

необходимости исследования путей и определения методов привлечения энергоэффективности к ассортименту товаров в рынке двусторонних договоров и балансирующем рынке, который сегодня вводится в Украине. Определены направления дальнейших исследований и задачи, которые необходимо решить.

Ключевые слова: энергоэффективность, рынок электроэнергии, конкурентный рынок, управление.

УДК 621.31

Ю.О. РАСЬКО, аспірант
О.В. КОЦАР, канд.техн.наук, доцент,
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ, ОБЛІКУ ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ В УМОВАХ РИНКУ ДВОСТОРОННІХ ДОГОВОРІВ ТА БАЛАНСУЮЧОГО РИНКУ

В роботі обґрунтовується застосування автоматичних системи контролю, обліку та керування електроспоживанням (АСКОЕ) для керування попитом на електричну енергію в умовах ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку. Розглянуто склад АСКОЕ в загальному вигляді, призначення кожного компоненту системи. Наведено функціональну схему побудови пристроїв збирання та передавання даних (ПЗПД). Проведено аналіз вимог до апаратно-програмного забезпечення та шляхи вирішення існуючих проблем при побудові ПЗПД.

Ключові слова: автоматизація, ринок енергії, облік електроенергії, споживання, програмне забезпечення, вимірювальна техніка.

Вступ

Поступовий перехід Оптового ринку електроенергії (ОРЕ) України від моделі ринку «єдиного покупця» до ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку (РДДБР) вимагає створення повноцінного балансуючого механізму, спроможного забезпечити ефективне керування режимами виробітку й споживання електричної потужності в реальному часі. Повномасштабний РДДБР охоплює кілька ринків [1]:

- ринок двохсторонніх договорів (РДД), на якому покупці і продавці укладають контракти на постачання електричної потужності (електроенергії) на довгострокові періоди (місяць, рік тощо);
- ринок «на добу наперед» (РДН), на якому уточнюються законтраковані на РДД обсяги електропостачання на наступну добу;
- балансуючий ринок (БР), на якому в реальному часі узгоджуються поточні рівні попиту й пропозиції на електричну потужність (електроенергію).

Одночасно, запровадження РДДБР вимагатиме від споживачів високої самодисципліни, пов'язаної із неухильним виконанням замовлених ними режимів електроспоживання. Адже на відміну від «пулу», де за невиконання замовлених режимів споживання електричної потужності (електроенергії) розраховуються всі суб'єкти ОРЕ, сплачуючи в результаті середньозважену ринкову ціну на електроенергію, в РДДБР кожний споживач буде розраховуватися за порушення замовленого ним графіка навантаження самостійно, закупаючи необхідну йому електричну потужність на БР. Такі умови вимагатимуть від кваліфікованих споживачів, які виходять на РДДБР, зі всією ретельністю і відповідальністю ставитися до завдань прогнозування попиту на електричну потужність (електроенергію) та керування власними режимами електроспоживання [2].

В результаті кваліфіковані споживачі – суб'єкти РДДБР, які максимально притримуються замовлених режимів споживання електричної потужності (електроенергії) та у взаємодії із системним оператором (СО) приймають активну участь в балансуванні ринку, можуть і мають повне право очікувати на мінімізацію витрат на електроенергетичні ресурси [2, 3, 4].

Аналіз системи контролю, обліку та керування електроспоживанням

Загально відомо, що найбільш заощадливий режим виробітку електроенергії (тобто мінімальні витрати паливно-енергетичних ресурсів /ПЕР/ на виробіток 1 кВт*год електроенергії) відбувається за рівномірного графіку використання електричної потужності в часі. В умовах, коли рівномірного графіку електроспоживання досягти практично неможливо, найбільшої економії ПЕР можна досягти через

якомога точніше узгодження прогнозованих рівнів виробітку та використання електричної потужності в кожний момент часу. Кваліфіковані споживачі, які зможуть максимально точно виконати таке завдання, в умовах РДДБР отримують електроенергію, а точніше осереднену за визначені інтервали часу електричну потужність, за попередньо узгодженою ціною. Споживачі ж, які виявляються неспроможними виконати замовлений ними ж графік навантаження, змушені будуть нести додаткові витрати, оплачуючи замовлену електричну потужність навіть в разі її невикористання або закупаючи необхідну додаткову потужність на балансуєчому ринку за ринковими цінами. Крім того останнім необхідно буде додатково оплачувати послуги СО з регулювання пропозицій ринку відповідно до їхнього попиту. Так має бути і тільки за таких умов запровадження РДДБР можна буде вважати ефективним [5].

Вирішення поставленого завдання полягає в узгодженні попиту й пропозиції на електричну потужність (електроенергію) через усунення невідповідностей між замовленими на РДН й поточними рівнями використання споживачем електричної потужності в часі для кожного інтервалу доби. Розв'язання завдання полягає в адаптивному регулюванні сумарного поточного навантаження споживача шляхом реалізації низки організаційно-технічних заходів із застосуванням повномасштабної багатофункціональної автоматизованої системи контролю, обліку та керування електроспоживанням (АСКОЕ) кінцевого споживача [5].

