

В.С. Колісник, магістр, ORCID 0000-0002-2418-7450
В.В. Кучанський, канд. техн. наук, ORCID 0000-0002-8648-7942
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ (АСОЕ)

Матеріали статті представляють собою огляд сучасних технологій автоматичних обліків електричної енергії в об'єднаній енергосистемі України. В статті розглянуто структуру локального рівня обліку електричної енергії НЕК «УКРЕНЕРГО» - найважливішу і найбільш численну компоненту АСОЕ, від роботи якої багато в чому залежить надійність функціонування всієї системи в цілому. На всіх ПС НЕК «Укренаерго» АСОЕ локального рівня побудовані за єдиною типовою схемою. Наведено основні апарати, що застосовуються для реалізації обліку електричної енергії. Наведені короткі відомості про встановлені на серверах операційні системи (ОС) і застосовувані системи управління базами даних (СУБД). Використання в структурі АСОЕ локального рівня сервера обумовлено тим, що на момент виконання робіт по створенню АСОЕ і по теперішній час мережа передачі даних від ПС до АСОЕ регіонального рівня не в повній мірі відповідає вимогам по швидкості передачі даних і надійності. Проаналізовано, що крім обсягів споживання АСОЕ виконує функцію контролю показників якості електричної енергії та вплив якості на втрати потужності. Проаналізовано точність наявних лічильників, та вплив точності вимірів на економічний ефект, що отримується від впровадження технології. Освітлено алгоритм роботи кластерної системи. Проведено огляд основних проблем впровадження каналів зв'язку, вибору апаратів, модернізації вже існуючих систем. Показано переваги та недоліки які дають системи обліку на основі технології "Fault tolerant". Також стаття охоплює різні типи систем збору даних (СЗД), як сучасні, так і застарілі, які застосовуються на сьогоднішній день в об'єднаній енергосистемі України та які планують впроваджувати в майбутньому. Результати дослідження показали, що модернізація та підвищення надійності нових систем автоматичного обліку електричної енергії є важливим для ОЕС України. Також показано ряд дій для покращення надійності та безвідмовної роботи для АСОЕ в цілому.

Ключові слова: автоматизована система обліку електричної енергії, автоматизована система комерційного обліку електричної енергії, надійність, канал зв'язку, інформаційний протокол, обмін даними, модернізація, точність, економічні показники.

Вступ

Сьогодні в Україні діє потужний високорозвинений електроенергетичний комплекс з повним технологічним циклом, основою якого є Об'єднана енергетична система (ОЕС) України.

Найважливішим ланкою системи виробництва і передачі електричної енергії є державне підприємство Національна енергетична компанія «Укренаерго», яка за допомогою магістральних електричних мереж і підстанцій напругою 220 – 750 кВ об'єднує енергогенеруючі та енергопостачальні компанії, взаємодіє з міждержавними лініями електропередачі з енергосистемами сусідніх країн, забезпечуючи паралельну роботу суміжних енергосистем, а також експорт і импорт електроенергії. ОЕС України працює паралельно з енергосистемами Росії, Білорусі та Молдови. Енергоблоки «Бурштинського острова» працюють паралельно з Європейською енергосистемою (ENTSO-E) – з Польщею, Словаччиною, Угорщиною та Румунією.

До складу НЕК «Укренаерго» входять вісім електроенергетичних систем (ЕЕС), три окремі структурні одиниці – «Головний інформаційно обчислювальний центр», підприємства «Вінницяелектротехнологія» і «Юженергопром», а також окремий підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики». На балансі НЕК «Укренаерго» знаходяться 22,93 тис. км магістральних і міждержавних ЛЕП напругою 35 - 800 кВ і 133 підстанції (ПС) напругою 220 - 750 кВ. Встановлена потужність автотрансформаторів і силових трансформаторів на ПС НЕК «Укренаерго» складає 78198 МВА.

