

М.В. ПЛАХОТНИЙ, О.В. КОЦАР, І.О. КОЦАР  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАХИСТУ ДАНИХ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОРИНКУ УКРАЇНИ

*В роботі розглянуто деякі аспекти захисту та безпеки даних комерційного обліку електроенергії під час їхнього формування, передавання, оброблення, зберігання та відображення на всіх рівнях розподіленої автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії енергоринку України. Досліджено ризики щодо можливості видалення, коригування або спотворення даних обліку на всьому їхньому життєвому циклі, починаючи від первинних даних обліку, які формуються в приладах комерційного обліку електроенергії, і завершуючи даними комерційного обліку, які надаються Головному оператору Системи комерційного обліку і застосовуються для проведення комерційних розрахунків в Оптовому ринку електроенергії України. Було визначено методи забезпечення захисту та безпеки даних обліку. Запропонована модель забезпечення достовірності даних обліку на всьому їхньому життєвому циклі.*

*Ключові слова:* безпека, дані комерційного обліку, достовірність, електронно-цифровий підпис, первинні дані обліку.

M.V. PLAKHOTNYI, O.V. KOTSAR, I.O. KOTSAR  
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

### SOME ASPECTS OF ELECTRICAL ENERGY COMMERCIAL ACCOUNT DATA PROTECTION ARE IN THE UKRAINE ELECTRICITY MARKET

*Abstract - Some aspects of electrical energy commercial account data protection and safety are in-process considered during their forming, transmission, treatment, storage and reflection on all levels of the distributed automated system of electrical energy commercial account in the Ukraine electricity market. It was investigated the risks in relation to possibility of delete, correction or distortion of electrical energy account data during all their life cycle, beginning from basic account data, what are forming in the devices for electrical energy commercial account, and completing of electrical energy commercial account data, which are given to Main operator of Commercial Account System and used for the commercial calculations in the Ukraine electricity market. It was certain methods of defence and safety of account data providing. Offered model of authenticity of account data providing during all their life cycle.*

*Keywords:* safety, commercial account data, authenticity, electronic-digital signature, basic data of account.

#### Вступ

В загальному випадку результати вимірювань та обліку електричної енергії не є закритою інформацією і не вимагають спеціального захисту. Проте, в умовах енергоринку, коли розрахунки за електричну енергію здійснюються щогодинно, а її погодинна вартість протягом доби може коливатися в широких межах, такий підхід щодо безпеки та захисту даних комерційного обліку в Оптовому ринку електроенергії (ОРЕ) України варто переглянути.

#### Експериментальна частина

Електрична енергія вимірюється лічильниками електроенергії – вимірювальними приладами, які обчислюють добутки миттєвих значень напруги й струму та інтегрують обчислені значення електричної потужності в часі [1]. З метою забезпечення комерційного погодинного обліку в ОРЕ України Правилами ринку [2] та Інструкцією про порядок комерційного обліку електроенергії (ІКО) [3] вимагається застосування засобів диференційованого обліку електроенергії – інтервальних лічильників, які вимірюють та фіксують значення вимірюваної величини за встановлений часовий інтервал або на початок та кінець установленого часового інтервалу [4]. Значення кількості електроенергії, виміряної за кожну годину доби, прив'язується до відповідної цій годині часової позначки, яка супроводжуватиме це виміряне значення протягом всього його подальшого існування, зокрема під час оброблення, зберігання та використання в розрахунках за електричну енергію в ОРЕ України. Крім того, до кожного значення кількості електроенергії «прив'язуються» ознаки його якості – формалізований цифровий код, який містить певні відомості щодо достовірності цього значення [5, 6].

Значення кількості електроенергії разом із позначками часу, яким вони відповідають, та кодами якості (достовірності) цих значень утворюють нероздільні групи. Спотворення або втрата будь-якої з трьох компонент робить негідним це значення, зумовлюючи неможливість його подальшого використання, зокрема в розрахунках за електричну енергію в ОРЕ України.

