

УДК 378.016:658.26

Іпполітова І.Я.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки підприємства та менеджменту
Харківського національного університету імені Семена Кузнеця

Сорокотяженко К.С.

магістр
Харківського національного університету імені Семена Кузнеця

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

USING THE METHOD OF HIERARCHY ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION IN ENERGY SAVING STRATEGY

АНОТАЦІЯ

У статті досліджено необхідність здійснення енергозбереження на промислових підприємствах України шляхом підвищення їх енергоефективності. Доведено актуальність реалізації стратегії енергозбереження на підприємствах машинобудування через високу енергоємність галузі та різке зменшення інноваційно-активних машинобудівних підприємств. Використання методу аналізу ієрархій дало змогу прийняти більш ефективне управлінське рішення щодо введення служби енергоменеджменту для зниження енергоємності діяльності підприємства.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, метод аналізу ієрархій, енергоменеджмент, енергоємність підприємства.

АННОТАЦИЯ

В статье исследована необходимость осуществления энергосбережения на промышленных предприятиях Украины путем повышения их энергоэффективности. Доказана актуальность реализации стратегии энергосбережения на предприятиях машиностроения из-за высокой энергоёмкости отрасли и резкого уменьшения инновационно-активных машиностроительных предприятий. Использование метода анализа иерархий позволило принять более эффективное управленческое решение о введении службы энергоменеджмента для снижения энергоёмкости деятельности предприятия.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, метод анализа иерархий, энергоменеджмент, энергоёмкость предприятия.

ANNOTATION

The paper studied the need for energy efficiency in industrial enterprises of Ukraine by increasing their energy efficiency. The urgency of the implementation of energy-saving strategy for engineering companies due to their high energy consuming industry and a sharp decrease of innovative active engineering enterprises has been proven. Using the analytic hierarchy process allowed to make more effective management decisions on the introduction of energy management services to reduce energy consumption of the company.

Keywords: energy saving, energy efficiency, hierarchy analysis method, energy management, energy consumption of the company.

Постановка проблеми. Зростання вартості енергоносіїв, погіршення екологічної ситуації та потреба у підвищенні конкурентоспроможності промислового підприємства спонукають до пошуку шляхів підвищення енергоефективності функціонування. Енергоємність ВВП України майже втричі вища за енергоємність розвинених країн, значна залежність країни (близько 50%) від імпортованого природного

газу, вартість якого постійно зростає, приводить до зростання важливості впровадження енергозберігаючих заходів у всіх сферах життя.

Сучасна наука володіє великою кількістю перевірених і обґрунтованих енергозберігаючих рішень, але за умов обмеженості фінансування, нестабільності економіки, невизначеності зовнішніх впливів процес вибору економічно обґрунтованих рішень є непростим. Перед менеджерами підприємств постає проблема вибору сукупності першочергових енергозберігаючих рішень із урахуванням економічних, технічних та експлуатаційних вимог. Вибір пріоритетних енергозберігаючих засобів під час підвищення енергоефективності підприємства є складним багатоваріантним завданням, що потребує ефективних критеріїв оцінювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Критерії вибору інвестиційних проектів з альтернативних варіантів обґрунтували в науковій літературі, зокрема, Ю.В. Дзяди́кевич, А.І. Єрьомкін, Н.Ю. Подольчак, Е.А. Кучаріна, Т.В. Майорова, Т.В. Сердюк [1–6]. Основними з них є чиста поточна вартість, дисконтований і простий термін окупності, приведені витрати, чистий дохід, прибуток.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Так частина загальної проблеми, якій присвячується стаття, полягає у відсутності комплексного математичного апарату з оцінювання і прогнозування інвестиційного процесу енергозбереження, що є однією з причин повільного поширення та недостатньої ефективності вкладення коштів у енергоефективність.

Мета статті полягає у розробленні методичного підходу на базі використання методу аналізу ієрархій (МАІ), що дає змогу приймати обґрунтовані управлінські рішення під час реалізації стратегії енергозбереження на підприємстві.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліджуючи кінцеве споживання енергії за секторами економіки в 2015 році, ми виявили, що найбільше енергії споживає промисловий сектор (35%) та житловий сектор (31%). Найбільш

енергоємними галузями промисловості України, згідно з даними Держкомстату України, є металургія (енергоємність продукції становить 960 кг у.п./т), машинобудування (710 кг у.п./т) та обробна промисловість (635 кг у.п./т). Тому проблеми енергозбереження та енергоефективності потребують вирішення шляхом реалізації енергозберігаючої стратегії. Процес енергозбереження тісно пов'язаний з інноваційними технологіями, а іноді й неможливий без них. Сьогодні інноваційною діяльністю із впровадження нових технологічних процесів у виробництві займається близько 12% промислових підприємств, частка впроваджених ресурсозберігаючих технологій в загальному об'ємі інноваційних рішень не перевищує 38% (рис. 1) [7].



