

УДК 620.92:621.31

КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ІНСТРУМЕНТАМИ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**О. В. Коцар, Ю. С. Павлова**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
 просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна. E-mail: kovpers@ukr.net, pavlova90@mail.ru

Проаналізовано досвід керування енергоефективністю на світових ринках електричної енергії, обґрунтовано необхідність розроблення і впровадження нових механізмів та інструментів стимулювання учасників енергоринку України до ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів і скорочення шкідливих викидів. Запропоновано шляхи залучення енергоефективності до ринкових процесів в Україні, досліджено механізми визначення результатів упровадження енергоефективних проектів та їхнього врахування під час розрахунків за електричну енергію. За результатами аналізу визначено способи залучення кваліфікованих споживачів до участі в ринку двосторонніх договорів і балансууючому ринку як постачальників енергоефективних ресурсів, запропоновано механізми та відповідний інструментарій купівлі/продажу енергоефективності в ринку «на добу наперед».

Ключові слова: енергоефективність, енергоефективний проект, керування енергозбереженням, лібералізовані ринки, ринок електричної енергії.

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ИНСТРУМЕНТАМИ РЫНКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**О. В. Коцарь, Ю. С. Павлова**

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
 просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина. E-mail: kovpers@ukr.net, pavlova90@mail.ru

Проанализирован опыт управления энергоэффективностью на мировых рынках электрической энергии, обоснована необходимость разработки и внедрения новых механизмов и инструментов стимулирования участников энергорынка Украины к эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов и сокращению вредных выбросов. Предложены пути привлечения энергоэффективности к рыночным процессам в Украине, исследованы механизмы определения результатов внедрения энергоэффективных проектов и их учета при расчетах за электрическую энергию. На основе результатов анализа определены способы привлечения квалифицированных потребителей на рынок двухсторонних договоров и балансирующий рынок в качестве поставщиков энергоэффективных ресурсов, предложены механизмы и соответствующий инструментарий покупки/продажи энергоэффективности на рынке «на сутки наперед».

Ключевые слова: энергоэффективность, энергоэффективный проект, управление энергосбережением, либерализованные рынки, рынок электрической энергии.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Надійне і доступне електропостачання є не лише невід'ємною частиною життя сучасного суспільства, а й важливим фактором економічного процвітання і необхідною умовою забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної промислової продукції на світових ринках. У той же час слід пам'ятати, що процеси виробництва електричної енергії сьогодні базуються переважно на переробці вичерпних викопних паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і супроводжуються тенденцією збільшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє середовище. Таким чином, забезпечення надійного електропостачання відповідно до попиту за допустимих екологічних наслідків потребує підвищення ефективності використання електричної енергії, що, в свою чергу, вимагає глибокого реформування електроенергетичного сектору України та вдосконалення нормативно-законодавчої бази з метою стимулювання електроенергетичних підприємств та кінцевих споживачів до зменшення питомих витрат ПЕР і скорочення шкідливих викидів.

Одним з найефективніших шляхів розвитку сучасної електроенергетики вважається лібералізація ринків електричної енергії, що сьогодні реалізовано в переважній більшості країн світу. Саме в лібералізованих енергоринках через конкуренцію утворюються стимули для підвищення ефективності енерговикористання. До того ж, прозорість лібералізованих енергоринків, що так само зумовлена конкурен-

цією, зазвичай дозволяє приймати оптимальні інвестиційні рішення та створює стимули для удосконалення бази щодо реалізації цільових законодавчих заходів з метою вирішення екологічних проблем [1].

Відповідно до прийнятого в жовтні 2013 року Закону України (ЗУ) «Про засади функціонування ринку електричної енергії» [2] в Україні сьогодні продовжуються процеси лібералізації доступу споживачів до електроенергетичних ресурсів, зокрема шляхом запровадження ринку двосторонніх договорів та балансууючого ринку (РДДБР). Очікується, що перехід від ринку електричної енергії за моделлю «єдиного покупця» до РДДБР сприятиме підвищенню ефективності виробітку, передавання, розподілення, постачання та використання електричної енергії. Проте, актуальна модель РДДБР не містить достатнього інструментарію для керування енергоефективністю. Тому, оскільки в більшості економічно розвинених країн світу, в яких ринкові механізми утворюють головний спосіб розподілу енергоресурсів, стимулюванню енергозбереження на сьогоднішній день приділяється велика увага, з метою дослідження ефективності запроваджуваної в Україні моделі енергоринку в аспекті стимулювання його учасників до енергозбереження та підвищення енергоефективності, доцільно звернутися до досвіду світових енергетичних ринків.

Враховуючи те, що енергозбереження спрямовано на економічне витрачання енергетичних ресурсів

та підвищення енергоефективності, а під енергоефективністю розуміють раціональне використання ПЕР з дотриманням вимог щодо захисту навколишнього середовища за умови збереження належної якості послуг і відповідного рівня виробництва [3], політика розвинених країн світу та принципи побудови і функціонування енергетичних ринків спрямовані саме на стимулювання підвищення ефективності енерговикористання. Зокрема, в конкурентних ринках електричної енергії США енергоефективність продається та купується в енергетичних ринках на правах товару, що призвело до зниження витрат на будівництво генеруючих потужностей і модернізацію електропередавальних систем та скорочення витрат електроенергії. В результаті це позитивно відтворилося не лише у фінансовому еквіваленті, а й у сповільненні темпів зростання попиту на електроенергію, підвищенні ефективності енерговикористання і, як наслідок, скороченні питомих витрат ПЕР [4].

Приймаючи до уваги, що процеси реформування ринку електричної енергії в Україні сьогодні лише розпочинаються, є доцільним використання в РДДБР найкращих світових практик з керування енергозбереженням та енергоефективністю, які б органічно поєднувалися із механізмами ринку електричної енергії і не деформували б при цьому його базові принципи.

