

СТАН ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

© Ванько В.М., Пядик М.О., 2005

Розглянуто стан та проблеми метрологічного забезпечення лічильників електричної енергії, трансформаторів струму та трансформаторів напруги у Львівській області. Проаналізовано проблеми, структуру та заходи для метрологічного забезпечення обліку електроенергії з урахуванням специфіки вимірювань в енергосистемі.

State and problems of the measurement assurance of electric energy meters, current and voltage transformers in Lviv region are considered. Problems, structure and measures, are analyzed for the metrology providing of consideration of electric power taking into account the specific of measuring in a grid.

Вступ

Розвиток технічного та соціально-економічного прогресу тісно пов'язаний з електрифікацією абсолютно всіх сфер матеріального виробництва і індивідуального споживання товарів та послуг. Тому обсяги виробництва та використання електроенергії (ЕЕ) є одним з найважливіших показників, що характеризують якісний і кількісний рівні розвитку передових та перспективних технологій. Поряд з цим, на сучасному етапі виробнича і техніко-економічна ефективність діяльності різного виду підприємств визначається рівнем витратності енергоносіїв, контроль споживання яких є актуальною проблемою. Точне і правильне вимірювання та облік продукування і використання ЕЕ дає змогу оптимізувати технологічні процеси та реально забезпечувати збереження енергоресурсів.

Відповідно до нормативно-технічних документів [1, 2] одним з основних завдань системи метрологічного забезпечення в галузі обліку ЕЕ є метрологічне підтвердження придатності до застосування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ): однофазних і трифазних лічильників електричної енергії (ЛЕЕ), масштабувальних пристроїв – трансформаторів струму (ТС) та напруги (ТН); тарифікаторів ЕЕ, а також автоматизованих систем обліку ЕЕ.

Стан і особливості структури системи забезпечення електроенергією

У Львівській області основними енергопостачальними організаціями є Західна електроенергетична система (ЗЕС) ДП НЕК “Укренерго” та ВАТ “Львівобленерго”, на балансі яких перебуває близько 80 % ЗВТ, за допомогою яких здійснюється облік ЕЕ. ЗЕС забезпечує функціонування енергосистеми Західного регіону України і є складовою частиною об'єднаної енергосистеми України. ЗЕС здійснює передавання електроенергії мережею 220 кВ і вище від електростанцій генерувальних компаній (Бурштинська ТЕС, Добротвірська ТЕС, Рівненська АЕС) до членів гуртового ринку електроенергії. У своєму складі ЗЕС має структурні підрозділи – магістральні електричні мережі (МЕМ) — Львівські, Стрийські, Волинські, Рівненські, Івано-Франківські, Закарпатські та Західно-Українську підстанцію 750 кВ (21 підстанція 220 кВ та вище).

Крім того, фахівці ЗЕС обслуговують ЗВТ, які застосовуються під час комерційного обліку електроенергії на 7 підстанціях, від яких відходять міждержавні лінії електропередач від зони ЗЕС.

Наведена структура ЗЕС через систему електричних мереж забезпечує надання ЕЕ для потреб виробничого та побутового секторів Львівської області, де також встановлено чимало ЗВТ обліку ЕЕ. За даними ВАТ “Львівобленерго” нині загалом у Львівській області експлуатується приблизно 800 тис. ЛЕ-1 та 67 тис. ЛЕ-3. Здебільшого це індукційні однофазні ЛЕЕ класу точності 2,5 та трифазні ЛЕЕ класу точності 2,0.

Поряд з цим, в промисловості, враховуючи специфіку цих електричних мереж, для забезпечення обліку ЕЕ разом з ЛЕЕ використовують високовольтні ТС і ТН. За інформацією, поданою підприємствами та організаціями, у Львівській області нині експлуатується близько 12000 одиниць вимірювальних високовольтних ТС та 2000 одиниць вимірювальних високовольтних ТН. За статистикою ВАТ “Львівобленерго” в області ці масштабувальні пристрої працюють у таких режимах: приблизно 98 % ТС в діапазоні ≤ 3000 А і приблизно 78 % ТН до рівня напруги 35 кВ.

