

V.V. HUZ, postgraduate student

Operational forecasting of prices for electric power supply in the wholesale market

In this paper we analyzed the available methods for the process of operational forecasting prices in the wholesale electricity market of Ukraine and suggested to use of Group Method of Data Handling (GMDH). GMDH allows you to find the optimum in terms of complexity, structure and accuracy of the prediction model that describes the dynamics of change prices and takes into account stationary ergodic input. Moreover, was proposed to use external additions, based on the inputs for creating such models.

Keywords: Group Method of Data Handling, planning of supplies, wholesale market, electricity, computer model, prediction

В.В. ГУЗ, аспірант кафедри

Оперативное прогнозирование цен поставок электроэнергии на оптовом рынке

В данной работе были проанализированы доступные методы для процесса оперативного прогнозирования цен на оптовом рынке электроэнергии Украины и предложено использование Метода Группового Учета Аргументов (МГУА). МГУА позволяет находить оптимальную, с точки зрения сложности, структуры и точности предсказания, модель, описывающая динамику изменения цен и позволяет учитывать нестационарность входных данных. Более того, предложено использование внешних дополнений, основанных на входных данных при образовании таких моделей.

Ключевые слова: Метод Группового Учета Аргументов, планирование поставок, оптовый рынок, электроэнергия, компьютерная модель, прогнозирование

УДК 621.31

ПАВЛОВА Ю.С., аспірант,

КОЦАР О.В., канд.техн.наук, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ В ЛІБЕРАЛІЗОВАНИХ РИНКАХ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

В роботі обґрунтована доцільність визначення механізмів та інструментів ринків електричної енергії, які б дозволяли вирішувати не лише головні завдання енергоринку України – забезпечення справедливого доступу споживачів до енергоресурсів на конкурентних засадах за справедливою ціною, – а й стимулювали б учасників ринку до їхнього ефективного використання. В роботі представлений аналіз результатів функціонування світових лібералізованих ринків електричної енергії, досліджено способи та результати врахування показників енергоефективності під час розрахунків за електроенергію в конкурентних ринках. За результатами аналізу зроблено висновок щодо необхідності дослідження шляхів та визначення методів залучення енергоефективності до асортименту товарів в ринку двосторонніх договорів та балансуєчому ринку, який сьогодні запроваджується в Україні. Визначено напрямки подальших досліджень та завдання, які необхідно вирішити.

Ключові слова: енергоефективність, ринок електроенергії, лібералізовані ринки, керування.

Вступ

На сьогоднішній день в Україні проявляється негативна світова тенденція щодо неухильного збільшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє середовище, зокрема під час виробництва, розподілу та використання енергоресурсів. Дані державного комітету статистики України за 2010-2012 роки свідчать про те, що серед викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення близько 52-54 % на рік приходить на енергетику в цілому, що досягає 2300 тис. тон на рік [1, 2]. Такі кількісні значення зумовлені, переважно, електроенергетичним сектором, оскільки лише він є джерелом майже 39,5 % загального обсягу викидів забруднюючих речовин по Україні щорічно (близько 1700 тис. т.) [1, 2]. Крім того, викиди діоксиду вуглецю (CO₂) під час виробництва та розподілу електроенергії, газу та води становлять близько 47 % від загальних викидів CO₂ на рік [3, 4]. До того ж негативний вплив доповнюється вичерпністю запасів використовуваного на виробіток енергії викопного палива (природний газ, вугілля, нафта тощо). Оскільки більшість способів виробітку

електроенергії базується на спалюванні (переробці) викопних паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), необхідність забезпечення людства енергією, зокрема електричною, має тісний зв'язок з проблемою споживання вичерпних ресурсів. Ці проблеми наразі швидко зростають та вимагають термінового вирішення, тим більш, що Україна прийняла на себе зобов'язання підтримувати світову стратегію зі скорочення шкідливих викидів, ратифікувавши в 2004 році Кіотський протокол [5] в доповнення до Рамкової конвенції ООН про зміни клімату [6]. Актуальним та важливим завданням сьогодення можна вважати активізацію реформ в електроенергетичному секторі, які повинні стати ефективним важелем для вирішення вищезазначених актуальних проблем в енергетичній галузі України.

Зважаючи на прийняття в жовтні 2013 року Закону України «Про засади функціонування ринку електричної енергії» [7], реформування електроенергетики передбачає лібералізацію доступу споживачів до електроенергетичних ресурсів шляхом формування конкурентного ринку електроенергії та переходу від централізованого регулювання до ринкових механізмів керування електроенергетикою.

