

## **СИСТЕМНИЙ ПІДХІД В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ ЯК АНАЛІТИЧНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЄМНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ**

**Я. Д. Онищенко**

*Національний університет харчових технологій*

**А. І. Замулко**

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

*У статті розглянуто сучасне функціонування технологічних процесів на підприємствах харчової промисловості України. Запропоновано сумісне використання системного аналізу й енергетичного менеджменту як аналітичних засобів, що дають змогу систематизувати виявлення об'єктів, стосовно яких слід виконати управлінські рішення, що покращать показники функціонування та підвищать якість роботи відповідного обладнання на підприємствах харчової промисловості.*

*Здійснено аналіз особливостей функціонування загальних технологічних процесів та обладнання, яке використовується на підприємствах харчової промисловості України. Запропоновано сумісне використання системного аналізу з енергетичним менеджментом для виявлення об'єктів, які потребують ефективних управлінських рішень. Доведено можливість використання оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах харчової промисловості України.*

*Для досягання максимального ефекту від впровадження енергозберігаючих заходів на етапі аналізу технологічних процесів, потоків та обладнання підприємств харчової промисловості слід використовувати системний аналіз у поєднанні з менеджментом. Досягнути максимального ефекту можна за допомогою аналізу як підприємства в цілому, так і окремих технологічних процесів, пов'язаних між собою. Використання менеджменту дасть змогу мінімізувати питомі витрати на одиницю продукції, що, відповідно, призведе до зменшення фінансових витрат за електричну енергію для підприємства. При цьому використання системних підходів аналізу в поєднанні з менеджментом забезпечить максимально можливий результат у вирішенні енергетичних проблем, тобто підвищить якість і продуктивність роботи як окремого обладнання, так і підприємства харчової промисловості в цілому.*

**Ключові слова:** *системний підхід, енергоспоживання, технологічний процес, харчова промисловість.*

**Постановка проблеми.** Зростання вартості паливно-енергетичних ресурсів, їх вплив на собівартість кінцевої продукції спонукає керівництво підприємств

харчової промисловості зменшувати споживання. Однак через відсутність загальних правил, стратегій, системних підходів, які б дали змогу досягнути зниження споживання енергетичних ресурсів, ухвалюються малоефективні, а в деяких випадках неефективні управлінські рішення, які призводять тільки до додаткових витрат. Відповідно, виникає гостра потреба у розвитку системних підходів до проведення оцінки енерговитратних процесів на виробництві.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвиток систем аналізу енергозатратних процесів харчової промисловості України, енергоефективне виробництво продуктів харчування, розробку механізмів для підвищення ефективності роботи обладнання галузі вивчали такі вчені: В. П. Чеботарьов, С. П. Денисюк, В. Ф. Находов, О. В. Бориченко, Л. Г. Бойко, В. А. Маляренко, Л. В. Лисак.

**Мета статті:** теоретичне обґрунтування можливості використання системного підходу до ефективного управління енергетичним потенціалом підприємства харчової промисловості на сучасному етапі його розвитку для підвищення енергетичної ефективності та прибутковості підприємств.

**Матеріали і методи.** Застосовано системний підхід і методології економічного, статистичного та економіко-математичного аналізу для вивчення тенденцій, динаміки макроекономічних показників харчової промисловості України.

**Викладення основних результатів досліджень.** В останні роки змінилася модель економічного зростання країни: від нарощування виробництва за рахунок підвищення завантаження виробничих потужностей, побудованих ще в радянські роки, до зростання за рахунок масштабного будівництва нових потужностей. Економіка має ряд особливостей, які обумовлюють своєрідність розвитку національного енергетичного комплексу.

