача для визначення організаційно-технічних рішень для підвищення енергоефективності виробництва, які будуть описані у наступних розділах.

Наведемо ще один приклад складання енергетичного балансу на основі результатів енергетичного обстеження сучасного цукрового заводу ТОВ «Новооржицький цукровий завод» [74].

Загалом, сучасний цукровий завод – це велике підприємство з розвиненою інфраструктурою, яка включає технологічну лінію цукрового виробництва, технологічні лінії додаткових підприємств (виробництво вапна та карбонізації газу, ТЕЦ). Технологічні лінії побічних продуктів (сушка целюлози, обезцукрювання меляси), зберігання цукрових буряків, цукру, патоки, управлінні водними ресурсами (джерело прісної води, рециркуляції системи, очищення стічних вод), автомобільні та залізничні шляхи оснащені сучасним технологічним обладнанням з використанням автоматики та комп'ютерної техніки. Більшість цукрових заводів будується поряд з водними ресурсами (ріки, ставки, свердловини тощо) через високі потреби у воді та споживанні води.

Виробництво кристалічного білого цукру з цукрових буряків базується на послідовних основних технологічних операціях і включає наступні етапи: підготовка цукрових буряків; отримання дифузійного соку; очищення дифузійного соку; конденсація очищеного соку; кристалізація сахарози; сушіння та упаковка цукру. Крім того, використовуються допоміжні потоки вапняного молока і карбонатного газу, очищення стічних вод. Технологічна схема виробництва цукру з цукрових буряків наведена на рис. 4.7.

Незважаючи на аналогічний технологічний процес добування цукру, кожен завод у своєму виробництві має свої відмінності у виробництві, використанні та споживанні енергоресурсів.

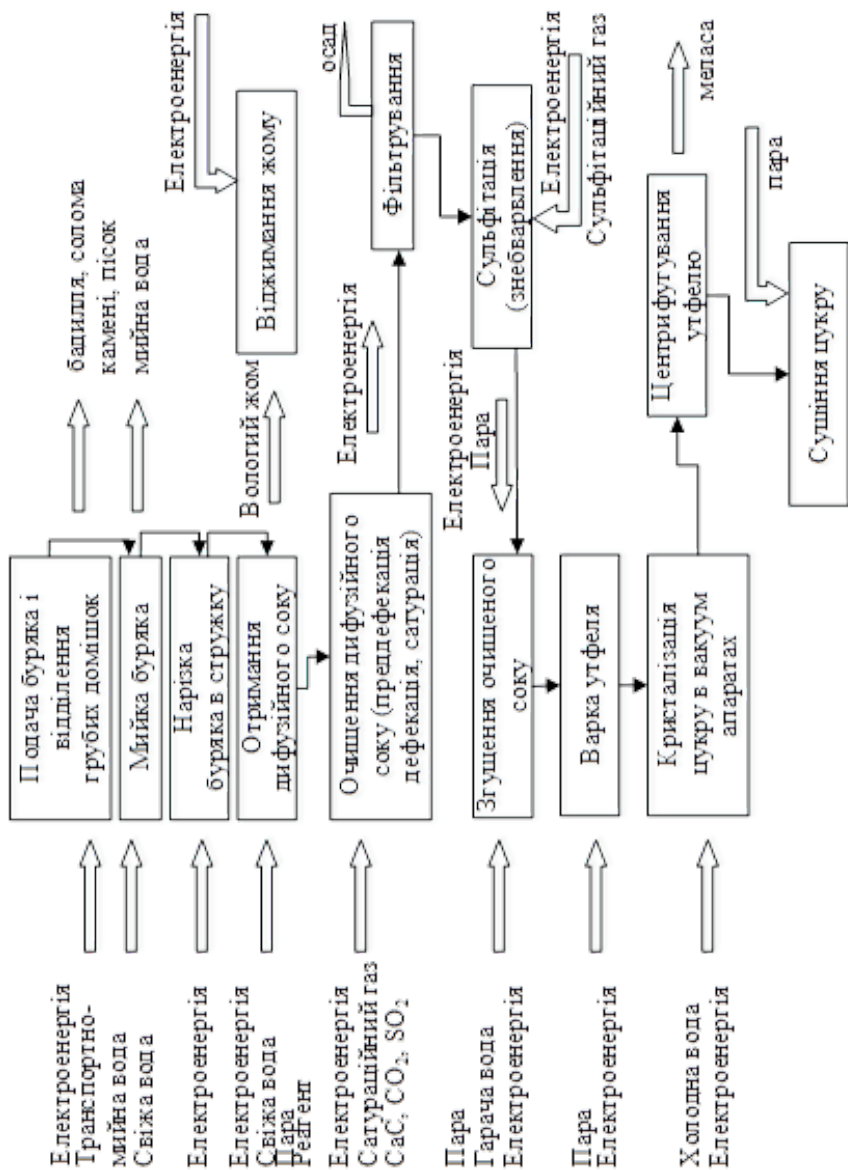


Рис. 4.7 – Технологічна схема виробництва цукру

## ЗМІСТ

Розглянемо особливості енергетичної економіки на досліджуваному підприємстві. Основні напрями використання енергії на цукровому заводі наведені в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

### Основні енергетичні ресурси підприємства

Первинний енергоносіє	Вторинний енергоносіє	Напрямки використання
1	2	3
Електроенергія	–  Стиснуте повітря Циркуляційна вода	Привід електродвигунів технологічного устаткування. Привід димососів, вентиляторів і насосів. Формування стисненого повітря. Промислове освітлення; Шафи офісні та офісне обладнання. Технологічні (пневматичні) і ремонтні потреби. <i>I категорія:</i> Буряк Газова машина вуглекислоти Розведення фільтраційного осаду Основні конденсатори випарника і вакуумні пристрої Конденсаторні вакуумні фільтри Охолоджувальне обладнання Технологічні потреби ТЕЦ <i>II категорія:</i> Гідрокрекер Буряк
Природний газ	– Насичені пари  Електроенергія	Парові котли Барабани для подрібнення технологічне застосування в побутових агрегатах та побутові потреби (опалення, ГВП)
Оборотна вода	–	Попередні конденсатори випарника і вакуумні пристрої
Питна вода	–	Охолоджувальне обладнання

## ЗМІСТ

Згідно з таблицею очевидно, що електроенергія подається на абонентську підстанцію (35/6 кВ), звідки по вихідних лініях 6 кВ запитуються основні підрозділи підприємства. Електроенергія з мережі використовується в основному в невиробничому періоді (10500 кВт-год / добу) і значно менше в період виробництва (3330 кВт-год / добу).

За період виробництва ТЕЦ працює в замкнутому циклі. Частина пари, виробленої в парових котлах, використовується в паровій турбіні для вироблення електроенергії за допомогою турбогенератора. Крім власних потреб, вироблена електроенергія може бути продана в мережу.

Розрахунки за спожиту і вироблену в мережі електричну енергію здійснюється на основі показань систем комерційного обліку, встановлених на межі балансу.

Під час енергетичного обстеження виробництва та аналізу енергетичних показників було визначено споживання електроенергії та визначено споживачів.

Дані про щомісячне споживання електроенергії наведені в таблиці 4.15, баланс споживання електроенергії показаний на рис. 4.8.

Таблиця 4.15

Дані щомісячного споживання електроенергії підприємством

Місяць	Споживання активної енергії 1-го класу, кВт * год	Місяць	Споживання активної енергії 1-го класу, кВт * год
1	2	3	4
Січень	91 079	Липень	143 976
Лютий	88 589	Серпень	201 543
Березень	65 538	Вересень	237 815
Квітень	67 806	Жовтень	191 699
Травень	106 331	Листопад	83 922
Червень	141 691	Грудень	207 919
РІК 1 627 908			

Як зазначено в табл. 4.15, первинною енергією є природний газ, який враховується на основі даних комерційного обліку.

Основними споживачами природного газу на підприємстві є парові котли з виходом пари 75 т / год і 50 т / год.

## ЗМІСТ

Електродвигуни на виробничих ділянках і в допоміжних цехах;



Рис. 4.8 – Баланс споживання електроенергії досліджуваного цукрового заводу

Залишок природного газу споживається переважно для сушіння жому в сушильних барабанах. Дані про споживання природного газу наведені в табл. 4.16, на рис. 4.9 – баланс споживання електроенергії.

Оборотна вода на підприємстві використовується практично у всіх технологічних процесах підприємства і ділиться на 2 категорії в залежності від її призначення. Вода I категорії в системі оборотного водопостачання заводу використовується в основному в якості теплоносія і в процесі використання нагрівається (основні конденсатори технологічного обладнання; охолодження обладнання).

Таблиця 4.16

Щомісячне споживання природного газу цукровим заводом

Місяць	Споживання природного газу, м <sup>3</sup>	Місяць	Споживання природного газу, м <sup>3</sup>
1	2	3	4
Січень	6 222	Липень	–
Лютий	5 141	Серпень	–
Березень	3 809	Вересень	–
Квітень	–	Жовтень	5 789 912
Травень	–	Листопад	6 862 217
Червень	–	Грудень	262 318
PIK 12929619			



## ЗМІСТ

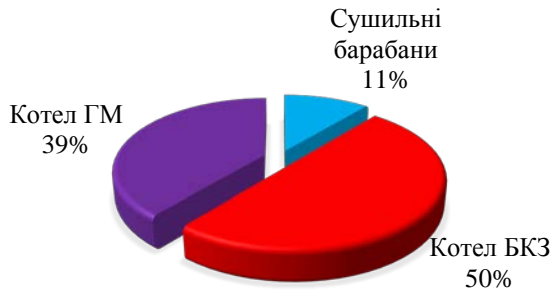


Рис. 4.9 – Баланс споживання природного газу досліджуваного цукрового заводу

Перед повторним використанням вона попередньо охолоджується в охолоджувальній установці - градирні.

Вода II категорії в системі оборотного водопостачання використовується в основному в гідротранспортері і бурякомийку. Стічні води перед повторним використанням очищають на очисних спорудах – радіальних відстійниках.

Питна вода, яка видобута з власних свердловин, використовується переважно для господарських потреб. Споживання за рік питної води становить 16,76 тис. куб. м., а технічної води – 370,20 тис. куб. м. Баланс використання води цукровим заводом наведено на рис. 4.10.



Рис. 4.10 – Баланс використання води цукровим заводом

На підставі проведених досліджень визначено області елементів підприємства зі значним енергоспоживанням та суттєвим потенціалом

## ЗМІСТ

енергозбереження. До таких енергетичних елементів відносяться: парові котли; випарні станції; вакуум-апарати; преси жому; центрифуги; насоси водооборотних циклів; компресорні стисненого повітря.

За результатами аналізу енергообстеження цукрового заводу визначено, що два преса не в змозі оптимально впоратися із завданням повного віджиму жому. Обезцукрена бурякова стружка (жом), що залишається після вилучення з неї цукру дифузійним способом, є дешеве джерело живлення для великої рогатої худоби. Цей жом виходить з дифузійних апаратів з вмістом сухих речовин від 7 до 9% і, в наслідку, піддається процесу сушки, щоб зменшити вміст води в ньому і збільшити вміст сухих речовин до рівня 88... 92%.

Основним недоліком сушки жому є високе споживання палива (природного газу) для виконання даної операції. Сушіння жому без пресування економічно не вигідна, оскільки витрачається надмірна кількість енергії. Для підвищення економічної доцільності процесу сушіння слід застосовувати механічне пресування – операцію, за допомогою якої велика частина води, що міститься в жомі, може бути механічно видалена перед надходженням жому в сушильні барабани.

З цієї причини рентабельність цукрового заводу залежить від механічного зневоднення жому, ефективність якого залежить як від показників роботи обладнання, так і від якості вологого жому. Все це грає ключову роль в контролі загальних експлуатаційних витрат.

Механічне зневоднення свіжого жому, що надходить з дифузійних апаратів, дозволяє знизити витрату природного газу в сушарці. Метою подальших розрахунків є оцінка економічної вигоди, яка досягається завдяки економії в експлуатаційних витратах (більш низьку витрату палива).

Тож, розглянемо два варіанта підготовки жому до процесу його сушіння та визначимо найбільш економічний.

При використанні прес-станції старого покоління жом після дифузії надходить в сушарку з середнім вмістом сухих речовин 22 % (варіант 1). Жом після дифузії проходить через нову станцію зневоднюючих пресів (Варіант 2), що складається з двох пресів нового покоління Vabbini і надходить у сушарку з вмістом сухих речовин приблизно 28 %.

## ЗМІСТ

Встановлено, що продуктивність цукрового заводу: 6000 т буряка / добу, тривалість виробничого періоду – 100 днів / рік., для сушки використовують природний газ.

Відповідно до формули Классена, переробка 6000 т буряка / добу відповідає різному кількості пресованого жому в двох випадках, які ми розглядали:

Варіант 1 – кількість пресованого жому на добу складає 1285 т;

Варіант 2 – кількість пресованого жому на добу складає 1000 т.

Збільшення щоденної кількості жомопресової води складає 285 т пресованого жому на добу (перехід від варіанту А до варіанту В), або 11875 кг жомопресової води в годину, за умови цілодобової роботи пресів. Цей розрахунок показує економію з точки зору кількості води, яке не потрібно буде випаровувати в сушарці для досягнення такого ж змісту сухих речовин після сушки.

Приблизно такий же результат виходить шляхом аналітичного балансу збереження маси і розчинених речовин в сушарці.

З теплового балансу сушарки традиційно розраховуємо наступне середнє значення енергії, необхідної для випаровування 1 кг води, яке дорівнює  $Q_{\text{tot}} = 750$  ккал / кг. Техніко-економічні показники реалізації енергозберігаючого рішення із заміни пресів жому наведено у таблиці 4.17.

