

**А. Матло, начальник ВСП «Дніпропетровське регіональне відділення» філії «Енергозбут» ПАТ «Укрзалізниця»,
Д. Земський, інженер-електронік відділу з обслуговування систем обліку електричної енергії
ВСП «Дніпропетровське регіональне відділення» філії «Енергозбут» ПАТ «Укрзалізниця»**

ДОСВІД РОБОТИ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ З АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Придніпровська залізниця; автоматизація обліку; електрична енергія; енергозбереження; тариф; населення.

Сьогоднішня економічна ситуація та перерозподіл цін на ринку електричної енергії є значним стимулюючим фактором для переведення на автоматизований облік побутових споживачів.

Розвиток політики енергозбереження став основним фактором, що підштовхнув до розробки автоматизованих систем обліку електричної енергії (АСКОЕ). В умовах обмеженої кількості енергоресурсів постає завдання посилення контролю за їх раціональним використанням [1]. Автоматизована система комерційного обліку електричної енергії є сучасним інструментом для отримання достовірної інформації про обсяги споживання за встановленим періодом інтеграції. Комп'ютерний моніторинг дозволяє контролювати своєчасність платежів, графік навантаження мережі зі щоденною динамікою та чіткою структурою.

АСКОЕ полегшує постачальникам електричної енергії процедуру розрахунку та надання прогнозу споживання для ДП «Енергоринок» на кожний розрахунковий період наступної доби. Необхідно зауважити, що економічна ефективність виробництва та споживання електричної енергії суттєво залежить від рівня досягненої рівноваги між генерованою та необхідною приймачам електричної енергії потужністю. Сучасні технології виробництва електроенергії не передбачають її акумуляцію. Тому має місце твердження, що енергія — це товар, який споживається виключно в момент генерації. У той же час є необхідність компенсації технологічних витрат при передачі електроенергії та дефіциту потужності в моменти

збільшення навантаження на енергосистему. Останнє явище може стати причиною перерви в електропостачанні або виходу з ладу енергосистеми в результаті «лавини частоти». У зв'язку з цим генеруючі компанії повинні мати графік навантаження, під який вони пристосовують режим своєї роботи для забезпечення безперервності в електропостачанні.

Для споживачів організація автоматизованого обліку дозволяє оптимізувати споживання енергоресурсів за рахунок своєчасного виявлення каналів витоку, перерозподілу потужності, перенесення виконання найбільш енерговитратних операцій на час, коли діє вигідний диференційний тариф, тим самим згладжувати навантаження в енергосистемі. У результаті впровадження АСКОЕ знижуються витрати на придбання енергоносіїв, зростає ефективність роботи підприємства в цілому [2; 3].

З урахуванням цих міркувань впровадження системи автоматизованого обліку електричної енергії в промисловості та інших галузях економіки, що потребують значних енергетичних потужностей, не викликає сумнівів та вже тривалий час практикується в Україні. Відповідно, у Правилах користування електричною енергією [4] вимагається встановлення на об'єктах (крім багатоквартирних житлових будинків та населених пунктів) з приєднаною потужністю електроустановок 150 кВт

і більше та середньомісячним обсягом споживання за попередні 12 розрахункових періодів для діючих електроустановок або заявленим обсягом споживання електричної енергії для нових електроустановок 50 тис. кВт • год і більше локального устаткування збору та обробки даних, яке повинно мати можливість до інтеграції в АСКОЕ.

Низький обсяг споживання електричної енергії та низка особливостей в електропостачанні перешкоджають організації АСКОЕ у побутових споживачів.

Цими «перешкодами» відповідно до [5] є:

- низька питома вага споживання електричної енергії порівняно з промисловістю;
- велика кількість абонентів, розташованих на одній території, та потреба в інтеграції до АСКОЕ кожного засобу обліку окремо;
- імовірність навмисного псування обладнання (вандалізм);
- перехресне субсидювання тарифів для населення (України) тощо.

