

ІНДЕКСИ СПОТОВИХ РИНКІВ ЯК ОРІЄНТИРИ ФОРМУВАННЯ МАЙБУТНІХ ЦІНОВИХ ТЕНДЕНЦІЙ НА БІРЖАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ КРАЇН СХІДНОЇ ЄВРОПИ

© 2016 ПОЛІКЕВИЧ Н. І.

УДК 690.9:303.024.13:339.172 (4-11)

Полікевич Н. І. Індекси спотових ринків як орієнтири формування майбутніх цінових тенденцій на біржах електроенергії країн Східної Європи

Метою статті є теоретичне узагальнення практики використання індексів на електроенергію європейських спотових бірж та вироблення пропозицій щодо створення аналогічного спотового індексу української енергетичної біржі. Проаналізовано 16 індексів, які щоденно публікуються енергетичними біржами BSP Regional Energy Exchange, Power Exchange Central Europe, Polish Power Exchange та Opcom. Зазначено, що ці індекси використовуються учасниками для прогнозування цін на електроенергію та моніторингу ситуації на ринку електроенергії. Досліджено спосіб розрахунку спотових індексів енергетичними біржами, заснованих на значенні середніх арифметичних цін ринку «на добу вперед». Обґрунтовано недосконалість такого способу обчислення значень цінового індексу. Визначено ключові характеристики майбутнього цінового індексу для українського спотового ринку як орієнтира при запровадженні ф'ючерсних контрактів на електроенергію.

Ключові слова: біржа електроенергії, ринковий індекс, спотові ціни, деривативи.

Рис.: 3. **Табл.:** 1. **Бібл.:** 10.

Полікевич Наталія Іванівна – викладач кафедри міжнародного менеджменту та маркетингу, Тернопільський національний економічний університет (вул. Львівська, 11, Тернопіль, 46020, Україна)

E-mail: polikevychnata@gmail.com

УДК 690.9:303.024.13:339.172 (4-11)

Полікевич Н. И. Индексы спотовых рынков как ориентиры формирования будущих ценовых тенденций на биржах электроэнергетики стран Восточной Европы

Целью статьи является теоретическое обобщение практики использования индексов на электроэнергию европейских спотовых бирж и разработка предложений по созданию аналогичного спотового индекса украинской энергетической биржи. Проанализированы 16 индексов, которые ежедневно публикуются энергетическими биржами BSP Regional Energy Exchange, Power Exchange Central Europe, Polish Power Exchange и Opcom. Указано, что эти индексы используются участниками для прогнозирования цен на электроэнергию и мониторинга ситуации на рынке электроэнергии. Исследован способ расчета спотовых индексов энергетическими биржами, основанных на значении средних арифметических цен рынка «на сутки вперед». Обосновано несовершенство такого способа расчета значений ценового индекса. Определены ключевые характеристики будущего ценового индекса для украинского спотового рынка в качестве ориентира при введении фьючерсных контрактов на электроэнергию.

Ключевые слова: биржа электроэнергии, рыночный индекс, спотовые цены, деривативы.

Рис.: 3. **Табл.:** 1. **Библ.:** 10.

Полікевич Наталья Ивановна – преподаватель кафедры международного менеджмента и маркетинга, Тернопольский национальный экономический университет (ул. Львовская, 11, Тернополь, 46020, Украина)

E-mail: polikevychnata@gmail.com

UDC 690.9:303.024.13:339.172 (4-11)

Polikevych N. I. Spot Markets Indices as Benchmarks of Formation of Future Price Trends in the Power Exchanges of Eastern Europe

The article is concerned with a theoretical generalization of the use of indices for electric power at the European spot exchanges and elaborating proposals on establishment of a similar spot index for the Ukrainian power exchange. 16 indices that are published daily by the power exchanges BSP Regional Energy Exchange, Power Exchange Central Europe, Polish Power Exchange and Opcom have been analyzed. It has been indicated that these indices are used for electricity price forecasting and monitoring the situation in the power market. The article examines the way spot indices are calculated by power exchanges, based on the value of the arithmetic average of market prices «day ahead». Imperfection of such way of calculation for price index values has been substantiated. The key characteristics of the future price index for Ukrainian spot market as benchmarks within the introduction of futures contracts for electricity have been identified.

