

## **ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКА ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Розв'язання актуальних проблем розвитку промисловості з огляду на обмеженість ресурсів потребує їх концентрації на найбільш актуальних напрямках. Реалії сьогодення є такими, що вітчизняні економісти демонструють небачену раніше єдність поглядів щодо необхідності термінового запровадження прогресивних технологій та організаційних нововведень, без чого конкурентоспроможність вітчизняної продукції буде низькою. Підвищення цін на природний газ як один з основних видів енергоносіїв для України (при цьому залежність України від постачань газу з території Росії становить близько 70%, що також є свідченням безальтернативності курсу на пошук додаткових способів заощадження енергоресурсів) активізували обговорення зазначеної проблеми у суспільстві та формування інформаційної бази даних можливих та доцільних для впровадження інновацій. Вітчизняна преса навіть проголосила, що ідея енергозбереження та реалізації політики у сфері енергоефективності є “національною”, яку “подарували нам росіяни” [1]. Як відомо, в Україні розроблено достатньо інноваційних проектів та енергоефективних технологій, які можливо використати у процесі реалізації урядових ініціатив, зокрема щодо “скорочення протягом найближчих трьох років обсягів споживання газу у промисловості на 10%” [2]. Загальним стає питання вибору варіантів найбільш ефективних технологій та обладнання для впровадження в галузях із метою

зниження енергоємності продукції та підвищення її конкурентоспроможності. Тому автором у даній статті було запропоновано деякі способи розв'язання зазначеної проблеми, зокрема охарактеризовано порядок реалізації методики кількісної експрес-оцінки енергоефективності промислових технологій за визначенням інтегральних показників енергоефективності та ресурсозбереження, а також з урахуванням зниження собівартості продукції, що є одним з етапів виведення на ринки нових українських високотехнологічних товарів.

Методологічною базою даного дослідження стали наукові концепції та розробки з проблем оцінювання ефективності нової техніки, упровадження прогресивних промислових технологій та їх системного аналізу як вітчизняних авторів – О.М. Алімова, В.Є. Нейенбурга, М.М. Скрипника, так і зарубіжних О.С. Астахова, Р.М. Петухова, Т.С. Хачатурова та ін. [3-6].

У контексті висвітлення нами у дослідженні [7] сутнісних особливостей формування теоретико-методологічних підходів до комплексної оцінки та прогнозування рівнів енергоефективності у промисловості аналіз економіко-математичних моделей заміщення технологій, коефіцієнтів та показників енергоефективності дозволяє обґрунтувати економічно доцільні напрями використання енергоресурсів у галузях. Можна стверджувати також, що ці напрями будуть ґрунтуватися на

використанні декількох різних промислових технологій (базових та прогресивних), що можуть доповнювати одна одну. Використовуючи фактори зв'язку методів прогнозування та оптимізації, що синтезують різні напрями моделювання, вважаємо за доцільне розробити комплекс імітаційних схем та адаптивних економіко-математичних моделей для кількісної оцінки енергоефективності промислових технологій. Слід урахувати і те, що запропоновані нами моделі, які лежать в основі інноваційної діяльності галузей, розглядаємо на основі розробленої в [8] системи показників для оцінки ефективності використання енергоресурсів у промисловості.

Слід мати на увазі, що різні технології по-різному сприймають нововведення у зв'язку з існуванням розбіжностей їх внутрішніх характеристик, параметрів, режимів та циклів. Кількість виникнення нововведень або прогресивних технологій відмінних за фактором енергоефективності щодо базових може бути постійною в межах кожної однорідної групи або системи технологій. При цьому необхідно враховувати варіації у середній частоті появи нововведень для окремої технології, групи технологій, підприємств, які однорідні за фактором “специфічність”, а також нововведення в масштабі окремої галузі промисловості. Слід мати на увазі, що відмінність використовуваних характеристик “система–об’єкт”, “об’єкт–аналог” галузей і промислових технологій обумовлена, у першу чергу, різними рівнями енергоефективності об’єктів та аналогів, а також різними масштабами виробництва. Тому важливим напрямом наукових досліджень є адаптація прогресивних технологій промисловості з урахуванням специфічних умов їх використання.

Досить часто на початкових етапах еволюції технологій виникають численні їх відгалуження, що дозволяють краще задовольнити вимоги, які висуваються до енергоефективності галузей і застосовуваних технологій. Якщо початкові етапи еволюції технологій пройдені, можливе створення єдиної системи, здатної виконувати багато виробничих функцій. Таким чином, існує явище, яке називають “ефектом універсальної конструкції”: розвиток технологій приводить до створення машин або обладнання, що виконують багато функцій замість декількох машин. Розробка національної технологічної стратегії не вкладається у традиційні межі економічного аналізу, наприклад методом “витрати-тривалість”. Технологічне планування розвитку галузі повинно ґрунтуватися на кількох критеріях, які охоплюють одночасно економічні, специфічні і технічні аспекти, а не тільки будь-який один із них за рахунок іншого.