Мета роботи – на підставі результатів аналізу світового досвіду керування енергоефективністю в лібералізованих ринках електричної енергії виокремити, вдосконалити, а за необхідності, розробити нові механізми та інструменти стимулювання учасників енергоринку України до ефективного використання ПЕР і скорочення шкідливих викидів. Дослідити шляхи залучення енергоефективності до ринкових процесів. Проаналізувати можливість та запропонувати механізми купівлі/продажу енергоефективності в РДДБР. Запропонувати способи залучення кваліфікованих споживачів до участі в РДДБР в якості постачальників ресурсів та розробити механізми компенсації таким споживачам витрат на реалізацію енергоефективних проектів відповідно до їхнього внеску у вирішення завдань енергозбереження та скорочення шкідливих викидів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Як вже зазначалося вище, на окремих ринках електричної енергії США протягом декількох останніх років енергоефективність залучається до участі в ринку на правах товару, який продається і купується за певними правилами. Для стимулювання учасників ринку до впровадження енергозберігаючих технологій з метою підвищення ефективності їхньої діяльності та конкурентоспроможності, в таких ринках енергоефективність вважається ресурсом, який може бути запропонований з боку попиту подібно до інших товарів [4]. Залучення кінцевих споживачів до участі в регулюванні навантаження та зниження рівня електроспоживання, зокрема через підвищення енергоефективності, дозволяє зменшувати непродуктивні витрати електроенергії, заощаджувати ПЕР, скорочувати шкідливі викиди. А система контролю економічних вигод, які можуть бути отримані спо-

живачами за рахунок підвищення енергоефективності, допомагає їм приймати зважені рішення щодо використання електроенергії та стимулювати до впровадження енергоефективних технологій.

Тут доречно зауважити, що Україна має один з найнижчих рівнів енергоефективності серед розвинених країн світу, не зважаючи на те, що в останні роки масово впроваджуються державні та комерційні проекти з підвищення енергоефективності, зокрема із залученням іноземних інвестицій. Але впровадження енергоефективних технологій не лише вимагає від споживачів значних капіталовкладень, а й має тривалий термін окупності [5]. До того ж в ЗУ [2] приділяється надто замало уваги питанням енергоефективності. Зокрема, в статті 3 [2] зазначено, що «...функціонування ринку повинне здійснюватись на принципах енергоефективності та захисту навколишнього природного середовища». В статті 15 [2] зазначено, що «...розподільні підприємства повинні здійснювати планування розвитку місцевих електричних мереж з урахуванням заходів з енергоефективності та керування попитом». Отже можна стверджувати, що чинною редакцією ЗУ [2] сьогодні не передбачається дієвих інструментів стимулювання споживачів до впровадження енергоефективних технологій та механізмів щодо компенсації витрат на такі проекти.

Для аналізу створення в РДДБР механізмів стимулювання учасників до ефективного використання ПЕР, проаналізуємо керування енергозбереженням в одному з передових ринків електричної енергії США – ринку PJM (Pennsylvania-New Jersey-Maryland), який функціонує на території декількох східних штатів та в окрузі Колумбія. Координування «переміщення» оптової електричної енергії по всій території PJM здійснює регіональна організація з передачі електроенергії – PJM Interconnection, що діє як нейтральний регулятор, який забезпечує рівноправний доступ до системи передавання електричної енергії конкуруючих постачальників та споживачів електричної енергії. Оскільки в PJM здатність споживача скорочувати попит на електроенергію вважається еквівалентною до здатності виробника підвищувати виробіток електричної енергії, правила цього ринку надають можливість кінцевим споживачам продавати ресурси з боку попиту у вигляді енергоефективних ресурсів або шляхом керування попитом на електричну потужність (електроенергію), утворюючи в такий спосіб конкуренцію електрогенерувальним компаніям – виробникам електричної енергії [6].

Енергоефективними (ЕЕ) ресурсами в PJM вважаються проекти з упровадження устаткування зі зниженим рівнем енергоспоживання або з упровадження більш ефективних процесів і систем (порівняно з поточними нормами, стандартами, характеристиками), які повинні призводити до постійного тривалого скорочення кінцевого споживання електричної енергії споживачем у визначені години доби впродовж всього періоду постачання ЕЕ ресурсу, не передбачаючи при цьому втручання оператора, ручного керування та команд диспетчера. Продаж ЕЕ ресурсів кінцевими споживачами відбувається поді-

бно до продажу потужності генерувальними компаніями в ринку потужності PJM, що функціонує за моделлю ціноутворення з урахуванням надійності (Reliability Pricing Model /RPM/).

Керування попитом також може пропонуватися, як форвардний ресурс потужності за RPM, але таке керування передбачає скорочення кінцевими споживачами їхнього попиту на електричну енергію у відповідь на вимоги енергосистеми, тому вважається, що такі ресурси знаходяться у розпорядженні диспетчера. Споживачі мають можливість одночасно пропонувати на ринку потужності EE ресурси та керування попитом, якщо це досягається незалежно від EE проекту [7]. Це дозволяє споживачам перевести в грошовий еквівалент їхню здатність зменшувати навантаження за необхідності, а також отримувати певну компенсацію за реалізацію EE проектів. Таким чином, споживач не лише економить кошти в результаті змінення характеру власного навантаження, а й отримує регулярний додатковий дохід за внесок у підвищення надійності енергосистеми. На відміну від EE ресурсів, керування попитом пропонується споживачами не лише на аукціонах потужності у вигляді форвардного ресурсу потужності, а й також приймає участь в інших складових ринку PJM. Зокрема, в ринку планування резерву на добу (як складової ринку PJM «на добу наперед» («Day-Ahead Market» /DAM/) споживачі пропонують добровільне скорочення власного споживання електроенергії, як альтернативу пропозиціям виробників із забезпечення 30-хвилинних резервів виробітку електроенергії на наступну добу. На ринку синхронізованого резерву PJM споживачі можуть пропонувати їхню здатність та готовність терміново скоротити власне навантаження (протягом декількох хвилин) у разі термінової необхідності. На ринку регулювання PJM споживачі можуть пропонувати електропостачальним компаніям запровадження короткострокових змін у власному споживанні для виконання зобов'язань цих компаній з регулювання з метою узгодження поточного попиту та пропозицій ринку [6].