Keywords: power exchange, market index, spot prices, derivatives.

Fig.: 3. **Tabl.:** 1. **Bibl.:** 10.

Polikevych Nataliya I. – Lecturer of the Department of International Management and Marketing, Ternopil National Economic University (11 Lvivska Str., Ternopil, 46020, Ukraine)

E-mail: polikevychnata@gmail.com

Сучасні ринки електроенергії розвиваються шляхом усунення монополістичних рис і запровадження правил щодо їх дерегулювання. У країнах Східної Європи реструктуризація ринку електроенергії розпочалася з лібералізації та створення енергетичних бірж зі спотівим ринком «на добу вперед».

Особливо варто зазначити той факт, що в цих країнах спостерігається зростання частки відновлюваних джерел енергії у структурі виробленої електроенергії. Своєю чергою, це призводить до зростання надлишку або ж дефіциту енергії, залежно від кліматичних та географічних умов конкретних країн. Тому саме інтеграція ринків електроенергії країн – членів ЄС в один великий ринок покликана вирівняти ці цінні коливання, стимулювати конкуренцію, збалансувати споживання та

виробництво електроенергії, активізувати обмін потужностями на міждержавних лініях електропередач.

Успішність функціонування об'єднаного європейського ринку електроенергії залежить від узгодженої енергетичної політики країн – членів ЄС щодо законодавства та розбудови необхідної інфраструктури, зокрема енергетичних бірж, задіяних у торгівлі електричною енергією на міждержавних кордонах.

Як відомо, біржові ринки електроенергії виникли відносно недавно, лише у 90-х роках ХХ ст. Деякі з них досі мають досить низьку ліквідність та присутні на ринку лише номінально, їхній вплив на ціноутворення є незначним. Однак у 2005–2015 рр. у країнах Східної Європи сформувалися та успішно функціонують біржі, що не лише пропонують участь у ліквідному спотівому

ринку, але й надають можливість хеджувати свої ризики за допомогою торгівлі фінансовими контрактами (деривативами на електроенергію та газ).

Оскільки ринок енергетичних деривативів також є достатньо новим, він будувався за моделлю торгівлі похідними інструментами фінансового ринку, контрактами, основою яких є валюта, цінні папери, фондові індекси тощо. Однак енергетичні ринки суттєво відрізняються від фінансових за: рівнем ліквідності (низька на енергетичному, висока на фінансовому); впливом на товар умов зберігання та доставки (енергетичний ринок – високий, фінансовий ринок – низький); впливом погодних явищ (енергетичний – надзвичайно високий, фінансовий – низький); ступенем зрілості ринку (фінансовий є достатньо зрілим із усталеними правилами, а енергетичний перебуває у стадії становлення).

Базова ціна на електроенергію з негайною поставкою, яку на ринках прийнято називати спотовою (*spot*), залежить від сезону (зима, літо), періоду доби (пікове та базове навантаження), місцевих факторів попиту та пропозиції, активності учасників ринку та погодних умов. Європейські дослідники, зокрема Е. Хаугом (*E. Haugom*) зазначає, що на ринку електроенергії «існують значні цінові коливання (пікові та спадні), що повертають тренд у іншому напрямку» [1]. Своєю чергою, Е. Ліндстрем, Ф. Регланд (*E. Lindström, F. Regland*) підкреслюють, що «деякі енергетичні ринки характеризуються волатильністю кластеризації, що може бути викликана тимчасовим порушенням рівноваги на ринку, перевантаженнями транснаціональних мереж або ж невпевненістю учасників ринку» [2].

Ю. Ле Пен та В. Севі (*Y. Le Pen, B. Sévi*) донесли, що залежність волатильності між ринками зростає під час екстремальних ситуацій [3]. Однак названий вище дослідник Е. Хаугом зазначає, що на спотових ринках електроенергії виникають повторювальні зміни в цінах (екстремальні події). Ці зміни можуть призводити як до підвищення, так і до пониження цінового рівня [1].