Проте, незважаючи на перераховані вище фактори та відсутність вимог державних інституцій, до здійснення автоматизованого обліку в побутовому секторі, у вітчизняній енергетиці вже є досвід впровадження автоматизованої системи комерційного обліку в населення. Наприклад, на Придніпровській залізниці 531 точка комерційного обліку побутових

абонентів задіяно в системі АСКОЕ «Побут».

На сьогодні залишається актуальним завданням розширення та вдосконалення АСКОЕ в побутовому секторі. Необхідним є аналіз роботи вже діючих систем автоматизованого обліку спожитої населенням електричної енергії, зосередження уваги на проблемах та виправлення існуючих недоліків.

► **Основні завдання автоматизації комерційного обліку побутових споживачів**

Важливу стимулюючу роль у розвитку політики енергозбереження відіграють світові тенденції до зростання цін на енергоресурси та, як наслідок, посилюється значення контролюючих заходів. АСКОЕ є не тільки засобом для вдосконалення обробки даних комерційного обліку та виставлення рахунків, а й реакцією на економічні виклики у сфері енергетики.

За даними ДП «Енергоринок» з 2010 по 2015 рік (рис. 1–2) середнє значення оптової ціни закупівлі електроенергії з ОРЕ України зросло на 514,97 грн/МВт·год, або 163%.

За результатами аналізу цін, що склалися на ОРЕ, станом на 20 червня 2016 року вартість електричної енергії збільшилась до 1015,98 грн/МВт·год.

Поступово триває ліквідація механізму стримування цін на електроенергію для населення за рахунок завищення тарифів для промислових підприємств. 26 лютого 2015 року НКРЕКП прийняла постанову, якою запровадила поетапне підвищення

тарифів на електроенергію, що відпускається населенню. Сьогодні середнє значення ціни на електроенергію порівняно з початком 2015 року збільшилося на 118%. У 2017 році тарифна ставка повинна зрости ще на 58% з 77,3 до 122,77 коп. за 1 кВт·год. Разом із цим знижено верхню межу блокового тарифу до 100 кВт·год для всіх громадян, включаючи жителів багатоквартирних будинків, у яких установлені електричні плити.

Ліквідація перехресного субсидювання та зростання вартості електричної енергії суттєво збільшує доходність від її реалізації в побутовому секторі. У той же час зростає кількість неплатежів та частка комерційних витрат у структурі балансу електричної енергії. За цих обставин є закономірним розвиток систем взаєморозрахунків енергозбутових компаній із побутовими споживачами, який неможливий без сучасної системи моніторингу за споживання електричної енергії.

Елімінація рутинної складової робочого процесу та впливу людського фактора під час зняття, передачі та обробки отриманих даних покликана не допускати конфліктів між абонентами та постачальником електроенергії. За рахунок впровадження дистанційного опитування лічильників вирішується проблема доступу до засобів обліку в закритих приміщеннях; зникає ймовірність внесення помилкових показань лічильника споживачем або представником енергопостачальника; відсутня можливість перенесення обсягу спожитої електро-

енергії на поточний або наступний розрахунковий період у результаті розрахунку споживання білінговою системою. У той же час щоденне опитування та практично одночасне зняття показань лічильників дає можливість скласти баланс потужності та індивідуальний графік навантаження.

Упровадження АСКОЕ «Побут» дозволяє досягти підвищення комфортності та ефективності обслуговування побутових абонентів, перейти на якісно новий (повністю автоматизований) білінг в електроенергетиці, а також дозволяє проводити планування електроспоживання в умовах зонного обліку електроенергії. Проведення модернізації комерційного обліку в побутовому секторі потребує виваженого плану дій та механізму його здійснення.

