

**ДОРОЖНЯ КАРТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ З
ВИКОРИСТАННЯМ СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЙ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ¹****Іващенко Є.С.,***студент I курсу кафедри економічної кібернетики**Сумський державний університет,**ye.ivashchenko@student.sumdu.edu.ua***Штефан А.В.,***студент кафедри економічної кібернетики**Сумський державний університет,**a.shtefan@student.sumdu.edu.ua***Кубатко О.В.,***к.е.н., доцент, ст. викладач кафедри економіки, підприємництва та бізнес**адміністрування, Сумський державний університет,**o.kubatko@econ.sumdu.edu.ua***Харченко М.О.,***к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та бізнес**адміністрування, Сумський державний університет,**m.kharchenko@econ.sumdu.edu.ua*

На сьогодні для забезпечення суспільних потреб необхідні великі об'єми енергетичних ресурсів. В епоху індустріалізації, коли вирішення виробничих завдань, функціонування домогосподарств відбувалося за рахунок активного видобування надр Землі, рівень запасів невідновних ресурсів значно зменшився, що призвело до погіршення екологічного стану планети. Таке становище спонукає до пошуку та переходу на новітні методи енергетичного виробництва, в основі яких лежить поступовий перехід до використання альтернативних джерел, як норми суспільного життя. Перспективним напрямком для досягнення цієї мети є повсюдне впровадження розумних енергомереж. В статті досліджено ідею, принципи та компоненти, які входять в структуру смарт-систем. Також висвітлено переваги їх впровадження в енергетичну сферу економіки певної країни. Для дослідження перспектив оновлення енергетичного сектору та продуктивного впровадження інтелектуальних технологій необхідне вивчення досвіду інших країн з даного питання. За критерій під час виміру показників енергоефективності обирали індекс функціональності енергетичної інфраструктури. Серед списку країн, в більшості лідерів наявний високий економічний розвиток та правильно обраний напрямок реалізації ресурсних потенціалів, що і стало причиною успіху. Незважаючи на потенціал та необхідність, використання відновних ресурсів при створенні енергії викликає розширення амплітуди коливань рівня напруги та збільшення вірогідності перепадів. Рішенням даної проблеми виступатиме використання смарт-лічильників. Низка країн вже визначилася із прогностичними величинами, щодо введення цієї технології. Необхідним елементом ефективного реалізації досвіду країн є створення необхідних умов, що полягають у зміні деяких пунктів в енергетичній політиці. Ключовим елементом під час розбудови смарт-мереж має виступати дорожня карта, що являє собою нормативний документ із сукупністю дій, процесів та стейкхолдерів задля узгодження стратегічної та тактичної складових. Використання дорожніх карт є досить поширеним та несе певні переваги. У роботі висвітлено дорожню карту створення розумних енергетичних мереж в Україні, яка була розроблена з урахуванням певних обмежень, існуючих всередині країни. Вказано на проблеми, які можуть постати при реалізації даного плану. На основі планованої структури електровиробництва на 2021 рік, запропонованої міністерством енергетики України, було розглянуто джерела виробництва електроенергії й порівняно чинники, що впливають на розвиток переважаючих елементів в існуючій структурі виробництва та альтернативних джерел з використанням розумних енергомереж та зроблено відповідні висновки. Перспективний шлях розвитку полягає саме у використанні та впровадженні технологій, що застосовуються при створенні розумних мереж енергопостачання.

Ключові слова: *смарт-технологія, екологія, зелена економіка, розумна енергосистема, ефективність, відновна енергія, економічне зростання*

DOI: 10.21272/1817-9215.2021.1-26

¹Ця робота була підтримана Міністерством освіти і науки України (науково-дослідна тема № 0119U100766 "Оптимізаційна модель розбудови розумних та безпечних енергетичних мереж: інноваційні технології екологізації підприємств та регіонів").

