

УДК 338.49

В.Е. ЛІП, к.е.н., провідний науковий співробітник,

О.С. БИКОНЯ,

ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України», м. Київ

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ КОНВЕРГЕНЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Досліджено нові напрями в трансформації системи енергопостачання. Визначені причини та фактори, що спричинили процес конвергенції енергетичних та інформаційних технологій. Визначені організаційно-економічні проблеми, що стримують процес конвергенції та запропоновані окремі заходи їх подолання.

Ключові слова: конвергенція технологій, енергозабезпечення, інтелектуальна енергосистема, інфраструктура, система енергопостачання.

Стрімкий розвиток техніки та зміни, що відбуваються в економіці провідних країн світу, впливають на збільшення споживання електроенергії. За таких умов постає питання підвищення ефективності генерації, постачання, розподілу та використання енергії. На сьогоднішній день в енергетичній галузі відбувається трансформація, яка набуває глобального характеру, що має призвести до суттєвих змін в енергетиці. За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства до 2030 року потреби людства в електроенергії зростуть до 30116 млрд. кВт/год, що більше ніж удвічі перевищує сучасні потреби [1; 2].

Традиційна система генерації та розподілу електричної та теплової енергії поступово зазнає суттєвої трансформації. Більшість економічно розвинутих країн вирішення проблеми подальшого розвитку та трансформації енергомережі бачать в конвергенції мереж енергопостачання та інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Передбачається, що конвергенція мереж та впровадження інформаційних технологій в сфері енергозабезпечення дасть можливість створення інтелектуальної енергетичної мережі (ІЕМ) або інтелектуальної енергетичної системи не тільки регіонального, а й національного рівня. Основними ідеологами розробки концепції інтелектуальних енергетичних систем виступили США та країни Європейського Союзу, що прийняли її як основу своєї національної політики енергетичного та інноваційного розвитку [3; 4].

Свій вклад в дослідження процесу конвергенції енергетичних та інформаційних технологій, розробку основних положень нової концепції енергозабезпечення зробили такі іноземні вчені-дослідники як: І.О. Волкова, Б.Б. Кобець[3], В.М. Княгинін[9], В.Р. Око-роков та інші.

Проблеми конвергенції технологій та впровадження інтелектуальних енергосистем в своїх працях розглядали такі українські вчені, як: Р.В. Григор'єв[1], С.П. Денисюк, М.З. Згуровський[12], В.В. Каплун[2], О.В. Кириленко, В.В. Козирський, О.В. Левшов[16], А.В. Паровик, О.В. Поліщук[11], Б.С. Стогній та інші.

В останній час в закордонній та вітчизняній літературі з'явилась значна кількість публікацій, пов'язаних з питанням конвергенції технологій в енергетичній сфері, але вони відображають в основному техніко-організаційний аспект процесу. Організаційно-економічні проблеми недостатньо висвітлені в літературі та потребують подальшого дослідження.

Метою статті є визначення організаційно-економічних проблем, чинників та факторів, що зумовлюють процес конвергенції енергетичних та інформаційних технологій.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- визначити основні напрями конвергенції технологій;
- визначити передумови процесу конвергенції енергетичних та інформаційно-комунікаційних технологій;
- описати переваги впровадження нових енергетичних систем;
- визначити проблеми на шляху процесу конвергенції енергетичних та інформаційних технологій;
- запропонувати певні заходи вирішення організаційно-економічних проблем конвергенції.

Провідні науковці та експерти різних країн в своїх форсайтних дослідженнях визначають такі основні тенденції науково-техно-

© В.Е. Ліп, О.С. Биконя, 2012

логічного розвитку, як: посилення конвергенції технологій; посилення дифузії сучасних високих технологій в середньо-технологічних сектора виробничої сфери; посилення впливу нових технологій на управління та організаційні форми бізнесу. В межах кожної з цих тенденцій формуються нові технології, які значною мірою визначатимуть як майбутні ринки, так і тенденції формуються нові технології, які значною конкурентоспроможність країн [5; 6].

Західна наука розглядає поняття «конвергенція технологій» або «конвергентні технології» як конвергенцію окремих областей наук, так і безпосередньо технологій. При цьому висловлюються наступні точки зору на суть самого процесу конвергенції:

- проста міждисциплінарна конвергенція на основі горизонтального впливу інформаційних та нанотехнологій на інші технології [7],
- поява нових напрямів науки і технологій, які в майбутньому будуть розвиватися за своїми власними траєкторіями [8].