Надійне і ефективне функціонування ЗЕС значною мірою залежить від достовірності виміральної інформації, яка отримується від наведених засобів вимірювання, перетворення та обліку ЕЕ.

Проблеми, структура та заходи для метрологічного забезпечення обліку електроенергії

Відповідно до [2, 3] структуру метрологічного забезпечення перерахованої апаратури, призначеної для обліку і вимірювання основних показників якості (ПЯ) ЕЕ, можна зобразити у вигляді, показаному на рисунку. Завдяки такому розподілу основних завдань метрологічного забезпечення здійсимо аналіз його становища і проблем в кожній групі.

Одним з показових є комплекс організаційних і контрольних заходів, які покликані з’ясувати функціональне положення приладів обліку ЕЕ. Відповідними підрозділами Львівського регіонального Державного центру стандартизації, метрології та сертифікації (ЛьвРДЦСМС) здійснено інспекційні перевірки у ВАТ “Львівобленерго”, на підставі чого встановлено, що у побутових споживачів в експлуатації знаходиться приблизно 50 % ЛЕЕ класу точності 2,5. Значна їх кількість належить до приладів з тривалими термінами служби, а деякі знаходяться на межі придатності до експлуатації.

У II півріччі 2004 року ЛьвРДЦСМС здійснив перевірку метрологічної діяльності у сфері забезпечення єдності вимірювань під час обліку електричної енергії у Львівському високовольтному районі електричних мереж (Північна зона, до складу якої входить 13 районів електричних мереж (РЕМ)).

На балансі згаданих підприємств та в їх експлуатації перебувають:

- однофазні ЛЕЕ — 300777 од.;
- трифазні ЛЕЕ — 48823 од.;
- ТС високовольтних — 5490 од.;
- ТН високовольтних — 540 од.

Встановлено, що більшість з них, причому як ЛЕЕ, так і ТС, ТН – це прилади з класом точності 1,0...2,5, які належать до морально застарілих конструктивних вирішень. Необхідно відзначити, що поряд з перевіркою працездатності і метрологічних характеристик ЛЕЕ контролюється також дотримання метрологічної дисципліни відомчих служб.

Отже, одним з найважливіших заходів щодо покращання обліку ЕЕ є заміна недосконалого обладнання (ЛЕЕ, ТС і ТН – рис. 1) на більш модернове, з покращаними метрологічними та технічними характеристиками. ВАТ “Львівобленерго”, починаючи з 2001 р., закуповує і виготовляє ЛЕЕ з метою їх поступової ротації, причому встановлюються точніші ЛЕЕ, тобто замість класу точності 2,5 використовують прилади класів точності 2,0 та 1,0, обсяг встановлення яких становить приблизно 1,5 тис. на місяць.

Завдяки розвитку сучасної мікроелектронної техніки провідними фірмами за кордоном реалізовано нові можливості в забезпеченні додаткових функціональних і сервісних функцій, важливих для економічного управління ЕЕ. Одночасно розроблено ЛЕЕ універсального застосування високих класів точності – 0,2...1,0. Застосування таких ЛЕЕ дає змогу істотно зменшити рівень втрат ЕЕ як у побутових, так і в промислових електроприймачів. Крім того, особливо

великий ефект дало використання таких приладів обліку надвеликих обсягів ЕЕ на високовольтних підстанціях, що здійснюють її транспортування на великі відстані. Слід відзначити, що сприятливими чинниками для застосування прецизійних ЛЕЕ є зменшена варіація навантаження в лініях передавання, приблизно ідеальні кутові співвідношення між напругами і струмами (значення коефіцієнта потужності близьке до одиниці) та порівняно низький рівень гармонічних спотворень.