ВСТУП

Однією з, нині необхідних, характерних рис розвитку, яку має набути усе людське суспільство, є суттєве переосмислення енергетичної політики. Нині цей процес вже активно відбувається в розвинених країнах світу й пов'язаний зі зміною індустріальної моделі економіки постіндустріальною. Згідно з сучасними тенденціями, нова енергетична політика повинна включати в себе такі аспекти як доступність, ефективність, екологічність, соціальна, економічна та організаційна стійкість, безпека.

З початку минулого десятиріччя було зроблено акцент на розвиток відновлюваних «нетрадиційних» джерел енергії. Однак задля повноцінного їх запровадження та використання необхідне поєднання трьох складових на постійній основі:

- енергосприйнятність (якнайнижчий вплив на довкілля);
- повне енергозабезпечення (безупинне постачання);
- енергетична доступність (доступна тарифікація для споживачів) [1].

Нині це є дуже важливою задачею, оскільки видобуток надр Землі, їх переробка тощо, очевидно, шкодить природньому фону, з чого витікає багато негативних наслідків не лише для людського суспільства. Крім того, для України вирішення цього завдання є важливим також з точки зору енергетичної незалежності. Питання щодо цього ще більш гостро постало з початком геополітичної нестабільності щодо нашої країни. Актуальність даної теми також посилюється виснаженістю нинішньої структури електроенергетики та застарілим оснащенням мережі.

Стратегічним підґрунтям для стабілізації та зниження енергоємності економіки певної країни є підвищення рівня енергоефективності. Важливу роль на даному етапі відіграють технології Smart Grid. Їх участь в процесі зростання електроенергетичної складової в мікро- та макросередовищах зумовлюється необхідністю зміни застосованих раніше технологій в енергетичній мережі та пошуку альтернативних джерел через надмірне використання невідновних природних ресурсів, а також змінами в кліматі через систематичні викиди парникових газів [2]. Наразі для досягнення певних результатів в розробці нових розумних енергомереж формальний опис пріоритетів в даній сфері відступає на задній план. Водночас набуває актуальності створення дорожніх карт, спеціалізація яких полягає в визначенні доцільних заходів, термінів та виконавців задля реформування енергетичної складової економіки [3].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Головним факторами для подолання електроенергетичних проблем є оновлення та модернізування енергетичних мереж, за рахунок контролю та регулювання потужності використання, створення та пошук альтернативних ресурсів, а також генерація резервних енергетичних запасів. Всі ці складові висвітлюються при використанні Smart Grid технологій. Головною ціллю дослідження є аналіз чинників, що можуть посприяти застосуванню цієї методики, а також розвитку дорожньої карти створення нових енергетичних мереж.

Завданням статті є аналіз та висвітлення досвіду країн, що впроваджують Smart Grid технології та застосовують на практиці інноваційні енергетичні системи для оптимізації та підвищення рівня електроенергетичної складової економіки.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основні ідеї, які стоять за концепцією технологій Smart Grid на різних рівнях – це тісна взаємодія усталених нині енергосистем з децентралізованими системами керування, системами телекомунікаційних мереж, різноманітних лічильників; за різних умов розташування – сонячних панелей, гідро- та вітрогенераторів тощо, що у сукупності повинні сформувати цілісну інфраструктуру «розумної» енергетичної мережі.

Основними компонентами Smart Grid є інтелектуальний облік енерговитрат; вдосконалена мережа; енергоефективність; прилади у власності споживачів, що можуть бути вбудовані в інноваційну енергетичну систему. Структура представлена схемою нижче (рис. 1) [4]:

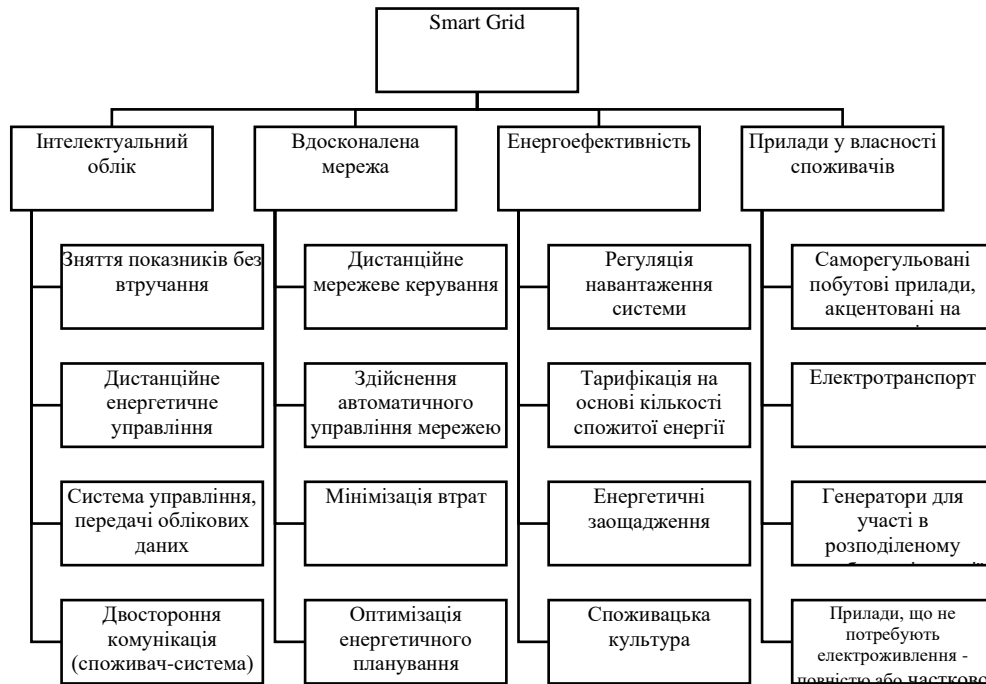


Рисунок 1 – Структура Smart Grid [4]

Дуже важливе зрушення у такій системі полягає в адаптивності рівня напруги в мережі, залежно від його затребуваності в конкретному сценарії енергоспоживання[4].

Цілком адекватно зробити оцінку наслідків повсюдного запровадження таких інтелектуальних мереж в будь-якій економічній системі: зниження витратних навантажень; значне зменшення впливу на екологічний фон, великою мірою завдяки переходу до децентралізованого виробництва електроенергії саме споживачами-учасниками, у тому числі, в рамках концепції розподіленого виробництва видів енергії. У перспективі також важливо поглиблювати інтеграцію з комп'ютерними системами для оптимізації енергоспоживання взагалі на всіх щаблях суспільного життя – на засадах автоматизації, з мінімальним втручанням в систему ззовні.

Враховуючи вищезазначене, варто окреслити головні переваги введення в експлуатацію технології, що розглядається, порівняно з усталеною нині моделлю енергетичного обігу.

По-перше, при вдалому розгалуженні ланок, що входять до системи інтелектуального енергопостачання, забезпечується безперебійність подачі енергії до споживача. Це може виявлятися у ситуаціях, коли певний відрізок системи постачання виходить з ладу. Крім того, активний розвиток комп'ютерного інжинірингу та його застосування у сфері енергетики може забезпечити процес автоматизованого відновлення пошкоджених ділянок мережі.

З попереднього випливає наступна перевага – надходження надлишкової енергії, при її наявності, до загальної системи, що формує зручну топологію для

користування багатьма учасниками мережі, адже, скажімо, ті домогосподарства, які нездатні у повній мірі самостійно генерувати необхідні об'єми виду енергії, зможуть бути забезпечені нею завдяки запозиченню з загального енергетичного «кола».

Завдяки використанню у системі пристроїв, сутність яких полягає у накопиченні енергії, забезпечується відносна стійкість її подачі, наприклад, в умовах негоди, коли не можуть використовуватися для генерації сонячні панелі тощо.

Такі умови здатні забезпечити сприятливе середовище також для розвитку сервісного обслуговування встановлених на основі Smart Grid домашніх систем, систем на виробництвах тощо. Це є одним з двигунів розвитку економіки країн [5].