Масове впровадження АСКОЕ та АСОЕ почалось на основі розроблених і затверджених в різних інстанціях (ОРЕ, НКРЕ, Держспоживстандарт, НЕК «Укренаерго») директивних документів. Основна ціль створеної документації – це реалізація впорядкованої і регламентованої побудови АСКОЕ та АСОЕ [1,2,3]. АСОЕ НЕК «Укренаерго» знаходиться в промисловій експлуатації з серпня 2009 р. Основні роботи з його створення було закінчено в 2008 р. Частина АСОЕ локального рівня була введена в роботу в кінці 2005 р. Роботи з технічного обслуговування виконуються за договорами з розробниками АСОЕ локальних і регіональних рівнів.

© В.С. Колісник, В.В. Кучанський, 2020

У складі системи обліку електричної енергії, за допомогою якої визначається відпуск електроенергії енергопостачальним компаніям, а також ведеться облік міждержавних перетікань електроенергії, сьогодні експлуатуються понад 7400 трансформаторів струму і 3030 трансформаторів напруги 6 – 750 кВ. На 4189 точках обліку (ТО) встановлені 5220 приладів обліку електроенергії класу точності 1.0, 0,5S і 0,2S, в тому числі:

- 1574 точки комерційного обліку, на яких встановлені тисячу дев'яност сорок шість приладів обліку;
- 2615 точок технічного обліку, на яких встановлені 3274 приладу обліку.

Базовим приладом обліку в «НЕК» Укренерго» є лічильник SL7000 виробництва компанії Actaris. Всього встановлено 4509 таких приладів (86% від загальної кількості). Крім цього, використовуються прилади обліку компаній Landis+Gyr (ZMB і ZMD), ABB VEI Metronica (EuroAlpha), «Елвін» і «Телекарт».

Досвід експлуатації приладів обліку компанії «Телекарт» («Енергія-9») в складі АСКОЕ НЕК «Укренерго» виявив ряд недоліків в частині протоколу обміну даними. Тому планується в подальшому не використовувати даний тип приладів обліку в точках комерційного обліку як розрахункові.

Сьогодні НЕК «Укренерго» має розрахункові точки обліку електроенергії з 53 суб'єктами Оптового ринку електричної енергії (ОРЕ) України та 7 системними операторами суміжних держав, в тому числі з 40 енергопостачальними компаніями, включаючи облenergo, залізні дороги і інших постачальників електроенергії, а також з 13 енергогенеруючими компаніями, в т.ч. 8 тепловими (14 ТЕС і 4 ТЕС); НАЕК «Енергоатом» (4 АЕС); ПАТ «Укргідроенерго» (5 ГЕС і 1 ГАЕС) і 3 СЕС.

Мета та завдання дослідження

Виявити, в яких ланках АСОЕ існує проблема надійності при експлуатації та показати сучасні, дієві методи для підвищення надійності роботи АСОЕ.

Матеріал та результати дослідження

Досвід експлуатації системи показав, що найбільшу кількість відмов у роботі фіксується в обладнанні АСОЕ локального рівня і каналах зв'язку між ЕС та ПС. Це пов'язано з наступними причинами:

- відсутність резервного обладнання (за винятком лічильників електроенергії) в складі АСОЕ;
- вплив електромагнітних полів на високовольтних ПС;
- наявність перенапруги в електромережі при виконанні комутацій і коротких замикань на ПЛ;
- підвищений температурний режим роботи обладнання в літній період (на деяких ПС обладнання працює в гранично допустимому температурному режимі);

• значна «віддаленість» ПС від кваліфікованого персоналу, який може виконати ремонт або усунути несправність. Нерідко персонал на ПС не володіє потрібною кваліфікацією і не може самостійно виконувати ремонт, а виклик персоналу, який виконує ТО за договором, і його приїзд на ПС займають досить багато часу;

• практично відсутні резервні канали зв'язку, а при їх наявності, як правило, основний і резервний канали розташовані в одній комунікаційній магістралі. Тобто якщо відмовляє обладнання основного каналу зв'язку, то, як правило, не працює і резервний канал.

