

РОЗВИТОК АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЛІБЕРАЛІЗАЦІЇ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

О.В. Коцар, канд.техн.наук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна, e-mail: kovpers@ukr.net.

Період становлення ринку електричної енергії України характеризувався, зокрема, масштабним впровадженням автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) у суб'єктів оптового і роздрібного ринків з метою формування інформаційного забезпечення розрахунків за електроенергію. Створення АСКОЕ у суб'єктів оптового ринку було фактично завершено в 2010 році, а з березня 2011 року розрахунки на оптовому ринку електроенергії (ОРЕ) України здійснюються на основі даних, що формуються АСКОЕ суб'єктів ОРЕ. На роздрібному ринку електричної енергії України АСКОЕ впроваджуються переважно у промислових споживачів. Такі важливі сфери використання електроенергії, як побут та сфера комунальних послуг сьогодні практично не охоплено АСКОЕ, в першу чергу, через відсутність відповідного нормативного забезпечення. Впроваджені АСКОЕ промислових підприємств зараз практично не використовуються під час розрахунків (за виключенням поставок електроенергії за нерегульованим тарифом), а застосовуються переважно для контролю режимів електроспоживання. Інформаційна взаємодія АСКОЕ суб'єктів оптового і роздрібного ринків у загальному випадку неможлива через відсутність сумісності, зокрема інформаційної, що стало наслідком створення АСКОЕ на підставі різних нормативних вимог. Все це є перешкодою для повномасштабного застосування АСКОЕ в умовах лібералізації ринку електричної енергії України, де кожен споживач, зокрема побутовий, є потенційним суб'єктом ринку електричної енергії. В статті проаналізовано сучасний стан та визначено шляхи розвитку АСКОЕ з метою підвищення ефективності їхнього застосування в умовах лібералізації ринку електричної енергії України. Досліджено досвід держав-членів ЄС щодо розгортання Smart Metering Systems з метою формування інформаційного забезпечення комерційного обліку та завдань управління енерговикористанням в умовах функціонування лібералізованих ринків електричної енергії. Бібл. 9, табл. 1.

Ключові слова: АСКОЕ, дані обліку, електроенергія, лічильник електроенергії, облік, ринок електричної енергії, Smart Grid, Smart Meter, Smart Metering System.

Вступ. Невід'ємними умовами сталого розвитку електроенергетики в рамках концепції Smart Grid поряд із вдосконаленням інфраструктури є інтеграція до електричної мережі інформаційних технологій та модернізація бізнес-процесів. Саме в цьому аспекті слід досліджувати процеси лібералізації ринку електричної енергії України та автоматизації обліку для забезпечення розрахунків на ринку відповідно до чинних правил і регламентів з метою підвищення ефективності використання електроенергії, зменшення споживання видобувного палива та скорочення шкідливих викидів.

Прийняття Закону України (ЗУ) «Про ринок електричної енергії» [1] має сприяти повномасштабній імплементації в Україні третього енергетичного пакета Європейського Союзу (ЄС) відповідно до Директиви Європейського парламенту і Ради Європи 2009/72/ЄС щодо загальних правил для внутрішнього ринку електроенергії [2], якою, зокрема, передбачено охоплення до 2020 року інтелектуальними системами обліку не менше 80 % споживачів. Можна стверджувати, що ефективність запровадження положень [1] безпосередньо залежатиме, зокрема, від достовірності обліку електроенергії та прозорості розрахунків у лібералізованому ринку електричної енергії України.

Розрахунковий облік електроенергії в Україні має здійснюватися за допомогою автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) [3, 4]. Широкомасштабне впровадження АСКОЕ у суб'єктів оптового і роздрібного ринків електричної енергії України розпочалося в 2005 році. Створення АСКОЕ у суб'єктів Оптового ринку електричної енергії (ОРЕ) відбувалося за Програмою послідовного впровадження АСКОЕ в ОРЕ України [5] на підставі Інструкції про порядок комерційного обліку електричної енергії [3] та Загальних технічних вимог Головного оператора Системи комерційного обліку [6, 7] і було фактично завершено у 2010 році. Незважаючи на недосконалу нормативну базу щодо побудови та застосування АСКОЕ, з березня 2011 року розрахунки в ОРЕ України здійснюються на основі даних, що формуються АСКОЕ суб'єктів ОРЕ.