Складемо математичну модель задачі визначення коефіцієнтів енергоефективності для окремо взятої технології або інноваційного проекту, яка ґрунтується на використанні економіко-математичних моделей заміщення технологій, запропонованих нами у дослідженні [8]. Суть методики оцінки рівнів і визначення ефективності заходів щодо підвищення рівня енергоефективності в галузях промисловості полягає в такому: для дефініції того чи іншого коефіцієнта енергоефективності нами пропонується взяти три параметри, що характеризують максимальні і мінімальні значення витрат енергії та фактор часу, тобто період часу, необхідний для переходу від існуючої традиційної технології до більш досконалої та енергоефективної.

Формування адаптивних моделей ефективності використання

енергоресурсів є основою даного дослідження. Тому, на наш погляд, у першу чергу необхідне обґрунтування єдиної провідної ідеї, а саме методики досліджень та єдиних критеріїв енергооцінки, на яких ґрунтуються основні наукові результати, у тому числі методика оцінки технологій за фактором “енергоефективність” з урахування її ресурсозбереження, оптимальної собівартості продукції, що забезпечить прогнозування рівнів енергоефективності та перенесення результатів досліджень із базових технологій на прогресивні, й навпаки. Провідна ідея дослідження – це оцінка ефективності використання енергоресурсів у промисловості, техніко-економічне обґрунтування кількісних і якісних показників енергоефективності систем технологій на основі єдиних критеріїв – системи інтегральних показників енергоефективності та ресурсозбереження, собівартості продукції, які дозволяють:

по-перше, охопити найбільш можливу сукупність (теоретично – всю сукупність) варіантів можливого впровадження прогресивних технологій та систем з урахуванням режимів їх використання;

по-друге, поетапно відсікати неефективні або недостатньо ефективні технічні рішення (з використанням електричних схем заміщення технологій, режимних і циклічних характеристик “система–об’єкт”, сучасних методів лінійного, нелінійного і динамічного програмування, методів “об’єкт–аналог”, гармонічного балансу, стандартизованих енергетичних характеристик тощо), а в кінцевому підсумку – обґрунтувати такі режими і системи технологій, при яких забезпечуються найбільш високі рівні енергоефективності та ресурсозбереження при одночасному зменшенні собівартості промислової продукції;

по-третє, обґрунтувати робочі і критичні зони експлуатації режимів систем технологій, а також методи і моделі прогнозування енергоекономічної ефективності функціонування галузей, перенесення найбільш оптимальних результатів досліджень на мікро-, мезо- та макrorівнях.

Енергоекономічну ефективність будь-яких режимів використовуваних технологій (теоретично можливий набір варіантів) доцільно розглядати як множину точок, які характеризують взаємозв’язок між поточними витратами (витратами на технологію, матеріальними і трудовими витратами тощо), з одного боку, і кількісними та якісними показниками промислової продукції – з іншого. Оскільки поточні й одноразові витрати, а також показники енергоефективності та ресурсозбереження не можуть приймати від’ємних значень, то названа множина є множиною точок першого квадранта. У ній завжди можливо виділити геометричне місце точок із певними ознаками, які відрізняють їх від решти точок площини. Таким геометричним місцем точок є, наприклад, залежності собівартості одиниці промислової продукції від обсягів її випуску (гіперболічні залежності) або собівартості річної продукції від виду застосовуваних технологій (лінійні залежності).

Таким чином, порівняння варіантів систем технологій, а також моделей і показників енергоефективності та ресурсозбереження – це є (у кінцевому підсумку) порівняння залежностей витрат на електроенергію і собівартості річної продукції від виду технологій або від кількості пристроїв. Єдині критерії оцінки названих залежностей, режимів і систем технологій – це інтегральні показники енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції (*IE*, *IEP* та *IEPC* – показники).

Вони дозволяють проводити поточний експрес-аналіз ефективності використання ресурсів на підприємстві або галузі, а також прогнозування і перенесення результатів досліджень з одних технологій на інші в межах підприємства або на рівні галузей. Практична реалізація методів енергоефективності ґрунтується на використанні моделювання і прогнозування технологій, по-перше, для систематичної оцінки ефективності режимів і технологій; по-друге, для науково обґрунтованого вибору пристроїв і промислових технологій у цілому, обґрунтування меж регулювання потужності систем технологій або ємності; по-третє, для забезпечення єдиних критеріїв оцінки кількісних і якісних показників кінцевої продукції галузі або підприємства.

При розробці методів і моделей енергоефективності можливий один із трьох підходів. Перший підхід ґрунтується на використанні одного укрупненого показника (наприклад, річного обсягу випуску промислової продукції). Другий підхід передбачає використання сукупності показників, які характеризують енергоефективність промислового виробництва. Третій підхід, який запропоновано, ґрунтується на використанні інтегральних показників енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції, які дозволяють будь-яку сукупність показників енергоекономічної ефективності виражати через один інтегральний (об'єднуючий) показник. Таким чином, третій підхід є об'єднуючим по відношенню до попередніх підходів, при цьому в ньому зберігаються переваги двох попередніх підходів.