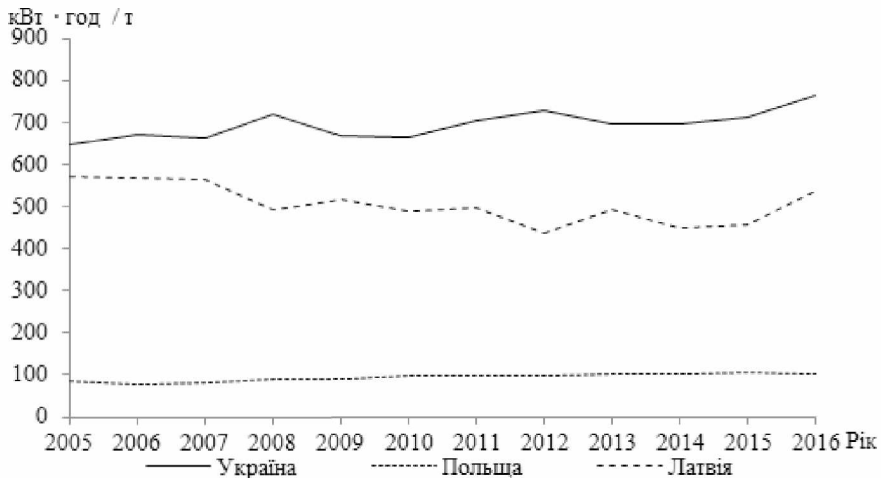
Останнім часом спеціалісти роблять акцент на інноваційному розвитку економіки. Перед науковим співтовариством ставиться завдання розробки інноваційної продукції й технологій, що відповідають світовим стандартам. Відповідні розробки більшою мірою ведуться за пріоритетними напрямками розвитку науки, технологій і техніки.

Перелік пріоритетних напрямів, за якими ведуться передові розробки, охоплює далеко не всі галузі промисловості, що забезпечують економічну безпеку країни. Однією з таких галузей є харчова промисловість, від розвитку якої залежить продовольча незалежність і безпека країни.

Однією з проблем підприємств харчової промисловості є те, що виручені кошти майже не інвестуються в технологічне переозброєння та впровадження менш енергоємних виробництв.

Завданням харчової промисловості є переробка багатокомпонентної сировини з метою виділення якогось одного харчового компонента. При цьому основний продукт становить лише малу частину вихідної сировини, зазвичай 15—20%. Решта перетворюється у відходи виробництва. Але такі відходи містять велику кількість корисних речовин і доступні до подальшої додаткової переробки. З огляду на це необхідно підвищити ступінь і глибину переробки сировини, забезпечити якомога повніше використання всіх її компонентів та утилізацію

відходів. Результатом стане не тільки поліпшення екологічної ситуації завдяки зменшенню кількості відходів, а й підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) галузі в цілому.



**Рис. 1. Питомі витрати енергії на виробництво однієї тонни продуктів харчування, тютюнових виробів і води**, побудовано за даними Державної служби статистики України, Statistics Explained — Europa

Порівнявши показники питомих витрат електричної енергії на тонну продукції харчової промисловості України з аналогічними показниками таких країн, як Польща та Латвія (рис. 1), слід зазначити, що харчова промисловість України поступається країнам Європи, де технології виробництва продуктів харчування розвинуті краще. Не можна не сказати про те, що кінцева вартість продуктів харчування значною мірою впливає на показник ВВП країни, який у 2016 р. склав 93,3 млрд дол. для України та 471,4 млрд дол. — для Польщі відповідно. Важливо зауважити, що українським підприємствам харчової промисловості потрібно знаходити можливі варіанти для зменшення питомих витрат на одиницю виробленої продукції, покращуючи таким чином економічне становище країни в цілому.

Загальна орієнтація підприємств харчової промисловості на формування конкурентної цінової політики при існуючому зношеному обладнанні, яке становить більшу частину основних засобів підприємства, неодмінно вимагає формування довгострокових стратегій розвитку виробництва з урахуванням потенціалу з енергозбереження.

Оцінка ефективного використання ресурсів є важливим етапом формування довгострокових стратегій розвитку виробництва на основі системного підходу ефективного управління виробництвом. Така оцінка формується з певної кількості критеріїв, які дають змогу визначити найбільш ефективний напрям управління енергетичними ресурсами підприємства, побачити реальну енергоємність процесів, як працює підприємство в цілому, як запропоновані зміни впливають

на виробництво, чи досягається запланований результат. Для оцінювання ефективності необхідна система показників, яка враховувала б фактичну динаміку використання ресурсів підприємства на всіх етапах технологічного процесу.

Системний підхід орієнтує на пошук об'єднуючих, інтегруючих властивостей цілого, на облік взаємозалежності його частин і надає можливість звести різні завдання пізнання частин до єдиної комплексної проблеми, намітити генеральну лінію її розв'язання і вирішити завдання пізнання та принципової зміни цілого. Сучасна наука і практика інтерпретують навколишню нашу дійсність не як окремі, ізольовані один від одного об'єкти і процеси, а як певні системні освіти.