Створення АСКОЕ у суб'єктів роздрібною ринку електричної енергії України – споживачів відбувається за Правилами користування електричною енергією [4] на підставі технічних рекомендацій електропередавальних компаній – постачальників за регульованим тарифом (ПРТ), які здійснюють свою діяльність з передавання електричної енергії місцевими (локальними) електромережами та постачання електричної енергії споживачам на закріпленій території. Відповідно до вимог [4] об'єкти (крім багатоквартирних житлових будинків та населених пунктів) з приєднаною потужністю електроустановок 150 кВт і вище та середньомісячним обсягом споживання електроенергії за попередні 12 розрахункових періодів для діючих електроустановок або заявленим обсягом споживання електроенергії для нових електроустановок 50 тис. кВт·год і більше має бути забезпечено засобами диференційованого обліку електроенергії та локальним устаткуванням збирання та оброблення даних (ЛУЗОД), яке фактично є АСКОЕ з обмеженими функціональними можливостями.

Багаторічний аналіз технічного стану та досвіду застосування АСКОЕ/ЛУЗОД споживачів, а також АСКОЕ споживачів електропередавальних компаній–ПРТ зазвичай, вимірювальних інформаційних систем (ВІС), які здійснюють зчитування даних обліку безпосередньо з лічильників електроенергії або інформаційно-обчислювальних комплексів (ІОК), що приймають дані від АСКОЕ/ЛУЗОД споживачів, на закріпленій території, дозволяє стверджувати, що впроваджені АСКОЕ/ЛУЗОД споживачів практично не застосовуються для формування інформаційного забезпечення розрахунків на роздрібному ринку електричної енергії. Винятком є лише АСКОЕ/ЛУЗОД споживачів, які користуються поставками електроенергії за нерегульованим тарифом і функціонують за регламентами ОРЕ України. В інших випадках АСКОЕ/ЛУЗОД споживачів застосовуються переважно для контролю договірних величин параметрів режимів електроспоживання. Крім того, слід зазначити, що АСКОЕ, які функціонують на оптовому і роздрібному ринках електричної енергії України, в загальному випадку не можуть взаємодіяти через відсутність сумісності, зокрема інформаційної, що стало наслідком побудови їх на базі різних нормативних вимог.

Впровадження АСКОЕ у побутових та комунальних споживачів чинними нормативними Правилами користування електричною енергією для населення взагалі не передбачено.

Результатом існуючого стану є неможливість узгодженого функціонування та інформаційної взаємодії АСКОЕ суб'єктів оптового і роздрібною ринку електричної енергії, що стає головною перешкодою на шляху повномасштабної автоматизації обліку електроенергії в лібералізованому ринку електричної енергії України.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень є формулювання базових засад та визначення напрямів розвитку АСКОЕ для їхнього ефективного застосування в умовах лібералізації ринку електричної енергії України. Для досягнення поставленої мети на основі проведеного аналізу результатів побудови та застосування АСКОЕ на оптовому і роздрібному ринках електричної енергії України та опрацювання досвіду розгортання смарт-систем обліку (Smart Metering System /SMS/) в державах-членах ЄС у статті визначено шляхи, сформульовано вимоги та запропоновано першорядні заходи з розвитку АСКОЕ в умовах лібералізації ринку електричної енергії України.

Матеріал досліджень. Сьогодні базовими засобами диференційованого обліку є переважно багатофункціональні електронні лічильники електроенергії (Smart Meter /SM/), застосування яких у сучасних АСКОЕ вимагає впровадження низки організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення синхронності вимірювань, а також повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку. В умовах лібералізації ринку електричної енергії України особливого значення набувають питання сумісності АСКОЕ, зокрема, функціональної та інформаційної. В лібералізованому ринку електричної енергії, коли кожний споживач, зокрема побутовий, є потенційним суб'єктом ринку і здатний не лише закуповувати, а й постачати на ринок електроенергію та системні послуги, ефективність його функціонування, а також використання його потенціалу безпосередньо залежатиме від ступеня організації інформаційної взаємодії з іншими суб'єктами ринку. Базовим засобом такої взаємодії є АСКОЕ, які повинні виконувати одночасні вимірювання та здійснювати синхронний облік у всіх точках купівлі/продажу електроенергії на ринку, формувати повні, точні, достовірні та актуальні дані комерційного обліку, представляти сформовані дані в стандартизованих форматах та забезпечувати узгоджену взаємодію з АСКОЕ суміжних суб'єктів та ІОК операторів ринку.