Проект в аспекті технічної реалізації повинен мати такі властивості з точки зору енергопостачальника:

- універсальність — можливість працювати з лічильниками електричної енергії різних виробників;
- масштабність — збільшення числа засобів обліку, задіяних в АСКОЕ, через додавання додаткових модулів;
- захищеність від вандалізму та несприятливих погодних факторів;
- автономність роботи при перерві живлення;
- простота використання програмного забезпечення;
- відсутність прокладених спеціальних ліній зв'язку;
- дистанційне управління електропостачанням;

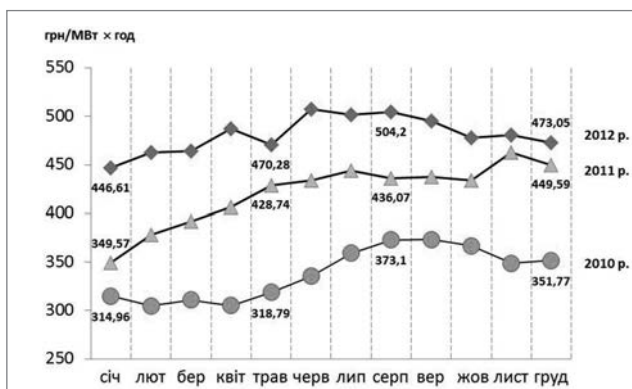


Рис. 1. Динаміка цін купівлі електроенергії постачальниками з Оптового ринку електроенергії (2010–2012 рр.)

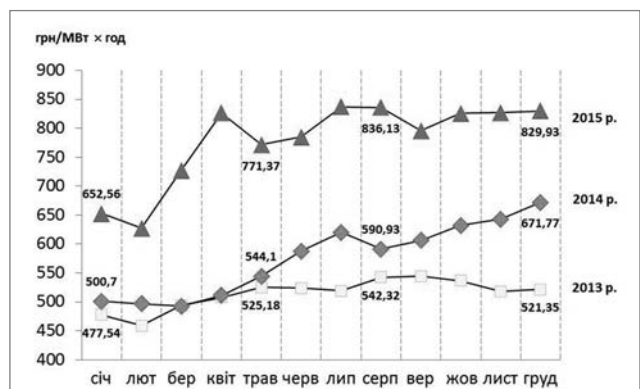


Рис. 2. Динаміка цін купівлі електроенергії постачальниками з Оптового ринку електроенергії (2013–2015 рр.)

— резервування основного обладнання.

Важливу роль відіграє взаємодія програмного забезпечення (ПЗ) із оператором засобів комерційного обліку. Широкі функціональні можливості в поєднанні з простотою використання та інтуїтивним графічним інтерфейсом зменшують навчальний період та ймовірність виникнення помилок, прискорюють та в цілому підвищують ефективність роботи. Особливої уваги заслуговують програми, що поєднують у собі функції сервісного ПЗ для параметризації та опитування лічильників у АСКОЕ.

► АСКОЕ Придніпровської залізниці

Єдина на Придніпровській залізниці діюча система комерційного обліку побутових споживачів знаходиться на території, підвідомчій Дистанції електропостачання «Нижньодніпровськ-Вузол» та лінійного відділу Нижньодніпровськ-Вузол Дніпропетровського регіонального відділення філії «Енергозбут».

Розвиток АСКОЕ було розпочато із залучення 531-го побутового абонента, що становить 3% від загальної кількості споживачів, які знаходяться на території ліцензованої діяльності.

АСКОЕ «Побут» — це дворівнева територіально розподілена система програмно-апаратних засобів виміру, збору, збереження та передачі даних обліку електроенергії.

Нижній рівень забезпечує визначення обсягів електричної енергії, яка надійшла в мережу об'єкта обліку на час опитування лічильників, а також накопичування, зберігання та передачу інформації на верхній рівень.

На верхньому рівні АСКОЕ «Побут» здійснює зберігання отриманих даних, передачу інформації до білінгової системи, забезпечує можливість зчитування даних з електролічильників за створеним розкладом у будь-який момент часу з диспетчерського центру, також підтримує можливість дистанційного відключення споживача та контролює баланс активної енергії на заданих ділянках мережі.