Залежність спотових цін на електроенергію від дії багатьох специфічних факторів зумовлює складність їх моделювання та прогнозування. Так, європейські дослідники П. Фалбо, М. Фатторе та С. Стефані (*P. Falbo, M. Fattore, S. Stefani*) [4] зазначають, що необхідно проявляти особливу обережність при будь-якій спробі ввести на ринок конкретні інструменти, що додатково впливатимуть на ринок та поведінку його учасників. Зокрема, особливу увагу слід приділити впливу ринкового індексу спотового ринку на формування майбутніх (ф'ючерсних) цін на електроенергію.

Вітчизняний ринок електроенергії перебуває у процесі становлення. Ситуація загострюється тим, що лише у 2015 р. Уряд України запропонував проект Закону «Про ринок електроенергії». Але і в цьому документі відсутні статті, що визнають роль та місце біржі в процесі лібералізації цього ринку. Виходячи з вищезазначеного, дослідження сучасних європейських практик функціонування ринку електроенергії за участю бірж є актуальним. Дана сфера вітчизняними науковцями лише починає досліджуватися, і наукові розвідки є на часі.

Метою статті є теоретичне узагальнення практики використання індексів на електроенергію європейських спотових бірж та вироблення на цій основі пропозицій щодо створення аналогічного спотового індексу для української енергетичної біржі. Саме такий розгляд ключових аспектів формування спотового індексу (індексу реального ринку постачання електроенергії «на добу вперед») у подальшому може стати орієнтиром при запровадженні ф'ючерсних контрактів на цей важливий енергетичний актив.

Наше дослідження діяльності енергетичних бірж показало, що переважна більшість енергетичних бірж обраховують та публікують на своїх офіційних сайтах дані спотових індексів, що використовуються учасниками для прогнозування майбутніх (ф'ючерсних) цін на електроенергію. Для України актуальним є досвід країн-сусідів: Словенії, Чехії, Польщі та Румунії, де ще недавно таких ринків не існувало (*табл. 1*). Усі спотові індекси ринку електроенергії розраховуються «на добу вперед» для базового (24 години) та пікового (12 годин) типу поставок.

Як видно з *табл. 1*, розрахунок спотових індексів на біржах ґрунтується на визначенні середнього арифметичного цін спотового ринку «на добу вперед». Популярність цього методу зумовлена простотою обрахунку.

Нами поділяється точка зору європейських дослідників П. Фалбо, М. Фатторе та С. Стефані, які зазначають статистичну слабкість такого розрахунку індексу через аксіоматичну теорію індексів [4]. Згідно з цією теорією індекси цін класифікуються на прості або комбіновані, засновані на їх функціональній формі. Енергетичні біржі використовують прості індекси цін, що ґрунтуються лише на цінових даних.

На нашу думку, енергетичні індекси повинні мати комбіновану основу розрахунку, тобто враховувати ціни та їхні варіації до будь-якої функції обсягу. Використання простих індексів можливо лише за тієї умови, коли дані щодо обсягу не доступні або коли товар може виступати як заміник. Оскільки енергетичні біржі щодня публікують торговельні обсяги, а специфічні особливості електроенергії як товару не дозволяють вважати його взаємозамінним, вважаємо, що середній арифметичний індекс належним чином не вимірює динаміку цін.

Для прикладу покажемо зв'язок між цінами та обсягами торгівлі «на добу вперед» румунської енергетичної біржі OPCOM (*рис. 1*).

Для обрахунку індексів ROPEX_DAM_Base (з 1 до 24 години) та ROPEX_DAM_Peak (з 9 до 20 години) біржа використовує лише середнє арифметичне щоденних біржових цін. Як видно із *рис. 1*, розрахунок, що ґрунтується на визначенні середніх значень, не може надати необхідної інформації щодо стану ринку, адже зміни ціни протягом дня не відповідають значенню індексів ROPEX_DAM_Base – 38,15 євро за МВт/год і ROPEX_DAM_Peak – 48,05 євро за МВт/год. Проаналізувавши значення індексів та погодинних цін, можна дійти висновку, що погодинні цінові коливання фактично згладжуються значенням індексу. Таким чином, абсолютно різні значення цін за добу можуть сформувати схоже значення індексів для базового та пікового навантаження.