Таблиця 4.17

Техніко-економічні показники реалізації енергозберігаючого рішення

Назва показника	Од. вим.	Базове значення	Значення після модернізації
1	2	3	4
Зниження потреби в випаровуванні води	кг води/год	-	11875
Теплова енергія, необхідна для випаровування 1 кг води	ккал/кг води	750	750
Економія теплової енергії	ккал/год	-	8 906 250
Калорійність природного газу	ккал/куб.м	8200	8200
Тривалість виробничого періоду	днів/год	100	100

**ЗМІСТ**

Продовження табл. 4.17

1	2	3	4
Зниження споживання природного газу	куб.м/сезон	-	2 606 700
Загальні витрати на реалізацію заходу	грн	-	46 000 000
Енергозберігаючий ефект	грн/сезон		18 600 000
SPP (Простий термін повернення інвестицій)	сезонів	-	2,5

Крім можливості використання оборотної жомопресової води в дифузійних апаратах, заміна пресів дозволяє зберегти велику кількість теплової енергії, необхідної для сушіння жому. Механічне пресування має такі переваги:

- максимальне видалення міститься води в жомі (~ 80%);
- збільшення кількості води для екстракції (зниження потреби в технічній воді);
- зниження втрат цукру в жомі, який віджато;
- зменшення витрат теплової енергії на процес сушіння жому (зниження споживання природного газу барабанами);
- зниження кількості відтиснутого жому покращує енергетичний баланс екстракції;
- поліпшення зберігання віджатого жому.

Наступним об'єктом, розглянутих авторами під час проведення енергетичного обстеження є шахта Піонер, на якій планується відпрацювати застосування перспективні підходи підвищення енергетичної ефективності і впровадження системи енергетичного менеджменту.

Всім відомо, що основними споживачами вугілля являються: теплові електростанції, підприємства важкої індустрії, металургійної промисловості, хімічні, цементні заводи та підприємства легкої та харчової промисловості (~ 36 млн т) та побутовий сектор. Більше 60% від сумарного обсягу видобутого вугілля на Україні використовується як енергетичне паливо.

## ЗМІСТ

Для виконання поставленого завдання перед авторами книги необхідно було спочатку ознайомитись з технологією видобутку вугілля на шахті, потім визначити використовуєме технологічне і додаткове устаткування й обладнання.

Технологічний комплекс шахти включає комплекс будівель, споруд і обладнання, що призначені для підйому, прийому, зважування, переробки та відправки споживачам вугілля. Крім того ще й для прийому і складування породи, подачі повітря в шахту (якщо необхідно його кондиціонування) для провітрювання підземних виробок, забезпечення гірничих робіт електро- або пневмоенергії, побутового обслуговування працюючих та для очищення шахтних вод. Схема технологічного процесу видобутку вугілля підземним способом наведена на рис. 4.11.

До основного технологічного обладнання при видобутку вугілля вважається бурові установки, прохідницькі комбайни, системи детонації, зарядні машини, кріплення механізовані, насосні установки, стрічкові і скребкові конвеєри, вентиляційні труби, виїмкові машини, скіпи, підливний (скребковий) первантажувачі.

Шахти використовують насосні станції, живильники, дробарки, локомотиви, навантажувачі, залізничні вагони, водозбірники, установки головного водовідливу, зрошувальні, зрошувальне-вентиляційні, розпилювальні установки, поливально-зрошувальні машини, пиловловлюючі установки, нефтеловушки, отвалообразователи безперервної дії, ставки відстійники, установки для хлорування води, біоокислювальні канали, фільтри, освітлювачі, флотаційні установки і т.д.

Для забезпечення безаварійної експлуатації в підземних умовах до шахтних електроустановок пред'являються підвищені вимоги в порівнянні з загальнопромисловими.

При видобутку вугілля підземним способом необхідні матеріальні ресурси (вода) і енергоресурси (електроенергія, нафтопродукти і т.д.). Залежно від технології виробництва і обладнання розрізняються питомі показники споживання енергетичних та матеріальних ресурсів.

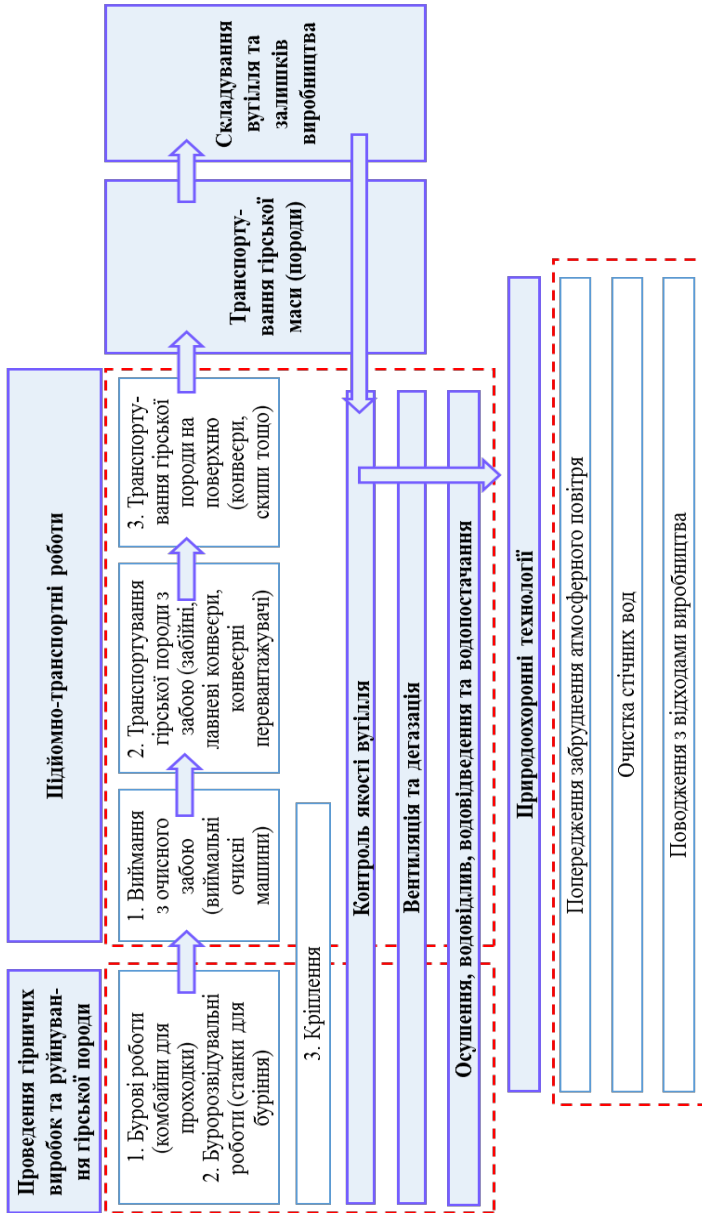


Рис. 4.11 – Схема технологічного процесу вугіллядобувної шахти

## ЗМІСТ

У таблиці 4.18 представлені мінімальні і максимальні питомі витратні показники по 5 підприємствам вугільної промисловості, які вказали відомості про споживання ресурсів в заповнених анкетах.

Таблиця 4.18

### Витрата матеріалів, сировини та енергоресурсів

Найменування	Одиниці вимірювання	Витрата на 1 т продукції	
		максимальний	мінімальний
1	2	3	4
Електроенергія	кВт·год/т	15,6	191,2
Свіжа вода	м <sup>3</sup> /т	0,07	0,7
Паливо	т ум. т./т	0,0001	0,01

Авторами монографії, в складі групи енергоаудиту розглянуто підприємство з видобутку вугілля – шахти, було визначено, що основними енергоносіями шахти є електроенергія, що поставляється по II-му класу напруги, і збагачене вугілля власного видобутку для виробництва теплової енергії у вигляді насиченого пара.

Електроенергія на дане підприємство поставляється від прилеглої підстанції. Комерційний облік ведеться за показниками приладів обліку. Електроенергія поставляється за єдиним тарифом (зонний тариф на електроенергію відсутня).

Теплова енергія на підприємстві падається у вигляді насиченої пари з номінальними параметрами: температура: 225 °С (робоча: 180 ÷ 185°С); тиск: 13 бар (номінальне: 2,0-3,0 бар).

Парова котельня організована в окремій будівлі, поєднаному з конвеєрною системою подачі палива і бункерами вугілля. Для приготування теплоносія в опалювальний період і гарячого водопостачання на підприємстві використовується бойлерна установка, що складається з 3-х баків з вбудованими змієвиковими теплообмінниками (2 бака × 8 м<sup>3</sup> для приготування гарячої води; 1 бак × 8 м<sup>3</sup> для приготування теплоносія). У літню пору в роботі знаходиться один котельний агрегат для потреб гарячого водопостачання, який розпалюється (час розпалювання 35 ÷ 40 хвилин) 2-3 рази на добу для приготування гарячої води. У час, що залишився агрегат знаходиться в гарячому резерві («тліючий» режим в топці підтримується постійно включеним димососом).

До основних енергоємних процесів і устаткування діяльності даної шахти відносяться:

## ЗМІСТ

- вентиляційні установки шахтного провітрювання (включаючи калориферні установки підігріву депресивного повітря);
- насосні установки гідропідйому гірських мас;
- насосні водовідливні установки;
- конвеєрний підземний транспорт;
- збагачення гірських мас;
- підготовка виробітку і видобутку гірських мас;
- опалення приміщень і гаряче водопостачання.

Наступним етапом проведення енергетичного обстеження шахти було складання паливно-енергетичного балансу шахти.

До прибуткових даних балансів відносяться енергія палива, що спалюється в котельні, а також електроенергія, що поставляється на підприємство від електричних мереж. Обсяги споживання теплової та електричної енергії на шахтах кількісно співрозмірні. Саме електроємність ланка на шахтах (в середньому по галузі) – загальношахтної вентиляція. Баланс споживання електроенергії складено розрахунково-нормативним методом за представленими розрахунковим методикам.

Споживачі електроенергії шахти розділені на 2 категорії: споживачі поверхні (електроустановки котельні, вентиляційні установки шахтного провітрювання, підйомні установки поверхні, установки технологічного комплексу збагачення, інші споживачі в т.ч. освітлення території та приміщень, та підземні споживачі (конвеєрний і підйомний транспорт, технологічні комплекси прохідницького ділянки, водовідливні установки, гідропідйом гірських мас, технологічні комплекси видобувної дільниці, інші споживачі в т.ч. освітлення підземних виробок).

Розрахунок статей балансу споживання електроенергії проводився за такими залежностями:

$$Q_{\text{ел}}^i = \frac{N_{\text{ел}}^i \cdot k_{\text{в}} \cdot \tau_{\text{в}} \cdot n}{k_3}$$

де  $N_{\text{ел}}^i$  – номінальна встановлена потужність I-го споживача;

$k_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання потужності, що призводить номінальну потужність до усередненого добовому значенням;

$\tau_{\text{в}}$  – кількість годин використання приводу на добу;

$n$  – річна кількість днів (діб) роботи установки;



## ЗМІСТ

$k_3$  – коефіцієнт запасу потужності приводу, що враховує перевищення номінальної потужності електроприводу по відношенню до номінальної потужності технологічної установки.

Фрагмент таблиці входять даних для розрахунку балансу електроенергії представлений в таблиці 4.19. Енергетичний баланси споживання електроенергії на розглянутій шахті наведено на рис. 4.12.

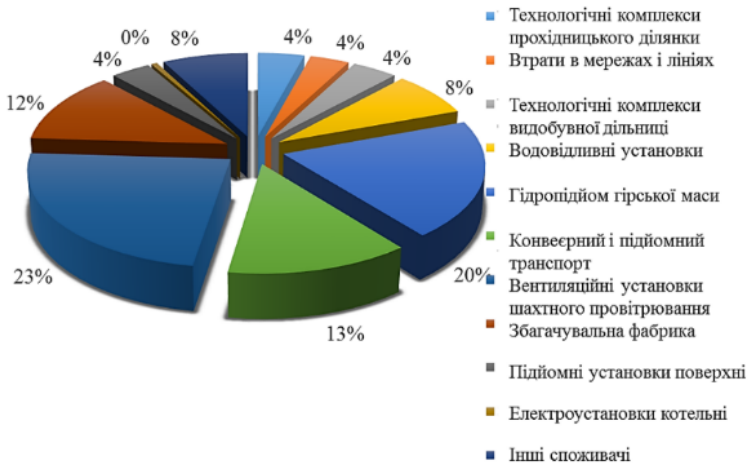


Рис. 4.12 – Баланс витрат електроенергії на шахті

Тепловий баланс складений з урахуванням виробництва (генерації) теплової енергії безпосередньо на виробничому майданчику шахти, яка нами розглядається. Відповідно, баланс містить прибуткову і витратну частину, в тому числі всі складові витрат теплової енергії при її виробництві, а також при транспортуванні до споживачів.

В силу відсутності приладових методів обліку споживання палива на власні потреби шахти розрахунок проводиться на підставі розрахунково-нормативних даних про фактичне споживання теплової енергії і палива на її виробництво.



## ЗМІСТ

Порядок розрахунків описані в методиках «Розрахунок норм річних витрат теплової енергії і палива», «Розрахунок питомих норм витрат умовного палива на вироблення 1 ГКал тепла котлами котельні» та звіту річного споживання палива і виробленої теплоенергії на виробничо-технологічні потреби, дані режимно-налагоджувальних випробувань котельних агрегатів за два останні роки.

Розрахунок включає нормативні дані про ефективність парових котлів (режимно-налагоджувальні карти, які містять статті втрат первинної теплової енергії, розрахованої по зворотному балансу), оцінці втрат при транспортуванні, а також існуючих розрахункових даних про фактичне споживання теплової енергії.

