

EXPEDIENCE AND PROSPECTS OF USING THE SMART GRID CONCEPT IN HEAT ENERGY OF UKRAINE**Petrochenko O.***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute Separate structural subdivision «Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture»***Zinich P.***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Civil Engineering Separate structural subdivision «Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture»***Kubanov R.***Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, Management and Territorial Management Separate structural subdivision «Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture»***Kushnir S.***Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Economics, Management and Territorial Management Separate structural subdivision «Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture»***Nischuk V.***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Construction and Information Technology Separate structural subdivision «Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture»***ДОЦІЛЬНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПЦІЇ «SMART GRID» У ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ****Петроченко О.П.***кандидат технічних наук, доцент, директор інституту Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури»***Зінич П.Л.***кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри цивільної інженерії Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури»***Кубанов Р.А.***кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри економіки, менеджменту та управління територіями Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури»***Кушнір С.І.***кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки, менеджменту та управління територіями Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури»***Ніщук В.С.***кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва та інформаційних технологій Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури»***DOI: 10.24412/3453-9875-2021-73-1-26-30****Abstract**

The study identifies and substantiates the theoretical possibilities of using the concept of «Smart Grid» to improve the performance of one of the key areas in the energy sector of Ukraine – heat. It is proved that given the problematic state of heat in Ukraine, it is worth paying attention to the possibilities of using smart grids in this sector. It is noted that the Smart Grid technology platform is an electrical network that meets the requirements of efficient and reliable operation of the power system. This is ensured by coordinated management and organization of two-way communications between the elements of electrical networks, power plants, power sources and consumers. Possibilities of using this concept in the domestic heat industry are considered in two aspects: potential increase of efficiency of heat supply system within the existing model; change of the traditional model of the heat

supply system with the use of system technical-technological and organizational innovations. According to the authors, the practical implementation of Ukraine's innovative concept «Smart Grid» is a necessary basis for further stages of economic development, which will increase the reliability and efficiency of operation and development of the power system, improve customer service, reduce electricity costs and ensure electricity quality requirements.

Анотація

У дослідженні визначенні та обґрунтовані теоретичні можливості використання концепції «Smart Grid» для покращення показників діяльності одного з ключових напрямків у енергетичному секторі України – теплоенергетики. Доказано, що з огляду на проблемний стан теплоенергетики в Україні варто приділити увагу можливостям використання розумних енергомереж у даному секторі. Відзначено, що технологічна платформа Smart Grid – це електричні мережі, які відповідають вимогам ефективного та надійного функціонування енергосистеми. Це забезпечується за рахунок скоординованого керування та організації двосторонніх комунікацій між елементами електричних мереж, електричними станціями, джерелами енергосистеми і споживачами. Можливості використання даної концепції у вітчизняній теплоенергетиці розглянуто в двох аспектах: потенційне підвищення ефективності системи теплопостачання у межах наявної моделі; зміна традиційної моделі системи теплопостачання із застосуванням системних техніко-технологічних та організаційних інновацій. На думку авторів, практична реалізація Україною інноваційної концепції «Smart Grid» є необхідною основою для подальших етапів економічного розвитку, що сприятиме підвищенню надійності та економічності функціонування і розвитку енергосистеми, поліпшенню якості обслуговування споживачів, зниженню собівартості виробленої електроенергії та забезпеченню вимог до якості електроенергії.

Keywords: Smart Grid concept, innovations, energy saving economy, alternative energy, efficiency of modern heat supply system, energy management.

Ключові слова: концепція «Smart Grid», інновації, енергозберігаюча економіка, альтернативна енергетика, ефективність сучасної системи теплопостачання, управління енергетикою.

Вступ. Енергетичний сектор України потребує оновлення. Дана теза є ключовою у значній частині наукових статей, присвячених проблемам енергетичного сектора України та шляхам його оновлення, які були опубліковані у вітчизняних та закордонних виданнях протягом останніх десятиліть. Незважаючи на суттєві зрушення у реформуванні енергетичного сектору, розробку та реалізацію державних та регіональних програм розвитку галузі, продовжуються дискусії щодо пошуку оптимальних варіантів трансформації енергетики України, приведення її у відповідність європейським стандартам для подальшої інтеграції до єдиної європейської енергомережі. Важливим питанням при цьому є впровадження інновацій для досягнення оптимальних економічних, екологічних та соціальних результатів, закладення основи для динамічного розвитку галузі з використанням перспективних техніко-економічних рішень.