Вивчення об'єкта з позиції системного підходу включає такі *аспекти*:

- системно-елементний (виявлення елементів, що утворюють систему);
- системно-структурний (вивчення внутрішніх зв'язків між елементами системи);
- системно-функціональний (виявлення функцій системи);
- системно-цільовий (виявлення цілей і підцілей системи);
- системно-ресурсний (аналіз ресурсів, необхідних для функціонування системи);
- системно-інтеграційний (визначення сукупності якісних властивостей системи, що забезпечують її цілісність);
- системно-комунікаційний (аналіз зовнішніх зв'язків системи із зовнішнім середовищем та іншими системами);
- системно-історичний (вивчення виникнення системи, етапів її розвитку і перспектив).

Отже, системний підхід — це методологічний напрямок у науці, основне завдання якого полягає в розробці методів дослідження і конструювання складноорганізованих об'єктів — систем різних типів і класів [1].

Системний аналіз технологічного потоку поглиблює, спеціалізує і систематизує наші знання, але разом з тим готує умови для здійснення системного синтезу диференційованих знань. Таке комплексування диференційованого знання сьогодні є одним із необхідних і плідних напрямків подальшого розвитку харчових технологій.

Системний аналіз використовується як один із найважливіших методів у системному підході, як ефективний засіб вирішення складних, недостатньо чітко сформульованих проблем. Системний аналіз можна вважати подальшим розвитком ідей кібернетики: він досліджує загальні закономірності, що відносяться до складних систем, які вивчаються наукою.

Системотехніка — прикладна наука, що досліджує завдання реального створення складних керуючих систем.

Процес побудови системи складається із шести етапів:

- системний аналіз;
- системне програмування, яке включає визначення поточних цілей: складання графіків і планів роботи;
- системне проектування — реальне проектування системи, її підсистем і компонентів для досягнення оптимальної ефективності;

- створення програм математичного забезпечення;
- введення системи в дію та її перевірка;
- обслуговування системи.

Підприємство харчової промисловості можна розглядати як певну систему — сукупність взаємозв'язаних елементів (обладнання, технологічних процесів), відокремлену від зовнішнього середовища, але яка діє з цим середовищем як єдине ціле [2].

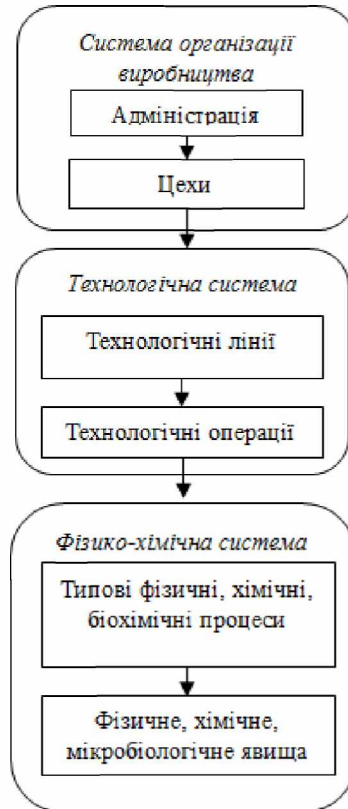


Рис. 2. Структурна схема організації виробництва підприємств харчової промисловості

Сучасне харчове підприємство як система великого масштабу складається із взаємопов'язаних підсистем, між якими існують відносини підпорядкованості з трьома основними ступенями якості систем (рис. 2). При цьому вищий ступінь ієрархічної структури харчового підприємства — це система оперативного управління роботою всіх цехів, планування запасів сировини і реалізації готової продукції. Основу середнього ступеня складають технологічні процеси в потокових лініях як сукупність специфічних технологічних операцій, а нижчий ступінь утворюють типові процеси харчової технології в певному машинно-апаратному оформленні.

Постановка чітких цілей, спрямованих на отримання кількісних і якісних результатів, має найважливіше значення для розробки ефективної стратегії вдосконалення виробництва і вилучення фінансової вигоди.