Паралельно здійснюються роботи з встановлення автоматизованих систем контролю обліку ЕЕ (АСКОЕ), які дають змогу, крім вимірювальних завдань, виконувати певне опрацювання зібраної інформації (див. рисунок). На 17 підприємствах ВАТ “Львівобленерго” встановлено та функціонує АСКОЕ та інтегрована система обліку споживання енергоресурсів SMART IMS, яка дає змогу вести розрахунок за спожиту електроенергію ВАТ “ЛОЕ” за показами сукупності ЛЕЕ.

Не менш важливою для метрологічного забезпечення є методологія перевірки ЛЕЕ та масштабувальних пристроїв (див. рисунок), що поєднує питання не лише їх перевірки, але й узгодження і нормування особливостей їх застосування. Також необхідно відзначити, що спостерігається певне відставання в питаннях розробки групи нормативних документів, а саме: методик виконання вимірювань потужностей і енергій у трифазних енергетичних колах (також і у вторинних колах вимірювальних ТН та ТС) та власне перевірки вимірювань у вторинних колах вимірювальних ТС і ТН.

Варто звернути увагу і на неузгодженість між вимогами стандартів на ЛЕЕ [4, 5] та ТС і ТН [6, 7]. Для цих приладів з однаковим класом точності встановлено різні значення допустимих похибок – якщо стосовно ЛЕЕ вимагається дотримання одного і того самого значення похибки за умов зміни вхідного струму навіть до 1/20 від номінального значення, то для ТС за тих самих умов допускається чотирикратне збільшення похибки коефіцієнта трансформації.

Крім того, за даними [8] для забезпечення якості ЛЕЕ на предмет гарантування часової стабільності класів точності 0,2 і 0,5 необхідно виконувати для них частіші періодичні перевірки, ніж для ЛЕЕ класів точності 1,0 і 2,0.

Стосовно методик перевірки масштабувальних пристроїв, то можна вказати на наявність лише [9] для вимірювальних ТС.

