

О.В. КИРИЛЕНКО, академік НАН України

І.В. БЛІНОВ, канд. техн. наук,

Г.С. КОРХМАЗОВ, канд. техн. наук

Ін-т електродинаміки НАН України, Київ

В.І. ПОПОВИЧ, канд. фіз.-мат. наук

НКРЕ України, Київ

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ КОНКУРЕНТНОГО ОПТОВОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Визначені основні функції та організація взаємозв'язків інформаційно-технологічних систем системного оператора, оператора ринку електричної енергії та адміністратора розрахунків як складових системи інформаційно-технологічного забезпечення адміністрування ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку електричної енергії України, уточнена структура та основні елементи цих систем.

ВСТУП

Сучасний етап розвитку електроенергетики України пов'язаний, в тому числі, з переходом до нової системи ринкових відносин між суб'єктами цієї галузі. Перш за все, розвиток ринкових відносин між виробниками, постачальниками та споживачами електроенергії обумовив необхідність створення оптового ринку електричної енергії (ОРЕ) України, який є необхідним інструментом організації купівлі-продажу електроенергії, оформлення договірних відносин, ціноутворення та інфраструктури ринку електроенергії. Відзначимо, що з точки зору інтеграції України до Європейської спільноти, існуюча модель функціонування оптового ринку електричної енергії значною мірою відповідають вимогам норм Європейського права, однак потребує подальшого розвитку і вдосконалення [1, 2].

Відповідно до Концепції функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України [3] планується поетапний перехід до ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку (РДДБ). Причому вже на початковій стадії впровадження РДДБ в Україні передбачено проходження ряду перехідних етапів [4, 5]. Мова іде про розробку принципів та правил функціонування РДДБ, удосконалення методик "ціноутворення" та узгодження інтересів між виробниками, постачальниками і споживачами електричної енергії, впровадження правил та регламентів взаємо-

дії між суб'єктами ринку в частині збору, передачі та обробки інформації, розподілу протоколів обміну даних, розробку і прийняття Кодексу електричних мереж, впровадження інформаційно-технологічних систем підтримки роботи РДДБ, встановлення необхідного вимірювального і програмного забезпечення. Один із основних етапів, що є основою для забезпечення організації роботи РДДБ в Україні, пов'язаний зі структуруванням та визначенням вимог до інформаційно-технологічних систем РДДБ, розробкою структури таких систем.

1. Складові системи інформаційно-технологічного забезпечення адміністрування ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку

Модель РДДБ, що впроваджується в ОРЕ України на даний час визначена в досить загальному вигляді, як ряд основних сегментів [2]. По-перше, ринок прямих товарних поставок електричної енергії, який функціонує на основі двосторонніх договорів купівлі-продажу електричної енергії між виробниками електричної енергії та постачальниками і споживачами, причому такі договори можуть укладатися як на біржі електричної енергії, так і на позабіржовому ринку. По-друге, балансуючий ринок (БР) електричної енергії, який використано для забезпечення фізичного балансу електричної енергії в реальному масштабі часу (балан-

сування попиту і контрактних обсягів купівлі-продажу електричної енергії). По-третє, біржа електричної енергії (БЕ) — інструменту, що дає можливість привести контрактні обсяги купівлі електроенергії до реального споживання. І, нарешті, ринок допоміжних послуг (наприклад, послуг з первинного та вторинного керування частотою, управління реактивною потужністю, послуг з введення електротехнічного обладнання в роботу та ін.). Крім зазначених складових РДДБ передбачено впровадження сегменту з урегулювання небалансу заявлених та фактичних об'ємів проданої-купленої електричної енергії та сегменту міжнародної торгівлі електричною енергією.

Проведення уточнення зазначених сегментів дозволило розбити їх на декілька складових і таким чином визначити структуру відповідних інформаційно-технологічних систем.

