

МІЖНАРОДНІ ПРАКТИКИ ТА НАЦІОНАЛЬНЕ ТРАНСФЕРТНЕ ЦІНОУТВОРЕННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Горбачук В. М., Бардадим Т. О., Рибачок Д. О.

ВСТУП

Трансфертне ціноутворення¹ стосується правил і методів для трансакцій ціноутворення як між підприємствами у спільній власності чи під спільним контролем, так і в межах даного підприємства². Оскільки транскордонні керовані трансакції можуть спотворювати оподатковуваний прибуток³, то податкові органи багатьох країн можуть коригувати внутрішньогрупові трансфертні ціни⁴, що відрізняються від тих, які стягуються непов'язаними підприємствами, працюючи за принципом «витягнутої руки» (the arm's-length principle (ALP))⁵.

ALP – це умова чи той факт, що сторони відповідної трансакції є незалежними та рівноправними⁶. ALP використовується саме в договірному (контрактному) праві для укладення угоди, яка витримає юридичну перевірку у випадку можливих спільних інтересів сторін (наприклад, роботодавця і працівника) або настільки тісних зв'язків

¹ Брехов С. С., Кошук Т. В., Новицька Н. В., Проскура К. П., Селезень П. О., Стародуб Д. М., Яроцька Т. Р. *Встановлення відповідності умов контрольованих операцій з виробництва на замовлення вимогам законодавства з трансфертного ціноутворення*. Київ : Федерація роботодавців України; Алерта, 2019. 110 с.

² Скорик М. О., Гришук Г. В.. *Трансфертне ціноутворення: навчальний посібник*. Ірпінь : Державний податковий університет, 2024. 144 с.

³ Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Податкова конкуренція і кооперація за світові корпорації. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2018. № 3 (66). Т. 1. С. 45–54.

⁴ Горбачук В. М. Моделі та методи міжнародної податкової конкуренції і оптимізації. *Теорія оптимальних рішень. Моделювання та керування в умовах невизначеності*. Київ : Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 2000. С. 58–72.

⁵ Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Математичне моделювання міжнародної конкуренції. *Матеріали XIX міжнародної конференції з математичного моделювання, присвяченої 250-річчю з дня народження Жана Батиста Жозефа Фур'є*. Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2018. С. 10.

⁶ Краєвський В. М., Муравський О. Ю. Інформаційна підтримка систем обліково-аналітичного та контрольного забезпечення управління операціями трансфертного ціноутворення. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. 7 (31). С. 32–40.

сторін, що ці сторони не вважаються повністю незалежними (наприклад, сторін, які мають сімейні зв'язки).

Взаємозв'язок ALP відрізняється від фідучіарного взаємозв'язку, де сторони не є рівноправними через існування асиметрії владних повноважень та інформації. ALP також є одним з ключових елементів у міжнародному оподаткуванні, оскільки дозволяє адекватно розподіляти права на оподаткування прибутку серед країн, які уклали угоди про уникнення подвійного оподаткування, зокрема через трансфертне ціноутворення. Трансфертне ціноутворення та ALP були одними з фокусів моделі розмивання (оподатковуваної) бази і виведення прибутку (з-під оподаткування) (base erosion and profit shifting (BEPS)), розробленої ОЕСР і схваленої G20⁷. ОЕСР і Світовий банк рекомендують внутрішньогрупові правила ціноутворення на основі ALP, а 19 із 20 членів G20 ухвалили подібні заходи через двосторонні угоди та національне законодавство, регулювання чи адміністративну практику. Країни із законодавством про трансфертне ціноутворення зазвичай дотримуються Настанов ОЕСР з трансфертного ціноутворення для транснаціональних підприємств і податкових адміністрацій за більшістю аспектів, але можуть не дотримуватися цих Настанов у деяких важливих деталях⁸. В Україні відомими є теми експортно-імпортних цін електроенергії⁹ (особливо з приєднанням до ENTSO-E¹⁰), «зеленого тарифу»¹¹, формули

⁷ *OECD Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations*. Paris: OECD Publishing, 2022. 665 p. <https://doi.org/10.1787/0e655865-en>

⁸ Горбачук В. М., Шулінок Г. О., Сирку А. А. До вимірювання загальної енергоефективності держав. *Теорія оптимальних рішень*. 2019. С. 110–115.

⁹ *Електроенергетика України: стратегія ефективності*. І. Р. Юхновський (гол. ред.), В. Г. Бар'яхтар, В. М. Горбачук, В. А. Копилов, М. М. Кулик, В. Т. Меркушов, Г. Г. Півняк, С. Б. Тулуб (ред.). Київ: Міжвідомча аналітично-консультативна рада з питань розвитку продуктивних сил і виробничих відносин, 2001. 88 с.

¹⁰ Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сирку А. А. Сучасні питання генерування та накопичення енергії в енергосистемі України. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2020. Випуск 1 (24). С. 260–268.

¹¹ Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Моделювання самопідтримуваних стратегій для урядової фінансової системи, державної банківської системи та інвестиційної системи відновлюваної енергогенерації. *Економічний простір*. 2022. № 179. С. 146–152.

«Роттердам +» та інші питання ціноутворення в енергетиці¹² залишаються актуальними¹³. Тому важливим є вивчення міжнародної практики Європи¹⁴ (наприклад, Фінляндії) та Азії (наприклад, Китаю)¹⁵ регулювання цін і трансфертного ціноутворення¹⁶ в енергетиці¹⁷.

2.1. Основане на стимулах регулювання цін

Податкова політика, як частина державної функції макро-економічного менеджменту, має сприяти поліпшенню макро-економічних показників¹⁸, насамперед, підвищенню валового внутрішнього продукту (ВВП)¹⁹. Бюджетно-податкова стратегія²⁰ є частиною загальної стратегії²¹ міжнародної економічної конкуренції

¹² Горбачук В. М., Дроб'язко А. О. Енергетичний сектор в економічній моделі України. *Електроенергетика України: стратегія ефективності*. І. Р. Юхновський (гол. ред.). Київ : Міжвідомча аналітично-консультативна рада з питань розвитку продуктивних сил і виробничих відносин, 2001. С. 63–67.

¹³ Горбачук В. М., Ніколенко Д. І., Ніколенко Я. Д. Персоналізоване споживання громадських продуктів і принципи оподаткування Ліндаля. *Інноваційні дії в економічній науці: пошуки вирішення сучасних проблем* (7 листопада 2024 р., Київ, Україна). Київ : НАУКМА, 2024. С. 29–33.

¹⁴ Горбачук В. М. Податкові заходи України, Словаччини та Польщі 2010 р. *Реформування податкової служби відповідно до європейських стандартів*. Ч. І. Ірпінь : НУДПС України, 2010. С. 138–142.

¹⁵ Горбачук В. М. Передумови нормативної бази ОЕСР і ЄС. *Імплементация норм міжнародних податкових договорів у правову систему України*. Ірпінь : НУДПС України, 2010. С. 29–32.

¹⁶ Горбачук В. М., Сирку А. А., Сулейманов С.-Б. Механізми прогнозування цін сучасних енергоринків. *Економічний простір*. 2020. № 159. С. 171–177.

¹⁷ Горбачук В., Дунаєвський М., Батіг Л. Нова енергетика й економічні зміни. *Економіка. Фінанси. Бізнес. Парадигмальні зрушення в економічній теорії XXI ст.* А.І. Ігнатюк (ред.) Київ : КНУ імені Т.Шевченка, 2021. С. 45–47.

¹⁸ Сергієнко І. В., Мар'янович Т. П., Горбачук В. М. Міжнародні аспекти кредитно-податкової політики України. *Економіка України*. 2001. № 1. С. 13–18.

¹⁹ Сергієнко І. В., Мар'янович Т. П., Горбачук В. М. Моделювання збалансованої бюджетно-податкової політики стійкого економічного росту. *Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі*. Київ: АДПС України, 2001. С. 78–81.

²⁰ Горбачук В. М. До бюджетно-податкової політики економічного росту. *Загублене десятиріччя ... та прийдешній бум? Проблеми українського економічного зростання*. Київ: IREX, 2001. С. 37–44.

²¹ Горбачук В. М., Матвієнко О. О. Вимірювання у 2005–2007 роках податкової конкурентоспроможності України та сусідніх держав. *Міжнародне співробітництво у сфері оподаткування. Реформування податкової служби України відповідно до європейських стандартів*. Ірпінь: НУДПС України, 2009. С. 58–62.