Рис. 1. Динаміка впровадження інновацій на промислових підприємствах

Цей показник є невисоким, чим і обумовлюється енергетична залежність вітчизняних підприємств. Аналіз кількості інноваційно-активних машинобудівних підприємств свідчить про те, що протягом 2009–2012 років їх кількість поступово збільшувалася, що є наслідком інноваційного розвитку галузі, але внаслідок впливу кризових явищ та відсутності належної інноваційної підтримки з боку держави з 2013 року ситуація погіршилась, і кількість інноваційно-активних підприємств значно зменшилась (рис. 2).

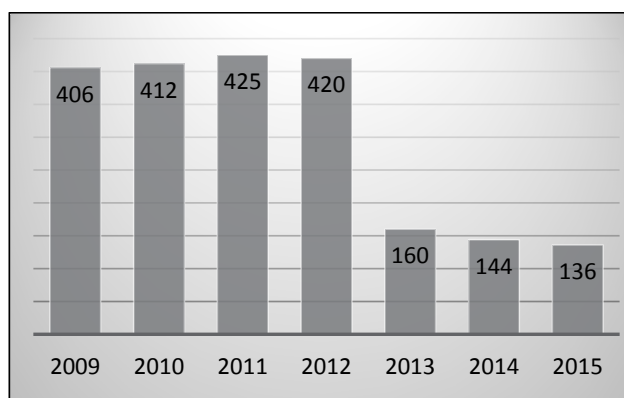


Рис. 2. Інноваційно-активні машинобудівні підприємства України [8]

Отже, реалізація стратегії енергозбереження на підприємствах машинобудування особливо актуальна через високу енергоємність галузі та різке зменшення інноваційно-активних машинобудівних підприємств.

У науковій літературі відсутнє однозначне визначення поняття «стратегія енергозбереження підприємства». О.В. Кириленко розглядає поняття «енергетична стратегія» як процес формування генерального перспективного напрямку розвитку підприємства у сфері енергозбереження на основі визначення якісно нових цілей, узгодження внутрішніх можливостей підприємства з умовами зовнішнього середовища та розроблення комплексу енергозберігаючих заходів, які забезпечують його реалізацію [9].

Вважаємо, що енергетична стратегія має бути базою та стратегією вищого рівня для формування стратегії енергозбереження промислового підприємства. Така ієрархічність дасть змогу забезпечити принципи Міжнародного стандарту ISO 50001:2011, що встановлює вимоги до системи енергетичного менеджменту, на основі яких організація може розробити і впровадити енергетичну політику, здійснити постановку цілей та завдань і розробити плани дій з урахуванням законодавчих вимог та даних про значне використання енергії [10].

Відповідно до економічної суті енергозбереження, яка подана в Законі України «Про енергозбереження» [11], стратегія енергозбереження підприємства – це довгостроковий якісно визначений напрям розвитку підприємства у сфері енергозбереження, спрямований на раціональне та економне використання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів під час виробництва продукції, виконання робіт, надання послуг; досягнення стратегічних цілей енергетичної політики.

З позицій системного підходу до управління ефективністю використання енергоресурсів на підприємстві варто використовувати методи системного аналізу стосовно до підприємства як відкритої організаційно-відкритої системи. В умовах динамічних ринкових відносин істотного значення набуває диференціація цілей, що встановлюються на окремих тимчасових етапах планування енергозберігаючої діяльності. Одним з методів дослідження під час використання системного підходу є застосування дерева цілей. Дерево цілей – це графічне зображення зв'язку між цілями різних рівнів ієрархії, побудоване за принципом дедуктивної логіки з застосуванням евристичних процедур. Традиційна побудова дерева цілей починається з формалізації головної мети, що може бути як якісною, так і кількісною.

На рис. 3 представлено декомпозицію цілей досліджуваного машинобудівного підприємства ДНВП «Об'єднання Комунар».