Реформування має охоплювати завдання, виконання яких повинне сприяти вирішенню вищезазначених глобальних проблем. Ринкові механізми та інструменти повинні сприяти впровадженню ефективних технологій з метою зменшення викидів, стимулювати ефективне енерговикористання в комплексі з модернізацією технологічного обладнання та керуванням режимами електроспоживання, забезпечувати рівноправний доступ споживачів до електроенергетичних ресурсів за справедливою ціною, яка формувалася б в результаті відповідності тарифів фактичним затратам на генерацію електроенергії та її передачу до кінцевих споживачів. Досягнення цілей реформування передбачає участь у ньому з боку пропозиції виробників електроенергії, яких необхідно стимулювати до зменшення питомих витрат палива на виробіток електроенергії для скорочення використання викопного палива та зменшення шкідливих викидів, та участь споживачів з боку попиту, яких необхідно стимулювати до оптимізації режимів електроспоживання та підвищення енергоефективності.

Оскільки в енергетиці, зокрема в електроенергетиці, ринкові механізми сьогодні утворюють основний спосіб розподілу енергоресурсів, що підтверджується досвідом передових економік світу, доцільним є виокремлення, вдосконалення, а за необхідністю створення нових механізмів та інструментів ринків електричної енергії, які б дозволяли вирішувати не лише головні завдання енергоринку, зокрема забезпечення справедливого доступу споживачів до енергоресурсів на конкурентних засадах за справедливою ціною, а ще й стимулювали б учасників ринку до їхнього ефективного використання.

Мета та завдання

Для виокремлення вищезазначених механізмів вважається доцільним проаналізувати результати запровадження та функціонування світових лібералізованих ринків електричної енергії. Проаналізувати можливість застосування в ринку двосторонніх договорів та балансуєчому ринку (РДДБР) механізму нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів та питання побудови вуглецевого ринку в Україні. Дослідити механізми та інструменти світових лібералізованих ринків електричної енергії щодо керування енергоефективністю, проаналізувати їх з точки зору можливості й доцільності їхнього застосування в Україні під час запровадження РДДБР.

Матеріал і результати досліджень

Очікується, що перехід України від Оптового ринку електричної енергії (ОРЕ) від моделі «єдиного покупця» до РДДБР сприятиме впровадженню повноцінного та конкурентного ринку електричної енергії, гарантуванню рівних можливостей доступу до ринку електричної енергії, формуванню економічно обґрунтованих тарифів на послуги суб'єктів ринку, покращенню інвестиційного клімату та виконанню міжнародних зобов'язань, які прийняті Україною, зокрема зобов'язань згідно Кіотського протоколу [8]. Вважається, що це також дозволить впровадити провідні механізми світових лібералізованих ринків, що у свою чергу покращить ефективність управління електроенергетичною галуззю та створить середовище конкуренції з появою відповідних стимулів до оптимізації та підвищення ефективності процесу енерговикористання на всіх його стадіях [8]. Одним з головних очікуваних результатів впровадження РДДБР є перспектива створення повноцінного балансуєчого механізму узгодження попиту та пропозиції на ринку електричної енергії в реальному часі [9].

Повномасштабний РДДБР охоплює: ринок двосторонніх договорів (РДД); ринок «на добу наперед» (РДН); балансуєчий ринок (БР); ринок допоміжних послуг; роздрібний ринок електричної енергії [7]. Ринок двосторонніх договорів являє собою систему відносин між учасниками ринку щодо купівлі-продажу електричної енергії за двосторонніми договорами, які зазвичай є довгостроковими і містять умови домовленостей про ціни, обсяг, термін поставки електроенергії. На ринку «на добу наперед» учасники ринку купують-продають електричну енергію на наступну добу під час організованих торгів. За результатами торгів оператор РДН визначає ціни та обсяги електроенергії за принципом маржинального ціноутворення на основі балансу сукупного попиту та сукупної пропозиції, та укладає договори з учасниками ринку. На балансуєчому ринку здійснюється купівля та продаж електричної енергії системним оператором (СО) у учасників балансування за результатами відбору поданих ними на