На рис. 1 наведені компоненти АСОЕ локального рівня по абсолютній кількості відмов. Як видно з рис. 1, найбільшу кількість відмов фіксується по обладнанню мультипортових серверів (NPort). В АСОЕ локального рівня застосовуються пристрої NPort двох виробників: фірми «Муха» і НПФ «Крон Лтд». Головною причиною виходу з ладу NPort є несправності в блоці живлення. Швидше за все, це пов'язано з їх конструктивним виконанням (імпульсна схема блоку живлення), а також умовами роботи – електромагнітними полями, перенапруженням в електромережі і важким температурним режимом роботи в літній час. Відмова NPort є досить серйозною проблемою, так як втрачається зв'язок з усіма лічильниками, які до нього підключені. В даний час заміна NPort на ПС вимагає мінімального часу (не більше 30 хв), не рахуючи часу на проїзд до ПС і допуску до роботи персоналу, і не вимагає високої кваліфікації. Всі основні налаштування NPort виконуються дистанційно з АСКОЕ регіонального рівня.

Друге місце за ступенем відмов займають сервери АСОЕ локального рівня. Ремонт і заміна серверів – досить трудомісткий і дорогий процес, який займає тривалий час і вимагає наявності висококваліфікованого персоналу. Як правило, до заміни або ремонту серверів залучається персонал розробника АСОЕ. Дуже рідко спостерігаються відмови в роботі комунікаційного обладнання локальної мережі ПС.

Окремо слід зупинитися на відмовах приладів обліку. Як правило, самі прилади виходять з ладу вкрай рідко і досить надійні в роботі. В даному випадку мова йде про відмови в роботі комунікаційних портів. Відповідно до типової схеми побудови допускається підключати до одного порту мультипортових сервера не більше чотирьох приладів обліку. При такій побудові відзначені випадки, коли при виході з ладу комунікаційного порту блокувалось опитування всього ланцюга, тобто не виконувалось опитування всіх 4 приладів обліку. Тому сьогодні прийнято рішення про підключення лічильників по одному на порт.

Також відзначимо, що в міру збільшення часу роботи обладнання спостерігається незначне підвищення кількості відмов у порівнянні з початковим періодом його роботи.

Для зниження негативного впливу на працездатність АСКОЕ відмов обладнання і ПЗ сьогодні застосовується наступне технічне рішення. Для кожної точки обліку в АСОЕ може бути визначено декілька джерел інформації. Наприклад:

- основний (розрахунковий) прилад обліку;
- дублюючий прилад обліку;
- дані ОВК;
- ручний ввід;
- прилад обліку на протилежному кінці ПЛ;
- дані резервної системи збору даних;
- заповнення даних по характерному профілю навантаження.

Кожному з джерел інформації, який заданий для даної точки обліку, присвоюється свій пріоритет. Таким чином, при виконанні розрахунків автоматично будуть використовуватися дані, що мають найвищий пріоритет (як правило, дані розрахункового приладу обліку). Якщо в АСОЕ з якоїсь причини відсутні дані розрахункового приладу обліку, автоматично беруться дані дублюючого і так далі по всьому ланцюжку відповідно до заданого пріоритетом. При цьому формується мітка достовірності даних, яка вказує оператору, які дані були використані в розрахунках. Такий підхід дозволяє з певним ступенем достовірності відновити дані при збоях в роботі АСОЕ і виконати необхідні розрахунки.

Розглянемо детальніше структуру організації АСОЕ локального рівня - найважливішу і найбільш численну компоненту АСОЕ, від роботи якої багато в чому залежить надійність функціонування всієї системи в цілому. На всіх ПС НЕК «Укренерго» АСОЕ локального рівня побудовані за єдиною типовою схемою. Відмінною особливістю даної схеми є включення приладів обліку в локальну мережу ПС через мультипортні сервери (Nport-сервери), які серійно випускаються рядом фірм. Таке підключення приладів обліку забезпечує доступ до них з будь-якої точки корпоративної мережі передачі даних. Ще однією позитивною особливістю такого схемного рішення є відсутність прив'язки до конкретного розробника АСОЕ тому схема в цілому є «прозорою» для програмного забезпечення (ПЗ). На один порт сервера допускається підключення до 4 приладів обліку за схемами «спільна шина», «петля струму» тощо. Дані опитування приладів обліку надходять на сервер АСОЕ ПС, на якому проводяться розрахунки, розраховуються баланси, формуються звітні форми. На кожній ПС є автоматизовані робочі місця (АРМ) чергового, за допомогою яких здійснюється експлуатація та обслуговування АСОЕ локального рівня. Короткі відомості про встановлені на серверах операційних системах (ОС) і застосовуваних системах управління базами даних (СУБД) наведені в табл. 1. Збір даних з приладів обліку виконується в основному з використанням міжнародних протоколів DLMS / COSEM (SL7000, ZMD).