Розрахунок споживання теплової енергії проводився за такими розрахунковим залежностями:

1. Річне споживання теплової енергії калориферними установками підігріву припливного повітря:

$$Q_B^{\text{год}} = \sum_{i=1} 1160 \cdot V_B \cdot (t_{\text{ш}} - t_{\text{Н.В.}}^i) \cdot 24 \cdot n_i, \text{ ГКал} \quad (4.36)$$

де:  $i$  – номер опалювального періоду (місяця);

$V_B$  – погодинна витрата теплової енергії на опалення будівлі, ккал / год;

$t_{\text{ш}}$  – 10°C – середня температура повітря, що подається в шахту;

$t_{\text{Н.В.}}^i$  – середня температура опалювального місяці за фактичними даними;

$n_i$  – кількість опалювальних днів у місяці.

2. Річне споживання теплової енергії на опалення будівель:

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 24 \cdot Q_{\text{от}}^{\text{ч}} \cdot \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{сп}}) \cdot \tau_{\text{о.п.}}}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{р}}) \cdot 10^6}, \text{ ГКал} \quad (4.37)$$

де:  $Q_{\text{от}}^{\text{ч}}$  – погодинна витрата теплової енергії на опалення будівлі, ккал / год;

$t_{\text{вн}}$  – нормативна внутрішня температура будівлі, °C;

$t_{\text{сп}} = -1,8^\circ\text{C}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період;

$t_{\text{р}} = -24^\circ\text{C}$  – розрахунковий зовнішній температурний мінімум.

$\tau_{\text{о.п.}} = 183$  дні – тривалість опалювального періоду для регіону.

## ЗМІСТ

Річне споживання теплової енергії на природну вентиляцію та інфільтрацію:

$$Q_{e.v.} = \frac{k_B \cdot k_T \cdot q_{от} \cdot V_{зд}}{10^6} \cdot 24 \cdot \tau_{o.p.}, \text{ ГКал} \quad (4.38)$$

де:  $k_B = 1,1$  – коефіцієнт підвищення витрати за рахунок швидкості вітру;

$k_T = 1,08$  – коефіцієнт різниці температур;

$q_{от}$  – питома тепла характеристика будівлі,  $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}}$ ;

$V_{зд}$  – об'єм будівлі.

3. Річне споживання теплової енергії на гаряче водопостачання:

$$Q_{ГВС} = N_T^{ГВС} \cdot \tau_ч \cdot 365, \text{ ГКал} \quad (4.39)$$

де:  $N_T^{ГВС} = 1,06$  ГКал/час – розрахункове навантаження на гаряче водопостачання;

$\tau_ч = 16$  ч – розрахунковий час споживання гарячої води на шахті.

Втрати теплової енергії при транспортуванні теплоносія (пари та гарячої води), а також з безповоротним конденсатом приймаються на рівні 14% загальної кількості поставленої теплової енергії, а витрата теплової енергії на гаряче водопостачання приймається рівномірним протягом року.

Результати розрахунку енергетичного балансу споживання теплової енергії розглянутої шахтою наведені на рис. 4.13.

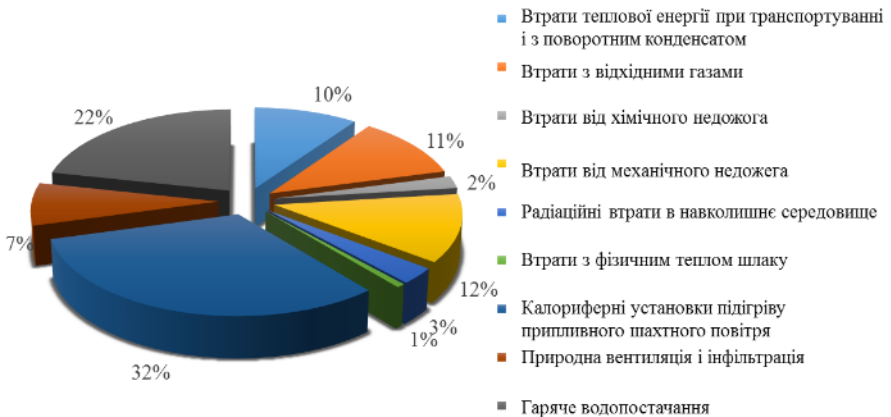


Рис 4.13 – Баланс витрати теплової енергії на шахті

## ЗМІСТ

На підставі результатів розрахунку електричного та теплового балансів побудуємо узагальнений енергетичний баланс. Зведений баланс надходжень і витрат енергоносіїв є корисним доповненням до безпосереднього аналізу надходжень та витрат електроенергії та палива і застосовується в багатьох галузях як базису для розрахунку індикаторної енергоемності продукції і порівняння цього показника з кращими галузевими практиками (проведення бенчмаркінгу).

Для перекладу енергетичного еквівалента палива і електроенергії до загального енергоспоживання прийняті наступні значення:  $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,0036 \text{ ГДж}$ ;  $1 \text{ ГКал} = 4,187 \text{ ГДж}$ .

Зведений енергетичний баланс роботи шахти, а також витрати представлені у вигляді діаграми Санкей на рис. 4.14.

Розгорнуті паливно-енергетичні баланси є корисним і необхідним інструментом енергетичного аналізу виробництва. Їх безперервний розрахунок допомагає виявляти місця наднормативної витрати енергоносіїв, втрати, а також виявляти першочергові місця для оптимізації і розробки заходів підвищення енергетичної ефективності.

Рекомендується застосовувати такий аналіз на практиці персоналом, відповідальним за енергетичне планування, в якості додаткового інструменту проведення порівнянь всередині холдингу і з аналогічними організаціями.

За результатами проведеного аналізу споживання, витрат і втрат робимо висновок, що найбільш значущим чинником, що впливає на питомий показник енергоспоживання, є фактична вироблення вугілля.

Це пояснюється тим, що найбільш значущі статті витрат електроенергії (споживання вентиляторів шахтного провітрювання, насосними установками шахтного водовідливу, гідропідйому і установками збагачувальної фабрики, конвеєрним транспортом) є умовно-постійними незалежно від обсягів видобутку. Більш того, істотна частина електроенергії (провітрювання, водовідлив і ін.) Споживається навіть у разі повного припинення видобутку.

Що стосується питомої показника теплової енергії, то спираючись на динаміку і характер споживання теплової енергії, можна зробити висновок про те, що її не можна нормувати по базису видобутого вугілля. У зв'язку з тим, що всі статті витрат теплової енергії безпосередньо не пов'язані з обсягами видобутку (калорифери шахтного провітрювання, опалення, гаряче водопостачання).

**ЗМІСТ**

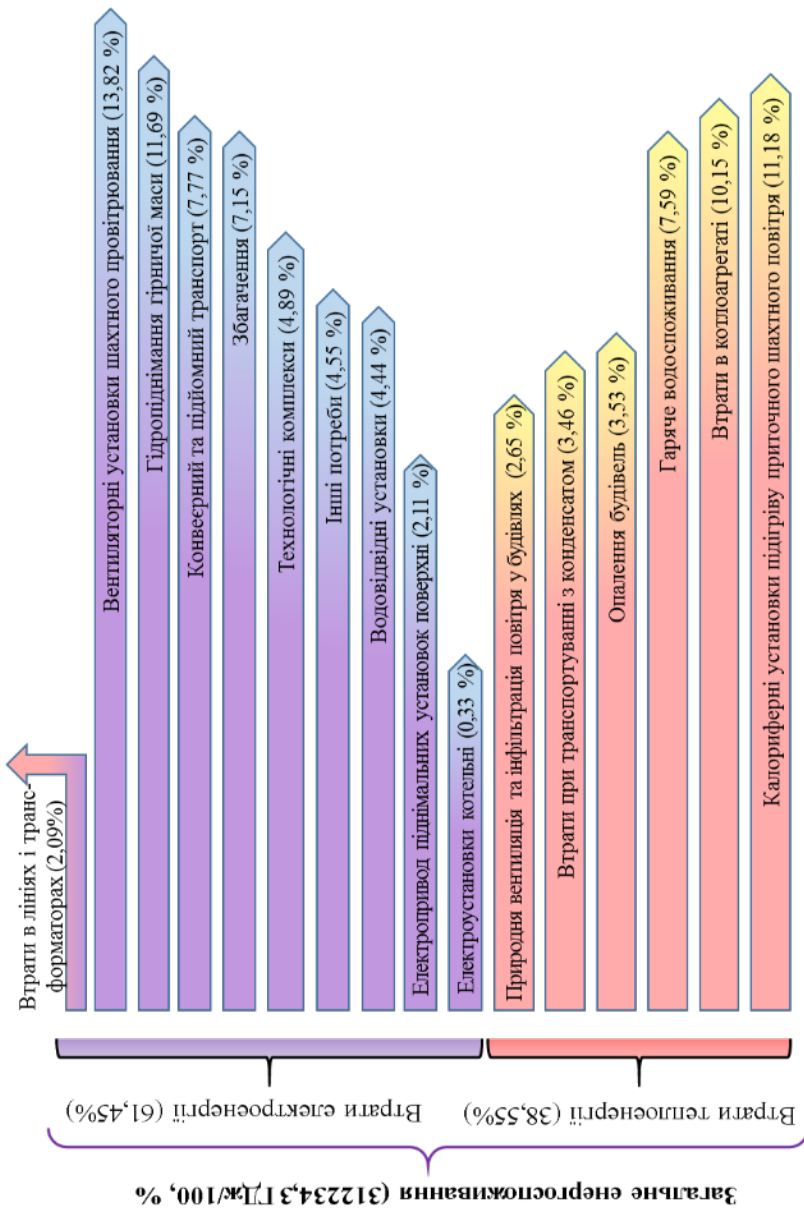


Рис. 4.14 – Зведений індикаторний баланс розподілу енергоносіїв на шахті

## ЗМІСТ

Шахтне провітрювання (і, відповідно, підігрів припливного повітря в зимовий час) здійснюється навіть у разі відсутності видобутку. Витрата теплоти на гаряче водопостачання безпосередньо залежить від кількості працюючих осіб та змін їх завантаженості. Витрата теплоти на опалення будівель і приміщень залежить від зовнішньої температури (сезонний фактор).

Напрямки розроблених заходів підвищення енергетичної ефективності роботи шахт вибираються відповідно до виявлених резервами підвищення енергетичної ефективності при цьому беруть до уваги технічний стан обладнання, пристроїв та механізмів, а також режими і умови їх експлуатації.

Основними напрямками підвищення енергоефективності на шахтах є наступні:

1. Заходи з реконструкції системи теплопостачання;
2. Перспективні заходи з облаштування скіпового підйому гірських мас (відмова від існуючої схеми дроблення і гідравлічного підйому гірських мас у вигляді пульпи);
3. Заходи по реконструкції системи водопостачання (реконструкція насосної ставка, реконструкція високонапірної насосної, модернізація системи шахтного водовідливу, інші заходи);
4. Заходи щодо оптимізації системи шахтного провітрювання;
5. Заходи щодо оптимізації системи електропостачання (облаштування автоматизованої системи технічного обліку електроенергії, організація компенсації реактивної потужності);
6. Заходи щодо оптимізації електропривода машин і механізмів (заходи щодо оптимізації приводів конвеєрних установок, заходи щодо оптимізації основних і допоміжних підйомних установок);
7. Заходи щодо оптимізації системи освітлення (заміна ламп розжарювання).

Авторами визначені техніко-економічних показників реалізації запропонованих нами заходів (рис. 4.15).

Енергетичне обстеження шахти дало можливість ідентифікувати резерви економії і підвищення енергетичної ефективності в системах теплопостачання підприємства, системах технічного водопостачання і водовідливу, а також в системі шахтного провітрювання, електропостачання, електроприводу машин і механізмів (підйомні машини і конвеєрний транспорт), системі освітлення.

## ЗМІСТ

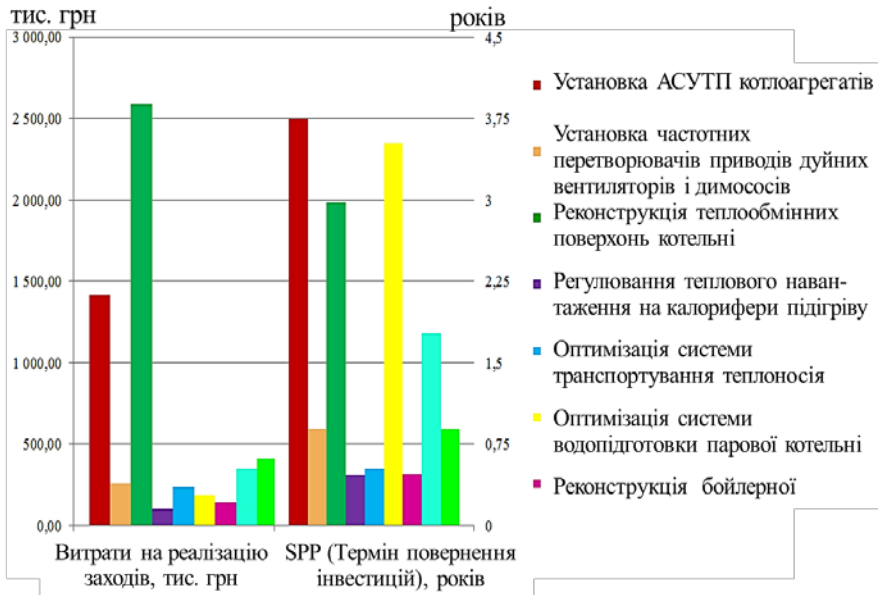


Рис. 4.15 – Техніко-економічних показників реалізації заходів

Виявлення технічні рішення підвищення енергетичної ефективності і забезпечення моніторингу, вимірювань і аналізу енергоспоживання можуть бути заплановані в якості цілей завдань і планів дій в рамках системи енергетичного менеджменту.