Ринок потужності PJM спроектований з метою забезпечення достатньої кількості ресурсів для задоволення попиту на електричну енергію в будь-який час. Функціонування ринку базується на створенні зобов'язань із постачання потужності (зокрема енергоефективних ресурсів) відповідно до потреб в електричній енергії через ринкові механізми у вигляді двосторонньої торгівлі та аукціонів на постачання потужності. Після того, як учасники ринку узгоджують види та обсяги ресурсів, які вони будуть постачати самостійно або через контракти, залишкова потужність реалізується на аукціонах потужності. В ринку потужності PJM EE ресурс може пропонуватися на період не більший, ніж чотири роки поспіль, у вигляді ресурсу потужності на аукціонах за моделлю RPM або для такого ресурсу як альтернативи аукціонам, узгоджується фіксований план щодо постачання потужності на визначений період (до чотирьох років поспіль) у разі, якщо ресурс матиме усталену продуктивність. За такий ресурс впродовж року постачання отримується певна

сума коштів, що дорівнює кліринговій ціні аукціону на території постачання, помноженій на кількість розпроданих МВт на аукціоні. Для участі в ринку потужності споживач повинен стати членом ринку PJM або звернутися до постачальників послуг зі скорочення попиту (Curtailment Service Provider /CSP/), які представляють інтереси споживача в оптовому ринку та сприяють фінансовим розрахункам з ринком PJM [6, 7].

Важливо зазначити, що ринок PJM не є поодиноким прикладом торгівлі енергоефективністю. Зокрема, в ринку New England, що функціонує на території шести східних штатів США: Коннектикут, Мен, Массачусетс, Нью-Гемпшир, Род-Айленд, Вермонт, енергоефективність так само продається та купується, як ресурс [4, 8]. Компанія ISO New England (New England Independent System Operator /ISO NE/), що є системним оператором цього ринку, почала враховувати енергоефективність, як ресурс потужності з боку попиту, в аукціонах форвардного ринку потужності ще декілька років тому. В ринку New England під поняттям ресурсів з боку попиту розуміється скорочення споживачами їхнього навантаження та, відповідно, електроспоживання з подальшою компенсацією витрат. Важливо зазначити, що ресурси, які приймають участь в ринку New England з боку попиту, поділяються на дві категорії: активні та пасивні. До активних відносяться такі ресурси, які дозволяють зменшити навантаження відповідно до вимог ISO NE з метою підвищення надійності або у відповідь на цінові сигнали. Пасивні ресурси спрямовані на постійне заощадження електроенергії без вимог ISO NE. Прикладами пасивних ресурсів є проекти з підвищення енергоефективності, зокрема використання EE устаткування та освітлення, передових технологій охолодження та опалення, а також застосування споживачів-регуляторів з метою зсуву навантаження в позапіковові години доби. Пасивні ресурси було допущено до продажу на ринку потужності New England разом з іншими ресурсами в 2007 році. Долучення до участі в ринку таких ресурсів, отриманих за рахунок енергоефективності, дозволило частково відкласти модернізацію передавальних систем і зекономити значну суму коштів [8].

З огляду на позитивний світовий досвід було б доцільним розроблення та впровадження в РДДБ механізмів продажу потужності, отриманої за рахунок EE ресурсів задля підвищення конкурентоспроможності споживачів, що впроваджують EE технології. Але на відміну, наприклад, від PJM, який об'єднує ринки електричної енергії, потужності, допоміжних послуг (що в свою чергу складається з ринків регулювання та синхронізованого резерву), РДДБ України є ринком електричної енергії та допоміжних послуг. Повномасштабний РДДБ охоплює [2, 9]:

- ринок двосторонніх договорів (РДД), в якому за двосторонніми договорами законтрактуються обсяги електричної енергії на довгостроковий період;

- ринок «на добу наперед» (РДН), в якому уточнюється графік використання законтракованих на РДД обсягів електроенергії наступної доби;

– балансуючий ринок (БР), в якому системним оператором (СО) в реальному часі узгоджуються поточні рівні попиту та пропозицій на електричну потужність (електроенергію) за результатами відбору поданих учасниками балансування пропозицій та заявок;

– ринок допоміжних послуг, де на конкурентних засадах СО закуповуються допоміжні послуги у їхніх постачальників для забезпечення усталеного надійного функціонування об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України та нормованої якості електричної енергії.

Закупівля електричної енергії кінцевими споживачами, які не є суб'єктами РДДБР, в Україні здійснюється на роздрібному ринку за регульованими тарифами.

Отже, можна сказати, що подібно до керування попитом, яке пропонується споживачами в РМ, в РДДБР передбачається залучення кінцевих споживачів – суб'єктів РДДБР до балансування ринку шляхом використання їхніх технічних можливостей з регулювання електричного навантаження для узгодження поточного попиту та пропозицій [2, 9]. Проте, в РДДБР керування попитом не вважається пропозицією ресурсу потужності з боку попиту, а заохочення споживачів, що скорочують навантаження за рахунок реалізації ЕЕ проектів, наразі не розглядається. До того ж, постачання послуг кваліфікованими споживачами – суб'єктами РДДБР чинною редакцією ЗУ не передбачено. З метою визначення шляхів залучення енергоефективності до участі в РДДБР розглянемо основні аспекти функціонування РДДБР та запропонуємо можливі механізми реалізації процедури продажу енергоефективності, що отримана від впровадження ЕЕ технологій, у вигляді певних обсягів заощадженої електроенергії.