Під час проведення такого роду визначення цілей реалізації стратегії енергозбереження

необхідно перш за все відібрати компетентних експертів, які володіють достатньою кількістю інформації про стан енергозбереження і основні проблеми, характерні ДНВП «Об'єднання Комунар».

Існують різні підходи до обрання кількості експертів в складі робочої групи. Використавши рекомендації, надані у роботі Т.Ю. Чернишової [12], кількість експертів можна визначати за такою формулою:

$$m = 0,5(3/a + 5), \quad (1)$$

де a – параметр, який задає мінімальний рівень помилки експертизи (допустима ймовірність помилки) та лежить в межах $0 < a \leq 1$ (табл. 1).

Приймаючи довірчу ймовірність рівною 90% ($a = 0,1$), оберемо групу експертів у складі 18 осіб (рис. 3).

Після декомпозиції цілей підприємства необхідно за допомогою методу експертних оцінок оцінити значущість цілей. Складність реалізації стратегії енергозбереження на підприємстві вимагає ретельного аналізу цілей і завдань діяльності, шляхів і засобів їхнього досягнення, оцінки впливу різних факторів на підвищення ефективності і якості роботи. Це приводить до необхідності широкого застосування експертних оцінок у процесі формування й вибору рішень. Експертні оцінки як спосіб одержання інформації завжди використовувалися під час прийняття рішень, оскільки використання інформації, яку одержали від спеціалістів у певній галузі, є дуже корисним. Сутність методу експертних оцінок полягає в раціональній організації проведення експертами аналізу проблеми з кількісною оцінкою суджень й обробкою їхніх результатів. Узагальнена думка групи експертів приймається як рішення проблеми. Вірогідність оцінок групи експертів залежить від рівня знань окремих експертів і кількості членів.

Для оцінювання цілей підприємства були опитані 18 експертів, а саме заступник директора з виробництва, працівники планово-еко-

номічного відділу та енергетичного господарства ДНВП «Об'єднання Комунар». З метою спрощення розрахунків обробка матриць парних порівнянь проводилась з використанням програмного продукту «Expert Choice 2000». У табл. 2 представлена пріоритетність цілей для ДНВП «Об'єднання Комунар», отримана під час оцінювання думок експертів. У табл. 2 цілі нижнього рівня показують міру впливу кожної цілі на цілі наступного, більш верхнього рівня. При цьому сума загального впливу цілей кожного рівня дорівнює одиниці.

Як видно з табл. 2, найбільш пріоритетними є цілі 1.2, 1.3, а саме організація служби енергоменеджменту, використання альтернативних джерел енергії та вторинних ресурсів, реалізація заходів щодо енергозбереження в будівлях та спорудах.

Виходячи з цього, за допомогою МАІ, що дає змогу прийняти правильне управлінське рішення, здійсимо вибір найбільш пріоритетного заходу з метою реалізації стратегії енергозбереження на підприємстві.

МАІ застосовується для вирішення багатокритеріальних задач в умовах визначеності. Згідно з цим методом вибір пріоритетних рішень здійснюється за допомогою парних порівнянь. Метод аналізу ієрархії базується на принципі ідентичності й декомпозиції, містить процедури синтезу множинних тверджень, отримання пріоритетності критеріїв та знаходження альтернативних рішень [13].

Це дослідження проводилось для ДНВП «Об'єднання Комунар» в рамках реалізації стратегії енергозбереження. Для встановлення ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на процес прийняття рішень, виконано їх класифікацію за такими ознаками, як економічні фактори, технічні фактори, експлуатаційні фактори.

На першому етапі зведемо декомпозицію задачі в таку ієрархію (рис. 4). На другому етапі встановлюємо пріоритети критеріїв, оці-

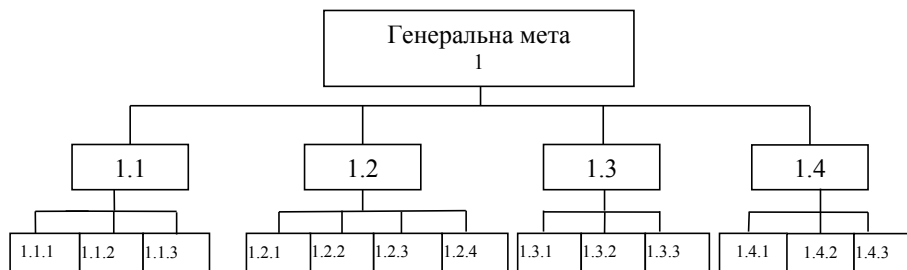


Рис. 3. Дерево цілей реалізації стратегії енергозбереження ДНВП «Об'єднання Комунар»