На даний час функції керування ОРЕ України реалізуються централізовано оператором ринку (ОР) і системним оператором (СО). Ці учасники ОРЕ України також будуть функціонувати і в РДДБ, хоча роль ОР значно змінюється (при функціонуванні РДДБ ОР відповідає за роботу та розрахунки на біржі електричної енергії), а СО набуває ряд нових специфічних функцій, наприклад, мова іде про такі функції як здійснення закупок і використання допоміжних послуг та здійснення керування балансуєчим ринком електричної енергії. Окрім системного оператора та оператора ринку, вводиться новий учасник РДДБ, який також буде виконувати централізовані функції керування РДДБ — адміністратора розрахунків (АР). Даний учасник РДДБ відповідає за організацію розрахунків всіх централізованих сегментів ринку. При цьому, як основа для інформаційної підтримки зазначених функцій виступає інформаційно-технологічна система РДДБ. Мова іде про розподілення міждержавних потужностей, закупівлю допоміжних послуг, роботу балансуєчого ринку і розрахунки небалансів між заявленими і фактичними об'ємами купівлі-продажу електричної енергії

Забезпечення функціонування та адміністрування РДДБ в Україні потребує розробки та впровадження інформаційно-технологічних систем та відповідних засобів зв'язку системного оператора, оператора ринку та адміністратора системи розрахунків. Основною умовою успішного функціонування РДДБ є чіткий

розподіл “ролей” та забезпечення взаємодії між зазначеними інформаційно-технологічними системами.

Таким чином, до основних складових системи інформаційно-технологічного забезпечення адміністрування РДДБ (СА-РДДБ) відносяться:

- інформаційно-технологічна система Системного оператора;
- інформаційно-технологічна система Оператора ринку;
- інформаційно-технологічна система Адміністратора розрахунків.

Також до складу СА-РДДБ входять відповідні зовнішні інтерфейси зв'язку і обміну інформацією з учасниками РДДБ. Мова іде, по-перше, про інтерфейси учасників РДДБ, оскільки учасникам РДДБ потрібні засоби для подання пропозицій і заявок на різні типи товарів (об'єми купівлі-продажу електричної енергії, надання допоміжних послуг тощо). Крім того, учасники біржі електричної енергії та іноземні Оператори магістральних мереж повинні отримувати інформацію з СА-РДДБ для виконання певних ринкових розрахунків, прийняття управлінських рішень, реалізації процесу купівлі-продажу електричної енергії. Хоча учасники РДДБ повинні використовувати власні системи для зв'язку із РДДБ, СА-РДДБ забезпечує функціонування необхідних засобів обміну інформацією і зв'язку. По-друге, для здійснення розрахунків, компоненти системи розрахунків і планування СА-РДДБ необхідно забезпечити, через відповідний інтерфейс, істотним обсягом вхідних даних щодо обліку електроенергії. Це є необхідним для здійснення прогнозування та формування графіків навантаження. По-третє, всі інформаційно-технологічні системи, що входять до складу СА-РДДБ, мають відповідні інтерфейси, що забезпечують формування, зберігання та видачу оперативної інформації щодо дій, виконаних в цих системах.

2. Інформаційно-технологічна система Системного оператора

З урахуванням необхідності реалізації основних функцій з управління РДДБ України, в першу чергу функції оператора Балансуєчого ринку, архітектура інформаційно-технологічної системи СО побудована на осно-

ві декількох підсистем. Ці підсистеми реалізують ряд функцій, що забезпечують підтримку діяльності, реалізацію операцій і процесів на РДДБ. Мова іде про розподіл міжсистемної пропускнуої спроможності і міждержавної торгівлі електричною енергією; прогнозування обсягів виробництва та споживання електричної енергії, оголошення фізичних даних щодо можливостей постачання електричної енергії і складання графіків роботи учасників РДДБ; проходження розрахунків балансууючого ринку; ведення журналу даних та забезпечення підсистеми інтегрування з іншими інформаційними системами підтримки роботи РДДБ. Слід зазначити, що для забезпечення ефективного функціонування РДДБ в Україні передбачено удосконалення існуючої системи SCADA/EMS з урахуванням потреб учасників РДДБ і суб'єктів, які здійснюють керування РДДБ. Основні складові інформаційно-технологічної системи СО та організація її взаємодії з іншими елементами СА-РДДБ наведена на рис.1.

