

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РИНКІВ

УДК 621.316

І. В. Блінов¹, канд. техн. наук, В. І. Попович²

¹Ін-т електродинаміки НАН України, м. Київ; ²НКРЕ України, м. Київ

ГАРМОНІЗОВАНА РОЛЬОВА МОДЕЛЬ ЄВРОПЕЙСЬКОГО РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Наведено гармонізовану рольову модель європейського ринку електроенергії, що містить основні бізнес-процеси та взаємозв'язки між суб'єктами та об'єктами ринку. Описано основні поняття і терміни, що використовуються у рольовій моделі, та приклади взаємовідносин, які можуть виникати на європейському ринку електроенергії.

Ключові слова: гармонізована рольова модель, ринок двосторонніх договорів та балансуючий ринок електроенергії, об'єктно-орієнтоване моделювання

Розвиток оптових ринків електроенергії в різних країнах, зокрема і в Україні, орієнтується на впровадження нових конкурентних моделей [2]. Сучасний етап розвитку оптового ринку електричної енергії України пов'язаний із впровадженням моделі повномасштабного конкурентного ринку – ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку електричної енергії (РДДБ) [1].

Важливою складовою впровадження в Україні РДДБ є розробка принципів та правил його функціонування з урахуванням національних особливостей. Відсутність формалізованого підходу до опису моделі функціонування РДДБ України приводить до ускладнення визначення майбутньої архітектури ринку, розробки правил його функціонування, детального опису бізнес-процесів та технологічних процесів, що повинні бути реалізовані.

Для моделювання енергетичних ринків і опису усіх його бізнес-процесів, визначення та опису ролей, які виконують різні учасники ринку, необхідно застосовувати формалізовані підходи, що ґрунтуються на використанні сучасних інформаційних технологій, досвіди та загальних підходах до їх опису енергетичних ринків. Аналіз принципів функціонування ринків електроенергії [2, 3], міжнародних стандартів щодо інформаційної взаємодії та керу-

вання на енергетичних ринках [5, 6], а також загальних підходів до побудови моделей ринків електричної енергії [3, 4, 7] свідчить про доцільність застосування для цих цілей сучасної методології об'єктно-орієнтованого моделювання ринків електроенергії (УММ – Unified Modeling Methodology UN/CEFACT), яка використовує уніфіковану мову моделювання (UML – Unified Modeling Language).

Першочерговим етапом побудови рольової моделі згідно з УММ є об'єктно-орієнтований аналіз та проектування, які полягають у дослідженні предметної області та пошуку логічних рішень для її реалізації [4]. На цьому етапі основну увагу слід приділяти визначенню, класифікації та опису понять (об'єктів) рольової моделі, їх сутностей у термінах предметної області, створенню словника рольової моделі, а також аналізу вимог до взаємодій між поняттями в рамках рольової моделі. Також розробляється концептуальна діаграма рольової моделі, що є основою опису ринку електроенергії і призначена для більш глибокого розуміння понять та взаємозв'язків між ними з подальшим доповненням у рамках кожного нового циклу розробки або деталізації.

Метою статті є опис гармонізованої рольової моделі європейського ринку електроенергії з визначенням основних принципів його функціонування для гармонізації моделі РДДБ в Україні з європейською моделлю.

© І.В. БЛІНОВ, В.І. ПОПОВИЧ, 2011

Основні поняття та терміни гармонізованої рольової моделі європейського ринку електроенергії

До основних понять та термінів, що використовуються для описування рольової моделі енергетичного ринку, відносять такі.

Роль є визначеною характеристикою однієї сторони при її взаємодії з іншими сторонами. Різні сторони не можуть виконувати одну і ту саму роль в межах однієї транзакції. Учасники ринку здійснюють свою діяльність на ринку шляхом виконання ролей, таких як, наприклад, системний оператор, торгівець тощо. Ролі характеризують зовнішні ділові зв'язки між сторонами відповідно до мети певної бізнес-транзакції.

Зона являє собою розмежовану область, що однозначно визначена як область досягнення певної мети і де може бути визначено процеси споживання виробництва або торгівлі електроенергією.

Сторона являє собою організацію або частину організації, яка бере участь в бізнес-транзакції. В межах визначеної бізнес-транзакції сторона виконує одну певну або низку ролей. Метою декомпозиції організацій-учасників ринку електроенергії на декілька незалежних ролей є формування бізнес-процесів, де виконуються відповідні ролі для здійснення певної бізнес-транзакції.