У контексті вирішення окреслених проблем, останніми роками з'явилася значна кількість робіт, у яких аналізуються можливості та шляхи забезпечення прийнятно високого рівня енергоефективності країни. Вагомий внесок у дослідження ефективності використання енергоресурсів зробили такі вчені, як: І. Вакуленко і С. Колосок [1]; С. Кудря [2]; В. Дешко, А.Замулко і Д. Карпенко [3]; Л. Козак [5]; І. Солоненчук [8; 10]. Аналіз наукових джерел із проблематики ефективного енергоспоживання показав, що на сьогодні особливої актуальності набувають питання присвячені використанню «розумних» технологій у енергетиці зарубіжними країнами з метою трансформації електроенергетичних систем в Україні.

Методи дослідження. В статті було використано системний підхід, що забезпечує комплексне

дослідження проблеми, індукцію та дедукцію, порівняльний аналіз та узагальнення.

Мета дослідження спрямована на визначення теоретичних можливостей використання концепції «Smart Grid» для покращення показників діяльності одного з ключових напрямків у енергетичному секторі України – теплоенергетики.

Результати дослідження. Згідно доповіді «2016 International Energy Efficiency Scorecard» американської ради з енергозберігаючої економіки визначено країни, які найкраще заощаджують електроенергію. Перше місце посіла Німеччина, друге – Італія і Японія, третє – Франція. Решта країн розташувалися в такій послідовності: Великобританія, Китай, Іспанія, Південна Корея і США, Канада, Нідерланди, Польща, Тайвань, Індія, Туреччина, Австралія та ін. Своє лідируюче становище Німеччина зберігає є з 2014 року, завдяки енергетичному плану – Energiewende. Крім того країна має мету до 2050 року повністю зупинити викиди в навколишнє середовище вуглекислого газу. Позиція Німеччини щодо політики в галузі енергоефективності та ставлення до навколишнього середовища загалом визначили вибір країни у нашому дослідженні. Необхідно зазначити, що уряди країни стимулюють інвестиції в енергоефективність та здійснюють підтримку політики заощадження коштів громадян, зменшення залежності від імпорту енергоносіїв та забруднення навколишнього середовища. Разом з тим, енергетична ефективність реалізовується в світі недостатньо не дивлячись на численні переваги і її потенціал стати найбільшим ресурсом для задоволення зростаючого попиту на енергію у всьому світі [6].

Традиційне розуміння поняття розумних енергомереж базується на виключному використанні їх

для отримання, розподілу та споживання електричної енергії. Проте кінцеві цілі виробництва електричної енергії є різними. Розглядаючи енергетичний ланцюг, однією з основних потреб виробництва електрики є необхідність отримання теплової енергії. Дана потреба може бути реалізована напряму, наприклад, через використання побутових обігрівачів, або опосередковано, тобто через забезпечення живлення установок, що продукують теплову енергію. Таким чином, з огляду на проблемний стан теплоенергетики в Україні варто приділити увагу можливостям використання розумних енергомереж (у широкому розумінні даного поняття, включаючи сучасні моделі генерації енергії, передачу її до мережі та розподіл і споживання електричної енергії) у даному секторі.

Концепція Smart Grid є інноваційною, так як передбачає не лише використання прогресивних технічно ефективних рішень, а змінює модель енергетичного ланцюга, роблячи його гнучким, відповідно до потреб споживачів. Слід відзначити, що технологічна платформа Smart Grid – це електричні мережі, які відповідають вимогам ефективного та надійного функціонування енергосистеми. Це забезпечується за рахунок скоординованого керування та організації двосторонніх комунікацій між елементами електричних мереж, електричними станціями, джерелами енергосистеми і споживачами [13].

Можливості використання даної концепції у вітчизняній теплоенергетиці потрібно розглядати у двох аспектах: потенційне підвищення ефективності системи теплопостачання у межах наявної моделі; зміна традиційної моделі системи теплопостачання із застосуванням системних техніко-технологічних та організаційних інновацій. Обидва пункти доцільно пояснити.

Під традиційною моделлю варто розуміти систему централізованого теплопостачання, яка ґрунтується на наявності потужних теплогенераційних установок, які здатні забезпечити значні обсяги енергії для нагріву теплоносія, який теплоносієм постачається до кінцевого споживача [4]. Регулювання процесу теплопостачання за даної моделі має суттєві обмеження у вітчизняних реаліях. Температура подачі теплоносія регулюється централізовано, що є проблемою, адже спричиняє невиправдані втрати тепла внаслідок перегріву при аномально високих для опалювального періоду температур, що відрізняються від розрахункових їх величин, або застосування сучасних енергоефективних технологій та теплоізоляційних матеріалів на окремих об'єктах. Другий пункт передбачає відхід від традиційної централізованої системи теплопостачання. Варіанти альтернативної системи теплопостачання можуть суттєво різнитися залежно від технології, що використовується, джерела енергогенерації, можливостей розподілу теплової енергії та енергії, необхідної для роботи теплогенераційних установок.