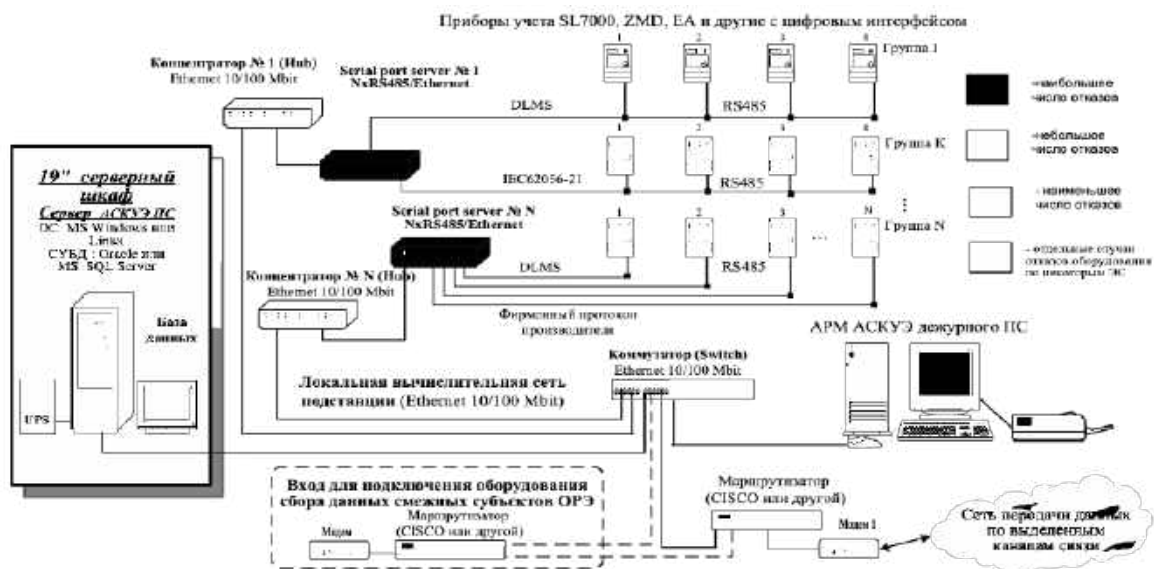


Рисунок 1 – АСОЕ локального рівня побудовані за єдиною типовою схемою

Використання в структурі АСОЕ локального рівня сервера обумовлено тим, що на момент виконання робіт по створенню АСОЕ і по теперішній час мережа передачі даних від ПС до АСКОЕ регіонального рівня не в повній мірі відповідає вимогам по швидкості передачі даних і надійності. Практично більша частина ПС не має резервного каналу зв'язку. Окремі канали зв'язку організовані за допомогою ВЧ-зв'язку по високовольтним ЛЕП. Тому основне завдання сервера - максимально швидко зібрати дані з приладів обліку і забезпечити їх надійну передачу в сервер АСОЕ регіонального рівня.

Основною характеристикою апаратно програмних комплексів центрів управління (ЦУ) АСОЕ є надійність або можливість забезпечення безвідмовної роботи системи в режимі цілодобової безперервної експлуатації. Звичайно, прийнято оцінювати надійність системи за тим, скільки часу в році вона працює. Якщо система працює 90% часу, то її надійність дорівнює одній дев'ятці. Якщо привести ці "дев'ятки" до звичайного часу простою в рік, вийде табл. 2.