Кожен з названих підходів має свої переваги і недоліки. Переваги першого підходу – простота моделей. Але ці моделі є орієнтовними, в них не використовуються характеристики “система–

об'єкт” опромінювання. Тому моделі першого типу не дозволяють визначити “питомий внесок” параметрів, режимів і циклів базових технологій у криві зростання (спаду) випуску промислової продукції. При другому підході моделі є більш досконаліми, хоч і більш складними. Разом з тим вони не охоплюють весь діапазон регулювання основних параметрів базових або прогресивних технологій. Крім того, наявність великої кількості показників унеможливує ефективне використання моделей другого типу в практичній діяльності при оцінці та прогнозуванні енергоефективності.

Сутність першого типу економіко-математичних моделей зводиться до того, що заходи з енергоефективності або інновації розглядаються як результат взаємодії факторів ефективності використання енергетичних ресурсів та “специфічності” технологій. В основі другого типу економіко-математичних моделей – взаємодія факторів енергоефективності та ресурсозбереження технологій. Третього типу економіко-математичні моделі – формуються як результат взаємодії факторів енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості промислової продукції, що обґрунтовано нами при формуванні методологічних засад реалізації методики експрес-оцінки енергоефективності прогресивних та базових технологій (рис. 1). Названі моделі і показники відображають реальні процеси, що пов'язані з інноваційною діяльністю галузей. Причому якщо економіко-математичні моделі не будуть враховувати характер динаміки випуску промислової продукції, то їх обґрунтування може бути неповним, оскільки аналіз кривих зростання (спаду) випуску промислової продукції дозволяє визначити межі, в яких змінюються параметри базових або нових технологій.

Із використанням обґрунтованих на рис. 1 методологічних засад реалізації методики кількісної оцінки ефективності промислових технологій нами розроблені моделі третього типу, які, на наш погляд, є найбільш перспективними, оскільки в них використані єдині критерії оцінки проміжних і кінцевих результатів функціонування – інтегральні показники енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції (*IE, IEP, IEPС – показники*), які вперше запропоновано для оцінки енергоекономічної ефективності галузей і технологій. Доцільно зазначити, що єдина провідна ідея всієї роботи – теоретичне і експериментальне обґрунтування енергоефективності промислового виробництва на основі вищеназваних єдиних критеріїв – *IE, IEP* та *IEPС – показників*. Обґрунтування інтегральних показників енергоефективності (*IE – показників*) ґрунтується на використанні параметричних, режимних і циклічних характеристик "система-об'єкт", моделей енергоефективності, кривих зростання (спаду) випуску

промислової продукції, отриманих з урахуванням динаміки останніх. Названі інтегральні показники характеризують також ефективність використання енергоресурсів, що досягнуто за рахунок зменшення втрат потужності в технологіях, взаємозв'язаного регулювання індуктивності і ємності тощо. Обґрунтування інтегральних показників енергоефективності та ресурсозбереження (*IEP* – показників) ґрунтується на використанні мінімальної кількості вихідних даних – техніко-економічного обґрунтування базових і прогресивних технологій, у результаті отримуємо відповідні моделі енергоефективності та ресурсозбереження. Інтегральні показники енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції є об'єднуючим фактором по відношенню до *IE* та *IEP*-показників. Вони забезпечують перехід від *IEPC*-моделей до прогнозних моделей і моделей перенесення (трансферу) результатів досліджень із

режиму на режим, із системи технологій на систему, із галузі в галузь тощо.

Для забезпечення єдиної провідної ідеї та єдиних критеріїв оцінки енерго-економічної ефективності промислового виробництва необхідне обґрунтування основних вимог до процесів ефективності використання енергоресурсів на підприємствах і в галузях, загальної структури реалізації режимів і систем технологій, електричних схем заміщення технологічних систем, моделей зростання і спаду, енергоефективності та ресурсозбереження, прогнозування і перенесення результатів досліджень на різних рівнях управління промисловістю та трансферу передових технологій між країнами. В основу розроблених моделей покладено такі структури (рис. 2а, 2б, 2в, 2г, 2д, 2к, 2л, 2м), які сформовані нами у взаємозв'язку ланок:

вимоги – характеристики "система-об'єкт" (останні визначають вплив параметрів, режимів і циклів технологій на випуск промислової продукції) – криві зростання (спаду) – моделі енергоефективності – *IE*-показники;



Рис. 2а

– вимоги – моделі заощадження електричної енергії, матеріальних і трудових ресурсів – *IEP*-показники;