Забезпечення функцій балансування ринку в реальному часі із залученням кінцевих споживачів вимагатиме побудови повномасштабної багатофункціональної системи контролю й керування поточними режимами енерговикористання та повної автоматизації процесів обліку й розрахунків за електричну енергію відповідно до правил РДДБР з врахуванням всіх аспектів участі кінцевих споживачів в балансуванні енергоринку [2, 5]. Таким чином можна стверджувати, що виконання умов щодо адаптивного керування режимами електроспоживання в умовах РДДБР неможливо без застосування комп'ютеризованих систем керування. Найбільш прийнятним бачиться застосування з цією метою АСКОЕ [5, 6].

Повномасштабна розподілена АСКОЕ РДДБР, яка має забезпечити ефективне керування попитом на електричну потужність (електроенергію), повинна базуватися на багатофункціональних АСКОЕ об'єктів обліку, з'єднаних надійною високошвидкісною інформаційною мережею [7]. Найбільш функціональна структура АСКОЕ об'єкту обліку (рис.1) складається з вимірювальних комплексів та пристроїв обліку (/ПО/, пристроїв збирання та передавання даних /ПЗПД/), з'єднаних лініями та/або каналами зв'язку. Розрізняють вимірювальні комплекси, призначені для комерційного обліку електроенергії в точках обліку на межі суб'єкта із суміжними за територіальною ознакою суб'єктами РДДБР, та технічного (технологічного) обліку електроенергії в мережі суб'єкту. До АСКОЕ об'єкту обліку можуть також входити засоби відображення та документування даних комерційного обліку, зокрема автоматизовані робочі місця (АРМ) операторів.

До складу вимірювальних комплексів в загальному випадку входять трансформатори напруги (ТН), трансформатори струму (ТС), основний (ЛЧ_о) і дублюючий (ЛЧ_д) лічильники електроенергії з інтегрованими пристроями перетворення (ПП) кількості електроенергії, вимірною опорним лічильником, в число імпульсний або цифровий код та пристрій контролю (ПК) показників якості електроенергії (ПЯЕ). ТН і ТС здійснюють масштабне перетворення первинних значень напруги і струму в точці обліку у вторинні уніфіковані значення напруги і струму, прийнятні для прямих вимірювань, а також забезпечують ізолювання вимірювальних приладів, з якими працює обслуговуючий персонал, від кіл високої напруги. Лічильники електроенергії з вбудованими ПП здійснюють вимірювання активної електричної енергії та/або інтегрованої в часі реактивної електричної потужності, що перетікають в точці обліку в прямому та/або зворотному напрямках, відображення виміряних значень на відліковому пристрої (табло) і перетворення виміряних значень енергії (інтегрованої потужності) в цифровий та/або число-імпульсний код. Багатофункціональні електронні лічильники електроенергії додатково здійснюють:

- відлік часу від завданого початкового значення та формування інтервалів часу на підставі показів інтегрованого в лічильник годинника;
- зберігання параметрів обліку, констант та інших службових даних, які завантажуються до лічильника під час його програмування (параметрування), в первинній базі даних (ПБД);
- визначення (шляхом обчислення, порівняння, фіксування і т.і.) первинних даних обліку (параметрів електроенергії) по точці обліку і зберігання їх в ПБД лічильника протягом відповідного обраному типу лічильника терміну;
- вимірювання (за запитом) поточних параметрів режимів електричної мережі (частота мережі, рівень напруги, сила струму, $\cos(\varphi)$, миттєві значення активної, реактивної і повної потужності тощо);
- передавання первинних даних обліку, що зберігаються в ПБД лічильника, та виміряних значень параметрів режимів електричної мережі на верхні рівні АСКОЕ за запитом.

ПК ПЯЕ призначений для вимірювання і контролю показників якості електричної енергії в точках обліку електроенергії (переважно комерційного) з метою контролю якості електроенергії, що постачається в точці обліку, та врахування якості електричної енергії під час здійснення комерційних розрахунків.

ПО здійснює:

- відлік часу від завданого початкового значення та формування інтервалів часу на підставі показів інтегрованого в ПО годинника;
- зберігання параметрів обліку, констант та інших службових даних, які завантажуються до ПО під час його програмування (параметрування), в ПБД;
- зчитування (приймання) імпульсів, що надходять від вимірювальних комплексів, та зберігання їх в ПБД;
- на підставі прийнятої кількості імпульсів, швидкості їхнього надходження та показів інтегрованого годинника визначення (шляхом обчислення, порівняння, фіксування і т.і.) первинних даних обліку по точках обліку і зберігання їх в ПБД протягом відповідного обраному типу ПО терміну;
- агрегування первинних даних обліку за завданими алгоритмами, визначення даних по групах обліку та зберігання агрегованих даних в ПБД протягом відповідного обраному типу ПО терміну;
- визначення за завданими алгоритмами прогнозованих величин споживання електричної потужності (електроенергії), в т.ч. агрегованих;
- відображення на табло визначених значень первинних даних обліку та прогнозованих величин споживання електричної потужності (електроенергії), в т.ч. агрегованих;
- передавання визначених значень первинних даних обліку та прогнозованих величин споживання електричної потужності (електроенергії), в т.ч. агрегованих, на верхні рівні АСКОЕ автоматично за завданням розкладом та/або за запитом.

