

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ ENERGY TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT

УДК 621.311.001.7(477)

І.А. Чижевська, Радник Міністра
Міністерство енергетики та вугільної промисловості України

МОДЕЛЮВАННЯ НАЙБЛИЖЧОЇ ПЕРСПЕКТИВИ: НОВІТНІ ГРАВЦІ, ФУНКЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ КРАЇНИ

В Україні розпочата глибинна енергетична трансформація. Вже імплементовано законодавство про державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, про функціонування ринку природного газу; до другого читання готується законопроект про ринок електричної енергії. В активній стадії знаходиться підготовка новітньої Енергетичної стратегії - тривають обговорення, обмін думками та підготовка пропозицій та зауважень до неї.

Однак найглибші зміни енергетичного сектору України це попереду. Industrial revolution -4.0, найновітніші розробки і технології, інноваційні досягнення розвинутих енергетичних ринків світу наразі набирають непереборної сили та діють одночасно; вони підсилюють та прискорюють потребу в ще більш радикальній трансформації енергетичного сектору.

Треба розпочати дискусію з децю неочікуваного погляду для професійних енергетиків: головної орієнтації перетворень на кліматичні зміни, на енергетичну безпеку, що приходить через відмову від неефективного викопного палива, на досягненні гнучкості енергосистеми через smart технології, на оптимізації цін для кінцевих споживачів через формулу solar + storage = prosumer, на стимулюванні нових складових забезпечення конкуренції.

Ключові слова: Smart Technologies, Energy Storage, Electric Vehicle, гнучка енергосистема, новітні учасники ринку.

Вступ. Модель ринку електричної енергії, запропонована законопроектом, що був ухвалений у минулому році у першому читанні, передбачає роботу декількох сегментів ринку для здійснення купівлі-продажу електроенергії, всім відомих учасників ринку, зрозумілі правила роботи і участі в цих ринках, а також формування ринкових цін на електроенергію, та повністю відповідає вимогам Третього енергетичного пакету ЄС.

Проте час приніс зміни та новели, які не передбачалися ще декілька років тому навіть в найбільш оптимістичних прогнозах авторитетних відомств. Завдяки новітній технологічній революції на економічну арену виходять вже частково знайомі Smart Grids, Smart Metering, Smart Appliance та нові електричні технології, операційні елементи та інструменти управління: Electric Vehicle (EV) та e-mobility (електротранспорт та його використання), Electric Vehicle Charge Station (EVCS) та Vehicle-to-Grid (V2G) (станції зарядки електротранспорту та взаємодія електротранспорту і електромережі), Energy Storage, Demand Side Response (управління попитом з боку споживача), Big Data, Blockchain, які вже розпочали свою «революцію» у функціонуванні енергетичних систем, змінюють стратегію та ринкову поведінку всіх учасників та вводять нових гравців.

Вказані вище терміни - це вже звичне явище для розвинутих країн світу. Вони дуже швидко відреагували на новітні тренди, оцінили всі їх переваги, провели слухання стосовно стратегій подальшого розвитку та вже приступили до етапу імплементації, який має зняти всі бар'єри виходу інноваційних технологій на ринки. Серед цих новітніх елементів є один, на нашу думку, дуже «цінний» - це Energy Storage, оскільки з його використанням створюються переваги для кожного сегменту енергетичної системи: 1) підвищується ефективність енергосистеми, її стабільність, надійність і стійкість електричної мережі; 2) зростає само-споживання та само-виробництво електроенергії; 3) покращується доступ до електроенергії шляхом автономної електрифікації; 4) змінюється характер суспільних відносин, зменшується залежність від монополістів, енергетичних «монстрів» - власників палива.