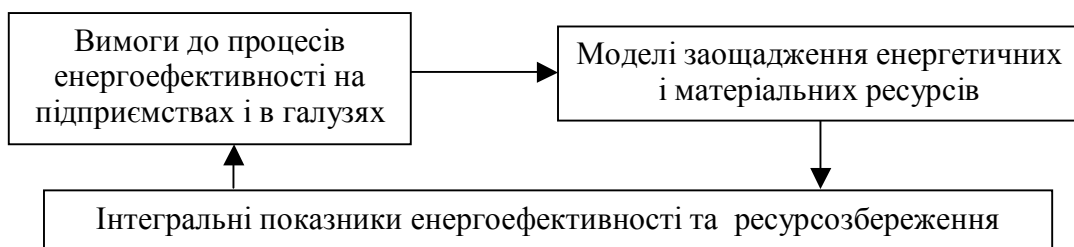


Рис. 2б

вимоги – моделі підвищення регулювання індуктивності і ємності ефективності використання устаткування, підвищення термінів енергоресурсів, зменшення втрат використання технологій – *IEP*-потужності обладнання, взаємозв'язаного *показники*;

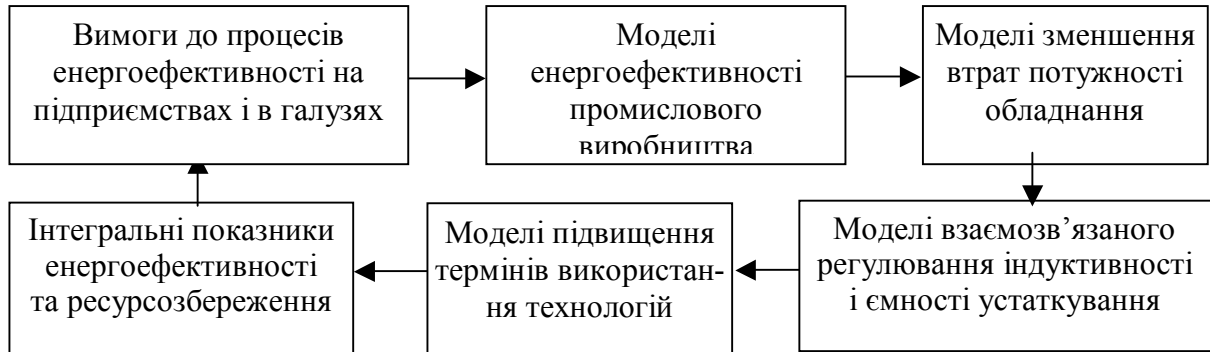


Рис. 2в

вимоги – моделі ресурсозбереження – *IE*-показники – *IEP*-енергоефективності та *IEPC*-показники – *TEП*;

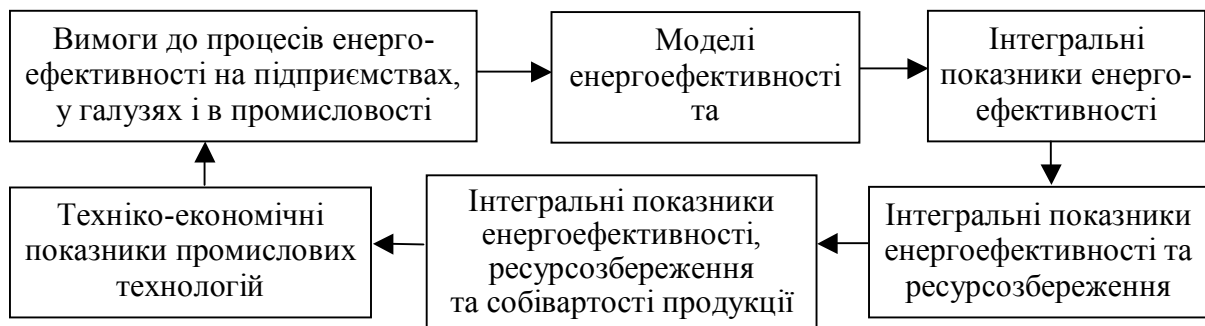


Рис. 2г

вимоги – *IEPC*-показники - моделі прогнозування параметрів, режимів та циклів застосовуваних технологій;

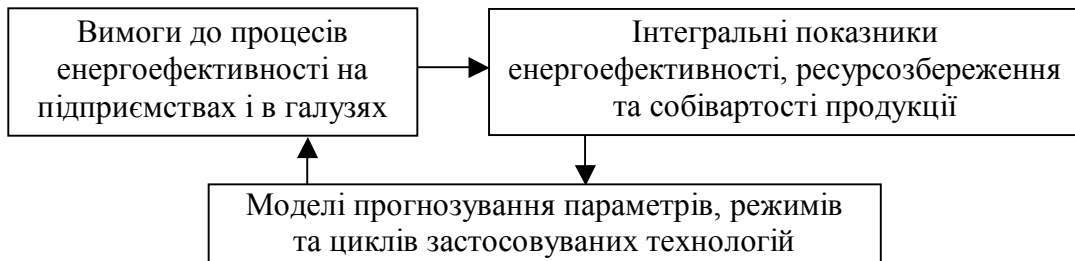


Рис. 2д

вимоги – *IEPC-показники* – моделі перенесення оптимальних параметрів, режимів, циклів застосовуваних і