Оскільки, як вже зазначалося, чинною редакцією ЗУ [2] у РДДБР не передбачено ринку потужності та проведення довгострокових аукціонів з продажу потужності, механізми та інструменти з торгівлі ЕЕ ресурсами пропонується інтегрувати до РДН. Продаж електричної енергії в РДН здійснюється її виробниками та гарантованим покупцем, який забезпечує виконання гарантій держави щодо закупівлі за двосторонніми договорами всієї електричної енергії у виробників, яким встановлено «зелений тариф» на визначених ЗУ умовах. Купувати електричну енергію в РДН можуть всі суб'єкти РДДБР, зокрема кваліфіковані споживачі, які набули відповідно до законодавства статус незалежних постачальників. З метою продажу (купівлі) електричної енергії учасники ринку подають оператору РДН пропозиції (заявки) із зазначенням інформації щодо електроенергетичних ресурсів, які вони мають намір продати (купити), пропонованої ними ціни продажу (купівлі) та періодів/термінів постачання цих ресурсів. За результатами проведення торгів оператор РДН визначає обсяги та ціни на електроенергетичні ресурси за принципом маржинального ціноутворення на основі балансу сукупного попиту і сукупної пропозиції, та укладає договори із учасниками РДН [2]. У разі реалізації споживачем ЕЕ проекту, обсяги спо-

живання ним електроенергії очікувано зменшаться (цілком зрозуміло, що йдеться про зменшення електроспоживання за умови збереження таким споживачем відповідного рівня виробництва). Звичайно, при цьому споживач зекономить певні кошти під час оплати за споживану електроенергію. Разом із тим, це також дозволить заощадити викопне паливо та зменшити шкідливі викиди, а також запобігти витратам на впровадження зайвих генеруючих потужностей, що має додатково винагороджуватися з метою стимулювання кінцевих споживачів до впровадження ЕЕ технологій.

В ринку потужності РМ для визначення обсягів пропозицій потужності з боку постачальника ЕЕ ресурсу, створення зобов'язань із постачання потужності між учасниками ринку та для проведення фінансових розрахунків за ЕЕ ресурси використовується значення очікуваного скорочення попиту в МВт у визначені години у вигляді показника номінальної кількості енергоефективності (Nominated Energy Efficiency Value /NEEV/) [7]. Подібно до ринку потужності РМ, в РДН для оцінювання рівня досягнутої енергоефективності можна враховувати кількість заощадженої електроенергії. З цією метою необхідно розробити відповідні методики та інтегрувати до РДН механізми визначення основних характеристик та показників, які застосовуватимуться для порівняння даних по об'єкту енергозбереження до та після реалізації ЕЕ проекту, зокрема, базового графіку навантаження та обсягів споживання електричної енергії на підставі прогнозів (що базуються, зокрема, на статистичних даних), очікуваного післяінсталяційного графіку навантаження та обсягів споживання електроенергії після реалізації ЕЕ проекту на базі детальних даних та характеристик проекту, а також обсягів заощадженої електроенергії. Таким чином, споживач сплачуватиме за фактично спожитий обсяг електроенергії (що має дорівнювати очікуваному) після реалізації ЕЕ проекту, а умовна кількість збереженої енергії (тобто скорочення обсягу електроспоживання) в такому випадку може бути оплачена за певними правилами. Обов'язкова оплата заощадженої електроенергії може бути покладена на гарантованого покупця з подальшим врахуванням сплаченої ним суми з метою визначення ціни електроенергії на наступну добу в РДН за принципом маржинального ціноутворення [2]. Таким чином, частина коштів, витрачених споживачем на реалізацію ЕЕ проекту, може бути розподілена між іншими учасниками ринку з метою компенсації споживачу його витрат на реалізацію ЕЕ проектів пропорційно його внеску до підвищення ефективності енерговикористання і скорочення шкідливих викидів. У разі ж недотримання цим споживачем очікуваного графіку навантаження та невиконання зобов'язань щодо обсягу заощадження електроенергії впродовж визначеного терміну, на нього можуть бути накладені певні санкції.

Для розроблення механізмів залучення ЕЕ ресурсів до РДДБР та супроводжуючої документації пропонується скористатися практикою ринку РМ, в якому головною вимогою для постачальника ЕЕ ресурсів є можливість виконання вимірювання та

верифікації NEEV протягом термінів їхнього постачання [7]. На рис. 1 наведено діаграму потоків даних (Data Flow Diagram /DFD/) за методологією Гейна-Сарсона [10], що ілюструє процеси створення, оброблення та передавання даних щодо ЕЕ ресурсу в ринку PJM. Для участі ЕЕ ресурсу в ринку потужності PJM його постачальник перш за все повинен у визначений термін до початку аукціону (на якому пропонуватиметься цей ресурс) або до кінцевого терміну узгодження плану потужності підготувати та надати на перевірку до PJM Interconnection план вимірювання та верифікації (Measurement & Verification Plan /M&V-план/), вимоги до якого встановлюються керівними документами ринку PJM. M&V-план містить загальну інформацію щодо ЕЕ проекту, специфікацію встановленого в межах проекту устаткування, фінансові розрахунки і декілька основних розділів, в яких надається така інформація [7]:

- опис базових умов функціонування об'єкту до впровадження ЕЕ проекту;

- обрана згідно вимог керівних документів методологія визначення базового графіку навантаження, а також всі необхідні дані та розрахунки, що пов'язані з його визначенням;

- методологія, що використовуються для визначення очікуваного навантаження після реалізації ЕЕ проекту, та обґрунтування її застосування;

- розрахунки очікуваних обсягів скорочення попиту на електроенергію у вигляді запланованої NEEV ресурсу згідно запропонованої методології;

- перелік параметрів та змінних, що будуть вимірюватися задля визначення NEEV;

- детальний опис діяльності з вимірювання та оброблення даних, зокрема інтервали вимірювань, періоди моніторингу, порядок збирання, оброблення та зберігання даних;

- методологія верифікації того, що енергоефективне устаткування встановлено, коректно функціонує та має потенціал для генерування очікуваної NEEV. Методологія обирається згідно міжнародного протоколу вимірювань та верифікації ефекту від енергозбереження (International Performance Measurement and Verification Protocol /IPMVP/) [11] та може передбачати проведення досліджень, інспектування об'єкту й устаткування, вимірювання, короткостроковий облік тощо [7].