Отож, нині розповсюджувана політика, спрямована на повсюдне усталення розумної енергосистеми, не є безпідставною. Це обґрунтовано підкріплюється економічною вигодою в перспективі. Безумовно, для України це також є важливим нововведенням на шляху до самостійності в енергетичній сфері.

Для того, щоб виокремити перспективи успішного застосування такої енергетичної моделі у регіоні, необхідно звернутися до досвіду інших країн.

Епоха цифровізації та третя промислова революція вже охопила більшість країн. На сьогодні задля розвитку енергетичних мереж слід застосовувати технології Smart Grid. Позитивні чи негативні результати в галузі енергоємності певної країни відображаються в показниках енергоємності ВВП. Впровадження інтелектуальних технологій задля оптимізації та підвищення продуктивності енергетичних систем стає все більш необхідним.

Позиціонування цієї технології також відрізняється в деяких країнах. Якщо для США – вона означає вагомий чинник задля автоматизації та структуризації енергетичних систем, то для Китаю пріоритетним є безпечність використання енергії та ставка на силову електроніку[4].

Основним показником для виміру показників ефективності енергоресурсів є ЕАРІ. Дослідження показників енергосистем здійснюється за допомогою 18 індикаторів, які в свою чергу об'єднуються в три великі групи виміру показників енергетичних систем:

- економічний ріст та динаміка розвитку;
- рівноважний стан екологічної системи;
- доступність та безпечність енергії.

В результаті розрахунків, лідерами виявилися такі країни, як Швейцарія та Норвегія. Факторами успіху стала доцільно обрана екологічна політика та наявність великих запасів та можливостей, щодо використання альтернативних джерел енергії. Проміжні підсумки наведені нижче (табл. 1)[6].

Таблиця 1 - Результати виміру глобального індексу енергоефективності [6]

№/Рейтинг країни	Країна	Індекс
1	Швейцарія	0,8
2	Норвегія	0,79
3	Швеція	0,78
4	Данія	0,77
5	Франція	0,77
6	Австрія	0,76
7	Іспанія	0,75
8	Колумбія	0,75
9	Нова Зеландія	0,75
10	Уругвай	0,74
19	Німеччина	0,71
...
73	Україна	0,58
...
127	Бахрейн	0,37

З моменту впровадження смарт-технологій більшість країн розпочали пошук альтернативних видів джерел. В 1 кварталі 2019 року в Німеччині було зафіксовано

рекордний показник використання електроенергії, виробленої з відновних джерел 47,3%. Такі об'єми чистої енергії викликали проблеми, щодо управління енергосистемами[7]. Задля вирішення даної проблеми більшість країн провадять енергетичну політику, головною метою якої є використання смарт-лічильників. Дані прилади допомагають контролювати рівень напруги мережі та перепади, що виникають внаслідок втрати контролю за станом використання альтернативних ресурсів. Планові величини застосування та введення смарт-лічильників серед країн наведено нижче (табл. 2) [8].

Таблиця 2 – Прогнозні величини впровадження смарт-лічильників [8]

Країна	Число точок обліку, млн шт.	Період впровадження	Ступінь оснащення смарт-лічильниками до 2020р,%	Термін служби, років
Австрія	5,7	2012-2019	95	15
Чехія	5,7	2020-2026	100	12
Данія	3,3	2014-2020	100	10
Франція	35	2014-2020	95	20
Німеччина	47,9	2012-2032	23% (до 2022)	13
Греція	7	2014-2020	80	15
Ірландія	2,2	2014-2019	100	17
Латвія	1,1	2015-2024	23	12
Литва	1,6	2014-2020	80	15
Люксембург	0,3	2015-2018	95	20
Нідерланди	15,2	2012-2020	100	15
Польща	16,5	2012-2020	80	8
Португалія	6,5	2014-2022	80	15
Велика Британія	59,6	2012-2020	97	15
Іспанія	27,8	2011-2018	100	15
Румунія	9	2013-2022	80	20
Словаччина	2,6	2013-2022	23	15

Доцільно додати, що США здійснило інвестування в технології Smart Grid у розмірі 8 млрд. дол., з наступною часткою смарт-лічильників в обсязі 50-60% до 2020 року. Китай здійснив інвестиційну компанію зосереджену на інтелектуальних технологіях обліку енергії, що сягала 100,8 млрд. дол., з наступною часткою смарт-лічильників – 90-95% до 2020 року. Прогнозна величина інвестованих коштів в розвиток технологій Smart Grid, що запланована Південною Кореєю дорівнюватиме 18,1 млрд. дол. до 2030 року[9].

