

УДК 389.14:621.317:006.354

О.М. Величко, С.М. Шевкун, С.Р. Карпенко

ДП “Укрметртестстандарт”, Київ

## ГРУПОВЕ ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ

*Розглянуті результати групового експертного оцінювання стану метрологічного забезпечення вимірювання електричної потужності. При експертному оцінюванні враховувалася оцінена компетентність експертів з метрології. Для оброблення отриманих експертних даних використовувалися універсальні програмні засоби, які дозволяють здійснювати статистичне їх оброблення.*

**Ключові слова:** метрологічне забезпечення, експертна оцінка, експерт, ємність, індуктивність.

### Вступ

Групові експертні оцінювання, які широко застосовуються у різноманітних сферах діяльності, мають на меті отримання відповідей на проблемні питання щодо певної діяльності для знаходження шляхів їх вирішення. Для цього доцільно враховувати думки кваліфікованих експертів, які мають спеціальні навички або знання в конкретній сфері діяльності. Врахування практичної компетентності кожного із залучених до оцінювання експертів з урахуванням їхніх об’єктивних професійних даних дозволяє підвищити достовірність і точність таких експертних оцінок [1 – 3].

За визначенням метрологічним забезпеченням (МЗ) є встановлення та застосування метрологічних норм і правил, а також розроблення, виготовлення та застосування технічних засобів, необхідних для досягнення єдності та потрібної точності певних вимірювань. Важливе достовірне знання реального стану метрологічного забезпечення вимірювання певної фізичної величини. Одним з корисних засобів вирішення зазначеного питання може стати групове експертне оцінювання із залученням до нього експертів з метрології, тобто висококваліфікованих фахівців-метрологів.

### 1. Стан національної еталонної бази

Очолює національну еталонну базу вимірювань електричної потужності Державний еталон одиниць електричної потужності і коефіцієнта потужності (ДЕГУ 08-08-02). Створені та експлуатуються Вторинний еталон одиниці електричної потужності для промислового діапазону частот (ВЕГУ 08-08-01-08) і Вторинний еталон одиниці електричної потужності для розширеного діапазону частот (ВЕГУ 08-08-02-10). Всі зазначені еталони зберігаються в ДП “Укрметртестстандарт” (м. Київ). Передача одиниці потужності відбувається за державною повірочною схемою відповідно до ДСТУ 4116:2002.

Щорічно із застосуванням державного еталону одиниці потужності повіряється і калібрується від 100 до 300 робочих еталонів, а на вторинних еталонах – від 230 до 320 робочих еталонів. Слід зазначити, що повірені робочі еталони одиниці потужності широко використовуються для перевірки найпоширеніших засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) в енергетичній галузі – лічильників активної та реактивної енергії різних класів точності. Зважаючи на це стан МЗ вимірювання електричної потужності в країні має вкрай важливе значення.

Для калібрування ЗВТ електричної потужності важливим питанням є забезпечення метрологічної простежуваності до національних еталонів. Для калібрування ЗВТ електричної потужності ДП “Укрметртестстандарт” має 8 міжнародно визнаних рядків калібрувальних та вимірювальних можливостей (СМС).

Рядки СМС щодо вимірювання електричної потужності отримані ДП “Укрметртестстандарт” за отриманими позитивними результатами міжнародних звірень національних еталонів за проектами Європейської та Азіатсько-Європейської регіональних метрологічних організацій: EURAMET.EM-K5.1 і COOMET.EM-S2) [4, 5].

### 2. Основні результати групового експертного оцінювання

Групове експертне оцінювання МЗ вимірювань електричної потужності проведене за методикою, описаною в [6], із залученням групи з 26 експертів з метрології, компетентність яких була попередньо оцінена. 26 залучених експертів представляли державні підприємства системи технічного регулювання та підприємства енергетичної галузі.

Для оброблення отриманих даних оцінки були використані спеціальний ПЗ “Експертиза KE 1.0” і універсальний ПЗ Microsoft Excel 2010. Вигляд вікон цих ПЗ з результатами оцінки наведений на рис. 1 і 2.