В якості інтервальних лічильників в Україні застосовуються багатofункціональні електронні лічильники електроенергії, які отримали назву «Розумні лічильники» або SMART-лічильники (Self Monitoring, Analysis and Reporting Technology – що означає «самоконтролююча, аналізуюча та звітуюча технологія») [7]. Зазвичай, такі лічильники формують добові графіки (профілі) навантаження/електроспоживання – масиви даних, які містять певну кількість значень усередненої за обраний часовий інтервал електричної потужності або кількості електроенергії, виміряної за цей інтервал. В окремих випадках інтервальний лічильник фіксує покази на границях кожного часового інтервалу. Зазвичай кожне значення в масиві маркується часовою позначкою, якій відповідає це значення, а сам масив – датою, якій відповідає весь масив. В окремих типах інтервальних лічильників кожне значення профілю

навантаження зберігається незалежно від інших значень того ж самого профілю і маркується датою і часом, яким це значення відповідає.

Окрім профілів навантаження багатофункціональні електронні лічильники електроенергії визначають параметри обліку електроенергії, зокрема кількість електроенергії та максимальне значення потужності за тарифними зонами тощо, генерують первинні коди якості даних, вимірюють інші фізичні величини, зокрема час, частоту, напругу, струм тощо, а також формують журнал подій – формалізований звіт про результати функціонування лічильника. В сукупності ця інформація називається первинними даними обліку (ПДО) [3], які зберігаються в первинній базі даних (ПБД) багатофункціонального електронного лічильника електроенергії, де вони захищені від видалення, модифікації або спотворення, зокрема метрологічними пломбами.

В подальшому ПДО зчитуються технічними засобами автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) [8] і піддаються обробленню на різних рівнях АСКОЕ [9], під час якого на основі ПДО формуються дані комерційного обліку (ДКО) електроенергії, а до первинних кодів якості ПДО долучаються додаткові ознаки, утворюючи тим самим результуючі коди якості (достовірності) даних комерційного обліку електроенергії [5, 6].

ДКО є базою для здійснення розрахунків за електричну енергію в ОРЕ України. Проте, починаючи від моменту зчитування ПДО з ПБД багатофункціонального електронного лічильника електроенергії ці дані втрачають «механічний» захист і в подальшому стають уразливими для ймовірних зовнішніх впливів, ненавмисних чи навмисних, які загрожують, зокрема, їхнім видаленням (знищенням), модифікуванням або спотворенням. Саме тому питання безпеки та захисту ДКО, як і ПДО, на всьому життєвому циклі, зокрема під час їхнього формування, передавання, оброблення, документування, відображення тощо стає надважливішим завданням, вирішенню якого необхідно приділити особливу увагу під час побудови АСКОЕ в ОРЕ України, особливо в умовах запровадження ринку двохсторонніх договорів та балансуєчого ринку (РДДБР) [10].

Сучасні інформаційні технології надають розробникам і користувачам широкий набір інструментів захисту даних, зокрема під час їхнього передавання відкритими інформаційними мережами та зберігання у базах даних (БД) загального користування. Захист даних може здійснюватися як шляхом захисту власне даних, зокрема їхнім кодуванням, долученням електронного цифрового підпису (ЕЦП) тощо, так і захистом інформаційних мереж, якими передаються ці дані, сховищ даних, в яких вони зберігаються, програмних аплікацій, за допомогою яких дані обробляються, відображуються, документуються тощо. Можуть бути застосовувані й інші методи захисту даних, зокрема шляхом їхньої ідентифікації, верифікації та валідації. Звісно, найбільшу ефективність буде мати комплексний захист даних обліку з використанням максимальної кількості методів захисту за умови економічної доцільності їхнього застосування. При цьому слід ще раз зауважити, що застосовані методи захисту даних обліку мають бути спрямовані в першу чергу не на забезпечення конфіденційності даних (це вимагається лише в окремих випадках), а на забезпечення їхньої цілісності й достовірності. До того ж застосовані методи захисту даних не повинні порушувати актуальності даних обліку [11].

Концептуально запропонована наступна модель забезпечення достовірності даних обліку на всьому їхньому життєвому циклі (рис.1). ПДО зберігаються в ПБД багатофункціонального електронного лічильника електроенергії, де в загальному випадку унеможливлене їхнє видалення (спотворення) без порушення цілісності метрологічних пломб, якими захищений вимірювальний пристрій лічильника. Доступ до ПДО здійснюється комунікаційними портами лічильника за допомогою оригінального комунікаційного протоколу лічильника. ПДО зазвичай передаються з ПБД лічильника за запитом у «відкритому» вигляді, як правило разом із локальним ідентифікатором у вигляді логічного номера лічильника в АСКОЕ об'єкту обліку. В окремих випадках може використовуватися глобальний ідентифікатор у вигляді заводського номеру лічильника.

