
УДК 621.316

Ю.Г. Куцан¹, д-р техн. наук, **І.В. Блінов**², канд. техн. наук, **Г.А. Іванов**³

¹ Ін-т проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України (Україна, 03164, Київ, вул. Генерала Наумова, 15, тел. 4241063, e-mail: Kutsan.ug@ukr.net),

² Ін-т електродинаміки НАН України (Україна, 03680, Київ, пр-т Перемоги, 56, тел. (050) 4733895, e-mail: igorblinov@ukr.net),

³ ДП «Енергоринок» (Україна, 01032, Київ, вул. Симона Петлюри, 27, тел. (067) 7788804, e-mail: igena@ex.ua)

Моделювання тарифо- та ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії України в нових умовах функціонування

Розглянуто проблемні питання, які виникають в процесі моделювання тарифо- та ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії України в нових умовах функціонування. Виконано порівняння структури ціни для споживача в існуючій та новій моделях ринку електричної енергії України. Наведено рекомендації щодо розрахунку тарифів для споживачів, оператора системи передачі та оператора системи розподілу в новій моделі ринку електричної енергії. Запропоновано підходи та припущення щодо визначення вхідних даних, необхідних для моделювання цін на роздрібному ринку до запровадження повномасштабного ринку електричної енергії.

Ключові слова: тарифоутворення на роздрібному ринку, моделювання, визначення вхідних даних, структура нових тарифів, оператор системи розподілу, оператор системи передачі, споживач електроенергії.

Рассмотрены проблемные вопросы, возникающие в процессе моделирования тарифо- и ценообразования на розничном рынке электрической энергии Украины в новых условиях функционирования. Выполнено сравнение структуры цены для потребителя в существующей и новой моделях рынка электрической энергии Украины. Приведены рекомендации относительно расчета тарифов для потребителей, оператора системы передачи и оператора распределительной системы в новой модели рынка электрической энергии. Предложены подходы и предположения относительно определения исходных данных, необходимых для моделирования цен на розничном рынке до внедрения полномасштабного рынка электрической энергии.

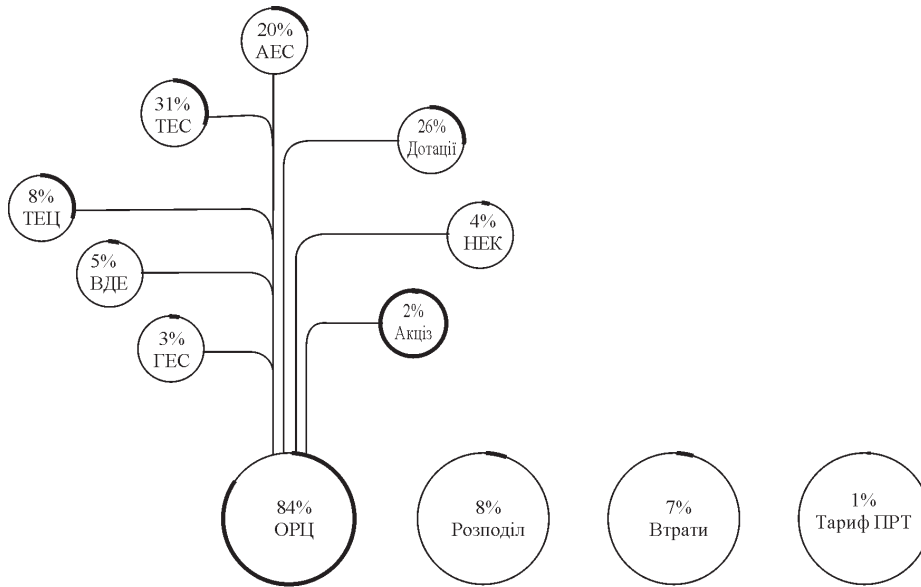
Ключевые слова: тарифообразование на розничном рынке, моделирование, определение исходных данных, структура новых тарифов, оператор распределительной системы, оператор системы передачи, потребитель электроэнергии.