Але це лише окремі завдання. Головними пріоритетами енергетики сталого розвитку є підвищення ефективності енерговикористання, зменшення споживання видобувного палива та скорочення шкідливих викидів. У цьому аспекті АСКОЕ або, якщо переходити на європейську термінологію, SMS виступають базовим інформаційно-комунікаційним засобом управління енергоефективністю.

Лічильник є елементом електричної мережі, з яким безпосередньо взаємодіє кінцевий споживач електроенергії. Через SM електромережа може надсилати споживачу сигнали, зокрема цінові, спрямовані на підвищення ефективності використання електричної енергії. За допомогою SM споживач може отримувати від електромережі зворотний зв'язок, контролюючи результати власних керуючих впливів щодо управління енерговикористанням. Саме тому сучасні SM, об'єднані в розподілені SMS, фактично утворюють інформаційно-комунікаційну основу концепції Smart Grid. І саме тому термін АСКОЕ сьогодні набуває набагато ширшого трактування і має розкриватися як автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням.

У рамках імплементації положень третього енергетичного пакету державами-членами ЄС передбачено заходи щодо широкого розгортання SMS [2]. Сучасні SMS розглядаються не лише як технічний засіб обліку електроенергії та контролю параметрів режимів електроспоживання, а, в першу чергу, як потужний інструмент адресного впливу на енергетичну поведінку кожного окремого кінцевого споживача з метою скорочення енергоспоживання та підвищення ефективності використання електричної енергії. У цьому відношенні національним урядам у співпраці з бізнесом, громадянськими асоціаціями та іншими зацікавленими сторонами слід виявляти і поширювати приклади ефективної практики застосування смарт-аплікацій щодо обліку електроенергії та вживати відповідних заходів щодо підвищення рівня суспільного усвідомлення як невід'ємної умови для більш широких дій за підсумками впровадження смарт-технологій. Очікується, що створення набору рекомендованих функціональних вимог дозволить державам-членам ЄС синхронно досягти оптимального рівня економічної ефективності в своїх планах відносно розгортання SMS.

З метою підвищення ефективності впровадження і застосування SMS та забезпечення їхньої функціональної сумісності, а також з метою найбільш повного забезпечення захисту та безпеки персональних даних споживачів Європейською Комісією було прийнято Рекомендації щодо підготовки до розгортання SMS [8]. Комісія вважає за доцільне рекомендувати державам-членам та регуляторам набір мінімальних функціональних вимог для SMS (таблиця). Комісія очікує, що застосування рекомендованих мінімальних функціональних вимог під час розгортання SMS дозволить досягти позитивних результатів у розв'язанні завдань з посилення енергоефективної поведінки споживачів [8].

Окрім мінімальних функціональних вимог до SMS [8] містять вимоги щодо захисту персональних даних споживачів під час функціонування SMS, а також методологію проведення аналізу довгострокових витрат та вигод (cost-benefit analysis /CBA/) під час розгортання SMS, наголошуючи, що рішення щодо розгортання SMS має бути предметом всебічної оцінки та аналізу, зокрема, місцевих (локальних) умов; економічної, енергетичної та інших видів ефективності; чутливості до зовнішніх та соціальних впливів тощо. Рішенню щодо широкого розгортання SMS має передувати детальне вивчення набутого досвіду – результатів впровадження пілотних проектів та найкращих практик. Під час досліджень має розглядатися щонайменше два альтернативних сценарії, один з яких – «нічого не робити».

У рамках СВА має формуватися обґрунтований, прозорий та добре задокументований розрахунок всіх очікуваних витрат у порівнянні з довгостроковими потенційними вигодами для споживачів відповідно до логічного послідовного процесу, запропонованого для їхньої оцінки. Результати СВА мають доповнюватися ваговими коефіцієнтами з метою врахування зовнішніх впливів, наприклад, стану навколишнього середовища та здоров'я громадян, суспільних заходів, соціальної політики тощо. Імплементація Рекомендацій [8] має на меті формування умов для успішного розгортання та ефективного застосування SMS гарантованої мінімальної функціональності на засадах забезпечення захисту і безпеки персональних даних, що врешті-решт дозволяє очікувати посилення енергоефективної поведінки кінцевих споживачів.