### 4.3. Візуалізація даних власних досліджень із спостереження та аналізу у сфері енергоменеджменту

Для приймання правильності рішення в питаннях управління якістю, треба спиратися на факти. Одним з достатньо ефективних засобів визначення фактів в таких складних системах, як виробництво є статистичні методи.

Велика кількість статистичних даних можна представити за допомогою графіків. Редактор газети Time Артур Брісбейн оцінивши



## ЗМІСТ

інформаційне значення картинок, переробив відому приказку «Краще один раз побачити, ніж сто разів почути». Тому надав рекомендації для колег: використовуйте картинку, вона коштує тисячі слів.

Багато статистиків і практиків з відмінними навичками кодування і передачі даних, проте, застрягли в колії звичайних форматів і налаштувань за замовчуванням, які призводять до рутинної, неоптимальної візуалізації. Але сфера ручної, тонкої, помітної візуалізації не обмежується «творчими» типами, вона доступна з невеликою кількістю керівництва.

Представником візуалізації даних можна вважати шотландського інженера Вільяма Плейфера [75]. Він запропонував всі основні типи використовуваних сьогодні статистичних діаграм: діаграми-лінії (графіки), діаграми-області, стовпчасті й лінійні діаграми (гістограми), кругові (секторні) діаграми, радіальні (сітчасті) діаграми і картодіаграми.

Побудова графіків стали істотним проривом, який показав, що можна використовувати комп'ютери в тому числі для вирішення завдань конструювання.

Тож розглянемо на прикладах використання різних графічних об'єктів для візуалізації та розуміння результатів статистичного аналізу даних у серії енергоефективності.

**Діаграми порівняння.** Основне призначення діаграм порівняння полягає в графічному зіставленні показників (з минулим періодом, з іншими об'єктами, з нормативом, з плановим завданням), що сприяє більш глибокому і наочному аналізу досліджуваних даних.

Залежно від характеру вирішуваних завдань виділяють діаграми порівняння, структурні діаграми і діаграми динаміки; діаграми розподілу – гістограма, полігон, кумулята, огива.

Найбільш поширеними серед діаграм порівняння є стовпчикові діаграми, принцип побудови яких складається в зображенні показників у вигляді поставлених по вертикалі прямокутників – стовпчиків. Наприклад: очікуваний прогноз виробництва електроенергії в Україні за [8] наведено на рис. 4.16.

## ЗМІСТ

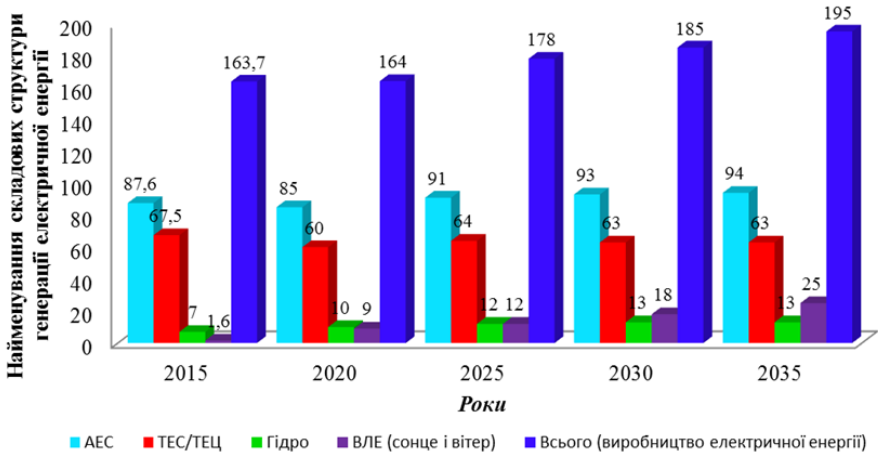


Рис. 4.16 – Прогноз виробництва електроенергії в Україні до 2035 млрд. кВт-год

Різновидами стовпчикових діаграм складають стрічкові або смугові діаграми. Їх відмінність полягає в тому, що масштабна шкала розташована по горизонталі вгорі або внизу, і вона визначає величину смуг по довжині. Область застосування й правила побудови стовпчикових і смугових діаграм однакова.

Приклад: під час проведення енергетичного обстеження зазначено той факт, що виробництво плавленого сиру має досить суттєву розбіжність за місяцями. Розбіжність даних зі споживання та вартості енергоресурсів наведені у табл. 2 [74] та рис. 4.17.

**Діаграми правильних геометричних фігур.** Діаграми, в яких порівняльні величини параметрів зображені у вигляді правильних геометричних фігур. Будуються таким чином, щоб розмір площі кожної величини відповідав його значенню та був пропорційним до інших величин (рис. 4.18). Для цього потрібно з статистичних даних вилучити квадратні корні й визначити сторону квадрату або радіус відповідно до прийнятого масштабу.

## ЗМІСТ

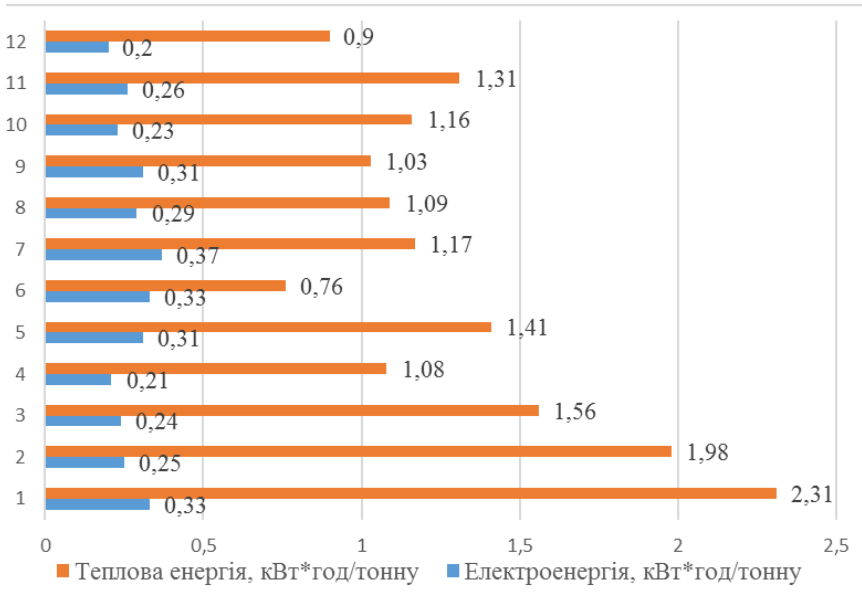


Рис. 4.17 – Дослідження щомісячних питомих витрат енергетичних ресурсів на виробництво плавленого сиру

Розрахункове споживання, ГДж



Рис. 4.18 – Зведений баланс витратної частини електроенергії на підприємстві

Для побудови даного виду діаграми взято були данні зведеного енергетичного балансу таблиці 1 [66].

## ЗМІСТ

**Точкові діаграми.** Широко розповсюдженими діаграмами порівняння є точкові діаграми, принцип побудови яких складається в зображенні показників у вигляді поставлених на площині точок. Кожна точка зображує величину окремого рівня досліджуваного ряду.

При побудові точкових діаграм необхідно накреслити систему прямокутних координат, в якій розташовуються точки. На горизонтальній осі розташовується рівномірна шкала однієї з порівнюваних величин, на вертикальній – шкала іншої величини (найчастіше питомий показник). Точкова діаграма є виразною та ефективною лише при невеликому числі частин сукупності.

Діаграма динаміки втрат електроенергії (рис. 4.19) під час її передавання та розподілу по відношенню до загального обсягу виробництва побудована за даними табл. 1.4 (монографії).

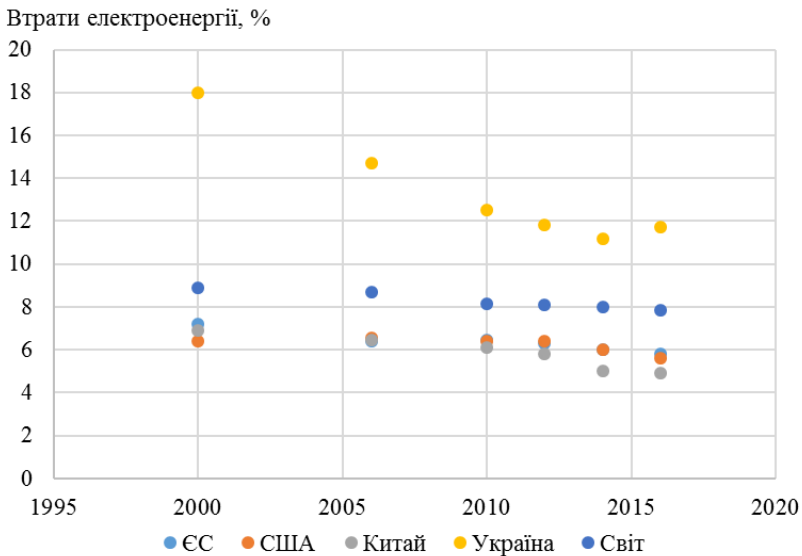


Рис. 4.19 – Динаміка втрат електроенергії під час її передавання та розподілу по відношенню до загального обсягу виробництва, %

**Секторні діаграми.** Найбільш поширеним способом графічного зображення структури статистичних сукупностей є секторна діаграма. Вона вважається основною діаграмою, яка представляє всю

## ЗМІСТ

сукупність у вигляді кола. Питома вага кожної частини сукупності в секторній діаграмі характеризується величиною центрального кута.

Застосування секторних діаграм дозволяє не тільки графічно зобразити структуру сукупності й її зміну, а й показати динаміку чисельності цієї сукупності.

Особливостями секторних діаграм є те, що вони більш ефективні при істотних відмінностях в структурі досліджуваної сукупності.

Розподілення споживачів у тепловому балансі молокопереробних підприємств [76] наведено на рис. 4.20.



Рис. 4.20 – Споживачі теплового балансу молокопереробних підприємств, %

Помилкою при використанні секторної (кругової) діаграми є відображення будь-яких значень одного чи декількох показників за роки. Такі дані краще зобразити за допомогою стовпчикових, полосових діаграм або графіки.

**Діаграма Санкей.** До структурних діаграм відноситься діаграма Санкей, що використовується для наочного зображення балансу (рис. 4.21).

## ЗМІСТ

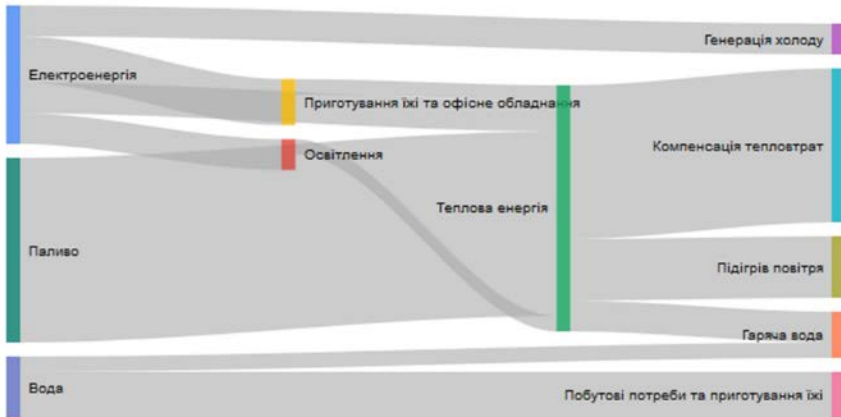


Рис. 4.21 – Типові енергетичні потоки на об'єкті

На діаграмі Санкей відображаються потоки та їх кількісні величини в пропорційному співвідношенні один до одного. Ширина ліній використовується для позначення кількості величин, тому чим більше стріла, тим більше її кількісне значення потоку. Стріли або лінії потоку можуть об'єднуватися або розділятися на різних етапах процесу. Типові енергетичні потоки в будь-якої організації чи підприємства наведені на діаграмі.

### *Діаграми динаміки.*

Для зображення і визначення розвитку явища в часі будуються діаграми динаміки. Для цих цілей застосовують лінійні, стовпчикові, стрічкові, секторні, квадратні, кругові і радіальні діаграми. Вибір того чи іншого виду діаграми залежить від вихідних даних і цілей дослідження.

Важливою особливістю радіальних діаграм є застосування полярних координат. Радіальні діаграми добре ілюструють сезонні коливання. Так, на рис. 4.22 приведена радіальна діаграма відновлювальних джерел енергії у валовому кінцевому споживанні енергії у країнах Євросоюзу у 2015 році. З цієї діаграми можна зробити висновок, що динаміка споживання частки ВДЕ має широку амплітуду у валовому споживанні енергії у розрізі країн ЄС.

## ЗМІСТ

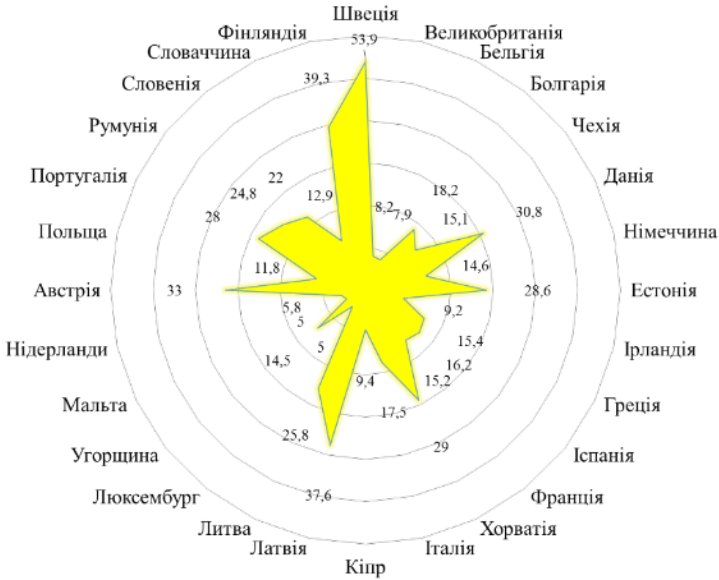


Рис. 4.22 – Частка відновлювальних джерел енергії у валовому кінцевому споживанні енергії у країнах Євросоюзу у 2015 році, %

Прикладом лінійної діаграми динаміки може служити вимірювання сумарної витрати стисненого повітря, яка зафіксована під час проведення пневмоаудиту (рис. 4.23) [77].