© Ю.Г. Куцан, І.В. Блінов, Г.А. Іванов, 2017

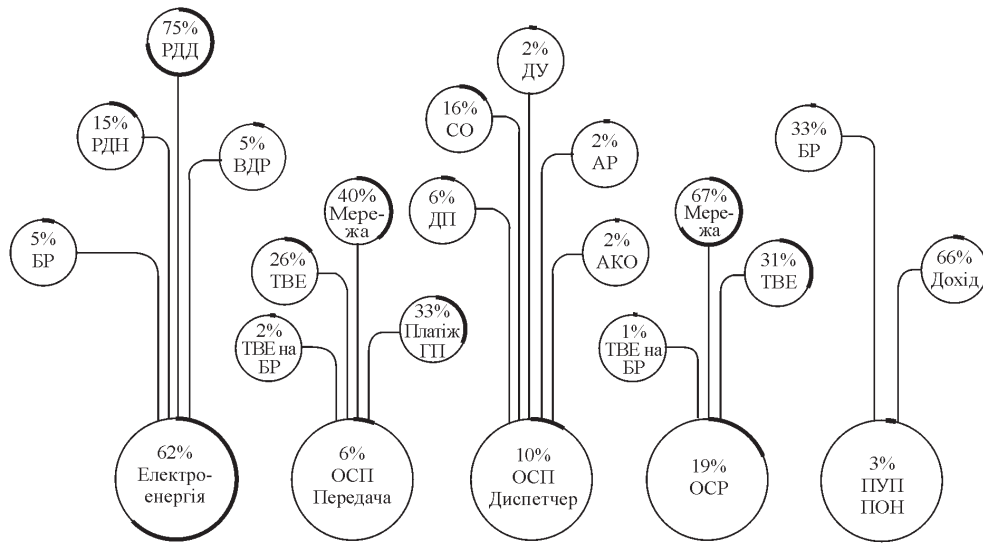
У червні 2017 року в Україні вступив в силу Закон «Про ринок електричної енергії» [1], який встановлює принципи функціонування кожного сегменту ринку електричної енергії крім роздрібного ринку. Фактично правила роботи учасників на роздрібному ринку визначатиме Регулятор в затверджених ним правилах роздрібного ринку. Таким чином, в Україні відбувається процес імплементації європейського законодавства, зокрема і вимог «третього енергетичного пакету». При цьому Закон зорієнтовано перш за все на встановлення правил та функції учасників в частині оптового ринку електричної енергії [2]. Слід зазначити, що помилки в регулюванні роздрібного ринку можуть призвести до дискримінації всього процесу лібералізації відносин між учасниками ринку електричної енергії в Україні [3]. Тому для забезпечення запровадження ефективних регуляторних рішень в новій моделі ринку є необхідним побудова та використання моделей, які дозволяють виконати оцінку наслідків впровадження таких рішень. Важливим аспектом використання таких моделей є визначення вхідної інформації та прийнятих припущень, що впливає на точність моделювання процесів ціноутворення.

Розглянемо результати порівняння основних складових ціни для споживачів в діючій на даний час моделі оптового ринку електричної енергії (рис. а) та в новій моделі ринку (рис. б), які були визначені оціночно та з урахуванням європейського досвіду. В діючій моделі оптового ринку ціна на електричну енергію для споживача складається з чотирьох основних складових: оптова ринкова ціна (ОРЦ) за електричну енергію (приблизно 84%), тариф на передачу місцевими розподільчими мережами (8%), ціна електричної енергії на втрати в цих мережах (7%), а також постачання за регульованим тарифом (ПРТ). Зазначимо, що наразі в ціну електричної енергії, яка є єдиною для всіх постачальників, входять і складові послуг. Зокрема, крім середньозваженої ціни на закуплену у виробників електричну енергію, ОРЦ містить: складову джерела тарифу на передачу магістральними міждержавними мережами, що здійснюється ДП НЕК «Укренерго» (НЕК); дотації для покриття втрат ПРТ від здійснення постачання електричної енергії населенню; акцизний податок.

Як видно з рис. б, в новій моделі ринку електричної енергії зникає ОРЦ, а ціна електричної енергії формується, як середньозважена цін купівлі: на ринку за двосторонніми договорами (РДД), ринку «на добу наперед» (РДН), внутрішньодобового ринку (ВДР), балансуєчому ринку (БР). Оператор системи передачі (ОСП) здійснює передачу електричної енергії магістральними та міждержавними мережами та включає до свого тарифу крім витрат на підтримання мереж (приблизно 40% тарифу) витрати на закупівлю електрич-



а



б

Структура ціни на електричну енергію для споживача в діючій (а) та новій (б) моделях оптового ринку електричної енергії

ної енергії на покриття технологічних витрат електроенергії (ТВЕ) в його мережах та витрати за небаланси цієї електричної енергії на БР.