Основною складовою апаратно-програмної платформи ЦУ АСОЕ є серверне обладнання. Основне завдання сервера – це безперервний збір даних, зберігання їх на зовнішню відмовостійку систему, проведення обчислень і надання доступу до інформації взаємодії підсистем і користувачам.

Таблиця 1 - Короткі відомості про встановлені на серверах ОС і застосовуваних СУБД

Підрозділ (ЕЕС)	застосовувана ОС	СУБД
Дніпровська	Windows 2003 Server	Файлова система
Донбаська	Linux	Oracle
Західна	Windows 2003 Server	Oracle
Кримська	Windows 2003 Server	Oracle
Південна	Windows 2003 Server	Oracle
Південно-Західна	Windows 2003 Server	Microsoft SQL server
Північна	Windows 2003 Server	Oracle
Центральна	Windows 2003 Server	MS SQL

Таблиця 2 – Час простою в рік

№ п/п	Доступність в 9-ках	Час простою в рік
1	90. 0000%	37 днів
2	99. 0000%	3.7 днів
3	99. 9000%	8.8 годин
4	99. 9900%	53 хвилин
5	99. 9990%	5.3 хвилин
6	99. 9999%	32 секунд

Надійність серверних систем забезпечується кластерної архітектурою або найбільш сучасною технологією "Fault tolerant".

Кластер (cluster) – це об'єднання між собою двох і більше серверів в єдину систему, що функціонують як єдине ціле. Кластери створюються для досягнення високої надійності зберігання даних, забезпечення високої доступності інформаційного сервісу, розподілу навантаження на сервіси. У кластерної системи дві частини - програмна (операційна система, кластерне програмне забезпечення) і апаратна. Комп'ютери та сегменти мережі, які представляють кластер, збираються як із застосуванням спеціальних "кластерних" апаратних компонентів, так і без них. З точки зору користувачів кластер виглядає як один сервер[4].

Кластери застосовуються для вирішення найрізноманітніших завдань. Надійність і високу готовність даних забезпечує High-Availability Cluster system (HA- Cluster). Там, де необхідно забезпечити масштабованість сервісів, наприклад, в разі наявності безлічі обслуговуючих веб-сайт серверів, застосовується Massive Parallel Processing Cluster (MPP-Clusters). Для забезпечення високої продуктивності обчислень використовується High Performance Computing Clusters (HPC-Clusters). Для забезпечення високої доступності інформаційного сервісу та / або для розподілу навантаження на сервіси використовується механізм Load Balancing.

З точки зору на надійність АСОЕ цікавлять відмовостійкі failover-кластери. Останні широко застосовуються в комерційних системах, які забезпечують доступність критично важливих бізнес-додатків і даних. Мають підвищений попит з боку банків, великих виробничих, торгових і страхових компаній. До складу типових конфігурацій входять два і більше вузлів, які мають доступ до зовнішнього дискового масиву по інтерфейсу SAS, SCSI, iSCSI, FC. Відмовостійкі кластери працюють під управлінням операційних систем типу Windows, UNIX, Linux.

Типова схема кластерної системи являє собою відмовостійкий пристрій з виділеним зовнішнім дисковим масивом, який відноситься до класу консолідованих рішень для роботи з великими обсягами комерційних даних. Основна область застосування - операційне обслуговування баз даних великих і середніх підприємств. Відмовостійка схема кластера гарантує надійність проведення транзакцій. Використання зовнішнього SCSI-SCSI дискового сховища забезпечує високу доступність даних, мінімізує ризики простою системи і втрату даних.

Алгоритм роботи кластерної системи заснований на тому, що при виході з ладу одного сервера, другий – приймає на себе його функції. Час відновлення працездатності такої системи – хвилини. Для функціонування кластерної системи необхідно купувати ліцензійне кластерне програмне забезпечення на кожен з серверів кластера, а також створювати спеціальне прикладне програмне забезпечення.