серед держав²², яка загострюється з розвитком новітніх технологій²³, зокрема в енергетиці²⁴. У свою чергу, ВВП істотно залежить від енергетики даної держави²⁵ як окремої галузі²⁶ та від міжгалузевих впливів енергетики²⁷. Головний принцип оснований на стимулах регулювання (incentive-based regulation) – це встановлення порівняно тривалих інтервалів між моментами контролю цін (кейсами ставок рентабельності). У кожному (регуляторному) періоді контролювання цін, який загалом триває 4–5 років, визначається конкретна траєкторія доходів, щоб створювати стимули до зниження витрат, а відтак до зростання прибутків. Після завершення цього періоду всі складові витрат ретельно переглядаються подібно до процесу перегляду ставок рентабельності у Національній комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) України. Результатом цього перегляду є нова формула для встановлення доходів або цін на наступний регуляторний період. При такому регулюванні зменшується взаємозалежність цін і витрат: таке регулювання є проміжним між регулюванням вартості послуги (cost-of-service) і дерегуляцією, при якій ціни визначаються ринком. Основане на стимулах регулювання має дві базові альтернативні схеми, одна з яких встановлює обмеження доходу (revenue cap), а інша – обмеження ціни (price cap). Ці схеми можуть поєднуватися із схемами розподілу прибутків або збитків з користувачами для зниження ризику.

²² Любіч О. О., Горбачук В. М., Резниченко П. І. Еволюція державних і податкових індикаторів України та сусідніх країн у 2004–2009 рр. *Моделювання та інформатизація соціально-економічного розвитку України*. 2010. Вип. 11. С. 132–141.

²³ Горбачук В. М., Кирилюк О. П. Оптимальне оподаткування експлуатації громадського ресурсу як фактора виробництва. *Моделювання та оптимізація складних систем*. Київ : КНУ імені Т. Шевченка, 2001. Т. 3. С. 130–131.

²⁴ Горбачук В. М., Морозов О. О. Від паливної бідності до податків на енергію. *Реформування податкової системи України відповідно до європейських стандартів*. Ірпінь: НУДПС України, 2012. С. 62–64.

²⁵ Горбачук В. М., Морозов О. О. Регулювання енерговитрат галузей землекористування України та суміжних країн. *Екологічне оподаткування: збірник наукових праць за результатами науково-практичних заходів*. Ірпінь : НУДПС України, 2013. С. 20–23.

²⁶ Горбачук В. М., Русанов І. А. Макроекономічні наслідки ринкових недосконалостей сектору енергетики. *Фінансове забезпечення діяльності суб'єктів господарювання*. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені М. Остроградського, 2013. С. 120–124.

²⁷ Горбачук В. М., Гаркуша Н. І. Моделі взаємозалежності енергії, води й продовольства. *Сучасна наука в мережі Internet*. Ч. 2. Київ : ТК Меганом, 2012. С. 40–48.

Основа на стимулах регулювання можна пов'язувати з традиційним через просту модель

$$TR_{ex-post} = (1-b)C_{ex-ante} + bC_{ex-post}, \quad (1)$$

де $TR_{ex-post}$ – спостережуваний (ex post) загальний дохід (total revenues) комунального підприємства (фірми), $C_{ex-post}$ – спостережувані (ex post) витрати (costs), яких зазнала фірма, $C_{ex-ante}$ – оцінювані (ex ante) дозволені витрати фірми, $b \in (0,1)$ – заплановане (ex ante) значення коефіцієнта регулювання.

В моделі (1) більшому значенню $bC_{ex-post}$ відповідає більше значення $TR_{ex-post}$: при більшому значенні b є меншим стимул фірми зменшувати свої витрати. Регулюванню вартості послуги з частими моментами контролю цін можна відповісти значення $b=1$, оскільки планується повне відшкодування витрат фірми. Для малих значень b було розроблено ряд регуляторних схем з потужними механізмами стимулювання до зниження витрат: механізми заморожування тарифів; регулювання вартості послуги з рідкими моментами контролю цін (тривалими інтервалами між цими моментами); основа на стимулах регулювання з тривалими регуляторними періодами.

Основа на стимулах регулювання передбачає ex ante підвищення частки доходів, які отримує фірма, та ex post зниження доходів, розрахованих відносно фактичних витрат фірми. Таким чином, ключовий момент регулювання стимулами – це перенесення вигадів ефективності, досягнутих фірмою, до споживачів наступного регуляторного періоду. Регулювання, що передбачає механізми стимулювання з малим впливом витрат $C_{ex-post}$ ex post, можуть вести до завищених або занижених загальних доходів $TR_{ex-post}$, загрожуючи здійсненності (feasibility) довгострокового бізнес-плану фірми. Тому кожні кілька років необхідно переглядати тарифи (кейси ставок рентабельності). Розробка регуляторних норм має знаходити баланс між нижчими короткостроковими витратами, глобальною економічною ефективністю та довгостроковою життєздатністю.

У підході обмеження ціни на період кількох років використовується формула для встановлення максимальної річної ціни, яку фірма може стягувати за кожну надану послугу:

$$\bar{P}_{m,t} = \bar{P}_{m,t-1} (1 + RPI_t - X) \pm Z, \quad (2)$$

де: $\bar{P}_{m,t}$ – максимальна ціна, яку фірма може стягувати за послугу m у році; RPI_t – річна зміна ціни одиниці продукції (індекс роздрібною ціни (retail price index, RPI)) чи рівень інфляції у році t ; X – поправочний коефіцієнт продуктивності на одиницю продукції; Z – коригування (adjustments) внаслідок непередбачуваних подій, які не залежать від фірми (стихійного лиха, зміни податкових або екологічних норм тощо).

Форма (2) регулювання застосовується у Великобританії для регулювання телекомунікацій, комунальних мереж природного газу й електрики (відома як RPI-X) та у США для регулювання телекомунікацій (відома як CPI-X, де CPI – індекс споживчих цін (consumer price index)). Ця форма зараз використовується у багатьох енергосистемах світу.

Регулювання вартості послуги з тарифами, замороженими протягом періоду кількох років, можна вважати регулюванням обмеження ціни без коригування на підвищення продуктивності. У ціновій структурі схеми обмеження ціни на регуляторний період реальні ціни спадають при $X > 0$, причому вигрaш споживачів пропорційний величині X . Якщо фірма здатна знижувати свої витрати через поліпшення своєї ефективності з перевищенням вимоги регулятора (з перевищенням очікуваного значення ($RPI - X$)), то також має вигрaш: сумарний вигрaш фірми і споживачів дорівнює поліпшенню ефективності фірми. Іноді ціни не спадають, а зростають, наприклад, коли регулятор визнає потребу фірми у великих інвестиціях протягом даного регуляторного періоду. Наприкінці періоду контролювання цін регулятор встановлюватиме ціну на наступний рік відповідно до оновлених оцінок витрат, а відтак встановлюватиме нове значення X на наступний період. Вигрaш споживачів протягом наступного періоду є результатом поєднаного впливу нової ціни на наступний рік і нового значення X на наступний період.

Загальний індекс RPI або CPI не є найкращим індикатором для регулювання цін комунальних послуг, бо відбиває коливання споживчих цін загалом, а не цін конкретної галузі. На практиці також використовується зважене середнє індексів витрат конкретної галузі (фірми) та загального рівня інфляції. На практиці формула (2) може застосовуватися до середньої ціни для фірми в цілому після належного зважування кожної з наданих послуг, середньої ціни для кожного класу споживачів, фіксованої ціни кожної складової тарифу для кінцевого користувача. Регулятор може допустити гнучкість розробки фірмою тарифів для своїх кінцевих користувачів або розробку самими кінцевими

користувачами тарифів, щоб запобігати зсуву витрат серед класів споживачів. Обмеження ціни, що використовується для регулювання фірм розподілу електроенергії у Великобританії та відоме як обмеження середнього доходу чи дохідності, встановлює максимальний дохід за одиницю проданої послуги. Обсяг продажу розраховується як середня кількість енергії, що постачається споживачам кожного класу чи рівня напруги. Більше того, за умови дотримання цієї межі доходу за одиницю проданої послуги, фірми можуть (під наглядом регулятора) розробляти свою тарифну структуру для кінцевих споживачів.