Найбільш перспективними напрямками конвергентних технологій можна вважати такі як: нанотехнологія + ІКТ; нанобіотехнології + ІКТ; когнітивні науки + ІКТ; нанотехнологія + матеріалознавство + ІКТ, енергетика + ІКТ. В майбутньому ці технології сприятимуть появі нових секторів економіки та ринків. Остаточне формування повного комплексу конвергентних технологій очікується не раніше 2020р [5].

Останнім часом для учасників глобальних енергетичних ринків значно збільшилась невизначеність їхнього майбутнього. Це пов'язано з тим, що світові учасники паливно-енергетичних ринків дають різні оцінки розвитку енергетики. Відповідно розробляються протилежні за своєю направленістю стратегії розвитку.

Існують два основних варіанта відповіді на питання про розвиток енергозабезпечення в майбутньому [9]. Перший варіант відомий під назвою «енергоефективність +». Він передбачає модернізацію існуючих енергосистем, в основі яких покладені централізовані мережі енергозабезпечення, масштабна генерація та «вуглецева енергетика». Другий варіант представляє собою нову концепцію, яка спирається на створення нової енергетики, що заснована на відновлювальних джерелах енергії (ВДЕ), архітектурі енергосистеми на базі децентралізованої інтелектуальної мережі та «розумної» міської інфраструктури. Також передбачається перехід до будинків з меншими витратами

енергії та з інтегрованими технічними рішеннями по автономному енергозабезпеченню. В країнах ОЕСР планують перейти до нового типу нерухомості, що сама виробляє ресурси. Напрями розвитку відповідно до концепції відображені на рисунку 1.

Нові технічні рішення для побудови так званих «розумних» мереж, будинків та міської інфраструктури спираються на нові конвергентні технології. Відповідно до нової концепції споживачі енергії одночасно можуть бути й її виробниками. Поступово змінюватиметься модель існуючого ринку енергії.

На енергетичному ринку з'являються нові учасники з інших секторів. Зокрема, компанія Google, що є лідером в сфері ІКТ, стає учасником енергетичних ринків та інвестує розвиток альтернативної енергетики [10].

На сьогодні в світі відбувається швидкий розвиток альтернативної енергетики. За результатами моніторингу, загальносвітові інвестиції в альтернативну енергетику склали один трильйон доларів США [11]. Перспективні технології роблять виробництво енергії більш конкурентоспроможним. Впровадження технологій такої енергетики має ряд потенційних переваг:

- підвищення надійності та якості енергопостачання;
- вирішення проблем реконструкції системи передачі та розподілу енергії;
- зменшення навантаження та аварійних ситуацій в лініях електропередач;
- зниження витрат палива та викидів парникових газів [12].

Європарламент зобов'язав країни ЄС до 2020 р. довести використання відновлюваних джерел енергії до 20% від загального балансу, а до 2040 р. – до 40%. Провідні країни задекларували мету досягти до 2020 року в середньому 15-25% виробництва електроенергії з відновлювальних джерел енергії [11].

В Україні в 2006 році була прийнята енергетична стратегія розвитку, в якій також приділена увага розвитку альтернативної енергетики. Проте переважна більшість країн Європейського Союзу вже на сьогодні мають загальну частку відновлювальних джерел енергії більше, ніж Україна планує досягти в 2030 році. Оновлена енергетична стратегія декларує збільшення частки від нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії до 10% [13]. Це в свою чергу потребує нових заходів, щодо взаємодії централізованої системи електропостачання з відновлювальними джерелами еле-

ктроенергетики, що являють собою локальні системи та потребують розвитку децентралі-

зованих мереж для їх функціонування.