Наступна відмовостійка система будується на основі технології "Fault tolerant" (ft-відмовостійкість). Стійкість системи управління, побудованої на таких способах з'єднання, визначається вбудованими можливостями відновлення в разі відмов (нечутливість до апаратних збоїв), помилок (обробка їх без переривання функціонування системи) або зміни режиму функціонування. Відмовостійкість - характеристика, властива даному класу систем, яка забезпечує безперервний доступ до даних, на відміну від систем класу high-availability (з майже безперервним доступом до даних)[5,6].

У виготовленому з поступовим зниженням технології ft-сервері, також дві частини – програмна (операційна система, адаптовані драйвери, спеціалізоване програмне забезпечення) і апаратна.

Відмовостійкість в ft-серверах досягається, в першу чергу, технічними рішеннями: дублюванням основних вузлів системного блоку; введенням гарячого резервування; можливістю заміни блоків під час роботи тощо.

Всі основні компоненти ft-сервера – це індустріальні вироби. У них розміщуються процесори, пам'ять, диски і блоки живлення. Суть ft-технології полягає в тому, щоб продублювати всі апаратні компоненти, зробивши це зовсім непомітно для програмного забезпечення. Дублювання компонент фактично усуває можливості збоїв в будь-якій точці системи і захищає цілісність інформації. Здвоєні процесори і модулі пам'яті працюють паралельно, синхронно виконуючи ті самі інструкції, не знижуючи швидкодії системи.

У разі відмови того чи іншого компонента обробка даних не переривається, втрат або зниження продуктивності не відбувається. Несправний компонент може бути замінений як користувачем, так і представником обслуговуючої компанії, не вимикаючи сервера. У гарячому режимі допускається заміна не тільки модулів пам'яті і процесорів, але і інших дубльованих базових компонентів (таких як окремі плати, жорсткі диски, вентилятори та блоки живлення).

До кластерним або ft-серверів підключається зовнішня відмовостійка система зберігання даних (СЗД). СЗД призначена для централізованого надійного зберігання, управління і надання даних. СЗД є ключовим елементом центру збереження і обробки даних, з яким тісно взаємодіють обчислювальні потужності, зайняті обробкою інформації. Структура СЗД є технологічним фундаментом, навколо якого будуються обчислювальні системи ЦУ.

СЗД заснована на зовнішніх виділених дискових масивах, які відводяться під сховище даних. СЗД мають високу стійкість до відмов за рахунок архітектурної реалізації, яка передбачає гарячу заміну більшості електронних блоків.

Кількість споживачів електричної енергії в Україні на основі комірків з трансформаторами сягає 4 мільйонів, чверть яких може бути переведена на облік за допомогою засобів обліку прямого підключення до мережі з широким динамічним діапазоном за струмом і порогом чутливості на рівні 15 мА [7]. Таким чином, можна стверджувати, що втрати електричної енергії через недосконалість засобів метрологічного забезпечення сягає 11.8 млрд кВт годин.

Щоб уникнути використання трансформаторних комірків обліку, необхідно створити електролічильники з динамічним діапазоном за струмом від 12.5 мА до 200, 300, 400, 500, 600, 750 і 1000 А [8]. В такому разі отримаємо структурну схему, зображену на рис. 2.

В Україні уже зроблено перший крок у цьому напрямку. Встановлюють широкодіапазонний електролічильник типу ET, розрахованого на максимальний струм 200 А. Цей засіб обліку користується чималим попитом багатьох енергопостачальних компаній, які на ділі впроваджують енергозберігаючі технології. З вирішенням конструктивних проблем та розвитком структурних методів, направлених на розширення робочого діапазону за струмом з'являться прилади обліку на інші максимальні струми, зазначені вище.

Крім обсягів споживання велика увага останнім часом приділяється контролю показників якості електричної енергії, вплив яких на економіку держави був доведений академіком Л. А. Мелентевим. За його дослідженнями втрати електричної енергії через її низьку якість сягають 10% від її загального виробництва.