Визначення спотових індексів на електроенергію енергетичних бірж Словенії, Чехії, Польщі та Румунії

Назва біржі	Індекс	Метод розрахунку індексу
BSP Regional Energy Exchange (BSP South Pool) (Словенія)	SIPXhourly	Індекс ринку «на добу вперед», дорівнює граничній ціні, розрахованій на погодинному аукціоні
	SIPXbase	Індекс ринку «на добу вперед», дорівнює середньодобовій ціні за операції, здійснені протягом години <i>i</i> на ринку «на добу вперед». SIPXbase розраховується як середнє щоденне значення SIPXhourly, для <i>i</i> -транзакцій
	SIPXeuro-peak	Індекс ринку «на добу вперед», дорівнює середньоденній ціні за угодами, протягом години <i>i</i> на ринку «на добу вперед». SIPXeuro-peak розраховується як середнє щоденне значення SIPXhourly, для <i>i</i> -транзакцій
Power Exchange Central Europe (PXE) (Чехія)	Czech Spot Index	Середнє арифметичне для даної години за результатами погодинного аукціону згідно з типом доставки
Polish Power Exchange (POLPX) (Польща)	IRDN	Середньозважена ціна всіх угод на торговій сесії
	sIRDN	Середньозважена ціна всіх угод для годин з 8 до 22 торгової сесії
	IRDN24	Середня ціна всіх угод на торговій сесії
	IRDN8.22	Середня ціна всіх для годин з 8 до 22 торговельної сесії
	offIRDN	Середня ціна всіх угод для годин від 1 до 7, із 23 до 24 години
	IRDN23.7	Середньозважена ціна угод для годин від 1 до 7, із 23 до 24 години
	TGe24	Середнє арифметичне цін ринку «на добу вперед», встановлених для даного дня постачання протягом 1-ї фіксації (10:31)
	TGeBase	Середнє арифметичне цін ринку «на добу вперед» для обраного дня поставки
	POLPX spot base	Середнє арифметичне цін погодинних контрактів для періоду із 0:00–24:00 на даний день поставки. Ціна погодинних контрактів визначається як середньозважена величина з угод, укладених на аукціоні 1 та 2, а також безперервної торгівлі в період з 7:00 до 12:00 у Д-1 (Д = день поставки) ринку «на добу вперед». Індекс розраховується о 12:15 у день проведення торгів
POLPX spot peak	Середнє арифметичне цін погодинних контрактів для періоду із 08:00–20:00 на даний день поставки. Ціна погодинних контрактів визначається як середньозважена величина з угод, укладених на аукціоні 1 та 2, а також безперервної торгівлі в період з 7:00 до 12:00 у Д-1 (Д = день поставки) ринку «на добу вперед». Індекс розраховується о 12:15 у день проведення торгів	
OPCOM (Румунія)	ROPEX_DAM_Base	Середнє арифметичне щоденної клірингової ціни ринку «на добу вперед», відповідних 24-годинних інтервалів
	ROPEX_DAM_Peak	Визначається на кожен день року як середнє арифметичне цін, що відповідають 12-годинним інтервалам для пікових годин

Джерело: сформовано автором за даними енергетичних бірж.

Індекс Czech Spot Index був створений чеською енергетичною біржею – Power Exchange Central Europe (PXE). Мета створення цього індексу полягає в тому, щоб надавати інформацію про ситуацію на чеському ринку електроенергії. Вперше спотовий індекс PXE був розрахований 1 жовтня 2007 р., саме тоді закінчився період формування біржі та розпочалася торгівля стандартними біржовими продуктами. Розрахунок індексу базується на міжнародних стандартах MSCI, розроблених інвестиційною компанією Морган Стенлі (*Morgan Stanley Capital International*) [6].