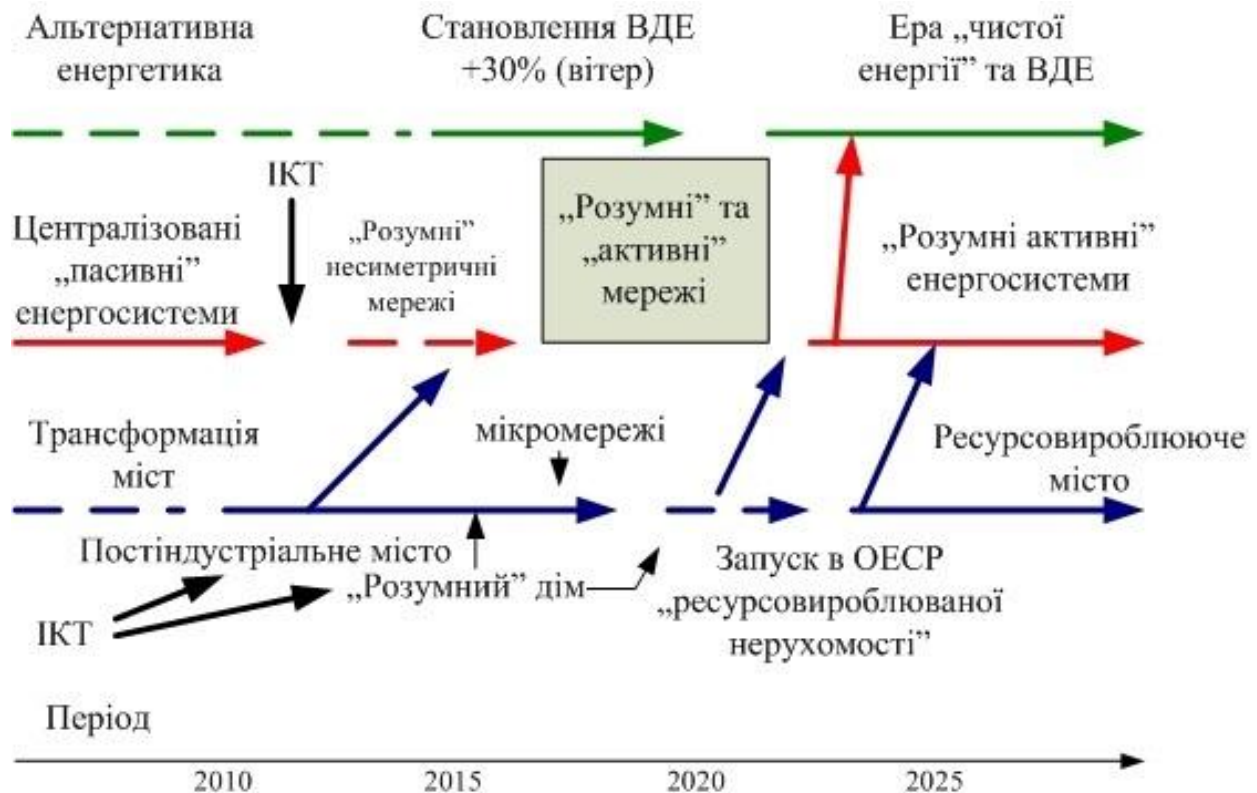


Рис. 1 Напрями розвитку відповідно до концепції інтелектуального енергозабезпечення, розроблено за даними [9]

Сьогодні більшість магістральних і розподільних мереж не спроможна забезпечити ефективно підключення великої кількості малих електростанцій, що працюють в тому числі на відновлювальних джерелах енергії. Вироблювана цими електростанціями енергія на сьогодні, як правило, не забезпечена належним чином диспетчерським управлінням, а потужність, що віддається в мережу електроенергії залежить від природних умов або від бажання власника електростанції.

У більшості розвинутих країн світу системи електропостачання були побудовані ще в 50-70-х роках минулого століття. Енергопостачальні компанії працюють з устаткуванням, яке вже вичерпало свій ресурс. Оновлення застарілої інфраструктури вимагає значних інвестицій. Проте, сучасний стан не дозволяє здійснювати повномасштабну модернізацію, тому мережеві компанії змушені працювати з устаткуванням, термін експлуатації якого вже закінчився або наближається до кінця. Така тенденція становить загрозу для надійності та

безпеки енергетичних систем [2, с.37].

Сучасний стан електроенергетики України наближається до критичного, оскільки більше 60 % енергоблоків теплових електростанцій, 40% повітряних ліній, 70% трансформаторних підстанцій вичерпали свій граничний технічний ресурс [14]. В вітчизняних енергокомпаніях практично не вирішуються завдання оптимізації експлуатаційного та ремонтного обслуговування електричних мереж, оперативного управління їхніми режимами, що привело до зростання втрат електричної енергії, які досягають 15%. Експерти вважають, що галузь електроенергетики відстає від сучасних світових технологій щонайменше на 15 років [12].