В Аргентині, Перу, Чилі регулятор не обмежує дохідність, а встановлює максимальні ціни, які можуть нараховуватися за різні статті відповідних витрат (інвестування, експлуатація та обслуговування, менеджмент роботи з клієнтами, визначення коефіцієнтів коригування) протягом регуляторного періоду. Обмеження ціни беруться до уваги відповідними формулами для розрахунку тарифів розподілу електроенергії, які мають сплачувати кінцеві споживачі: ці обмеження перекладаються безпосередньо на тарифний план кінцевого користувача.

У підході обмеження доходу максимальні річні доходи, які фірмі дозволяється заробляти протягом періоду декількох років, обчислюються за формулою, де враховується річна інфляція RPI мінус поправочний коефіцієнт X , пов'язаний з очікуваним поліпшенням продуктивності фірми. Ці доходи можуть коригуватися щороку відповідно до одного чи кількох факторів витрат або доходів, якими не управляє регульована фірма (кількість споживачів, загальний обсяг поставленої енергії, розмір мережі тощо), а також відповідно до непередбачуваних подій, які не залежать від фірми:

$$R_t = (1 + RPI_t - X)R_{t-1} \pm Z, \quad (3)$$

де R_t – дозволена винагорода чи дозволений дохід у році t .

Формулу (3) обмеження доходу можна виразити іншим способом:

$$R_t = (1 + RPI_t - X)(R_{t-1} + CGA \times \Delta NC_t) \pm Z, \quad (4)$$

де: ΔNC_t – зміна кількості споживачів (number of consumers, NC) у році t ; CGA – коефіцієнт коригування зміни кількості споживачів, вимірюваний у грошових одиницях на споживача. Крім формул (3) і (4), обмеження доходу можна регулювати іншим способом:

$$R_t = (1 + RPI_t - X)(1 + \alpha \times \Delta D_t) R_{t-1} \pm Z, \quad (5)$$

де: ΔD_t – питомий приріст у році t вибраного драйвера (driver) витрат фірми, наприклад, на одиницю поставленої енергії, на одиницю

розміру мережі, на споживача чи на будь-яке поєднання згаданих одиниць; α – множник економії від масштабу (зазвичай менший 1), який вказує, наскільки регульовані витрати (і доходи) зростають при збільшенні драйвера D витрат. Обмеження доходу, які встановлюються на початку регуляторного періоду і коригуються щороку лише через RPI-X, називають обмеженнями фіксованого доходу. Обмеженнями змінного доходу називають обмеження доходу, які коригуються щороку не лише через RPI-X, але й через інші чинники витрат.

Інший варіант обмеження доходу є відомим як річне обмеження (середньої) дохідності для середнього доходу на одиницю ринкового попиту:

$$\frac{R_t}{D_t} = (1 + RPI_t - X) \frac{R_{t-1}}{D_{t-1}} \pm Z. \quad (6)$$

Попит може виражатися поєднанням кількості споживачів і загального обсягу поставленої енергії, як у вищезазначеному випадку фірм розподілу електроенергії у Великобританії. Тому обмеження дохідності іноді вважають обмеженням ціни. У підході обмеження доходу тарифи для кінцевих споживачів, визначені регулятором на підставі пропозицій фірми, мають розроблятися так, щоб загальні доходи не перевищували дозволених доходів. Оскільки у певних випадках надходження можуть перевищувати визначену межу, то слід розробляти механізм коригування для виправлення таких ситуацій. Цей механізм коригування може також брати до уваги ситуації, в яких фактичні доходи не перевищують визначеної межі, через надання фірмі відповідної компенсації у наступному році.

Незважаючи на те, що стимули до зниження витрат в схемах обмеження доходу і ціни видаються схожими, ці схеми суттєво відрізняються наслідками збільшення обсягу продажів. Хоча обмеження дохідності та ціни сприяють збільшенню обсягу продажів, для обмеження (6) дохідності (з урахуванням однієї з моделей (3)–(5)) обсяг продажів має менше значення, ніж для обмеження (2) ціни. Тому можна дійти висновку, що більший дохід комунального підприємства краще відповідає його більший енергоощадності (за програмою менеджменту попиту) при обмеженні дохідності. Крім того, внаслідок мережевих витрат при обмеженні (6) більша частка витрат регульованої мережевої фірми менше залежить від попиту в короткостроковому і середньостроковому періодах. Отже, обмеження доходу, з урахуванням відповідних драйверів витрат, належним чином скоригованих на економію від масштабу, є

найпоширенішою схемою контролювання цін для таких регульованих галузей, як комунальні послуги. У США значна кількість державних регуляторних комісій запровадила розмежування (decoupling) доходів від продажів, регулюючи комунальні послуги при різних формах обмеження доходу і надаючи приклади того, як це розмежування можна проектувати для практичного застосування.

Варіант регулювання норми прибутку (rate-of-return), який часто використовують у поєднанні з обмеженням ціни чи доходу, відомий як регулювання із змінною (розсувною) шкалою (sliding scale). Такий варіант дає комунальному підприємству та його споживачам механізм розподілу ризику при надмірних доходах або збитках.

Цей варіант у термінах регулювання вартості послуги чи норми прибутку оснований, по суті, на коригуванні нових цінових ставок S_t до дозволеної норми s_t прибутку в році t :

$$S_t = s_t + h(s^* - s_t), \quad (7)$$

де: h – встановлений регулятором постійний параметр із значенням на відрізьку $[0, 1]$; s^* – цільова норма прибутку; s_t – некоригована норма прибутку, яку фірма отримає у році t в результаті дії тарифів, встановлених на даний період.

Коли $h = 1$, то тарифи встановлюються кожного періоду, щоб гарантувати фірмі норму прибутку s^* (відбувається регулювання норми прибутку). Якщо перегляд ставок планується через короткі проміжки часу, то фірмі не вдається скористатися досягнутою нею ефективністю або доводиться втрачати гроші внаслідок своєї неефективності. Коли $h = 0$, то тарифи регулюються постійно (заморожуються на певному рівні), а фірма поглинає всі можливі доходи чи збитки (відбувається регулювання з фіксованою ціною). Коли ж $h = 0,5$, то доходи чи збитки розподілятимуться фірмою та її клієнтами.

Формування ставок за змінною шкалою може також вважатися механізмом для коригування тарифів з метою підтримки норми прибутку в межах заздалегідь встановленої рентабельності (margin). При підході (7) частота перегляду ставок зменшуватиметься шляхом подовження регуляторного інтервалу. Якщо при надмірних доходах норма прибутку перевищує найбільше значення шкали, то тарифи переглядаються в бік зменшення. Навпаки, якщо при низьких доходах норма прибутку знижується до найменшого значення шкали, то тарифи переглядаються в бік збільшення. Якщо норма прибутку залишається в межах

встановленого діапазону, то тарифи не змінюються, а доходи чи збитки поглинаються фірмою. Отже, на практиці підхід (7) розподіляє доходи і збитки між фірмою та її клієнтами.

Такі механізми змінного масштабу іноді застосовуються регуляторами у поєднанні з обмеженнями ціни чи доходу, щоб захищати фірму та її споживачів від ризику надмірних доходів або збитків, які виходять за прийнятні межі. Для електроенергетичних компаній США відомі приклади механізмів змінного масштабу, застосованих до встановлення ставок на основі результатів.

Механізми змінного масштабу можуть бути прогресивними чи регресивними. У прогресивних механізмах частина прибутку, яку утримує фірма, підвищується при зниженні витрат: наприклад, фірма може утримувати 20% при зниженні витрат на 5%, 40% при зниженні витрат ще на 5%, і так далі. Оскільки зменшувати витрати при більшому загальному зниженні витрат дедалі важче, то прогресивні механізми, які забезпечують утримання фірмою більшої частки від зниження витрат, є ефективнішими стимулами для фірми, ніж регресивні. Розробка такої схеми оснований на стимулах регулювання, як обмеження ціни чи доходу, вимагає прийняття певних ключових рішень.

При визначенні регуляторного періоду, період 4–5 років є прийнятним компромісом, бо залишає достатньо часу, щоб створювати стимули для фірми знижувати свої витрати (підвищувати ефективність виробництва) без ризику значного відхилення цін або доходів від своїх витрат (прагнучи як фінансової життєздатності для комунального підприємства, так і ефективності вартості послуги для його споживачів). Коли мають місце особливо значні зміни, які тягнуть за собою суттєві відхилення від початкових оцінок для регуляторного періоду, до завершення цього періоду можна ініціювати перегляд ставки (формули ціни чи доходу). У зв'язку з появою нових екологічно чистих енергетичних технологій та інноваціями в енергетичну інфраструктуру, обговорюється потреба розширення регуляторних періодів, щоб краще забезпечувати відновлення ризикованих інвестицій в ці технології та інновації.

