

# ПОБУДОВА, ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РИНКІВ

УДК 621.316

**О.В. КИРИЛЕНКО**<sup>1</sup>, академік НАН України, **І.В. БЛІНОВ**<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
**В.І. ПОПОВИЧ**<sup>2</sup>, канд. фіз.-мат. наук, **Д.О. ОЛЕФІР**<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Ін-т електродинаміки НАН України, м. Київ, <sup>2</sup>НКРЕ України, м. Київ,  
<sup>3</sup>ДП НЕК “Укренерго”, м. Київ

## МЕТОДОЛОГІЯ ОБ’ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОПИСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОНКУРЕНТНОГО ОПТОВОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

*Визначено складові та представлено головні ділові процеси методології об’єктно-орієнтованого моделювання UMM, що базується на сучасних інформаційних технологіях і є основою для побудови рольових моделей та детального опису функціонування конкурентного оптового ринку електричної енергії.*

*Ключові слова:* конкурентний оптовий ринок електричної енергії, об’єктно-орієнтоване моделювання, методологія UMM, рольова модель

Основним заходом, спрямованим на розвиток сучасних оптових ринків електричної енергії у світі, є запровадження процесу їх лібералізації шляхом впровадження конкурентних моделей ринків [3], заснованих на механізмах двосторонньої торгівлі, функціонування біржі електричної енергії та балансуєчого ринку. Невід’ємною частиною процесу впровадження конкурентних моделей ринків є розробка їх правил та моделей функціонування, регламентів взаємодії між їх учасниками в частині збору, передачі, обробки інформації тощо. При цьому з переходом від монопольних структур електропостачання до дерегульованих ринків успішне їх функціонування значною мірою залежить від достатнього та безперебійного обміну інформацією між учасниками ринку.

До останнього часу однією з найважливіших проблем, пов’язаних із впровадженням конкурентних моделей ринків у кожній країні, була відсутність формалізованого підходу до опису моделі функціонування ринку електричної енергії, що, у свою чергу, призводило до складнощів при формуванні кінцевої архітектури ринку, розробці остаточних правил ринку, визначенні технологічних та бізнес-процесів ринку електричної енергії в цілому або окремих його сегментів. Це пов’язано, у першу чергу, з тим,

що нова модель ринку електричної енергії має враховувати діючі вимоги законодавства, правил, стандартів, нормативів, а також технічні, соціальні, економічні та політичні особливості певної країни або регіону. Слід виділити необхідність розроблення нормативних документів щодо правової та регуляторної структури ринку, бізнес-правил, технічних правил ринку (доступ до мережі, зведення балансів, керування графіками, керування перенавантаженнями), схем ідентифікації учасників ринку і об’єктів електронного бізнесу, кодексу вимірювань (надання послуг вимірювань та доступ до результатів вимірювань), кодексу магістральних і розподільчих мереж (управління та функціонування).

Аналіз принципів функціонування світових ринків електричної енергії [4, 7], міжнародних стандартів [5, 6], а також загальних підходів до опису ділових і технологічних процесів [1, 2] підтверджує, що для побудови моделі конкурентного ринку електричної енергії існує необхідність застосування методології об’єктно-орієнтованого моделювання, що базується на сучасних інформаційних технологіях. Такий підхід значно спрощує опис організації та функціонування конкурентного ринку електричної енергії та системи управління ним.

Зважаючи на зазначене вище, метою статті є визначення складових та представлення головних ділових процесів методології об’єктно-оріє-

© О.В. КИРИЛЕНКО, І.В. БЛІНОВ, В.І. ПОПОВИЧ,  
Д.О. ОЛЕФІР, 2011

Таблиця 1

Діловий процес	Основна увага електронного бізнесу	Представлення	Артефакти UML та XML
Бізнес-моделювання	Бізнес-контекст, бізнес-області, області процесів	Карта бізнес-операцій (КБО)	Діаграми прецедентів, описи сценаріїв
Вимоги	Бізнес-процеси і взаємодії	Представлення бізнес-вимог (ПБВ)	Детальні діаграми прецедентів, діаграми діяльності
Аналіз	Транзакції, ідентифікація ділових документів	Представлення бізнес-транзакцій (ПБТ)	Діаграми послідовності, діаграми взаємодій
Проектування	Ділові документи, інтерфейс бізнес-сервісу	Представлення бізнес-сервісу (ПБС)	Діаграми класів, XML-повідомлення, параметри взаємодії

ентованого моделювання, що використовуються для детального опису моделей функціонування конкурентних ринків електричної енергії за рахунок побудови їх об'єктно-орієнтованих та рольових моделей [1, 2].