прогресивних технологій на мікро-, мезо- і макрорівнях;



Рис. 2к

вимоги – *IEPC-показники* – матриці енергоефективності, ресурсозбереження – кількісні показники кінцевої продукції;

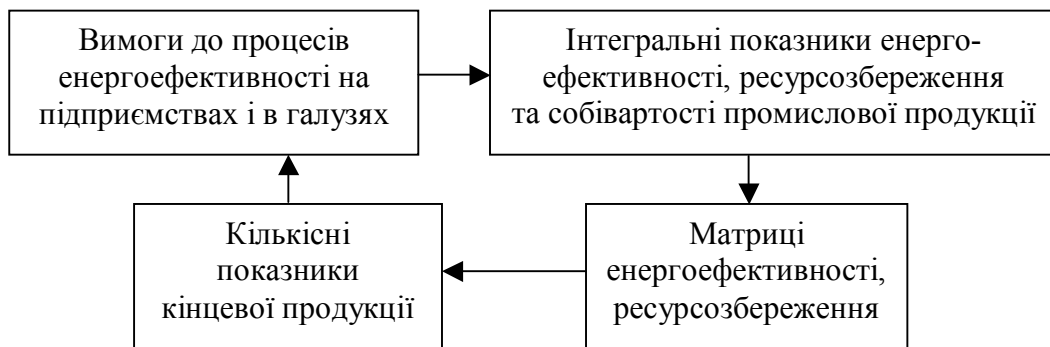


Рис. 2л

вимоги – *IEPC-показники* – решітчасті діаграми якості промислової

продукції – якісні показники кінцевої продукції.

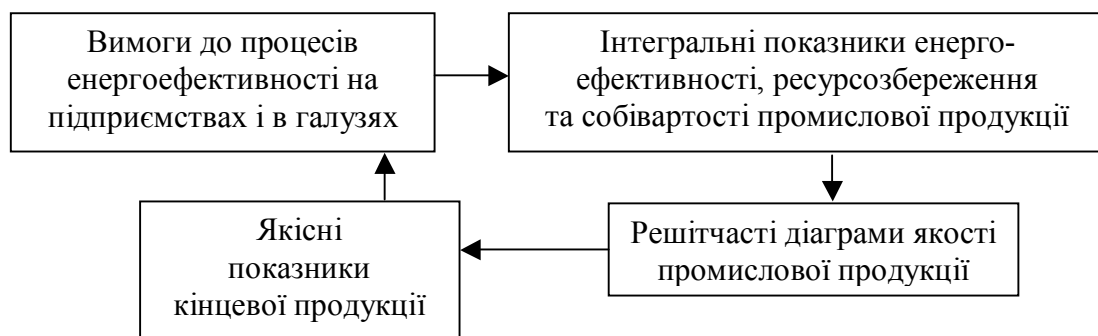


Рис. 2м

Рис. 2. Загальна схема оцінювання енергоефективності технологій у галузі

Як показує аналіз, у кожній з цих структур задіяні єдині критерії оцінки

ефективності використання енергоресурсів у галузях та технологіях,



тобто інтегральні показники, які у комплексі оцінюють енергоефективність, ресурсозбереження та собівартість продукції ( $IE$ ,  $IEP$ ,  $IEPC$ -показники). Важливим фактором при дефініції зазначених інтегральних показників є також використання кривих зростання (спаду) випуску промислової продукції як результат впливу параметрів, режимів, циклів застосовуваних або прогресивних технологій. Забезпечення єдиних критеріїв оцінки енергоефективності промислового виробництва пов'язане зі структурним аналізом систем технологій, процесів використання енергоресурсів, починаючи від загальних вимог до галузей і технологій, закінчуючи інтегральними показниками енергоефективності, ресурсозбереження. Таким чином, зазначимо, що базова структура повинна мати вигляд замкнутого циклу оцінювання, а саме: вимоги до процесів використання енергоресурсів у галузях або промисловості в цілому – характеристики "система-об'єкт" (параметричні, режимні, циклічні) – криві зростання (спаду) випуску промислової продукції – моделі енергоефективності – інтегральні показники енергоефективності – скореговані вимоги.

Обґрунтування розрахунку інтегральних показників енергоефективності, ресурсозбереження

та собівартості продукції, а також приклад розрахунку  $IEPC$ -показників наведено в табл. 1-3.

Запропонована методика кількісної оцінки енергоефективності промислових технологій дозволяє порівнювати між собою одночасно будь-які системи технологій, їх режими та параметри, процеси використання енергоресурсів на підприємствах, у галузях або промисловості у цілому на основі єдиних критеріїв оцінки –  $IEPC$ -показників. Крім того, слід зазначити, що запропонована методика за використання адаптивних моделей та розрахунку інтегрального показника енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції може бути використана як для порівняння базових або опорних технологій, так і порівняння, а також вибору найкращих варіантів будь-яких техніко-технологічних рішень в інших галузях народного господарства.