Взагалі система накопичення та зберігання енергії налічує багато технологій, які знаходяться на різних стадіях розвитку, від найбільш зрілих (гідроакумулювання енергії, підземне акумулювання теплової енергії) та таких, що вже переходять на етап комерційного їх використання (технології акумулювання електроенергії у вигляді стислого повітря та акумуляторні батареї) до технологій, що

знаходяться на ранній стадії свого розвитку (проточні батареї, зберігання енергії з використанням магнітів надвисокої провідності (SMES), ультраконденсатор, та інші види батарей). В залежності від особливостей (розмір, потужність, тривалість) роботи вказаних технологій можемо їх згрупувати в три категорії: I - короткотермінове застосування (від секунд – до хвилин); II – коротко та довготермінове застосування; III – довготермінове застосування (від годин - до сезонів).

Цією статтею ми хотіли б привернути до увагу до найбільш «універсальної» технології Energy Storage – акумуляторні батареї, яка може працювати чи сама по собі, чи в поєднанні з генерацією електроенергії, чи на боці споживача. Ми не претендуємо на об'єктивність наших судження, а маємо на меті цією статтею спонукати до початку дискусії стосовно перспектив розвитку в українських реаліях новітніх електричних технологій взагалі та Energy Storage, зокрема

Результати досліджень

Отже, в розвинутих країнах світу нові електричні технології та елементи переходять з категорії рідких опцій і пілотних проектів в розряд «звичайних» проектів. Тут доречно навести практичні кроки, зроблені Великобританією, Сполученими Штатами Америки, Австралією та Німеччиною в напрямку розвитку Energy Storage.

Так, на початку цього року Урядом Великобританії була опублікована Зелена книга «Нова промислова стратегія», яка наголошує на розвитку технологій накопичення та зберігання енергії для підтримки розвитку інтелектуальних енергетичних систем та електромобільної промисловості. Уряд ставить перед собою завдання зробити країну лідером в дослідженнях, проектуванні та розробці систем накопичення та зберігання енергії. До цього в країні сталася важлива подія, яка набула широкого обговорення, як на суспільному рівні, так і в політичному середовищі, - це результати конкурсу 2016 року на відбір проектів для забезпечення потужності у зимовий період 2020/21 рр. Серед відібраних проектів неочікуваним було побачити проекти зберігання енергії, які забезпечать 3.2 ГВт або 6% всієї зарезервованої потужності. З них 500 МВт - це нове будівництво промислових накопичувачів енергії.

Тим же часом у США компаніями Tesla, Altagas Ltd. і AES Corp вже побудовано три промислових накопичувача енергії на основі літій-іонних акумуляторів, кожен з яких за обсягами перевищує будь-який з раніше побудованих батарейних накопичувачів. У сукупності їх потужність відповідає приблизно 15% потужності накопичувачів, встановлених в 2016 р. у всьому світі. Найбільший з об'єктів – це накопичувач від AES Corp. потужністю 30 МВт і ємністю 120 МВт*г. (на основі елементів Samsung). Важливо, що всі проекти були реалізовані в стислі терміни - менш, ніж за шість місяців, особливо відзначилася Tesla, яка спроектувала і побудувала промислову систему зберігання енергії лише за три місяці. Це одна із значних переваг батарейних накопичувачів.

Знакові зміни відбулися у 2016 році і в секторі побутового споживання та зберігання електроенергії. В Австралії встановлена потужність побутових систем зберігання сонячної енергії зросла в 13 разів, за рік було встановлено 6 750 систем зберігання - це означає, що кожного робочого дня в країні встановлювалося 27 систем, а кожної робочої години відповідно – 3.3 системи. До кінця поточного року країна планує довести встановлену потужність систем зберігання енергії до 200 ГВт*г. А нещодавно в тестовому режимі в країні запрацювала перша децентралізована біржа з торгівлі електроенергією. Це означає, що незабаром австралійські домогосподарства-власники сонячних панелей і батарей зможуть об'єднатися між собою для створення «віртуальних» електростанцій та продавати надлишки електроенергії в мережу. Тобто, домогосподарство отримало професійний майданчик, який надає їм можливість «почати думати та діяти по-новому» - як продуктивний споживач, споживач-професіонал (prosumer) та своїми діями впливати на стабільність енергосистеми, і це новий потужний гравець енергоринку, значення якого важко переоцінити. Для нашої країни це може стати економічним базисом реальних демократичних перетворень – формування мережевого суспільства замість застарілого консервативного дизайну ринку, де правлять великі енергетичні монополії.