Другий варіант ґрунтується на наявних механізмах забезпечення альтернативного до традиційної

системи теплопостачання підходу. Зокрема, він потребує відповідного законодавства. Розробленої технічної документації, державних норм з регулювання техніко-технологічних вимог до різних видів обладнання та облаштування мереж, стандартів безпеки [7].

Одним з крайніх випадків застосування підходу до формування альтернативної системи теплопостачання є встановлення автономного опалення багатоповерхівок. Розрізняють два типові варіанти реалізації такого підходу: підключення наявних функціонуючих об'єктів від централізованого теплопостачання (зокрема, багатоповерхових будинків, бюджетних закладів та установ); будівництво нових об'єктів, що не передбачають підключення їх до централізованої системи теплопостачання відповідно до плану будівництва [11]. З позицій використання Smart Grid концепції для теплопостачання інтерес має використання електроенергії для обігріву побутових та промислових об'єктів. Адже у цьому випадку виникає широке коло можливостей для впровадження роздільної енергогенерації, що є базовим компонентом розбудови розумних енергетичних мереж [9].

Для відповіді на ключове запитання, поставлене у даній статті, потрібно з'ясувати два моменти: ефективність сучасної системи теплопостачання та доцільність внесення змін до традиційної моделі; масштаби потенційного впровадження Smart Grid концепції. Ефективність системи теплопостачання викликає дискусії, результатом яких є реалізація проектів застосування автономного опалення на промислових та побутових об'єктах, як альтернативи системі централізованого теплопостачання. Проте централізована система теплопостачання має ряд переваг. Значна частка країн Європейського Союзу у тому чи іншому вигляді використовують саме централізоване теплопостачання як основну систему подачі тепла на побутові, промислові та об'єкти іншого призначення, хоча для переважної більшості 28 енергуючих 28 ів Європейського Союзу централізоване опалення не є домінуючою моделлю подачі тепла [12].

Однак тенденція свідчить про зростання частки централізованого опалення в країнах Європейського Союзу порівняно з іншими моделями теплопостачання [13]. Згідно дослідження [1], у 2010 р. у країнах ЄС частка централізованого теплопостачання становила лише 10%, але планується, що до 2030-го цей показник зросте до 30%, а до 2050 р. – до 50%. Зазначаються причини такого зрушення політики у сфері теплопостачання: «диверсифікація джерел теплової енергії, підвищення енергетичної незалежності країни, – можливість одержати дешеву теплову енергію, скорочення шкідливих викидів. Уже нині частка традиційних газових котлів у СІТ європейських країн не перевищує 20% (в Україні – близько 60%). До 2050 р. частка таких котлів не перевищуватиме 10% [1].

В основу названих переваг централізованої системи теплопостачання покладено переважно результати прогресу у технологічному розвитку ене-

ргоєфективних технологій та наслідки європейської політики у сфері енергоєфективності та енергозбереження. Зокрема, розширення технологічних можливостей щодо когенерації (термін, що означає процес сумісного виробництва теплової та електричної енергії), використання альтернативної енергетики, у тому числі сонячної енергії, біопалива, твердих побутових відходів, геотермальної, вітрової та інших видів енергії дозволило скоротити імпортозалежність країн Європи від викопних енергетичних ресурсів та диверсифікувати джерела енергогенерації [2]. Це також створило сприятливі умови для розвитку децентралізованих систем опалення та системи розподіленої енергогенерації, що, у тому числі, значно сприяло розвитку розумних енергетичних мереж, розширивши сферу їх застосування. Окрім того, цілеспрямована політика ЄС щодо розширення застосування альтернативної енергетики та здійснення децентралізованого підходу до енергогенерації забезпечила правове підґрунтя до формування ефективних законодавчих важелів формування та регулювання енергетичного ринку, підтримки розподіленої енергогенерації.