ринок пропозицій (заявок) з продажу (купівлі) електричної енергії з метою балансування обсягів попиту та пропозицій у поточній добі та врегулювання небалансів електроенергії відповідальних сторін. Купівля електроенергії на роздрібному ринку здійснюється споживачами у гарантованих постачальників за роздрібними цінами або у незалежних за домовленими цінами та умовами. Ринок допоміжних послуг забезпечує купівлю СО допоміжних послуг на конкурентних засадах у постачальників цих послуг для забезпечення сталої та надійної роботи об'єднаної енергетичної системи України та якості електричної енергії. До таких послуг належать послуги для забезпечення регулювання частоти та активної потужності, підтримання балансу потужності та енергії в об'єднаній енергетичній системі України, підтримання параметрів надійності та якості електричної енергії в об'єднаній енергетичній системі України [7]. Передача та розподіл електричної енергії здійснюватиметься відповідно електропередавальним підприємством та електророзподільними підприємствами на недискримінаційних засадах на основі відповідних договорів за тарифами, що регулюються національною комісією, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики (НКРЕ).

В статті 3 [7] зазначено, що функціонування ринку повинно здійснюватися на принципах енергоефективності та захисту навколишнього природного середовища. Але далі в статтях закону зазначено лише те, що розподільні підприємства повинні здійснювати планування розвитку місцевих електричних мереж з урахуванням заходів з енергоефективності та керування попитом [7, ст.15]. А СО погоджує план розвитку об'єднаної енергетичної системи України на наступні десять років зі спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики у сферах ефективного використання ПЕР, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива [7, ст. 17].

Найбільш заощадливим режимом генерації електроенергії вважається режим з мінімальними витратами ПЕР на виробництво 1 кВт*год. Загально відомо, що досягається такий режим за рівномірного графіка використання електричної потужності в часі [9]. Але, оскільки через природні режими роботи споживачів абсолютне досягнення рівномірного графіку практично неможливе, найбільш раціональне використання ПЕР можливе за умов завчасного узгодження прогнозованих графіків виробітку та споживання електричної енергії в кожний момент часу із подальшим максимальним дотриманням їх всіма суб'єктами енергоринку. При цьому слід зауважити, що в Україні історично спостерігається дефіцит маневрених потужностей, а переважна більшість існуючих потребує модернізації. Це часто змушує залучати базові блоки електростанцій для маневрування потужністю, що має наслідком їхнє швидке зношення та значні перевитрати ПЕР, а, відповідно, й збільшення шкідливих викидів [10].

З цих та деяких інших причин споживачів електроенергії необхідно стимулювати до прогнозованості режимів електроспоживання та підвищення енергоефективності; виробників – до зменшення питомих витрат ПЕР на виробіток електроенергії з метою скорочення використання викопного палива та зменшення шкідливих викидів; електропередавальні та електророзподільні підприємства – до зменшення витрат електроенергії під час її передавання та розподілення. Стимулювання виробників в лібералізованому енергоринку може безпосередньо забезпечуватися добросовісною конкуренцією. Але для підтримання свободи конкуренції в РДДБР та для створення рівного конкурентного становища всіх суб'єктів ринку, які мають різні початкові умови конкуренції, зокрема, різну початкову технічну, технологічну та ринкову позицію, необхідним є здійснення вирівнювання умов для конкуренції [7, ст.25, п.4-6].

Впровадження РДДБР може виступати стимулом у споживачів щодо дотримання завчасно узгоджених режимів, оскільки електроенергія на РДДБР реалізується за ринковою ціною, яка складається не лише з ціни на електроенергію, а й з вартості різних послуг, зокрема з послуг СО з балансування ринку. І в разі недотримання узгодженого графіку кваліфікований споживач повинен сплатити за недовикористаний або перевикористаний ним обсяг електроенергії, що був узгоджений, за ринковою ціною, яка склалася на цей момент. Але відхилення споживача від узгодженого режиму споживання призведе не тільки до зростання для нього вартості електроенергії, а й негативно відіб'ється на екології, оскільки вимагатиме залучення додаткових позапланових маневрових потужностей, необхідністю використання понаднормативних ПЕР, що, як наслідок, призведе до збільшення шкідливих викидів [9]. Для того, щоб цей вплив на навколишнє середовище в обох аспектах був компенсований, необхідно залучити до енергоринку додаткові стимулюючі механізми та інструменти з метою стимулювання учасників ринку ефективного використання енергоресурсів.