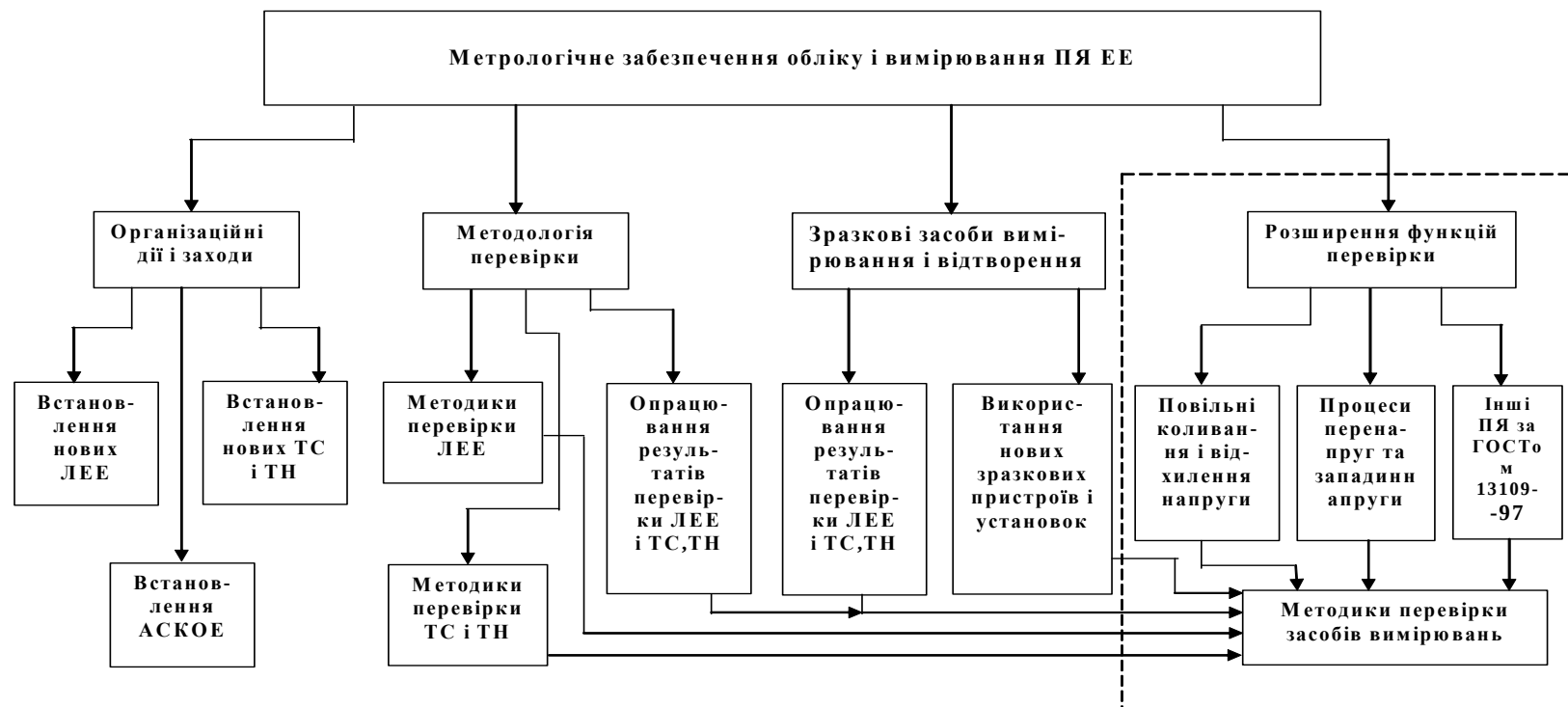
З урахуванням досягнень провідних закордонних фірм-продуцентів ЛЕЕ варто враховувати їх специфіку проектування, що полягає в накопиченні інформації про споживання ЕЕ протягом великих часових проміжків – до півроку. Тому одним з можливих способів підвищення точності обліку і вимірювань за допомогою таких ЛЕЕ є опрацювання отриманої інформації за відомими методами математичної статистики [10, 11, 12, 13].

Для забезпечення принципів єдності вимірювань та передавання точності від прецизійних засобів до робочих важливу роль відіграють зразкові пристрої і установки, за допомогою яких здійснюють перевірку приладів обліку ЕЕ [14, 15]. На жаль, на цьому етапі вітчизняною індустрією практично не випускаються зразкові засоби обліку і вимірювання ПЯ ЕЕ.

ЛьВДЦМС експлуатує робочі еталони першого та другого розрядів фірми “Landis & Gir” типу TVH 1.3, TVH 4.322 та фірми “GANS” ЕНФ – 31, ЕНФ – 3 з трансформаторами струму та джерелами, трифазний лічильник-ватметр першого розряду типу PRS-1.3 німецької фірми МТЕ ЕМН (метрологічні характеристики – див. таблицю). А також ЛьВДЦМС у ЗЕС організовано та атестовано робоче місце для перевірки електронних ЛЕЕ класів точності 0,2 – 1,0 за методом еталонного лічильника, яка здійснюється на нових зразкових установках. В 2003 році застарілі стенди, що використовувалися для регулювання та перевірки однофазних ЛЕЕ, замінено на сучасні автоматизовані установки “Elektra-1000”, придбані в кількості 8 одиниць, а для трифазних ЛЕЕ – зразкові установки “Elektra-600”. Як робочі еталони ці установки укомплектовані зразковими лічильниками-ватметрами, що атестовані за першим та другим розрядами.

Не менш важливою проблемою для метрологічного забезпечення обліку ЕЕ є перевірка високовольтних ТС та ТН, що експлуатуються на підстанціях ЗЕС.