Як видно на рис.1. інформаційна система СО тісно співпрацює з Інформаційно-

технологічною системою АР, оскільки всі технологічні розрахунки, що виконуються СО повинні буди погоджені з АР та доповнені економічними розрахунками з виставленням відповідних рахунків-фактур для учасників РДДБ згідно правил РДДБ. Передбачена реалізація процедури реєстрації і допуску учасників РДДБ до роботи на балансууючому ринку, ринку допоміжних послуг та міждержавної торгівлі електричною енергією.

Стосовно реалізації функцій першої складової інформаційної системи СО – підсистеми Балансууючого ринку, слід відзначити, що для забезпечення балансу виробітку і споживання електричної енергії у реальному масштабі часу системним оператором закладається резерв електричної енергії. Зважаючи на це, для гарантії наявності таких резервів учасникам ринку надається можливість виходити з пропозиціями стосовно виробітку та постачання електричної енергії у відповідь на запит СО. Система БР фіксує пропозиції як від генеруючих компаній, так і від постачальників на задоволення запитів СО щодо зміни обсягів ви-

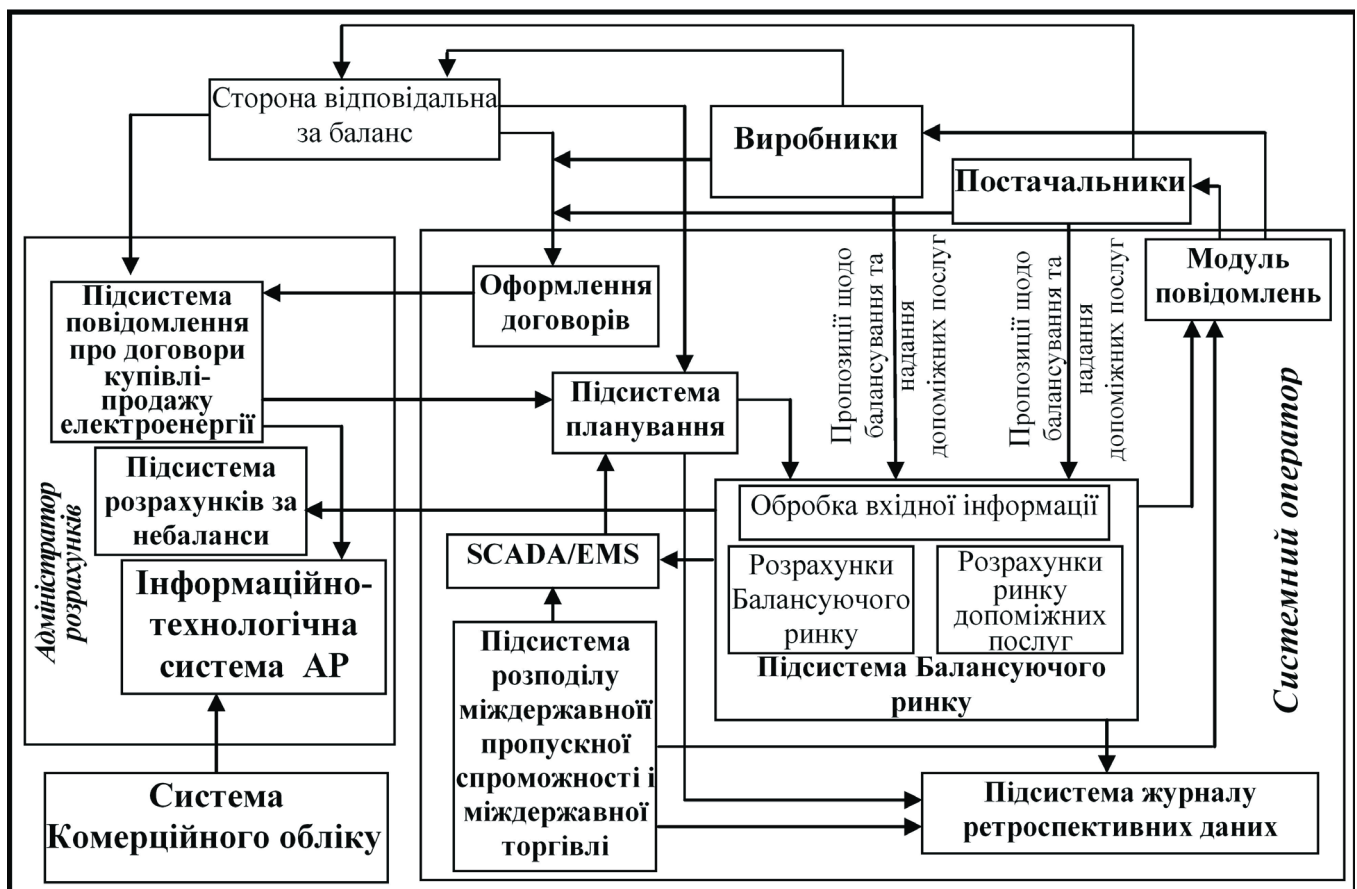


Рис.1. Складові та взаємозв'язки інформаційно-технологічної системи СО

бітку та попиту на електричну енергію з метою забезпечення балансу постачання та споживання електричної енергії. Крім того, ця система упорядковує енергоблоки за змінними витратами згідно із запитами, що надходять до диспетчерського центру СО під час фактичної роботи електроенергетичної системи. При цьому графік балансу електричної енергії готується за добу наперед, а також уточнюється протягом самого дня на погодинній основі. Пропонується до системи БР інтегрувати також і обробку допоміжних