Наразі, Німеччина має один з найбільших в світі ринків побутового зберігання електроенергії (на кінець 2015 року можливості побутового зберігання електроенергії становили 67 МВт, в країні налічувалось 19 000 систем зберігання енергії). Швидке зниження цін на системи зберігання та державна програма стимулювання їх розвитку роблять в Німеччині привабливою для широкого застосування технологію «сонячна енергія + збереження». За аналітичними даними протягом наступних 5 років ринок побутового зберігання електроенергії в країні зросте в 11 разів з точки зору потужності накопичувачів.

Менш, ніж за рік Tesla удосконалила свою настінну акумуляторну батарею, подвоївши її потужність та зменшивши розмір на третину, та запропонувала ринку модель PowerWall2, її ціна є вдвічі нижчою від попередньої. Встановлення такої акумуляторної батареї 14кВт*г до вже інсталюваної сонячної системи коштуватиме \$10 000 в той час, як встановлення повної комплектації «сонячна енергія + збереження» починатиметься з \$15 000.

Інший виробник - корейська LG Chem – вже пропонує повну комплектацію «сонячна енергія + збереження» з акумуляторною батареєю 6.4 кВт*г за \$ 5 900 (а в квітні минулого року лише одна батарея

коштувала \$ 7 500). Наразі виробник також пропонує домогосподарствам літій-іонний акумулятор 9.8 кВт*г.

Неменше вражаючим та революційним є ще один елемент – це електромобіль. І це вже не просто транспортний засіб, це новий елемент електромережі, новий гравець ринку. При впровадженні технології Vehicle-to-grid (V2G) електромобілі почнуть докорінно змінювати ринок, відігравати нову роль у балансуванні енергосистеми, накопичуючи, зберігаючи та віддаючи назад в мережу електроенергію. Чи могли ми уявити ще декілька років тому, що новим елементом в електромережі, який підвищує надійність, а також гравцем, що знижує втрати та оптимізує ринкові ціни на електроенергію, та дозволяє вирішити низку технічних проблем, пов'язаних з переходом на відновлювані джерела енергії (ВДЕ), стане електромобіль? Прогнозується, що електромобілі досягнуть вартісного паритету з бензиновими / дизельними автомобілями вже в 2020 році, а в 2035 році складатимуть 35% від всього глобального автопарку. Відповідно у довгостроковій перспективі (до 2050 року) світова електроенергетика буде вже докорінно переформатована в суперінтелектуальну мережу.

Зрозуміло, що для розгортання будь-якої нової технології необхідна нормативно-правова база, а оскільки системи накопичення та зберігання енергії, це не просто нові технології, а «революційні» технології, то і підходи до формування нормативно-правової бази мають бути інноваційні. Технологія Energy Storage породжує не просто нових повноцінних учасників ринку, вона породжує «універсальних» учасників, що можуть працювати на всіх організованих ринках (електроенергії, потужності та допоміжних послуг). Вони здатні забезпечити реальну конкуренцію та сприяти встановленню справедливих і розумних цін, на кожному з цих ринків.

Так, великі електричні накопичувачі вбачаються вагомим доповненням до технології гідроакмулювання енергії. Доречною є їх робота на ринках допоміжних послуг, а перевага їх в порівнянні з ГАЕС – це швидке будівництво будь-де, де є така потреба, та без шкоди природі і екології. Вони також можуть бути звичайними гравцями на ринку двосторонніх договорів, біржі. Надзвичайною є їх роль в комплексній роботі разом сонячною та вітряною станцією – вони змінять їх природу та допоможуть працювати стало і «не дратувати системного оператора своєю переривчатістю». Споживачі реально змінять графік споживання та відповідно оптимізують свої витрати на електроенергію за допомогою системи «solar+storage» «за лічильником»; це реальний інструмент зниження політичних баталій відносно кінцевих цін для споживачів.

