

## КЛАСИФІКАЦІЯ ТА РАНЖИРУВАННЯ НАПРЯМІВ СТАНДАРТИЗАЦІЇ В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Розроблено універсальну модель комплексної стандартизації для галузей паливно-енергетичного комплексу з використанням міжнародного системного підходу до розглядання технічних енергетичних систем. На її основі для галузі електроенергетики класифіковано напрями стандартизації. За допомогою методу експертних оцінок визначено пріоритетність цих напрямів для подальшої комплексної розробки.

Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) у цілому і кожна його галузь окремо є складними виробничими системами, функціонування яких потребує чималої кількості нормативних документів (НД) різного рівня. Вони мають сприяти максимальній ефективності як галузей ПЕК, так і кожного енергооб'єкта чи енергоустановки, охоплювати всі стадії виробництва і бути взаємозв'язаними та сумісними. Ці завдання дозволяють вирішити програми комплексної стандартизації, під час створення яких необхідно врахувати їх міжгалузевий характер, а також порядок розроблення нових НД і перегляду чинних.

Для розроблення комплексної стандартизації ПЕК на рівні окремої галузі доцільно застосувати системний підхід до розглядання технічних енергетичних систем (СЕТ) згідно зі стандартами ISO серії 13600 [1, 2]. Відповідно до цього підходу кожен галузь ПЕК можна представити як декілька СЕТ, пов'язаних між собою потоками енергопродуктів, а також з іншими галузями і природою допоміжними й іншими матеріалами та послугами, викидами та експлуатаційними впливами [3, 4]. Для опису будь-якої СЕТ використовується елементарна формалізована модель "входу-виходу" [1], яка дозволяє визначити коло питань, що мають охоплюватися з урахуванням технічних, економічних та екологічних аспектів [4, 5].

У даній роботі представлено універсальну модель комплексної стандартизації для галузей ПЕК, розроблену автором на базі елементарної моделі "входу-виходу" з метою визначення завдань стандартизації в цих галузях. Відповідно до універсальної моделі для кожної галузі ПЕК визначено основні питання стандартизації конкретних вимог до: систем вироблення, відновлення, перетворення, транспортування і зберігання енергопродуктів; основних вхідних і вихідних продуктів та послуг, допоміжних та інших вхідних матеріалів і послуг; побічних продуктів та їх вторинного використання або утилізації; викидів та експлуатаційних впливів на довкілля. Крім то-

го, на рівні галузі необхідно мати нормативні документи загального характеру (основні положення, терміни та визначення, організаційно-методичні заходи тощо).

На рис. 1 представлено універсальну модель комплексної стандартизації для будь-якої галузі ПЕК, що включає уніфіковані об'єкти стандартизації відповідно до шести елементарних СЕТ [1] та загальну класифікацію завдань стандартизації за напрямами щодо означених об'єктів. Цю модель можна також використовувати для інших галузей народного господарства.

Розглянемо практичне застосування моделі для комплексної стандартизації в галузі електроенергетики. Структура моделі галузі складається з восьми СЕТ [4], а саме: 1 – підготовка, оброблення та зберігання енергопродуктів для вироблення електроенергії та тепла; 2 – вироблення електроенергії та тепла на теплових і атомних електростанціях; 3 – зберігання та оброблення використаного ядерного палива; 4 – вироблення електроенергії та тепла безпосередньо з природних невичерпних ресурсів на гідроелектростанціях, вітрових і сонячних електростанціях; 5 – магістральні електричні мережі; 6 – розподілення електроенергії; 7 – акумулювання електроенергії (ГАЕС); 8 – розподілення тепла.

Класифікацію завдань стандартизації в електроенергетиці розроблено на основі порівняльного аналізу універсальної моделі комплексної стандартизації та структури моделі галузі електроенергетики відповідно до напрямів стандартизації, вказаних на рис. 1.