Передавання даних комерційного обліку на верхні рівні розподіленої АСКОЕ

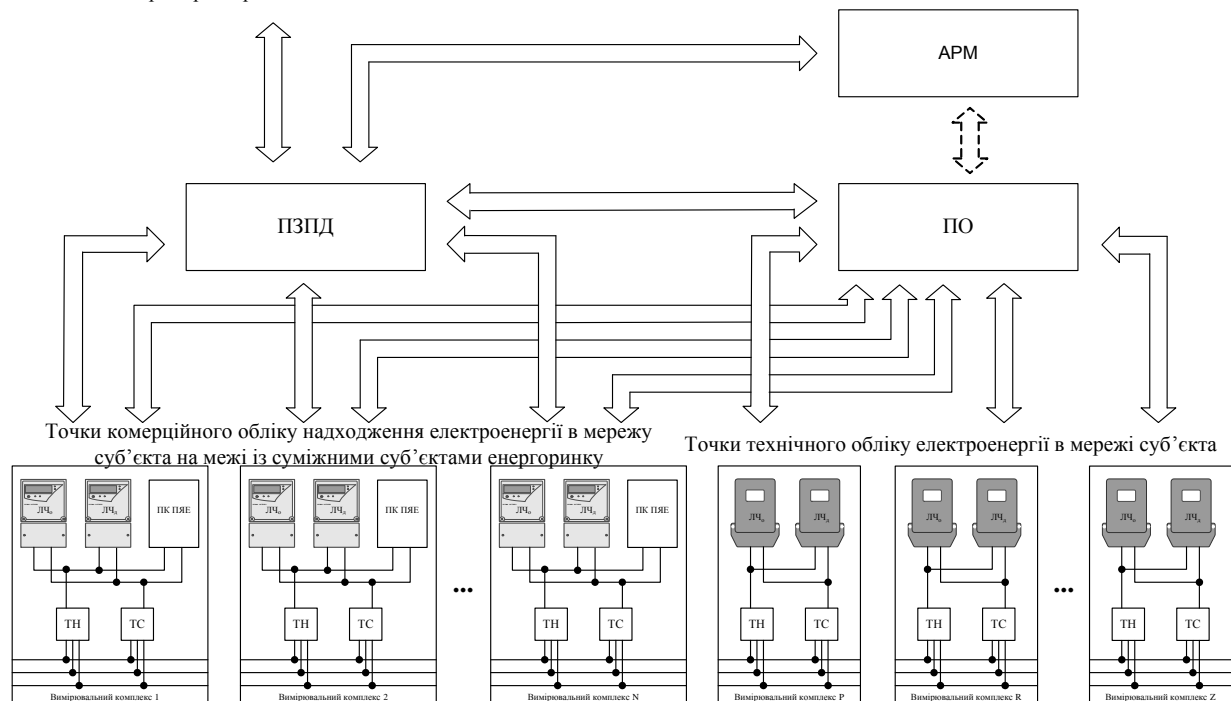


Рисунок 1 – Схема побудови АСКОЕ об'єкту обліку

ПЗПД здійснює:

- відлік часу від завданого початкового значення та формування інтервалів часу на підставі показів інтегрованого в ПЗПД годинника;
- зберігання параметрів обліку, констант та інших службових даних, які завантажуються до ПЗПД під час його програмування (параметрування), в ПБД;
- зчитування первинних даних обліку та інших даних з ПБД багатofункціональних електронних лічильників електроенергії і ПК ПЯЕ, що входять до складу вимірювальних комплексів, та ПО і зберігання зчитаних даних в ПБД;