Індекс PXE оновлюється після закриття торгового дня, і його значення публікується на веб-сайті PXE. Індекс є зваженим і виражається в пунктах. База індексу визначена таким чином, щоб відображати споживання електроенергії в Чеській Республіці та збутову діяльність за участю окремих продуктів на чеському ринку електроенергії на платформі біржі PXE. База розрахунку

включає продукти базового та пікового навантаження, а також продукти з часовим інтервалом від наступного дня поставки до контрактів з поставкою через 2 роки [6].

Індекси цін на електроенергію польської енергетичної біржі POLPX ринку «на добу вперед» визначені за допомогою алгоритмів, що застосовуються на основних європейських біржах електроенергії та можуть бути використані для прямого порівняння руху цін на польському і європейському ринках [7].

Учасники біржового ринку Polpx мають можливість звернутися безпосередньо до ринків сусідніх країн, які приймають рішення з обміну електроенергією, як за допомогою ринкового механізму об'єднання ринку через кабель SwePol Link зі Швецією, так і стандартними експортно/імпортними операціями на основі транскордонних аукціонів пропускної здатності, що організовуються операторами мереж для синхронного з'єднання Польщі з Німеччиною, Чехією і Словаччиною [7].

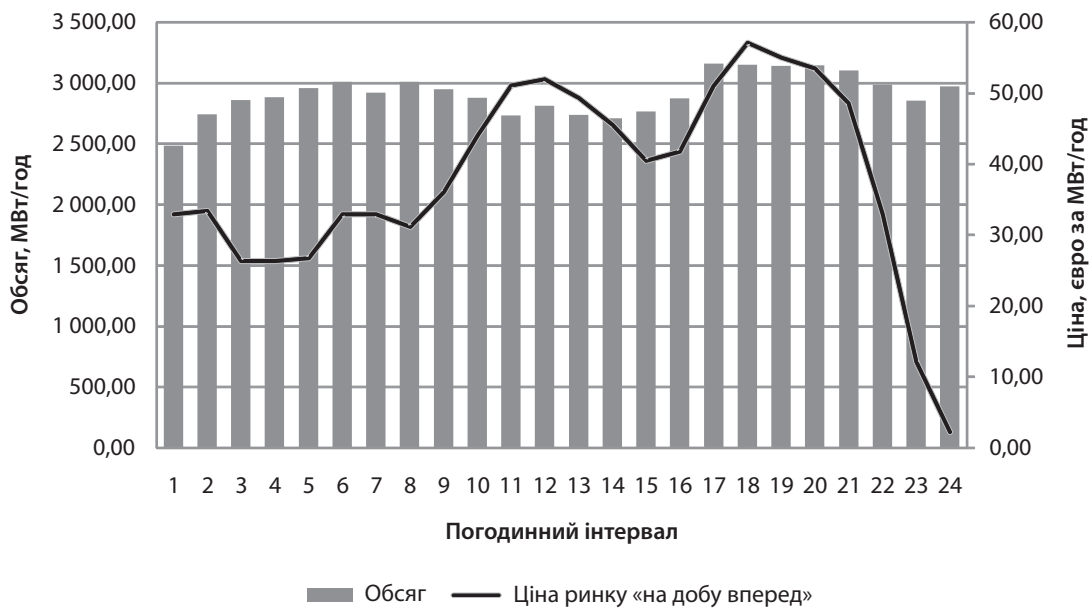


Рис. 1. Коливання ціни на електроенергію румунського біржового ринку «на добу вперед» станом на 10.01.2016 р.
Джерело: побудовано автором за даними [5].

Індекси POLPX можуть безпосередньо порівнюватися з показниками відомих енергетичних бірж EPEX SPOT і NordPoolSpot. Ці біржі є важливими з точки зору охоплення різних регіонів Європи, а їх ліквідність є найбільшою серед наявних енергетичних бірж. Біржові індекси вказуються в євро за МВт/год і розраховуються з використанням середнього обмінного курсу євро до польського золотого. Індекси ринку «на добу вперед» публікуються напередодні дня доставки о 12:15 і включають угоди, укладені до цього часу. Періодичні індекси (тижні, місяці, квартали та роки) розраховуються і публікуються на додаток до щоденних індексів [7].