За результатами розгортання SMS у дванадцяти державах-членах ЄС зазначається, що існують суттєві відмінності місцевих умов та отриманих результатів. Разом з тим результати розгортання SMS загалом оцінено як позитивні, а сумарні вигоди від цього в монетизованому вигляді коливаються від €77,7 (Португалія) до €416,9 (Німеччина) на точку обліку. Головними статтями вигод визнано скорочення витрат на електроенергію (30 % від загальної економії), скорочення витрат на зчитування лічильників (23 %) та скорочення комерційних витрат електроенергії (16 %). Решту складають вигоди від забезпечення дистанційного контролю лічильників, підвищення конкурентоспроможності тощо. Крім того, констатовано, що потенціал скорочення електроспоживання внаслідок посилення енергоефективної поведінки кінцевих споживачів за наявності безпосередньої комунікації з ними в рамках реалізованих пілотних проектів склав від 3 до 5,6 % [9].

Сторона	Код вимоги	Функціональність	Додаткова інформація по ключових характеристиках та вимогах
Клієнт	A	Надання показів (<i>Smart Meter</i>) безпосередньо клієнтові та будь-якій третій стороні, яку призначено споживачем	Забезпечення стандартизованих інтерфейсів для реалізації технічних рішень з автоматизованого управління енергією в «реальному часі». Надання клієнтові та будь-якій третій стороні, яку призначено споживачем, точних, зручних і своєчасних показів через обраний клієнтом інтерфейс.
	B	Оновлення показів відповідно до пункту (A) достатньо часто, щоб цю інформацію можна було б використати для заощадження енергії	Зважаючи на потреби клієнта щодо «відгуку» на дії з енергозбереження, інформацію, зокрема дані, що зберігаються в лічильнику, необхідно оновлювати на стороні попиту, а саме, у кінцевого споживача кожні 15 хвилин. Подальший розвиток та нові енергетичні послуги швидше за все стимулюватимуть зростання швидкості оновлення інформації. Крім того, рекомендовано, щоб <i>SMS</i> бути здатними зберігати дані про енергоспоживання протягом розумного періоду часу з тим, щоб дозволити клієнту і будь-якій третій стороні, призначеній споживачем, отримати дані про минуле споживання. Це має уможливити розрахунки витрат, пов'язаних з енергоспоживанням.
Оператор обліку	C	Забезпечення дистанційного зчитування лічильників оператором	Ця функціональність стосується операторів обліку. Існує широкий консенсус щодо того, що це є ключовою функціональністю.
	D	Забезпечення двостороннього зв'язку між <i>Smart Metering System (SMS)</i> і зовнішніми комп'ютерними мережами	Зокрема, з метою унеможливлення «ручного» втручання, синхронізації часу і можливості завантаження нових тарифів. Існує широкий консенсус щодо того, що це є ключовою функціональністю.
	E	Забезпечення зчитування показів достатньо часто з метою мережевого планування	Частота зчитування даних залежить від рівня управління: місто (локальний) або масо (підстанція). Ця функціональність стосується як сторони попиту, так і сторони постачання.
Комерційні аспекти енергопостачання	F	Підтримка розширених систем тарифів	<i>SMS</i> повинні охоплювати розширені тарифні структури, тарифні реєстри і дистанційне управління тарифами. <i>SMS</i> повинна забезпечувати автоматичне передавання кінцевому споживачу інформації щодо розширених тарифних опцій за допомогою стандартизованого інтерфейсу.
	G	Дозволяти дистанційне управління ввімкненням/вимкненням постачання та/або потоку або обмеження потужності	Слід враховувати ступінь обмежень, наприклад, для споживачів, які не мають постійного місця проживання (пересувних домівок), або під час аварійних режимів роботи електромережі. Втім це може призвести до додаткових ризиків безпеки, які потрібно мінімізувати.
Безпека та захист даних	H	Забезпечення безпечного передавання даних	Ключові аспекти: конфіденційність – забезпечення доступу до інформації лише клієнтів та уповноважених ними сторін, та безпека – запобігання доступу до інформації не уповноважених на це сторін.
	I	Попередження та виявлення шахрайства	Охоплює безпеку та захист під час доступу. Це необхідно для захисту споживача, наприклад, від зламу доступу, а не лише для запобігання шахрайству.
Розосереджена генерація	J	Забезпечення обліку імпорту/експорту активної та реактивної енергії	<i>SMS</i> повинні забезпечувати облік імпорту/експорту електричної енергії, зокрема генерації на базі ВДЕ та локальної <i>micro</i> -генерації, а також облік реактивної енергії. Рекомендується, щоб цю функцію було встановлено за замовчуванням та активовано/деактивовано відповідно до побажань і потреб споживача.