Бізнес-процес – формальний опис низки бізнес-транзакцій, що здійснюються для досягнення спільної бізнес-мети.

Бізнес-транзакція – наперед визначена низка дій, що ініціюються ролями для досягнення спільної бізнес-мети і закінчується при досягненні однієї з цілей, узгоджених всіма ролями, які беруть участь в цій бізнес-транзакції. Іншими словами, бізнес-транзакція складається з одного чи декількох інформаційних потоків, які мають закінчуватися бізнес-повідомленнями, що передаються між ролями.

Рольова модель є засобом формального визначення ролей і зон, що використовуються в бізнес-процесах на ринку електроенергії. Необхідність побудови такої моделі виникає з появою можливості виконання однією стороною декількох ролей на ринку, при цьому двом сторонам не потрібно виконувати однаковий набір ролей. Можливість виконання декількох ролей однією стороною може бути врахована в одному інформаційному обміні разом із необхідною інформацією про всі ролі, що виконуються цією сторо-

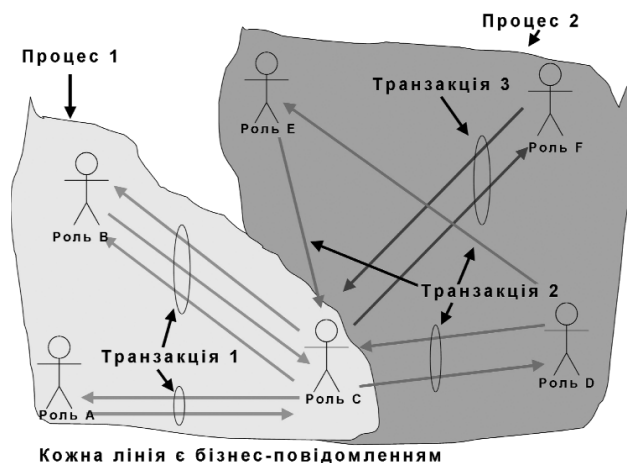


Рис. 1

ною. Ролі автоматично розділяються для того, щоб забезпечити здійснення мінімально необхідних дій для певного бізнес-процесу на ринку електроенергії. Рольова модель не має на меті визначати самі бізнес-процеси чи бізнес-транзакції, а містить лише представлення та опис основних бізнес повідомлень, що передаються між ролями. Бізнес-повідомлення, які можуть бути паперовими або електронними, визначають необхідність введення певних ролей для їх реалізації. Визначення та опис бізнес-процесів і бізнес-транзакцій, отриманих з рольової моделі, використовуються під час побудови об'єктно-орієнтованої моделі ринку електроенергії, що описує вимоги до реалізації інформаційного обміну між сторонами.

На рис. 1 наведено приклад різних взаємовідносин, які можуть виникати у рольовій моделі, а саме, показано два бізнес-процеси, три бізнес-транзакції, шість ролей і низку бізнес-повідомлень [7]. З рис. 1 видно, що роль С бере участь в обох процесах і в усіх транзакціях.

Сторона може виконувати одну чи кілька ролей у рамках даного бізнес-процесу. Наприклад, у процесі 2 одна сторона може виконувати роль D, E і F. Важливо, щоб під час визначення бізнес-процесу, що складається з однієї чи кількох бізнес-транзакцій, обмеження на кожне бізнес-повідомлення в бізнес-транзакції встановлювалось виключно відносно ролі та сторони, що виконує цю роль у бізнес-транзакції. Сторона, що виконує лише одну роль, може брати таку саму активну участь у бізнес-процесі, як і сторона, яка виконує кілька ролей.

Роль має бути унікальною в рамках моделі і являти собою відносно незалежну функцію. При

визначенні доцільності введення ролі в модель необхідно перевірити можливість забезпечення цією роллю розвитку певного бізнес-процесу з точки зору створення допустимих послідовностей інформаційного обміну і можливість цієї ролі задовольняти умови, за яких вона має надсилати інформацію. Кожна роль має нести певну відповідальність щодо: отримання інформації від іншої ролі; визначення дій, які необхідно провести з відповідною інформацією; забезпечення необхідних функцій; виконання обмежень до процесів, у яких роль бере участь.