2.2. Виклики ціноутворення в енергетиці з розвитком нових технологій

Динамічне впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та поява розподіленої генерації значно трансформували традиційний енергетичний ландшафт і привернули увагу до місцевих енергоринків, пристосованих для децентралізованої торгівлі енергією між різними

учасниками ринку на рівні громади, сприяючи більшій енергетичній автономії та самопідтримуваності. Нові енергоринки мають поєднуватися в енергосистему²⁸, підвищуючи її конкурентоспроможність²⁹. З розвитком місцевих енергоринків виникають питання оптимізації стратегій енерготрейдингу, які враховують взаємодію з навколишнім середовищем і застосовують методи штучного інтелекту, зокрема навчання з підкріпленням (reinforcement learning), для максимізації вигащів (учасників енергоринків) через формування складних рішень шляхом машинного навчання³⁰. Уваги заслуговують різні проекти енерготрейдингу, започатковані на глобальному рівні, а також підходи машинного навчання і стратегії рішень для місцевих енергоринків, комплексний огляд моделей, стратегій рішень, підходів машинного навчання для торгівлі енергією на місцевих енергоринках³¹. За класифікацією сучасних алгоритмів навчання з підкріпленням, кожен відповідний метод може бути як основаним на моделі (model-based), так і вільним від моделей (model-free)³². Є різні алгоритми для енергетичних трансакцій, враховуючи тип агента, методи навчання, простір станів, вибір дій в залежності від стану, множину дій, значення функцій вигащів³³. Проекти енерготрейдингу на місцевих енерго-ринках потрібні дослідникам, зацікавленим сторонам (stakeholders), розробникам стратегій (policymakers), щоб формувати ефективне, самопідтримуване, резильєнтне і мирне майбутнє енергетики.

²⁸ Горбачук В. М. Організація неповних поєднаних енергоринків. *Вісник Дніпропетровського університету. Економіка*. 2011. № 3. С. 223–227.

²⁹ Горбачук В. М. Прибутки конкуруючих енергогенеруючих фірм. *Якість економічного розвитку: глобальні та локальні аспекти*. Т. 1. Дніпропетровськ : ДНУ імені О. Гончара, 2011. С. 63–65.

³⁰ Горбачук В. М., Ніколенко Д. І., Пустовойт М. М., Рибачок Д. О., Сабадаш Є. О. До цифрової децентралізації енергетики. *Кібербезпека енергетики* (29 травня 2024 р., Київ, Україна). Київ: Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова НАН України, 2024. С. 37–40.

³¹ Горбачук В. М., Ніколенко Д. І., Пустовойт М. М., Годлюк В. В., Рибачок Д. О. Смарт-контракти в енергетиці. *Використання блокчейн технологій в енергетиці* (5 червня 2024 р., Київ, Україна). Київ : Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г. Є. Пухова НАН України, 2024. С. 6–9.

³² Горбачук В. М., Денис О. І. Застосування блокчейнових технологій для оподаткування. *Тенденції розвитку публічних та корпоративних секторів економіки України в умовах макроекономічної нестабільності*. Київ: НаУКМА, 2020. С. 24–26.

³³ Горбачук В. М., Бенедисюк Д. І., Знахуренко О. С. Шлях українських компаній на Варшавську фондову біржу через Кіпр, Люксембург, Нідерланди. *Стратегії та тренди економічного розвитку країн під впливом інновацій* (24 січня 2018 р., Київ). Київ : НаУКМА, 2018. С. 23–24.

Глобальний світ переживає постійне збільшення попиту на енергію через комерціалізацію, індустріалізацію, урбанізацію. З іншого боку, у новому тисячолітті на Землі не розвідано значних великомасштабних запасів енергії. За прогнозами, відновлення після пандемії та зростаюче глобальне потепління вестимуть до приросту глобального споживання енергії від близько 1% на рік до майже на 2% на рік, тобто споживання енергії збільшуватиметься експоненціально. Крім того, економічне зростання Азії передбачає відповідне збільшення попиту на енергію, незважаючи на підвищену волатильність цін енергоносіїв внаслідок найбільшої від 1945 р. війни в Європі, починаючи з 2022 р., а також конфліктів у суміжних регіонах, які водночас пов'язуються з енергоносіями. Тому загрози майбутніх енергетичних криз стають дедалі помітнішими через нелінійність залежності між запасами енергії та її споживанням. За оцінками, до 2030 р. споживання відновлюваної електроенергії сягне 36% (порівняно з 40% сьогодні) загального глобального використання ВДЕ (включаючи традиційне використання біомаси): 14% – гідроенергетика; 11% – вітрова енергетика; 6% – електрика з біомаси; 3% – сонячні фотоелектричні станції; 1% – електрика від біогазу; менше 1% – геотермальна енергія; менше 1% – концентрована сонячна енергія (concentrated solar power, CSP).

Решта 64% (порівняно з 60% сьогодні) загального глобального використання ВДЕ припадатиме на сектори кінцевого споживання: 17% – теплоенергетика на біомасі (biomass heat industry) (включаючи ТЕЦ і централізоване теплопостачання (combined heat and power (CHP) and district heat)); 13% – транспорт на біопаливі; 11% – сучасна біомаса, що замінює традиційну; 11% – будівлі на теплі з біомаси і централізованому теплопостачанні; 9% – геліотермальна енергетика (solar thermal heat); 2% – будівлі на теплі з біогазу (включаючи ТЕЦ і централізоване теплопостачання); 1% – геотермальне тепло.

Традиційна електромережа характеризується централізованою структурою, де енергія виробляється на великих електростанціях (ЕС), а потім розподіляється споживачам після проходження великої відстані через складні сітки транспортування енергії. Ця складна структура, вразлива до окремих точок відмови, часто не в змозі забезпечувати універсальний доступ до енергії, особливо у віддалених або малозабезпечених регіонах. Крім того, ця структура не дає споживачам можливості брати активну участь в енергоринках або висуває споживачам непрозоре ціноутворення при купівлі чи продажу енергії. Оскільки ця структура також чутлива до впливу забруднень довкілля, то стикається з

підвищеними ризиками перебоїв постачання чи несподіваних відключень внаслідок вразливості до змін клімату. У новому тисячолітті глобальна енергосистема зазнала суттєвих трансформацій, спричинених зростанням попиту на розподілені енергоресурси (distributed energy resources (DERs)), прогресом енергетичних технологій, скороченням викидів парникових газів. Пов'язані з DERs ризики вели до зсуву від ринку, керованого лише споживачами, до ринку електрики, керованим усіма його учасниками, через конкурентний енергоринок (competitive energy market (CEM)). Традиційно ринок електроенергії включає оптовий ринок електроенергії (wholesale electricity market (WEM)) та роздрібний ринок електроенергії (retail electricity market (REM)).

Великі виробничі засоби (звичайні генеруючі установки, відновлювані ресурси, агреговані розподілені генератори (distributed generators (DGs)), прилади накопичення) на WEM подають електроенергію до оператора системи передачі (transmission system operator (TSO)), звідки вона надходить до провайдерів енергетичних послуг, роздрібних торгівців, великих споживачів і на REM, де електроенергія через оператора системи розподілу (distribution system operator (DSO)) надходить до груп споживачів; до груп споживачів електроенергія надходить також від великих споживачів. Маломасштабні засоби виробництва (малі споживачі, а також вищезгадані відновлювані ресурси, агреговані DGs, прилади накопичення) та нові учасники енергоринку (агрегатори електромобілів (electric vehicles (EVs)), провайдери послуг реагування на попит (demand response service)) мають як вхідні, так і вихідні потоки електроенергії на DSO.

У типовій структурі енергосистеми великі виробники та споживачі електроенергії беруть участь у WEM, щоб продавати і купувати енергію, сприяючи ефективному обміну електроенергією у ширшому масштабі, зокрема обміну з конкретними географічними областями чи регіонами для задоволення їх попиту. Хоча менеджмент попиту і пропозиції на WEM загалом є ефективним, існують певні обмеження, особливо для малих споживачів, які мають обмежені можливості вибору своїх постачальників електроенергії та можуть діставати її лише від афілійованих компаній розподілу, уповноважених встановлювати ціни електроенергії. Оскільки подібна відсутність конкуренції на CEM звужує споживчі переваги та рішення, то WEM стає неефективним для ВДЕ, які мають незначні чи нульові граничні витрати: на WEM ціна електроенергії встановлюється на рівні граничних витрат системи. З іншого боку, на REM система розподілу відокремлена від системи постачання.