Крім того, до 2030 року в тариф на передачу включатиметься джерело на покриття витрат гарантованого покупця (ГП) від здійснення купівлі електричної енергії за «зеленим» тарифом. Оператор системи передачі матиме ще один тариф, який покриватиме йому збитки від надання послуги з диспетчерського (оперативно-технологічного) управління (ДУ). Цей тариф також стане джерелом покриття витрат ОСП від здійснення функцій: адміністратора розрахунків (АР), адміністратора комерційного обліку (АКО). Витрати ОСП при врегулюванні системних обмежень (СО) та при закупівлі допоміжних послуг (ДП) також включатимуться до тарифу з надання послуги ДУ.

Однією з основних складових кінцевої ціни на електричну енергію у споживача буде тариф оператора системи розподілу (ОСР), який покриватиме витрати: на утримання розподільчої мережі (Мережа), від купівлі електричної енергії на технологічні витрати в мережах, витрати на БР від купівлі-продажу небалансів. Крім того, витрати електропостачальника також стануть складовою ціни для споживача.

На основі проведених досліджень визначено, що доцільно здійснювати моделювання витрат постачальників універсальних послуг (ПУП) та постачальників «останньої надії» (ПОН) аналогічно розрахунку витрат на постачання у діючих сьогодні на оптовому ринку електроенергії постачальників за регульованим тарифом. Але у електропостачальників з'являються додаткові витрати на БР від купівлі-продажу небалансів, які він також включатиме до своїх витрат при формуванні кінцевої ціни для споживача.

Таким чином, в результаті аналізу доведено наявність значних змін в структурах тарифів учасників нового роздрібного ринку електричної енергії. Моделювання складових ціни на електричну енергію у кінцевого споживача в новому ринку потребуватиме розрахунку значно більших складових та відповідно буде необхідний значно більший обсяг вхідної інформації для виконання таких розрахунків.

Наведемо перелік основних погодинних фактичних та прогнозних вхідних даних, які необхідні для моделювання цін та тарифів на роздрібному ринку:

- корисний відпуск електричної енергії всім споживачам;
- корисний відпуск з розбивкою по першій та другій групам споживачів;
- обсяг передачі електричної енергії мережами першого та другого класів напруги;
- обсяг експорту електричної енергії;

обсяг імпорту електричної енергії;
 втрати в розподільчих мережах по кожному ОСР;
 втрати в передавальній мережі;
 тарифи на передачу місцевими (локальними) розподільчими мережами по кожному ліцензіату;
 тарифи на постачання за регульованим тарифом по кожному ліцензіату;
 тарифи на передачу електричної енергії магістральними та міждержавними мережами.

Більшість наведених в переліку вхідних даних сьогодні відсутня, що вимагає прийняття відповідних припущень та отримання похідної інформації, яка може бути використана для розрахунків.

Розглянемо особливості моделювання роздрібного ринку, яке передбачає використання адитивної імітаційної моделі та потребує окремого визначення кожної складової ціни на електричну енергію у кінцевого споживача. Припустимо, що в Україні збережеться система класів напруги та груп споживачів. Тоді ціна для відповідної групи споживачів з урахуванням класу напруги мереж, до яких підключений споживач, може бути визначена за формулою (коп./кВт · год)

$$C_g^k = C_e + T_{TSO}^D + T_{TSO}^T + T_{DSO}^k + T_{PSO}^g + C_{CA}, \quad (1)$$

де k — клас напруги мереж, до яких підключено електроустановку споживача (перший або другий); g — група споживачів (перша або друга); C_e — середньозважена ціна електричної енергії, купленої постачальником за двосторонніми договорами та на відповідних сегментах ринку електричної енергії; T_{TSO}^D — тариф ОСП на послуги ДУ; T_{TSO}^T — тариф ОСП на передачу електричної енергії магістральними та міждержавними мережами; T_{DSO}^k — тариф ОСР на послуги з розподілу електричної енергії; T_{PSO}^g — тариф електропостачальника, який виконує функцію ПУП або ПОН; C_{CA} — ціна послуг постачальника комерційного обліку. Всі складові формули (1), крім ціни на електричну енергію на ринку, цін небалансів електричної енергії та ціни послуг АКО, визначаються адитивно.

Розглянемо складові тарифів учасників ринку. Тариф ОСП на послуги ДУ формується за наступною формулою (коп./кВт · год):

$$T_{TSO}^D = C_{CM} + C_{AS} + C_{ACA} + C_{AC} + C_{SL}, \quad (2)$$

де C_{CM} — складова тарифу ОСП на покриття витрат на виконання послуг ДУ; C_{AS} — середньозважена ціна на послуги постачальників допоміжних послуг на ринку допоміжних послуг; C_{ACA} — складова тарифу ОСП на покриття витрат внаслідок виконання функцій АКО; C_{AC} — складова тарифу ОСП на покриття витрат внаслідок виконання функцій АР; C_{SL} — складова тарифу ОСП на покриття витрат на врегулювання СО на БР.