Рольова модель європейського ринку електроенергії

На рис. 2 наведено концептуальну діаграму рольової моделі європейського ринку електроенергії, що розроблена відповідно до “гармонізованої рольової моделі ринку електроенергії” Європейської асоціації операторів систем передачі (ENTSO-E) [2] та системи планування на ринку електроенергії [3], вимог методології моделювання UMM [4] та з урахуванням термінології, що використовується під час розроблення правил РДБ України. Зазначена модель містить виключно ролі та зони, що відносяться до ринку електроенергії в межах однієї країни та не відображає об’єкти, які стосуються міждержавної торгівлі електроенергією та питань визначення пропускної спроможності міждержавних ліній. Така діаграма належить до типу UML – діаграми функцій [6], з тією особливістю, що в даному типі діаграми відображають взаємовідносини між зонами та ролями учасників європейського ринку на відміну від UML діаграми функцій, в якій відображаються взаємовідносини в окремій області процесів цього ринку.

Концептуальна діаграма рольової моделі використовує чотири основних символи з нотаций мови UML:

символ чоловічка – для позначення ролей, що виконуються учасниками ринку;

прямокутник – для позначення зон, що стосуються фізичних або структурних класів рольової моделі;

стрілка з пустим вістрям – для позначення принципів взаємовідносин між різними об’єктами (ролями та зонами), зазвичай показує лише один аспект взаємовідносин між об’єктами біля початку і при вістрі стрілки;

стрілка з товстим вістрям – для позначення того, що об’єкт біля початку стрілки є певним типом (підтипом) об’єкта при її вістрі.

До основних ролей та сторін у гармонізованій моделі європейського ринку електроенергії належать такі.

Агрегатор даних вимірювання. Сторона, відповідальна за формування та кваліфікацію даних вимірювань, отриманих від сторони, відповідальної за дані вимірювань. Дані агрегуються відповідно до визначеного набору правил ринку.

Адміністратор засобів вимірювання. Сторона, відповідальна за ведення бази засобів вимірювань.

Адміністратор точок вимірювання. Сторона, відповідальна за реєстрацію сторін, пов’язаних з точками вимірювання в області мережі та їх технічних характеристик. Ця роль відповідає за створення та ліквідацію точки вимірювання.

Виробник. Сторона, що виробляє електроенергію і є приєднаною до мережі.

Координатор складання графіків. Сторона, відповідальна за інформацію щодо складання графіків та її обмін в інтересах сторони, відповідальної за баланс. Наприклад, на польському ринку координатор складання графіків відповідає за взаємообмін інформацією щодо складання графіків та урегулювання небалансів.

Оператор засобів вимірювань. Сторона, відповідальна за встановлення, утримання, випробування, атестацію та виведення із експлуатації фізичних лічильників.

Оператор мережі. Сторона, що здійснює керування однією або декількома електричними мережами.

Оператор ринку. Визначена біржа електроенергії, на якій здійснюються торги для фактично поставленої електроенергії. Оператор ринку отримує цінові пропозиції від сторін, які мають договір на участь в торгах та є відповідальними за баланс. Оператор ринку визначає ринкову ціну електроенергії для балансової області ринку з урахуванням технічних обмежень, які накладено системним оператором. Він також може встановити ціну за урегулювання небалансів у межах області вимірювань мережі.

Постачальник (постачальник балансу). Сторона, яка торгує різницею між поточним вимірним обсягом споживання енергії та енергією, яка куплена за контрактом стороною, приєднаною до мережі. На додаток, постачальник балансу торгує будь-якою різницею за контрактом (сторони, що приєднана до мережі) та вимірним виробництвом. Для кожної точки вимірювання має бути лише один постачальник балансу.