Зростання частки електричної енергії в ЄС для потреб теплопостачання є тенденцією, яка активно стимулюється з використанням адміністративних та ринкових важелів [14]. Когенерація розглядається як один з головних інструментів зростання частки електрики в системі теплопостачання, що поряд з використанням альтернативних джерел енергії, зокрема сонячної та вітрової, дозволяє прискорити темпи розбудови розумних енергетичних мереж, реалізуючи принцип розподіленої енергогенерації. Слід відзначити, що комбіноване виробництво електричної та теплової енергії (когенерація) — спосіб одночасного виробництва електричної та теплової енергії в межах одного технологічного процесу у результаті спалення палива [5]. Однак в Україні обсяги когенерації знижуються, що йде у розріз із загальноєвропейською тенденцією. Окрім того, централізована система теплопостачання України значно обмежує застосування Smart Grids. Програми з модернізації енергетичних мереж, які розробляються та реалізуються в Україні спрямовані переважно на відтворення інфраструктури з її осучасненням, проте не змінюють традиційну модель системи теплопостачання. Таким чином, за даних обставин не варто розраховувати на суміжний та системний розвиток розумних енергомереж та систем централізованого теплопостачання. Це у майбутньому призведе до необхідності додаткових витрат на модернізацію енергетичної системи. Тобто – до модернізації після модернізації. Головним завданням у даній ситуації є створення конкурентного ринку теплоенергії. На сьогодні таке завдання можна реалізувати кількома способами. Найбільш очевидним є варіант переймання досвіду Європейського союзу, де найбільш поширеними є два варіанти ринку централізованого теплопостачання: 1) модель єдиного покупця. Відповідно до даної моделі оператор мережі здійснює закупівлю теплової енергії від усіх наявних виробників з метою подальшого продажу кінцевим

споживачам на рівних умовах диференційовано за типом споживачів. Дана модель забезпечує відкритий доступ до тепломережі суб'єктам, які генерують теплову енергію. Зазначений підхід є найбільш поширеним у країнах ЄС, які мають централізовану систему теплопостачання. 2) модель відкритих тепломереж. Застосування цієї моделі надає виробнику теплової енергії гарантований доступ до тепломережі. Обов'язковою умовою застосування цієї моделі є прямий продаж теплової енергії власним клієнтам, у обсязі, що повністю забезпечить їхні потреби. Однак через складність застосування дана модель не набула широкого поширення у Європі.

Більш ширше розглядає зазначений процес І. Солоненчук. Науковець вважає, що нині існують чотири основні моделі ринку енергоресурсів, які відрізняються як рівнем конкуренції, так і системами ціноутворення [8; 10]. Перша модель ринку енергоресурсів – регульована природна монополія. На даному ринку діють переважно компанії з вертикально-інтегрованою діяльністю від виробництва до збуту. Регулюючу функцію від виробництва до транспортування в тій чи іншій формі виконує держава. Друга модель ринку енергоресурсів – єдиний покупець в особі закупівельного агентства чи державного підприємства. Цій моделі ринку частково притаманні основи конкуренції. Конкуренція проявляється тільки з боку «пропозиції». Тобто незалежні компанії конкурують між собою за право продавати певні обсяги енергії єдиному закупівельному агентству. Конкуренція здійснюється не на ціновому рівні, а в частині забезпечення надійності та якості послуг. З боку «попит» існує повна монополія. Єдиний покупець має монополію на передавальні мережі. Цей єдиний покупець здійснює продаж енергії оптовим розподільним компаніям, в деяких випадках і кінцевим споживачам. Конкуренція у ціновій чи тарифній політиці відсутня. Держава або спеціальний регулюючий орган країни регулює процес здійснення закупівлі енергії в генеруючих компаніях і розподіл кінцевим споживачам. Третю модель ринку енергоресурсів формує оптовий ринок енергії, де координатором виступає адміністратор торговельної системи. На цьому ринку конкурують енергогенеруючі, розподільно-збутові компанії. Монополія проявляється в частині транспортування енергії. Цю функцію виконує транспортно-енергетична компанія, частіше за все – державна. Збалансованість ринку забезпечується шляхом оперативно-диспетчерського режимного управління енергосистемою незалежним системним оператором. Припиняється регулювання оптових цін. Така система взаємодії роботи даних гравців на ринку призводить до операційних труднощів, зниженню надійності та безпеки роботи єдиної енергосистеми в тих країнах, де впроваджено дану модель ринку енергоресурсів. Четверту модель ринку енергоресурсів представляє вільний ринок. При використанні даної моделі відокремлюються розподіл і збут енергії, що дозволяє забезпечити конкуренцію на оптовому і роздрібному ринках енергії. Фактично паралельно функціонують роздрібні та оп-

тові ринки енергоресурсів. Збутові компанії конкурують між собою за збут енергії роздрібним споживачам на роздрібному ринку та за покупку енергію – на оптовому ринку. В даному випадку державне регулювання оптових цін практично відсутнє. Можна зробити умовивід, що перші дві моделі можна класифікувати як регульовані ринки тому, що їм притаманна регульована тарифно-цінова політика. Третя та четверта моделі слід віднести до конкурентних ринків з вільним ціноутворенням.