Основними напрямами стандартизації в електроенергетиці визначені:

- термінологія щодо підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення і розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива;

- загальні вимоги щодо підготовки, оброблення та зберігання палива на електростанціях;

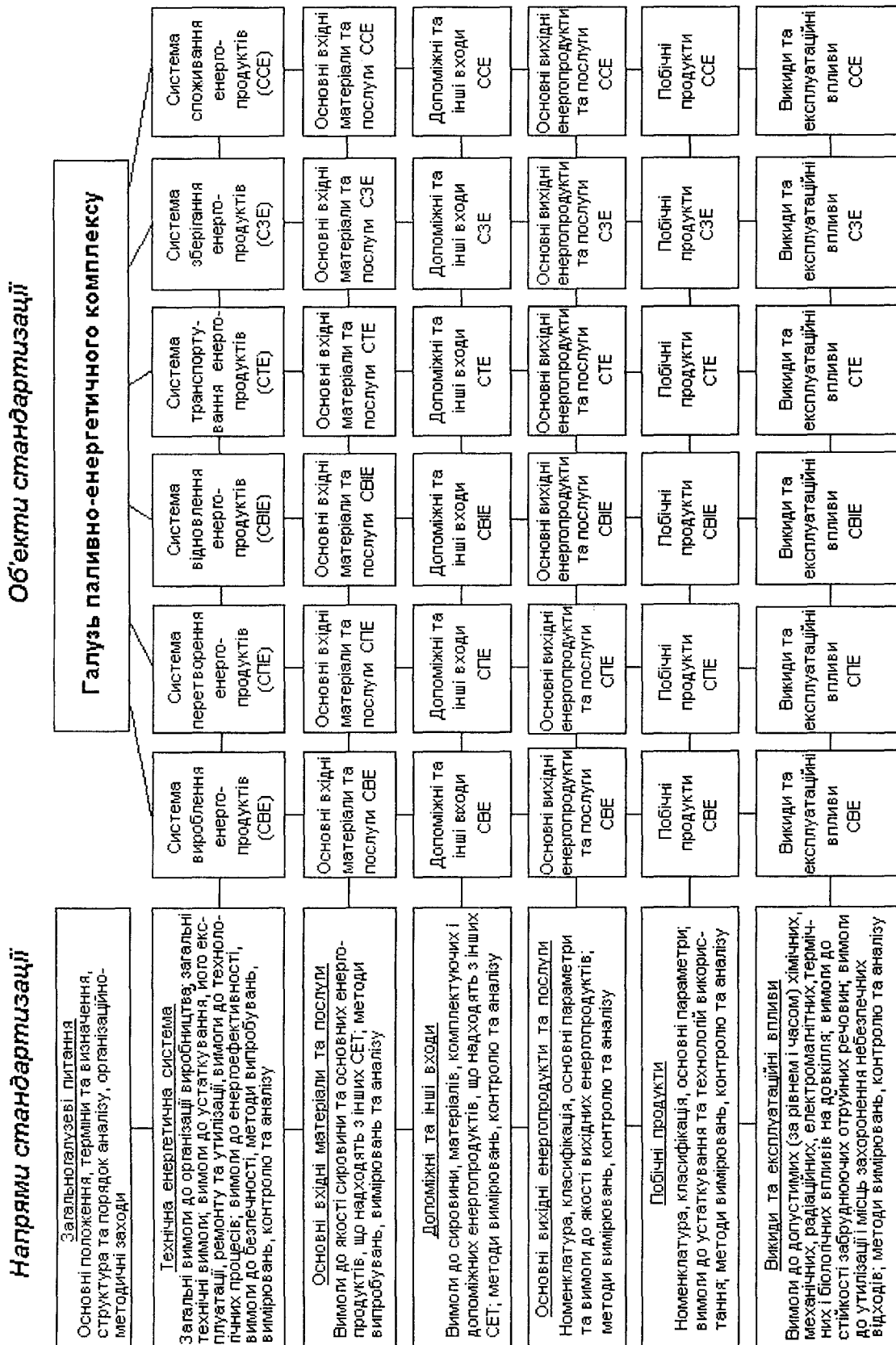


Рис. 1. Модель комплексної стандартизації в галузях ПЕК

— загальні вимоги щодо вироблення електроенергії та тепла;