Слід зазначити, що наведені вище результати отримано переважно від розгортання *SMS* у сфері побуту (households). Крім того, існують суттєві відмінності серед держав-членів ЄС у досвіді розгортання *SMS*, де лідерами є Італія, Швеція, Фінляндія та Мальта. Втім, багато держав-членів мають не надто тривалий досвід у цій сфері або не мають його взагалі [9]. Проте Україна, де історія автоматизації обліку електроенергії та управління режимами електроспоживання налічує понад п'ятдесят років, сьогодні суттєво поступається в цій сфері передовим державам-членам ЄС.

Кількість лічильників електроенергії в Україні оцінюється у 20,7 млн., зокрема, близько 18,6 млн. однофазних, застосованих переважно в побутовому секторі, і близько 2,1 млн. трифазних – переважно у сферах електроенергетики, промисловості та комунальних послуг. Станом на 2017 рік АСКОЕ, які надійно функціонують, забезпечуючи комерційний облік електроенергії та взаємодію з суміжними суб'єктами ринку електричної енергії відповідно до чинних нормативних вимог та регламентів, охоплено 100 % (близько 200) суб'єктів ОРЕ України, а також кілька тисяч промислових споживачів, які користуються послугами постачальників за нерегульованим тарифом (ПНТ). Зокрема, у червні 2017 року 80 ПНТ здійснювали постачання електричної енергії 966 промисловим споживачам.

Ефективність застосування АСКОЕ/ЛУЗОД у інших промислових споживачів, а інколи їхню роботоздатність взагалі, зважаючи на результати багаторічних досліджень, сьогодні не може бути оцінено об'єктивно, зокрема через те, що вони практично не застосовуються під час розрахунків за електричну енергію. Переважно їх застосовують електропередавальні компанії – ПНТ для контролю виконання промисловими споживачами встановлених лімітів потужності та електроспоживання, а також споживачі, які розраховуються за електричну енергію за тарифами, диференційованими у часі, для управління навантаженням.

Такі важливі сфери споживання електроенергії, як побут та комунальні послуги, де сконцентровано переважну більшість лічильників електроенергії в Україні, як було зазначено раніше, сьогодні практично не охоплено АСКОЕ. Виключення складають домогосподарства, що здійснюють генерування електричної енергії установками на базі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), надлишки якої викуповуються за «зеленим» тарифом. Невід'ємною умовою здійснення діяльності з вироблення електроенергії такими домогосподарствами є наявність АСКОЕ з функціями обліку імпорту/експорту активної та реактивної енергії відповідно до правил ринку. Втім станом на 2017 рік кількість таких домогосподарств у середньому не перевищує декілька десятків у кожній області України.

Однією з головних причин незадовільного стану автоматизації обліку в Україні є недосконалість національного нормативного забезпечення щодо побудови та застосування АСКОЕ, особливо в сферах побуту та комунальних послуг. Впровадження АСКОЕ/ЛУЗОД у промислових споживачів відбувається на основі технічних рекомендацій електропередавальних компаній – ПРТ [4], не синхронізованих між собою та не гармонізованих до нормативних вимог щодо побудови та застосування АСКОЕ в ОРЕ України, внаслідок чого функціональність і технічні характеристики АСКОЕ/ЛУЗОД, що впроваджено в різних регіонах України, суттєво різняться. Нормативне забезпечення автоматизації обліку електроенергії в ОРЕ України також вимагає вдосконалення і актуалізації, особливо зважаючи на прийняття ЗУ «Про ринок електричної енергії» [1] та тенденції щодо інтеграції Об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України до Європейської мережі операторів систем передавання електроенергії (European Network of Transmission System Operators for Electricity/ENTSO-E/).

Іншою важливою причиною незадовільного стану, особливо щодо інформаційної взаємодії АСКОЕ в Україні, є відсутність уніфікації технічних рішень та вимог, зокрема, в частині комунікаційних протоколів доступу до SM та обміну даними. Лише на верхньому рівні розподіленої АСКОЕ ОРЕ України обмін даними комерційного обліку між АСКОЕ суб'єктів ОРЕ та ІОК Головного оператора здійснюється в єдиний спосіб за допомогою уніфікованого протоколу передавання даних вимірювань (УППДВ) [6]. Обмін даними між АСКОЕ суб'єктів ОРЕ, а також між АСКОЕ/ЛУЗОД кінцевих споживачів та ІОК електропередавальних компаній – ПРТ здійснюється за допомогою пропрієтарних протоколів, що не сприяє прозорості обліку електроенергії та не забезпечує ефективної взаємодії суб'єктів ринку, зокрема, під час управління попиту та реалізації енергоефективних режимів електроспоживання.