Під час зчитування цих даних АСКОЕ об'єктів обліку [9] дані надходять до пристрою збирання та передавання даних (ПЗПД) або іншого базового пристрою АСКОЕ об'єкту обліку (зокрема, до локального сервера), який може зберігати їх в БД з метою подальшого оброблення та застосування. ПДО можуть зчитуватися устаткуванням вищих рівней розподіленої АСКОЕ ОРЕ України [9] (наприклад, локальним або регіональним), оминаючи рівень об'єктів обліку, та зберігатися безпосередньо в БД АСКОЕ відповідного рівня. Також можливі застосування на рівні об'єктів обліку мультиплексорів без функції зберігання даних, які забезпечують «прямий» транзит ПДО, зокрема між ПБД лічильника та безпосередньо БД вищих рівней АСКОЕ.

В будь-якому випадку ПДО під час зчитування з ПБД надходять до відповідного рівня розподіленої АСКОЕ ОРЕ України [9], де згідно чинних нормативних вимог ОРЕ України [12] зберігаються в базі необроблених даних обліку. На етапі завантаження до БД необробленим даним обліку має бути привласнена позначка часу, що відповідає часу їхнього завантаження до БД, та модифікований код якості цих даних, зокрема з метою додаткового фіксування способу надходження необроблених даних обліку до БД [6], а власне дані мають бути «підписані» ЕЦП ПЗПД або сервера БД АСКОЕ відповідного рівня.

В подальшому необроблені дані обліку піддаються поетапному обробленню на різних рівнях розподіленої АСКОЕ ОРЕ України, в результаті чого визначають ДКО – приведені до межі балансової

належності електричних мереж суміжних суб'єктів ОРЕ, зокрема агреговані, дані обліку, які в подальшому застосовуються під час розрахунків за електричну енергію в ОРЕ України – розрахункові дані. На кожному етапі оброблення ДКО привласнюється модифікований код якості цих даних, зокрема з метою додаткового фіксування ступеню оброблення цих даних, ступеню їхньої агрегації, способу надходження ДКО до БД відповідного рівня тощо. Якщо під час оброблення даних обліку виникає необхідність використання даних ручного завантаження, цей факт також має бути відбитий в модифікованому коді якості ДКО [6].