— загальні вимоги щодо нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії;

— загальні вимоги щодо зберігання та перероблення використаного ядерного палива;

— загальні вимоги щодо розподілення електроенергії та тепла;

— загальні вимоги щодо акумулювання електроенергії;

— загальні вимоги щодо використання побічних продуктів та утилізації відходів підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення електроенергії та тепла; зберігання та перероблення використаного ядерного палива;

— загальні вимоги щодо викидів та експлуатаційних впливів під час підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива;

— вимоги до окремих видів устаткування для підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива;

— вимоги до окремих видів технологій для підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива;

— вимоги до якості електроенергії та тепла;

— вимоги до використовуваних природних ресурсів, матеріалів (крім електроенергії та тепла) і послуг для підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива;

— вимоги до організаційно-методичних заходів щодо підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива.

Комплексна стандартизація в галузі електроенергетики має охопити декілька сот НД. Очевидно, що для створення програми комплексної стандартизації необхідно визначити пріоритетність наведених вище напрямів стандартизації, яка впливає на черговість перегляду наявних та розроблення нових НД і на виділення відповідних коштів. Пріоритетність визначалась за допо-

могою методу експертних оцінок [6] для випадку малих виборок. Для цього було розроблено анкету для опитування, до якої увійшли перелічені напрями стандартизації з метою визначити їх пріоритет за десятибальною системою. В опитуванні брали участь 72 експерти, які є фахівцями науки, виробництва та освіти в галузі енергетики. Склад експертів визначався з виконанням основних умов коректного групового вибору [7] (сформульованого К. Ероу), а саме: з урахуванням рівня компетентності, тобто кваліфікації, досвіду роботи, знання об'єкта дослідження тощо, відсутності "диктаторства" одного експерта та "нав'язаного" співтовариством порядку переваг, наявності можливості вибору експертів, а також фактора кон'юнктурності [8], тобто характеру роботи та зацікавленості експерта.

Дані анкет було проранжировано, після чого було складено матрицю рангів, загальний вид якої наведено у табл. 1, де позначено:  $x_{ij}$  — ранг  $j$ -го напрямку стандартизації в  $i$ -го експерта,  $m$  — кількість напрямів ( $m = 14$ ),  $n$  — кількість експертів ( $n = 72$ ).

Таблиця 1. Матриця рангів

Експерти	Напрями стандартизації							$\sum_{j=1}^m x_{ij}$
	1	2	...	$j$	...	...	$m$	
1	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1j}$	...	...	$x_{1m}$	.
2	$x_{21}$	$x_{22}$	..	$x_{2j}$	...	...	$x_{2m}$	.
.	.	.	...	.	...	...	.	.
$i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{ij}$	...	...	$x_{im}$	.
.	.	.	...	.	...	...	.	.
$n$	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{nj}$	...	...	$x_{nm}$	.

За даними табл. 1 підраховано суми всіх окремих стовпців  $\sum_i x_{ij}$  і рядків  $\sum_j x_{ij}$ . Перевіркою правильності розрахунків є виконання умови:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \quad (1)$$

На підставі цих даних оцінено ступінь узгодженості експертів за допомогою коефіцієнта конкордації. Оскільки в матриці рангів щодо напрямів стандартизації в кожному рядку є однакові значення рангів, то коефіцієнт конкордації обчислено за формулою:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} n^2 (m^3 - m) - n \sum_{i=1}^n T_i}, \quad (2)$$

де  $S$  — сума квадратів відхилень сум окремих рангів за напрямками, отриманих від усіх експертів (стовпців матриці рангів), від їх математичного очікування:

$$S = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^n x_{ij} - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2, \quad (3)$$

$$T_i = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^K (t_k^3 - t_k), \quad (4)$$

де  $K$  — кількість наборів однакових рангів у  $i$ -го експерта,  $t_k$  — кількість елементів у  $k$ -му наборі.