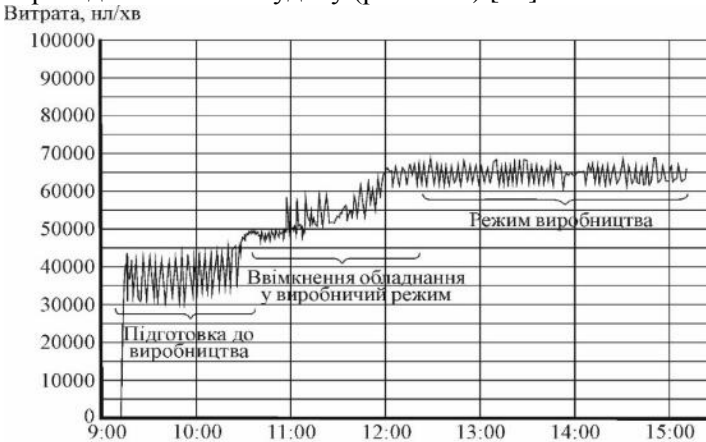


Рис. 4.23 – Динаміка сумарної витрати стисненого повітря

## ЗМІСТ

Нерідко на одному лінійному графіку наводиться декілька кривих, які дають порівняльну характеристику динаміки різних показників або одного і того ж показника в різних країнах.

Структурну динаміку можна наочно зобразити за допомогою графіків, представлених на рис. 4.24. На рисунку відображено динаміку виробництва первинної енергії в Україні з плином часу [78].

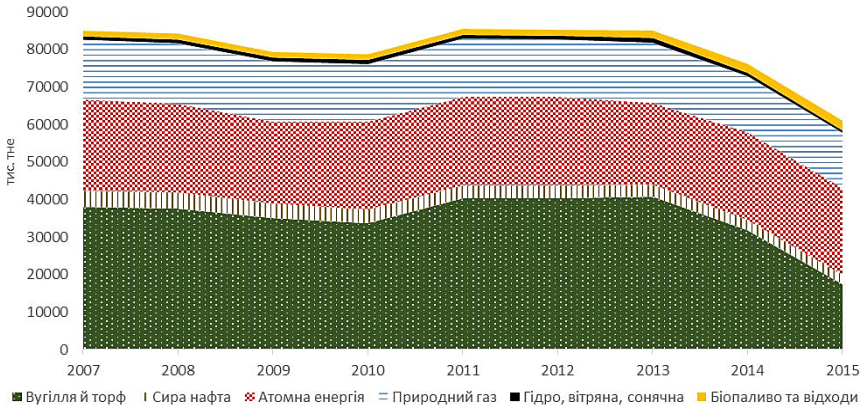


Рис. 4.24 – Динаміка виробництва первинної енергії в Україні з 2007-2015 рр., тис.тне

Для відображення залежності одного показника від іншого будувється діаграма взаємозв'язку рис. 4.25.

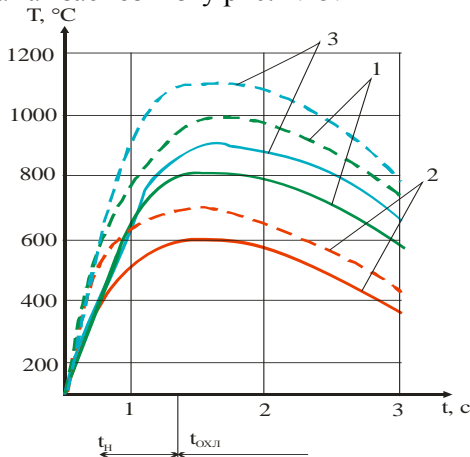


Рис. 4.25 – Динаміка змін температури від технологічних параметрів



## ЗМІСТ

Приклад побудови діаграми взаємозв'язку представлено на, за результатами експериментальних досліджень розподілу температури різних покриттів від технологічних параметрів процесу. Іноді необхідно порівняти на графіку динаміку двох показників, що мають різні одиниці виміру. У таких випадках знадобиться не одна, а дві масштабні шкали. Одну з них розміщують праворуч, іншу – зліва.

Дуже часто на діаграмах динаміки будуються лінії тренду, які відображають тенденції розвитку події. Тренд – основна тенденція зміни часового ряду. Тренди можуть бути описані різними рівняннями – лінійними, логарифмічними, степеневими і т.д. Фактичний тип тренду встановлюють на основі підбору статистичними методами або згладжуванням вихідного часового ряду. Лінія тренду – елемент апарату технічного аналізу, який використовується для виявлення тенденцій. Лінії тренду є геометричне відображення середніх значень аналізованих показників, отримане за допомогою будь-якої математичної функції. Вибір функції для побудови лінії тренду зазвичай визначається характером зміни даних у часі [79].

Подовження лінії тренду на певне число кроків уперед представляє собою прогнозування методом екстраполяції рис. 4.26 [80].

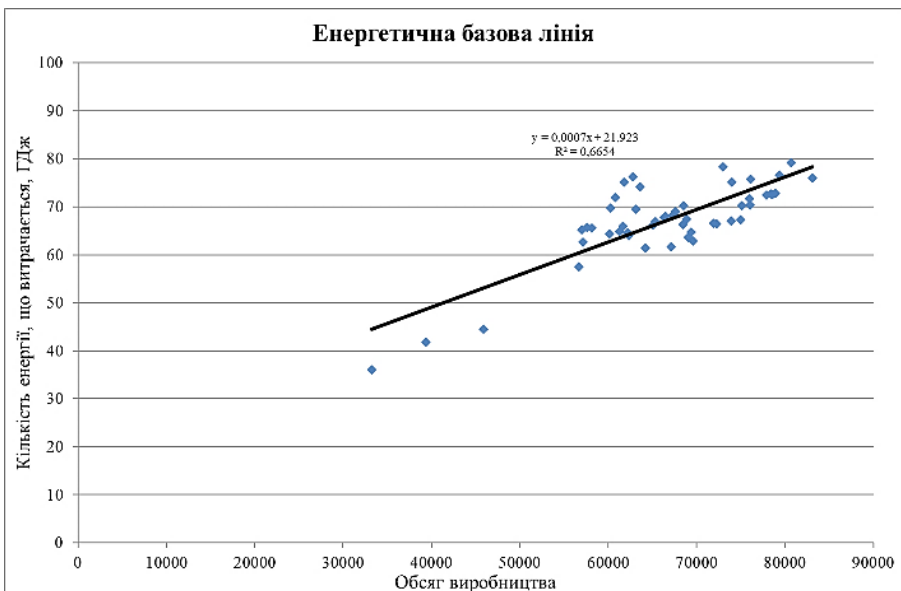


Рис. 4.26 – Визначення енергетичної базової лінії

## ЗМІСТ

Екстраполяція – метод наукового прогнозування, що складається в поширенні висновків, одержуваних з спостереження над однією частиною явища, на іншу його частину. Значення лінії тренду буде відповідати обраної функціональної залежності у прогнозований період.

### Діаграми рядів розподілу.

Особливим видом графіків є діаграми розподілу величин, представлених варіаційним рядом. Ряд розподілу - це впорядкований розподіл на групи одиниць сукупності за певною варіюючою ознакою. Ряд розподілу являє собою найпростіше угруповання, в якому кожна група характеризується одним показником – чисельністю одиниць об'єкта, що потрапили в кожну групу.

Найзручніше ряди розподілу аналізувати за допомогою їх графічного зображення, що дозволяє судити і про форму розподілу. Наочне уявлення про характер зміни частот варіаційного ряду дають діаграми: полігон (рис. 4.27), гістограма, кумулята, огива, крива Лоренца.

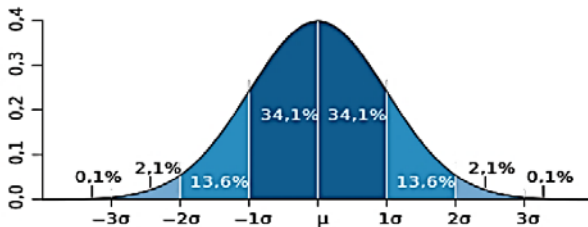


Рис. 4.27 – Типовий полігон розподілу даних

*Кумуляти.* Для графічного зображення варіаційних рядів може також використовуватися кумулятивна крива. За допомогою кумуляти (кривої сум) зображується ряд накопичених частот. Накопичені частоти визначаються шляхом послідовного підсумовування частот по групах і показують, скільки одиниць сукупності мають значення ознаки не більше, ніж розглядається значення.

Для більш глибокого аналізу причин низької якості деталей з конструкційних матеріалів після їх механічної обробки використаємо принцип Парето, як представлено на рис. 4.28 [81].

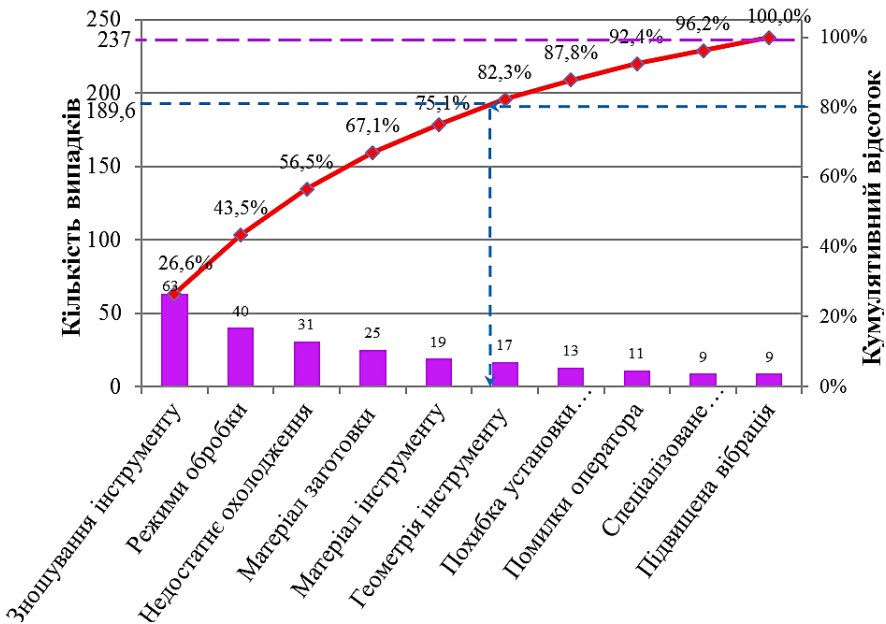


Рис. 4.28 – Діаграма Парето й кумулята розподілу невідповідностей за кількістю випадків при механічній обробці конструкційних матеріалів

Гістограма може бути перетворена в полігон розподілу, якщо знайти середини сторін прямокутників і потім ці точки з'єднати прямими лініями.

### Графічні карти

До графічних карт відносяться статистичні карти і універсальні графіки. Статистичні карти являють собою вид графічних зображень статистичних даних на схематичній географічній чи іншій карті, що характеризують рівень або ступінь поширення того чи іншого явища в просторі. Засобами зображення територіального розміщення є штрихування, фонове розфарбування або геометричні фігури, в тому числі ізолінії. Розрізняють картограми і картодіаграми.

Одним з прикладів прикладом картограми ізоліній можуть служити картограми просторових ізоліній аеродинамічних характеристик димососу (рис. 4.29) [82].

## ЗМІСТ

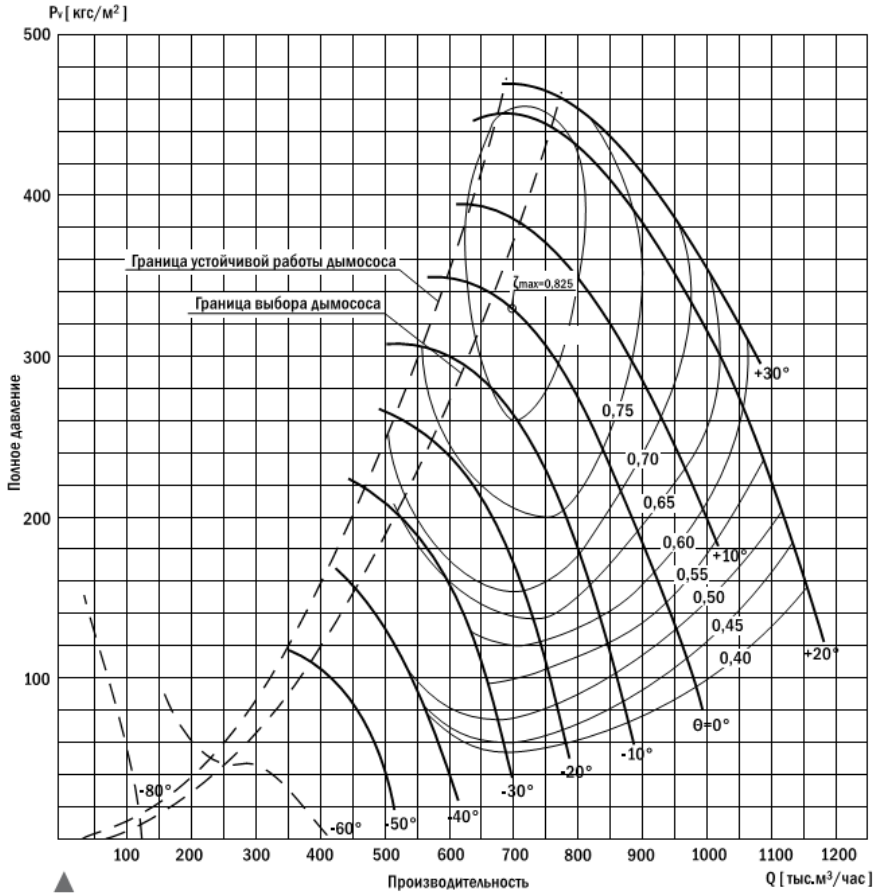


Рис. 4.29 – Аеродинамічна характеристика димососа ДОД-31,5

Ізолії – це лінії рівного значення якої-небудь величини в її поширенні на поверхні, зокрема на карті або графіку. Ізолія відображає безперервну зміну досліджуваної величини залежно від двох інших змінних і застосовується при картографуванні різноманітних явищ. Ізолії використовуються для отримання кількісних характеристик досліджуваних величин і для аналізу кореляційних зв'язків між ними.