Уявіть собі тисячі потужних споживачів – prosumers, мільйони домогосподарств та EV, сотні нових гравців – власників накопичувачів, які разом з ВДЕ примусять класичну енергетику відійти у минуле. Іншими словами нова нормативно-правова база має бути адаптована та узгоджуватися з трьома новими бізнес-моделями: перша - об'єднує нові елементи навколо підтримки енергосистеми; друга - передбачає суміщення нових елементів з проектами відновлюваної енергетики; третя модель – це елементи та проекти, що знаходяться «за лічильником».

Наразі існуючі правила роботи всіх організованих ринків не передбачають та не описують вищевказані бізнес-моделі, навпаки здебільшого вони створюють бар'єри та обмежують вихід на ринки нових гравців, оскільки розроблялися за часів, коли ринок був представлений лише «традиційними» учасниками. В цьому контексті заслуговує на увагу спроба FERC (енергетичний регулятор США) зняти бар'єри для участі систем накопичення та зберігання енергії в організованих ринках. Важливі з нашої точки зору твердження ми узагальнили та, користуючись нагодою, хочемо стисло навести деякі з них.

Для початку слід систематизувати всі системи накопичення та зберігання енергії, це полегшить розробку заходів для зняття бар'єрів виходу та в подальшому дозволить ефективно інтегрувати нові елементи в організовані ринки. Наприклад, FERC виділила два види систем накопичення та зберігання енергії: Electric Storage Resource (ESR) - ресурс електричного зберігання та Distributed Energy Resource (DER) - розподілений енергетичний ресурс.

ESR здатний отримувати електроенергію з мережі та зберігати її для пізнішої віддачі в мережу незалежно від того, де в енергосистемі розміщений цей ресурс. Він включає всі види технологій зберігання електроенергії незалежно від їх розміру, носія (акумуляторні батареї, стиснене повітря, гідроакмулювання), а також розміщення (чи в системі електропередачі, чи в системі розподілу).

DER, в свою чергу, – це джерело або споживач енергії, які знаходяться в системі розподілу (тобто будь-яка підсистема) або «за лічильником» споживача. Цей ресурс може включати ресурс електричного зберігання, а також розподілену генерацію, акумуляування теплової енергії, електромобілі та пристрої живлення.

Серед заходів для зняття бар'єрів виходу ESR на організовані ринки ми виділяємо шість основних: 1) має бути створена модель участі, яка розпізнає особливі фізичні та операційні характеристики ESR та надає їм відповідне право; 2) діючі технічні вимоги мають бути переглянуті та розширені для ESR; 3) заявка ESR на ринку має бути відмінна від тієї, що подається «традиційною» установкою, оскільки з урахуванням тривалості та можливостей зарядки та розрядки ESR, вони є значно гнучкішими; 4) необхідно врахувати можливості ESR працювати на ринку як з позиції оптового продавця, так і з позиції оптового

покупця електроенергії, та надати їм право вільно обирати свою стратегію роботи; 5) необхідно встановити вимоги щодо мінімального розміру ESR для участі в оптовому ринку, який би дозволив в повній мірі використовувати операційні можливості ESR та відповідно отримувати переваги від зростання конкуренції (мінімальний розмір установок ESR, який вважається FERC доцільним для участі в оптовому ринку, складає 100 кВт); 6) має бути визначено підхід до ціноутворення на електроенергію, що продається на організованих ринках установкам ESR з метою її зберігання та наступного перепродажу на цих ринках.