Коефіцієнт конкордації  $W$  лежить у межах від 0 до 1. У разі повного збігу думок фахівців  $W = 1$ , у разі повної незбіжності  $W = 0$ . Якщо коефіцієнт конкордації є близьким до нуля (наприклад,  $W = 0,05-0,10$ ), то склад експертів підбрано невдало. Якщо  $W$  є близьким до одиниці (наприклад,  $W = 0,9-0,95$ ), то, можливо, експертизу проведено формально. В усіх випадках, коли коефіцієнт конкордації близький до нуля або одиниці, процес експертного опитування слід повторити. Значущість відмінності коефіцієнта конкордації від нуля для  $m > 5$  та  $n > 10$  [9] перевірено за  $Z$ -критерієм Фішера [11]:

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{(n-1)W}{1-W}. \quad (5)$$

Якщо величина  $Z$ , що обчислена за формулою (5), більше або дорівнює  $Z_\alpha$ , яка береться з таблиць 1% і 5%-ого рівня значущості в розподілах  $Z$ -критерію Фішера [11], то з вірогідністю  $P \geq 1-\alpha$  (де  $\alpha$  — рівень значущості критерію,  $\alpha = 0,01-0,05$ ) можна стверджувати, що є невипадкова узгодженість експертів. Якщо ж  $Z < Z_\alpha$ , то між експертами немає узгодженості і необхідно провести нове анкетування або виявити групу експертів, у яких узгодженість думок є достатньо високою. Для цього кожен експерт послідовно виключається з сукупності та підраховується коефіцієнт  $W_i$  для експертів, що залишилися. Якщо  $W_i > W$ , то даний експерт вилучається із сукупності.

Для визначення  $Z_\alpha$  ступенів свободи  $\nu_1$  і  $\nu_2$  обчислюють за формулами:

$$\nu_1 = (m-1) - 2/n \quad (6)$$

$$\text{та } \nu_2 = (n-1) \nu_1. \quad (7)$$

Внаслідок використання цієї методики ряд експертів було вилучено з матриці рангів, і остаточно кількість експертів становила  $n = 62$ . Треба зазначити, що попереднє вилучення із загального числа експертів груп експертів за напрямом їх діяльності (наприклад, теоретичні дослідження чи практичне застосування нормативних документів) або кваліфікацією (за наявністю вченого ступеня чи посадою) не вплинуло на результат.

Для остаточно визначеної групи експертів коефіцієнт конкордації  $W = 0,36$ . Розраховано  $Z = 1,77$  і вибрано  $Z_\alpha = 0,27$  для рівня значущості  $\alpha = 0,05$ , та ступенів свободи  $\nu_1 \approx 13$ ,  $\nu_2 = 791$ . У цьому разі  $Z > Z_\alpha$ , тому з вірогідністю  $P \geq 0,95$  можна зробити висновок, що між експертами групи існує невипадкова згода.

Для оцінки відмінності у впливі напрямів стандартизації та істотності їх впливу використано дисперсійний аналіз. Значення рангу  $x_{ij}$  складається з трьох незалежних частин: 1) результату, який належить даному експерту; 2) результату, який належить даному напрямку; 3) залишку, розподіл якого звичайно близький до нормального закону з математичним очікуванням, рівним нулю, і дисперсією, відмінною від нуля. Таким чином, загальну дисперсію напрямів можна розкласти на три незалежні складові [11]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\bar{x}_i - \bar{x}_{ij})^2 + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\bar{x}_j - \bar{x}_{ij})^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{ij})^2, \quad (8)$$

де  $\bar{x}_{ij} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}$  — загальний середній ранг;  $\bar{x}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ij}$  — середній ранг напрямів у  $i$ -го експерта;  $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$  — середній ранг  $j$ -ого напрямку за визначенням усіх експертів.