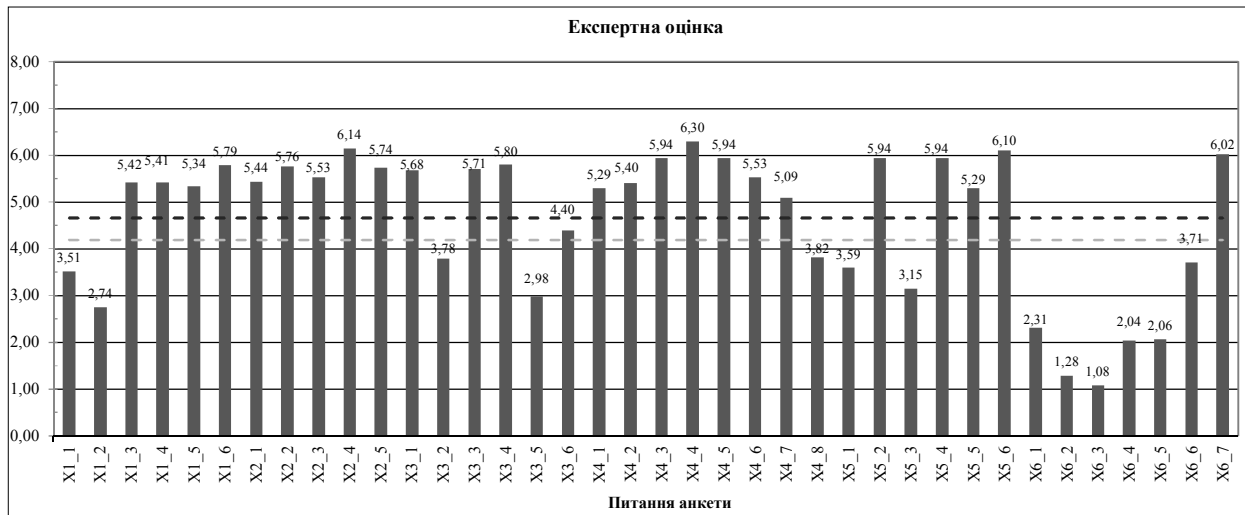


Рис. 1. Оцінені середні бали з використанням ПЗ Microsoft Excel 2010 з урахуванням компетентності експертів