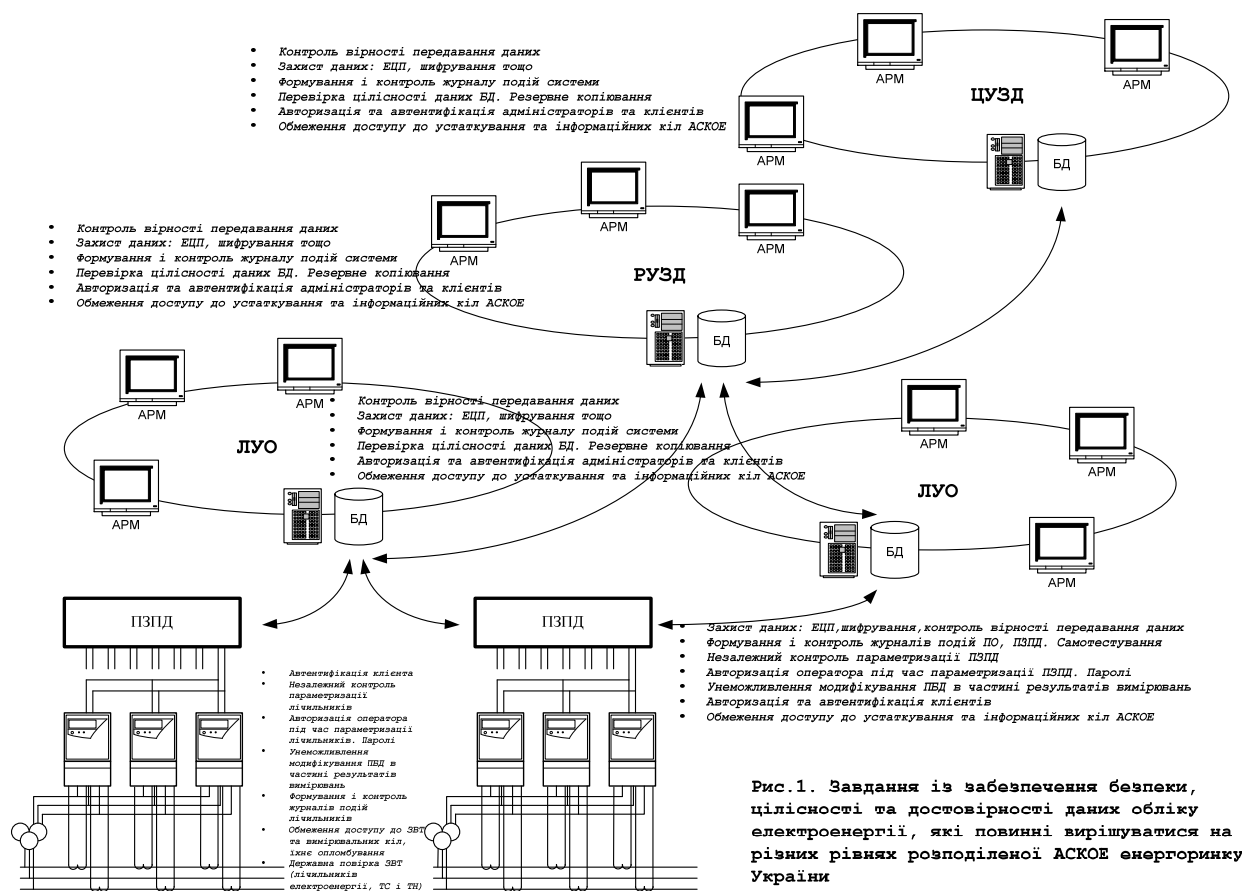


Рис.1. Завдання із забезпечення безпеки, цілісності та достовірності даних обліку електроенергії, які повинні вирішуватися на різних рівнях розподіленої АСКОЕ енергоринку України

Слід зазначити, що відповідно до чинних нормативних вимог ОРЕ України, результуючі ДКО, зокрема агреговані, повинні зберігатися у БД АСКОЕ суб'єкта ОРЕ окремо від необроблених даних обліку. При цьому всі дані обліку повинні зберігатися в БД АСКОЕ не менше терміну позовної давності [12]. Слід також зауважити, що ця вимога має сенс лише в разі, якщо буде здійснюватися багатоступеневий контроль достовірності даних обліку під час виконання кожної операції над ними, а власне дані обліку, що зберігаються в БД на різних рівнях розподіленої АСКОЕ ОРЕ України, будуть надійно захищені від модифікування та видалення, зокрема засобами систем керування базами даних (СКБД).

В розподіленій АСКОЕ ОРЕ України дані обліку електричної енергії, зокрема необроблені дані обліку і ДКО, передаються між різними рівнями АСКОЕ як «вертикально» (локальний, регіональний і центральний рівні розподіленої АСКОЕ ОРЕ України [9]), так і «горизонтально» (між АСКОЕ суміжних суб'єктів ОРЕ). Під час кожного завантаження до БД АСКОЕ необроблені дані обліку повинні «підписуватися» відповідним сервером БД, який їх завантажує, з позначенням дати й часу завантаження. Так само слід вчиняти і з ДКО. В такий спосіб дані обліку будуть захищені від їхньої модифікації, спотворення тощо.

У випадках, коли дані обліку не надійшли до відповідного рівня АСКОЕ, або надійшли несвоєчасно, вони формуються та завантажуються до БД АСКОЕ Оператором вручну. В цьому випадку відповідним даним повинен привласнюватися код якості даних «Дані ручного завантаження» [5, 6, 12], а власне дані мають «підписуватися» Оператором АСКОЕ, який несе особисту відповідальність за їхню достовірність.