Оцінювання відмінності у впливі напрямів та істотності здійснено порівнянням дисперсій  $S_1^2$  між напрямками із залишковою дисперсією  $S_{\text{зал}}^2$ , які визначено за формулами:

$$S_1^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\bar{x}_j - \bar{x}_{ij})^2 = \frac{1}{m-1} \left[ n \sum_{j=1}^m (\bar{x}_j)^2 - mn (\bar{x}_{ij})^2 \right], \quad (9)$$

$$S_{\text{зал}}^2 = \frac{1}{(m-1) \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{ij})^2 - \frac{1}{(m-1) \cdot (n-1)} \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij})^2 - m \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i)^2 - n \sum_{j=1}^m (\bar{x}_j)^2 + mn (\bar{x}_{ij})^2 \right] \quad (10)$$

Розрахунки за наведеними формулами дали  $S_1^2 = 343,65$  та  $S_{\text{зал}}^2 = 8,74$ .

Значущість відмінності дисперсій  $S_1^2$  і  $S_{\text{зал}}^2$  перевіряють за  $Z$ -критерієм Фішера [11]:

$$Z = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{S_1^2}{S_{\text{зал}}^2} \right), \quad (11)$$

для числа ступенів свободи:

$$\nu_1 = m-1 \quad (12)$$

$$\nu_2 = (m-1) (n-1). \quad (13)$$

Згідно з розрахунками за формулами (11)-(13)  $Z = 1,84$ ,  $\nu_1 = 13$ ,  $\nu_2 = 793$ . Для цих значень  $\nu_1$  та  $\nu_2$  і  $\alpha = 0,05$  згідно з таблицями [11] знайдено

$Z_\alpha = 0,27$ . Оскільки  $Z > Z_\alpha$ , то з вірогідністю  $P > 0,95$  можна стверджувати, що різниця у значеннях дисперсій значуща, тобто відмінність у впливі напрямів є значущою і вплив вибраних напрямів є істотним.

Для визначення структури впливів напрямів стандартизації на черговість перегляду та розроблення НД і на фінансування цих робіт оцінено істотність відмінності в розподілах напрямів за пріоритетністю. Напрями, що мають неістотну відмінність у розподілах, за ступенем впливу належать до однієї групи.

Оцінку істотності відмінностей в розподілах можна замінити на оцінку відмінності в середніх значеннях рангів, тобто напрями, що мають неістотну відмінність у середніх значеннях рангів, належать до однієї групи і за середнім ступенем впливу не розрізняються. Ранги за кожним із напрямів утворюють випадкові вибірки, кожна з яких має свою середню  $\bar{x}_j$  і середнє квадратичне відхилення  $S_j$ , яке визначається за формулою:

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}, \quad (j = 1, 2, \dots, m). \quad (14)$$

Значущість відмінності середніх значень рангів напрямів перевіряється послідовним порівнянням їх середніх значень за  $t$ -критерієм Стьюдента [12]:

$$t_{\bar{x}_k - \bar{x}_l} = \frac{(\bar{x}_k - \bar{x}_l)}{S_{\bar{x}_k - \bar{x}_l}}, \quad (k, l = 1, 2, \dots, m; k \neq l), \quad (15)$$

$$S_{\bar{x}_k - \bar{x}_l} = \left( S_{\bar{x}_k}^2 + S_{\bar{x}_l}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

де  $S_{\bar{x}_j} = \frac{1}{\sqrt{n}} S_j, \quad (j = 1, 2, \dots, m). \quad (17)$

Число ступенів свободи:  $\nu = 2(n - 1). \quad (18)$

Якщо  $|t_{\bar{x}_k - \bar{x}_l}| < t_\alpha$  узятого з таблиць [13], то для  $\alpha = 0,05$  з вірогідністю  $P \geq 0,95$  можна стверджувати: різниця в значеннях середніх  $\bar{x}_k$  і  $\bar{x}_l$  незначуща, ці напрями за середнім ступенем впливу не розрізняються, отже їх можна віднести до однієї групи.

В разі  $n = 62$  для заданого 5%-ого рівня значущості ( $\alpha = 0,05$ ) та обчисленого за формулою (18)  $\nu = 122$  з таблиць [13] знайдено  $t_\alpha = 1,66$ .