Щодо DER, то нам вбачаються важливими п'ять заходів, які би унеможливили бар'єри на шляху їх впровадження. По-перше, необхідно надати DER право участі в організованих ринках шляхом їх агрегації; для агрегації має бути використаний географічний підхід. По-друге, розробити параметри заявки для того, щоб в ній містилася інформація щодо джерел та відповідних обсягів електроенергії, які ввійшли до загальної заявки агрегованого DER; встановити вимоги до інформації та даних для агрегованого DER (зокрема, мова йде про інформацію щодо кожного розподіленого енергетичного ресурсу, його потужність, місцезнаходження, експлуатаційні межі). По-третє, визначити підходи, що застосовуються при виставленні вимог до системи обліку та телеметрії індивідуального DER та агрегованого DER. По-четверте, забезпечити необхідну координацію дій між оператором системи передачі, оператором системи розподілу, агрегованим DER та компанією з розподілу електроенергії. І на останнє, розробити типовий договір про участь агрегованого DER на ринку, яким би агрегований DER, гарантував, що кожен його індивідуальний ресурс відповідає діючим правилам, нормам та операційним процедурам.

На перший погляд здається, що все вищеприписане може розвинути, впроваджуватися та працювати в Сполучених Штатах Америки, Великобританії, Німеччині, та не може бути в Україні, бо для нашої країни це «не на часі», як люблять говорити деякі фахівці. Однак зарубіжні експерти вже й без нас змоделювали українську енергетичну систему 2050 року, що функціонує на основі 100% ВДЕ, як частину світової, та замість нас вже відповіли на запитання чи може працювати українська енергетика в умовах використання новітніх технологій. Відповідь - так. Ця модель демонструє, як у 2050 році може бути організована енергосистема, вона також розвінчує міф щодо неможливості функціонування системи без базових потужностей АЕС та ТЕС, та щодо нестабільності та нерегулярності системи лише на основі 100% ВДЕ.

Оптимальну енергосистему на основі 100% ВДЕ вчені спробували визначити, використавши модель, засновану на лінійній оптимізації параметрів енергосистеми при заданих обмеженнях. Критерієм оптимізації була мінімізація сумарної річної вартості енергосистеми з урахуванням передбачуваного технічного розвитку та вартості технологій на 20-30 років, та стосувалася як енергетичного сектору, так і додаткових секторів, які забезпечують гнучкість попиту на електроенергію. В результаті, був запропонований оптимальний з точки зору вартості, потужності та щогодинного виробництва мікс розподілених та централізованих технологій генерації та зберігання електроенергії. Оптимально поєднавши генерацію електроенергії, її зберігання та мережеве з'єднання кожної з 20-ти регіональних енергосистем Європи автори моделі передбачають вартість електроенергії на рівні 55-70 євро за МВт*год. в регіональних енергосистемах.

Виробництво електроенергії здійснюватиметься наземними фотоелектричними системами (з жорсткою фіксацією та з трекерною системою) та вмонтованими на дахах будинків, наземними вітряними станціями, гідроелектростанціями (русловими та греблевими), станціями, що працюють на біомасі (тверда біомаса та біогаз), електростанціями, що працюють на відходах, а також об'єктами, що використовують геотермальну енергію. Пропонуються такі технології зберігання енергії: акумуляторні батареї, ГАЕС, зберігання електроенергії у вигляді стислого повітря, зберігання у вигляді теплової енергії (технологія Power-to-Heat), зберігання у вигляді газу (технологія Power-to-Gas, вказана технологія передбачає отримання синтетичного газу з допомогою електролізу води, метанізації, установок для очищення повітря від вуглекислот, зберігання отриманого синтетичного газу, а також газотурбінні установки комбінованого та відкритого циклів, що використовують синтетичний газ).

Як бачимо, в моделі відсутні взагалі традиційні технології виробництва електроенергії шановані багатьма українськими енергетиками. При цьому, якщо ми достатньо добре уявляємо, що таке технології виробництва електроенергії з ВДЕ, то технології зберігання енергії здаються неосяжними для більшості з нас навіть з точки зору розуміння.

Для покриття внутрішнього попиту на електроенергію, який прогнозується у 2050 році на рівні 226 млрд. кВт*год., передбачається, що 86% електроенергії буде вироблено об'єктами вітрової та сонячної енергетики, а 14% - гідроелектростанціями, газотурбінними установками комбінованого та відкритого циклів (технологія Power-to-Gas), а також установками, що працюють на біомасі та відходах.