Серед інших вагомих причин, що негативно впливають на стан автоматизації обліку електроенергії в Україні, слід зазначити відсутність єдиної системи точного часу та синхронізації вимірювань в ОРЕ України; нерозвинутість вимог щодо забезпечення захисту та безпеки даних обліку, починаючи від захисту даних у SM і завершуючи центральним рівнем розподіленої АСКОЕ ОРЕ України; наявність суттєвої частини даних обліку, що завантажуються вручну, за відсутності реалізації єдиних вимог щодо комплексного забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних обліку на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ ОРЕ України. Крім того, створення й впровадження АСКОЕ в Україні відбувається на підставі лише нормативних вимог, часто неузгоджених, за відсутності належного техніко-економічного обґрунтування та оцінки довгострокових витрат та потенційних вигод, що зрештою призводить до неефективності їхнього застосування.

Беручи до уваги наявні проблеми щодо уніфікованої побудови, узгодженого функціонування та ефективного застосування АСКОЕ в умовах лібералізації ринку електричної енергії України, слід суттєво вдосконалити національну технічну політику щодо створення та впровадження АСКОЕ, спрямувавши її на підвищення рівня взаємодії суб'єктів ринку, з метою забезпечення раціонального та ефективного використання енергетичних ресурсів шляхом посилення енергоефективної поведінки кінцевих споживачів. Впровадження АСКОЕ має стати предметом всебічного економічного аналізу та оцінки довгострокових витрат і потенційних вигод. Для забезпечення достовірності, обґрунтованості та співставленості результатів такий аналіз доцільно проводити за єдиною методологією, враховуючи набутий багатодесятилітній досвід побудови та застосування АСКОЕ на електроенергетичних і промислових підприємствах та в побуті, щоб проводити комерційний облік електроенергії та управління режимами електроспоживання.

З метою підвищення зацікавленості всіх суб'єктів ринку електричної енергії необхідно розширити та узгодити базову функціональність АСКОЕ як головного інструмента комунікацій операторів ринку, електроенергетичних компаній та споживачів під час розв'язання завдань управління попитом та забезпечення енергоефективних режимів електроспоживання. АСКОЕ повинні:

- забезпечувати одночасні вимірювання та облік імпорту/експорту активної і реактивної енергії та формування параметрів обліку відповідно до правил ринку з метою інформаційного забезпечення розрахунків за електричну енергію та надані системні послуги за вибраними тарифами або в інші передбачені способи;

- формувати інформаційне забезпечення завдань управління попитом та енерговикористанням, надаючи суб'єктам ринку, зокрема кінцевим споживачам, повну, достовірну та актуальну інформацію щодо поточних та інтегральних параметрів режимів вироблення і споживання електричної енергії, достатню для реалізації керуючих впливів;

- здійснювати інформаційну взаємодію з АСКОЕ суміжних суб'єктів та ІОК операторів ринку електричної енергії в уніфікований спосіб з метою узгодження попиту і пропозицій на ринку та забезпечення ефективних режимів електроспоживання в реальному часі;

- здійснювати двонаправлений обмін інформацією з багатофункціональними електронними лічильниками електроенергії на засадах конфіденційності, гарантованого захисту та безпеки даних шляхом дистанційного зчитування/запису інформації з метою забезпечення можливості програмування/параметрування лічильників, синхронізації часу, контролю достовірності даних обліку, взаємодії з користувачами лічильників тощо;

- стати повноцінним інструментом комунікацій між операторами ринку, виробниками, електропередавальними компаніями, постачальниками та кінцевими споживачами, надаючи додатково цінні сигнали, пропозиції з боку попиту та іншу інформацію, що сприятиме підвищенню ефективності енерговикористання.

З метою забезпечення достовірності обліку електроенергії та прозорості розрахунків на ринку варто переходити від автоматизованих до цілком автоматичних систем обліку електроенергії, які забезпечують вимірювання, формування, передавання, оброблення, збереження та відображення даних обліку разом із кодами якості (достовірності) цих даних в автоматичному режимі, максимально обмежуючи суб'єктивний вплив операторів АСКОЕ на результати обліку електроенергії. Роль оператора АСКОЕ має зводитися виключно до спостереження за функціонуванням АСКОЕ в нормальних режимах та вибором сценарію відновлення/заміщення даних обліку під час виходу режимів функціонування АСКОЕ за межі нормальних.