Висновки. На нашу думку, сучасні умови розвитку економіки розвинених країн та в країнах, які розвиваються, спонукають вчених і практиків до пошуку шляхів подальшого реформування, реструктуризації, а регулювання ринків і виокремлення механізмів взаємодії енергооператорів. Практична реалізація Україною інноваційної концепції «Smart Grid» є необхідною основою для подальших етапів економічного розвитку, що сприятиме підвищенню надійності та економічності функціонування і розвитку енергосистеми, поліпшенню якості обслуговування споживачів, зниженню собівартості виробленої електроенергії та забезпеченню вимог до якості електроенергії. Зокрема, з урахуванням реальної динаміки розвитку економіки України, зокрема, показників приросту ВВП, цінних тенденцій на світових ринках паливних ресурсів і відповідного корегування запланованих приростів енергоспоживання та зміни інших показників економічного розвитку в прогнозованих періодах, а також за умови максимального використання економічно доцільного потенціалу нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та науково-технічних досягнень, ймовірна ситуація, яка може дозволити в сумарному обчисленні суттєво знизити обсяги виробництва електричної та теплової енергії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вакуленко І.А., Колосок С.І. Взаємозв'язок Smart Grids концепції з оновленням теплоенергетики України. Вісник Сумського державного університету. Серія «Економіка». 2019. № 1. С. 14–18.
2. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
3. Дешко В.І., Замулко А.І., Карпенко Д.С., Оцінка ефективності функціонування локального ринку теплової енергії. Проблеми загальної енергетики, 2017. Т. 3, № 50, С. 41–49.
4. Енергоефективність в муніципальному секторі: навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування / А. Максимов, І. Вахович, Т. Гутніченко, П. Бабічева, Н. Вакуленко, Н. Ігольникова, Т. Цифра, О. Молодід, О. Молодід, О. Бележкова, Ю. Ячменьова, Ю. Дорошук, А. Скрипник,

А. Ваколюк, В. Бойко, М. Сегедій, Д. Вахович. Асоціація міст України. К., ТОВ «ПІДПРИЄМСТВО «ВІЕНЕЙ», 2015. 184 с.

5. Козак Л.Ю. Когенерація – основа енергозаощадження // Нафтогазова енергетика. 2007. №1(2). С. 39–43.

6. Матвеева Ю.Т., Колосок С.І., Вакуленко І.А. Аналіз зарубіжного досвіду щодо забезпечення енергетичної ефективності на основі моделі smart grid. Ефективна економіка. 2019. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6987> (дата звернення: 10.11.2021 р.).

7. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М. Іншеков, Є.Є. Нікітін, М.В. Тарновський, А.В. Чернявський. К.: Поліграф плюс, 2014. 238 с.

8. Солоненчук І. Механізм державного регулювання ринку енергоресурсів. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Економічні науки. 2019. № 5 (139). С. 67–77.

9. Сталий розвиток – XXI століття: управління, технології, моделі. Дискусії 2016: колективна монографія / Андерсон В.М., Балджи М.Д., Баркан В.І. [та ін.]; Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України; НТТУ «Київський політехнічний інститут»; Вища економікогуманітарна школа / за наук.ред. проф. Хлобистова Є.В. Черкаси: видавець Чабаненко Ю., 2016. 590 с.

10. Ткачук В., Солоненчук І. Сучасні тенденції розвитку ринку енергоресурсів в Україні. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Економічні науки. 2019. № 6 (141). С. 73–84.

11. Трансформація соціальної інфраструктури в контексті забезпечення гуманітарного розвитку: кол. моногр. / В.М. Новіков, Н.М. Деєва, І.С. Каленюк [та ін.]; за наук. ред. д.е.н., проф. В.М. Новікова, д.е.н., проф. З.С. Сіройча. Вінниця: ПП Балюк І. Б., 2015. 384 с.

12. Управління стратегічним розвитком об'єднаних територіальних громад: інноваційні підходи та інструменти: монографія / С.М. Серьогін, Ю.П. Шаров, Є.І. Бородин, Н.Т. Гончарук [та ін.]; за заг. та наук. ред. С.М. Серьогіна, Ю.П. Шарова. Д.: ДРІДУ НАДУ, 2016. 276 с.

13. European Smart Grids Technology Platform: vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. European Commission, 2006. 44 p.

14. Kappagantu R., Arul Daniel S. Challenges and issues of smart grid implementation: A case of Indian scenario. Journal of Electrical Systems and Information Technology, 2018. 53. PP. 453–467.