Використавши запропоновану модель, ми спробували визначити можливу структуру енергогенеруючих потужностей у 2050 році - це майже 160 ГВт відновлюваних потужностей, з яких: 90 ГВт - це наземні та вмонтовані на дахах будинків фотоелектричні станції, 44 ГВт - вітрові електростанції, 13 ГВт - газотурбінні установки комбінованого та відкритого циклів, що використовують синтетичний газ

(Power-to-Gas), 7 ГВт – гідроелектростанції, 6 ГВт - електричні станції, що працюють на біомасі та відходах.

Ми також спробували охарактеризувати нового для нашої енергосистеми суб'єкта та гравця - Energy Storage. Модель передбачає здатність енергосистеми з допомогою Energy Storage покривати протягом року до 35% попиту на електроенергію, тобто кожну третю кіловат-годину, що споживатиметься, 17% при цьому або кожна шоста кіловат-година споживання покриватиметься за рахунок акумуляторних батарей. Для порівняння зараз в Україні за рахунок ГАЕС в години нічного провалу акумулюється близько 14% електроенергії, а в години максимального навантаження покривається близько 8% споживання.

Відповідно до поглядів закордонних енергетичних експертів основними технологіями Energy Storage, на які опиратиметься українська енергосистема 100% ВДЕ будуть акумуляторні батареї, що забезпечать коротко - термінове зберігання електроенергії, та технологія Power-to-Gas, що буде значним ресурсом сезонного зберігання після 2035 року. Після 2040 року, тобто вже майже через 20 років, в українській енергосистемі домінуватимуть сонячні фотоелектричні системи та акумуляторні батареї (у тому числі у формі взаємодії електротранспорту і електромережі (V2G connections)).

Провівши нескладні розрахунки без потужного програмного забезпечення можемо підтвердити високу вірогідність такого сценарію. Умовно, якщо у короткостроковій перспективі:

- всі побутові споживачі, які споживають >300 кВт*год. на місяць, встановлять в своїх будівлях акумуляторні батареї, та змінять графіки споживання, споживаючи електроенергію з мережі (заряджаючи акумулятор) виключно вночі, та використовуючи протягом дня виключно акумульовану, то за нашими підрахунками нічний провал в енергосистемі зменшиться на 8%;

- хоча б половина невеликих непобутових споживачів (з річним споживанням до 10 млн.кВт*год.) здійснили аналогічні дії, то нічний провал в енергосистемі зменшиться ще на 12%;

- існуючі можливості з акумулювання електроенергії (а це 1,5 ГВт діючих потужностей ГАЕС) в енергосистемі потрояться за рахунок промислових накопичувачів енергії, то пікове навантаження в енергосистемі буде зменшено на 15%.

Висновки. Історично традиційна електроенергетична галузь та її консервативні ринки тривалий час шли шляхом еволюційного розвитку. Наразі в світі відбувається революційний енергетичний стрибок. Електроенергетика стає «суперкомп'ютером» (у тому числі на колесах), галуззю суперінтелектуалів. Вона реально здатна забезпечити не тільки енергетичну безпеку та незалежність, а й безпечний клімат та здоров'я майбутнім поколінням. Справедливі ціни в ній забезпечуються не лише за рахунок конкуренції, а й за рахунок інноваційних технологій та нових бізнес-моделей, в яких межі та відмінності між виробниками і споживачами поступово зникають.

Національне енергетичне законодавство та імплементація Третього Енергетичного пакету в існуючому вигляді без врахування революційного стрибка – це вже минуле, в яке ми йдемо з минулого. Робота щодо «легітимізації» в національному законодавстві нових електричних технологій, операційних елементів та інструментів управління має початися вже сьогодні. Нова термінологія, посилання на нові технічні правила експлуатації та опис нових бізнес-моделей мають міститися вже в законопроекті 4493 «Про ринок електричної енергії України», що готується до другого читання. Вже сьогодні українські вчені та фахівці мають бути залучені до роботи з вивчення, оцінки та підготовки всіх необхідних технічних аспектів, вимог та обґрунтувань, після чого має початися етап широкої інтеграції нових технологій та операційних елементів в енергетичну систему та організований ринок України.