Всі дані, припущення та процедури M&V-плану повинні бути ретельно та детально прописані з метою можливості подальшого їхнього представлення для проведення аудиту третіми особами. В ринку PJM також передбачені терміни для подання оновленого плану на випадок, якщо у постачальника виникне потреба внести зміни та коригування до існуючого M&V-плану. Варто нагадати, що в ринку PJM головним показником для оцінювання ефекту від реалізації ЕЕ проекту є NEEV, що визначається в МВт.

Розроблений M&V-план подається оператору ринку для перевірки та затвердження, після чого для постачальника ЕЕ ресурсу узгоджується заплановане очікуване значення NEEV. Впродовж всього терміну реалізації проекту постачальник ЕЕ ресурсу проводить заплановані вимірювання, здійснює верифіка-

цію встановленого устаткування, визначає NEEV, після чого вносить отримані результати до післяінсталяційного M&V-звіту (Post-Installation Measurement & Verification Report). Цей документ повинен також містити всі оновлення, зміни та відхилення від M&V-плану і подається на валідацію до PJM Interconnection. Вимоги до M&V-плану та післяінсталяційного M&V-звіту встановлюються керівними документами PJM. Затверджений оператором ринку M&V-звіт визначає існуючу післяінсталяційну NEEV ЕЕ ресурсу для його постачальника, яка в подальшому використовується для перевірення пропозицій постачальника ЕЕ ресурсу на аукціоні. Постачальник ЕЕ ресурсу може завершити реалізацію ЕЕ проекту та надати M&V-звіт після проведення аукціону потужності за певний термін до початку року постачання. В такому випадку всі необхідні для аукціону дані надаються з останнього оновленого M&V-плану. Для надання пропозиції щодо потужності на аукціоні постачальнику необхідно зареєструвати всі дані щодо ЕЕ ресурсу в електронній системі eRPM, до якої він також заносить всю наявну кількість ЕЕ енергоресурсу (NEEV) у МВт [7].

Функціонування ринку потужності PJM відбувається через проведення щорічних (в травні місяці) базових залишкових аукціонів (Base Residual Auction /BRA/), а також додаткових аукціонів (Incremental Auctions /IA/) у визначені терміни до початку року постачання. Переважна більшість ресурсів потужності розпродається під час BRA. Додатково до кожного BRA проводяться три IA з метою балансування імовірних змін у прогнозах навантаження та з метою дозволити постачальникам ЕЕ ресурсів додатково уточнювати свої пропозиції щодо потужності, якщо вони завершили реалізацію ЕЕ проекту та затвердили M&V-звіт після проведення базового аукціону [7]. Рік постачання починається 1 червня через три роки після проведеного в травні BRA.

На діаграмі представлено процес проведення базового аукціону у випадку, коли постачальник ЕЕ ресурсу до його початку завершує реалізацію ЕЕ проекту та надає всі необхідні документи оператору ринку. На такому аукціоні постачальник ЕЕ ресурсу може пропонувати певну кількість NEEV, що не перевищує наявну. Оброблені системою eRPM дані є основою для проведення аукціонів потужності. Результати аукціону оприлюднюються також за допомогою системи eRPM і в подальшому використовуються для контролю зобов'язань з постачання потужності постачальником ЕЕ ресурсу.

Після успішно проведеного аукціону ЕЕ ресурс постачається впродовж визначеного періоду, під час якого здійснюються всі заплановані вимірювання для подальшого розрахунку фактичної NEEV згідно обумовлених M&V-планом методологій. PJM Interconnection залишає за собою право в будь-який час провести енергетичний аудит реалізованого ЕЕ проекту до або після початку постачання ЕЕ ресурсу та порівняти результати з тими, які надані в післяінсталяційному M&V-звіті. Після завершення аудиту визначається фінальна NEEV, яка використовується під час контролю виконання зобов'язань споживача

з постачання потужності впродовж затвердженого терміну. Після отримання оператором ринку всіх даних щодо ЕЕ проекту, зокрема результатів проведення аукціонів з продажу потужності, фінальної NEEV, визначеної впродовж проведення енергетичного аудиту, фактичної NEEV, отриманої за рахунок постачання ЕЕ ресурсу, оператором ринку здійснюється контроль виконання зобов'язань з постачання потужності, після чого визначаються результати виконання зобов'язань щодо ЕЕ проекту, за якими

постачальнику ЕЕ ресурсу здійснюється виплата певної суми коштів за постачання потужності згідно визначених правил. В разі невиконання зобов'язань постачальником ЕЕ ресурсу, на нього можуть бути накладені штрафи. В результаті споживач, що постачає ЕЕ ресурс, досягає економії за рахунок більш ефективного використання електроенергії та додатково отримує компенсацію витрат на впровадження ЕЕ проекту [7].