На прикладі інтегральний показник енергоефективності промислової технології дорівнює  $q=0,923$ . На основі оціночних показників енергоефективності з урахування ресурсозбереження та собівартості маємо змогу провести аналіз та ранжування технологій. Причому слід мати на увазі, що чим менший інтегральний показник, тим вища енергоекономічна ефективність об'єкта дослідження.

Таблиця 1. Обґрунтування розрахунку інтегрального показника енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції<sup>1</sup>

Показники	Технології	
	Базова (опорна)	Прогресивна
1	2	3
Поточні витрати, грн.	$a_1 \cdot S_i$	$a_2 \cdot S_i$
Поточні витрати на одиницю продукції, грн./шт.	$a_1$	$a_2$
Одноразові витрати, грн.	$b_1$	$b_2$
Собівартість річного випуску продукції, грн.	$R_1$	$R_2$

Вихідні дані	при $\frac{S_i}{S_m} = 0 \quad \frac{R_i}{R_m} = \frac{b_1}{R_1}$	при $\frac{S_i}{S_m} = 0 \quad \frac{R_i}{R_m} = \frac{b_2}{R_1}$
	при $\frac{S_i}{S_m} = 1 \quad \frac{R_i}{R_m} = 1$	при $\frac{S_i}{S_m} = 1 \quad \frac{R_i}{R_m} = \frac{R_2}{R_1}$

<sup>1</sup> За розрахунками автора.

Закінчення табл. 1

1	2	3
Вихідні залежності	$\frac{S_i}{S_m} = \frac{\frac{R_i}{R_m} - \frac{b_1}{R_1}}{1 - \frac{b_1}{R_1}}$	$\frac{S_i}{S_m} = \frac{\frac{R_i}{R_m} - \frac{b_2}{R_1}}{1 - \frac{b_2}{R_1}}$
Вихідні моделі енергоефективності	$\frac{R_i}{R_m} = (1 - \frac{b_1}{R_1}) \frac{S_i}{S_m} + \frac{b_1}{R_1}$	$\frac{R_i}{R_m} = (\frac{R_2 - b_2}{R_1}) \frac{S_i}{S_m} + \frac{b_2}{R_1}$
Коефіцієнти енергоефективності	$K_1 = \frac{b_1}{R_1}$	$K_2 = \frac{b_2}{R_1}$
	$1 - K_1$	$K_3 = \frac{R_2}{R_1} - K_2 = \frac{a_2}{R_1}$
Моделі енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції	$\frac{R_i}{R_m} = (1 - K_1) \frac{S_i}{S_m} + K_1$	$\frac{R_i}{R_m} = (\frac{R_2}{R_1} - K_2) \frac{S_i}{S_m} + K_2$
Верхня межа інтегрування	$1$	
Нижня межа інтегрування	$\frac{b_2 - b_1}{S_m(a_1 - a_2)}$	
Інтегральний показник енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції	$q = \frac{\int_{\frac{b_2 - b_1}{S_m(a_1 - a_2)}}^1 \left[ \left( \frac{R_2}{R_1} - K_2 \right) \frac{S_i}{S_m} + K_2 \right] d\left( \frac{S_i}{S_m} \right)}{\int_{\frac{b_2 - b_1}{S_m(a_1 - a_2)}}^1 \left[ (1 - K_1) \frac{S_i}{S_m} + K_1 \right] d\left( \frac{S_i}{S_m} \right)}$	

Таблиця 2. Вихідні дані для розрахунку інтегральних показників енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції<sup>1</sup>

Технології	Поточні витрати, грн.	Одноразові витрати, грн.	Собівартість
------------	-----------------------	--------------------------	--------------

	витрати електричної енергії	матеріал і паливо	заробітна плата	амортизація	відрахування на поточний ремонт	вартість електрообладнання	вартість монтажу і налагоджування	річного випуску продукції, грн.
Базова (опорна)	42301,44	19180,8	5241,6	668,17	604,8	12617,0	757,0	81370,81
Прогресивна	31982,24	19180,8	5241,6	783,36	708,48	14778,6	886,7	73541,78

<sup>1</sup> За розрахунками автора.

Таблиця 3. Розрахунок інтегральних показників енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості промислової продукції<sup>d</sup>

Показники	Технології	
	Базова (опорна)	Прогресивна
Поточні витрати, грн.	67996,8	57876,48
Поточні витрати на одиницю продукції, грн./шт.	118,05	100,48
Одноразові витрати, грн.	13374	15665,3
Собівартість річного випуску продукції, грн.	81370,81	73541,78
Собівартість одиниці продукції, грн./шт.	141,27	127,67
Коефіцієнти енергоефективності (базова технологія)	0,164	0,19
(прогресивна технологія)	0,836	0,71
Моделі енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції	$\frac{R_i}{R_m} = 0,836 \frac{S_i}{S_m} + 0,164$	$\frac{R_i}{R_m} = 0,71 \frac{S_i}{S_m} + 0,19$
Верхня межа інтегрування	1	
Нижня межа інтегрування	0,226	
Інтегральний показник енергоефективності, ресурсозбереження та собівартості продукції (ІЕРС-показник)	0,923	

<sup>1</sup> За розрахунками автора.