послуг до яких вдається СО. Слід мати на увазі, що на допоміжні послуги СО дає запит набагато рідше ніж запит на виробіток та передачу балансуєчої електричної енергії. Надання допоміжних послуг планується не на один день та на добу наперед, а на більш довгий час.

На підставі аналізу світового досвіду реалізації ОРЕ та особливостей функціонування РДДБ в Україні визначено, що система БР працюватиме у “тісній інтеграції” із підсистемою планування СО (підсистема прогнозування, оголошення фізичних даних і складання графіків) та існуючою системою SCADA/EMS. Однак завдяки своїй “комерційній природі” система БР не є частиною системи SCADA/EMS. До основних особливостей системи БР відноситься те що вона зв’язана з усіма учасниками ринку через локальну мережу, забезпечує обробку заявок та виконує клірингові розрахунки на балансуєчому ринку та ринку допоміжних послуг, здійснює моніторинг РДДБ.

Серед основних функцій, які виконує ще одна складова інформаційно-технологічної системи СО, а саме, Підсистема прогнозування, оголошення фізичних даних і складання графіків, слід віднести наступні. По-перше, перевірка повідомлень учасників ринку про наявність розбіжностей у їх пропозиціях, щодо обсягів та ціни купівлі-продажу електричної енергії. По-друге, повідомлення учасників ринку про прийняття або відхилення їх пропозицій щодо обсягів та ціни купівлі-продажу електричної енергії. По-третє, проведення розрахунків для кожної години наступної доби прогнозу попиту на електричну енергію. І, нарешті, перевірка системних обмежень на передачу електричної енергії та координація міждержавної торгівлі електричною енергією. Система планування СО тісно пов’язана із системою балансуєчого ринку.