Список використаної літератури

1. Ринок домашніх накопичувачів сонячної енергії у Австралії зріс на 1000% у 2016 році [Електронний ресурс] // Ecotown / від 23.02.2017. – Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/news/Rynok-domashnikh-nakopychuvachiv-sonyachnoyi-enerhiyi-u-Avstraliyi-zris-na-1000-u-2016-rotsi/>

2. Australian consortium launches world-first digital energy marketplace for rooftop solar [Електронний ресурс] // The guardian / від 22.02.2017. – Режим доступу: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/23/australian-consortium-launches-world-first-digital-energy-marketplace-for-rooftop-solar>

3. Department for Business, Energy and Industrial Strategy: Building our Industrial Strategy: Green Paper, January 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://beisgovuk.citizenspace.com/strategy/industrial-strategy/supporting_documents/buildingourindustrialstrategygreenpaper.pdf

4. Energy companies are dead already, they just haven't realised it solar [Електронний ресурс] //Renew Economy / від 02.08.2016. - Режим доступу: <http://reneweconomy.com.au/energy-companies-are-dead-already-they-just-havent-realised-it-97738/>

5. Energy storage: More tenders, government priorities and solving the revenue stream dilemma [Електронний ресурс] // Solar Power Portal / від 02.02.2017. – Режим доступу:

http://www.solarpowerportal.co.uk/blogs/energy_storage_more_tenders_government_priorities_and_solving_the_revenue_s?utm_source=rss-feeds&utm_medium=rss&utm_campaign=general

6. *Gabor Szorenyi*. Innovation and energy regulation incl. ERRA Survey Report 2016, May 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.erranet.org/>

7. *István Táczai*. Overview of the Energy Storage Possibilities to Support the Electrical Power System: Research Paper to assist the ERRA Licensing and Competition Committee, July 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.erranet.org/>

8. Morgan Stanley: Storage in the Utility Sector ‘Will Grow More Than the Market Anticipates’ [Електронний ресурс] // Greentech Media / від 08.02.2017. – Режим доступу: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/morgan-stanley-deems-energy-storage-underappreciated-expects-big-growth-in>

9. Storage secures 3.2 GW of Capacity Market contracts in auction success [Електронний ресурс] // Solar Power Portal / від 09.12.2016. – Режим доступу: http://www.solarpowerportal.co.uk/news/battery_storage_secures_3.2gw_of_capacity_market_contracts_in_auction_succe?utm_source=rss-feeds&utm_medium=rss&utm_campaign=general

I. Chyzhevska, Advisor to Minister

Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine

SHORT-TERM MODELING: THE NEWEST PLAYERS, FUNCTIONS AND TECHNOLOGIES IN UKRAINIAN ENERGY SECTOR

Ukraine has begun a deep energy transformation. The legislation on the state regulation of energy and utilities, on the natural gas market has been already implemented; a bill on the electricity market is being prepared for the second reading. The modern energy strategy is in the active stage of the preparation – there are ongoing discussions, exchange of opinions and preparation of proposals and amendments thereto.

But the most profound changes in the energy sector of Ukraine are yet to come. Industrial revolution -4.0, state-of-the-art development and technologies, innovative achievements of the world leading energy markets are now gaining irresistible force and operating simultaneously; they intensify and accelerate the need for more radical transformation of the energy sector.

We must begin the discussion from the point of view, that is little bit unexpected for professional energy specialists: the main orientation transformations on climate change; on energy security, that comes through rejection of inefficient fossil fuel; on flexibility of grid, that is achieved through the smart technologies; on price optimization for consumers through a formula solar + storage = prosumer; on stimulation of new market components to ensure competition.