- оброблення зчитаних даних за завданими алгоритмами (в т.ч. обчислення втрат електроенергії та приведення первинних даних обліку до межі балансової належності, агрегування та верифікацію даних тощо), визначення даних комерційного обліку та зберігання їх в ПБД;
- визначення за завданими алгоритмами прогнозованих величин споживання електричної потужності (електроенергії), в т.ч. агрегованих;
- обчислення відхилень поточних і прогнозованих параметрів режимів електроспоживання, в т.ч. агрегованих, від завданих лімітів, та зберігання обчислених значень в ПБД;
- відображення на табло визначених значень первинних даних обліку та прогнозованих величин споживання електричної потужності (електроенергії), в т.ч. агрегованих;
- передавання визначених значень даних комерційного обліку (даних, приведених до межі балансової належності електричних мереж суб'єктів ОРЕ), первинних даних обліку, вимірних значень параметрів режимів електричної мережі та прогнозованих величин споживання електричної потужності (електроенергії), в т.ч. агрегованих, на верхні рівні АСКОЕ автоматично за завданням розкладом та/або за запитом.
- синхронізацію показів інтегрованого годинника із показами еталонних годинників, доступними через інформаційну мережу АСКОЕ верхніх рівнів, та коригування показів інтегрованих годинників багатфункціональних електронних лічильників електроенергії, ПК ПЯЕ і ПО за показами власного годинника.
- Під час функціонування ПЗПД забезпечує:
- обмін інформацією в реальному часі між АСКОЕ верхніх рівнів з одного боку та АСКОЕ об'єкту обліку (багатфункціональними електронними лічильниками електроенергії, ПК ПЯЕ, ПО, власне ПЗПД) з другого боку;
- уніфікацію специфікації і форматів даних, що передаються, та протоколів обміну цими даними між АСКОЕ верхніх рівнів та АСКОЕ об'єкту обліку;
- маршрутизацію даних між АСКОЕ верхніх рівнів та АСКОЕ об'єкту обліку відповідно до пріоритету даних, прав доступу клієнтів та черговості надходження запитів.
- Перевагами запропонованої структури АСКОЕ об'єкту обліку є:
- висока надійність комерційного обліку електроенергії, яка забезпечується формуванням даних комерційного обліку метрологічно атестованими засобами виміральної техніки (ЗВТ) – АСКОЕ об'єктів обліку, багаткратним дублюванням даних комерційного обліку, створенням розподіленої ПБД, застосуванням процедури верифікації для всіх даних, що вимірюються (визначаються) безпосередньо на рівні їхнього формування – об'єкті обліку;
- можливість визначення та доступу в реальному часі клієнтів АСКОЕ до поточних і прогнозованих значень параметрів режимів виробітку/споживання електричної потужності та електроенергії, зокрема агрегованих, що базується на високих обчислювальних потужностях ПО і ПЗПД;
- забезпечення практично одночасного доступу кількох клієнтів до будь-яких даних АСКОЕ, що ґрунтується на високих комунікаційних можливостях ПЗПД і ПО та застосуванню механізмів визначення пріоритетів даних;
- забезпечення високого рівня захисту даних обліку, зокрема первинних даних обліку і даних комерційного обліку, а також службових даних завдяки застосуванню багаторівневих алгоритмів розподілення прав доступу;
- висока адаптивність АСКОЕ до актуальної моделі ринку електричної енергії завдяки можливості практично необмеженого змінення алгоритмів функціонування АСКОЕ шляхом перепрограмування ПЗПД, зокрема дистанційного.

Останнє дозволить використовувати АСКОЕ об'єкту обліку за будь-якої перспективної моделі енергоринку України, в першу чергу РДДБР.

Вище вже зазначалося, що ефективне функціонування кваліфікованого кінцевого споживача в РДДБР передбачає узгодження поточного попиту й пропозиції на електричну потужність (електроенергію) в реальному часі. Тому перехід від автоматизованих режимів функціонування АСКОЕ до автоматичних є необхідним і логічним етапом їхнього розвитку, оскільки АСКОЕ, що функціонують в автоматизованих режимах, вже не в змозі забезпечити належне виконання завдань РДДБР. Навпаки, застосування АСКОЕ в автоматичному режимі дозволить повною мірою використовувати весь набір інструментів для адаптивного керування режимами електроспоживання кінцевих споживачів.

Аналіз вимог до програмно-апаратного забезпечення ПЗПД

Функціонування АСКОЕ кінцевих споживачів в умовах РДДБР за проектних рішень повинно здійснюватися в автоматичному режимі під контролем оператора, але без його безпосереднього втручання в роботу АСКОЕ в нормальних режимах [8]. Керування режимами електроспоживання, в залежності від особливостей об'єкту автоматизації, може здійснюватися в автоматизованому або

автоматичному режимі. За умови виконання Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС) перевага повинна надаватися керуванню режимами електроспоживання в автоматичному режимі.

За таких умов АСКОЕ кінцевих споживачів повинні відповідати певним критеріям, які мають бути підтверджені виконанням базових вимог щодо їхньої побудови й застосування. Серед іншого в АСКОЕ кваліфікованих кінцевих споживачів – суб'єктів РДДБР повинні бути досліджені та реалізовані:

- достовірне прогнозування параметрів режимів електроспоживання;
- проектні рішення із забезпечення стійкого функціонування і сталого розвитку АСКОЕ;
- узгоджене керування режимами електроспоживання.