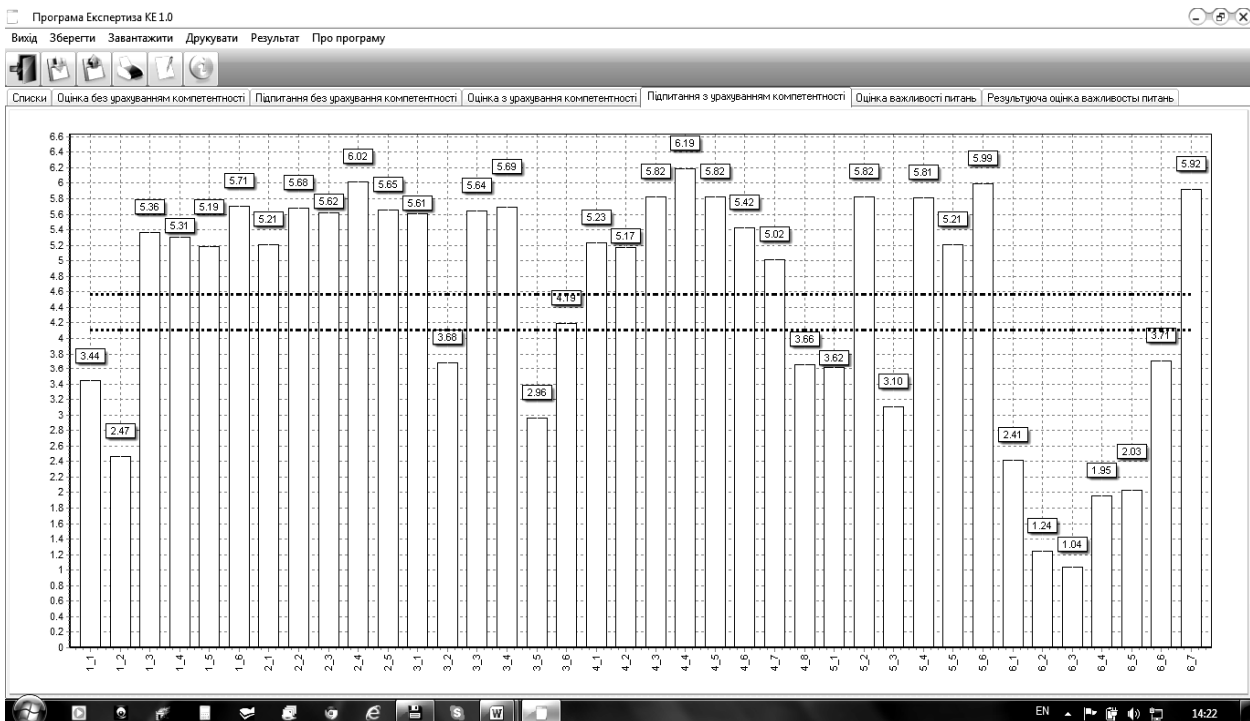


Рис. 2. Оцінені середні бали з використанням ПЗ "Експертиза KE 1.0" з урахуванням компетентності експертів

Оцінка здійснювалась для 6 проблемних питань (X1–X6), які містять 38 підпитань, з урахуванням встановлених бальних оцінок.

На рис. 1 і 2 нанесені опорні значення експертних оцінок у вигляді штрихової лінії. Опорні значення для оцінених середніх балів з використанням ПЗ Microsoft Excel 2010 з урахування компетентності експертів складає 4,70.

Значення використаних коефіцієнтів компетентності  $k_k$  (знаходиться в діапазоні від 0 – мінімальний до 1 – максимальний) для всіх експертів наведені у табл. 1 (вимірювань електричних ємності та індуктивності). Зазначені коефіцієнти отримані із застосуванням методики, описаної в [7].

При проведенні зазначеного анкетування експертам також було запропоновано здійснити власну оцінку своєї компетентності.

Таблиця 1

Значення використаних коефіцієнтів компетентності для всіх експертів

Експерт	01	02	03	04	05	06	07
$k_k$	0,58	0,60	0,88	0,56	0,40	0,86	0,81
Експерт	08	09	10	11	12	13	14
$k_k$	0,57	0,88	0,91	0,81	0,91	0,88	0,84
Експерт	15	16	17	18	19	20	21
$k_k$	0,86	0,65	0,88	0,81	0,86	0,60	0,91
Експерт	22	23	24	25	26	–	–
$k_k$	0,84	0,67	1,00	0,70	0,70	–	–

За отриманими результатами переоцінили свою компетентність у порівнянні з отриманими об'єктивними оцінками 19 експертів з 25 (76 %), в тому числі всі 10 найнекомпетентніших експертів. Загальний аналіз отриманих результатів показав, що найменш важливі для розгляду питання – це питання: X2 (середнє за балами з урахуванням компетентності експертів – 5,72); X4 (5,41); X5 (5,00); X3 (4,73); X1

(4,70), а найбільш важливим є питання X6 (2,64). За результатами аналізу були також оцінені: ступені відхилення оцінених середніх балів від опорного значення без і з урахуванням компетентності експертів із застосуванням ПЗ Microsoft Excel 2010 (рис. 3); середні значення експертних оцінок за питаннями (X1–X6) без/з урахуванням компетентності експертів із застосуванням ПЗ “Експертиза KE 1.0” (рис. 4).

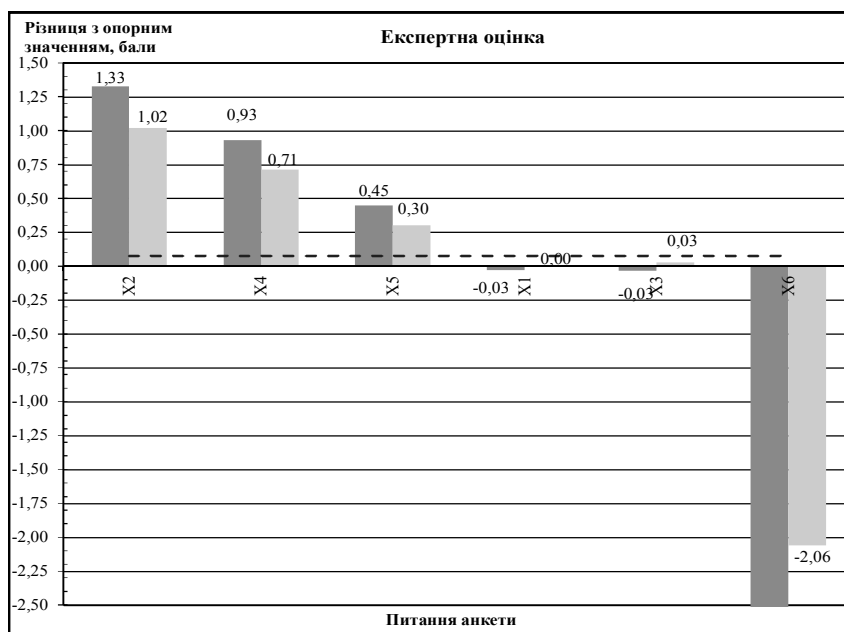


Рис. 3. Гістограма для ступенів відхилення оцінених середніх балів від опорного значення без і з урахуванням компетентності експертів