Підсистема розподілу міждержавної пропускної спроможності і міждержавної торгівлі, що входить до складу інформаційної системи СО забезпечуватиме виконання таких основних функцій як: визначення рівня наявної пропускної спроможності як для імпорту, так і для експорту електричної енергії для кожної міждержавної лінії електропередачі, та часу, коли ця пропускна спроможність буде виставлена на продаж учасникам РДДБ; проведення річних, місячних та добових аукціонів з продажу прав на використання пропускної спроможності; обробка заявок та оголошення графіків міждержавного перетоку.

На підсистему журналу ретроспективних даних покладаються такі функції як здійснення моніторингу надходження даних про учасників та суб’єктів, що здійснюють керування роботою РДДБ (управлінська звітність; оперативні та спеціальні звіти) та зберігання інформації необхідної для забезпечення роботи інформаційної системи СО. Доступ користувачів до підсистеми журналу ретроспективних даних забезпечується через “Інтернет-інтерфейс”, тобто корпоративну локальну мережу РДДБ.

3. Інформаційно-технологічні системи оператора ринку та адміністратора розрахунків РДДБ

З метою забезпечення функціонування біржі електричної енергії, реалізації загальногo адміністрування РДДБ та проведення економічних розрахунків, на РДДБ передбачається розробка та впровадження інформаційно-технологічних систем оператора ринку та адміністратора розрахунків, які входять до складу СА-РДДБ. Зазначені системи функціонально тісно пов’язані між собою, перш за все, в частині забезпечення економічних розрахунків на РДДБ. Основні складові інформаційно-технологічних систем ОР та АР, а також організація їх взаємодії між собою та інформаційно-технологічною системою СО, що входить до складу СА-РДДБ наведені на рис.2.

З метою виконання своєї основної функції – оператора Біржі електроенергії, ОР орієнтується на використання декількох підсистем, які спільно складають інформаційно-технологічну систему ОР. Це – підсистеми Біржі електроенергії; підсистеми розрахунків на Біржі електроенергії; підсистеми журналу даних та підсистеми інтегрування.

Підсистема Біржі електроенергії діє як "торговельна платформа" для короткострокового придбання і продажу електричної енергії. Зазначена підсистема є інструментом корегування двосторонніх договорів учасників РДДБ відносно прогнозованих змін, що проявили себе протягом доби, яка безпосередньо передує добі постачання електричної енергії. Підсистема Біржі електроенергії збирає заявки щодо цін та об'ємів купівлі-продажу електричної енергії від виробників, постачальників та великих споживачів електричної енергії. Виробники пропонують об'єми електричної енергії, які будуть наявні (можуть бути поставлені) у певні періоди доби за певною ціною. І навпаки, постачальники та великі споживачі бажають придбати відповідні об'єми електроенергії у певні періоди доби за певною ціною. Заявки з цінами та об'ємами на купівлю-продаж електричної енергії подаються щонайпізніше за одну добу до фактичного постачання/споживання електричної енергії.

Підсистема розрахунків на Біржі електроенергії дозволяє готувати та проводити фінансові операції між учасниками РДДБ, які основані на пропозиціях купівлі-продажу елек-

тричної енергії. Підсистема також дозволяє готувати звіти про операції усіх учасників біржі електричної енергії та подавати зазначені звіти у фінансові відділи ОР у цілях виставлення рахунків-фактур і бухгалтерського обліку. Зазначена підсистема підтримує інтерфейс з кліринговим банком, призначеним ОР, для автоматичного виконання банківських операцій відповідно до звітів про розрахунки між учасниками біржі електричної енергії. Крім того ця підсистема слідкує за наявністю застав у учасників біржі електричної енергії, що є необхідною умовою їх участі у купівлі-продажі електричної енергії на цьому сегменті РДДБ.