За допомогою інформації вимірювальних приладів відбувається управління режимами роботи електричних мереж, оцінка ефективності установок, які нормують ПЯЕ, управління ними, контроль за рівнем якості ЕЕ та знаходження джерел її погіршення. Тому були створені багатофункціональні засоби

обліку типу ZET з одночасним аналізом якості класу точності 0.2 [9]. На його основі створено багаторівневу автоматизовану систему обліку електроенергії з одночасним контролем ПЯЕ.

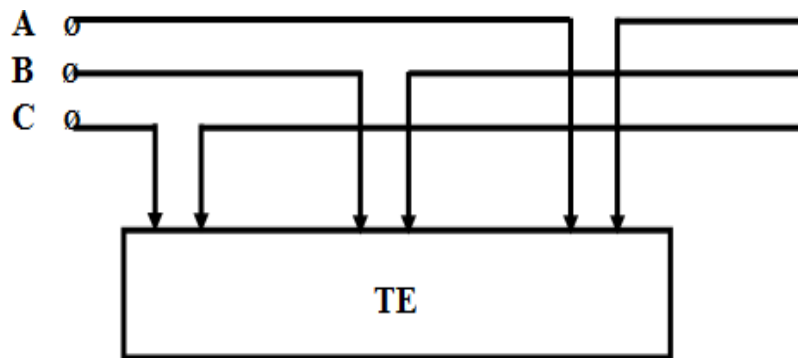


Рисунок 2 – Структурна схема комірки обліку на основі лічильників безпосереднього включення

Система охоплює всі підстанції НЕК „Укренерго”. На 2015 рік ця система дозволила отримати економічний ефект, який перевищує 1 млрд грн. [10].

Висновки

Підводячи підсумки, можна зробити висновок, що для забезпечення надійної роботи АСКОЕ необхідно:

- регулярне виконання технічного обслуговування обладнання та програмного забезпечення;
- наявність основного і резервного каналів зв'язку, які фізично проходять в різних комунікаційних магістралях;
- наявність резервних основних компонентів АСКОЕ, що знаходяться в гарячому резерві;
- створення оптимального температурного режиму роботи обладнання, а також захист його від магнітних полів і перенапруги в електромережі;
- своєчасна заміна обладнання АСКОЕ, яке відпрацювало свій нормативний термін;
- наявність мінімально необхідного комплексу запасного обладнання і запасних частин до нього.

Рівень розробок засобів вимірювання в електроенергетиці відповідає світовим досягненням, їх метрологічні характеристики безпосередньо впливають на стан енергозбереження і існує перспектива подальшого розвитку. Розробка метрологічного забезпечення засобів комерційного обліку і якості електричної енергії дозволяє визначити метрологічні характеристики як аналізаторів, так і лічильників електричної енергії.

При впровадженні на ОЕС України нових протоколів обміну і системи ідентифікації ринкових точок комерційного обліку виникає необхідність модернізації АСКОЕ.

Список використаної літератури

1. Концепция построения автоматизированных систем учета электроэнергии в условиях энергорынка Украины №32/28/28/276/75/54 от 17.04.2000 г.
2. Приложение 7(4).III. Стандарт ОРЭ «Автоматизированные системы коммерческого учета электрической энергии субъектов ОРЭ. Общие требования. - Киев, 2006.
3. Инструкция о порядке коммерческого учета электрической энергии. Постановление НКРЭ от 26.06.2003 г. № 612
4. The Scalable Enterprise Server. www.nec-computers.com.
5. В. А. Федоров. Постреляционная СУБД Cache. InterSystems Corp., www.intersystems.com.
6. Александр Чеснавский. СУБД Cache – взаимодействие с внешним миром. InterSystems Corporation, alexander@intersystems.ru.
7. МЭК 1036. Международная электротехническая комиссия. Статические счетчики активной энергии. Метрологические спецификации для классов 1,0 и 2,0.
8. ГОСТ 30207-94. Межгосударственный стандарт. Статические счетчики Ватт-часов активной энергии переменного тока. (Классы точности 1 и 2).
9. Праховник А.В., Тесик Ю.Ф., Жаркін А.Ф., Новський В.О., Гриб О.Г., Калінчик В.П., Карасінський О.Л., Довгалюк О.М., Лазуренко О.П., Ходаківський А.М., Васильченко В.І., Светелік О.Д. Автоматизовані системи обліку та якості електричної енергії. – Харків: ПП «Ранок-НТ», 2012. – 516.
10. Тесик Ю.Ф., Пронзалева С.Ю. Вплив метрологічного забезпечення на ефективність використання електроенергії – Київ «Гіротехнології, навігація, керування рухом і конструювання авіаційно-космічної техніки» №10, 2015, – 579.