Розрахунки за формулами (15)-(17) та порівняльний аналіз відмінностей середніх значень рангів напрямів дозволили визначити три основні групи напрямів стандартизації, а саме:

- I —  $x_{12}, x_3, x_5, x_6, x_1, x_9$ ; II —  $x_{10}$ ;
- III —  $x_1, x_8, x_2, x_{13}, x_{11}, x_7, x_{14}$ .

У третій групі явно виділяється підгрупа з трьох елементів:  $x_{13}, x_{11}$  та  $x_7$ , для яких відмінності середніх значень не перевищують 0,06. Тобто ці елементи можна вважати рівнозначними. Графічне представлення результатів розрахунків оцінки відмінностей у середніх значеннях рангів для всіх напрямів наведено на рис. 2, оцінку відмінностей для першої групи — на рис. 3, для другої групи — на рис. 4.

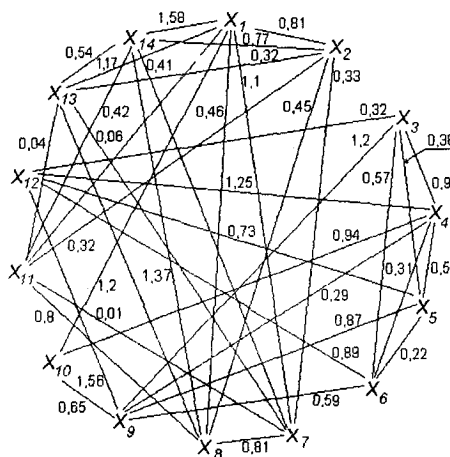


Рис. 2. Відмінності в середніх значеннях рангів для всіх напрямів стандартизації

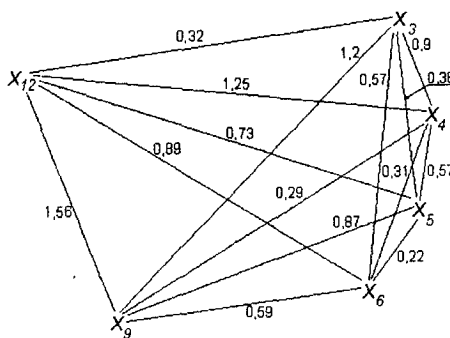


Рис. 3. Відмінності в середніх значеннях рангів для першої групи

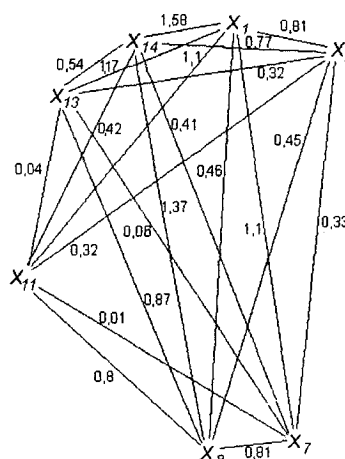


Рис. 4. Відмінності в середніх значеннях рангів для другої групи

Остаточну визначену пріоритетність напрямів стандартизації в галузі електроенергетики наведено в табл. 2.

Результати розрахунків показали, що, за узагальненою думкою експертів, які працюють в різ-

них секторах галузі електроенергетики, розробляють нормативні документи та практично їх застосовують, займають різні посади та представляють різні регіони України, найбільш пріоритетним напрямом стандартизації є встановлення ви-

Таблиця 2. Пріоритетність напрямів стандартизації в галузі електроенергетики, визначена на основі експертних оцінок