Keywords: Smart Technologies, Energy Storage, Electric Vehicle, flexible grid, new market participants

References

1. Australia’s household solar-plus-storage market grew more than 1000% in 2016 [Online] // Ecotown / 23.02.2017. – available at: <http://ecotown.com.ua/news/Rynok-domashnikh-nakopychuvachiv-sonyachnoyi-enerhiyi-u-Avstraliyi-zris-na-1000-u-2016-rotsi/> (Ukr)

2. Australian consortium launches world-first digital energy marketplace for rooftop solar [Online] // The guardian / 22.02.2017. - available at: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/23/australian-consortium-launches-world-first-digital-energy-marketplace-for-rooftop-solar>

3. Department for Business, Energy and Industrial Strategy: Building our Industrial Strategy: Green Paper, January 2017 [Online]. – Режим доступу: https://beis.gov.uk/citizenspace.com/strategy/industrial-strategy/supporting_documents/buildingourindustrialstrategygreenpaper.pdf

4. Energy companies are dead already, they just haven’t realised it solar [Online] // Renew Economy / від 02.08.2016. - available at: <http://reneweconomy.com.au/energy-companies-are-dead-already-they-just-havent-realised-it-97738/>

5. Energy storage: More tenders, government priorities and solving the revenue stream dilemma [Online] // Solar Power Portal / 02.02.2017. – available at:

http://www.solarpowerportal.co.uk/blogs/energy_storage_more_tenders_government_priorities_and_solving_the_revenue_s?utm_source=rss-feeds&utm_medium=rss&utm_campaign=general

6. *Gabor Szorenyi*. Innovation and energy regulation incl. ERRA Survey Report 2016, May 2016 [Online]. – available at: <http://library.erranet.org/>

7. *István Táczai*. Overview of the Energy Storage Possibilities to Support the Electrical Power System: Research Paper to assist the ERRA Licensing and Competition Committee, July 2016 [Online]. – available at: <http://library.erranet.org/>

8. Morgan Stanley: Storage in the Utility Sector ‘Will Grow More Than the Market Anticipates’ [Online] // Greentech Media / 08.02.2017. – available at: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/morgan-stanley-deems-energy-storage-underappreciated-expects-big-growth-in>

9. Storage secures 3.2 GW of Capacity Market contracts in auction success [Online] //Solar Power Portal / 09.12.2016. – available at:

http://www.solarpowerportal.co.uk/news/battery_storage_secures_3.2gw_of_capacity_market_contracts_in_auction_succe?utm_source=rss-feeds&utm_medium=rss&utm_campaign=general

УДК 621.311.001.7(477)

И.А. Чижевская, Советник Министра

Министерство энергетики и угольной промышленности Украины

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛИЖАЙШЕЙ ПЕРСПЕКТИВЫ:

НОВЕЙШИЕ ИГРОКИ, ФУНКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ СТРАНЫ

В Украине начата глубинная энергетическая трансформация. Уже принято законодательство о государственном регулировании в сфере энергетики и коммунальных услуг, о функционировании рынка природного газа; ко второму чтению готовится законопроект о рынке электроэнергии. В активной стадии находится подготовка новой Энергетической стратегии - продолжаются обсуждения, обмен мнениями и подготовка предложений и замечаний к ней.

Однако самые глубокие изменения энергетического сектора Украины ждут впереди. Industrial revolution 4.0, новейшие разработки и технологии, инновационные достижения развитых энергетических рынков мира сейчас набирают непреодолимой силы и действуют одновременно; они усиливают и ускоряют потребность в еще более радикальной трансформации энергетического сектора.

Необходимо начать дискуссию с несколько неожиданной точки зрения для профессиональных энергетиков: главной ориентации преобразований на климатические изменения, на энергетическую безопасность, которая достигается путем отказа от неэффективного ископаемого топлива, на достижение гибкости энергосистемы за счет smart технологий, на оптимизацию цен для конечных потребителей через формулу solar + storage = prosumer, на стимулирование новых составляющих, которые обеспечивают конкуренцию.

Ключевые слова: Smart Technologies, Energy Storage, Electric Vehicle, гибкая энергосистема, новейшие участники рынка

Надійшла 14.03.2017

Received 14.03.2017