Звичайно, запропонований метод захисту даних обліку призведе до певного зростання їхнього обсягу. Але, зважаючи на те, що обсяг даних обліку за мірками сучасних інформаційних систем порівняно невеликий, зростання їхнього обсягу (навіть багатократне, чого не очікується) не призведе до будь-яких негативних наслідків. Проте, такий захист даних дозволить значно більшою мірою покладатися на дані обліку, що зберігаються в БД АСКОЕ, та з високою вірогідністю визначати їхнє «походження», ніж запитувати ПДО з ПЗД лічильника кожного разу, коли необхідно переконаватися в достовірності ДКО, як це робиться зараз. Крім того, запропонований метод захисту даних дозволить відстежувати «шлях» даних обліку і визначати пункти їхнього попереднього зберігання, що дуже важливо для верифікації і валідації

ДКО та здійснення справедливих розрахунків в ОРЕ України.

З метою забезпечення безпеки даних обліку, що передаються або зберігаються, пропонується застосовувати криптографічне стискання (кодування, архівування) даних. Одночасно це дозволить зменшити обсяги цих даних та забезпечити їхню конфіденційність і цілісність. Застосування ЕЦП та інших методів криптографії дозволить захистити дані обліку від пошкодження, модифікування або спотворення. На практиці ж часто постає питання захисту даних обліку від їхнього видалення (навмисного або ненавмисного). Для запобігання втрати даних в такий спосіб повинні застосовуватися відповідні методи адміністрування БД АСКОЕ, зокрема, але не виключно, обов'язкова авторизація та автентифікація користувачів під час адміністрування БД, а також формування журналів подій в кожному інтелектуальному засобі виміральної техніки (ЗВТ) та в кожному сервері БД АСКОЕ. Для запобігання втрат даних під час їхнього передавання повинні застосовуватися вдосконалені протоколи обміну даними з функціями контролю доставки та їхньої цілісності.

Ще одне завдання, яке повинно вирішуватися під час верифікації і валідації даних комерційного обліку в ОРЕ України – ідентифікація даних та їхніх джерел. Під ідентифікацією в цьому випадку розуміють достовірне визначення джерела даних, де їх вперше було сформовано.

Звичайно, найважливішою умовою забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних обліку є їхня доступність в будь-який момент часу з будь-якого пункту обробки даних розподіленої АСКОЕ ОРЕ України. Тому дуже важливо забезпечити можливість оперативного доступу до будь-яких даних, що зберігаються в розподіленій АСКОЕ ОРЕ України, з будь-якого пункту обробки даних цієї системи, звичайно на умовах авторизації та автентифікації за наявності відповідних прав доступу клієнта [13]. Невід'ємною умовою такого доступу є забезпечення уніфікації комунікаційних протоколів на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ ОРЕ України [14, 15] та взаємного регламентованого дистанційного автоматизованого доступу Операторів (суб'єктів ОРЕ) до даних обліку, зокрема, але не виключно, до ПДО, що розміщені в ПБД багатофункціональних електронних лічильників електроенергії, з метою верифікації та валідації розрахункових даних комерційного обліку електроенергії.

### Висновки

Таким чином, результатом послідовного вдосконалення і впровадження методів та засобів забезпечення захисту даних обліку в умовах перспективних моделей енергоринку України, зокрема РДДБР, на базі передових інформаційних технологій має стати гарантоване забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку електроенергії, що сприятиме підвищенню прозорості розрахунків в ОРЕ України.

З метою гарантованого забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку електроенергії необхідно дослідити та вирішити низку завдань щодо безпеки, цілісності і достовірності даних обліку на всіх етапах їхнього визначення, формування, оброблення, передавання, зберігання, відображення та документування в розподіленій АСКОЕ ОРЕ України, а саме:

- визначення умов функціонування та застосування АСКОЕ в умовах енергоринку України;
- визначення та класифікування технологій формування та застосування даних обліку на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ енергоринку України;
- визначення та вдосконалення методів забезпечення безпеки та захисту даних обліку з метою їхнього застосування в розподіленій АСКОЕ ОРЕ України;
- дослідження та вдосконалення засобів забезпечення безпеки та захисту даних обліку з метою їхнього застосування в розподіленій АСКОЕ ОРЕ України;
- класифікування, селекція, упорядкування методів та засобів забезпечення безпеки і захисту даних обліку та розроблення цілісної системи комплексного захисту і забезпечення цілісності і достовірності даних обліку в розподіленій АСКОЕ ОРЕ України.