Запровадження DSO породило REM, першочерговим завданням якого є закупівля енергії від WEM і передача її споживачам. DSO виконує функцію шлюзу ринкових послуг, що регулює та надає доступ до мережі розподілу роздрібному постачальнику, який постачає електроенергію кінцевим споживачам. Хоча протягом тривалого часу енергоринки виконували багато завдань, на REM залишаються деякі проблеми. Найбільший виклик у тому, що тарифи роздрібних продавців є фіксованими усередненими цінами для споживачів, а тому виграші низької вартості електроенергії у періоди непікового навантаження не передаються належним чином споживачам. Отже, оператори системи не в змозі скорочувати піковий попит і змінювати структуру використання енергії споживачами, хоча споживачам пропонуються різні цінові конфігурації, залежні від реального часу, фіксованої ставки, тривалості користування тощо. Хоча на REM споживачі можуть змінювати постачальників, подібна зміна чи відміна не є безкоштовною, внаслідок чого відповідні додаткові витрати обмежують кількість покупців, які можуть скористатися можливостями переходу від одного продавця до іншого. Такі проблеми, з якими стикаються споживачі на WEM та REMs, можна вирішувати поєднанням роботи генерації, накопичення, реагування на попит через запровадження локальних енергоринків (local energy markets (LEMs)).

LEMs – це децентралізовані системи, що працюють на рівні мікромереж або громад, зосереджуючись на одноранговій (peer-to-peer (P2P)) торгівлі енергією, локальній оптимізації, реагуванні на попит з використанням таких DERs, як сонячні панелі та батареї. LEMs спираються на технології розумних мереж, Інтернету речей (Internet of Things (IoT)), блокчейну для моніторингу в реальному часі та трансакцій з коротшими періодами розрахунків і новопосталими регуляторними структурами. З іншого боку, великомасштабні енергетичні ринки (large scale energy markets (LSEMs)) працюють на регіональному чи національному рівнях, управляючи масовим виробництвом і передачею енергії за допомогою централізованих ЕС і встановлених ринкових структур (наприклад, торгівля на добу наперед (day-ahead) і допоміжні (ancillary) послуги). LSEMs надають пріоритет стабільності мережі, оптимізації великої вимірності, відповідності суворим регулюванням. Ключова технічна відмінність між LEMs і LSEMs полягає в їхній інфраструктурі, масштабі, учасниках і цілях: LEMs зосереджується на локальній резильєнтності та самопідтримованості, а LSEMs – на

надійності, ефективності та узгодженні енергетичної стратегії на макорівні.

Уваги заслуговує оцінка стану LEMs на CEM. У 2009 р. Лейденський університет (заснований у 1575 р.) у Нідерландах запропонував розроблений ним програмний засіб для побудови та візуалізації бібліометричних мереж Visualization of Similarities (VOS) Viewer. Ці мережі, які можуть включати журнали, дослідників або окремі публікації, можуть будуватися на основі цитування, бібліографічних зв'язків, спільного цитування чи відносин співавторства. VOS Viewer також пропонує функціонал добування тексту, який можна використовувати для конструювання та візуалізації мереж спільного входження важливих термінів, добутих з корпусу наукової літератури. За допомогою VOS Viewer можна генерувати відображення мережевої візуалізації дослідницьких трендів на енергоринку, щоб подавати взаємозв'язки між різними поняттями і термінами на основі їх спільного входження у дані чи певний огляд літератури. На відповідній карті візуалізації кожний вузол, виділений кольором, подає конкретний термін або поняття, пов'язане з енергетичними ринками і технологіями, такими як «реагування на попит», «P2P-торгівля» і «навчання з підкріпленням», а розмір вузла пропорційний частоті використання предмета дослідження. Лінії (ребра), що з'єднують вузли, вказують на відношення між термінами: товстіші лінії чи ближче розташування загалом означає сильніші взаємозв'язки чи вищий рівень спільного входження. Аналіз спільного входження ключових слів позначає наукові кроки і тренди, які прогресували з часом, окреслюючи понятійну структуру й узагальнюючи її в бібліографічній збірці, щоб відображати і групувати терміни, добуті серед ключових слів.

Оскільки вузли «реагування на попит» і «транзактивна енергія» (transactive energy) розташовані в центрі згаданої карти, то ці терміни є ключовими з багатьма зв'язками до інших термінів, що вказує на їхню важливість у мережі. Вузол «реагування на попит» є центральним, пов'язуючись з різними іншими концепціями і демонструючи свою ключову роль в системах енергоменеджменту та розумних мереж.

Сучасне розуміння локальних енергетичних ринків дещо розходиться з очікуваннями дослідників на початку нового тисячоліття. Тоді передбачалося, що LEMs охоплять великі регіони чи країни, наприклад, Каліфорнію, Польщу, Словенію, Данію. Відмінність між місцевим і національним енергетичними ринками в основному зумовлювалася технічними факторами, такими як пропускну здатність електромережі та

рівні напруги, а не перевагами окремих учасників ринку, залученням зацікавлених сторін або структурою ринку. Зараз локальні енергетичні ринки відносять до категорії децентралізованих, на відміну від традиційних і централізованих ринків. Сьогодні LEMs розглядаються як децентралізовані горизонтально масштабовані ринки, обмежені невеликими громадами. На цих ринках торгівля енергією є динамічною через мінливість місцевих ВДЕ, де невеликі споживачі енергії продають надлишок електроенергії (за наявності), що робить довгострокові контракти на торгівлю енергією менш практичними. У будь-якій ринковій структурі кожний учасник має певні ролі та цілі, які можуть відрізнятися від ролей та цілей інших учасників. У LEM основними учасниками є:

(i) місцеві постачальники, які виступають у ролі продавців електроенергії;

(ii) місцеві споживачі у ролі покупців електроенергії;

(iii) місцеві енергетичні посередники.

Особливістю ринкових операцій є те, як ці учасники взаємодіють один з одним, купуючи та продаючи енергію та послуги не лише для власної вигоди, але й для того, щоб сприяти стабільності ринку.

Взаємодії між учасниками LEM полягають у тому, що місцеві постачальники забезпечують місцевих споживачів електроенергією, за що одержують від них оплату; відбувається також взаємний обмін інформацією. Місцеві енергетичні посередники обмінюються інформацією з місцевими постачальниками та споживачами.

(i) Місцеві продавці у LEM – це учасники, які постачають електроенергію шляхом диспетчеризації своїх розподілених генераторних установок (DGs – distributed generator units) та/або систем зберігання енергії (EESs – energy storage systems). Місцевими продавцями на ринку можуть бути приватні особи, домогосподарства, підприємства, когенераційні блоки або громадські організації, які мають інтегровані джерела енергії (відновлювані та/або традиційні). Вони активно продають свою надлишкову енергію місцевим покупцям або роздрібним торговцям електроенергією з метою зниження загальних витрат та максимізації своїх прибутків завдяки оптимальному розподілу джерел енергії.

(ii) Місцеві покупці у LEMs – це споживачі, які шукають енергію з місцевих генеруючих ресурсів. Ними можуть бути домогосподарства, підприємства й установи, які є кінцевими споживачами енергії. Вони закупають енергію безпосередньо від місцевих виробників або опосередковано від роздрібних продавців електроенергії. Варто зазначити, що LEMs пропонують споживачам можливість безпосередньо

отримувати електроенергію, таким чином усуваючи посередників у ланцюгах постачання електроенергії. Ця пряма взаємодія дає покупцям можливість отримувати доступ до енергії за потенційно нижчою ціною, а продавцям – додатковий прибуток шляхом продажу своїх надлишків.