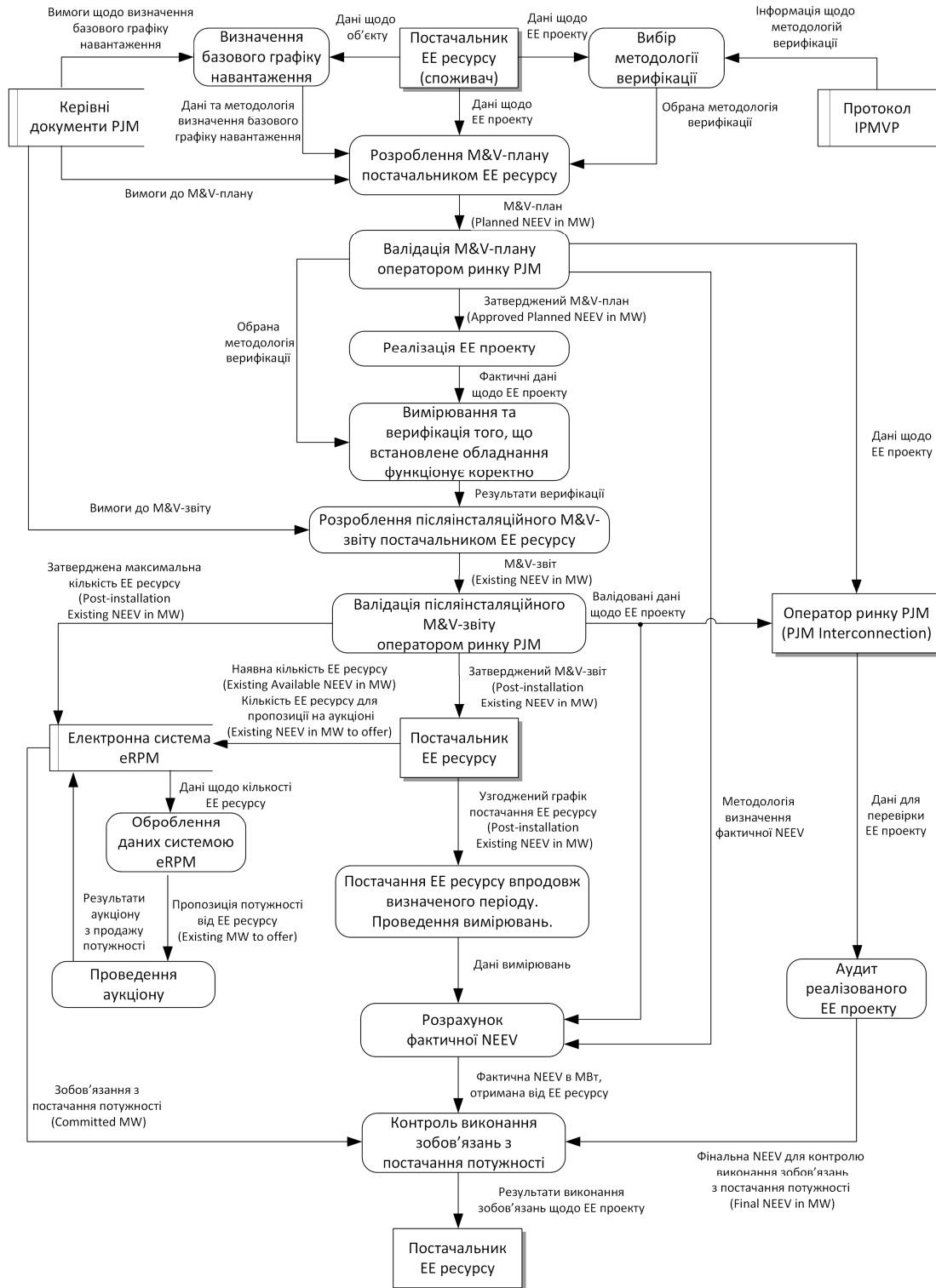


Рисунок 1 – Діаграма потоків даних щодо продажу/купівлі ЕЕ ресурсів в ринку PJM

Подібно до ринку PJM, пропонується розробити та імплементувати до РДДБР механізми торгівлі енергоефективністю, яка продаватиметься на РДН як товар у вигляді погодинних обсягів заощадженої за рахунок реалізації ЕЕ проектів електроенергії в

пікові зони доби. Схема взаємодії кваліфікованого споживача, який реалізує ЕЕ проект, та оператора РДН представлена у вигляді DFD на рис. 2.