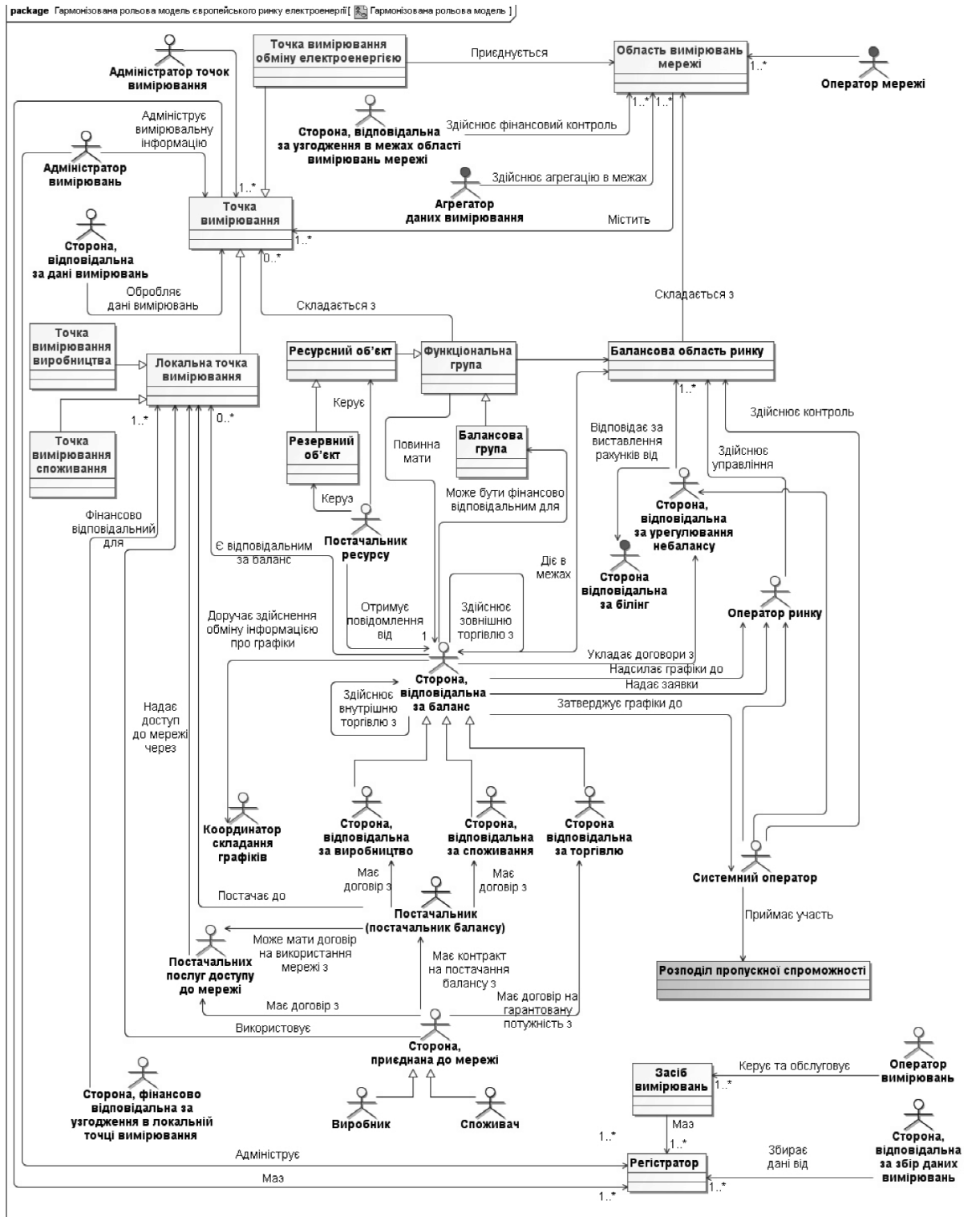


Рис. 2

Постачальник ресурсу. Роль, яка полягає в управлінні ресурсним об'єктом і забезпеченні складання графіків для нього.

Постачальник послуг доступу до мережі. Сторона, відповідальна за надання доступу до мережі та її використання для споживання або

виробництва електроенергії сторонами, приєднаними до неї.

Системний оператор. Сторона, відповідальна за стабільну роботу енергетичної системи по всій магістральній мережі в географічній області, включно із формуванням фізичного балан-

су, відповідає за пропускну спроможність перетинів та міжсистемний обмін. Діяльність з передачі магістральними мережами містить також задачі роботи системи щодо керування енергетичними потоками, надійності системи та доступності всіх необхідних системних послуг (визначення взято з USTE Operation handbook Glossary). Згідно з правилами ринку певного регіону системний оператор може мати додаткові зобов'язання.

Споживач. Сторона, що споживає електроенергію і приєднана до мережі.