При вирішенні вищезазначених проблем в вітчизняній енергетичній галузі необхідно враховувати нову парадигму розвитку галузі та створити інтелектуальну енергетичну систему.

Основа інтелектуальної енергосистеми складають:

.....
<http://www.donntu.edu.ua> / «Библиотека»/ «Информационные ресурсы»

<http://www.instud.org>, http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/Npdntu_ekon/

- інтелектуальна вимірювальна система;
- автоматизований розподіл електричної енергії, контроль та управління електроспоживанням;
- автоматизація підстанцій та розподільчих мереж;
- управління активами підприємства [2, с.40].

Трансформація системи електропостачання на основі технологій ІЕМ надає можливості для:

- моніторингу генерації, розподілу та споживання електричної енергії, включаючи результати управління режимами за допомогою вимірювальних систем;
- формування гнучкої тарифної політики;
- забезпечення рівномірності добового навантаження в об'єднаній енергосистемі;
- швидкої та точної діагностики шляхом оперативного надання інформації під час ліквідації аварійних відключень обладнання і систем управління, локалізації помилок;
- підвищення надійності постачання електричної енергії;
- забезпечення уточнених і своєчасних даних для управління активами та експлуатаційними витратами енергопідприємств;
- реформування енергоринку з метою його подальшої лібералізації [2; 3].

В новій системі енергопостачання інформація виступає як головний засіб здійснення ефективного управління. Управлінські та інформаційні зв'язки стають фактором, що перетворить існуючу систему на енергоінформаційну. Тому для створення нової системи енергопостачання необхідним є:

1. Впровадження сучасних комунікаційних технологій для обміну інформацією між генеруючими, розподільчими компаніями та споживачами.
2. Розробка та впровадження нових програмних засобів, що дозволять реалізувати управління енергосистемою за новою концепцією.
3. Створення відповідної інформаційно-обчислювальної інфраструктури.
4. Створення розподілених інтелектуальних систем управління та аналітичних інструментів для підтримки прийняття рішень, що працюють в режимі реального часу.

Поява нової концепції інтелектуальних енергетичних систем пов'язана з рядом факторів. Спираючись на дослідження російських вчених, можна визначити фактори, що

пов'язані як з технологічним базисом галузі, так і з економічними та екологічними аспектами, а саме:

1. обмеженість подальшого збільшення генеруючих потужностей та їх ефективного використання, що пов'язано з вичерпністю невідновних видів палива;
2. поява нових суттєвих екологічних обмежень та необхідність зменшення впливу на оточуюче середовище;
3. існуюча технологічна база енергетики майже повністю вичерпала всі можливості підвищення продуктивності обладнання;
4. стримування розвитку інфраструктури системи електрозабезпечення, що пов'язано зі збільшенням техногенних та інфраструктурних ризиків для розвитку в районах з високою щільністю населення;
5. обмеженість інвестиційних ресурсів для розвитку мережевої інфраструктури та будівництва нових енергетичних об'єктів [3; 8].

Необхідність кардинальних перетворень в енергетичній сфері пов'язана з появою та розвитком нових технологій, загальною тенденцією підвищення рівня автоматизації та збільшенням кількості відновлювальних джерел енергії. Крім того, з'являються нові вимоги з боку різних учасників енергетичного ринку, а саме: підвищення вимог до якості послуг, гнучкість при змінах умов функціонування електроенергетичного ринку, прозорість взаємовідносин між різними суб'єктами ринку [3].

Для сучасних енергосистем характерний перехід від централізованих систем генерації, де виробництво електроенергії здійснюється на великих електростанціях, до децентралізованих енергосистем з широким використанням відновлювальних джерел енергії [16, с.241].

Особливістю сучасних енергосистем є створення транснаціональних та великих територіально протяжних електроенергетичних систем (ENTSO-E, СЕС Росії, ОЕС України та ін.). Ці процеси пов'язані, перш за все, з необхідністю передачі великих потоків енергії на значні відстані. Україна також прагне до інтеграції з електроенергетичним сектором Європейського Союзу. Тому вітчизняні енергокомпанії повинні працювати за правилами ЄС, які містять досить високі вимоги до надійності та якості електричної енергії. Все це вимагає розвитку наукових досліджень в області інтелектуальних енергосистем для оптимізації спільної роботи різних джерел енергії,

підвищення енергоефективності та надійності постачання електроенергії [16].