Таблиця 1

Таблиця розрахунку кількості експертів

Помилка	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Кількість експертів	32,5	17,5	10	7,5	6,25	5,5	5	4,64	4,38	4,17	4

Таблиця 2

Дерево цілей реалізації стратегії енергозбереження ДНВП «Об'єднання Комунар»

Рівень	Складові дерева цілей	Пріоритетність
Генеральна мета – зниження енергоємності підприємства		
1.1	Залучення інвестицій для розвитку підприємства	0,125
	1.1.1 Залучення інвестицій для розробки нових енергозберігаючих технологій	0,425
	1.1.2 Залучення інвестицій для додаткового навчання персоналу	0,286
	1.1.3 Залучення інвестицій для удосконалювання структури управління підприємством	0,289
1.2	Реалізація організаційних заходів щодо енергозбереження на підприємстві	0,318
	1.2.1 Організація контролю за використанням енергоресурсів	0,292
	1.2.2 Організація контролю якості устаткування	0,181
	1.2.3 Організація моніторингу енергозбереження	0,142
	1.2.4 Організація служби енергоменеджменту	0,385
1.3	Реалізація енергозберігаючих технологій	0,392
	1.3.1 Використання альтернативних джерел енергії та вторинних ресурсів	0,417
	1.3.2 Реалізація заходів щодо енергозбереження в будівлях та спорудах	0,380
	1.3.3 Реалізація заходів щодо енергозбереження в котельнях і системах теплопостачання	0,203
1.4	Мотивація енергозбереження на підприємстві	0,165
	1.4.1 Зацікавленість управлінського персоналу в енергозбереженні	0,183
	1.4.2 Матеріальна мотивація персоналу підприємства	0,393
	1.4.3 Нематеріальна мотивація персоналу підприємства	0,424

Таблиця 3

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 2

Фактори	Економічні	Технічні	Експлуатаційні	Пм	$\sqrt[3]{\text{Пм}}$	W1
Економічні	1,00	5,00	7,00	35,00	3,27	0,73
Технічні	0,20	1,00	3,00	0,60	0,84	0,19
Експлуатаційні	0,14	0,33	1,00	0,05	0,36	0,08
	1,34	6,33	11,00		4,48	1,00

λ_{\max}	3,065
IУ	0,032
ВУ	0,056

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 за критерієм «Економічні фактори»

Економічні	1	2	3	Пм	$\sqrt[3]{\text{Пм}}$	W2
1	1,00	5,00	0,33	1,67	1,19	0,30
2	0,20	1,00	0,20	0,04	0,34	0,09
3	3,00	5,00	1,00	15,00	2,47	0,62
	4,20	11,00	1,53		3,99	1,00

λ_{\max}	3,136
IУ	0,068
ВУ	0,117

Таблиця 5

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 за критерієм «Технологічні фактори»

Технічні	1	2	3	Пм	$\sqrt[3]{\text{Пм}}$	W3
1	1,00	5,00	7,00	35,00	3,27	0,73
2	0,20	1,00	3,00	0,60	0,84	0,19
3	0,14	0,33	1,00	0,05	0,36	0,08
	1,34	6,33	11,00		4,48	1,00

λ_{\max}	3,065
IУ	0,032
ВУ	0,056

Таблиця 6

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 за критерієм «Експлуатаційні фактори»

Експлуатаційні	1	2	3	Пм	$\sqrt[3]{\text{Пм}}$	W4
1	1,00	0,20	0,33	0,07	0,41	0,10
2	5,00	1,00	5,00	25,00	2,92	0,70
3	3,00	0,20	1,00	0,60	0,84	0,20
	9,00	1,40	6,33		4,17	1,00

λ_{\max}	3,136
IУ	0,068
ВУ	0,117

нюємо кожен з альтернатив за критеріями, визначивши найбільш важливу з них, та будують матрицю попарних порівнянь за визначеними критеріями.