(iii) Місцеві енергетичні посередники – це всі інші учасники ринку, крім місцевих продавців і покупців у LEMs: оператори, аукціоністи, агрегатори та регулятори. Оператором LEM може бути місцева енергетична система (local energy system (LES)), яка відповідатиме за збір і узгодження запитів на торгівлю електроенергією від покупців і продавців у локальних межах, а також за оголошення та публікацію торгових цін у визначеному часовому вікні. Кожна LES повинна мати сучасний вузол обліку, що включає сервер зчитування даних про споживання електроенергії (сервер лічильників), сервер енергетичних трансакцій, базу даних облікових записів і базу даних енергетичних трансакцій. Сервер лічильників збирає дані про виробництво чи споживання електроенергії з розумних лічильників (smart meters (SMs)). Сервер трансакцій відповідає за збір торгових запитів від покупців і продавців, зіставлення торгових запитів і публікацію ціни в певні часові вікна. Лічильник енергетичних операцій відповідає за запис і вимірювання даних про енергетичні операції між продавцями та покупцями енергії. Сучасні лічильники електроенергії оснащені можливістю реєстрації даних. Вони записують дані протягом певного часу, дозволяючи аналізувати моделі споживання енергії або виробництва в минулому. Ці дані зберігаються в базі даних облікових записів і використовуються для виставлення рахунків, моніторингу тенденцій споживання енергії та оптимізації енергосистем. База даних облікових записів – це структурований набір даних, де зберігається інформація, пов'язана з обліковими записами користувачів. Аукціоністи – це командні учасники LEM, які вводять конкурентоспроможні пропозиції одночасно на продаж і купівлю енергії. Агрегаторами називають посередницькі організації, які надають можливість споживачам отримувати доступ до свого ринку та обладнання. Суб'єкти посередника збирають енергію від кількох виробників, щоб полегшувати енергетичні трансакції в межах місцевої електроспоживчої спільноти (local energy community (LEC)), і надають такі послуги, як вимірювання, виставлення рахунків та розрахунки. У LEM регулятори енергетичного ринку забезпечують його цілісність і стабільність. Регулятори можуть включати державні установи, комунальні підприємства чи незалежні регулюючі органи, розробляти

політику та правила, які сприяють добросовісній конкуренції, захищають права споживачів і заохочують використання DERs.

2.3. Міжнародна практика формування трансфертних цін в енергетиці

Коли наприкінці позаминулого століття виробництво електрики набувало промислових масштабів, місцевий виробник електроенергії продавав її переважно промисловим споживачам своєї області. У 1898 р. біля витоку р. Вуоксі (довжина – 156 км; площа басейну – 61054 кв.км; джерело – о. Сайма (площа дзеркала – 4350 кв.км; четверте за величиною прісноводне озеро Європи); гирло – Ладозьке озеро (площа дзеркала без островів – 17870 кв.км; найбільше прісноводне озеро Європи)) для забезпечення роботи місцевої целюлозно-паперової фабрики почали будувати гідротурбіни, відомі тепер як ГЕС Тайніюоскі Фінляндії. У 1921–1929 рр. на відстані 7 км від витоку р. Вуоксі у м. Іматра Південної Карелії (до 2010 р. – Південної Фінляндії) була побудована ГЕС – перша з чотирьох ГЕС Вуоксінського каскаду (куди також входили і входять ГЕС Тайніюоскі, ГЕС Енсо (з 1949 р. – Світогорська ГЕС) та ГЕС Яскі (з 1948 р. – Лісногорська ГЕС)). У 1929 р. було встановлено перше магістральне енергосполучення Фінляндії – лінія електропередачі довжиною 560 км від м. Іматра до м. Виборг, м. Хельсінкі, м. Турку, відома як «Rautaruuva» («Залізна леді»). Ця лінія стала першим компонентом сучасної основної національної мережі Фінляндії. Електрифікація Фінляндії та її енергомережа невпинно зростали за підтримки держави, яка відповідала за більшу частину інфраструктури й електростанцій. Проте у середині 1980-х років, після світової енергетичної кризи 1970-х років, економісти (насамперед, Нобелівський лауреат 1974 р. Фрідріх фон Хайек (1899–1992) стали все більше зазначати, що державна власність на енергетичні системи вела до більших цін і меншої ефективності через брак конкуренції. З 1995 р. нове законодавство про ринок електроенергії дозволило поступово дерегулювати виробництво електроенергії, сприяючи вільному і конкурентному енергоринку, приватизувати багатьох виробників електроенергії у формі товариств з обмеженою відповідальністю. У 1995 р. також була заснована державна компанія Fingrid Oyj, відповідальна за магістральну мережу Фінляндії, яка зберегла попередню назву «Залізна леді». Однак трансфертні ціни електроенергії залишалися жорстко регульованими внаслідок природної монополії на ринку. У 1998 р. всі

споживачі електроенергії дістали можливість вільно працювати на конкурентному ринку електроенергії.

Нинішній ринок електроенергії Фінляндії поділяється на два основні сегменти: оптовий ринок, що складається з різних менших ринків, де учасники торгують електроенергією, і роздрібний (споживчий ринок), де окремі споживачі купують електроенергію у більших учасників оптового ринку.

Скандинавський (Nordic) ринок «на добу наперед» (day-ahead) є майданчиком, де відбувається більша частина торгівлі електроенергією між учасниками ринку. У 2021 р. близько 70% обсягів торгів електроенергією Фінляндії припадало на такі ринки. Ринок «на добу наперед» встановлюється як окремий аукціон для кожного 1-годинного блоку часу (скажімо, блоку часу від 9:00 до 10:00) наступного дня. Виробники (споживачі) розміщують ставки на ринку щодо свого передбачуваного виробництва (споживання) для конкретних часових блоків. Заявки мають бути подані до 13:00 за фінським часом (який з 30 березня 2025 р. збігається з часом за Києвом) на добу наперед. Алгоритм аукціону агрегує попит і пропозицію для кожного інтервалу часу, формує криві та проводить аукціон на основі принципів попиту та пропозиції, в результаті чого ціна «на добу наперед» встановлюється в точці рівноваги кривої попиту та пропозиції. Цей аукціон гарантує, що завжди існує баланс між попитом і пропозицією за нормальних робочих умов, дотримуючись вимог електричної мережі про рівність виробництва та споживання. Ці аукціони відбуваються в кожному європейському торговельному районі (торговій зоні). Оператори систем передачі (TSOs) окремих країн вирішують, на скільки торгових зон ділитися кожна країна, виходячи з наявної пропускної спроможності між зонами. Наприклад, Фінляндія вважається єдиною торговою зоною торгів, а Швеція поділена на чотири окремі зони через обмеження пропускної спроможності між зонами.

Відповідно до принципів вільного ринку в ЄС, метою об'єднаних електроенергетичних систем є створення єдиного ринку в ЄС. Такий ринок означатиме однакові ціни між країнами ЄС, коли покупці та продавці електроенергії можуть працювати на єдиному ринку. Оскільки зараз це неможливо через обмеження пропускної спроможності між різними торговими зонами, то в різних зонах спостерігаються різні ціни електроенергії. TSO кожної країни несе відповідальність за з'єднання в межах своєї країни, позаяк з'єднання між країнами спільно управляються сусідніми TSOs. Деякі з'єднувачі (interconnectors) є з'єднувачами

змінного струму, які дозволяють синхронізувати частоту між мережами; прикладом є з'єднання 440 кВ між Фінляндією та Швецією поблизу міської комуни Торніо (провінція Лапландія) у північно-західній Фінляндії. Між торговими зонами також існують з'єднувачі постійного струму; прикладом є кабелі EstLink 1 та 2, які проходять між Фінляндією та Естонією.

Китай проводить особливу промислову політику³⁴. Побудова регіонального спотового ринку електроенергії (regional electricity spot market (RESM)) у репрезентативній області є важливим кроком для просування реформи ринку електроенергії та будівництва нової енергосистеми в Китаї. При проектуванні моделі клірингу для регіонального спотового ринку електроенергії на основі побудови обласного ринку електроенергії (на прикладі регіонального ринку електроенергії в дельті р. Янцзи в Китаї):

- визначаються модель роботи RESM і відповідний метод оптимізації, які враховують спеціальний механізм роботи електромережі та досягнення побудови ринку на обласному спотовому ринку електроенергії;

- аналізуються фактори впливу, ключові елементи, структура ринку та операційна модель побудови RESM у Китаї;

- визначається дворівнева модель оптимізації RESM, де: нижній рівень – це модель попереднього клірингу обласного спотового ринку електроенергії, яка використовується для оптимізації стратегії поєднання енергоблоків, враховуючи операційні обмеження енерго-блоків та обмеження безпеки електромережі в області; верхній рівень – це оптимізаційна клірингова модель RESM, яка використовується для оптимізації клірингової ціни та коригування стратегії роботи енергоблоку та міжобласної стратегії торгівлі електроенергією, враховуючи обмеження безпеки регіональних ліній електромережі.