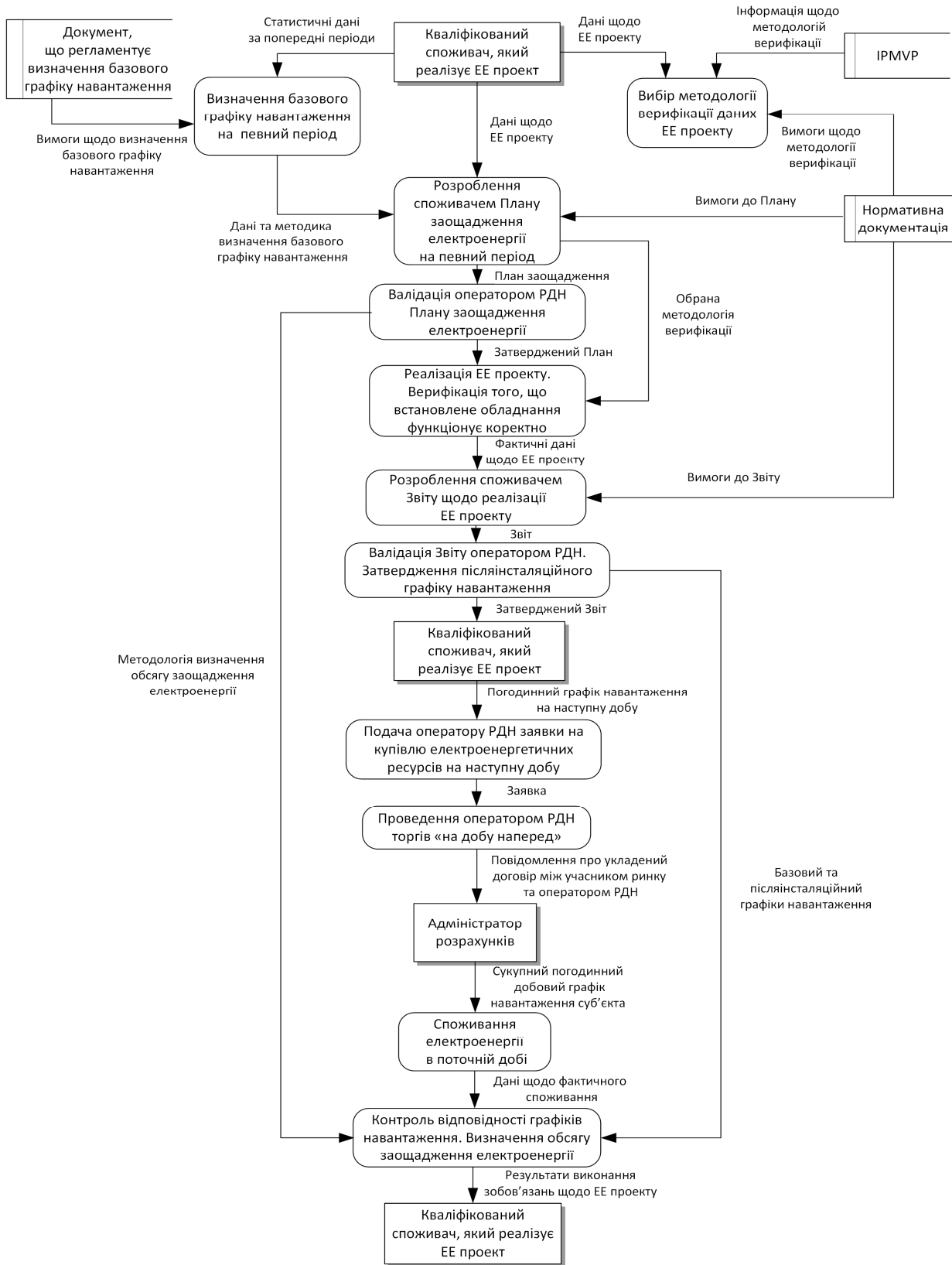


Рисунок 2 – Діаграма потоків даних щодо продажу/купівлі ЕЕ ресурсів у РДДБР

Кваліфікований споживач, який реалізує ЕЕ про- ект, розробляє План заощадження електроенергії (в

подальшому – План), в якому, перш за все, надається інформація щодо методики визначення базового графіку навантаження об'єкту на плановий період, очікуваного післяінсталяційного графіку навантаження після реалізації ЕЕ проекту, методологія верифікації того, що інсталюване обладнання функціонує коректно та відповідає запроєктованим показникам щодо енергоефективності, а також розрахунки очікуваного обсягу заощадження електроенергії. Для цього має бути розроблена нормативна база, на підставі якої кваліфікований споживач визначатиме базовий графік навантаження об'єкту на плановий період на базі, зокрема, статистичних даних за попередні періоди. Методологія верифікації даних щодо ЕЕ проекту може бути обрана за IPMVP або визначатися згідно вимог нормативних документів, які повинні бути розроблені для імплементації механізмів торгівлі ЕЕ ресурсами в РДДБР. План подається на перевірку та затвердження оператору РДН. Після затвердження Плану оператором ринку починається реалізація ЕЕ проекту, під час якої кваліфікований споживач згідно обраної методології здійснює діяльність з верифікації того, що обладнання коректно функціонує та відповідає наданим в Плані даним. На основі отриманих фактичних даних кваліфікований споживач розробляє Звіт щодо реалізації ЕЕ проекту (в подальшому – Звіт), в якому серед іншого визначаються всі відхилення від запланованих дій та очікуваних результатів. План заощадження електроенергії та Звіт щодо реалізації проекту розробляються відповідно до вимог нормативних документів, які повинні бути розроблені. Після валідації Звіту оператором РДН для кваліфікованого споживача затверджується післяінсталяційний графік навантаження на певний період.

Як було зазначено вище, згідно правил РДН кваліфіковані споживачі подають оператору РДН заявки на купівлю електроенергетичних ресурсів на наступну добу для участі в торгах «на добу наперед», після проведення яких оператором РДН укладаються договори купівлі-продажу електроенергії на наступну добу. Після цього оператор РДН повідомляє адміністратора розрахунків про укладений договір, що є підставою для долучення зазначених обсягів до погодинних добових графіків споживання електроенергії відповідного суб'єкту ринку [2], зокрема кваліфікованого споживача, який реалізує ЕЕ проект.

За результатами споживання електроенергії впродовж визначеної доби оператору ринку надходять дані щодо фактичного споживання електроенергії учасниками ринку, зокрема кваліфікованим споживачем, який реалізував ЕЕ проект. На підставі фактичних даних за визначений період споживання, а також даних щодо базового та післяінсталяційного графіків навантаження, отриманих зі Звіту, оператором ринку здійснюється контроль відповідності графіків навантаження. Після чого за затвердженою в Плані методикою визначаються обсяги заощадженої електроенергії та результати виконання зобов'язань в рамках реалізованого ЕЕ проекту.

Імплементація механізмів торгівлі енергоефективністю до РДДБР також створюватиме додаткові стимули для кваліфікованих споживачів щодо до-

тримання завчасно узгоджених режимів електроспоживання, що сприятиме більш раціональному та ефективному використанню енергоресурсів.

ВИСНОВКИ. Вкрай незадовільний рівень енергоефективності в Україні вимагає термінового реформування електроенергетичного сектору з метою стимулювання електроенергетичних підприємств та кінцевих споживачів до енергозбереження, підвищення ефективності енерговикористання, зменшення питомих витрат ПЕР та захисту навколишнього середовища.

Базуючись на позитивному досвіді провідних світових енергетичних ринків та з огляду на те, що в Україні наразі відбувається реформування ринку електричної енергії і перехід від моделі ринку «єдиного покупця» до РДДБР, доцільним є виокремлення, вдосконалення, а за необхідності розроблення нових методів керування енергоефективністю та енергозбереженням інструментами ринку електричної енергії.

З цією метою пропонується розробити та інтегрувати до РДН, що є складовою РДДБР, механізми торгівлі ЕЕ ресурсами, заощадженими за рахунок реалізації ЕЕ проектів, задля заохочення споживачів до впровадження ЕЕ технологій та компенсування їхнього внеску у підвищення ефективності енерговикористання та збереження клімату. Для оцінки рівня енергоефективності необхідно розробити відповідні методики визначення основних характеристик та показників, які застосовуватимуться суб'єктами ринку для оцінювання обсягів і вартості ЕЕ ресурсів, що продаватимуться (купуватимуться) в РДДБР.