Сукупність вищенаведених факторів вимагає створення механізмів функціонування електроенергетики, здатних підвищити споживчі якості та ефективність використання енергії, забезпечити розвиток галузі в майбутньому.

У світі відбувається бурхливий розвиток інтелектуальних енергетичних систем, в той же час не можна говорити про безперешкодне поширення концепції нових енергосистем. В провідних країнах сьогодні доступна значна кількість технологій, необхідних для модернізації та розвитку електроенергетики, але впровадження цих технологій обмежено, оскільки існують бар'єри, що обумовлюють небажання інвесторів робити ризикові вкладення в мережні енергетичні компанії. Бар'єри поширюються на наступні сфери: регулювання та законодавство; культура та комунікації; промисловість; технології [17].

Відносно проблем в державному регулюванні та законодавстві – законодавство та державне регулювання поки не займають провідної ролі в процесі модернізації енергетичного комплексу. У представників держави не-

має чіткого уявлення про необхідні нормативні й законодавчі ініціативи, що забезпечують реалізацію концепції інтелектуальних енергосистем. Відсутній необхідний механізм стимулювання інвестицій у програми з підвищення якості електроенергії, включаючи програми, що враховують зв'язок між ціною та якістю електроенергії.

Регулятори часто не надають підприємствам кредити на реалізацію інвестиційних програм, зокрема, для досягнення скорочення шкідливих впливів на навколишнє середовище та покращення екологічної ситуації. Необхідні правила, що підтримають об'єднані ринки електроенергії: регулятори на різних рівнях повинні підтримувати, але не втручатися в розвиток великих оптових ринків електроенергії, які відповідають вимогам споживачів і системних операторів.

Впровадження нових конвергентних технологій та трансформація існуючої системи енергопостачання потребує відповідного фінансування. У 2010 році лідером за інвестиціями в інтелектуальні енергомережі стали Китай, США та Японія, що відображено на рисунку 2 [18].