Сьогодні в Україні застосовується механізм державного регулювання, який має на меті досягнення раціонального енергоефективного рівня виробництва. Полягає він в нормуванні питомих витрат ПЕР. На перший погляд, нормування виступає механізмом стимулювання до енергозбереження, але, з іншого боку, система, яка використовується під час нормування, недосконала для сучасних ринків та містить багато суттєвих недоліків, оскільки більшість з відомих методик нормування не дозволяє встановлювати достатньо обґрунтовані та об'єктивні норми питомих витрат ПЕР, досконало враховувати конкретні умови виробництва. Крім того, методики нормування мають високу трудомісткість, тому чинні норми,

зазвичай, рідко переглядаються та коригуються, і тому часто є не достатньо актуальними. Слід зазначити також, що на сьогоднішній день немає зрозумілого та досконалого опису процедури контролю виконання встановлених питомих норм.

Взагалі, ринковий механізм за своєю сутністю повинен спонукати суб'єктів до вдосконалення, підвищення рівня ефективності функціонування задля закріплення успішного положення на ринку та конкурентоспроможності. З цією метою суб'єкт може здійснювати заходи з підвищення енергоефективності підприємства, що призведе до зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище. Це позитивна тенденція не тільки для суб'єкта, а і для людства в цілому, але система нормування не передбачає заохочення такого суб'єкта за внесення вкладу у вирішення глобальних екологічних проблем і ставить його в цьому аспекті на одному рівні з іншими суб'єктами. Такі правила та дії держави не є справедливими і виступають обмежуючим і подавляючим ініціативу фактором для розвитку суб'єкта в умовах конкурентного ринку.

Існує інший механізм державного регулювання, який представляє собою встановлення квот на шкідливі викиди, що сприяє досягненню спільної мети багатьох країн щодо зменшення небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему. В різних країнах такий механізм знайшов прояв у створенні ринку торгівлі правами на викиди парникових газів. В разі запровадження в Україні вуглецевого ринку його механізми слід залучити для вирішення проблем енергозбереження в енергоринку. Але, враховуючи особливості електроенергетичного виробництва, застосування квот в існуючому вигляді може суперечити принципам комерційної та виробничої діяльності генеруючих енергетичних компаній, і тому виникає завдання органічного поєднання та застосування таких механізмів одночасно з механізмами енергоринку. При цьому, таке поєднання не повинне призводити до деформації принципів функціонування ринку електричної енергії.

Ще одним механізмом, який варто дослідити, є сприяння державної політики розвитку альтернативної енергетики шляхом встановлення «зеленого тарифу» та оплати електростанціям споживачів, які виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел енергії, виробленої ними електроенергії в повному обсязі [11]. В реальних умовах ситуація дещо відрізняється від запланованої. Є певні категорії споживачів електроенергії, які в додаток до своєї основної діяльності за власним бажанням виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії. Якщо під час споживання енергії для своєї діяльності у підприємства залишається певний обсяг невикористаної електроенергії, виробленої з альтернативних джерел, держава купує за «зеленим тарифом» тільки цей відпущений в електричну мережу загального користування обсяг електроенергії. Це не стимулює споживачів до виробітку «зеленої енергії», і тим самим не сприяє внесення ними вкладу у зниження техногенного тиску на навколишнє середовище. Адже держава зобов'язана викупити всю вироблену з альтернативних джерел енергію, враховуючи і ту частку, яка спожита власне підприємством-виробником. Така проблема виникає через недосконалість та неврегульованість питань щодо приєднання власних альтернативних електростанцій до електричної мережі загального користування. Облік електроенергії, виробленої підприємством з альтернативних джерел, здійснюється зазвичай окремо від обліку електроенергії, спожитої з енергосистеми (або відпущеної в неї). Такий механізм потребує вдосконалення і, насамперед, перегляду правових та нормативних документів, а також правил ринку електроенергії, для можливого ефективного застосування його в якості інструмента для керування енергоефективністю.

Потреба в узгодженні пропозицій та попиту на електричну потужність з максимально досяжною точністю у реальному часі потребує звернення фокусу на споживачів з метою залучення їхніх технічних можливостей до регулювання навантаження та балансування ринку. Це може дозволити знизити непродуктивні витрати, підвищити ефективність енерговикористання, заощадити ПЕР. Отже, необхідно, щоб енергоринки були спроектовані таким чином, щоб забезпечувати стимули для споживачів приймати участь у регулюванні навантаження, зокрема шляхом підвищення енергоефективності. Споживачі повинні розглядатися як важливі учасники в питаннях підвищення енергоефективності та сприяти досягненню фінансових та екологічних вигод. До того ж, залучення кінцевих споживачів до підвищення енергоефективності та зменшення навантаження в пікові години може бути розглянуто в якості альтернативи використанню додаткових маневрових потужностей в пікові періоди, оскільки кількість годин пікового навантаження складає невелику частку від загальної. Досягнення енергоефективності та впровадження розподіленої генерації також можна вбачати потенційними способами скорочення витрат на передачу електричної енергії.