Результати застосування та впровадження технологій даного типу для США виявилися позитивними. Серед головних досягнень можна виділити: 1) зниження рівня пікових навантажень; 2) збільшення вартості електроенергії на 15%; 3) зменшення рахунків за енергію на 10%[4].

Одними із передових технологій, що застосовуються в межах Smart Grid можна вважати FACTS (Flexible Alternating Current Transmission Systems) та DCSG (Direct Current Smart Grid), головною метою яких є дотримання стабільності в роботі та підвищення рівня пропускнуої здатності електромереж із застосуванням електропередач змінного та постійного струму з використанням інтелектуальних мереж, за рахунок контролю за перепадами напруги. Основною умовою застосування цієї технології є наявність надійного з'єднання мереж у світі[10].

Нині реалізується ряд проектів на основі технології ASMSD (Automative Smart Metering System Data). Вона базується на інтелектуальному обліку води, енергії, світла з використанням спеціальних приладів, що мають можливість передачі інформації з мереж GSM/GPRS з подальшим визначенням адреси користувача. Серед компаній, що застосовують дану технологію можна виділити: Siemens AG та Techem GmbH. Впровадження наведених технологій має стати необхідністю для кожної країни задля розвитку в економічній та екологічній сферах[11].

Для успішної реалізації досвіду зарубіжних країн в даній сфері необхідним елементом виступатиме створення необхідних умов, що полягають в наступних елементах:

- забезпечення конкурентної середовища на ринку енергоресурсів;
- продуктивне розпорядження енергії;
- надання вільного доступу до енергомереж;
- створення умов для подальшого інвестування в проекти інтелектуальних мереж.

Для узгодження та контролю над взаємопов'язаними процесами необхідне створення дорожніх карт для ефективного впровадження політики запровадження розумних енергомереж.

Дорожня карта являє собою нормативний документ, що складається з необхідних процесів, першорядних стейкхолдерів з напрямками їх діяльності та термінами виконання робіт. Вона є ключовим елементом в розбудові інтелектуальних мереж. Призначення дорожньої карти зумовлюється узгодженням стратегічних завдань та тактичних рішень, а також полягає в покращенні управління бізнес-процесами та інтенсифікації процесів інноваційного розвитку економіки. Впровадження в систему дорожніх карт є досить поширеним в сфері енергетики серед різних інституцій та компаній.

Застосування в організації процесів дорожніх карт несе певні переваги:

- встановлення доцільних напрямків інвестування;
- забезпечення постійного обміну інформацією між усіма особами на підприємстві про бізнес-складові;
- створення часових меж;
- підвищення рівня ефективності планування;
- забезпечення миттєвого реагування на події.

Переважає більшість досліджень в даній сфері зосереджена на розвитку та створенні комплексних дорожніх карт, діапазон яких буде включати усі напрямки розвитку інтелектуальних мереж. Останнім часом наявний перехід науковців до питання інтеграції нинішніх інтелектуальних мереж сучасних технологій.

Найбільшого успіху в розробці та реалізації політики запровадження розумних мереж із застосування дорожніх карт досягли такі країни, як США, Китай, Німеччина та Індія. Подальшим завданням для цих країн буде покращення рівня продуктивності та ефективності функціонування нинішніх мереж.