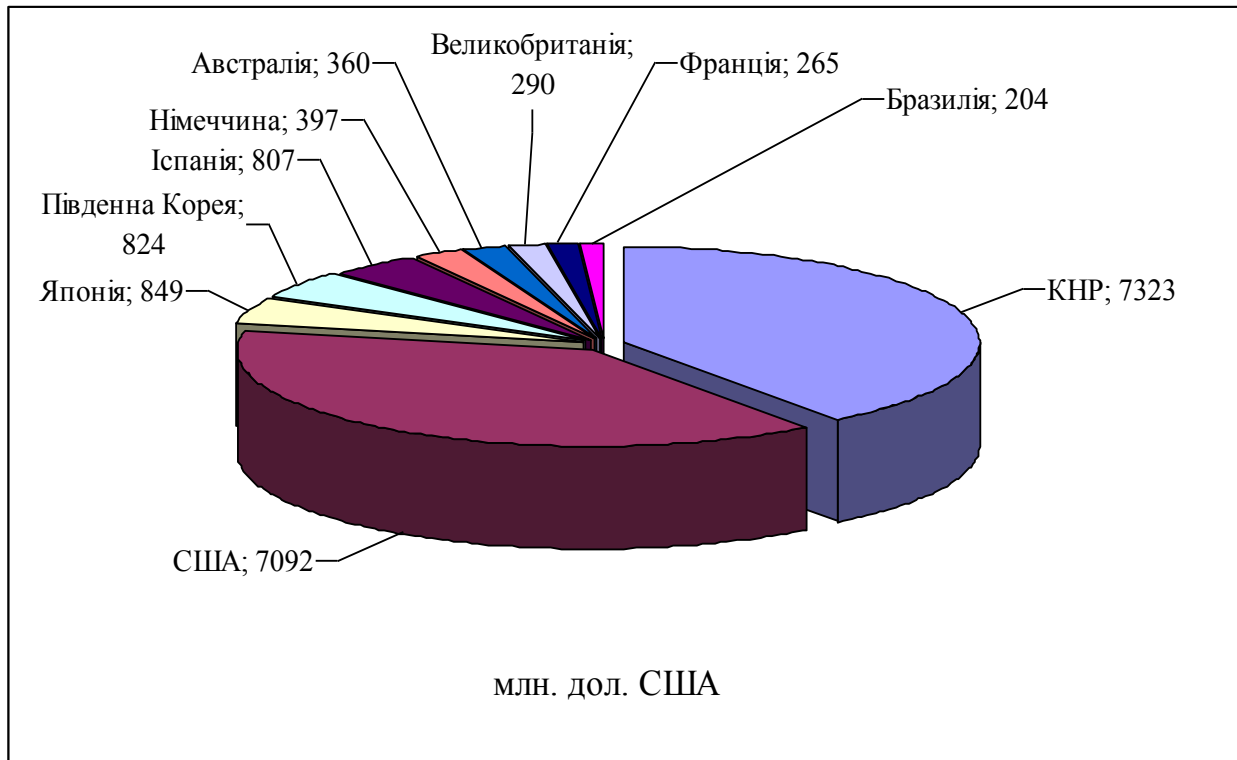


Рис. 2. Інвестиції в інтелектуальні енергомережі в 2010 році, побудовано за даними [18]

Передбачається, що повна трансформація системи вимагатиме значних інвестицій. В майбутньому Китай планує залучити інвестиції в обсязі 70 млрд. дол., США – 19 млрд. дол., Індія – 10 млрд. дол. [19]. Обсяги інвестицій в створення інтелектуальних енергосистем в світі відображено на рисунку 3.

У сфері комунікацій виділяють наступні основні проблеми. Споживачі недостатньо проінформовані про переваги технологій інтелектуальних енергетичних систем. До деяких складових потенційної цінності для покупців відносяться: більш ефективне спостереження й контроль споживання електроенергії з метою зниження цін на електроенергію; використання майбутніх переваг в обслуговуванні, які будуть доступні завдяки інтелектуаль-

льним енергосистемам.

До промислових бар'єрів відносять складності, що зустрічаються на шляху реалізації концепції інтелектуальних енергосистем як в енергетичних компаніях, так і на шляху формування єдиного бізнесу-простору, що функціонує на базі інтелектуальних технологій. Енергетичні підприємства не бачать стимулів для змін: на їхню думку, споживачі задоволені існуючим рівнем надійності роботи. Низький рівень взаємодії підприємств одне з одним. Деякі галузеві аналітики вважають, що результатом дерегулювання став розрив у співробітництві й координації дій, і, як результат, компанії стали конкурувати одна з одною.