Оцінки відносної важливості елементів, що порівнюються, повинні бути узгоджені, тому необхідно визначити індекс (ІУ) та відношення узгодженості (ВУ):

$$IY = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (2)$$

де λ_{\max} – максимальне власне значення обернено-симетричної матриці попарних порівнянь; n – кількість критеріїв.

$$BY = \frac{IY}{IUB}, \quad (3)$$

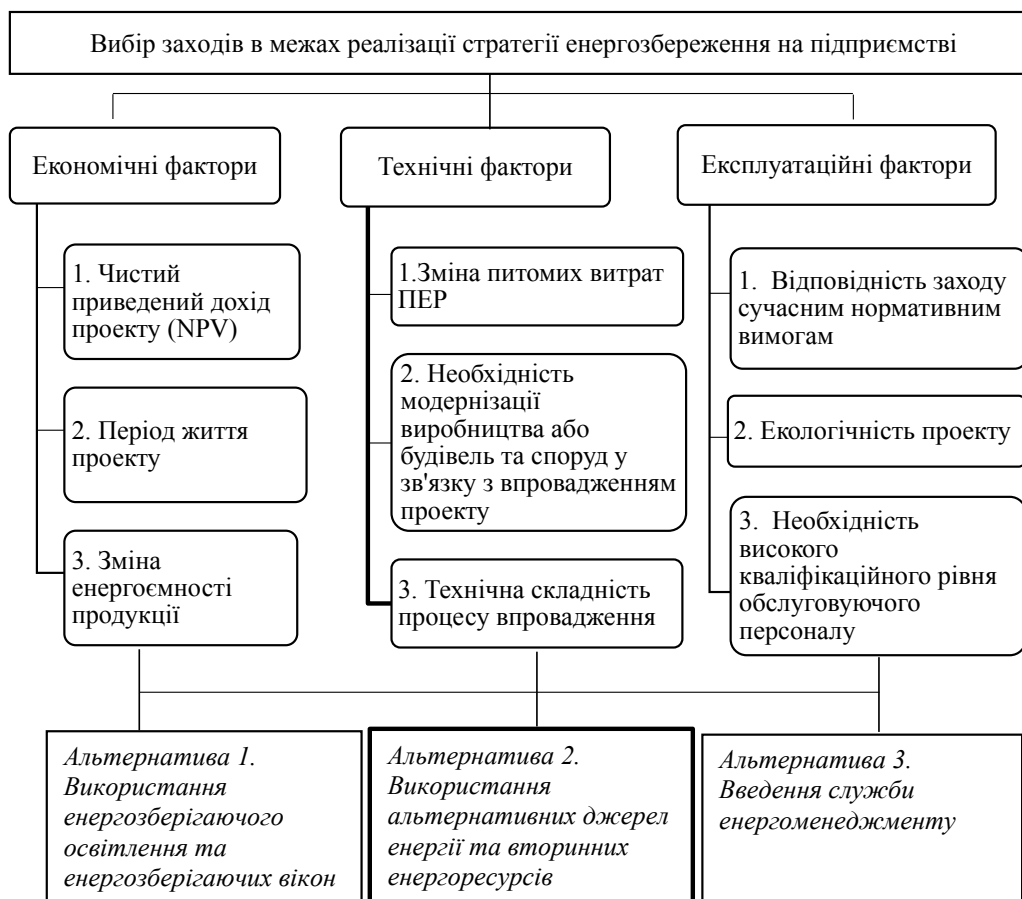


Рис. 4. Ієрархічна модель вибору найбільш пріоритетного енергозберігаючого заходу

Таблиця 7

**Локальні пріоритети елементів рівня 4
відносно елементу-критерію рівня 3 «Економічні фактори»**

NPV	A1	A2	A3	Пм	$\sqrt[3]{Пм}$	W5		
A1	1,00	0,14	0,20	0,03	0,31	0,07	λ_{\max}	3,065
A2	7,00	1,00	3,00	21,00	2,76	0,65	IY	0,032
A3	5,00	0,33	1,00	1,67	1,19	0,28	BY	0,056
	13,00	1,48	4,20		4,25	1,00		
Період життя проекту	A1	A2	A3	Пм	$\sqrt[3]{Пм}$	W6		
A1	1,00	0,11	0,20	0,02	0,28	0,06	λ_{\max}	3,029
A2	9,00	1,00	3,00	27,00	3,00	0,67	IY	0,015
A3	5,00	0,33	1,00	1,67	1,19	0,27	BY	0,025
	15,00	1,44	4,20		4,47	1,00		
Зміна енергоємності продукції	A1	A2	A3	Пм	$\sqrt[3]{Пм}$	W7		
A1	1,00	0,33	0,20	0,07	0,41	0,10	λ_{\max}	3,039
A2	3,00	1,00	0,33	1,00	1,00	0,26	IY	0,019
A3	5,00	3,00	1,00	15,00	2,47	0,64	BY	0,033
	9,00	4,33	1,53		3,87	1,00		