Проаналізувавши досвід країн, що досягли значних результатів у розвитку розумної енергетики, було розроблено дорожню карту запровадження інтелектуальних енергетичних мереж в Україні (рис. 2), яка хоч і адаптована під технічні, технологічні, економічні та інституційні обмеження всередині держави, проте відповідає напрямку розвитку європейської енергетики. Крім того, було виділено найбільш важливі напрямки діяльності для успішного впровадження та асиміляції Smart Grid в національному масштабі: 1) Енергоефективна політика та регуляція; 2) Інфраструктура; 3) Технології, інновативність та дослідження; 4) залучення споживачів та відкритість.

На жаль, навіть при такому підході розробки залишаються певні недоліки. Суттєвою проблемою є відсутність чітких періодів виконання кожного з трьох кроків впровадження новітніх енергомереж. Це є наслідком несформованої політики держави щодо інтеграції Smart Grid в енергетичний сектор економіки.

Для вдалого виконання плану, першопочатково необхідно системно підійти до складання державних програм розвитку даного напрямку розвитку енергетики України, його подальшого вивчення тощо [12].

Порівняємо чинники впливу на розвиток ланок структури нинішнього енергетичного устрою та введення розглядуваних технологій на нинішньому етапі.

За прогнозованим балансом об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України міністерства енергетики, очікуваний обсяг виробництва електроенергії збільшиться

на 4,9%, порівняно з 2020 роком, й складе 156,1 млрд кВт/год [13]. Загалом, плановану структуру виробництва приведено на рисунку нижче (рис. 3).

	Крок 1. Інтеграція розподіленої генерації до існуючої енергосистеми	Крок 2. Впровадження децентралізованих енергосистем	Крок 3. Впровадження дисперсної енергомережі	Зацікавлені сторони
Енергоєфективна політика та регуляція	Розповсюдження систем інтелектуального вимірювання			В, Е
		Оновлення бази нормативів розвитку структури електрифікації		В
		Розробка та введення системи стимулювання використання транспорту, опалення на електричній основі		В
	Розробка стандартів та структури взаємозв'язку агрегаторів з постачальниками енергії			В, Е
		Розвиток енергетичного ринку з участю споживачів у розподіленій енергогенерації		В, Е
	Технічна стандартизація, регулювання протоколів комунікації			В, Ц, Е
	Забезпечення повної конфіденційності, захисту власності та безпеки клієнтської інформації			В, Е
	Забезпечення цифрової безпеки за рахунок стандартизації, регулювання та бенчмаркінгу			В, Е
Інфраструктура	Постійні інвестиції в розумні енергетичні мережі			В, Е
	Оновлення енергетичної інфраструктури на основі РЕ	Збільшення частки РЕ до 50%	Перевищення 50% частки РЕ у структурі	Е
	Реалізація проєктів, що стосуються альтернативної енергогенерації			В, Ц, Е
		Введення проєктів з альтернативної енергетики та розподіленої генерації в РЕ		В, Е
		Становлення на ринку «віртуальних електростанцій» та подальше стимулювання розподіленої енергогенерації		В, Е
	Інвестиції в системи спостереження та контролю розподільної мережі			В, Е
	Інвестування в енергетичну генерацію з відновлювальних джерел			В, Ц, Е
		Дослідження та покращення загальносистемних механізмів стабілізації РЕ		В, Е
Технології, інноваційність та дослідження		Дослідження технологій для РЕ	Участь у міжнародних проєктах з дослідження РЕ	В, Ц, Е
	Навчання працівників у галузі РЕ (особливо науковців)			В, Е
		Інтелектуальне онлайн-вимірювання викидів CO ₂		Е
		Забезпечення гнучких тарифів використання енергії		В, Ц, Е
	Пробні дослідження управління попитом та автоматизованого контролю			В, Ц, Е
		Реалізація дослідницьких проєктів: інформаційно-комунікаційні технології, спостереження. Міжнародне партнерство		В, Ц, Е
	Демонстраційні проєкти для визначення витрат, параметрів безпеки та стійкості			В, Ц, Е
			Апробація проєктів з акумулювання енергії	В, Е
Залучення споживачів та відкритість	Навчання та залучення клієнтів до управління енергомережею			В, Ц, Е
	Розробка та демонстрація технологій для кінцевого їх споживача			В, Ц, Е
	Розробка інструментів енергоспоживання та бізнес-моделі, стимулювання реагування споживачів на зміни енергоринку			В, Ц, Е
		Стандартизація, субсидіювання, стимулювання використання розумних приладів		В, Е
	Кодифікування найкращих практик енергоєфективності та автоматизованого реагування на попит		Стимулювання широкомасштабного розгортання пілотних проєктів енергоєфективності та автоматизованих програм реагування на попит	
В – уряд, органи державної та місцевої влади		Ц – фінансово-кредитні установи, домогосподарства, споживачі промислового значення, науково-дослідницькі організації	Е – компанії, що займаються генерацією та розподіленням енергії, постачальники, орган регуляції енергетичного ринку України	