За допомогою підсистеми журналу даних здійснюється моніторинг надходження необхідної інформації, виконується обчислення необхідних даних і забезпечується їх зберігання вхідних та пов'язаних з ними обчислених даних в базі даних. Підсистема журналу поточних даних забезпечує: нагляд за РДДБ, управлінську звітність, оперативні та спеціальні звіти. Доступ користувачів до підсистеми журналу даних забезпечуватиметься через корпоративну локальну мережу — Інтернет-інтерфейс. Додатково передбачено використання підсисте-

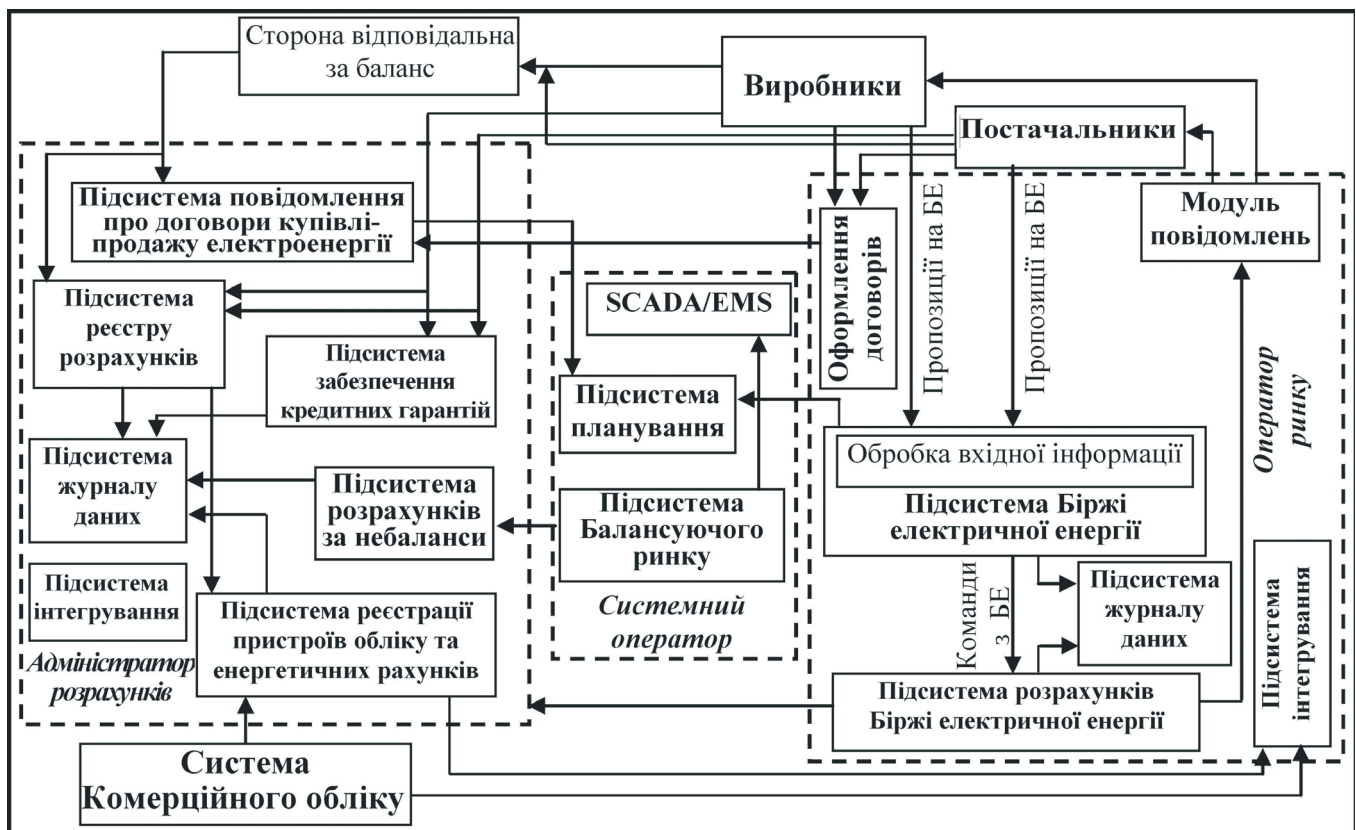


Рис.2. Складові та взаємозв'язки інформаційно-технологічних систем ОР та АР

ми інтегрування, яка має здатність “взаємодіяти” з іншими інформаційно-технологічними системами СА-РДДБ. Підсистема інтегрування даних надаватиме ОР інформацію про учасників ринку, реєстрацію пристроїв обліку, гарантійне кредитне забезпечення учасників РДДБ, інформацію про договори на біржі електричної енергії, дані обліку електроенергії, експлуатаційні параметри. Зокрема використовується інтерфейс зв'язку із адміністратором системи розрахунків РДДБ для обміну інформацією щодо реєстраційних та експлуатаційних параметрів учасників РДДБ, фізичних даних за договорами на біржі електричної енергії, а також складання графіків постачання електричної енергії, прийняття та відхилення заявок і пропозицій учасників РДДБ, та економічних розрахунків. Інтерфейс зв'язку ОР із системним оператором використовуватиметься для обміну інформацією про фізичні дані за договорами на біржі електричної енергії, графіки виробітку та постачання електричної енергії учасниками РДДБ. Нарешті інтерфейс ОР з операторами комерційного обліку забезпечує отримання фактичних даних обліку електричної енергії, що відносяться до торгівлі на біржі електричної енергії. **Зазначені підсистеми також входять до складу інформаційно-технологічної системи адміністратора розрахунків.**