Сторона, відповідальна за білінг. Сторона, відповідальна за виставлення рахунків-фактур зацікавленій стороні. Ця сторона введена в модель для того, щоб відзначити, що сторона, відповідальна за урегулювання небалансів, не відповідає за виставлення рахунків-фактур.

Сторона, відповідальна за торгівлю. Сторона, яка може бути притягнена до відповідальності і юридично, і фінансово за будь-які небаланси між обсягами проданої та спожитої електроенергії для усіх відповідних точок вимірювання. Ця сторона належить до типу – сторона, відповідальна за баланс. Наприклад, біржа електроенергії без усяких привілеїв щодо відповідальності також є стороною, відповідальною за торгівлю.

Сторона, відповідальна за виробництво. Сторона, яка несе юридичну та фінансову відповідальність за будь-які небаланси між проданою згідно з контрактами та фактично виробленою електроенергією для всіх відповідних точок вимірювання. Ця сторона відноситься до типу – сторона, відповідальна за баланс.

Сторона, відповідальна за дані вимірювань. Сторона, відповідальна за формування та валідацію даних вимірювань, які формуються згідно з зібраними даними, отриманими від сторони, відповідальної за їх збір. Сторона відповідальна за дані вимірювань відповідає також за історію виміряних даних у точці вимірювання.

Сторона, відповідальна за збір даних вимірювання. Сторона, відповідальна за зчитування даних з лічильників та контроль якості зчитування.

Сторона, відповідальна за споживання. Сторона, яка несе юридичну та фінансову відповідальність за будь-які небаланси між закупленою та фактично спожитою електроенергією для всіх відповідних точок вимірювання. Ця сторона відноситься до типу – сторона, відповідальна за баланс.

Сторона, приєднана до мережі. Сторона, яка має договори, що дають їй право споживати або виробляти електроенергію в точці вимірювання.

Сторона, відповідальна за баланс. Сторона, яка має контракт, що підтверджує її фінансову надійність та визначає відповідальність за баланс перед стороною, відповідальною за урегулювання небалансів у балансовій області ринку, та надає право стороні діяти на ринку. Значення слова “баланс” у даному контексті означає, що кількість законтракованої для постачання чи споживання електроенергії має дорівнювати кількості фактично поставленої або спожитої електроенергії. Це єдина роль, яка дозволяє стороні купувати або продавати енергію на оптовому рівні. Така сторона часто належить до числа учасників ринку, що торгують.

Сторона, відповідальна за узгодження у межах області вимірювань мережі. Сторона, відповідальна за узгодження у межах області вимірювань мережі обсягів електричної енергії, розрахованих для точок вимірювання з профілем навантаження та реально виміряних обсягів, що використовуються у процесі урегулювання небалансів.

Сторона, відповідальна за урегулювання небалансу. Сторона, відповідальна за урегулювання різниці, що виникає між договірними та фактичними обсягами електроенергії у сторін, відповідальних за баланс у балансовій області ринку.

Сторона, фінансово відповідальна за узгодження в локальній точці вимірювання. Сторона, фінансово відповідальна за узгодження обсягів електроенергії в локальній точці вимірювання з профілем навантаження.

До основних зон на європейському ринку електроенергії відносять такі.

Балансова група. Сукупність точок вимірювання, що використовуються з метою урегулювання небалансу. Ця зона відноситься до типу – функціональна група.

Балансова область ринку. Географічна область, що складається із однієї або більше областей вимірювань мережі, для яких діють загальні правила ринку, згідно з якими сторона, відповідальна за урегулювання небалансу, здійснює таке урегулювання, та діє однаковою ціною за небаланс. Балансова область ринку може також бути визначена відповідними місцями обмеження пропускну спроможності електричних мереж.