Зазначені завдання в першу чергу зумовлюють підвищення вимог щодо надійності, швидкодії та обчислювальних потужностей ПЗПД, які входять до складу АСКОЕ об'єктів обліку. В цьому аспекті необхідно дослідити основні вимоги щодо апаратного і програмного забезпечення (ПЗ) ПЗПД та зв'язку між програмними і апаратними засобами.

Реалізація внутрішньої архітектури ПЗПД та вибір базових апаратних засобів залежать від багатьох чинників. Проте першочерговою безумовно є вимога щодо забезпечення надійної і стабільної роботи ПЗПД та АСКОЕ об'єкту обліку в цілому незалежно від місця та умов їхнього застосування.

Функціональна схема ПЗПД в загальному вигляді наведена на рис.2. В загальному випадку до складу ПЗ ПЗПД, що призначений для функціонування в автоматичному режимі, входять:

- операційна система (ОС);
- база даних (БД);
- спеціалізоване програмне забезпечення, яке, в свою чергу, в загальному випадку містить:
 - модуль опитування ПО;
 - модуль оброблення результатів запитів та завантаження зчитаних даних до БД;
 - модуль обчислення параметрів обліку та поточних параметрів режимів електроспоживання (ППРЕ);
 - модуль формування запитів;
 - модуль формування даних обліку;
 - модуль контролю і аналізу ППРЕ;
 - модуль формування керуючих впливів;
 - модуль взаємодії з периферійними пристроями та верхніми рівнями АСКОЕ;
 - модуль контролю і моніторингу стану системи.

З огляду на вимоги щодо забезпечення надійності та стабільності функціонування ПЗПД має здійснюватися під керуванням ОС реального часу (ОСРЧ). Проте такі системи є коштовними, а їхнє застосування зазвичай вимагає ліцензування та наступної підтримки ліцензій протягом всього терміну служби ПЗПД, що, в свою чергу, зумовлює зростання експлуатаційних витрат на АСКОЕ. З метою зменшення таких витрат є доцільним застосування в ПЗПД ОС сімейства Linux, наприклад FreeBSD, CentOS тощо. Такі ОС постачаються з відкритими ліцензіями та забезпечать надійне і стабільне функціонування ПЗПД в реальному часі. До того ж такі ОС можна інстальувати на більшості доступних апаратних засобів, вони не потребують значних апаратних ресурсів, забезпечують надійний захист від несанкціонованого доступу, легкі у налаштуванні, що забезпечує їхнє ефективне застосування в ПЗПД. Слід зауважити, що від вибору та налаштувань ОС також залежить, в який спосіб буде організована робота з дисковою пам'яттю, якою буде реакція на аварійні ситуації тощо. Зокрема варто звернути увагу, що типовою проблемою ПЗПД є збої в роботі файлової системи ОС, що може призводити до часткової втрати даних на диску, помилок в роботі ОС, або взагалі до унеможливлення її функціонування в штатному режимі.