Висновки. Враховуючи тенденції щодо інтегрування ОЕС України до ENTSO-E, доцільною є імплементація передових загальноєвропейських підходів, процедур, технологій та стандартизованих технічних рішень, зокрема, зазначених у статті, під час впровадження АСКОЕ. При цьому варто зберегти ефективні національні напрацювання, зважаючи на особливості функціонування та взаємодії суб'єктів електроенергетики України. В умовах лібералізації ринку електричної енергії України АСКОЕ мають стати повномасштабним дієвим інструментом взаємодії учасників ринку, спрямованою на підвищення ефективності енерговикористання та збереження довкілля.

1. Про ринок електричної енергії. Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII.
URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>.

2. Directive 2009/72/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC. *Official Journal of the European Union*, 2009. No 8. L211/55-93.

3. Інструкція про порядок комерційного обліку електричної енергії. Додаток 10 до Договору між Членами Оптового ринку електричної енергії. Затв. Радою оптового ринку електричної енергії України, протокол від 09 червня 1998 року № 8 (із змінами і доповненнями).

4. Правила користування електричною енергією. Затв. Постановою НКРЕ від 31 липня 1996 року № 28 у редакції Постанови НКРЕ від 17 жовтня 2005 року № 910 (із змінами і доповненнями).

5. Програма послідовного впровадження АСКОЕ в ОПЕ України. Затв. Радою Оптового ринку електричної енергії України, протокол від 25 листопада 2005 року № 12.

6. Загальні технічні вимоги до Автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України. Ч. I. Система збору, обробки та обміну даними комерційного обліку електричної енергії в Оптовому ринку. Додаток 7.4 до Договору між Членами Оптового ринку електричної енергії України. Затверджено Радою Оптового ринку електричної енергії України, протокол від 09 січня 2003 року № 7 (із змінами і доповненнями).

7. Загальні технічні вимоги до Автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України. Ч. II. Система точного часу та підсистема забезпечення синхронності вимірювань Автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електроенергії України. Додаток 7.4 до Договору між Членами Оптового ринку електричної енергії. Затв. Радою Оптового ринку електричної енергії України, протокол від 24 вересня 2004 року № 12.

8. Commission Recommendation 2012/148/EU of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of smart metering systems. *Official Journal of the European Union*. 2012. No 3. L73/9-22.

9. Smart Metering Systems in EU Member States. Final report. Prepared for Directorate – General for Energy, Directorate B – Internal Energy Market, by ICCS-NTUA, Athens, AF Mercados EMI, Madrid, 25 June 2015. 147 p.

УДК 621.311.153

РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ЛИБЕРАЛИЗАЦИИ РЫНКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ УКРАИНЫ

О.В. Коцарь, канд.техн.наук

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. И. Сикорского», пр. Победы, 37, Киев, 03056, Украина.

E-mail: kovpers@ukr.net

Период становления рынка электрической энергии Украины характеризовался, кроме прочего, масштабным внедрением автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) у субъектов оптового и розничного рынков с целью формирования информационного обеспечения расчетов за электроэнергию. Создание АСКУЭ у субъектов оптового рынка было фактически завершено в 2010 году, а с марта 2011 года расчеты в оптовом рынке электрической энергии (ОРЭ) Украины производятся на основе данных, формируемых АСКУЭ субъектов ОРЭ. На розничном рынке электрической энергии Украины АСКУЭ внедряются преимущественно у промышленных потребителей. Такие важные сферы использования электроэнергии, как быт и сфера коммунальных услуг сегодня практически не охвачены АСКУЭ, в первую очередь, из-за отсутствия соответствующего нормативного обеспечения. Внедренные АСКУЭ промышленных предприятий сегодня практически не используются при расчетах (за исключением поставок электроэнергии по нерегулируемому тарифу), а применяются преимущественно для контроля режимов электропотребления. Информационное взаимодействие АСКУЭ субъектов оптового и розничного рынков в общем случае невозможно вследствие несовместимости, в первую очередь, информационной, что стало результатом создания АСКУЭ на основе разных нормативных требований. Все это является преградой на пути эффективного применения АСКУЭ в условиях либерализации рынка электрической энергии Украины, где каждый потребитель, в т.ч. бытовой является потенциальным субъектом рынка электрической энергии. В статье проанализировано современное состояние и определены пути развития АСКУЭ с целью повышения эффективности их применения в условиях либерализации рынка электрической энергии Украины. Исследован опыт государств-членов ЕС в части развертывания Smart Metering Systems с целью формирования информационного обеспечения коммерческого учета и задач управления энергоиспользованием в условиях функционирования либерализованных рынков электрической энергии. Библ. 9, табл. 1.