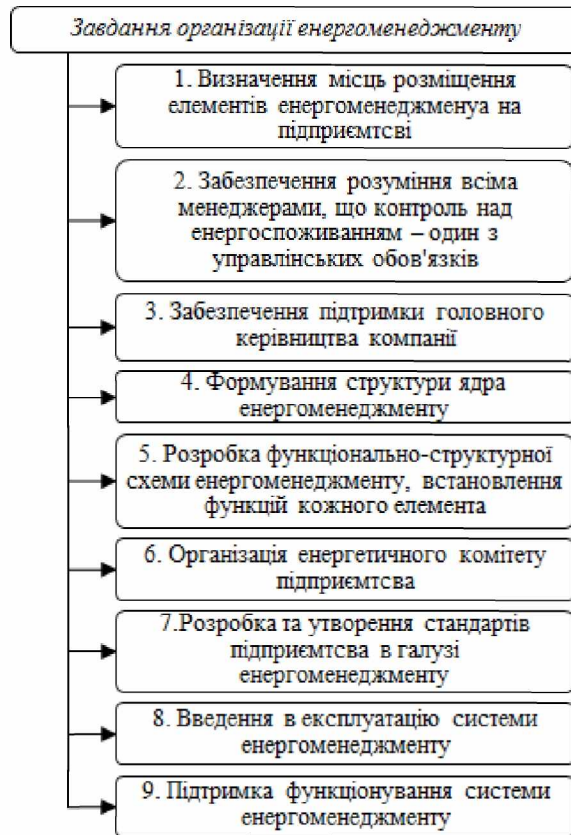


Рис. 3. Структурна схема організації енергоменеджменту, [3]

Робоча група з енергоефективності на чолі з керівником системи енергетичного менеджменту несе відповідальність за розробку і досягнення поставлених цілей.

У різних системних дослідженнях виробничих процесів на підприємствах харчової промисловості можна не виділяти окремі елементи, а підкреслювати лише загальносистемні ознаки:

$$S = (Z, STR, TECH, COND), \quad (1)$$

де  $STR = \{STR_{TECH}, STR_{ORG} \dots\}$  — сукупність структур, які реалізують цілі (технічна, організаційна тощо.);  $TECH = \{meth, means, alg \dots\}$  — сукупність технологій (методи, засоби, алгоритми), які реалізують систему;  $COND = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$  — умови існування системи, тобто фактори, які впливають на її створення та функціонування (зовнішні, внутрішні).

Значної уваги потребує системний аналіз технологічних комплексів, елементами яких є технологічні процеси та апарати, а підсистемами — їх об'єднання на рівні відділень чи цехів. Наприклад, для цукрового виробництва —

відділення бурякопереробне, очищення соку, випарювання тощо, для хлібопекарського — приготування тіста, випічки тощо. В системному аналізі самостійну задачу, таку як виділення оптимальної кількості підсистем, часто розв'язують, виходячи з того, що зі збільшенням кількості підсистем спрощується керування ними, але значно ускладнюється координація (узгодження) їхнього функціонування [4].

Структура відображає найістотніші взаємозв'язки між елементами, компонентами й підсистемами, які мало змінюються в процесі функціонування систем і забезпечують існування системи та її властивості. Структура системи може подаватися графічно, у вигляді теоретико-множинних уявлень, матриць, графів і спеціальних комп'ютерних мов. Для складних систем керування виокремлюють функціональну, технічну, алгоритмічну, організаційну структури.

Між рівнями ієрархічної структури можуть існувати взаємозв'язки строгої підпорядкованості компонентів (вузлів) нижчих рівнів одного з компонентів вищого рівня, які називають деревоподібними структурами. В ієрархічній структурі, на відміну від слабких зв'язків, можуть бути також інші, складніші, які в системному аналізі називають «стратами», «шарами», «ешелонами».

Зв'язок забезпечує виникнення і збереження структури та цілісних властивостей системи, може характеризувати як будову (статику), так і функціонування (динаміку) системи.

Зв'язок характеризується напрямками, силою і характером дії, що надає можливість виокремити направлені та ненаправлені, сильні й слабкі, рівноправні зв'язки керування. У складних системах зв'язок можна оцінювати за місцем прикладення (внутрішні та зовнішні) і напрямком (прямі й зворотні).

Найважливішим у системах управління є поняття «зворотний зв'язок», що характерно для технічних систем, але менш чітко проявляється в організаційних системах. Зворотний зв'язок є основою саморегулювання системи, її розвитку, пристосування до змінюваного зовнішнього середовища.

Технологічний потік являє собою сукупність технологічних операцій [4]. Він володіє новою, системною якістю, якої не має жоден з утворюючих його елементів, що його утворюють. Системна якість полягає в набагато більш ефективному функціонуванні комплексу машин і апаратів, ніж робота необ'єднаних в лінію знарядь праці. Ефективність технологічних перетворень досягається в результаті досконалого виконання окремих операцій, що призводить до невідомої до цього стабільності виробництва [4].