Враховуючи зазначене вище, вважаємо, що цільова функція ефективності використання енергоресурсів (на базі якої побудована методика експрес-оцінки промислових

технологій) у промисловості з урахуванням показників ресурсозбереження та собівартості продукції має вигляд:

$$q = \frac{\int_{\frac{b_2-b_1}{S_m(a_1-a_2)}}^1 \left[ \left( \frac{R_2}{R_1} - K_2 \right) \frac{S_i}{S_m} + K_2 \right] d\left(\frac{S_i}{S_m}\right)}{\int_{\frac{b_2-b_1}{S_m(a_1-a_2)}}^1 \left[ (1 - K_1) \frac{S_i}{S_m} + K_1 \right] d\left(\frac{S_i}{S_m}\right)} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $R_1, R_2$  – собівартість річного випуску промислової продукції за опорною і прогресивною технологіями;

$K_1, K_2$  – коефіцієнти енергоефективності;

$a_1, a_2$  – поточні витрати на одиницю продукції, грн./шт.;

$b_1, b_2$  – одноразові витрати, грн.;  
 $S_m$  – обсяг випуску продукції, тис. шт.

Тоді *IEPC*-показник має вигляд :

$$q = \frac{\int_{\frac{b_2-b_1}{S_m(a_1-a_2)}}^1 \left[ 0,71 \frac{S_i}{S_m} + 0,019 \right] d\left(\frac{S_i}{S_m}\right)}{\int_{\frac{b_2-b_1}{S_m(a_1-a_2)}}^1 \left[ 0,836 \frac{S_i}{S_m} + 0,164 \right] d\left(\frac{S_i}{S_m}\right)} \rightarrow \min \quad (2)$$

$$\frac{b_2 - b_1}{a_1 - a_2} \rightarrow \min \quad \text{або} \quad \frac{b_2 - b_1}{a_1 - \sum a_i} \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} K_2 + K_3 = \frac{R_2}{R_1} \rightarrow \min \\ K_2 = \frac{b_2}{R_1} \quad K_3 = \frac{R_2}{R_1} - K_2 \end{cases} \quad \begin{cases} K_2 + K_3 = \frac{R_2}{R_1} \\ K_2 + K_3 > 0 \\ K_2 + K_3 \leq 1 \end{cases}$$

Верхнє обмеження

$$\frac{R_i}{R_m} = \frac{a_1 b_2}{b_2 - b_1} \frac{N_i}{N_m}. \quad (3)$$

Нижнє обмеження

$$\frac{R_i}{R_m} = \frac{R_{\text{крит}}}{R_1} = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{R_1 (a_1 - a_2)}; \quad (4)$$

$$R_{\text{крит}} = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{a_1 - a_2}. \quad (5)$$

Таким чином, перевага запропонованих адаптивних моделей, системи коефіцієнтів та показників енергоефективності полягає в тому, що вони характеризують ефективність будь-

якого сектора промисловості за фактором використання енергоресурсів не взагалі, не тільки загальні техніко-економічні показники галузі, а й енергоефективність для кожної окремо взятої технології, технологічного процесу, режиму експлуатації технологічного обладнання з урахування ресурсозбереження та собівартості промислової продукції. Це дозволяє не тільки спростити аналіз галузей, технологій і процесів, а й підвищити достовірність прогнозування ефективності використання енергоресурсів у базових і нових технологіях (одночасно порівнюючи

обидві), оскільки запропонована система коефіцієнтів ґрунтується на оцінці характеристик "система-об'єкт" та "об'єкт-аналог". Крім того, можна враховувати вимоги і обмеження, які потребують компромісних рішень щодо впровадження заходів у промисловості з підвищення рівня енергоефективності.

Суть запропонованої методики кількісної оцінки енергоефективності промислових технологій полягає у визначенні інтегральних показників (показників розвитку галузі, підприємства або певної технології) на основі економіко-математичних моделей заміщення технологій. Технологія вважається ефективною, якщо інтегральний показник є меншим за одиницю, і чим він менше, тим краще (але не  $< 0,5$ ). На основі визначеного показника є можливим ранжування та відбір більш ефективних технологічних рішень (оптимальні показники у межах  $q=0,71 \div 0,86$ ). Не викликає сумніву необхідність перебудови існуючої структури впровадження прогресивних технологій шляхом відбору кращої для застосування. Авторський підхід полягає у вирішенні вказаних проблем на основі комплексу енергоекономічних моделей згідно з розробленою методикою експрес – аналізу. Це обумовлює можливість отримання результатів через відсутність фінансових ресурсів і часу, концентрації їх на першочергових заходах для впровадження. Більш того, вже на першому етапі розробки довгострокових програм у сфері енергоефективності, при використанні запропонованої автором методики, можна виявити резерви підвищення ефективності виробництва, визначити пріоритетні напрями заощадження матеріальних і трудових ресурсів, спрогнозувати показники та рівні енергоефективності за умови впровадження нововведень.