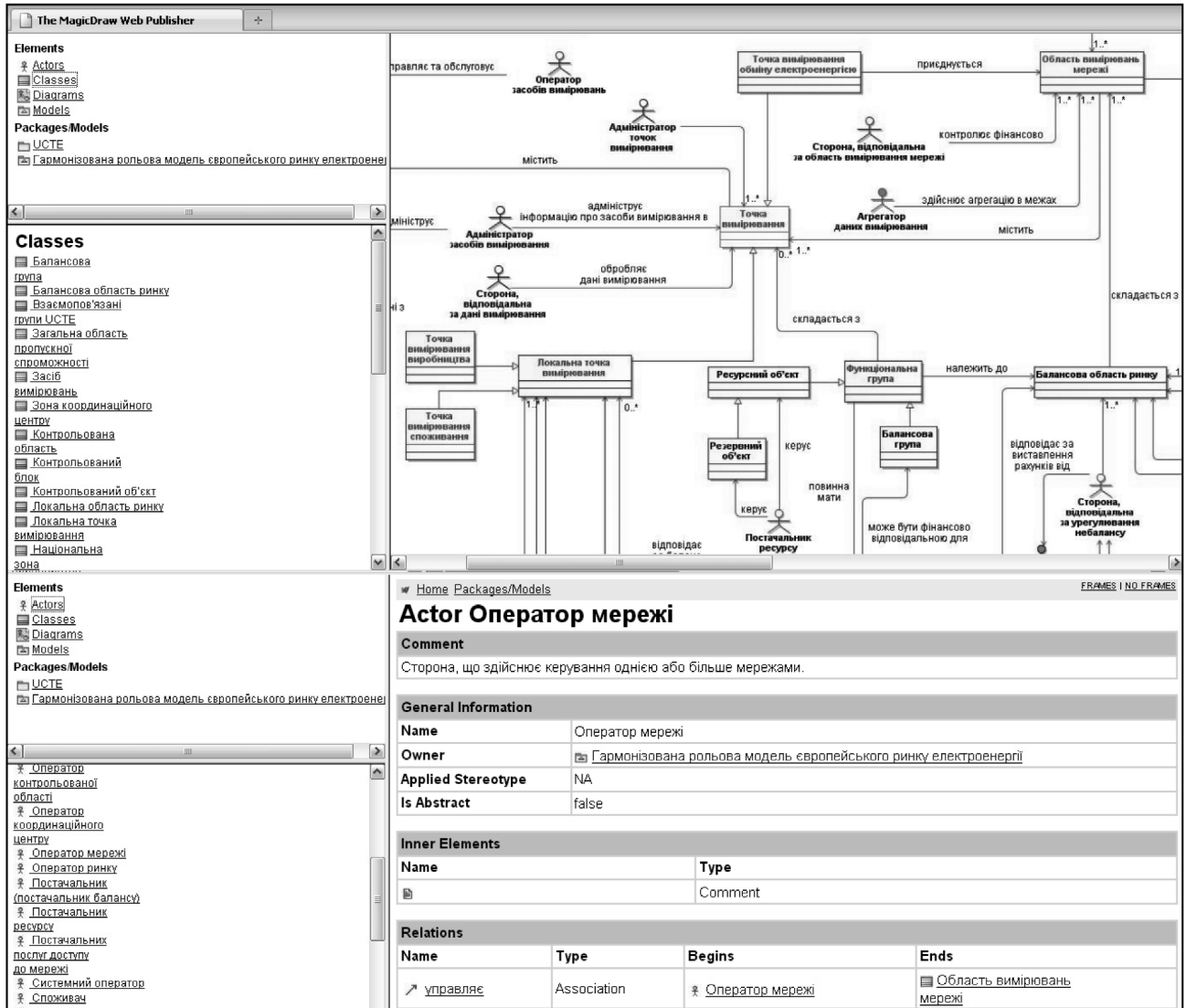


Рис. 3

Засіб вимірювань. Фізичний пристрій, що містить один або більше регістраторів.

Локальна точка вимірювання. Найменший об'єкт, для якого існує відповідальність за баланс і де може мати місце зміна постачальника балансу. Це може бути як фізична, так і логічна точка. Відноситься до типу – точка вимірювань.

Область вимірювань в мережі. Область вимірювань в мережі – фізична область, де можуть вимірюватися споживання, виробництво та обмін електроенергією. Вона обмежується точками, де встановлено лічильники, які здійснюють інтервальні вимірювання електричної енергії, що входить та виходить з цієї області. Область вимірювань може бути використана для визначення сумарного споживання і вироб-

ництва з урахуванням інтегральних вимірювань та втрат у мережі.

Область ринку. Область, яка створюється із декількох балансових областей, з'єднаних через зв'язки змінного або постійного струму. Торгівля дозволяється між різними балансовими областями згідно із загальними правилами ринку для торгівлі по всьому перетину.