Ключевые слова: АСКУЭ, данные учета, электроэнергия, счетчик электроэнергии, учет, рынок электрической энергии, Smart Grid, Smart Meter, Smart Metering System.

THE DEVELOPMENT OF SMART SYSTEMS FOR CONTROL, METERING AND ENERGY MANAGEMENT IN LIBERALIZED ELECTRICITY MARKET OF UKRAINE

O. Kotsar

**National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,
pr. Peremohy, 37, Kyiv, 03056, Ukraine.**

E-mail: kovpers@ukr.net

The period of the emergence of the Ukrainian electricity market was characterized, in particular, by the large-scale implementation of automated systems of commercial electricity metering (ASCEM) of the wholesale and retail markets players in order to form the information support of the payments for electricity. The creation of ASCEM in the wholesale market was actually completed in 2010, and since March 2011 the payments in the Wholesale Electricity Market (WEM) of Ukraine are based on ASCEM data of the WEM players. The ASCEM in the retail electricity market is mainly implemented by industrial consumers. Such important areas of electricity consumption as the householders and utilities are practically not covered by ASCEM today, first of all, due to the lack of appropriate normative support. Implemented of the ASCEM on the industrial enterprises today practically are not used for payments (except for the power supply at unregulated tariff), and are used mainly for control the power consumption modes. In the general case, the information interaction of the ASCEM of wholesale and retail markets players is impossible due to the lack of compatibility, in particular information, resulting from the creation of ASCEM on the basis of various regulatory requirements. All this is a barrier for the full-scale use of ASCEM in conditions of Ukrainian electricity market liberalization, where every consumer, including the household, is a potential player in the electricity market. The article analyzes the current state and identifies the ways of development ASCEM in order to increase the efficiency of their application in conditions of Ukrainian electricity market liberalization. The experience of EU member states in the Smart Metering Systems roll-out is being studied in order to create information support of commercial metering and tasks of energy usage management in the conditions of liberalized electricity markets functioning.

References 9, table 1.

Keywords: ASCEM, data metering, electricity, meter, metering, electricity market, Smart Grid, Smart Meter, Smart Metering System.

1. On Electricity Market: The Law of Ukraine 13.04.2017 No. 2019-VIII.
URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2019-19> (accessed at 20.08.2017). (Ukr)
2. Directive 2009/72/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13.07.2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC. *Official Journal of the European Union*. 2009. No 8. L211/55-93.
3. Instruction on the Procedure of Commercial Metering of Electric Energy. Annex 10 to the Agreement between the Members of the Wholesale Electricity Market. Approved by Council of the Wholesale Electricity Market of Ukraine, the protocol from June 9, 1998. No 8 (with amendments and supplements). (Ukr)
4. Rules of Electric Energy Usage. Approved by Resolution of NERC from July 31, 1996, No 28 in the wording of the Resolution of NERC from October 17, 2005, No 910 (with amendments and supplements). (Ukr)
5. Program of the Successive Implementation of the ASCEM in Wholesale Electricity Market of Ukraine (second edition). Approved by Council of the Wholesale Electricity Market of Ukraine, the protocol from November 25, 2005. No 12. (Ukr)
6. General Technical Requirements for the Automated Commercial Metering System for the Wholesale Electricity Market of Ukraine. Part I. System for Electric Energy Commercial Metering Data Collecting, Processing and Exchange in the Wholesale market. Annex 7.4 to the Agreement between the Members of Wholesale Electricity Market of Ukraine. Approved by Council of the Wholesale Electricity Market of Ukraine, the protocol from January 9, 2003. No 7 (with amendments and supplements). (Ukr)
7. General Technical Requirements for the Automated Commercial Metering System for the Wholesale Electricity Market of Ukraine. Part II. The Exact Time System and Synchronous Measurement Subsystem of the Automated Commercial Metering System for the Wholesale Electricity Market of Ukraine. Annex 7.4 to the Agreement between the Members of the Wholesale Electricity Market. Approved by Council of the Wholesale Electricity Market of Ukraine, the protocol from September 24, 2004. No 12. (Ukr)
8. Commission Recommendation 2012/148/EU of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of smart metering systems. *Official Journal of the European Union*. 2012. No 3. L73/9-22.
9. Smart Metering Systems in EU Member States. Final report. Prepared for Directorate – General for Energy, Directorate B – Internal Energy Market, by ICCS-NTUA, Athens, AF Mercados EMI, Madrid, 25 June 2015. 147 p.

Надійшла 07.09.2017

Остаточний варіант 16.02.2018