Таблиця 8

**Локальні пріоритети елементів рівня 4
відносно елементу-критерію рівня 3 «Технологічні фактори»**

Зміна питомих витрат ПЕР	A1	A2	A3	Пм	$3\sqrt{Пм}$	W8		
A1	1,00	0,20	0,14	0,03	0,31	0,07	λ max	3,065
A2	5,00	1,00	0,33	1,67	1,19	0,28	IY	0,032
A3	7,00	3,00	1,00	21,00	2,76	0,65	BY	0,056
	13,00	4,20	1,48		4,25	1,00		
Необхідність модернізації виробництва або будівель та споруд	A1	A2	A3	Пм	$3\sqrt{Пм}$	W9		
A1	1,00	0,11	0,33	0,04	0,33	0,07	λ max	3,080
A2	9,00	1,00	7,00	63,00	3,98	0,79	IY	0,040
A3	3,00	0,14	1,00	0,43	0,75	0,15	BY	0,069
	13,00	1,25	8,33		5,07	1,00		
Технічна складність процесу впровадження	A1	A2	A3	Пм	$3\sqrt{Пм}$	W10		
A1	1,00	0,11	0,20	0,02	0,28	0,06	λ max	3,029
A2	9,00	1,00	3,00	27,00	3,00	0,67	IY	0,015
A3	5,00	0,33	1,00	1,67	1,19	0,27	BY	0,025
	15,00	1,44	4,20		4,47	1,00		

Таблиця 9

**Локальні пріоритети елементів рівня 4
відносно елементу-критерію рівня 3 «Експлуатаційні фактори»**

Відповідність заходу сучасним нормативним вимогам	A1	A2	A3	Пм	$3\sqrt{Пм}$	W11		
A1	1,00	3,00	5,00	15,00	2,47	0,64	λ max	3,039
A2	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	0,26	IY	0,019
A3	0,20	0,33	1,00	0,07	0,41	0,10	BY	0,033
	1,53	4,33	9,00		3,87	1,00		
Екологічність проекту	A1	A2	A3	Пм	$3\sqrt{Пм}$	W12		
A1	1,00	9,00	5,00	45,00	3,56	0,75	λ max	3,029
A2	0,11	1,00	0,33	0,04	0,33	0,07	IY	0,015
A3	0,20	3,00	1,00	0,60	0,84	0,18	BY	0,025
	1,31	13,00	6,33		4,73	1,00		
Необхідність високого кваліфікаційного рівня обслуговуючого персоналу	A1	A2	A3	Пм	$3\sqrt{Пм}$	W13		
A1	1,00	3,00	5,00	15,00	2,47	0,64	λ max	3,039
A2	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	0,26	IY	0,019
A3	0,20	0,33	1,00	0,07	0,41	0,10	BY	0,033
	1,53	4,33	9,00		3,87	1,00		

де IYB – випадковий індекс узгодженості, який визначається залежно від розміру матриці.

В табл. 3–6 розрахуємо та наведемо матриці парних порівнянь, а також проведемо перевірку їх узгодженості.

Далі розрахуємо локальні вектору пріоритетів за кожним елементом матриці 4 рівня та за кожним із факторів з перевіркою їх узгодженості (табл. 7–9).

Розрахуємо вектор пріоритетів альтернатив відносно економічних факторів:

$$\begin{matrix} 0,07 & 0,06 & 0,10 & 0,30 & 0,09 \\ 0,65 & 0,67 & 0,26 \times 0,09 = & 0,42 \\ 0,28 & 0,27 & 0,64 & 0,62 & 0,51 \end{matrix}$$

Розрахуємо вектор пріоритетів альтернатив відносно технічних факторів:

$$\begin{matrix} 0,07 & 0,07 & 0,06 & 0,73 & 0,07 \\ 0,28 & 0,79 & 0,67 \times 0,19 = & 0,41 \\ 0,65 & 0,15 & 0,27 & 0,08 & 0,52 \end{matrix}$$