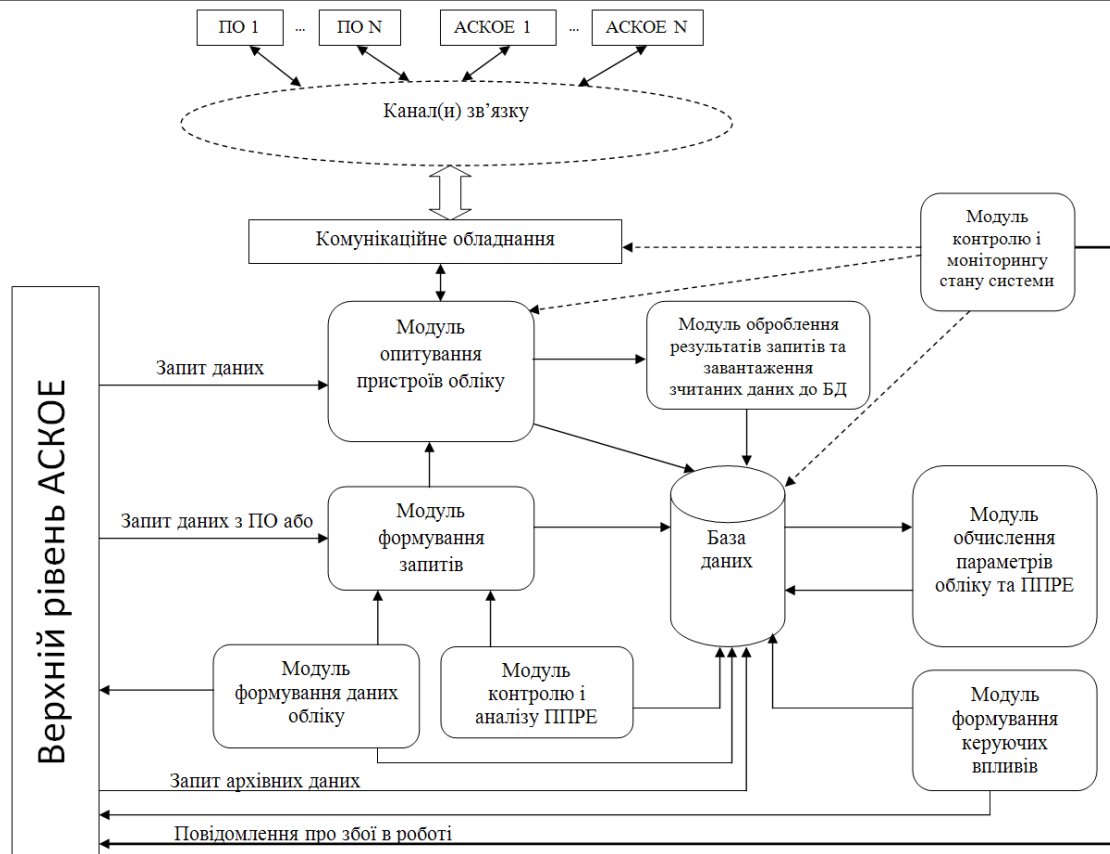


Рисунок 2 – Функціональна схема ПЗПД

Функціонування ПЗ значною мірою може впливати на роботу апаратних складових, як безпосередньо, так і опосередковано через роботу ОС. Зокрема, перевантаження файлової системи ОС може призвести до збоїв в роботі або до пошкодження дискової пам'яті. Невірні роботи з комунікаційним обладнанням може призвести до його «зависання» тощо.

Швидкий розвиток комп'ютерної техніки призвів до того, що сучасні ПЗПД зазвичай є не тільки ретрансляторами запитів, що надходять з верхніх рівнів АСКОЕ, але й повнофункціональними комп'ютерними комплексами, які здатні обробляти, зберігати, аналізувати і передавати на верхні рівні розподіленої АСКОЕ в реальному часі дані обліку електроенергії та ППРЕ, а також здійснювати формування керуючих впливів (через периферійні пристрої) з метою керування режимами електроспоживання в реальному часі [7]. Процес зчитування первинних даних обліку з ПО зазвичай є найповільнішою ланкою в процесі формування даних, в першу чергу через низьку швидкість обміну інформацією безпосередньо з ПО та особливості функціонування комунікаційних протоколів ПО в умовах приєднання кількох ПО до одного комунікаційного порту ПЗПД. Тому, з метою забезпечення актуальності даних в АСКОЕ, варто зменшувати навантаження на модуль опитування ПО. Основним завданням цього модуля є формування черги запитів до ПО, власне виконання запитів та формування відповідей на запити. Головні проблеми, які можуть виникати під час функціонування цього модуля, є некоректна або неоптимальна реалізація протоколів обміну даними з ПО, що може призводити до передавання надлишкових даних між ПЗПД та ПО, отримання неповних зворотних повідомлень, «зависання» або передчасне переривання сесії обміну даними між ПЗПД та ПО, «зависання» або тимчасовий вихід з ладу комунікаційного обладнання, що використовується для створення каналу зв'язку з ПО тощо. Слід також зазначити, що модуль опитування ПО зазвичай розробляється в умовах обмеження технічної інформації, що також привносить певні ризики щодо його стійкості до відмов.

Центральним об'єктом ПЗПД в такому випадку стає БД, в якій зберігаються необроблені дані обліку, що зчитані з ПО, та дані обліку, що визначені на підставі необроблених даних, зокрема дані комерційного обліку, а також нормативно-довідкова інформація (НДІ), яка використовується під час оброблення даних обліку. Вибір типу БД (серверна, файлова) впливає на швидкість обробки даних, трудомісткість їхнього обчислення, обсяги використовуваної дискової пам'яті ПЗПД, термін використання диску, на якому зберігається БД, прогнозований час відновлення БД в разі виходу з ладу ПЗПД або його складових. Залежно від типу і системи керування БД (СКБД) інші функціональні модулі ПЗПД можуть бути реалізовані на рівні БД за допомогою збережених процедур (наприклад, Oracle,

PostgreSQL), або окремими програмними модулями (наприклад, SQLite, Interbase). Перевагу варто надавати серверним СКБД, оскільки вони зазвичай мають потужні інтегровані засоби обробки даних, повною мірою забезпечують цілісність даних, мають можливість одночасної роботи з багатьма клієнтами.

Модуль оброблення результатів запитів та завантаження зчитаних даних до БД може бути реалізований у складі модуля опитування ПО, або у вигляді окремого програмного модуля з метою зменшення навантаження на модуль опитування ПО. Зазвичай другий підхід може бути доцільним за використання «повільної» пам'яті або процесора з низькою швидкістю оброблення даних.

Модуль обчислення параметрів обліку та ППРЕ може бути виконаний у вигляді складової БД, якщо це відповідає технічним можливостям обраної СКБД, або у вигляді окремого програмного модуля. Головним завданням цього модуля є обробка первинних даних обліку та інших даних, зчитаних з ПО. З метою формування актуальних керуючих впливів терміни обробки цих даних повинні укладатися в цикли контролю [9].