V. Kolisnyk, Msc., ORCID 0000-0002-2418-7450
V. Kuchansky, Cand. Sc. (Eng.) ORCID 0000-0002-8648-7942
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute »

RELIABILITY PROBLEMS OF AUTOMATED SYSTEM OF ELECTRICITY METERING (ASEM)

The materials of the article are an overview of modern technologies of automatic electricity metering in the unified power system of Ukraine. The article considers the structure of the local level of electricity metering of NEC UKRENERGO - the most important and most numerous components of ASEM, the operation of which largely depends on the reliability of the system as a whole. At all Ukrenergo substations, local-level ASEM are built according to a single standard scheme. The main devices used for the implementation of electricity metering are presented. Brief information on operating systems (OS) installed on servers and applied database management systems (DBMS) is given. The use of the local layer of the server in the structure of ASEM is due to the fact that at the time of work on the creation of ASEM and currently the data network from the aircraft to ASEM regional level does not fully meet the requirements for data rate and reliability. It is analyzed that in addition to the consumption of ASEM performs the function of controlling the quality of electricity and the impact of quality on power losses. The accuracy of available meters and the impact of measurement accuracy on the economic effect obtained from the introduction of technology are analyzed. The algorithm of the cluster system operation is highlighted. An overview of the main problems of implementation of communication channels, selection of devices, modernization of existing systems. The advantages and disadvantages of accounting systems based on "Fault tolerant" technology are shown. The article also covers various types of data collection systems (DCS), both modern and outdated, which are currently used in the unified energy system of Ukraine and which are planned to be implemented in the future.

The results of the study showed that the modernization and increase of reliability of new systems of automatic electricity metering is important for the UES of Ukraine. It also shows a number of actions to improve reliability and uptime for ASEM as a whole.

Keywords: automated system of electricity metering, automated system of commercial electricity metering, reliability, communication channel, information protocol, data exchange, modernization, accuracy, economic indicators.

REFERENCES

1. The concept of construction of automated electricity metering systems in the energy market of Ukraine №32 / 28/28/276/75/54 dated 17.04.2000
2. Annex 7 (4) .III. WEM standard "Automated systems of commercial electricity metering of WEM entities. General requirements. - Kiev, 2006.
3. Instruction on the procedure for commercial accounting of electricity. NERC Resolution of June 26, 2003 № 612
4. The Scaleble Enterprise Server. www.nec-computers.com.
5. V.A. Fedorov. Postrelation DBMS Cache. InterSystems Corp., www.intersystems.com.
6. Alexander Chesnavsky. DBMS Cache - interaction with the outside world. InterSystems Corporation, alexander@intersystems.ru.
7. IEC 1036. International Electrotechnical Commission. Static active energy meters. Metrological specifications for classes 1.0 and 2.0.
8. GOST 30207-94. Interstate standard. Static meters of active energy of watt-hours of alternating current. (Accuracy classes 1 and 2).
9. Prakhovnyk A.V., Tesyk Y.F., Zharkin A.F., Novsky V.O., Hryb O.G., Kalinchyk V.P., Karasinsky O.L., Dovgalyuk O.M., Lazurenko O.P., Khodakivsky A.M., Vasilchenko V.I., Svetelik O.D. Automated systems of accounting and quality of electric energy. - Kharkiv: PE "Ranok-NT", 2012. - 516.
10. Tesik Y.F., Pronzeleva S.Y. The impact of metrological support on the efficiency of electricity use - Kyiv "Gyrotechnologies, navigation, traffic control and design of aerospace technology" №10, 2015, - 579.

Надійшла 31.08.2020
Received 31.08.2020