### Методологія об'єктно-орієнтованого моделювання конкурентних ринків електричної енергії

Подібно до інших ринків, на ринку електричної енергії існують чіткі правові, комерційні та технічні вимоги. Незважаючи на те, що у процесі лібералізації можна спостерігати зближення ринкових структур та ринкових правил, вимоги можуть відрізнитися для побудованих моделей ринків електричної енергії різних країн і навіть різних регіонів однієї країни. Деякі вимоги носять загальний характер і поширюються на всі ринки, а деякі є специфічними для ринку певної країни або регіону. Перед впровадженням системи електронного бізнесу на ринку електричної енергії необхідно мати загальне спільне розуміння усіма учасниками цього ринку обґрунтованості, вимог, бізнес-правил та бізнес-процесів. Опис останніх включає ідентифікацію та визначення: ролей учасників ринку, бізнес-областей, бізнес-процесів у межах цих областей, бізнес-взаємодій (логічне поєднання декількох транзакцій) і транзакцій (багатосторонні та двосторонні), бізнес-інформації, що підлягає обміну, й необхідних послуг електронного бізнесу. Таке загальне розуміння відображається у бізнес-моделі ринку, що побудована на основі формалізованої методології моделювання і яка має бути незалежною від фактично використовуваної комунікаційної технології електронного бізнесу.

Відповідно до вимог стандартів Міжнародної електротехнічної комісії серії IEC 62325 "Інфраструктура комунікацій на енергетично-

му ринку" [3, 4], для опису усіх процесів на ринку електричної енергії доцільним є використання методології моделювання UMM, хоча інші методології моделювання електронного бізнесу крім UMM не виключені.

Методологія UMM – це модифікована спеціалізована підгрупа уніфікованого процесу розроблення програмного забезпечення, який називається раціональним уніфікованим процесом (RUP). Цей процес використовує уніфіковану мову моделювання (UML), включаючи розширення мета-моделі UML через породження специфічних стереотипів сегмента бізнесу для підтримки бізнес-процесів і визначення інформації, результуючих об'єктів і описів характеристик специфічних інтерфейсів об'єктів.

Таким чином, об'єктно-орієнтована модель ринку електричної енергії – це формалізований та деталізований опис ринку електричної енергії у цілому з використанням методології моделювання UMM UN/CEFACT, що базується на мові моделювання UML. У табл. 1 наведено загальний огляд чотирьох ділових процесів UMM з бізнес-моделювання, формування вимог, аналізу та проектування.

Під прецедентами у даному випадку розуміється опис та представлення взаємозв'язків між ролями учасників ринку в певних бізнес-областях та областях процесів.

Ділові процеси бізнес-моделювання, формування вимог і аналіз мають бути максимально незалежними від технологій побудови систем електронного бізнесу, що використовуються на ринку електричної енергії. Нижче розглянуто кожний із зазначених процесів окремо.

**Діловий процес бізнес-моделювання.** Метою бізнес-моделювання згідно з UMM є:

розуміння структури і динаміки бізнес-сегмента;

забезпечення однакового розуміння бізнес-сегмента усіма користувачами, розробниками документів і постачальниками програмного забезпечення;

розуміння щоденних дій у бізнес-сегменті незалежно від різновидів їх реалізації з технічної точки зору;

створення категорій для розділення бізнес-сегмента, що дозволить шляхом ітерацій завершити модель;

структурування моделі у вигляді карти бізнес-операцій (КБО);

визначення обґрунтування проекту;

визначення зацікавлених сторін, що мають відношення до змодельованого сегмента (деякі з них можуть не брати участь у процесах у межах сегмента).