Результатом вирішення зазначеної низки завдань має стати розроблення методології забезпечення комплексного захисту і безпеки даних обліку на всіх етапах їхнього існування на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ ОРЕ України.

### Література

1. Головкин П.И. Энергосистемы и потребители электрической энергии / Головкин П.И. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 359 с., ил.
2. Правила Оптового ринку електроенергії України (Правила ринку). Додаток 2 до Договору між членами Оптового ринку електроенергії / Затв. Радою Оптового ринку електроенергії України 02.10.1997р.
3. Інструкція про порядок комерційного обліку електроенергії. Додаток 10 до Договору між членами Оптового ринку електроенергії / Затв. Радою Оптового ринку електроенергії України, протокол від 09.06.1998р. №8.
4. Проект Кодексу комерційного обліку електроенергії / Версія 1.1 від 30.11.2011р.
5. О достоверности данных коммерческого учета электрической энергии в распределенных АСКУЭ / Н.В. Плахотный, О.В. Коцарь, В.В. Мазан, И.О. Коцарь // Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні системи та мережні технології» – Збірник наук. праць «Проблеми інформатизації та

управління», К., 2008. – С. 169–172.

6. Інструкція про порядок формування кодів якості даних комерційного обліку електроенергії [Електронний ресурс] / Розроб. О.В. Коцар керівн.розроб., Ю.А. Расько // ГО ОРЕ, Київ, 2013 – 32с. – Режим доступу : <http://www.er.gov.ua/doc.php?c=13>.

7. Праховник А.В. Принципи організації взаємодії компонент Smart Grid / А.В. Праховник, С.П. Денисюк, О.В. Коцар // Енерг. та електрифікація, 2012. – №8 – С.68 – 75.

8. Коцар О.В. Класифікація АСОЕ / О.В. Коцар // Енерг. та електрифікація, 2010. – № 10. – С. 41–50.

9. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку України [Електронний ресурс] // Затв. спільним наказом Мінпаліенерго, НКРЕ, Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України від 17.04.2000. – № 32/28/28/276/75/54.

10. Про засади функціонування ринку електричної енергії України Закон України №663-VII від 24.10.2013 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/663-vii>

11. Комплексне забезпечення достовірності та актуальності даних комерційного обліку в умовах запровадження в Україні ринку двохсторонніх договорів і балансуючого ринку / О.В. Коцар // Енерг. та електрифікація, 2011. – № 3 – С. 27–39.

12. Вимоги до порядку збору, обробки та обміну даними комерційного обліку електроенергії в ОРЕ України / Розроб. О.В. Коцар // Затв. ІЕЕ НТУУ «КПІ». – 2013. – 75 с.

13. Концепція Інформаційно-обчислювального комплексу Головного оператора Системи комерційного обліку Оптового ринку електроенергії України / Розроб.: А.В. Праховник (керівн. розроб.), О.В.Коцар, Ю.А. Расько // Затв. ДП «Енергоринок». – К., 2011 – 68 с.

14. Унифікований протокол передачі даних АСКУЕ ГО ОРЭ. Специфікація. Версія протокола 1.0. Версія документа 1.1.3.1 [Електронний ресурс] / Разраб.: О.В. Коцар, В.В. Мазан – К. : 2003 – 2006 – 65с. – Режим доступу : <http://www.er.gov.ua/doc.php?c=13&wid=91be95c2e3479e0eb4da444ae693e28a>.

15. Коцарь О.В. Применение унифицированного протокола передачи данных коммерческого учета электрической энергии в АСКУЭ Головного оператора ОРЭ Украины / О.В. Коцарь, В.В. Мазан // Энерг. и электрификация, 2005. – № 2 – С. 2–9.