Для того, щоби виконувати метрологічну перевірку ТС та ТН на місці експлуатації без їх демонтажу ЛьВДЦМС у 2002 році придбав пересувні перевірювальні установки для перевірки ТС УПТТ-3000Э та ТН – УПТН-10Э, УПТН-35Э. На цих установках за період 2002 – 2004 років було перевірено більше за 6,0 тис. од. ТС та ТН, зокрема 1032 од. високовольтних ТС, 314 од. високовольтних ТН.



Структура метрологічного забезпечення обліку та вимірювання ПЯ ЕЕ

Метрологічні характеристики зразкових засобів обліку електроенергії

№ з/п	Назва, тип засобу	Метрологічні характеристики
1	Зразковий тарифний лічильник змінного струму фірми "Landis & Gir" типу TVH 1.3	$I_{\text{ном}} = 1\text{A};$ $U_{\text{ном}} = 100\text{В};$ кл. 0,05
2	Зразковий трифазний лічильник змінного струму фірми "Landis & Gir" типу TVH 4.322	$I_{\text{ном}}=1; 2; 5; 10; 20; 50\text{ A}$ $U_{\text{ном}}=(70-560)\text{В}$ кл.0,2
3	Зразковий трифазний лічильник змінного струму фірми "GANS" типу ENF-31	$I_{\text{ном}}=5\text{A}; U_{\text{ном}}=240-(54-264)\text{В};$ кл.0,2
4	Зразковий трифазний лічильник змінного струму фірми "GANS" типу ENF-31	$I_{\text{ном}}=5\text{A}; U_{\text{ном}}=240(54-264)\text{В};$ кл 0,2
5	Зразковий трансформатор струму фірми "Landis & Gir" типу TAL 2.3	$I_{1\text{н}}=0,5; 1; 5; 10\text{ A}; I_{2\text{н}}=1\text{A};$ кл 0,01
6	Зразкове джерело струму фірми "Landis & Gir" типу TVT 5.6	$U=(85-550)\text{ В}; I=1; 2; 5; 10\text{ A}; \phi=$ $=-30-+120^\circ$

Оскільки зразкові пристрої і установки є багатофункціональними засобами, причому вони дають змогу імітувати і вимірювати змінну напругу промислової частоти, то з їхньою допомогою можна також здійснювати метрологічне забезпечення вимірювань ПЯ ЕЕ (рис. 1). Враховуючи вимоги [16] та класифікацію ПЯ ЕЕ згідно з [17], деяку інформацію з методик перевірки ЛЕЕ, ТС і ТН, а також стосовно опрацювання результатів їх перевірки у поєднанні із цими зразковими засобами можна застосувати для метрологічного забезпечення повільних коливань і відхилень ефективних значень змінної напруги та вимірювань параметрів процесів перенапруги і западини напруги в мережі. Актуальність контролю за появою і проходженням перерахованих явищ пояснюється потребами виявлення причин їх появи та уникнення через істотний вплив на роботу та справність різноманітного електротехнічного і електронного обладнання.

Однак варто відзначити, що все ж є нагальна необхідність у розробленні спеціального комплексу нормативних документів, які б регламентували методики перевірки засобів вимірювань параметрів зазначених явищ погіршення якості ЕЕ. Крім того, завдяки вдосконаленню схем, властивостей і покращанню метрологічних характеристик зразкових засобів можливий подальший розвиток зображеної на рисунку структури метрологічного забезпечення вимірювання ПЯ ЕЕ, а саме – перевірки інших груп показників згідно з [16, 17].