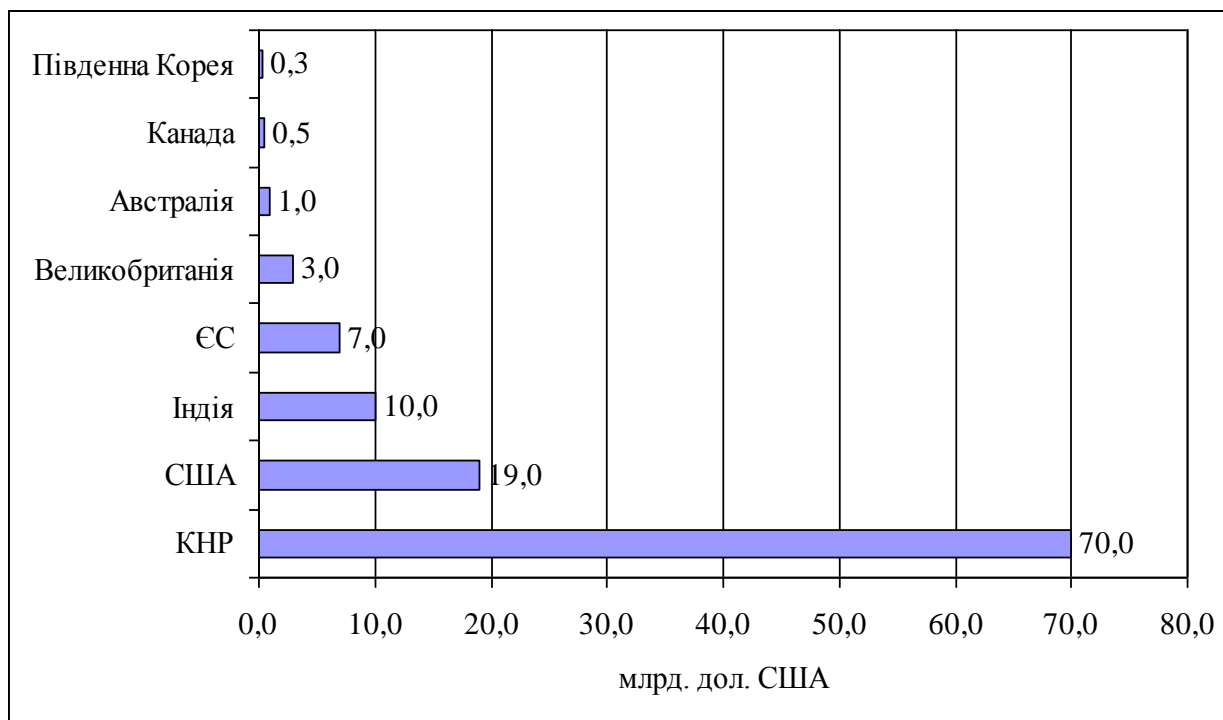


Рис. 3. Заплановані обсяги інвестицій в розвиток інтелектуальних мереж в країнах світу, побудовано за даними [19]

Проблеми несумісності існуючого обладнання з елементами нового технологічного базису повинні вирішуватися шляхом заміни старого обладнання таким чином, щоб узгоджуватись з обладнанням інтелектуальних енергосистем. Керівники підприємств неохоче йдуть на зміни в процесах і технологіях. Сьогодні топ-менеджери здебільшого зосереджують зусилля на дослідженні ринку і юридичних питань його функціонування, а не на технічних аспектах роботи енергосистеми.

Стандарти підприємства по плануванню

та проектуванню в цілому зосереджені на традиційній моделі енергетичного комплексу: централізована система генерації, технології минулого покоління, невисока ймовірність переходу на активну участь споживачів у роботі енергосистеми. У цілому принципи концепції інтелектуальних енергосистем не були задіяні при складанні технічних правил і стандартів, які й обмежують поширення нових процесів і технологій, що існують сьогодні. Необхідно спробувати значно змінити підходи в управлінні енергетичною системою, щоб

стимулювати технічний персонал внести вправлення в поточний підхід [3, с. 149].

Демонстрації результатів застосування концепції інтелектуальних енергосистем на регіональному рівні й у масштабах всієї країни приділяється мало уваги, хоча за допомогою таких проектів може бути продемонстрована очевидна користь. Це також надасть інформацію, необхідну регуляторам у створенні норм і правил.

Режим роботи розподілених енергетичних систем не вивчений повністю. Ріст кількості учасників електроенергетичної системи веде до виникнення проблем у питаннях безпеки. Відсутній стандартний підхід у управлінні оцінкою безпеки, у розумінні значимості й в оцінці оновлень в сфері безпеки. Крім того, обмежений доступ до засекреченої державної інформації робить інвестиції ще більш не виправданими.

Рівень витрат на дослідження й розробки по електроенергетичних підприємствах вкрай низький. У структурі необхідного валового виторгу електроенергетичних компаній дослідження й розробки становлять дуже незначний відсоток витрат. У конкурентоздатних галузях високих технологій цей відсоток у декілька разів вище [3, с. 151].

Дотепер не відбулося об'єднання різних технологій. Користь від об'єднання різних технологій звичайно вище тієї, котра отримана від окремих технологій. Ціна багатьох нових технологій на сучасний момент неконкурентоспроможна і повинна бути знижена, щоб підвищити ступінь їхнього впровадження, необхідного для впровадження інтелектуальних енергетичних систем.

Відбувається зниження частоти проникнення нових ідей. На підприємствах в енергетичній галузі має місце вичерпання технічного досвіду внаслідок того, що персонал виходить на пенсію, а замість нього залишаються молоді фахівці. Крім того, фундаментальне знання й розуміння принципів роботи енергосистеми втрачаються в силу того, що технічний аналіз все частіше проводиться комп'ютерами, а не людьми.

Для подолання вищевикладених бар'єрів необхідно вжити відповідні заходи як з боку держави, так і енергетичних компаній. Необхідна розробка державної стратегії залучення інвестицій для розвитку енергетичної галузі. Держава повинна стимулювати становлення та розвиток інтелектуальних енергетичних систем. Це може бути як значне зменшен-

ня податкового тягаря, так і надання податкових канікул на час впровадження нових технологій, в залежності від територій або галузей, де розміщуються революційно нові технології виробництва, передачі та використання енергії. В той же час традиційна енергетика не повинна отримувати пільги з боку держави. Потрібно постійно займатись створенням в суспільстві нового інституційного поля щодо виробництва, використання, економії та екологічності енергоресурсів в країні. Тому потрібні радикальні політичні та економічні рішення з цього надто важливого питання.