### Контрольні карти

*Контрольна карта.* Контрольні карти (рис. 4.30) – інструмент, що дозволяє відслідковувати хід протікання процесу і впливати на нього (за допомогою відповідного зворотного зв'язку), попереджуючи його відхилення від вимог до процесу, що пропонується. Це графічний засіб, що використовує статистичні підходи, важливість яких для управління виробничими процесами була вперше показана доктором У. Шухартом в 1924 р [83]. Теорія контрольних карт розрізняє два види мінливості.

Мета контрольних карт є виявлення неприродних змін в даних з повторюваних процесів і дати критерії для виявлення відсутності статистичної керованості.

Принципи побудови контрольних карт Шухарта охоплюють різні поняття, пов'язані зі стабілізацією виробничого процесу, його продуктивністю і оцінкою якості, а реалізація цих принципів сприяє взаємозв'язку різних напрямків господарської діяльності.



Рис. 4.30 – Контрольна карта Шухарта

## ЗМІСТ

*Контрольний лист.* Контрольний лист відноситься до „Семи простих інструментів якості”, які дозволяють швидко ідентифікувати проблеми, визначити їх основні чинники, обрати правильний план дій та ефективно розподілити ресурси та зусилля для вирішення проблем [84]. Його призначення двояке: по-перше, полегшити процес збору даних про контрольовані параметри, а по-друге, автоматично упорядкувати дані для полегшення їх подальшого використання.

Процедура створення контрольного листку складається з наступних кроків:

- вирішити, які проблеми чи події будуть аналізуватися, і надати їм операційні визначення;
- вирішити в якій період і як довго будуть збиратися дані;
- розробити форму, що охоплювала б всю необхідну інформацію, була б простою і дозволяла швидко фіксувати події за допомогою простих позначок (рисок, хрестиків, тощо);
- виготовити бланк контрольного листка і протестувати його на протязі короткого часу, щоб побачити, чи всі потрібні дані він містить і чи зручно з ним працювати;
- в разі необхідності внести корективи.

Контрольний лист є бланком, на який нанесені контрольовані параметри, устаткування, статистичні методи контролю якості, які можна було легко і точно занести дані вимірювань (рисочки, хрестики тощо). Зібрані підсумкові дані можна використовувати для подальшого аналізу.

Існують чотири типи контрольних листів [85]: контрольний листок для реєстрації розподілу вимірюваного параметра в ході виробничого процесу; контрольний листок для реєстрації видів дефектів; контрольний листок місць локалізації дефектів; контрольний листок причин дефектів.

Приклад контрольного листка для реєстрації розподілу вимірюваного параметра в ході виробничого процесу, зміни в розмірах деталі, що піддається механічній обробці наведено на рис. 4.31. Такий бланк використовують для випадку, коли необхідно виявити зміни у параметрах в часі, або під впливом показників виробничого процесу.

Як бачимо в контрольному листку, систематизовані дані дозволяють виявити чітку картину процесу, оцінити можливі зміни

**ЗМІСТ**

процесу чи види браку і оцінити якість процесу з точки зору точності і стабільності.

**КОНТРОЛЬНИЙ ЛИСТОК РЕЄСТРАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ  
ВИМІРЮВАНЬ**

Найменування інструменту....., № .....

Ділянка ....., установка ....., оператор .....

Контрольована величина ....., номінальне значення .....

Межі допуску ....., Документ-підстава .....

/ креслення, техн. карта /

Дата вимірювань ..... 201...р.

Вимір знач. $X_i$	Відхи- л від ном. $\Delta X_i$	Результати вимірювань																				Час- дога $t_i$	Віднос- на частота $m_i/\Sigma m_i$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	2	3																				4	5
	-7																					0	0
	-6																					0	0
35,35	-5																					1	0,014
	-4																					3	0,043
	-3																					3	0,043
	-2																					4	0,057
	-1																					8	0,114
35,40	0																					12	0,171
	1																					15	0,214
	2																					9	0,128
	3																					6	0,086
	4																					4	0,057
35,45	5																					2	0,028
	6																					2	0,028
	7																					1	0,014
Сума $\Sigma m_i$												70	1,000										

Вимірювання проводив ..... / підпис, ПІБ /

Розрахунки виконав ..... / підпис, ПІБ /

Рис. 4.31 – Контрольний лист

**Діаграма Парето.**

Аналіз Парето – це інструмент якості, який дозволяє об'єктивно представити та виявити головні фактори, що впливають на досліджувану проблему й зосередити увагу на її вирішення. Закон або

## ЗМІСТ

принцип Парето можна сформулювати так: 20% зусиль дають 80% результатів, в той час як 80% інших зусиль – лише 20%.

На рис. 4.32 наведено приклад побудови діаграми Парето за причинами та кількістю випадків невідповідностей при МО конструкційних матеріалів [82].

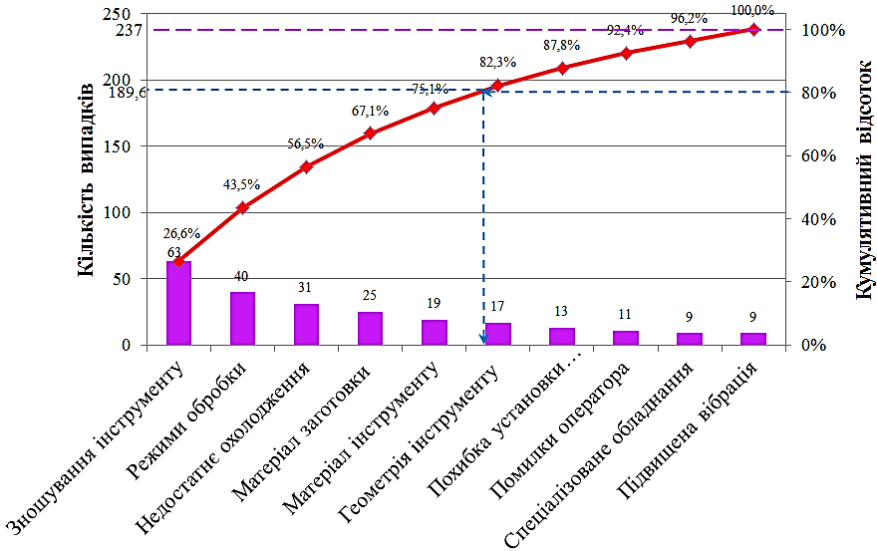


Рис. 4.32 – Діаграма Парето

За даними рис. 4.33 можна бачити основні причини невідповідностей: зношування інструменту, режими обробки, недостатнє охолодження, матеріал заготовки, матеріал інструменту. Саме на усунення цих причин по-винні бути спрямовані усі першочергово розроблені конструктивні, технологічні та організаційні заходи.

**Причинно-наслідкова діаграма (схема Ісікави).** Діаграма Ісікави, яка частіше звучить як діаграма «риб'ячі кістки» або діаграма «причини і наслідків», показує відношення між показником якості і впливаючими на нього чинниками.

Головним достоїнством схеми Ісікави (рис. 4.34) є те, що вона дає наочне уявлення не тільки про ті чинники, які впливають на об'єкт, що вивчається, але й про причинно-наслідкові зв'язки цих чинників.



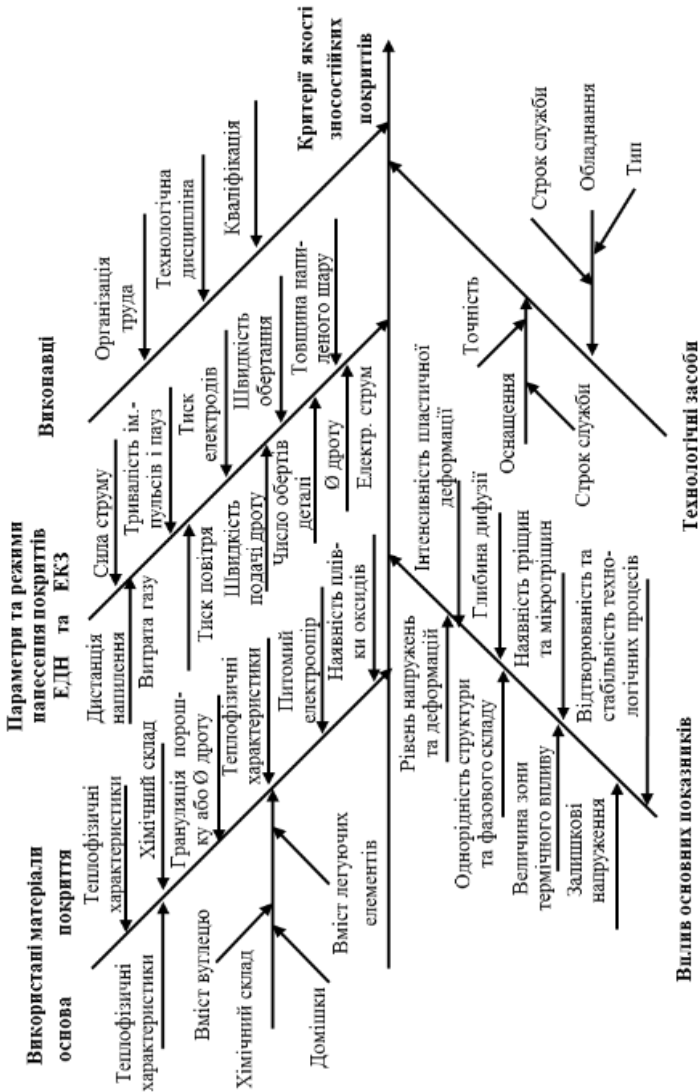


Рис. 4.34 – Діаграма Ісікави

На розробленій діаграмі Ісікави, що наведена на рис. 4.34, можна проаналізувати і виявити причини, які призводять до погіршення якості зокрема фізико-механічних та експлуатаційних властивостей покриття отриманого комбінованою технологією ЕКЗНП [86].

#### **4.4. Типові заходи з підвищення енергоефективності промислових підприємств**

Якщо організація досконально вивчає, знає структуру споживання своїх ресурсів, можна зрозуміти, де можливо заощадити, як змістити графік виробництва тощо.

Як показує практика, мінімальні викладення в організаційно-технічні заходи здатні принести до половини всієї можливої вигоди від енергозбереження.

Організаційні рішення зазвичай не потребують значних фінансових затрат, дають результат у термін до року і мають не надто високу віддачу з економії ПЕР.

Типовими організаційними рішеннями є:

- Призначення відповідальних осіб для контролю витрат ПЕР та впровадження енергозберігаючих рішень, підвищення їх кваліфікації
- Планування споживання ПЕР та організації його обліку (технологічного та комерційного)
- Вдосконалення та оптимізація роботи систем освітлення, вентиляція, водопостачання; вимикання непотрібного обладнання, максимальне використання сонячного світла, вимикання непотрібного електроосвітлення, відімкнення електроприладів у неробочій час
- Дотримання правил експлуатації та обслуговування систем енерговикористання та обладнання, використання обладнання зі «сплячим» режимом, таймерами, термостатами впровадження графіків увімкнення та відімкнення освітлення, вентиляції, теплових завіс тощо
- Децентралізація освітлення на потрібні зони
- Організація робіт зі своєчасного чищення освітлювальних пристроїв, ремонту віконних рам, заклеювання вікон, ремонт санвузлів тощо.
- Проведення роз'яснювальної роботи зі співробітниками щодо необхідності енергозбереження, розміщення плакатів, табличок з нагадуваннями про необхідність вимкнення світла, закривання вікон й вхідних дверей тощо.

## ЗМІСТ

- Періодичне проведення внутрішнього та зовнішнього енергетичного аудиту, складання та уточнення енергетичних паспортів
- Постійний моніторинг системи споживання, стану приладів обліку ПЕР, контроль рахунків за спожиті ПЕР та воду, аналіз змін рахунків після впровадження певних рішень
- Щоквартальна перевірка та уточнення договорів про постачання ПЕР з постачальниками
- Впровадження системи заохочення працівників за зниженням втрат ПЕР, води та адміністративної відповідальності за нераціональне їх використання
- Періодичне проведення перевірок ефективності використання ПЕР.
- маркетингові заходи;
- створення або зміна нормативних документів.