Пріоритет	Середнє значення	$x_i$	Напрямок стандартизації
1	9,1	$x_{12}$	Вимоги до якості електроенергії та тепла
2	8,74	$x_3$	Загальні вимоги щодо вироблення електроенергії та тепла
3	8,32	$x_5$	Загальні вимоги щодо зберігання та перероблення використаного ядерного палива
4	8,07	$x_6$	Загальні вимоги щодо розподілення електроенергії та тепла
5	7,69	$x_4$	Загальні вимоги щодо нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії
6	7,36	$x_9$	Загальні вимоги щодо викидів та експлуатаційних впливів під час підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива
7	6,59	$x_{10}$	Вимоги до окремих видів устаткування для підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива
8	4,90	$x_1$	Термінологія щодо підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива
9	4,29	$x_8$	Загальні вимоги щодо використання побічних продуктів та утилізації відходів підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення електроенергії та тепла; зберігання та перероблення використаного ядерного палива
10	3,74	$x_2$	Загальні вимоги щодо підготовки, оброблення та зберігання палива на електростанціях
11	3,37	$x_{13}$	Вимоги до використовуваних природних ресурсів, матеріалів (крім електроенергії та тепла) та послуг для підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії, зберігання та перероблення використаного ядерного палива
12	3,32	$x_{11}$	Вимоги до окремих видів технологій для підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива
13	3,31	$x_7$	Загальні вимоги щодо акумулювання електроенергії
14	2,83	$x_{14}$	Вимоги до організаційно-методичних заходів щодо підготовки, оброблення та зберігання палива; вироблення та розподілення електроенергії та тепла; акумулювання електроенергії; зберігання та перероблення використаного ядерного палива

мог до якості електроенергії та тепла. На другому і третьому місцях, відповідно, загальні вимоги щодо вироблення електроенергії та тепла, а також вимоги щодо зберігання та перероблення використаного ядерного палива. Далі за пріоритетністю йдуть вимоги щодо розподілення електроенергії та тепла, нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії та викидів і експлуатаційних впливів на різних стадіях виробництва. Стандартизація вимог до вхідних сировини, матеріалів

і послуг, окремих видів технологій на різних стадіях виробництва, а також до акумулювання енергії однаково важлива. Найменший пріоритет, на думку фахівців, мають вимоги до організаційно-методичних заходів.

Запропоновану модель може бути використано під час розроблення програм комплексної стандартизації, зокрема, для класифікації завдань стандартизації та визначення їх пріоритетності в будь-якій галузі ПЕК.

1. ISO 13600:1997(E). *Technical energy systems. - Basic concepts.*
2. ISO 13601:1998(E). *Technical energy systems. - Structure for analysis. - Energyware supply and demand sectors.*
3. Стоянова І.І., Соколовська І.С. *Загальні принципи та структура нормативно-технічного забезпечення у сфері систем енергетики // Проблеми загальної енергетики. - 2001. - №4. - С.20-23.*
4. Дубовський С.В., Стоянова І.І., Соколовська І.С. *Нормативно-технічне забезпечення паливно-енергетичного комплексу на міждержавному рівні // Проблеми загальної енергетики. - 2002. - № 6. - С.17-23.*
5. Дубовський С.В., Соколовська І.С., Стоянова І.І. *Перші кроки до Європейського Союзу, або сучасний підхід до стандартизації в паливно-енергетичному комплексі // Електропанорама. - 2002. - №12. - С. 30-33.*
6. Апполонов И.В., Северцев Н.А. *Надёжность невосстанавливаемых систем однократного применения. - М.: Машиностроение, 1977. - 212 с.*
7. Бешелев С.Д., Гуревич Ф.Г. *Математико-статистические методы экспертных оценок. - М.: Статистика, 1980. - 264 с.*
8. Литвак Б.Г., Сизов В.Г. *О факторе конъюнктурности при сравнительной оценке объектов - в кн. Экспертные методы в системных исследованиях. - Сб. тр. - Вып. 4. - М.: ВНИИСИ, 1979. - С.113-116.*
9. Кендэл М. *Ранговые корреляции - М.: Статистика, 1975. - 216 с.*
10. Бешелев С.Д., Карпова Н.В. *Выбор перспективной техники с помощью экспертных оценок. Экономический и математический методы. - Т. VIII. - Вып. I. - 1972. - С. 117-121.*
11. Фишер Р.А. *Статистические методы для исследователей. - М.: Госстатиздат, 1958. - 268 с.*
12. Смирнов Н.В., Большев Л.Н. *Статистические таблицы - М.: Наука, 1965. - 474 с.*
13. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. *Экспертные оценки. - М.: Наука, 1973. - 159 с.*