Рисунок 2 – Дорожня карта запровадження інтелектуальних енергетичних мереж в Україні [12]

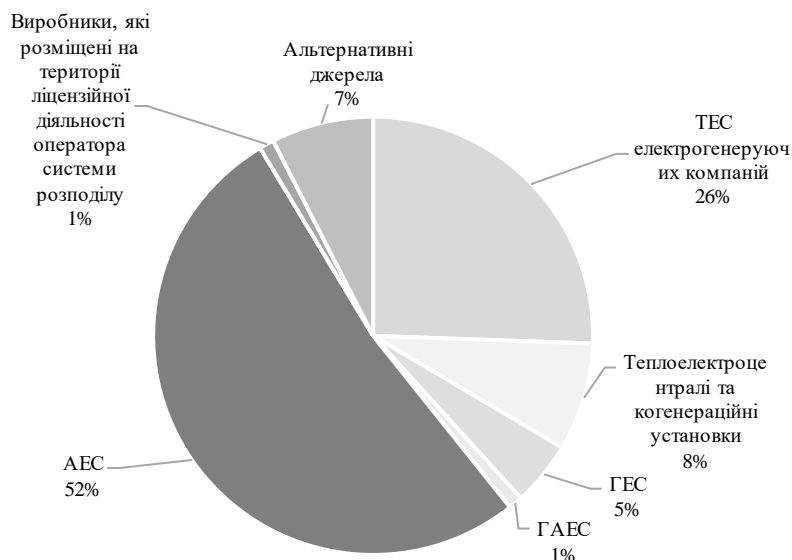


Рисунок 3 – Планована структура електровиробництва на 2021 рік (млн.кВт/год) [13]

З наведеної діаграми бачимо, що планована частка альтернативних джерел у структурі складає лише 7%.

Варто зазначити, що для більшості складових визначальним чинником є саме ресурсний й передбачає, у певній мірі, зміну екосистем. У сукупності – негативний вплив на екологію регіону тощо.

Найвагомішими ж чинниками розвитку альтернативних джерел з використанням технології Smart Grid є активне запровадження ІТ-технологій, енергозберігаючих установок, лічильників тощо[14]. Саме в процесі енерговиробництва це не нестиме негативного впливу на навколишнє середовище. Навпаки, використання та розповсюдження цих елементів у цілості дозволить заощаджувати, ефективно використовуючи енергію.

Беручи до уваги вищезазначене, вважаємо, що використовувати представлену новітню технологію є більш доцільним, оскільки чинники, що впливають на розвиток та її повсюдне проникнення є повністю протилежними ресурсним, що позитивно виявиться в економічному, екологічному плані тощо. Однак, нині важкість розповсюдження елементів системи, дорожнеча є гальмівною ланкою у становленні системи як загальноприйнятої норми у нашій державі.

На даному етапі розвитку енергетичної та екологічної складових підвищення рівня застосування Smart Grid технологій та покращення організації управління невідновними ресурсами все більш стає необхідністю. Перспективний шлях розвитку полягає в застосуванні таких приладів:

- смарт-лічильники;
- інтегровані системи інформаційного обміну;
- адаптивні системи захисту;
- системи для передачі даних [14].