Друга складова – впровадження енергозберігаючих технологій:

- використання енергозберігаючого освітлення, яке досягається за рахунок використання енергоефективного обладнання:
  - використання ламп з високим ККД від споживаної енергії (КЛЛ - компактних люмінесцентних ламп, світлодіодних, ДНаТ - дугові натрієві трубчасті в циліндричній колбі, металогалогених і ін.). Економить від 20-80% енергії;
  - застосування пускорегулювальних апаратів, що регулюють режим запалювання і стабілізації струму розряду люмінесцентних ламп (ЕПРА) дозволяє економити до 30%;
  - світлотехнічної арматури (ефективні відбивачі) економить до 15% енергії автоматичне керування освітленням за допомогою датчиків руху і освітленості або реле часу забезпечують економію 30-80% енергії;
  - пристрій зонального і локального освітлення економить до 50% енергії застосування архітектурних рішень, які передбачають максимальне використання природного світла (на стадії проектування), значно впливає на збереження енергії, споживаної на освітлення.
- використання енергозберігаючого електроплавлення (там, де немає можливості використовувати централізоване водяне

## ЗМІСТ

опалення):

- застосування теплових акумуляторів на виробництві дозволяє економити 70-80% грошові коштів, хоча при цьому не економить електроенергію
  - застосування інфрачервоних випромінювачів в приміщеннях великого об'єму (ангари, гаражі і т.д.) для локального обігріву робочих місць економить 20-30% енергії.
- застосування автоматичних систем керування електроприводом двигунів (перетворювачі частоти, контролери-оптимізатори, софтстартери) економить до 10-50%

В цілому застосування енергоефективного технологічного обладнання економить від 10 до 80% енергії, наприклад:

- електроплити, із застосуванням:
- електронагрівачів плавного регулювання
  - контролерної системи управління
  - індукційного нагріву, примусової конвекції автоматики регулюючої температуру нагрівання, відключення
- холодильне обладнання, із застосуванням:
- регульовані гвинтові компресори
  - контролерна система управління
  - термостати з індикацією і точним виставлянням температури
  - своєчасне розмороження камерних охолодних приладів
  - виявлення та теплоізоляція теплових містків у обгороджена холодильних камер
  - застосування переохолодження холодоагентів
  - використання теплоти конденсації холодоагентів
  - застосування теплових насосів
  - ефективна теплоізоляція
  - застосування сигнальної автоматики.

Для ефективного використання теплової енергії при застосуванні централізованого водяного опалення можливе використання наступних енергозберігаючих технологій:

## ЗМІСТ

- застосування автоматичного регулювання відпуску тепла в системі тепlopостачання установка системи по фасадного регулювання
- установка термостатичних регуляторів на приладах опалення установка термовідображуючих екранів за приладами опалення
- теплоізоляція трубопроводів системи опалення та гарячого водopостачання.
- п'яти-, шести корпусні ВУ для цукрових заводів
- використання теплоти конденсатів (зокрема каскадна система охолодження конденсатів з випарних установок)
- використання розширювачів безперервною продувки та розширювачів дренажів низького тиску, отримана пара низького тиску використовується у тепловій схемі
- системи використання (утилізації) теплоти продуктів згоряння для печей, котлів, ГТУ, одержана теплота у вигляді теплої води може відпускатися на теплоспоживання
- когенераційне вироблення теплової та електричної енергії.

Підвищення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій:

- облицювання зовнішніх стін, технічного поверху, покрівлі, перекритій над підвалом теплоізоляційними плитами (пінопласт під штукатурку, мінераловатні плити, плити з спіненого скла і базальтового волокна) зниження тепловтрат до 40%
- усунення містків холоду в стінах і в приляганнях віконних рам, ефект 2-3%;
- пристрій в огорожах / фасадах прошарків, вентиляованих відводиться з приміщень повітрям
- застосування теплозахисних штукатурок
- зменшення площі скління до нормативних значень
- застосування балконів і лоджій. Ефект 10-12%
- заміна / застосування сучасних вікон з багатокамерними склопакетами і палітурками з підвищеним тепловим опором

## ЗМІСТ

- застосування вікон з відведенням повітря з приміщення через міжкошльний простір, ефект 4-5%
- установка провітрювачів та застосування мікрровентиляції
- застосування тепловідбиваючих / сонцезахисних стекол у вікнах і при склінні лоджій і балконів
- скління фасадів для акумулювання сонячного випромінювання, ефект від 7 до 40% застосування зовнішнього скління має різні характеристики нагромадження тепла влітку і взимку.

### Підвищення енергоефективності системи опалення:

- заміна чавунних радіаторів на більш ефективні алюмінієві
- установка термостатів і регуляторів температури на радіатори;
- застосування систем обліку тепла (теплочілиники, індикатори тепла, температури);
- реалізація заходів щодо розрахунку за тепло за кількістю встановлених секцій і місця розташування опалювачів;
- установка тепловідражаючих екранів за радіаторами опалення, ефект 1-3%
- застосування регульованого відпустки тепла (за часом доби, через погодні умови, по температурі в приміщеннях)
- застосування контролерів в управлінні роботою теплопункту;
- сезонна промивка опалювальної системи;
- установка фільтрів мережної води на вході і виході опалювальної системи;
- додаткове опалення через відбір тепла від теплих стоків ;
- додаткове опалення при відборі тепла ґрунту в підвальному приміщенні;
- додаткове опалення за рахунок відбору зайвого тепла повітря в підвальному приміщенні і в витяжної вентиляції (для підігріву припливу і повітряного опалення місць загального користування та вхідних тамбурів);

## ЗМІСТ

- додаткове опалення та підігрів води при застосуванні сонячних колекторів та теплових акумуляторів;
- використання неметалевих трубопроводів;
- теплоізоляція труб в підвальному приміщенні будинку;
- перехід при ремонті до схеми індивідуального опалення;
- регулярне інформування жителів про стан системи опалення, втрати і нераціональне витрачання тепла і заходи щодо підвищення ефективності роботи системи опалення.

Підвищення якості вентиляції. Зниження витрат на вентиляцію і кондиціонування:

- застосування автоматичних гравітаційних систем вентиляції;
- установка провітрювачів в приміщеннях і на вікнах;
- застосування систем мікрровентиляції з підігрівом повітря, що поступає і клапанним регулюванням подачі;
- виключення протягів в приміщеннях;
- застосування в системах активної вентиляції двигунів з плавним або ступінчастим регулюванням частоти;
- застосування контролерів в управлінні вентсистем;
- застосування водонаповнених охолоджувачів в конструкціях для відводу зайвого тепла;
- підігрів повітря за рахунок охолодження відводиться повітря;
- використання теплових насосів для вихолодження відводиться повітря;
- використання реверсивних теплових насосів в підвалах для охолодження повітря, що подається в припливну вентиляцію;
- регулярне інформування жителів про стан вентсистеми, про виключення протягів і непродуктивного продувки приміщень будинку, щодо білоруського режиму комфортного провітрювання приміщень.

Економія води (гарячої й холодної):

- установка загальнобудинкових лічильників гарячої та холодної води

## ЗМІСТ

- встановлення лічильників витрати води за окремими приміщеннями;
- установка лічильників витрати води в приміщеннях, що мають відокремлене споживання;
- установка стабілізаторів тиску (зниження тиску і вирівнювання тиску по поверхах);
- теплоізоляція трубопроводів ГВП;
- підігрів холодної води, що подається (від теплового насоса, від зворотної мережної води і т.д.);
- установка економічних душових сіток;
- установка в приміщеннях клавішних кранів і змішувачів;
- установка кульових кранів в точках колективного водорозбору;
- установка двосекційних раковин;
- установка дворежимних бачків, що змивають;
- використання змішувачів з автоматичним регулюванням температури води регулярне інформування жителів про стан витрат води та заходи щодо його скорочення.

### Економія електричної енергії:

- заміна ламп розжарювання в під'їздах на люмінесцентні енергозберігаючі світильники;
- застосування систем мікропроцесорного управління частнорегулюючими приводами електродвигунів ліфтів;
- заміна застосовуваних люмінесцентних вуличних світильників на світлодіодні світильники;
- застосування фотоакустичний реле для керованого включення джерел світла в підвалах, технічних поверхах і під'їздах будинків;
- установка компенсаторів реактивної потужності;
- застосування енергоефективних циркуляційних насосів, частотнорегулюючими приводами
- пропаганда застосування енергоефективної побутової техніки класу А +, А ++;
- використання сонячних батарей для освітлення будівлі;



## ЗМІСТ

- регулярне інформування жителів про стан електроспоживання, способи економії електричної енергії, заходи щодо скорочення споживання електричної енергії на обслуговування загальнобудинкового майна.

### Економія газу:

- застосування енергоефективних газових пальників в топкових пристроях блок котельнь;
- застосування систем клімат-контролю для управління газовими пальниками в блок котельнь;
- застосування систем клімат-контролю для управління газовими пальниками до системах опалення приміщень;
- застосування програмованого опалення в приміщеннях;
- використання в побуті енергоефективних газових плит з керамічними ІК випромінювачами та програмним управлінням;
- пропаганда застосування газових пальників з відкритим полум'ям в економічному режимі.

### Універсальні технічні рішення:

- ✓ зменшення втрат теплової енергії та палива під час реалізації теплоенергетичних процесів;
- ✓ усунення витоків пари через тріщини та нещільності паропроводів та обладнання;
- ✓ від'єднання ділянок паропроводів, що не використовуються для зменшення тепловтрат;
- ✓ теплоізолювання поверхонь трубопроводів, обладнання, арматури, будівель та споруд із забезпеченням вологоізоляції;
- ✓ своєчасне очищення теплообмінних поверхонь від накипу та забруднень;
- ✓ підвищення ККД термодинамічних циклів, що реалізуються в енерготехнологічних установках (зокрема, шляхом впровадження когенераційних установок);
- ✓ підвищення ККД обладнання, що використовується в енерготехнологічних установках;
- ✓ своєчасна заміна застарілого обладнання новим енергоефективним, класу не нижче А, А+
- ✓ експлуатація енергоспоживаючого обладнання в режимах, наближених до номінального

## ЗМІСТ

- ✓ удосконалення способів регулювання потужності електродвигунів, провадження тиристорного (частотного) регулювання, уникнення енерговитратних методів регулювання;
- ✓ впровадження компенсаторів реактивної потужності та системи автоматичного керування ними;
- ✓ зменшення або ліквідація потреби в споживанні теплової та електричної енергії завдяки вдосконаленню технології випуску продукції;
- ✓ організація роботи підприємства з проектною потужністю за збереження регламентної якості продукції;
- ✓ створення та впровадження систем автоматичного керування технологічними процесами, а також найбільш енерговитратним обладнанням (компресори, насоси, системи вентиляції, холодильними установками тощо);
- ✓ створення та впровадження систем регулювання та обмеження електроспоживання промислових та побутових навантажень;
- ✓ організація зонного обліку та багатоставочного тарифу споживання електроенергії;
- ✓ зменшення гідравлічного опору елементів гідравлічних та аеродинамічних систем;
- ✓ удосконалення технології процесів у напрямку зменшення потоків, що мають нагріватися чи охолоджуватися, зменшення різниць температур нагрівання (охолодження) чи концентрацій (для випарювання);
- ✓ удосконалення термодинаміки процесів в напрямку зменшення втрат теплової енергії в холодне джерело;
- ✓ зменшення марнотратних втрат теплової енергії;
- ✓ максимально можливе використання вторинних енергоресурсів в енерготехнологічних системах виробництв з використанням термотрансформаторів (за потреби), рекуперація теплової енергії;
- ✓ використання поновлювальних джерел енергії (сонячна, геотермальна, вітрова та інші);
- ✓ використання енергії біомаси (одержання біогазу шляхом біометанації органічних відходів, спалювання відходів побутових, промислових, сільськогосподарських та лісопереробних виробництв, виробництва біопалива з рослиною сировини, вирощування та спалювання швидкозростаючої деревини та інші способи).