Польська енергетична біржа позиціонує індекс TGeBase як повне джерело інформації ринку електроенергії «на добу вперед», що включає всі типи інструментів та котирувальних систем ринку «на добу вперед» (рис. 2).

Індекс TGeBase є середнім арифметичним значенням 23–25-годинної ціни, що розраховуються як се-

редньозважені значення за обсягом торгівлі. Публікація індексу проводиться щоденно після закінчення торгів ринку «на добу вперед» наступного дня поставки електроенергії [9].

Як видно з рис. 2, значення індексу не завжди точно може передбачити значення майбутньої ціни на спотовому ринку. Таким чином, виявляється недосконалість індексу та ставиться під сумнів його можливості передбачення майбутньої спотової ціни ринку «на добу вперед», що унеможливає його використання як бази для хеджування ризиків за допомогою ф'ючерсних та опціонних контрактів.

Словенська енергетична біржа BSP публікує значення своїх індексів для формування у учасників ринку загального уявлення про ринкові тенденції. Для цього біржа розраховує щоденне значення індексу SIPX (рис. 3).

Із рис. 3 видно, що графік ціни відрізняється від базового та пікового значення індексів ринку «на добу

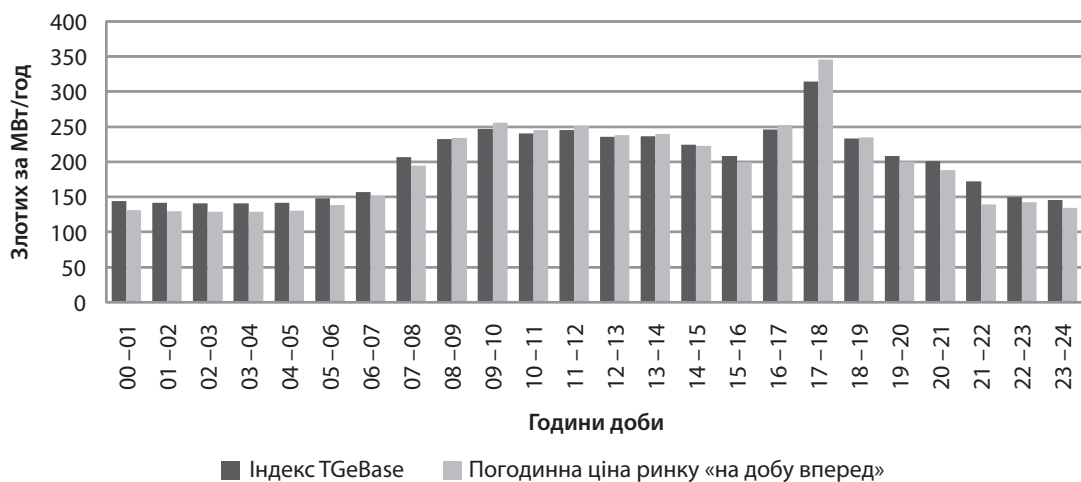


Рис. 2. Ціна електроенергії польського ринку «на добу вперед» на 22.01.2016 р.

Джерело: побудовано автором за даними [8, 9].