В якості прикладу моделюється RESM, що складається з електромереж у регіоні дельти р. Янцзи в Китаї. Зосередимося на аналізі робочого стану електромережі під час експлуатації RESM, враховуючи переваги безпеки, економічні вигоди та переваги для довкілля від

³⁴ Hearson M., Prichard W. China's challenge to international tax rules and the implications for global economic governance. *International Affairs*. 2018. 94 (6). P. 1287–1307. <https://doi:10.1093/ia/iiy189>

RESM³⁵. Оптимізація RESM може ефективно вирішувати серйозну проблему перевантаження регіональної електромережі.

Попит і пропозиція електроенергії в Китаї, як правило, мають різне географічне розташування: енергетичні виробничі бази розташовані в основному в західних і північних регіонах Китаю, але найбільше енергетичне навантаження припадає на центральні та східні регіони. Враховуючи також тенденції розвитку промислової структурної перебудови в Китаї, масштаби і відстані потоків електроенергії у майбутньому зростатимуть. Щоб вирішувати проблеми, породжені поступовим розширенням пропозиції та попиту на електроенергію, та втілювати оптимальне розміщення енергоресурсів у широкому географічному діапазоні, необхідно здійснювати великомасштабні міжобласні та міжрегіональні трансакції електроенергії. Щоб сприяти побудові єдиної національної системи ринку електроенергії, повноцінно відображати доповнюючу роль великих електромереж, розширювати масштаби міжобласних і міжрегіональних ринкових трансакцій, спрямовувати скоординовану роботу та інтегрований розвиток ринків електроенергії на всіх рівнях (країни, регіону, області), необхідно проектувати механізм функціонування міжобласного спотового ринку електроенергії для регіональних взаємопов'язаних електромереж. Реалізація RESM потребуватиме координації між регіональним спотовим ринком електроенергії, існуючим планом міжобласної передачі електроенергії та черговості кроків, міжрегіональними довгостроковими трансакціями.

В цьому контексті необхідно аналізувати практичні проблеми, пов'язані зі створенням RESM в Китаї, та їх причини, висувати стратегію побудови регіонального ринку, яка відповідає характеристикам Китаю, встановлювати клірингову модель для RESM зі зв'язуючими обмеженнями міжобласних фізичних потоків електроенергії та клірингу обласного ринку. Тоді результати клірингу регіонального спотового ринку електроенергії можуть зменшувати ризик блокування міжобласних ліній зв'язків електромережі, поліпшувати раціональний розподіл і спільне використання енергоресурсів серед регіонів, забезпечувати довідкові пропозиції для побудови регіонального спотового ринку

³⁵ Li Y., Zhang L., Cong Y., Chen H., Zhang F. Designing a clearing model for the regional electricity spot market based on the construction of the provincial electricity market: a case study of the Yangtze river delta regional electricity market in China. *Processes*. 2025. 13 (2). 492. <https://doi.org/10.3390/pr13020492>

електроенергії та єдиної системи ринку електроенергії в Китаї. Було досягнуто певного прогресу в розвитку спотового ринку електроенергії в Китаї.

У контексті поточного енергетичного переходу та реформи енергетичного сектора в Китаї, розвиток спотового ринку електроенергії стає вирішальним заходом для просування маркетизації енергетичної галузі та сприяння ефективному розподілу енергії. Вибір пілотних проєктів брав до уваги географічний розподіл, різноманітність енергоструктур, характеристики попиту на ринку електроенергії, щоб формувати відтворюваний і масштабований механізм для спотового ринку шляхом практичного дослідження. Поставлена мета встановлення єдиної загальнонаціональної системи ринку електроенергії до 2025 р., яка дозволить досягати ефективної координації між національним ринком, регіональними й обласними ринками електроенергії, а також інтегрованого проєктування та спільного функціонування середньострокових і довгострокових ринків електроенергії, спотових ринків, ринків допоміжних послуг. Таким чином уряд прагне підвищувати основу на ринкових механізмах ефективності розподілу ресурсів електроенергії між провінціями та регіонами, сприяти всебічному залученню нових джерел енергії, поліпшувати їх ринкову конкурентоспроможність. Крім цього, RESM є важливою частиною національного єдиного спотового ринку електроенергії, а також важливою формою переходу до нього від обласного спотового ринку електроенергії. Побудова RESM має спиратися на досягненнях розбудови обласного спотового ринку електроенергії на сучасному етапі, уникаючи марнування ресурсів і гарантуючи наближення процесу побудови RESM до загальної мети будівництва сучасної національної електроенергетики.

ВИСНОВКИ

Ціноутворення в енергетиці має макроекономічні наслідки із зовнішніми ефектами. Існування вертикальних зовнішніх ефектів є стандартною особливістю великих (за територією та кількістю населення) держав, де має місце різниця між економічним розвитком окремих регіонів і галузей. Спільна особливість ієрархічних державних систем у тому, що різні рівні уряду використовують податкові бази, які частково чи повністю перекриваються. Централізовані структури створюють можливість вертикальних податкових зовнішніх ефектів між регіональним (місцевим) і центральним урядами, зумовлену одночасним оподаткуванням однакової податкової бази обома урядами. Одночасне

оподаткування поширене на практиці й означає, що податкова ставка, встановлена одним рівнем уряду, здатна впливати на надходження іншого рівня уряду. Тоді може виникати неефективність внаслідок того, що ці ефекти не враховані особами, які приймають рішення. Бюджетно-податкові та монетарні показники мають різний вплив на величину валового регіонального продукту (ВРП) чи валового галузевого продукту у різних регіонах чи галузях. Задача, з погляду фінансової математики, полягає у розробці моделей, що дозволяють: вимірювати такі впливи; відбирати групи регіонів з найбільшим і найменшим впливом бюджетно-податкових показників на ВРП; незначно збільшувати (скажімо, збільшувати на 1% відносно наявного) податкове навантаження у регіонах з найбільшим впливом і незначно зменшувати податкове навантаження у регіонах з найменшим впливом так, щоб сумарне податкове навантаження по країні залишалось незмінним, а сума ВРП зростала. Міру впливу можна оцінювати за допомогою дворівневого програмування, а також за допомогою аналізу (великих) даних спостережень. Прийняття бюджетно-податкових рішень стосується щоденної діяльності значної кількості осіб на кількох ієрархічних рівнях, формалізується задачами великої вимірності і складності, орієнтується на осіб, які готують проекти рішень на найвищих рівнях держави. Підтримка подібних рішень потребують ефективного застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

АНОТАЦІЯ

Трансферна ціна в електроенергетиці традиційно визначається шляхом поєднання кривих попиту (пропозиції) окремих торгових зон у нову агреговану криву, звідки випливає трансфертна ціна як рівноважна. При цьому відповідальність за макроекономічні наслідки подібного ціноутворення неявно делегується лише учасникам торгів. Модифікований рівноважний децентралізований спосіб формування ціни в електроенергетиці полягає в урахуванні її впливів на всіх учасників ринку, спираючись на сучасні підходи дворівневого чи багаторівневого програмування. Цим підходам сприяє розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та штучного інтелекту, що забезпечує дані для відповідної цифрової платформи. Така платформа містить інформацію про кожного учасника ринку, обробляє цю інформацію та розробляє стратегію раціональної поведінки для кожного учасника. Кожний учасник має свою роль, а трансакції між учасниками регулюються гнучкими смарт-контрактами. Перспективною є структурована багаторівнева

система менеджменту диспетчеризації та відповідальності на рівні зон (областей, регіонів) за гарантування безперебійного постачання електроенергії.

Література

1. Брехов С. С., Кошук Т. В., Новицька Н. В., Проскура К. П., Селезень П. О., Стародуб Д. М., Яроцька Т. Р. *Встановлення відповідності умов контрольованих операцій з виробництва на замовлення вимогам законодавства з трансфертного ціноутворення*. Київ : Федерація роботодавців України; Алерта, 2019. 110 с.
2. Скорик М. О., Гришук Г. В.. *Трансфертне ціноутворення: навчальний посібник*. Ірпінь : Державний податковий університет, 2024. 144 с.
3. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Податкова конкуренція і кооперація за світові корпорації. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2018. № 3 (66). Т. 1. С. 45–54.
4. Горбачук В. М. Моделі та методи міжнародної податкової конкуренції і оптимізації. *Теорія оптимальних рішень. Моделювання та керування в умовах невизначеності*. Київ : Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 2000. С. 58–72.
5. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Математичне моделювання міжнародної конкуренції. *Матеріали XIX міжнародної конференції з математичного моделювання, присвяченої 250-річчю з дня народження Жана Батиста Жозефа Фур'є*. Херсон : Херсонський національний технічний університет, 2018. С. 10.
6. Краєвський В. М., Муравський О. Ю. Інформаційна підтримка систем обліково-аналітичного та контрольного забезпечення управління операціями трансфертного ціноутворення. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. № 7 (31). С. 32–40.
7. *OECD Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations*. Paris: OECD Publishing, 2022. 665 p. <https://doi.org/10.1787/0e655865-en>
8. Горбачук В. М., Шулінок Г. О., Сирку А. А. До вимірювання загальної енергоефективності держав. *Теорія оптимальних рішень*. 2019. С. 110–115.
9. *Електроенергетика України: стратегія ефективності*. І. Р. Юхновський (гол. ред.), В. Г. Бар'яхтар, В. М. Горбачук, В. А. Копилов, М. М. Кулик, В. Т. Меркушов, Г. Г. Півняк, С. Б. Тулуб (ред.). Київ : Міжвідомча аналітично-консультативна рада з питань розвитку продуктивних сил і виробничих відносин, 2001. 88 с.

10. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сирку А. А. Сучасні питання генерування та накопичення енергії в енергосистемі України. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2020. Випуск 1 (24). С. 260–268.

11. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С., Сулейманов С.-Б. Моделювання самопідтримуваних стратегій для урядової фінансової системи, державної банківської системи та інвестиційної системи відновлюваної енергогенерації. *Економічний простір*. 2022. № 179. С. 146–152.

12. Горбачук В. М., Дроб'язко А. О. Енергетичний сектор в економічній моделі України. *Електроенергетика України: стратегія ефективності*. І. Р. Юхновський (гол. ред.). Київ : Міжвідомча аналітично-консультативна рада з питань розвитку продуктивних сил і виробничих відносин, 2001. С. 63–67.

13. Горбачук В. М., Ніколенко Д. І., Ніколенко Я. Д. Персоналізоване споживання громадських продуктів і принципи оподаткування Ліндаля. *Інноваційні дії в економічній науці: пошуки вирішення сучасних проблем* (7 листопада 2024 р., Київ, Україна). Київ : НаУКМА, 2024. С. 29–33.

14. Горбачук В. М. Податкові заходи України, Словаччини та Польщі 2010 р. *Реформування податкової служби відповідно до європейських стандартів*. Ч. І. Ірпінь : НУДПС України, 2010. С. 138–142.

15. Горбачук В. М. Передумови нормативної бази ОЕСР і ЄС. *Імплементація норм міжнародних податкових договорів у правову систему України*. Ірпінь : НУДПС України, 2010. С. 29–32.

16. Горбачук В. М., Сирку А. А., Сулейманов С.-Б. Механізми прогнозування цін сучасних енергоринків. *Економічний простір*. 2020. № 159. С. 171–177.

17. Горбачук В., Дунаєвський М., Батіг Л. Нова енергетика й економічні зміни. *Економіка. Фінанси. Бізнес. Парадигмальні зрушення в економічній теорії ХХІ ст.* А.І. Ігнатюк (ред.) Київ : КНУ імені Т. Шевченка, 2021. С. 45–47.

18. Сергієнко І. В., Мар'янович Т. П., Горбачук В. М. Міжнародні аспекти кредитно-податкової політики України. *Економіка України*. 2001. № 1. С. 13–18.

19. Сергієнко І. В., Мар'янович Т. П., Горбачук В. М. Моделювання збалансованої бюджетно-податкової політики стійкого економічного росту. *Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі*. Київ : АДПС України, 2001. С. 78–81.

20. Горбачук В. М. До бюджетно-податкової політики економічного росту. *Загублене десятиріччя ... та прийдешній бум? Проблеми українського економічного зростання*. Київ : IREX, 2001. С. 37–44.

21. Горбачук В. М., Матвієнко О. О. Вимірювання у 2005–2007 роках податкової конкурентоспроможності України та сусідніх держав. *Міжнародне співробітництво у сфері оподаткування. Реформування податкової служби України відповідно до європейських стандартів*. Ірпінь : НУДПС України, 2009. С. 58–62.

22. Любіч О. О., Горбачук В. М., Резниченко П. І. Еволюція державних і податкових індикаторів України та сусідніх країн у 2004–2009 рр. *Моделювання та інформатизація соціально-економічного розвитку України*. 2010. Вип. 11. С. 132–141.

23. Горбачук В. М., Кирилюк О. П. Оптимальне оподаткування експлуатації громадського ресурсу як фактора виробництва. *Моделювання та оптимізація складних систем*. Київ : КНУ імені Т. Шевченка, 2001. Т. 3. С. 130–131.

24. Горбачук В. М., Морозов О. О. Від паливної бідності до податків на енергію. *Реформування податкової системи України відповідно до європейських стандартів*. Ірпінь : НУДПС України, 2012. С. 62–64.

25. Горбачук В. М., Морозов О. О. Регулювання енерговитрат галузей землекористування України та суміжних країн. *Екологічне оподаткування: збірник наукових праць за результатами науково-практичних заходів*. Ірпінь : НУДПС України, 2013. С. 20–23.

26. Горбачук В. М., Русанов І. А. Макроекономічні наслідки ринкових недосконалостей сектору енергетики. *Фінансове забезпечення діяльності суб'єктів господарювання*. Кременчук : Кременчуцький національний університет імені М. Остроградського, 2013. С. 120–124.

27. Горбачук В. М., Гаркуша Н. І. Моделі взаємозалежності енергії, води й продовольства. *Сучасна наука в мережі Internet*. Ч. 2. Київ : ТК Меганом, 2012. С. 40–48.

28. Горбачук В. М. Організація неповних поєднаних енергоринків. *Вісник Дніпропетровського університету. Економіка*. 2011. № 3. С. 223–227.

29. Горбачук В. М. Прибутки конкуруючих енергогенеруючих фірм. *Якість економічного розвитку: глобальні та локальні аспекти*. Т. 1. Дніпропетровськ : ДНУ імені О. Гончара, 2011. С. 63–65.

30. Горбачук В. М., Ніколенко Д. І., Пустовойт М. М., Рибачок Д. О., Сабадаш Є. О. До цифрової децентралізації енергетики. *Кібербезпека енергетики* (29 травня 2024 р., Київ, Україна). Київ : Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова НАН України, 2024. С. 37–40.

31. Горбачук В. М., Ніколенко Д. І., Пустовойт М. М., Годлюк В. В., Рибачок Д. О. Смарт-контракти в енергетиці. *Використання блокчейн технологій в енергетиці* (5 червня 2024 р., Київ, Україна). Київ : Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова НАН України, 2024. С. 6–9.

32. Горбачук В. М., Денис О. І. Застосування блокчейнових технологій для оподаткування. *Тенденції розвитку публічних та корпоративних секторів економіки України в умовах макроекономічної нестабільності*. Київ : НаУКМА, 2020. С. 24–26.

33. Горбачук В. М., Бенедисюк Д. І., Знахуренко О. С. Шлях українських компаній на Варшавську фондову біржу через Кіпр, Люксембург, Нідерланди. *Стратегії та тренди економічного розвитку країн під впливом інновацій* (24 січня 2018 р., Київ). Київ : НаУКМА, 2018. С. 23–24.

34. Hearson M., Prichard W. China's challenge to international tax rules and the implications for global economic governance. *International Affairs*. 2018. 94 (6). P. 1287–1307. [https://doi: 10.1093/ia/iyy189](https://doi.org/10.1093/ia/iyy189)

35. Li Y., Zhang L., Cong Y., Chen H., Zhang F. Designing a clearing model for the regional electricity spot market based on the construction of the provincial electricity market: a case study of the Yangtze river delta regional electricity market in China. *Processes*. 2025. 13 (2). 492. <https://doi.org/10.3390/pr13020492>

Information about the authors:

Vasyl Gorbachuk

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Head of the Department of Intelligent Information Technologies,
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics
of the National Academy of Sciences of Ukraine
40, Academician Glushkov Avenue, Kyiv, 03187, Ukraine

Tamara Bardadym

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Senior Research Associate,
Senior Research Associate
at the Department of Intelligent Information Technologies,
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics
of the National Academy of Sciences of Ukraine
40, Academician Glushkov Avenue, Kyiv, 03187, Ukraine

Dmytro Rybachok

Master of Science,
PhD Student at the Department of Intelligent Information Technologies,
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics
of the National Academy of Sciences of Ukraine
40, Academician Glushkov Avenue, Kyiv, 03187, Ukraine