Бізнес-області можуть містити групи процесів, які називають областями процесів, і які, у свою чергу, містять окремі бізнес-процеси. Бізнес-процеси, визначені у діловому процесі бізнес-моделювання, складаються з бізнес-взаємодій та транзакцій, описаних у діловому процесі формування вимог і більш детально – у діловому процесі аналізу.

Після цієї загальної структуризації UML діаграми прецедентів організують у групи в межах UML пакетів, які використовують назви бізнес-областей.

Основну увагу в процесі бізнес-моделювання приділяють бізнес-сегменту, бізнес-областям та розумінню областей бізнес-процесів, а не самим процесам, які при цьому тільки визначають.

У табл. 2 наведено методологію та артефакти моделі ділового процесу бізнес-моделювання.

Артефакти UML бізнес-моделювання UMM наведено на рис. 1.

Діаграма КБО використовує пакети UML для організації та аналізу високорівневої архітектури системи електронного бізнесу шляхом визначення підсистем (бізнес-областей, областей процесів та бізнес-процесів) та їх підпорядкування. Пакет може містити будь-які інші

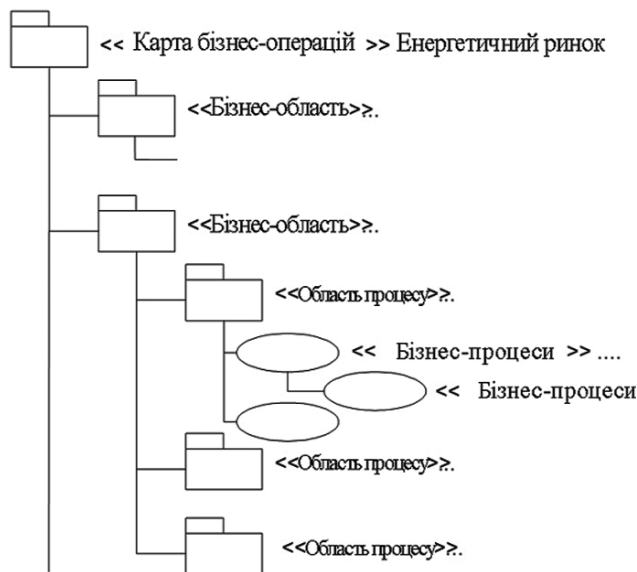


Рис. 1. Структура карти бізнес-операцій

елементи моделі, включаючи класи, прецеденти, діаграми діяльності або інші пакети. На початковій стадії розробки пакети показують назви класів, які входять до комплекту.

Типовими прикладами бізнес-областей на енергетичних ринках є: виробництво, торгівля, постачання, керування енергосистемою (складання графіків та балансування, врегулювання небалансів), надання допоміжних послуг, інші послуги (зміна постачальника, вимірювання, врегулювання розрахунків та білінг), передавання та розподілення електричної енергії.

На рис. 2 наведено приклад виділення бізнес-областей на ринку електричної енергії, областей процесів та процесів у межах областей процесів [6].

**Діловий процес формування бізнес-вимог.**

Метою ділового процесу формування бізнес-вимог є збір певного набору детальних вимог користувачів для проекту. Бізнес-моделі, отримані як результат ділового процесу бізнес-моделювання, використовуються в якості важливої вхідної інформації для визначення UML діаграм прецедентів та забезпечення бази для

Таблиця 2

Діловий процес	Методологія	Артефакти моделі (КБО з UML)
Бізнес-моделювання	Аналіз сегменту	Бізнес-область, область процесу (UML пакети)
	Аналіз прецедентів	Прецеденти
	Виявлення процесу	Визначення процесів
	Моделювання діяльності	Діаграми діяльності



Рис. 2. Приклад виділення бізнес-областей та областей процесів на ринку електричної енергії

розуміння бізнес-вимог. Цей діловий процес розробляє представлення бізнес-вимог (ПБВ) до моделі процесу, який визначає сценарії прецедентів, вхідні та вихідні процедури, обмеження та межі системи для бізнес-транзакцій, бізнес-взаємодій та їх взаємозв'язків.

У табл. 3 наведено методологію та артефакти моделі ділового процесу формування бізнес-вимог.