Тариф ОСП на передачу електричної енергії магістральними та міждержавними мережами розраховується за формулою (коп./кВт·год)

$$T_{TSO}^T = C_{TS}^T + C_{TS\ TLE}^T + C_{TS\ TLE}^{BM} + C_{GB} + C_{PSO}^{AE}, \quad (3)$$

де C_{TS}^T — складова тарифу ОСП на покриття витрат для утримання надійного та сталого функціонування магістральних та міждержавних мереж; $C_{TS\ TLE}^T$ — складова тарифу ОСП на купівлю електричної енергії за двосторонніми договорами та на відповідних сегментах ринку електричної енергії з метою компенсації технологічних витрат електричної енергії на її передачу електричними мережами; $C_{TS\ TLE}^{BM}$ — складова тарифу ОСП на купівлю та продаж небалансів електричної енергії у разі невиконання погодинних графіків електричної енергії з метою компенсації технологічних витрат електричної енергії на її передачу електричними мережами; C_{GB} — складова тарифу ОСП на покриття витрат щодо купівлі у ГП і забезпечення збільшення частки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел; C_{PSO}^{AE} — складова тарифу ОСП на покриття витрат щодо купівлі у ПУП і забезпечення збільшення частки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел.

Тариф ОСР розраховується за наступною формулою (коп./кВт·год):

$$T_{DSO}^k = C_{DS}^k + C_{DS\ TLE}^k + C_{DS\ TLE}^{BM}, \quad (4)$$

де C_{DS}^k — складова тарифу ОСР на покриття витрат для утримання надійного та сталого функціонування розподільчих мереж; $C_{DS\ TLE}^k$ — складова тарифу ОСР на купівлю електричної енергії за двосторонніми договорами та на відповідних сегментах ринку електричної енергії з метою компенсації технологічних витрат електричної енергії на її розподіл електричними мережами; $C_{DS\ TLE}^{BM}$ — складова тарифу ОСР на купівлю та продаж небалансів електричної енергії у разі невиконання погодинних графіків електричної енергії з метою компенсації технологічних витрат електричної енергії на її розподіл електричними мережами. Тариф енергопостачальника на послугу з постачання розраховується за формулою (коп./кВт·год)

$$T_{PSO}^g = C_S^g \pm C_{BN}^g, \quad (5)$$

де C_S^g — середньозважена ціна послуг електропостачальника; C_{BN}^g — середньозважена ціна небалансів, які купуються або продаються у ОСП на БР в наслідок відхилення фактичних обсягів споживання від планових споживачів групи g .

Складові тарифів (1)—(5) розраховуються виходячи з погодинних витрат на відповідних сегментах ринку електричної енергії. В діючій моделі

ринку ці витрати відсутні і тому визначення тарифів потребує відповідних припущень [4]. Зокрема, для визначення будь-якого тарифу потрібен корисний відпуск по групах споживачів, однак на даний час на роздрібному ринку електричної енергії оперують тільки місячними обсягами корисного відпуску. Крім того, слід зазначити, що автоматизовані системи комерційного обліку встановлено тільки у двадцяти відсотків промислових споживачів в регіонах, а у населення таких систем немає. Втрати в електричних мережах також не розраховуються погодинно, а купуються на оптовому ринку разом з графіком надходження електричної енергії по периметру автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії постачальника за регульованим тарифом.

При розрахунках контрактних обсягів втрат від купівлі-продажу необхідно враховувати квадратичну залежність зміни обсягів втрат від змін обсягів передачі електричної енергії мережами ОСР. Пропонується наступне допущення: при моделюванні тарифів ОСР з урахуванням тенденції до впровадження стимулюючого тарифоутворення використовувати підхід щодо врахування в тарифі тільки нормативних втрат, а саме рівень втрат визначати на рівні коефіцієнту економічних витрат електричної енергії, який наразі використовується в оптовому ринку електричної енергії. Для моделювання витрат електропостачальника на БР як сторони, відповідальної за баланс спричинених його споживачами небалансів, пропонується профіль планових погодинних обсягів з розбивкою по групах споживачів прив'язати пропорційно відхиленню від погодинних обсягів в діючій моделі оптового ринку купівлі-продажу електричної енергії постачальників за регульованим тарифом у ДП «Енергоринок» [5].