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ISO 50003:2016 (ISO 50003:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем
2. ДСТУ ISO 50001:2014 (ISO 50001:2011, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання
3. Денисюк С.П. ISO 50001: цілі стандарту та перспективи його впровадження в Україні: Серія навчально-методичних матеріалів. Київ, ЮНІДО, 2015. – 104 с.
4. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення
5. Закон України «Про енергозбереження» № 74/94-ВР від 01.07.1994р. [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
6. ДСТУ ISO 50015:2016 (ISO 50015:2014, IDT) Системи енергоменеджменту. Вимірювання та перевірка енергетичних показників організацій. Загальні принципи та керівництво
7. Enerdata World Bank // International Bank for Reconstruction and Development / [www.worldbank.org/](http://www.worldbank.org/), 2017
8. N. Miedviedieva. Research of energy resources in Ukraine / Miedviedieva N., Levytsky M., Sukhenko V. // "Університет новітніх технологій". – К.: ПВНЗ, 2018. – № 1(5) – С.81-89.
9. BP Annual Report, 2017 (Річний звіт BP 2017) // <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/investors/bp-annual-report-and-form-20f-2017.pdf>
10. World Energy Outlook 2017, International Energy Agency // [https://www.oecd.org/about/publishing/Corrigendum\\_EnergyOutlook2017.pdf](https://www.oecd.org/about/publishing/Corrigendum_EnergyOutlook2017.pdf)
11. Розпорядження КМУ від 25 листопада 2015 р. № 1228-р «Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року» [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-%D1%80>
12. Звіт про виконання завдання «Розробка концепції обов'язкових енергоаудитів державних підприємств, запланованих для повної або часткової приватизації/продажу у 2015-2016 рр.», CWP.07.UA

- (АНЕФ.136.UA).– Режим доступу:[http://www.inogate.org/documents/16\\_08\\_25\\_Final\\_report\\_CWP07UA\\_UKR\\_final.pdf](http://www.inogate.org/documents/16_08_25_Final_report_CWP07UA_UKR_final.pdf)
13. Eurostat. Your key to European statistics. Renewable energy in the EU. Share of renewable energy in the EU up to 17.5% in 2017. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/>
14. Energy Efficiency 2017 Market Report Series, (Енергоефективність 2017. Серія: Ринкові звіти) МЕА //International Energy Agency Website: [www.iea.org](http://www.iea.org)
15. Сухенко В.Ю. Енергетичні показники процесу вільного різання м'ясопродуктів для ковбасних виробів / В.Ю. Сухенко // Науковий вісник НУБіП України, 2010. – Вип 144. – ч. 4 серія «Техніка і енергетика АПК». – С. 326-334.
16. Медведєва Н.А. Процесно-орієнтоване та функціональне моделювання технологічних процесів машинобудівного підприємства / Н.А. Медведєва, О.В. Радько, Н.О. Науменко // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2016. – № 4. – С. 34-40.
17. Chetana Kallakuri, Shruti Vaidyanathan, Meegan Kelly, Rachel Cluett. The 2016 International Energy Efficiency Scorecard // [https://habitatx.com/wp-content/uploads/2016/07/2016\\_ACEEE\\_country\\_report.pdf](https://habitatx.com/wp-content/uploads/2016/07/2016_ACEEE_country_report.pdf)
18. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн – 2017.– 114 с. – [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://aea.org.ua/projects/city-energy/>
19. World energy statistics 2017 edition: Database documentation (2017 edition) /International energy agency/. [Електронний ресурс] : <http://www.iea.org/statistics/topics/energybalances/>.
20. Основні положення енергетичних стратегій та програм Європейського Союзу щодо розвитку енергетичної сфери в умовах формування загальноєвропейського ринку електроенергії. Київ, 2017
21. Директивою ЄС 2009/72/ЄС про спільні правила внутрішнього ринку електроенергії від 13 липня 2009 року.
22. Закон України від 01.07.1994 № 74/94 «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]: Верховної Ради України. – редакція від 01.01.2013 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
23. Директиви 2006/32/ЄС про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичні послуги від 5 квітня 2006 року

## ЗМІСТ

24. Закон України "Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації" [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/327-19>
25. Annual implementation report / Energy Community Secretariat / 1 september 2017 – <https://www.energy-community.org>
26. Законом України «Про альтернативні види палива» [Електронний ресурс] : Відомості Верховної Ради. — Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>
27. Директива 2009/28/ЄС про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел від 23.04.2009
28. Директива 2010/30/EU щодо маркування енергетичної продукції, Постановою КМУ затвердила «Технічний регламент енергетичного маркування енергоспоживчих продуктів» № 70 від 07.08.2013 р. [Електронний ресурс] : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/702-2013-%D0%BF>
29. Директива 2010/31/ЄК щодо енергетичної ефективності будівель від 19.05.2010 р
30. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» » [Електронний ресурс] : Відомості Верховної Ради. — Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
31. Директива 2012/27/ЄС про енергоефективність від 25 жовтня 2012 р. [Електронний ресурс]:[http://ua.heating.danfoss.com/PCMFiles/65/other\\_files/DirectiveEU\\_27-2012-UKR.pdf](http://ua.heating.danfoss.com/PCMFiles/65/other_files/DirectiveEU_27-2012-UKR.pdf)
32. Механізм ефективного використання енергетичних ресурсів Черевашко Д.І., Волинець А.В., Медведєва Н.А. Стандартизація, сертифікація, якість. – 2018. – № 1 (108). – С. 58-68
33. Закон України від 21.04.2016 р. № 4493 «Про ринок електричної енергії» [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>
34. Зелена книга: Системний перегляд якості державного регулювання «Регулювання ринку виробництва електричної енергії» [Електронний ресурс] : [https://cdn.regulation.gov.ua/cf/7c/ca/65/regulation.gov.ua\\_Green\\_Book\\_Electricity\\_Generation\\_%20web2.pdf](https://cdn.regulation.gov.ua/cf/7c/ca/65/regulation.gov.ua_Green_Book_Electricity_Generation_%20web2.pdf)
35. Директива 2004/8/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 11 лютого 2004 р. щодо просування спільного виробництва енергії, що

## ЗМІСТ

базується на корисному тепловому попиті на внутрішньому енергетичному ринку.

36. Законом України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» № 2509-IV від 26.11.2016 [Електронний ресурс] : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2509-15>

37. Постанова Кабінету Міністрів України від 08.04. 2015 р. № 231 [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. – Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/231-2015-%D0%BF>

38. Законодавче та нормативно-правове стимулювання підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у провідних зарубіжних країнах. Київ, 2016.

39. Постанова Кабінету Міністрів України від 12.08.2015 № 614 «Про внесення змін до Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для здійснення заходів щодо ефективного використання енергетичних ресурсів та енергозбереження запроваджено стимулювання ОСББ» [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. – Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/614-2015-%D0%BF>

40. Закон України «Про Фонд енергоефективності» № 2095 VIII від 08.06.2017 [Електронний ресурс] : Верховна Рада України. – Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2095-19>

41. Закон України від 23.03.2017 № 1980-VIII «Про внесення змін до Закону України "Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації" – [Електронний ресурс] : Верховна Рада України. – Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1980-19>

42. Комплексна державна програма енергозбереження України. — К.: Держкоменергозбереження України, 1996. — 234 с.

43. Медведєва Н.А. Аналіз нормативно-правового управління в електроенергетичній галузі / Н.А. Медведєва, Д.О. Ящук // «Енергетичний менеджмент: Стан та перспективи розвитку – REMS' 17»: матеріали IV Міжн. наук.-техн. та навч.-метод. конференц. (Київ, 25-27 квітня 2017 р.). – К.; 2017. – С. 67-68.

44. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України № 1493 від 30.12.2014 «Про прийняття європейських та міжнародних нормативних документів в якості національних стандартів України,

## ЗМІСТ

про зміни до національних стандартів України та скасування національних стандартів України» [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. :

<https://docs.dtkr.ua/download/pdf/1022.13791.1>

45. IEA Energy Efficiency Investment Database; Navigant Research (2016), Energy Efficiency Buildings Global Outlook (database)

46. ISO 50001:2018 Energy management systems. Requirements with guidance for use.

47. ДСТУ ISO 50004:2016 (ISO 50004:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення системи

48. ДСТУ ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова

49. Директива 2009/125/EG щодо визначення вимог до екодизайну енергопоз'язаних виробів

50. Вимірювальна техніка та її метрологічний облік / Медведєва Н.А., Сухенко В.Ю., Євтушенко Т.В./ Стандартизація, сертифікація, якість. – 2018. – № 1 (108). – С. 69–74.

51. Медведєва Н.А. Створення системи енергетичного менеджменту та забезпечення його ефективного функціонування на відповідність стандарту ISO 50001:2018 / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПК» Інноваційні розробки в аграрній сфері. Том 2. – Харків: ХНТУСГ, 2019. –С. 206-207.

52. Стан і перспективи розвитку технологій «інтелектуальних» електромереж, управління попитом та систем режимного управління в умовах розвитку поновлюваних джерел енергії у зарубіжній енергетичній сфері [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. : // <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/04/1.-Stan-rozvytku-smart-grid.pdf>

53. Медведєва Н.А., Левицький М.А., Сухенко В.Ю. Нововведення в системі енергоменеджменту відповідно до ISO 50001:2018. / Стандартизація, сертифікація, якість. – 2019. – № ( ). – С.

54. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах: Загальні засади енергозбереження / За ред. В.А.

## ЗМІСТ

- Жовтянського, М.М. Кулика, Б. С Стогнія. - К: Академперіодика, 2006. — Т. 1. - 510 с, 3 л. іл.
55. Мєдведева Н.А., Левицький М.А., Сухенко В.Ю., Слободянюк Н.М. Теорія та практика виконання діагностичного енергоаудиту Стандартизація, сертифікація, якість. – 2019. – № 1 (113) . – С. 30
56. Зеркалов Д. В. Енергозбереження в Україні [Електронний ресурс] : Монографія / Д. В. Зеркалов. – Електрон. дані. – К. : Основа, 2012
57. EN 16231 Energy efficiency benchmarking methodology. 30 September 2012. – Brussels, 2012. – 58 p.
58. Kleindorfer. P.R. Risk Management for Energy Efficiency Projects in Developing Countries. Vienna: United Nations Industrial Development Organization. 2011, – 200 p.
59. Thollander P. Palm J. Improving energy efficiency in industrial energy systems - an interdisciplinary perspective on barriers, energy audits, energy management, policies and programs. – Springer, 2012. – 450 p.
60. Thollander P. Dotzauer E. An energy efficiency program for Swedish industrial small- and medium-sized enterprises //Journal of Cleaner Production. – 2010. – №18. – P. 139-146.
61. Thollander P. Palm J. Soderstrom M. Industrial energy auditing – a key to competitive energy-efficient Swedish SMEs. Energy Efficiency Research Advances, ed. David M. Bergmann. – Nova, 2008. – 400 p
62. Проект Закону України «Про енергетичний аудит» от 07.11.2013 № 3580 [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=49003](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=49003)
63. Десять наиболее распространенных ошибок энергоаудита // <https://planetaklimata.com.ua/ua/articles/?msg=1275>
64. Ошибки при проведении энергоаудита. Опыт США // <http://portal-energo.ru/articles/details/id/719>
65. Shapiro. 10 Common Problems in Energy Audits // ASHRAE Journal Articles Volume 53, No.2, February 2011
66. World economic outlook: Challenges to steady growth // International Monetary Fund. October 2018, p. 215. ISBN 978-1-48437-679-90
67. Постанова КМУ №786 від 15.07.1997 р. «Про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/786-97-%D0%BF>
68. Наказ Державного комітету України з енергозбереження 22.10.2002 № 112 Про затвердження Основних положень з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у



- суспільному виробництві. [Електронний ресурс] : Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0878-02>
69. Ефективність діяльності підприємства мовою стандартизації © Медведєва Н.А., 2019 Тези\_
70. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие для студентов эконом. спец. вузов [Текст] / И. Л. Акулич. – М.: Высш. шк.. 1986. – 319 с.
71. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: Підручник. - 4-е вид., перероб. і допов. [Текст] / Ю. П. Зайченко. – К. : 2000. – 688 с.
72. Указ Президента України від 28.07.2008 № 679/2008 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 30 травня 2008 року «Про стан реалізації державної політики щодо забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів» [Електронний ресурс] : <https://www.president.gov.ua/documents/6792008-8-7780>
73. Підвищення енергоефективності виробництва плавлених сирів/ Н.А. Медведєва, М.А. Левицький, В.Ю. Сухенко // Новітні технології. – К.: ПВНЗ «Університет новітніх технологій», 2019. – Випуск 1 (8). – С.
74. Miedvedieva N.A., Sukhenko V.Yu., Slobodyanyuk N.M. Problems and ways of increasing the energy efficiency of the sugar factory// Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів» («Науковий вісник НУБіП України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» – 2019. – Вип. . – С.
75. Noah Piinsky and Julie Steele Designing Data Visualizations. 2011
76. Енергоефективність молокопереробних підприємств / Сухенко В.Ю., Розбицька Т.В., Євтушенко Т.В. // Продовольча індустрія АПК. – 2018. – № 2. – С. 3-7.
77. Проведення енергоаудиту пневматичної системи харчового підприємства. Н. А. Медведєва, В. Ю. Сухенко, Ю. Г. Сухенко, О. В., Радько, Т. В. Розбицька // Ukrainian Journal Of Ecology
78. Аналіз виробництва та споживання енергетичних ресурсів / Медведєва Н.А., Левицький М.А., Сухенко В.Ю. // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2018. – № 4 (111). – С. 59-68
79. Андрюшечкина И.Н. Судебная статистика: Уч.пос. – М.: РГУП, 2016
80. Прогнозування споживання енергоресурсів. / стаття у видавництві

## ЗМІСТ

81. Управління якістю процесів механічної обробки конструкційних матеріалів /Медведева Н.А., Радько О.В. // Стандартизація, сертифікація, якість – 2015. – № 6. - С. 42-45.
82. Аеродинамічна характеристика димососа ДОД-31,5 <http://concernmedved-ug.ru/dymososy-osevyuye-tipa-dod>
83. ДСТУ ISO 7870-2:2016 Статистичний контроль. Карти контрольні. Частина 2. Карти Шухарта.
84. Інструменти підвищення ефективності систем управління якістю мереж зв'язку/ Медведева Н.А., Білокур І.П., Радько О.В. // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля – Луганськ, 2013. – Вип. 16(205). – ч.2. – С. 18-24.
85. Н.А. Медведева, В.Ю. Сухенко Дослідницькі та інноваційні процеси. Навчальний посібник. – К.: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2017 – 290 с.
86. N. Miedviedieva, O. Radko Management and control of quality parameters of wear-resistant coatings / Проблеми тертя та зношування: наук.–техн. зб. – К.: НАУ, 2014. – Вип. 1 (62). – С. 100-103.

**ЗМІСТ**

## **НАУКОВЕ ВИДАННЯ**

**Мєдведєва Наталя Анатоліївна**

к.т.н., доцент – Національний університет біоресурсів і  
природокористування України

**Сухенко Владислав Юрійович**

д.т.н., професор – Національний університет біоресурсів і  
природокористування України

**Левицький М.А.**

к.е.н., доцент – ТОВ «Технічні та управлінські послуги»

**Сухенко Ю.Г.**

д.т.н., професор – Національний університет біоресурсів і  
природокористування України

## **МІЖНАРОДНА СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ**

Редактор – **Сухенко Ю.Г.**

Комп'ютерна верстка – **Мєдведєва Н.А.**

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2019 р. Формат 60x84/16. Папір офіс.  
Ум. друк. арк. 32. Наклад 300 пр.

Видавництво