Вхідними даними для ділового процесу формування бізнес-вимог є детальне представлення деяких або всіх наданих даних КБО, а також область дії проекту, перелік вимог, словник тер-

мінів, UML діаграми використання прецедентів та їх описи, а також UML діаграми діяльності. Перелік вимог та словник термінів залежать від конкретної моделі ринку і тому у цій статті не наводяться.

Головна увага у діловому процесі формування бізнес-вимог приділяється бізнес-взаємодіям.

Прецеденти (діаграми UML) описують взаємозв'язки між ролями учасників ринку та підмножинами функціонування системи, такими як бізнес-області, бізнес-процеси, бізнес-взаємодії та бізнес-транзакції. Діаграми прецедентів описують моделі, у яких певні прецеденти

Таблиця 3

Діловий процес	Методологія	Артефакти моделі (ПБВ у UML)
Бізнес-моделювання	Збір вимог	Деталізація КБО
	Аналіз прецедентів	Діаграми прецедентів бізнес-взаємодій, транзакцій
	Аналіз процесів	Діаграми прецедентів визначення бізнес-процесів
	Моделювання діяльності	Діаграми діяльності бізнес-взаємодій

можуть залежати один від одного, і де одна або більше ролей учасників ринку взаємодіють з цими прецедентами. У формах UMM описують структуровану текстову інформацію про прецеденти і доповнюють роз'яснювальним текстовим описом. Варіації прецедентів моделюються з базових прецедентів, причому прецеденти можна розділити на дрібніші частини, використовуючи залежність взаємозв'язків, що вміщуються як стереотипи.

Діаграми діяльності UML є взаємозв'язками між прецедентами та описують бізнес-процеси. Такі діаграми мають два призначення.

Перше призначення полягає у наданні загального уявлення про динаміку функціонування ринку в цілому (бізнес-сегмента) або його частини (бізнес-області). У цьому разі діаграми діяльності створюються паралельно з прецедентами і можуть охоплювати як декілька, так і всі прецеденти ринку або бізнес-області.

Друге призначення полягає у візуальному описі ділових процесів на ринку в межах представлення прецедентів бізнес-процесів, бізнес-взаємодій або бізнес-транзакцій з одним початковим станом і кількома кінцевими станами.

**Діловий процес аналізу.** Мета ділового процесу аналізу – формування на основі ідентифікованих вимог, що визначені у діловому процесі формування бізнес-вимог, технічних умов для надання можливості розробникам програмного забезпечення та інформаційних повідомлень спроектувати та застосувати рішення електронного бізнесу. Кінцевою метою аналізу є:

побудова набору бізнес-об'єктів на основі ділового процесу формування бізнес-вимог;

перетворення вимог у точні, об'єктно-орієнтовані технічні умови;

створення основи для проектування електронного інформаційного обміну;

надання інтерфейсів системним інтеграторам для приєднання існуючих у них інформаційних систем;

детальне визначення динаміки роботи бізнес-системи.

У табл. 4 наведено методологію та артефакти моделі ділового процесу аналізу.

Головна увага в діловому процесі бізнес-аналізу приділяється бізнес-транзакціям.

Процес аналізу сконцентровано, перш за все, на побудові діаграм діяльності та послідовностей UML, що моделюють взаємодію між ролями учасників ринку з виділенням упорядкованої у часі послідовності бізнес-повідомлень (документів) і особливо підходять для моделювання бізнес-транзакцій.

**Діловий процес проектування.** Призначенням ділового процесу проектування є:

розробка інформаційної моделі з концептуальної діаграми класів у діловому процесі аналізу;

розробка представлення бізнес-послуг, що описує бізнес-взаємодії між пов'язаними компонентами;

розробка діаграм класів, що описують бізнес-повідомлення, якими обмінюються у бізнес-взаємодії (бізнес-дії та сигнали);

інтеграція інформаційної моделі у внутрішньогалузеву модель,

інтеграція бізнес-об'єктів у інформаційну модель;

відбір шаблонів взаємодії бізнес-послуг для опису кожного обміну.

У табл. 5 наведено методологію та артефакти моделі ділового процесу проектування.