З метою здійснення своїх адміністративних функцій на РДДБ адміністратор системи розрахунків використовує інформаційно-технологічну систему, яка охоплює всі апаратні та програмні засоби для підтримки діяльності, операцій і процесів притаманних адміністратору системи розрахунків. До складу такої системи входить ряд підсистем (рис.2.). Це підсистеми реєстру розрахунків, реєстрації пристроїв обліку та енергетичних рахунків, забезпечення кредитних гарантій, повідомлень про договори, проведення розрахунків за небаланси, журналу даних та підсистеми інтегрування.

Підсистема реєстру розрахунків виконує функції забезпечення реєстрації учасників РДДБ та їх припинення; встановлення сторони відповідальної за баланс і відповідно реєстрації учасника РДДБ за певною відповідальною за баланс стороною, а за необхідності перехід цього учасника до іншої відповідальної за баланс сторони, визначення та моніторинг її фінансових гарантій, виконання банкрут-

ства учасників РДДБ, проведення розрахунків щодо наслідків банкрутства, виконання перехідних домовленостей між учасниками РДДБ.

Підсистема реєстрації пристроїв обліку та енергетичних рахунків відповідає за здійснення реєстрації пристроїв обліку електричної енергії та енергетичних рахунків учасників РДДБ, а також за операції щодо змін в реєстрі пристроїв обліку електричної енергії та енергетичних рахунків. Це встановлення загальних вимог щодо реєстрації пристроїв обліку електричної енергії, реєстрації пристроїв обліку окремо по виробниках, постачальниках та великих споживачах електричної енергії, ведення операцій переходу споживачів електричної енергії від одного виробника або постачальника електричної енергії до іншого, проведення розрахунків по енергетичних рахунках учасників РДДБ та виконання перехідних домовленостей між учасниками РДДБ. Підсистема реєстрації пристроїв обліку та енергетичних рахунків від імені сторони відповідальної за баланс вестиме рахунки виробництва та рахунки постачання (енергетичні рахунки) для потреб обчислення небалансу між заявленими та фактичним об'ємами купівлі-продажу електричної енергії на РДДБ. Будь-які фінансові виплати щодо заборгованостей учасників РДДБ, які є закріпленими за певною СВБ, мають бути розрахованими на основі небалансу електричної енергії, зареєстрованого на зазначених енергетичних рахунках.