Відносно бар'єрів в області культури та комунікацій необхідно підвищити рівень розуміння та поінформованості учасників енергоринку стосовно нової концепції трансформації системи енергозабезпечення.

Для подолання промислових бар'єрів потрібно створити стимули для залучення вітчизняної промисловості до модернізації та інноваційного розвитку електроенергетики. Необхідно також прискорити процес проведення дослідження, розробок і впроваджень, необхідних для модернізації енергетичної галузі, що в свою чергу вимагає збільшення обсягу фінансування на вищезазначені цілі.

Спираючись на вище викладене, можна відмітити необхідність прийняття державою радикальних заходів і формування нової сучасної стратегії розвитку електроенергетики, яка повинна враховувати не тільки економічні, а й політичні, екологічні та територіальні особливості України. Оновлена редакція Енергетичної стратегії України до 2030 року повинна спиратися на нові технології та розглядати можливість створення нової архітектури - інтелектуальної енергетичної системи в Україні. Розробка нових конвергентних технологій та їх використання вимагає поглиблення співпраці наукового співтовариства, бізнесу та держави. Нашій державі необхідно враховувати досвід європейських країн, який свідчить, що одним з ефективних організаційно-економічних механізмів провадження масштабних технологічних проектів є створення технологічних платформ.

Подальші дослідження та розробки, на нашу думку, можуть полягати в поглибленому розгляді даного питання з точки зору інституціональної економіки та створення організаційно-економічного механізму конвергенції енергетичних та інформаційних технологій.

Література

1. Григор'єв Р.В. Перспективні напрями використання інтелектуальних мереж локальної енергетики / Р.В. Григор'єв // Проблеми загальної енергетики. – 2008. – №18. – С. 29-31.
2. Каплун В.В. Smart Grid як інноваційна платформа розвитку електроенергетичних систем / В.В. Каплун, В.В. Козирський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11. Т.4. – С. 35-46.
3. Кобец Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Б.Б. Кобец, И.О. Волкова. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
4. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – №6. – С. 44-50.
5. Усиление конвергенции технологий в мире [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://protown.ru/information/hidden/4455.html>.
6. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее / М.В. Ковальчук // Российские нанотехнологии. – 2011. – №1-2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d_no=38178
7. Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>.
8. Towards a European Strategy for Nanotechnology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nanocode-rec_pe0894c_en.pdf.
9. Княгинин В.Н. Энергетический Форум (видение будущего энергетики) / В.Н. Княгинин. – М.: Фонд ЦСР «Северо-Запад», 2010. – 26 с.
10. Google инвестирует в разработку технологий солнечной энергетики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://atmosphere.by/articles/472.html>.
11. Поліщук О.В. Развитие альтернативной энергетики в Украине: стан та перспективи розвитку / О.В. Поліщук [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.er.energy.gov.ua/doc.php?f=2582>.
12. Згуровський М.З. Сталий розвиток суспільства та енергетики / М.З. Згуровський, А.В. Паровик // Енергетика. Екологія. Людина. Наукові праці НТУУ «КПІ», ІЕЕ. – Київ: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2009. – С.8-13.
13. Оновлення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року (проект) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/docs-a-log/document?id=222032>.
14. Енергетична стратегія України на період до 2030 / Інформаційно-аналітичний бюлетень «Відомості Мінпаливенерго України». Спеціальний випуск. Київ, 2006. – 113 с.
15. Кобец Б.Б. Smart Grid как концепция инновационного развития электроэнергетики за рубежом / Б.Б. Кобец, И.О. Волкова, В.Р. Окороков [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.transform.ru/articles/html/10it/it000018.article>.
16. Левшов А.В. Развитие научных исследований в области интеллектуальных энергосистем / А.В. Левшов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Донецьк: ДНТУ, 2011 – № 11(186). – С. 241-245.
17. The National Energy Technology Laboratory: «A vision for the Modern Grid», March 2007. – 11pp.
18. Инвестиции в Smart Grid в 2010 году [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.smartgrid.su/2010/08/27/investicii-v-smart-grid-v-2010-godu/#.To9FKvoZldI>.
19. Интеллектуальные сети (Smart Grid) и энергоэффективность // Материалы конференции компании General Electric. – Москва, 11 февраля 2010 года.

Статья поступила в редакцию 10.11.2012