Обсяги спожитої електричної енергії фіксуються однофазними електронними лічильниками електричної енергії з класом точності 1,0 (рис. 3), які призначені для вимірювання сумарного значення спожитої активної енергії в одному тарифі. Лічильники мають вбудований модуль радіоінтерфейсу у виконанні з внутрішньою антеною та здійснюють передачу даних за стандартом IEEE 802.15.4 (2,4 ГГц) і протоколом «ZigBee». Лічильник обладнаний реле керування навантаженням, стан якого контролюється через радіоканал оператором.



Рис. 3. Електронний лічильник, задіяний у АСКОЕ «Побут» Придніпровської залізниці

Проміжними елементами між лічильниками та сервером є комутаційний пристрій (КП) та пристрій збору даних (ПЗД).

Пристрій збору даних (рис. 4) зберігає у власній енергозалежній пам'яті показання лічильників та в зазначений час або за викликом оператора передає їх на сервер, також ПЗД встановлює канал зв'язку між вимірювальною частиною АСКОЕ «Побут» через радіоканал та сервером Енергопостачальної організації через канал GSM/GPRS.

Основні технічні характеристики ПЗД:

- максимальна кількість лічильників, що можуть одночасно з'єднуватися з контролером — 1000 шт.;
- обсяг енергонезалежної пам'яті контролера — 300 МБ;



Рис. 4. Пристрій збору даних

- обсяг оперативної пам'яті — 60 МБ;
- частота радіомодуля — 2,4 ГГц;
- вихідна потужність радіомодуля — +17 дБ;
- робочі діапазони GSM/GPRS модема — 900/1800/1900 МГц;
- клас GPRS зв'язку — В;
- номінальна напруга живлення — 220 В;
- потужність споживання — 10 Вт.

ПЗД має вбудований радіомодуль та інтерфейс RS-485. Радіомодуль використовується для контакту ПЗД – лічильник, у випадку, коли останній знаходиться у безпосередній близькості до пристрою. У випадку збору даних із використанням інтерфейсу RS-485 до ПЗД можливе підключення до 31-го пристрою.

При зникненні напруги живлення ПЗД виконує запис у пам'ять інформації та проводить коректне завершення роботи.

Комутаційний пристрій (рис. 5) використовується для забезпечення зв'язку між групою лічильників електроенергії, віддалених від ПЗД, через радіоканал та пристроєм збору даних через інтерфейс RS-485.

Основні технічні характеристики КП:

- вихідна потужність радіомодуля — +17 дБ;
- частота радіомодуля — 2,4 ГГц;
- номінальна напруга живлення — 220 В;
- потужність споживання — 5 Вт.

В АСКОЕ «Побут» Придніпровської залізниці канал зв'язку між ПЗД та КП



Рис. 5. Комутаційний пристрій

організований через подовжувач «P-485», який функціонує як перетворювач інтерфейсів RS-485 — радіоканал. «P-485» забезпечує дальність трансляції сигналу на відстані до 500 м зі швидкістю передавання даних (300-115200 бод). Живиться «P-485» постійною напругою від 4 до 12 В від приладів зі стандартним інтерфейсом RS-485.

Пристрій збору даних із заданою періодичністю надсилає запит на лічильники та комутаційний пристрій. Лічильники в межах групи здатні ретранслювати сигнали. Тобто запит передається від лічильника, який знаходиться в зоні покриття радіосигналу ПЗД або КП, послідовно, доки запит не дійде до лічильника, якому він адресований. Отримавши свій запит, лічильник передає необхідну інформацію утвореним комунікаційним каналом у зворотному напрямку. Отримана від лічильника інформація фіксується в базі даних ПЗД. У разі необхідності виконується повторний запит.