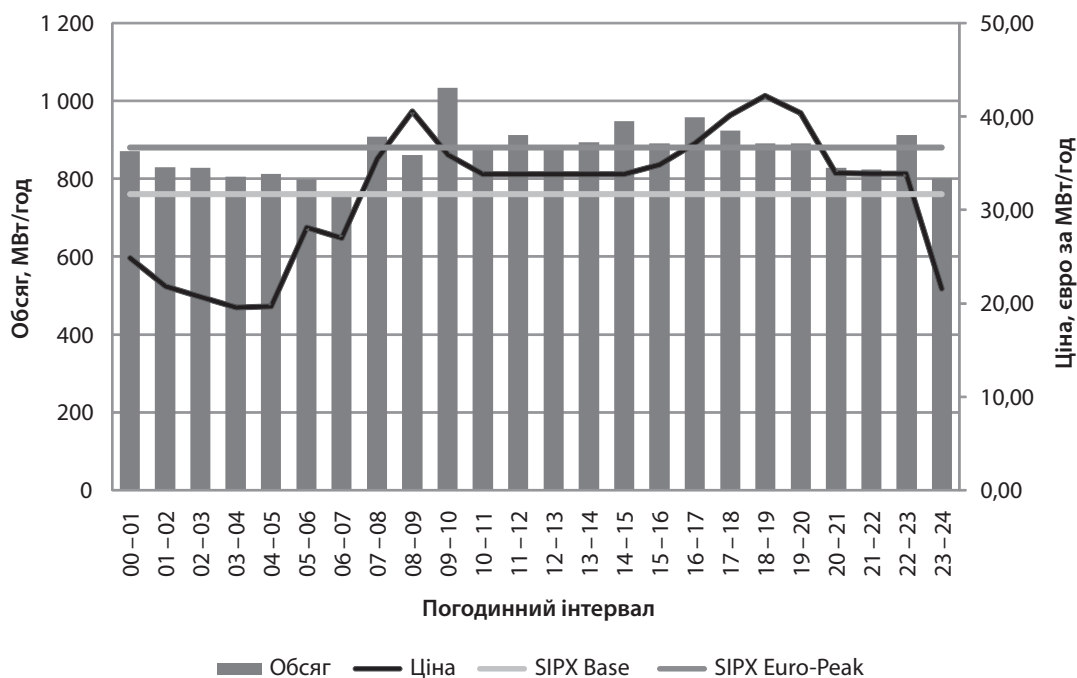


Рис. 3. Значення індексу SIPX словацького ринку «на добу вперед»

Джерело: побудовано автором за даними [10].

вперед», це знову ж таки підтверджує наше припущення щодо фактичного згладжування індексом змін цін протягом доби. Протягом часового інтервалу в певні пікові години доби (8–9, 16–17, 17–18, 18–19, 19–20) спостерігався вихід ціни із значення індексу SIPX Euro-Peak, що не було враховано середньозваженим індексом.

За своєю суттю спотовий ринковий індекс є синтетичним показником на ринку електроенергії, він повинен точно відображати поведінку погодинних цін. Цей індекс відіграє вирішальну роль у запобіганні спекуляції з боку виробників, або тих, хто займає панівне становище на ринку. Проте існують певні ризики через можливість цінових маніпуляцій маркет-мейкерами або через змову учасників ринку. Органи влади, здійснюючи моніторинг ринку, також враховують значення спотових біржових індексів, тому індекс має бути стійким до маніпуляцій, що неможливо при використанні середнього арифметичного значення погодинних цін як бази для розрахунку біржових індексів.

Для українського ринку електроенергії, де лише закладаються засади становлення та функціонування спотового ринку «на добу вперед» і розглядається можливість подальшого розширення біржової торгівлі через впровадження деривативів на електроенергію, необхідно врахувати статистичний та економічний аспекти у формуванні спотового індексу ринку «на добу вперед».

При впровадженні у діяльність енергетичної біржі з торгівлі електроенергією нами пропонується, перш за все, використати комбінований спосіб для розрахунку індексу вітчизняного спотового ринку. Адже різке підвищення цін на електроенергію протягом дня знайде своє відображення у спотовому індексу, що в підсумку може вплинути на ціни продовольчої та промислової групи товарів.

Таким чином, надто чутливий індекс до пікових стрибків та коливань цін здатний негативно вплинути на цінові показники. Оскільки на ринку електроенергії присутня позитивна кореляція між поточними обсягами та цінами, то існує можливість переоцінки їх впливу на підсумкове значення індексу. Індекс спотового ринку на українській біржі, що планує здійснювати торгівлю електроенергією, повинен враховувати обсяги торгів, змінні середньорічні обсяги та щоденні ціни, щоб вберегтися від надмірної чутливості до коливань ринку.