Описана методика експрес-оцінки промислових технологій та заходів щодо підвищення енергоефективності на основі розроблених економіко-математичних моделей заміщення технологій може бути застосована також для вирішення інших задач оптимального розподілу обмежених енергоресурсів у галузях промисловості. Таким чином, науково обґрунтований вибір нововведень обумовлює можливість використання єдиних критеріїв (*інтегральних показників*) і для оцінки їх ефективності, і для прогнозування, що суттєво спрощує розрахунки. Це і зумовило можливість розширення введеного нами поняття: комплекс енергоекономічних моделей (*ГСПП-структур*) [8], який базується на аналізі витрат енергії, враховує структуру, масштаб і рівень технічної підготовки виробництва, обсяги випуску промислової продукції, додатково враховуючи показники ресурсозбереження та собівартості промислової продукції.

Зазначимо, що на даний час серед промислових вітчизняних підприємств зростає частка тих, які ставлять високі вимоги до реалізації процесів енергозбереження та випускають високотехнологічну продукцію, тому для прогнозування їх ефективності необхідно впроваджувати нові інтегральні методи експрес-оцінки з метою вибору найбільш оптимальних варіантів техніко-технологічних рішень для адаптації на виробництві. Слід також зазначити, що недоліки в процесі здійснення інновацій можливо усунути, використовуючи прогноз за використання моделей заміщення технологій на різних етапах упровадження прогресивних заходів. Сукупність галузевих вимог до обладнання і технологічних процесів є вихідними даними для розробки нових технологій. Прискорити терміни

впровадження нововведень можна за рахунок тих, що мають найвищий рівень енергоефективності.

Головною проблемою стає обґрунтування тривалості етапів впровадження заходів з енергоефективності. Для цього можна використовувати узагальнюючі показники технологічних процесів на основі запропонованих адаптивних моделей. Отже, використовуючи одні й ті ж ресурси, можна значно швидше виконати всі етапи впровадження нових технологій та їх трансферт. З цією метою нами проведено обґрунтування нової концепції оцінки ефективності прогресивних заходів – політики експрес-реагування – з урахуванням методологічних основ системного аналізу, застосування системи інтегральних показників (*IE*, *IP* та *IEPC-показників*) та зміни існуючої структури створення, відбору і використання прогресивних нововведень. Зазначене обумовить активізацію впровадження:

програм проведення енергетичного аудиту та з обміну досвідом і поширення інформації (консультаційних центрів) щодо впровадження енергозберігаючої техніки та прогресивних технологій;

спеціального збору для тих видів енергоємних виробництв і підприємств, які мають низькі показники питомого енергоспоживання порівняно із країнами ЄС;

паспортизації галузей та застосування у них технологій за фактором “енергоефективність”;

вдосконалення структури генеруючих потужностей із заміною та капітальним ремонтом обладнання;

технологічного управління режимами енергоспоживання, формування інтегрованих систем контролю, обліку та управління енергоспоживанням;

жорстких вимог до обладнання,

реалізації програм енергоефективного маркування та стандартизації;

малозатратних організаційних заходів з удосконалення ОСУ промислових підприємств та створення служб енергоменеджменту;

ресурсозатратних інноваційних технологічних проектів на підприємствах, енергоємних виробництвах і в галузях;

програм з енергомаркетингу, поширення досвіду бізнес-планування та менеджменту прогресивних проектів.

### Література

1. Рожан О. Росіяни подарували нам національну ідею // Дзеркало тижня. – 2006. – № 1 (580).

2. Інтерв'ю у прямому ефірі Прем'єр-міністра України Ю. Єханурова. // [www.5tv.com.ua](http://www.5tv.com.ua) 15.01.2006 р.

3. Алимов О.М., Микитенко В.В. Методологічні підходи з обґрунтування і прогнозування прогресивних технологічних систем у промисловості // Економіка промисловості. – 2003. – №4 (22). – С. 48-57.

4. Нейенбург В.Е. Пособие для определения экономической эффективности применения новой техники: Сб. науч. информации. – Донецк, 1970. – 79 с.

5. Скрипник М.М., Микитенко В.В. Світові технології та їх технічне забезпечення// Зовнішня торгівля: право та економіка: Зб. наук. праць – К.: УАЗТ. – 2001. – №1 (5). – С. 17-28.

практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. Сб. науч. информации. – М.: Наука., 1972. – 175 с.

7. Микитенко В.В. Формування комплексної системи управління енергоефективністю у галузях промисловості: Монографія. – К.: Укр.вид.-поліг. компанія „Екс.Об.”, 2004.

– 336 с.

8. Микитенко В.В.  
Енергоефективність промислового  
виробництва: Монографія. – К.:  
Об'єднаний інститут економіки НАН  
України, 2004. – 282 с.