Передача даних від пристрою збору даних до сервера оператора комерційного обліку здійснюється шляхом налагодження GSM/GPRS каналу, який забезпечує оператор мобільного зв'язку через надання послуги передачі даних GPRS.

Програмне забезпечення, установлене на сервері, дає можливість автоматизованого збору інформації через цифрові інтерфейси за стандартами MEK1107 і MEK1142, з якими

працюють лічильники виробництва ЕЛГАМА-Електроніка (Литва), НІК (Україна), Ельстер Метроніка (Росія), Itron (США), Landis & Gyr (Швейцарія) та ін. Програма здатна до автоматизованого збереження даних обліку електроенергії, відновлення даних первинної бази даних із резервних копій, інформаційного обміну з іншими автоматизованими системами, створення архівів на зовнішніх магнітних носіях; автоматичного визначення та оперативного контролю величини балансу електроенергії та потужності по об'єктах обліку за годину, добу, місяць, квартал, рік і фактичних втрат по мережі в цілому і за заданими елементами мережі у класах напруг. Програмне забезпечення передбачає можливість ручного введення даних, гнучкого налаштування і конфігурації АСКОЕ.

За роки експлуатації АСКОЕ «Побут» Придніпровської залізниці продемонструвала свою працездатність. Важливі елементи пристроїв верхнього та нижнього рівнів не вичерпали свій ресурс та працюють у відмінному стані. Необхідно зауважити, що клеми подовжувача «P-485» підлягають окисленню за умови монтажу їх зовні будівлі. Фіксувалися випадки порушення зв'язку між ПЗД та КП через корозійне руйнування жил сигнальних проводів на межі їх контакту із клемми. Для попередження цього явища необхідно встановлювати P-485 у місцях, захищених від потраплення вологи, або застосовувати додатковий захисний корпус. Також показала результативність практика дистанційного відключення електропостачання абонентів, яка мала місце у випадку несвоєчасної оплати за спожиту електроенергію.

Висновки

Впровадження АСКОЕ має на меті спрощення процедури розрахунку між абонентом та енергозбутовою компанією, зменшення дебіторської заборгованості за спожиту електроенергію побутовими споживачами, зниження величини комерційних і технічних витрат за рахунок підвищення точності, достовірності вимірів й оперативності надходження

вимірювальної інформації від первинних приладів. АСКОЕ дає реальний інструмент, що дозволяє розробити заходи для раціоналізації використання електричної енергії, тому є невід'ємною складовою в політиці енергозбереження на державному рівні.

Сьогоднішня економічна ситуація та перерозподіл цін на ринку електричної енергії є значним стимулюючим фактором для переведення на автоматизований облік побутових споживачів.

Система комерційного обліку побутових споживачів Придніпровської залізниці виконує поставлені перед нею завдання. Разом із цим потребує подальшого опрацювання, усунення зауважень у роботі та збільшення кількості абонентів, підключених до системи.

Перед Укрзалізницею для подальшого руху в напрямку автоматизації обліку стоїть завдання провести повноцінний аналіз та порівняти різні системи АСКОЕ для побутових споживачів, які використовуються іншими постачальниками електричної енергії та іншими залізницями. ☞

Список літератури:

1. Енергозбереження в Україні [Електронний ресурс] : монографія / Д. В. Зеркалов. — Електронні дані. — К.: Основа, 2012.
2. Автоматизація збору даних енерговитрат у системах АСКОЕ / В. А. Дідух // Наукові праці. Комп'ютерні технології. — 2014. — № 238. — С. 47–52.
3. Керування даними обліку в умовах запровадження в Україні лібералізованого ринку електричної енергії / О. В. Коцар, Д. К. Ткаченко // Енергетика: економіка, технології, екологія. — № 3. — 2015. — С. 84–92.
4. Правила користування електричною енергією [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0417-96>.
5. Осика Л. К. Коммерческий учет электроэнергии на оптовом и розничном рынках: Теория и практические рекомендации. — СПб. : Политехника, 2005. — 360 с.