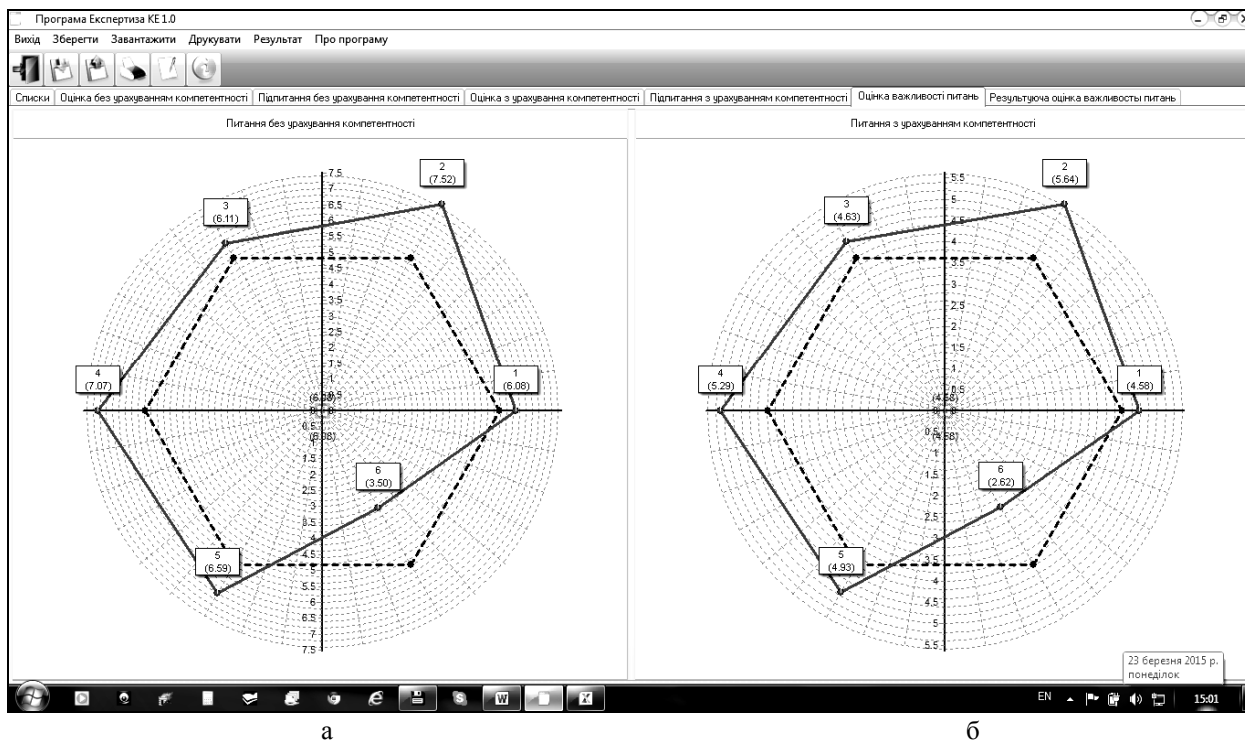


Рис. 4. Пелюсткова діаграма для середніх значень експертних оцінок з урахуванням компетентності експертів (а – без урахування компетентності експертів; б – з урахуванням компетентності експертів)

Аналіз результатів, наведених на рис. 3 та 4, показує, що в усіх випадках 13 підпитань (34 %) є пріоритетними для подальшого детального аналізу з метою прийняття необхідних рішень, а 25 підпитань (66 %) –

ритетними для подальшого детального аналізу з метою прийняття необхідних рішень, а 25 підпитань (66 %) –

не мають першочергового чи взагалі ніякого значення для їхнього подальшого аналізу. Врахування коефіцієнту компетентності експертів ніяк не вплинуло на кінцевий результат оцінки зважаючи на доволі однорідні оцінки експертів за питаннями, що розглядалися.