Вважається, що чим більше опцій має ринок, тим ефективнішим він буде перед таким, що виключає певні можливості [12]. Щоб впевнитись в тому, що ринок використовує більше свого потенціалу для конкурентоспроможності та ефективності, варто залучити енергоефективність в якості ресурсу і дозволити їй конкурувати в ринку з генерацією. Для цього необхідно попередньо розробити систему параметрів для оцінки енергоефективності, визначити умови їхнього вимірювання, контролю та можливості переведення значень цих параметрів в грошовий еквівалент з метою їхнього застосування для

врахування рівня енергоефективності в розрахунках в енергоринку України, а також розробити правила купівлі та продажу енергоефективності на ринку електричної енергії. Система контролю таких параметрів та економічних вигод, які можуть бути отримані споживачами за рахунок підвищення енергоефективності, може допомогти їм приймати зважені рішення в питаннях використання електроенергії та стимулювати їх до впровадження заходів з підвищення енергоефективності. Необхідним є також аналіз можливості включення послуг з енергоефективності до ринку допоміжних послуг.

Проаналізуємо керування енергоефективністю в світових ринках електричної енергії та досягнуті результати в цьому напрямку. Ринки PJM (Pennsylvania - New Jersey - Maryland Interconnection) та ISO NE (New England Independent System Operator) Сполучених Штатів Америки включили енергоефективність, як ресурс в структуру своїх ринків, дозволяючи їй конкурувати безпосередньо з генерацією. В цих двох ринках енергоефективність винагороджується, як взаємозамінюваний товар інших ресурсів, що пропонуються зі сторони попиту та пропозиції [12].

Компанія ISO New England функціонує на території декількох штатів США: Коннектикут, Мен, Массачусетс, Нью-Гемпшир, Род-Айленд, Вермонт. В цьому ринку під поняттям ресурсів зі сторони попиту розуміється скорочення споживачами споживання електричної енергії з мережі за дорученням системного оператора в обмін на компенсацію [13]. Ресурси, які приймають участь в ринку з боку попиту, поділяються на дві категорії: активні та пасивні. До активних відносяться ті, які скорочують навантаження у відповідь на вимоги системного оператора для забезпечення надійності системи або у відповідь на цінні сигнали. Пасивні ресурси з боку попиту спроектовані так, щоб заощаджувати електроенергію постійно, без вимог системного оператора. Вони охоплюють заходи з енергоефективності, такі як використання енергоефективних приладів та освітлення, передових технологій охолодження та опалення, а також обладнання для переміщення навантаження в години позапикового навантаження [13]. Учасники можуть реєструвати свої ресурси та приймати участь в ринку на добу наперед (Day-Ahead) та ринку реального часу (Real-Time), щоб мати право отримати компенсацію за зниження попиту за ринковими цінами в ті години, коли вони скорочують очікувані рівні енергоспоживання [13]. Пасивні ресурси були допущені до продажу в ринку потужності на рівні з іншими ресурсами в 2007 році. Станом на 2012 рік потужність пасивних ресурсів, запропонована для продажу в ринку досягала потужності 1500 МВт. Включення ресурсів, отриманих за рахунок енергоефективності, до участі в ринку дозволило відкласти модернізацію деяких передавальних систем і заощадити значну суму коштів (близько \$260 млн.) [12]. В PJM енергоефективність вперше почали продавати на аукціонах в 2009 році. Оскільки ринок працює на основі трирічних форвардних контрактів, показники енерговикористання, які повинні бути отримані в результаті впровадження заходів з енергоефективності, враховувалися в обсягах електропостачання на 2012 рік.

В штаті Огайо програми з енергоефективності пропонуються комунальними компаніями, які можуть продавати свої ресурси з енергоефективності в оптовий ринок на аукціоні ринку PJM, отримуючи кошти для відшкодування витрат на ці програми [14]. Програми з енергоефективності комунальних компаній створюють значні фінансові вигоди для споживачів у декілька способів: 1) допомагають знижувати споживачам попит на електроенергію, тим самим скорочуючи їхні витрати; 2) скорочення попиту та навантаження споживачів знижує вплив оптових цін, зокрема на короткі та середні часові періоди; 3) в конкурентному оптовому ринку потужності пропозиції цін на енергоефективні ресурси знижують оптові ціни; 4) забезпечення доходів для комунальних компаній, які подають заявки з пропозиціями по енергоефективності до аукціонів потужності оптового ринку, що дозволяє відшкодувати витрати на ці програми [14]. Згідно з [14] в штаті Огайо витрати на збереження однієї одиниці електроенергії шляхом впровадження програм з енергоефективності, нижчі від витрат, які необхідні для вироблення одиниці електроенергії. До того ж, за три роки впровадження програм з енергоефективності комунальні компанії досягли зниження середньої вартості електроенергії в розмірі \$ 0,011 за кВт*год.