Очікується, що імплементація до РДДБР механізмів торгівлі енергоефективністю стимулюватиме учасників ринку – електроенергетичні компанії та кваліфікованих кінцевих споживачів до енергозбереження та підвищення ефективності енерговикористання. Врешті решт це має призвести до зменшення обсягів використання викопного палива та скорочення шкідливих викидів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Уроки, извлеченные из либерализации рынков электроэнергии. – Франция: Международное энергетическое агентство, 2005. – 274 с.
2. Про засади функціонування ринку електричної енергії України: Закон України [прийнято Верхов. Радою 24.10.2013 р. № 663–VII, поточна редакція від 20.04.2014] // Відомості Верховної Ради України. – 2014. – № 22. – С. 17–81.
3. Денисюк С.П. Формування політики підвищення енергетичної ефективності – сучасні виклики та європейські орієнтири // Енергетика: економіка, технологія, екологія. – 2013. – № 2. – С. 7–22.
4. The South-central Partnership for Energy efficiency as a Resource (2013) “Toward a More Efficient Electric Market: New Frameworks for Advancing Energy Efficiency in Texas”, available at: <http://eepartnership.files.wordpress.com/2013/06/toward-a-more-efficient-electric-market-june-2013.pdf>
5. Проект Програми розвитку ООН «Трансформація ринку в напрямку енергоефективного освіт-

лення». Енергоефективність в Україні [Електронний ресурс] // Офіційний сайт проекту. – Режим доступу: <http://lampochki.org.ua/potochna-situatsija/>

6. Retail Electricity Consumer Opportunities for Demand Response in PJM's Wholesale Markets [Електронний ресурс] // Офіційний сайт PJM Interconnection. – Режим доступу: <http://www.pjm.com/~media/markets-ops/dsr/end-use-customer-fact-sheet.ashx>

7. PJM Manual 18B: Energy Efficiency Measurement & Verification. Revision: 01. [Електронний ресурс] // Офіційний сайт PJM Interconnection. – 2010. – 45 с. <http://www.pjm.com/~media/documents/manuals/m18b.ashx>

8. About Demand Resources in the ISO's Wholesale Electricity Markets. [Електронний ресурс] // Офіційний

сайт ISO New England. – Режим доступу: <http://www.iso-ne.com/markets-operations/markets/demand-resources/about>

9. Стимулирование генерирующих энергокомпаний и потребителей к повышению энергоэффективности и сокращению вредных выбросов / О.В. Коцарь, О.В. Варганова // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2012. – № 2. – С. 41–45.

10. Калашян А.Н., Калянов Г.Н. Структурные модели бизнеса: DFD-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 256 с.

11. Международный протокол измерения и верификации эффективности. EVO 10000–1:2010 (RU) / Разраб.: Организация по оценке эффективности, 2010. – 152 с.

MANAGEMENT OF ENERGY EFFICIENCY BY USING ELECTRICITY MARKET INSTRUMENTS

O. Kotsar, Y. Pavlova

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

prosp. Peremohy, 37, Kyiv, 03056, Ukraine. E-mail: kovpers@ukr.net, pavlova90@mail.ru

The experience of energy efficiency management in the world electricity markets is analyzed in this paper. The necessity of development and implementation of the new instruments and mechanisms for stimulating participants of the Ukrainian electricity market to efficient usage of fossil fuel and power resources and reduction of harmful emissions is justified. This paper presents the ways of energy efficiency involvement into market processes in Ukraine. The mechanisms of determining the results of energy efficient projects realization and accounting of these obtained results into payments for electrical energy are investigated. Based on the research results the methods of final consumers attraction to participate in the Bilateral Contracts Market and Balancing Market as energy efficient resources providers are determined. The mechanisms and appropriate instruments for selling/buying of energy efficiency in the day-ahead market are offered in this paper.

Key words: energy efficiency, energy efficient project, management of energy saving, liberalized markets.

REFERENCES

1. International Energy Agency (2005), “Lessons from Liberalized Electricity Markets”, ISBN 92 64 10959 5, IEA Publications, France.

2. Law of Ukraine from 24.10.2013 № 663-VII «About the principles of electricity market functioning»

3. Denysiuk, S. P. (2013), “Policy Formation Increase Energy Efficiency – Current Challenges Guidelines and European”, *Power Engineering: Economics, Technique, Ecology*, vol. 2, no. 33, pp. 7–22.

4. The South-central Partnership for Energy efficiency as a Resource (2013), “Toward a More Efficient Electric Market: New Frameworks for Advancing Energy Efficiency in Texas”, available at: <http://eepartnership.files.wordpress.com/2013/06/toward-a-more-efficient-electric-market-june-2013.pdf> (accessed May 15, 2014)

5. Project of the United Nations Development Programme in Ukraine “Transforming the Market for Efficient Lighting” (2012), “Energy efficiency in Ukraine. Current situation”, available at: <http://lampochki.org.ua/potochna-situatsija/> (accessed May 16, 2014)

6. PJM Interconnection (2011) “Retail Electricity Consumer Opportunities for Demand Response in PJM's Wholesale Markets”, available at: <http://www.pjm.com/~media/markets-ops/dsr/end-use-customer-fact-sheet.ashx> (accessed August 20, 2014).

7. PJM Interconnection (2010), “PJM Manual 18B: Energy Efficiency Measurement & Verification. Revision: 01”, available at: <http://www.pjm.com/~media/documents/manuals/m18b.ashx> (accessed August 20, 2014).

8. ISO New England (2013), “About Demand Resources in the ISO's Wholesale Electricity Markets”,

available at: <http://www.iso-ne.com/markets-operations/markets/demand-resources/about> (accessed June, 2014).

9. Kotsar, O.V., Varganova, O.V. (2012), “Stimulation of generating energy companies and users to the increase of energy efficiency and reduction of harmful extrass”, *Power Engineering: Economics, Technique, Ecology*, vol. 3, no. 32, pp. 172–177.

10. Kalashian, A. N. and Kalianov, H. N. (2003), *Strukturnye modeli biznesa: DFD-tekhnologii* [Structure model of business: DFD-technologies], Financy i statistika, Russia.

11. Efficiency Valuation Organization (2010), “International Performance Measurement and Verification Protocol. EVO 10000 – 1:2010”.

Стаття надійшла 16.01.2015.