Висновки

Розроблена імітаційна модель роздрібного ринку електричної енергії дозволила провести аналіз структури цін та тарифів в новому ринку електричної енергії України, результати якого показали значне їх ускладнення відносно структури діючої моделі ринку. Зокрема визначено, що в нових тарифах та цінах з'являються складові, які несуть ринкові ризики для учасників ринку електричної енергії, зокрема коливання цін та недосконалість прогнозування навантажень і планування графіків роботи буде призводити до збитків таких природних монополій як ОСП та ОСР. Таким чином, необхідним є побудова та впровадження в Україні систем моделювання цін та тарифів роздрібного ринку електричної енергії, зокрема і на основі запропонованих підходів з метою забезпечення аналізу можливих ризиків при формуванні та прийнятті регуляторних та управлінських рішень в лібералізованій моделі оптового ринку електричної енергії України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII «Про ринок електричної енергії України».
2. Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC. Article 9 «Unbundling of transmission systems and transmission system operators». Available at: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur124471.pdf>.
3. Куцан Ю.Г. Експертний висновок щодо проекту Закону України «Про ринок електричної енергії України» // Електрон. моделювання, 2016, **38**, № 3, с. 119—122.
4. Блінов І.В., Парус Є.В., Іванов Г.А. Комплексна розрахункова модель ринку на добу наперед та балансуєчого ринку електроенергії України // Промелектро, 2016, № 4—5, с. 8—12.
5. Блінов І.В. Методи та моделі забезпечення функціонування конкурентного ринку електричної енергії в Україні// Вісник НАН України, 2013, № 6, с. 81—87.

Надійшла 01.09.17

REFERENCES

1. Law of Ukraine of 13.04.2017 № 2019-VIII “On market of electrical energy of Ukraine”.
2. Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC. Article 9 «Unbundling of transmission systems and transmission system operators», available at: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur124471.pdf>.
3. Kutsan, Yu.G. (2016), “Expert’s report concerning draft Law of Ukraine “On market of electrical energy of Ukraine”, *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 38, no. 3, pp. 119-122.
4. Blinov, I.V., Parus, E.V. and Ivanov, G.A. (2016), “Complex calculation model of market a day in advance and balancing market of electrical energy of Ukraine”, *Promelektro*, no. 4-5, pp. 8-12.
5. Blinov, I.V. (2013), “Methods and models of providing the functioning of competitive market of electrical energy of Ukraine”, *Visnyk NAN Ukrainy*, no. 6, pp. 81-87.

Received 01.09.17

Yu.H. Kutsan, I.V. Blinov, H.A. Ivanov

MODELLING OF TARIFF AND PRICE FORMATION ON RETAIN MARKET OF ELECTRICAL ENERGY OF UKRAINE IN NEW CONDITIONS OF ITS FUNCTIONING

The problems have been considered arising in the process of modeling tariff and price formation on the retain market of electrical energy of Ukraine in new conditions of functioning. The structure of customer’s price in the current model of the market of electrical energy in Ukraine was compared with the structure in the new model. Recommendations were presented in respect of rating for consumers, transfer system operator and operator of distribution system in the new model of the market of electrical energy. Approaches and suppositions were offered in respect of determining initial data required for modeling the process on the retain market prior to introduction of the full-scale market of electrical energy.

Keywords: tariff formation on the retain market, modeling, determination of initial data, structure of new tariffs, operator of distribution system, operator of transfer system, consumer of electrical energy.

КУЦАН Юлій Григорович, д-р техн. наук, заст. директора з наукової роботи Ін-та проблем моделювання ім. Г.Є. Пухова НАН України. У 1966 р. закінчив Київський політехнічний ін-т. Сфера наукових досліджень — моделювання технологічних процесів в енергетичній галузі.

БЛІНОВ Ігор Вікторович, канд. техн. наук, ст. наук. співроб. Ін-та електродинаміки НАН України. У 2005 р. закінчив Донецький національний технічний університет. Сфера наукових досліджень — моделювання режимів роботи електричних мереж, моделювання сегментів ринку електричної енергії, пошук місць пошкоджень в електричних мережах, засоби гасіння вібрацій та коливань проводів ліній електропередачі та шин жорсткої ошиновки підстанцій.

ІВАНОВ Геннадій Анатолійович, нач. департаменту гарантованого покупця ДП «Енерго-ринок». У 2000 р. закінчив Харківський державний політехнічний університет, а у 2013 р. — Харківську національну академію міського господарства. Сфера наукових досліджень — моделювання механізмів ціно- та тарифоутворення на ринках електричної енергії.