Штат Техас за 2007-2011 роки опустився на значно нижчі позиції за показниками енергоефективності по країні, отже необхідним для штату стало визначення концепції досягнення енергоефективності в умовах конкурентного ринку електроенергії [12]. Наразі стандартні програми з енергоефективності комунальних компаній, а отже і придбання ресурсів ефективності, планується передати в ринок в адаптованій формі під керівництвом системного оператора ERCOT, де вони змогли б конкурувати з генерацією. В разі, якщо конкурентний ринок електроенергії в Техасі зможе визначати маржинальний вартісний вклад запропонованих заходів з енергоефективності, вони будуть впроваджені в ринок для конкуренції. В іншому випадку придбання енергоефективності буде враховуватися в процесі планування передачі та розподілу електроенергії системним оператором ERCOT як альтернатива спорудженню нових мереж передачі та розподілу [12].

Отже, в деяких американських конкурентних енергоринках енергоефективність приймає участь на правах товару, який продається та купується в енергоринку за певними правилами. Це дозволило досягнути певних позитивних результатів, що проявилися у зниженні витрат на будівництво генеруючих

потужностей, модернізацію електропередавальних систем, скороченні втрат електроенергії під час її передачі, зниження середньозваженої вартості електроенергії. Такий вплив позитивно відбивається не лише у фінансовому еквіваленті, а й у сповільненні темпів зростання попиту на електроенергію, що сьогодні є тенденцією для розвинених країн, підвищенні ефективності енерговикористання, зниженні енергоемності продукції та послуг, і, як наслідок, скороченні питомих витрат ПЕР.

Висновки

З метою скорочення споживання ПЕР та зменшення шкідливих викидів до навколишнього середовища учасників ринку електричної енергії необхідно стимулювати до підвищення енергоефективності. Підвищення енергоефективності також повинно розглядатися в якості альтернативи залученню додаткових потужностей для покриття попиту на електричну потужність (електроенергію) та потенційного способу скорочення витрат на передавання електричної енергії.

Існуючі механізми стимулювання не дозволяють повноцінно вирішувати поставлені завдання в умовах запровадження в Україні конкурентного ринку електричної енергії і потребують адаптації для забезпечення їхнього органічного поєднання з механізмами енергоринку задля уникнення деформації принципів функціонування лібералізованого ринку електричної енергії. Запровадження досвіду світових конкурентних енергоринків щодо залучення енергоефективності на правах товару сприятиме вирішенню поставлених завдань в РДДБР, який сьогодні запроваджується в Україні. Для цього необхідно попередньо розробити систему параметрів для оцінки енергоефективності в умовах енергоринку, визначити можливість їхнього вимірювання і контролю, розробити правила купівлі та продажу енергоефективності в РДДБР.