Висновки

Попри різне ставлення підприємств та організацій до проблем, пов'язаних із енергоносіями, слід відзначити, що до належного обліку ЕЕ необхідно ставитися з належною увагою. Адже власне питання достовірного обліку ЕЕ під час її виробництва, передавання та споживання набуло особливо важливого значення ще у період переходу України на ринкові відносини, а нині воно є підкреслено актуальним, оскільки дає змогу ефективно і ощадно використовувати енергоресурси. Незважаючи на те, що засобами для обліку ЕЕ оснащені всі споживачі і енергопостачальні організації, вони так чи інакше потребують постійного удосконалення. Тому цілком виправданою сьогодні є, як уже згадувалося, поступова заміна приладів обліку ЕЕ сучаснішими, що стимулює також відповідну зміну їх метрологічного забезпечення. Поряд з цим, можна стверджувати, що вельми актуальним завданням є розробка великої групи нормативних документів стосовно методології перевірки ЗВТ ПЯ ЕЕ. Багато львівських підприємств значно сприяють роботі у цьому напрямі, вживають всіх необхідних заходів, що належать до їх компетенції. Своєю чергою, ЛьвРДЦСМС як територіальний орган Держспоживстандарту України у Львівській області постійно працює над удосконаленням питань повірки ЗВТ, їх заміни, а відтак всіляко сприяє достовірному обліку електроенергії.

1. Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність". 2. ДСТУ 3921.1-1999. Вимоги до забезпечення якості засобів вимірювальної техніки. Частина 1. Система метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки. 3. ДСТУ 2682-94. Метрологічне забезпечення. Основні

положення. 4. ГОСТ 30206-94. Статические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 0.2 и 0.5). 5. ГОСТ 30207-94. Статические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 1 и 2). 6. ГОСТ 1983-89. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия. 7. ГОСТ 7746-89. Трансформаторы тока. Общие технические условия. 8. IEC 687. Видання 1980. Лічильники активної енергії статичні. Метрологічні технічні умови на класи точності 0.2S і 0.5S. 9. ГОСТ 8.217-76. Трансформаторы тока. Методы и средства поверки. 10. Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. – Львів, 2000. 11. Новицький П.В., Зограф І.А. Оцінка похибок результатів вимірювань. 2-е вид., перероб. і доп. – Л., 1991. 12. ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. 13. ГОСТ 8.381-80. Эталоны. Способы выражения погрешностей. 14. ДСТУ 2708-99. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. 15. РМУ 001-2000. Технічне завдання на проведення державного метрологічного нагляду за забезпеченням єдності вимірювань при обліку електричної енергії. 16. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. 17. Ванько В.М., Столярчук П.Г. Проблеми контролю якості електроенергії в електричних мережах // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2001. Вип. 58. – С. 47–56.

УДК 539.1.08

О.М. Лопчак

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматики і телемеханіки

КОРЕКЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ДЕТЕКТОРІВ ІОНІЗУВАЛЬНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

© Лопчак О.М., 2005

Описано дозиметричний прилад з корекцією енергетичної характеристики напівпровідникових детекторів іонізуювальних випромінювань.

The dosimeter device with ionizing radiation semiconductor detectors' energy characteristics correction is consider.

У дозиметрії γ -випромінювання широко використовують напівпровідникові детектори. При вимірюванні потужності експозиційної дози та експозиційної дози за допомогою детекторів цього типу необхідно здійснювати корекцію їх енергетичної характеристики. Це пов'язано з тим, що чутливість напівпровідникових детекторів в діапазоні енергій квантів 0,06 – 3 MeV змінюється в десятки разів, що зумовлено, здебільшого, зміною ефективності реєстрації детектора. Здебільшого із збільшенням енергії іонізуювальних частинок ефективність їх реєстрації зменшується. Ця зміна може бути зменшена за допомогою складних фізичних фільтрів. Понижується чутливість детекторів, що не завжди бажано. Крім того, фізичні фільтри не дають змоги скоригувати енергетичну характеристику напівпровідникових детекторів достатньою мірою для досягнення потрібної точності [1].

У статті розглянута можливість апаратної корекції енергетичної характеристики напівпровідникових детекторів із використанням АЦП та перетворювача кодів на базі ПЗП.

В загальному випадку вихідна енергетична характеристика детектора іонізуювального випромінювання $f(E)$ має нелінійний характер і є індивідуальною для кожного типу детекторів. Щоб скоригувати цю характеристику, необхідно функцію $f(E)$ помножити на функцію