### 3. Першочергові питання для покращення стану метрологічного забезпечення

За результатами проведеного групового експертного оцінювання з питань МЗ вимірювань електричної потужності для подальшого більш поглибленого вивчення віднесене лише питання щодо метрологічної простежуваності (X6), а інші питання віднесені до таких, що не мають першочергового значення.

За результатами проведеного експертного оцінювання для подальшого вивчення віднесені наступні підпитання (у порядку важливості):

співвідношення між кількістю повірених і відкаліброваних підприємством ЗВТ (X6\_3);  
калібрування робочих еталонів (X6\_2);  
використання методик калібрування ЗВТ (X6\_4);

стан оцінки невизначеності при калібруванні ЗВТ (X6\_5);

перевірка робочих еталонів (X6\_1);  
кількість фахівців, які проводять чи беруть участь у державних випробуваннях (X1\_2);

наявність методик, які потребують розробки чи перегляду (X3\_5);

використання форми протоколів повірки (X5\_3) тощо.

Інші підпитання віднесені до таких, що не мають першочергового значення.

### Висновки

Групове експертне оцінювання із залученням до нього експертів з метрології з певних вимірювань може стати корисним засобом для встановлення

реального стану МЗ. Для оброблення отриманих експертних даних і отримання результатів оцінювання можуть бути використані як універсальне ПЗ, так і спеціальне ПЗ для їх математичної обробки.

За результатами проведеного групового експертного оцінювання загалом можна констатувати в цілому позитивний стан МЗ вимірювань електричної потужності. При цьому, однак, слід відзначити наявність певних проблемних питань щодо калібрування робочих еталонів, методик калібрування і оцінки невизначеності при калібруванні ЗВТ.

### Список літератури

1. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б.Г. Литвак. – М.: Патент, 1996. – 271 с.
2. Павлов А.Н. Методы обработки экспертной информации: учеб.-метод. пособие / А.Н. Павлов, Б.В. Соколов. – СПб.: ГУАП, 2005. – 42 с.
3. Грабовецький Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрями використання / Б.Є. Грабовецький. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.
4. Velychko O. The Results of Supplementary Comparison of 50/60 Hz Power COOMET.EM-S2 / O. Velychko, S. Karpenko, V. Gachok // 10<sup>th</sup> International Congress on Electrical Metrology. Congress Digest. – Buenos Aires, Argentina (September 25–27, 2013). – 4 p.
5. Velychko O. Linking the Results of Key and Supplementary Comparisons of Regional Metrology Organization for Electrical Power / O. Velychko, S. Karpenko // 12<sup>th</sup> International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices. Congress Digest. – Mahdia, Tunisia (March 16–19, 2015). – 4 p.
6. Величко О.М. Методика експертної оцінки з урахуванням компетентності експертів / О.М. Величко, Т.Б. Гордієнко, Л.В. Коломієць // Металургическая и горнорудная промышленность. – 2014. – № 5 (290). – С. 106-111.
7. Величко О.М. Методика оцінки компетентності експертів з урахуванням характеристик невизначеності даних / О.М. Величко, Т.Б. Гордієнко, Л.В. Коломієць // Металургическая и горнорудная промышленность. – 2014. – № 3 (288). – С. 135-137.

Надійшла до редколегії 3.04.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.П. Мачехін, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

### ГРУПОВОЕ ЭКСПЕРТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

О.Н. Величко, С.Н. Шевкун, С.Р. Карпенко

*Рассмотрены результаты группового экспертного оценивания состояния метрологического обеспечения измерения электрической мощности. При экспертном оценивании учтена оцененная компетентность экспертов по метрологии. Для обработки полученных экспертных данных использовался универсальное программное средство, позволяющее осуществлять их статистическую обработку.*

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение, экспертная оценка, эксперт, электричество, мощность.

### GROUP EXPERT EVALUATION OF THE STATE OF THE METROLOGICAL ASSURANCE OF MEASURING OF ELECTRICAL POWER

O.M. Velychko, S.M. Shevkun, S.R. Karpenko

*The results of group expert evaluation of the state of the metrological assurance of measuring of electrical power are considered. At an expert evaluation the appraised competence of metrology experts is taken. For processing of the obtained expert data used universal software allowing to carry out their statistical processing.*

**Keywords:** metrological assurance, expert evaluation, expert, electric, power.