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи, варто зазначити, що формування біржового ринку електроенергії є складним процесом, що потребує залучення фахівців, обізнаних із цим видом діяльності. На жаль, у системі вищої економічної освіти таких знань та навичок не дають. Виходом може бути отримання спеціальних знань на сертифікованих спецкурсах і стажування на біржах країн Східної Європи. Однак, як видно із статті, і на цих ефективно функціонуючих біржах є нерозв'язані проблеми, зокрема із розрахунком індексів базових спотових ринків для кожної із країн. Пропонується при формуванні вітчизняного біржового ринку одразу врахувати той факт, що за його допомогою необхідно нівелювати вплив негативних факторів, пов'язаних із ціновими маніпуляціями. Найкраще обрати комбінований спосіб для визначення індексу при розбудові ринку деривативів. Метод обрахунку ринкового індексу є важливим з точки зору визначення базової ціни для багатьох похідних інструментів, зокрема електроенергії. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Haugom, E. Some stylized facts about high-frequency Nord Pool forward electricity prices / E. Haugom // The Journal of Energy Markets. – 2011. – Vol. 4 (1). – P. 21–49.

2. Lindström, E. Modeling extreme dependence between European electricity markets / E. Lindström, F. Regland // *Energy Economics*. – 2012. – Issue 34. – P. 899–904.

3. Le Pen, Y. Volatility transmission and volatility impulse response functions in European electricity forward markets / Y. Le Pen, B. Sévi // *Energy Economics*. – 2010. – Vol. 32, Issue 4. – P. 758–770.

4. Falbo, P. A new index for electricity spot markets / P. Falbo, M. Fattore, S. Stefani // *Energy Policy*. – 2010. – Issue 38. – P. 2739–2750.

5. Trades – Results Opcom at Day-Ahead Market [Electronic resource]. – Mode of access : http://www.opcom.ro/opcom/pp/grafice_ip/raportPIPsiVolumTranzactionat.php?lang=en

6. PXE General CZ [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.pxe.cz/dokument.aspx?k=PXE-General-CZ>

7. POLPX indices for the Polish Day-Ahead and Intraday Market [Electronic resource]. – Mode of access : <https://wyniki.tge.pl/en/wyniki/euroindex/description/>

8. Day-Ahead Market [Electronic resource]. – Mode of access : <https://wyniki.tge.pl/en/wyniki/rdn/ceny-sredniowazone/>

9. TGeBase Index [Electronic resource]. – Mode of access : <https://gaz.tge.pl/en/rdn/tgebase/>

10. Auction Trading Results [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.bsp-southpool.com/home.html>

Науковий керівник – Сохацька О. М., доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри міжнародного менеджменту та маркетингу Тернопільського національного економічного університету

REFERENCES

“Auction Trading Results”. <http://www.bsp-southpool.com/home.html>

Day-Ahead Market. <https://wyniki.tge.pl/en/wyniki/rdn/ceny-sredniowazone/>

Falbo, P., Fattore, M., and Stefani, S. “A new index for electricity spot markets”. *Energy Policy*, no. 38 (2010): 2739-2750.

Haugom, E. “Some stylized facts about high-frequency Nord Pool forward electricity prices”. *The Journal of Energy Markets*, vol. 4 (1) (2011): 21-49.

Lindstrom, E., and Regland, F. “Modeling extreme dependence between European electricity markets”. *Energy Economics*, no. 34 (2012): 899-904.

Le Pen, Y., and Sevi, B. “Volatility transmission and volatility impulse response functions in European electricity forward markets”. *Energy Economics*, vol. 32, no. 4 (2010): 758-770.

“POLPX indices for the Polish Day-Ahead and Intraday Market”. <https://wyniki.tge.pl/en/wyniki/euroindex/description/PXEGeneralCZ>. <https://www.pxe.cz/dokument.aspx?k=PXE-General-CZ>

“TGeBase Index”. <https://gaz.tge.pl/en/rdn/tgebase/>

“Trades – Results Opcom at Day-Ahead Market”. http://www.opcom.ro/opcom/pp/grafice_ip/raportPIPsiVolumTranzactionat.php?lang=en