До основних функцій підсистеми кредитного забезпечення відносяться функції адміністратора системи розрахунків щодо гарантійного кредитного забезпечення. Мова іде про обчислення кредитного ризику небалансів між заявленими та фактично придбаними обсягами електричної енергії учасниками РДДБ, повідомлення про кредитні потреби учасників РДДБ та оголошення їх кредитних гарантій. Зазначена підсистема виконуватиме обчислення гарантійного забезпечення як початкового, так і повторного, здійснюватиме моніторинг надання гарантійного забезпечення учасників РДДБ, проводитиме розрахунки щодо наслідків ненадання достатнього гарантійного забезпечення учасниками РДДБ, здійснюватиме використання коштів гарантійного забезпечення.

Підсистема повідомлення про договори купівлі-продажу електроенергії відповідає за надання даних учасникам та суб'єктам РДДБ

про контрактні закупівлі електричної енергії та результати розрахунків по цих закупівлях.

Підсистема розрахунків за небаланси здійснює операції по розрахунках за небаланси між заявленими та фактичними об'ємами купівлі-продажу електричної енергії та моніторинг таких операцій. До операцій за розрахунками за небаланси, що здійснюються зазначеною підсистемою, відносяться обчислення ціни небалансу електричної енергії по кожному учаснику РДДБ, здійснення розрахунку за небаланс електричної енергії, обробка невиконання учасниками РДДБ заявок щодо купівлі-

продажу електричної енергії, виставлення рахунків учасникам РДДБ та проведення платежів, врахування положень правил РДДБ щодо аварійних ситуацій при розрахунках за небаланси.

Вочевидь, окрім наведених вище систем, що входять до складу СА-РДДБ та в залежності від розв'язуваних прикладних задач СА-РДДБ, до її складу включаються відповідні "пакети" прикладних програм, які б дозволяли проводити вдосконалення або доповнення прикладних програм СА-РДДБ з метою забезпечення відкритості та адаптивності цієї системи.

ВИСНОВКИ

Вирішення проблем пов'язаних з впровадження РДДБ в Україні до яких відносяться забезпечення виконання учасниками РДДБ своїх функцій та створення інформаційно-технологічних систем РДДБ є першочерговою передумовою практичної реалізації концепції функціонування та розвитку ОПЕ України. Розв'язання зазначених задач дозволяє вирішити першочергові проблеми, що встали перед ОПЕ України. В першу чергу це вдосконалення системи договірних відносин в ОПЕ України, підвищення ефективності врегулювання і забезпечення прозорості процедур здійснення

експорту, імпорту і транзиту електричної енергії; створення умов конкурентного середовища на ринку постачання електричної енергії, що в свою чергу призведе до поліпшення інвестиційного клімату в електроенергетичній галузі України. З урахуванням цього запропонована структура, визначені основні елементи та встановлені шляхи організації їх взаємодії в рамках побудови інформаційно-технологічних систем, що забезпечують виконання основних функцій конкурентного оптового ринку електричної енергії в Україні.

1. Концепція адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 16 серпня 1999 р. №1496.
2. Програми інтеграції України до Європейського Союзу, схваленої Указом Президента України від 14 вересня 2000 року № 1072/2000 (8.3 "Енергетика" Розділ 8. "Секторальна політика").
3. Концепція функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України, схвалена постановою КМУ від 16.11.2002 р. №1789.
4. *Левінгтон І.* Україна – впровадження Концепції оптового ринку електроенергії (ОПЕ) // Електропанорама. – 2009. – Ч.3. – №1.
5. *Кириленко О.В., Корхмазов Г.С., Попович В.І.* Оптовий ринок електричної енергії: моделі та стандарти // Техн. електродинаміка. – 2007. – Ч. 1. – С. 62 – 67. – (Тем. вип.: Силова електроніка та енергоефективність).