Для виявлення критеріїв показників якості роботи системи організації енергетичного менеджменту можна використати таку методику: кожна  $i$ -а якість  $j$ -ї системи  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$  описується за допомогою вихідної змінної  $y_i^j$ , що відображає певну істотну властивість системи.

Значення  $y_i^j$  характеризує міру цієї якості або приватний показник якості. Показник  $y_i^j$  може набувати значення з безлічі допустимих значень  $\langle y_i^j \rangle^{don}$ .

Узагальненим показником якості  $j$ -ї системи організації виробництва на підприємстві харчової промисловості буде вектор  $Y^j = \langle y_1^j, y_2^j, \dots, y_n^j \rangle$ , компонентами якого є показники його окремих властивостей.

Приватні показники мають різну розмірність, тому при визначенні  $Y^i$  слід оперувати нормованими значеннями.

Завдання нормування визначається за формулою:

$$y_i^j = \frac{y_i}{y_i^0}, \quad (2)$$

де  $y_i^j$  — нормувальна величина.

Можливі кілька підходів до вибору, що унормує величини:

–  $y_i^0 =$  задається ОНР;

–  $y_i^0 = \max y_i^j$ ;

–  $y_i^0 = \max y_i^j - \min y_i^j$ .

Необхідна якість системи задається правилами, які повинні задовольняти показники істотних властивостей, а перевірка їх виконання називається оцінюванням якості системи.

Критерій якості — це показник істотних властивостей системи і правило його оцінювання.

Нехай  $Y^* = \langle y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^* \rangle$  — вектор ідеальної системи. Тоді область адекватності показника якості визначається за формулою:

$$\delta \subseteq |Y^{\text{don}} / Y^*| / |Y^*|, \quad (3)$$

де  $\delta$  — радіус області адекватності.

Основною метою залишається зменшення енергоспоживання обладнання безпосередньо на технологічних процесах. Оскільки споживання електричної енергії може збільшуватись, що пов'язано з використанням додаткового електрообладнання на території підприємства.

Для досягнення результатів заощадження енергії необхідно реалізувати автоматизовану систему обліку та контролю енергоресурсів. Після чого, за отриманими даними за допомогою аналітичних методів, з'являється можливість виявити технологічні процеси або безпосередньо технологічне обладнання, стосовно якого слід приймати управлінські рішення, що призведуть до ефективного його функціонування. Це дасть змогу вдало використати системний менеджмент для прийняття ефективних управлінських рішень.

## Висновки

Аналіз ситуації на підприємствах харчової промисловості України стосовно використання паливно-енергетичних ресурсів свідчить про малоефективні або неефективні управлінські рішення на підприємствах харчової промисловості України.

Аналіз структурної схеми організації виробництва на підприємствах харчової промисловості (рис. 2) та структурної схеми організації енергетичного менеджменту відповідно до міжнародного стандарту ISO 50001 (рис. 3) довів наявність точок перетину систем та їх схожість, що підтверджує можливість

використання методів для оптимізації витрат паливно-енергетичних ресурсів, описаних в ISO 50001.

Доведена можливість використання оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах харчової промисловості України, а представлені узагальнені характеристики дають змогу створити математичну модель об'єкта, який виробляє продукти харчування.

### **Література**

1. Теорія організації. URL: [https://studme.com.ua/1924070111174/ekonomika/sistemnyy\\_podhod\\_ego\\_razvitie.htm](https://studme.com.ua/1924070111174/ekonomika/sistemnyy_podhod_ego_razvitie.htm).
2. Ладашук А. П. Основи системного аналізу. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2004. 176 с.
3. Міжнародний стандарт ISO 50001 Системи енергоменеджменту.
4. Ладашук А. П., Засць Н. А., Власенко Л. О., Луцька Н. М. Координація функціонування технологічних дільниць цукрового заводу з урахуванням задач прогнозування. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2006. № 6. С. 112—115.
5. Шулле Ю. А. АСКОЕ як інструмент ефективного енергоменеджменту на підприємствах АПК. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Технічні науки. Випуск 165. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2015. С. 25—27.
6. Гаприндашвілі Б. В. Енергозбереження як чинник підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств. *БізнесІнформ*. 2014. № 8. С. 213—217.
7. Бенчмаркінг — калькулятор. URL: <http://www.reee.org.ua/energy-efficiency/eefcalc/>.