Модуль формування запитів повинен регулярно виконувати моніторинг стану БД і, за необхідності, формувати запити з метою поповнення БД. Певною мірою оптимізація процесу формування черги запитів до ПО може бути виконана в цьому ж самому модулі. Формування оптимальної черги запитів значною мірою може впливати на швидкість та якість зчитування даних з ПО.

Модуль формування даних обліку повинен забезпечувати власне визначення даних обліку та надання їх усім заінтересованим сторонам ініціативно або за запитом залежно від умов положення про інформаційну взаємодію, що укладена суб'єктами РДДБР. Частково функції цього модуля може реалізовувати модуль обчислення параметрів обліку та ППРЕ. В такому випадку завданням цього модулю є виключно передавання даних обліку заінтересованим сторонам. Для передавання даних можуть використовуватися як окремі канали зв'язку, так і комунікаційне обладнання, що застосовується для зчитування даних з ПО.

Модуль контролю і моніторингу стану системи повинен контролювати стан складових ПЗПД і, за потреби, відновлювати їхню працездатність або надсилати інформаційні повідомлення оператору АСКОЕ об'єкту обліку (а за його відсутності – на верхні рівні розподіленої АСКОЕ) про виникнення збоїв або помилок в роботі системи, а також здійснювати журналювання подій, що виникають під час функціонування ПЗПД і можуть впливати на результати обліку електроенергії, контролю та керування режимами електроспоживання.

Модуль формування керуючих впливів забезпечує формування сигналів, направлених на керування режимами електроспоживання відповідно до обраних методів керування енерговикористанням [8]. Власне реалізація керуючих впливів здійснюється через модуль взаємодії з периферійними пристроями. Цей самий модуль також забезпечує взаємодію з верхніми рівнями АСКОЕ.

Для забезпечення надійного функціонування АСКОЕ, особливо в автоматичному режимі, найважливішу роль відіграє вибір апаратних засобів. В загальному випадку апаратні засоби АСКОЕ об'єктів обліку повинні працювати в складних умовах: широкий діапазон змінення температури, підвищена вологість повітря, наявність пилу та виробничих домішок у навколишньому середовищі, посилена вібрація, стрибки напруги в мережі та інші спотворення якості електроенергії, вплив електричних та магнітних полів тощо. Невірний вибір апаратних засобів може призвести до швидкого виходу з ладу або «зависання» компонентів АСКОЕ. Під час обрання апаратних засобів АСКОЕ об'єктів обліку варто дотримуватись таких рекомендацій:

- відсутність механічних компонент (зокрема приводів накопичувачів на магнітних дисках, кулерів тощо);
- пам'ять, що використовується для потреб ОС та зберігання даних, повинна мати високу швидкість завантаження та зчитування даних, а також велику кількість циклів перезапису даних.
- наявність достатньої кількості вентиляційних отворів з метою запобігання перегріванню пристроїв АСКОЕ;
- висока вологостійкість пристроїв АСКОЕ об'єкту обліку у випадку їхнього застосування поза приміщеннями або в умовах підвищеної вологості повітря;
- наявність блоку безперебійного живлення, в першу чергу з метою забезпечення коректного завершення роботи АСКОЕ за аварійного вимкнення та надсилання відповідних повідомлень оператору;
- надійне комунікаційне устаткування, що відрізняє висока здатність до уникнення «зависань», автоматичного перезавантаження тощо.

Висновки

1. Досвід застосування АСКОЕ на багатьох електроенергетичних та промислових підприємствах, багато з яких є суб'єктами ОРЕ України, доводить необхідність переходу від автоматизованих до

автоматичних систем контролю, обліку та керування енерговикористанням. Такий підхід є особливо актуальним в умовах запровадження перспективних моделей енергоринку України, в першу чергу РДДБР.

2. Забезпечення функціонування АСКОВЕ суб'єктів РДДБР в автоматичному режимі вимагає розв'язання низки завдань, в першу чергу щодо розширення функціональних можливостей АСКОВЕ, підвищення надійності та стабільності функціонування АСКОВЕ, а також забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних, що формуються АСКОВЕ.

3. Базовим рівнем розподіленої АСКОВЕ ОРЕ України в РДДБР мають стати АСКОВЕ об'єктів обліку, які повинні функціонувати в автоматичному режимі і надійно забезпечувати достовірний облік електричної енергії, зокрема комерційний, а також реалізовувати керування режимами електроспоживання кінцевих споживачів з метою узгодження попиту і пропозиції на електричну потужність (електроенергію) в реальному часі.

Література

1. Реформування ринку електричної енергії України – перехід до ринку двосторонніх договорів та балансуєчого ринку // Матеріали науково-практичної конференції, Київ, 29 вересня 2008 року.

2. Коцар О.В. Застосування АСКОВЕ для керування режимами електроспоживання в умовах функціонування ринку двохсторонніх договорів та балансуєчого ринку // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. Видання наукове. – Київ, 2010 р. – С.97 – 102.