Література

1. Статистичний бюлетень «Викиди забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення» / Режим доступу до ресурсу: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm
2. Статистичний збірник «Довкілля України 2011» / Державна служба статистики України, 2012 / Режим доступу до ресурсу: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm
3. Збірник «Статистичний щорічник України за 2011 рік» / Київ, ТОВ «Август Трейд», 2012. / Режим доступу до ресурсу: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm
4. Статистичний збірник «Україна у цифрах 2012» / Державна служба статистики України, 2013 / Режим доступу до ресурсу: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm
5. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату / Міжнародний документ від 11.12.1997
6. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату / Міжнародний документ від 09.05.1992
7. Про засади функціонування ринку електричної енергії [Електронний ресурс]: закон України [прийнято Верхов. Радою 24 жовтня 2013 р. № 663-VII]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/663-18>
8. Пояснювальна записка від 07.11.2012 до проекту Закону України «Про засади функціонування ринку електричної енергії України»
9. Коцарь О.В., Варганова О.В. Стимулирование генерирующих энергокомпаний и потребителей к повышению энергоэффективности и сокращению вредных выбросов // Энергетика: экономика, технологии, экология, 2012. – № 2 – с. 40-44.
10. Маляренко В. А., Нечмоглод И. Е., Колотило И. Д., Неравномерность графика нагрузки энергосистемы и способы ее выравнивания // Світлотехніка та Електроенергетика, 2011. – № 4 – с. 61-66.
11. Про електроенергетику [Електронний ресурс]: закон України [прийнято Верхов. Радою, перша редакція: протокол № 575/97-ВР від 16.10.1997, остання редакція: протокол № 575/97-ВР від 27.04.2014 на підставі 1207-18]. – Режим доступу: zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-вр
12. Toward a More Efficient Electric Market: New Frameworks for Advancing Energy Efficiency in Texas. – SPEER, June 2013. Режим доступу до документу: <http://eepartnership.files.wordpress.com/2013/06/toward-a-more-efficient-electric-market-june-2013.pdf>
13. Офіційний сайт системного оператора ISO New England. Режим доступу до ресурсу: http://www.iso-ne.com/genrtion_resrcs/dr/dr_gen_info/index.html
14. Ohio's Energy Efficiency Resource Standard: Impacts on the Ohio Wholesale Electricity Market and Benefits to the State // Max Neubauer, Ben Foster, R. Neal Elliott, David White and Rick Hornby, – Washington, April 2013 – Report Number E138. Режим доступу до ресурсу: http://www.ohiomfg.com/legacy/communities/energy/OMA-ACEEE_Study_Ohio_Energy_Efficiency_Standard.pdf

Y. PAVLOVA, postgraduate student,
O. KOTSAR, Ph.D, Ass.Prof.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT IN LIBERALIZED ELECTRICITY MARKETS

In this paper the expediency of defining mechanisms and tools of electricity markets that allow to solve not only the main tasks of Ukrainian electricity market – providing customers with fair access to energy resources on a competitive basis - but also would stimulate market participants for their efficient usage is justified. This paper presents the analysis of the results of the world liberalized electricity markets functioning, explore ways and results of including into electricity payments energy efficiency indices in the competitive markets. According to the analysis results the conclusion about necessity of investigating the ways and determining the methods of energy efficiency involvement into the range of commodities in the Bilateral Contracts Market and Balancing Market, that is being implemented in Ukraine today, is made. The directions of further researches and the tasks for solving are determined.

Keywords: energy efficiency, electricity market, liberalized markets, management.

References

1. Statistical bulletin «Emissions of pollutants and greenhouse gases into the atmosphere from stationary sources» / Access: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ7_u.html
2. Statistics digest «Environment in Ukraine 2011» / State Statistics Service of Ukraine, 2012 / Access: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ7_u.html
3. Composite book «Statistical Yearbook of Ukraine for 2011» / Kyiv, LLC «August Trade», 2012. / Access: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm
4. Statistics digest «Ukraine in numbers, 2012» / State Statistics Service of Ukraine, 2013 / Access: http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm
5. United Nations, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, (1998).
6. The United Nations Framework Convention on Climate Change / International document, 09.05.1992
7. Law of Ukraine from 24.10.2013 № 663-VII «About the principles of the electricity market functioning».
8. Explanatory Note from 07.11.2012 to the draft law of Ukraine «About the principles of the electricity market functioning»
9. O. Kotsar, O. Varganova. Stimulation of power generating companies and consumers to improve energy efficiency and reduce harmful emissions // Energetic: economy, technology, ecology, 2012. – № 2 – p. 40-44.
10. V. Maliarenko, I. Nechmoglod, I. Kolotylo, Load curve irregularity in energy system and methods of its adequation // Lighting and Power, 2011. – № 4 – p. 61-66.
11. Law of Ukraine from 27.04.2014 «On electricity» / Approved by the Verkhovna Rada of Ukraine
12. Toward a More Efficient Electric Market: New Frameworks for Advancing Energy Efficiency in Texas. – SPEER, June 2013. Access: <http://eepartnership.files.wordpress.com/2013/06/toward-a-more-efficient-electric-market-june-2013.pdf>
13. Official site of New England Independent System Operator. Access: http://www.iso-ne.com/genrntion_resrcs/dr/dr_gen_info/index.html
14. Ohio's Energy Efficiency Resource Standard: Impacts on the Ohio Wholesale Electricity Market and Benefits to the State // Max Neubauer, Ben Foster, R. Neal Elliott, David White and Rick Hornby, – Washington, April 2013 – Report Number E138. Access: http://www.ohiomfg.com/legacy/communities/energy/OMAACEEE_Study_Ohio_Energy_Efficiency_Standard.pdf