#### References

1. Golovkin P.I. Energosistemy i potrebiteli elektricheskoi energii. – 2-e izd., pererab. i dop. – M. : Energoatomizdat, 1984. – 359 s., il.
2. Pravyla Optovogo rynku elektroenergii Ukrainy (Pravyla rynku). Dodatok 2 do Dogovoru mizh chlenamy Optovogo rynku elektroenergii / Zatv. Radoyu Optovogo rynku elektroenergii Ukrainy 02.10.1997r.
3. Instrukciya pro poryadok komercijnogo obliku elektroenergii. Dodatok 10 do Dogovoru mizh chlenami Optovogo rynku elektroenergii / Zatv. Radoyu Optovogo rynku elektroenergii Ukrainy, protokol vid 09.06.1998r. №8.
4. Proekt Kodeksu komercijnogo obliku elektroenergii / Versiya 1.1 vid 30.11.2011r.
5. Plaxotny N.V., Kotsar' O.V., Mazan V.V., Kotsar' I.O. O dostovernosti danyh kommercheskogo ucheta elektricheskoi energii v raspredelennyh ASKUE // Mizhnarodna naukovno-texnichna konferenciya «Komp'yuterni systemy ta merezhni texnologii» – Zbirnyk nauk. prats' «Problemi informatizacii ta upravlinnya», Kyiv, 2008. – S. 169 – 172.
6. Instrukciya pro poryadok formuvannya kodiv yakosti danyh komercijnogo obliku elektroenergii [Elektronnii resurs] / Rozrob.: O.V.Kotsar kerivn.rozrob., YU.A.Ras'ko // GO ORE, Kiiv, 2013 – 32s. – Rezhim dostupu do resursu: <http://www.er.gov.ua/doc.php?c=13>.
7. Praxovnyk A.V., Denisyuk S.P., Kotsar O.V. Prynypy organizacii vzaemodii komponent Smart Grid // Energ. ta elektrifikaciya, 2012. – №8 – S.68 – 75.
8. Kotsar O.V. Klyasifikaciya ASOE // Energ. ta elektrifikaciya, 2010. – №10 – S.41 – 50.
9. Koncepciya pobudovy avtomatyzovanyh system obliku elektroenergii v umovax energorynku Ukrainy [Elektronnii resurs] // Zatv. spil`nim nakazom Minpalivenergo, NKRE, Derzhkomenergozberzhennya, Derzhstandartu, Derzhbudu ta Derzhkomprompolityky Ukrainy vid 17.04.2000r. №32/28/28/276/75/54.
10. Pro zasady funktsionuvannya rynku elektrychnoi energii Ukrainy [Elektronnii resurs] // Zakon Ukraini №663-VII vid 24.10.2013 – Rezhim dostupu do resursu: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/663-vii>
11. Kotsar O.V. Kompleksne zabezpechennya dostovirnosti ta aktual`nosti danyh komercijnogo obliku v umovax zaprovadzheniya v Ukraini rynku dvohstoronnih dogovoriv i balansuyuchogo rynku // Energ. ta elektrifikaciya, 2011. – №3 – S.27 – 39.
12. Vimogy do poryadku zboru, obrobky ta obminu danymy komercijnogo obliku elektroenergii v ORE Ukrainy / Rozrob.: O.V.Kotsar – kerivn. rozrob., YU.O.Ras'ko // Zatv. IEE NTUU «KPI» 10.01.2013r. – 75 s.
13. Kontseptsiya Informaciino-obchislyval`nogo kompleksu Golovnoho operatora Systemy komercijnogo obliku Optovogo rynku elektroenergii Ukrainy / Rozrob.: A.V.Praxovnyk (kerivn. rozrob.), O.V.Kotsar, YU.A.Ras'ko // Zatv. DP «Energorynok» 10.11.2011r., Kyiv, 2011 – 68s.
14. Unificirovanniy protokol peredachi danyh ASKUE GO ORE. Specifikaciya. Versiya protokola 1.0. Versiya dokumenta 1.1.3.1 [Elektronnii resurs] // Razrab.: O.V.Kotsar, V.V.Mazan – K.: 2003 – 2006 – 65s. – Rezhim dostupu do resursu: <http://www.er.gov.ua/doc.php?c=13&wid=91be95c2e3479e0eb4da444ae693e28a>.
15. Kotsar' O.V., Mazan V.V. Primenenie unificirovannogo protokola peredachi danyh kommercheskogo ucheta elektricheskoi energii v ASKUE Golovnoho operatora ORE Ukrainy // Energ. i elektrifikaciya, 2005. – №2 – S.2–9.

Рецензія/Peer review : 17.4.2014 р.

Надрукована/Printed : 18.5.2014 р.

Рецензент: Денисюк С. П., д.т.н., проф., каф. Директор ІЕЕ