Головна увага у діловому процесі формування бізнес-вимог приділяється діаграмам класів повідомлень та бізнес-послугам. Представлення бізнес-сервісу (ПБС) моделює динамічні аспекти бізнес-взаємодій.

Діаграми класу UML використовують для моделювання бізнес-процесів, бізнес-взаємодій, бізнес-транзакцій, а також обміну діловими документами. Ділові документи створюються з використанням бізнес-інформаційних об'єктів, отриманих зі стандартних основних компонентів. Основні компоненти UML візуально представляють елементи, взаємозв'язки і обмеження словника електронного бізнесу на енергетичному ринку. Запроектований діловий процес за-

**Таблиця 4**

Діловий процес	Методологія	Артефакти моделі (ПБТ з UML)
Аналіз	Аналіз процесу	
	Моделювання діяльності	Протокол бізнес-взаємодії [діаграма діяльності] Бізнес-транзакції [діаграма діяльності]
	Моделювання концептуального класу	Ділові документи (концептуальні)

Діловий процес	Методологія	Артефакти моделі (ПБС у UML)
Проектування	Аналіз процесів	Деталізація представлення ділових документів
	Моделювання взаємодії	Взаємодії послуг [взаємодія об'єктів] Компонент мережі [діаграма класів] Бізнес-сервіс [діаграма класів]
	Упорядкування повідомлень	Транзакції послуг [діаграми послідовності]
	Інформаційне моделювання	Діаграми діяльності бізнес-взаємодій
	Моделювання бізнес-повідомлень	Бізнес-документи [діаграми класів]

лежить від технології електронного бізнесу, що використовується, і містить конкретні технологічні дані конфігурації в форматі XML.

Важливо відзначити, що методологія об'єктно-орієнтованого моделювання UMM не є точною науковою методологією і головним чином базується на практиці бізнес-моделювання. Тому на поточний час не існує певних рекомендацій з використання UMM, зокрема, і для опису конкурентного ринку електричної енергії. Ділові процеси UML можуть безпосередньо не відповідати етапам проектування електронного бізнесу, також немає чіткої межі між діловими процесами UML.

## ВИСНОВКИ

Використання наведеної у статті методології об'єктно-орієнтованого моделювання UMM для опису конкурентної моделі ринку електричної енергії дозволяє реалізувати формальне представлення його функціонування. Методологія UMM вибрана за основу для побудови рольової моделі ринку електричної енергії, що використовується для розуміння і практичної реалізації усіх процесів (технологічних і ділових), які протікають на конкурентному ринку електричної енергії (або його сегментах), визначення та опису ролей і функцій, притаманних різним учасникам ринку. Рольова модель може використовуватися у якості довідника ринку, який є зручним для сприйняття, оскільки має формалізований опис моделі ринку, що містить текст, таблиці, рисунки, графіки, а також опис правової та нормативної бази. Це, у свою чергу, дозволяє проводити навчання учасників ринку, здійснювати заходи адміністративного керування ринком.

Використання методології об'єктно-орієнтованого моделювання UMM та побудова на її

основі рольової моделі ринку двосторонніх договорів та балансуєчого ринку електричної енергії, що сьогодні впроваджується в Україні, дозволяє забезпечити загальне уявлення про принципи функціонування цього ринку для всіх користувачів, розробників та постачальників програмного забезпечення, використовувати таку модель як технічну специфікацію для розробки інформаційних моделей і як первинну архітектуру при створенні інформаційно-технологічних систем керування роботою ринку в цілому або його окремих сегментів.

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 // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ. – 2010. – Вип. 25. – С. 5–13.
2. Кириленко О.В., Блінов І.В., Корхмазов Г.С., Попович В.І. Побудова рольової моделі сегмента конкурентного оптового ринку електричної енергії в Україні // Гідроенергетика України. – 2010. – № 1. – С. 11–20.
3. 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.
4. ETSO Scheduling System. Implementation Guide Version // ETSO. – April 2003. – 141 p.
5. IEC/TR 62325-101. Framework for energy market communications. General guidelines. – 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 Harmonised Electricity Market Role Model // ETSO. – December 2008. – 25 p.

Надійшла до редколегії: 09.02.2011