Регістратор. Фізичний або логічний лічильник, що вимірює (визначає) параметри електричної енергії.

Резервний об'єкт. Ресурс, попередньо оцінений на відповідність технічним умовам та використовує єдиний набір стандартів для забезпечення резервних потужностей для системного оператора, пов'язаного з однією або більше точками вимірювання і телевимірю-

вальними пристроями. Відноситься до типу – ресурсний об’єкт.

Ресурсний об’єкт. Ресурс, що може або виробляти, або споживати енергію і який зазначається у графіку.

Точка вимірювання. Точка, в якій вимірюються параметри електроенергії.

Точка вимірювання виробництва. Точка, де вимірюються обсяги виробництва електроенергії. Вона може бути пов’язана із однією фізичною точкою або із комбінацією декількох точок разом. Відноситься до типу – точка вимірювання.

Точка вимірювання споживання. Точка, де вимірюються обсяги споживання. Вона може бути пов’язана із однією фізичною точкою або із комбінацією декількох точок разом. Відноситься до типу – локальна точка вимірювання.

Точка вимірювання обміну електроенергією. Точка вимірювання, в якій вимірюється обмін електроенергією між однією областю вимірювання та іншою. Відноситься до типу – точка вимірювань.

Функціональна група. Сукупність точок вимірювання споживання та виробництва електричної енергії в межах балансової області ринку.

Слід зазначити, що на основі попередньої концептуальної діаграми рольової моделі ринку електроенергії розробляються рольові моделі та будуються UML-діаграми прецедентів сегментів цього ринку.

Методологією об’єктно-орієнтованого моделювання передбачено використання наведеної діаграми для опису реалізації інформаційного обміну та зберігання даних шляхом застосування інформаційних інтернет-технологій, зокрема, розширеної мови розмітки XML (eXtensible Markup Language) та набору специфікацій eXML для XML, які використовуються для визначення структури даних та вимог до опису специфічних для ринку електроенергії повідомлень, базових компонент, процесів та методів обміну інформаційними повідомленнями з подальшою їх стандартизацією.

На рис. 3 наведено реалізацію рольової моделі у вікні інтернет-браузера, що інтерпретує XML дані. За допомогою такого представлення можна проводити навчання учасників ринку електроенергії та досліджувати окремі бізнес-транзакції між ролями та зонами ринку.

ВИСНОВКИ

Розробка рольових моделей є невід’ємною складовою впровадження ринків електроенергії. Вона повинна проводитися на основі міжнародної нормативної бази, існуючих рекомендацій та з урахуванням особливостей і технічних вимог до функціонування енергетичного ринку певної країни. Наведена в статті гармонізована рольова модель європейського ринку електроенергії надає можливість проводити аналіз бізнес-діяльності сторін, їх ролей, зон їх діяльності та конкретних взаємодій під час побудови моделі та визначення ролей на РДДБ, що полегшує впровадження цієї моделі в Україні. Крім того, використання понять та опис основних бізнес-процесів відповідно до гармонізованої рольової моделі європейського ринку електроенергії дозволяє полегшити інтеграцію РДДБ України з європейським ринком електроенергії у майбутньому, а також забезпечити практичну реалізацію процесів інформаційного обміну на існуючому ринку електроенергії України за рахунок використання стандартизованих інформаційно-технологічних систем керування цим ринком.

1. *Кириленко О.В., Блінов І.В., Корхмазов Г.С., Попович В.І.* Рольова модель конкурентного оптового ринку електричної енергії в Україні: концептуальна схема, сегменти та ролі учасників // Праці ІЕД НАНУ. – 2010. – Вип. 25. – С. 5–13.
2. *Directive 2009/72/EC 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. – L. 211. – P. 55–93.
3. *Scheduling System. Implementation Guide Version* // ENTSO-E. – 2003. – 141 p.
4. *Modeling Methodology for the Automation of Data Interchange of Business Processes* // ENTSO-E. – 2003. – 19 p.
5. *IEC/TR 62325-101. Framework for energy market communications. General guidelines* // IEC TC 57. – 2005. – 38 p.
6. *IEC/TR 62325-102. Framework for energy market communications. Energy market model example* // IEC TC 57. – 2005. – 42 p.
7. *The Harmonized Electricity Market Role Model* // ENTSO-E. – 2009. – 25 p.

Надійшла до редколегії: 11.05.2011