3. Праховник А.В., Коцар О.В. Методологія керування режимами електроспоживання в умовах енергоринку // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 29784 від 05.08.2009р. - 16с.

4. Праховник А.В., Коцар О.В. Керування режимами електроспоживання в умовах запровадження в Україні ринку двохсторонніх договорів та балансуєчого ринку // Енерг. и електрифікація, 2010. - №2 - С.42 – 52.

5. Коцар О.В. Керування режимами електроспоживання кінцевих споживачів в умовах запровадження в Україні ринку двохсторонніх договорів та балансуєчого ринку // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. Видання наукове. – Київ, 2011 р. – С.121 – 130.

6. Михайлов В.В. Тарифы и режимы электропотребления. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 216 с.

7. Коцар О.В. Базовые технические решения при построении распределенных АСКУЭ // Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні. 5-а Науково-практична конференція – Матеріали, Київ, 2005. – С.126-133.

8. Коцар О.В. Формування даних комерційного обліку в умовах енергоринку // Енерг. та електрифікація, 2012. – №12 – С.42 – 46.

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

Y.O. RASKO, postgraduate student.

O. V. KOTSAR, Ph.D., Ass.Prof.,

Institute of Energy Saving and Energy Management NTUU «KPI»

IMPROVING THE EFFICIENCY OF AUTOMATIC SYSTEMS OF CONTROL, ACCOUNTING AND MANAGING OF ENERGY CONSUMPTION IN TERMS OF THE MARKET OF BILATERAL CONTRACTS AND THE BALANCING MARKET

This paper substantiates the application of the automatic systems of control, accounting and managing of power consumption to control the demand for electricity in a market of bilateral contracts and balancing market. Have been done the analysis of the constituent parts of the automatic systems of control, accounting and managing of power consumption and functions of each component of the system. The functional scheme of the devices collecting and transmitting data (RTU) are presented. Conducted the analysis of the hardware and software issues of RTU and submitted the solutions to the existing problems in constructing of the RTU.

Keywords: automation, energy market, accounting of electricity consumption, software, measuring facilities.

1. Reforming the energy market of Ukraine - the transition to the market of bilateral contracts and the balancing market. Proceedings of the scientific conference, Kyiv, September 29, 2008.

2. Kotsar O.V. The use of ASACE for control of power consumption in terms of the market of bilateral contracts and the balancing market. Proceedings of the Institute of Electrodynamics of NAS of Ukraine. Collected papers. Special Report. Scientific publication., Kyiv, 2010., 97 – 102pp.

3. Prakhovnik A.V., Kotsar O.V. Methodology of control of power consumption in terms of energy market. Certificate of registration of copyright in a work, № 29784 from 05.08.2009., 16p.

4. Prakhovnik A.V., Kotsar O.V. Control of power consumption in terms of market introduction in Ukraine the market of bilateral contracts and the balancing market. Energy and Electrification, 2010., issue №2., 42 – 52pp.
5. Kotsar O.V. Control of power consumption of the end users in terms of introduction in Ukraine the market of bilateral contracts and the balancing market. Proceedings of the Institute of Electrodynamics of NAS of Ukraine. Collected papers. Special Report. Scientific publication., Kyiv, 2011., 121 – 130pp.
6. Mikhailov V.V. Rates and modes of power consumption. – issue 2., revised and enlarged. - Moscow: Energoatmoizdat, 1986. – 216p.
7. Kotsar O.V. Basic technical solutions in the construction of distributed ASACE. Metrological provision of electric energy in Ukraine. 5th Research Conference - Materials, Kyiv, 2005. 126-133pp.
8. Kotsar O.V. Formation of commercial accounting data in terms of energy market. Energy and Electrification, 2012., issue 12., 42–46pp.
9. Kotsar O.V. Classification of ASAE. Energy and Electrification, 2010., issue 10., 41–50pp.

Ю. А. РАСЬКО, аспирант,

О. В. КОЦАРЬ, канд.техн.наук, доцент

Институт энергосбережения и энергоменеджмента НТУУ «КПИ»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ, УЧЕТА И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ РЫНКА ДВУСТОРОННИХ ДОГОВОРОВ И БАЛАНСИРУЮЩЕГО РЫНКА

В работе обосновывается применение автоматических системы контроля, учета и управления электропотреблением (АСКУЭ) для управления спросом на электрическую энергию в условиях рынка двусторонних договоров и балансирующего рынка. Рассмотрены основные компоненты АСКУЭ в общем виде, назначение каждого компонента системы. Приведены функциональная схема построения устройств сбора и передачи данных (УСПД). Проведен анализ требований к аппаратно-программному обеспечению и пути решения существующих проблем при построении УСПД.

Ключевые слова: автоматизация, рынок энергии, учет электроэнергии, потребление, программное обеспечение, измерительная техника.