Розрахуємо вектор пріоритетів альтернатив відносно експлуатаційних факторів:

$$\begin{matrix} 0,64 & 0,75 & 0,64 & 0,10 & 0,72 \\ 0,26 & 0,07 & 0,26 \times 0,70 = & 0,13 \\ 0,10 & 0,18 & 0,10 & 0,20 & 0,15 \end{matrix}$$

Загальний вектор пріоритетів альтернатив розрахуємо таким чином:

$$\begin{matrix} 0,09 & 0,07 & 0,72 & 0,73 & 0,13 \\ 0,41 & 0,41 & 0,13 \times 0,19 = & 0,39 \\ 0,50 & 0,52 & 0,15 & 0,08 & 0,48 \end{matrix}$$

Аналіз значень отриманого вектору показує, що найбільш пріоритетним заходом для ДНВП «Об'єднання Комунар» є створення

служби енергоменеджменту на підприємстві.

Зарубіжний досвід свідчить про те, що значна кількість підприємств має можливість суттєво знизити свої енергетичні витрати шляхом організації системи енергоменеджменту. Енергоменеджмент на підприємстві – це метод управління енергоспоживанням та простий шлях забезпечення енергоефективності підприємства.

Саме тому необхідна зміна наявної організаційної структури на структуру, яка відображає закріплення двох напрямів керівництва, а саме вертикальний напрям – управління функціональними і лінійними підрозділами підприємства, горизонтальний напрям – управління окремими програмами, а саме програмою енергозбереження, за якій призначається служба енергоменеджменту, керівник якої відповідає загалом за інтеграцію усіх видів діяльності та енергоресурсів. Йому в кожному спеціалізованому підрозділі виділяють необхідних співробітників, які підпорядковуються керівнику щодо обмеженого кола питань, пов'язаних тільки з реалізацією прийнятої програми.

Висновки. Використання методу аналізу ієрархій дало змогу прийняти більш ефективне управлінське рішення щодо введення служби енергоменеджменту для зниження енергоемності діяльності підприємства.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямі є розроблення системи мотиваційних заходів для персоналу підприємства, на якому реалізується стратегія енергозбереження, яка б враховувала ієрархічність рівнів цілей енергозбереження. Подальший розвиток певних аспектів мотиваційної системи енергозбереження та енергоефективності на підприємстві приведе до підвищення ефективності його функціонування шляхом зростання зацікавленості персоналу підприємства у реалізації енергозберігаючої стратегії.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження / [Ю.В. Дзяди́кевич, М.В. Буряк, Р.І. Розум] // Інноваційна економіка. – 2011. – № 2. – С. 119–122.
2. Экономическая эффективность энергосбережения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : [учеб. пособ.] / [А.И. Еремкин, Т.И. Королева, Г.В. Данилин и др.]. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 184 с.
3. Подольчак Н.Ю. Методи зниження ризиків енергоресурсів і оцінювання ефективності енергоощадних заходів машинобудівного підприємства / Н.Ю. Подольчак, В.С. Матвіїшин // Науковий вісник НТЛУ України. – 2009. – Вип. 19.10. – С. 283–291.
4. Кучарина Е.А. Инвестиционный анализ / Е.А. Кучарина. – СПб. : Питер, 2006. – 160 с.
5. Майорова Т.В. Інвестиційна діяльність / Т.В. Майорова. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 472 с. – ISBN 978-966-364-883-5.
6. Сердюк Т.В. Організаційно-економічний механізм енергозбереження в промисловості : [моногр.] / Т.В. Сердюк. – Вінниця : Універсум – Вінниця, 2005. – 154 с.
7. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ukrstat.gov.ua>.
8. Наукова та інноваційна діяльність в Україні : статистичний збірник / за ред. І.В. Калачова. – К. : Державна служба статистики України, 2013. – 487 с.
9. Кириленко О.В. Енергозбереження – стратегія розвитку / О.В. Кириленко // Діловий вісник. – 2010. – № 2. – С. 8–11.
10. Energy management systems – Requirements with guidance for use : ISO 50001:2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.iso.org>.
11. Про енергозбереження : Закон України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр>.
12. Чернышева Т.Ю. Иерархическая модель оценки и отбора экспертов / Т.Ю. Чернышева // Доклады ТУСУР. Управления, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 1(19). – Ч. 1. – С. 168–173. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2009-1-1/168-173.pdf>.
13. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.