УДК 621.31

Ю.С. Павлова, аспирант,

О.В. Коцарь, канд. техн. наук, доцент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ В ЛИБЕРАЛИЗОВАННЫХ РЫНКАХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В работе обоснована целесообразность определения механизмов и инструментов рынков электрической энергии, позволяющих решать не только главные задачи энергорынка Украины – обеспечение справедливого доступа потребителей к энергоресурсам на конкурентных началах по справедливой цене, – но и стимулировали бы участников рынка к их эффективному использованию. В работе представлен анализ результатов функционирования мировых либерализованных рынков электрической энергии, исследованы способы и результаты учета показателей энергоэффективности во время расчетов за электроэнергию в конкурентных рынках. По результатам анализа сделан вывод о

необходимости исследования путей и определения методов привлечения энергоэффективности к ассортименту товаров в рынке двусторонних договоров и балансирующем рынке, который сегодня вводится в Украине. Определены направления дальнейших исследований и задачи, которые необходимо решить.

Ключевые слова: энергоэффективность, рынок электроэнергии, конкурентный рынок, управление.

УДК 621.31

Ю.О. РАСЬКО, аспірант
О.В. КОЦАР, канд.техн.наук, доцент,
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ, ОБЛІКУ ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ В УМОВАХ РИНКУ ДВОСТОРОННІХ ДОГОВОРІВ ТА БАЛАНСУЮЧОГО РИНКУ

В роботі обґрунтовується застосування автоматичних системи контролю, обліку та керування електроспоживанням (АСКОЕ) для керування попитом на електричну енергію в умовах ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку. Розглянуто склад АСКОЕ в загальному вигляді, призначення кожного компоненту системи. Наведено функціональну схему побудови пристроїв збирання та передавання даних (ПЗПД). Проведено аналіз вимог до апаратно-програмного забезпечення та шляхи вирішення існуючих проблем при побудові ПЗПД.

Ключові слова: автоматизація, ринок енергії, облік електроенергії, споживання, програмне забезпечення, вимірювальна техніка.

Вступ

Поступовий перехід Оптового ринку електроенергії (ОРЕ) України від моделі ринку «єдиного покупця» до ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку (РДДБР) вимагає створення повноцінного балансуючого механізму, спроможного забезпечити ефективне керування режимами виробітку й споживання електричної потужності в реальному часі. Повномасштабний РДДБР охоплює кілька ринків [1]:

- ринок двохсторонніх договорів (РДД), на якому покупці і продавці укладають контракти на постачання електричної потужності (електроенергії) на довгострокові періоди (місяць, рік тощо);
- ринок «на добу наперед» (РДН), на якому уточнюються законтраковані на РДД обсяги електропостачання на наступну добу;
- балансуючий ринок (БР), на якому в реальному часі узгоджуються поточні рівні попиту й пропозиції на електричну потужність (електроенергію).

Одночасно, запровадження РДДБР вимагатиме від споживачів високої самодисципліни, пов'язаної із неухильним виконанням замовлених ними режимів електроспоживання. Адже на відміну від «пулу», де за невиконання замовлених режимів споживання електричної потужності (електроенергії) розраховуються всі суб'єкти ОРЕ, сплачуючи в результаті середньозважену ринкову ціну на електроенергію, в РДДБР кожний споживач буде розраховуватися за порушення замовленого ним графіка навантаження самостійно, закупаючи необхідну йому електричну потужність на БР. Такі умови вимагатимуть від кваліфікованих споживачів, які виходять на РДДБР, зі всією ретельністю і відповідальністю ставитися до завдань прогнозування попиту на електричну потужність (електроенергію) та керування власними режимами електроспоживання [2].

В результаті кваліфіковані споживачі – суб'єкти РДДБР, які максимально притримуються замовлених режимів споживання електричної потужності (електроенергії) та у взаємодії із системним оператором (СО) приймають активну участь в балансуванні ринку, можуть і мають повне право очікувати на мінімізацію витрат на електроенергетичні ресурси [2, 3, 4].

Аналіз системи контролю, обліку та керування електроспоживанням

Загально відомо, що найбільш заощадливий режим виробітку електроенергії (тобто мінімальні витрати паливно-енергетичних ресурсів /ПЕР/ на виробіток 1 кВт*год електроенергії) відбувається за рівномірного графіку використання електричної потужності в часі. В умовах, коли рівномірного графіку електроспоживання досягти практично неможливо, найбільшої економії ПЕР можна досягти через