Експерти стверджують, що майбутня мережа позбудеться ієрархічної структури. Натомість вона матиме вигляд складної, розгалуженої та неструктурованої системи, основними приладами якої будуть інтелектуальні лічильники. Внаслідок підвищення динаміки керування мережею покращиться рівень надійності та безпечності енергопостачань.

Із-за зростання цін на невідновні ресурси такі, як природний газ та нафта, можливе скорочення розриву між вартістю традиційних та альтернативних джерел

електроенергії. Стимулюючим фактором також можна вважати посилення умов, щодо будівництва станцій, що зосереджені на видобутку традиційних видів джерел.

За прогнозами експертів, частка енергопостачань проведених через смарт-мережі може досягати 20% від загального об'єму енергопостачань [4].

ВИСНОВКИ

Провівши дослідження, вважаємо цілком адекватним шлях здійснення реформ в енергетичній сфері з використанням смарт-технологій Smart Grid на основі альтернативних джерел енергії.

Позитивні зрушення від використання нової системи є очевидними в будь-якій області суспільного життя: від економії ресурсів та їх раціонального використання окремим домогосподарством до розвитку економіки завдяки усталенню таких систем на виробництвах, створення нових робочих місць, пов'язаних зі сферою; від розподіленого виробництва енергії з використанням альтернативних джерел до поліпшення екології регіону тощо.

Необхідність застосування Smart Grid технологій підтверджується нинішнім екологічним станом нашої планети, що проявляється в надмірному забрудненні атмосфери станціями, що виробляють енергію використовуючи невідновні природні ресурси. Актуальність застосування приладів на основі інтелектуального обліку підтверджується неоптимізованою та неефективною політикою використання енергії.

Досвід країн, в яких вже активно останніми роками відбувається розповсюдження, відображає доцільність введення Smart Grid також і в Україні. Однак це потребує поглиблення інтеграції ІТ-технологій в енергетичну сферу для забезпечення автоматизації, а також розповсюдження елементів системи серед споживачів, більшість з яких нині, на жаль, воліють не впроваджувати оснащення у своїх господарствах через дороговизну.

Наразі залишається відкритим та актуальним питання створення дорожніх карт задля ефективною реалізації політики впровадження інтелектуальних мереж та переходу та переходу до енергоцентрованої моделі економіки.

SUMMARY

Ivashchenko E. S., Stefan A. V., Kubatko O.V., Kharchenko M.O. Road map for creation of new energy networks using smart technologies at the regional level

Today large amounts of energy resources are needed to meet public needs. In the era of industrialization, when the solution of production problems, and the functioning of households was due to the active extraction of the Earth's interior, the level of reserves of non-renewable resources has decreased significantly, which led to the deterioration of the ecological state of the planet. This situation encourages the search for and transition to the energy production, which is based on alternative sources as norms of social life. A promising direction to achieve this goal is the widespread introduction of smart grids. The article explores the idea, principles and components that are part of the structure of smart systems. The advantages of their introduction into the energy sphere of a country's economy are also highlighted. To study the prospects for renewal of the energy sector and productive implementation of intelligent technologies, it is necessary to study the experience of other countries on this issue. The index of energy infrastructure functionality was chosen as a criterion when measuring energy efficiency indicators. Among the list of countries, most leaders have high economic development and the right choice of resources, which was the reason for success. Despite the potential and need, the use of renewable resources in the creation of energy causes an increase in the amplitude of fluctuations in voltage levels and increase the probability of differences. The solution to this problem will be the use of smart meters. A number of countries have already decided to the introduction of this technology. A necessary element of the effective implementation of the experience of countries is the creation of the necessary conditions to change some points in energy policy. A key element in the development of smart grids should be the road map, which is a normative document with a set of actions, processes and stakeholders to agree on strategic and tactical components. The use of road maps is quite common and has certain advantages. The paper highlights the roadmap for the creation of smart energy networks in Ukraine, which was developed taking into account certain restrictions existing within the country. The problems that may arise in the implementation of this plan are indicated. Based on the planned structure of electricity generation for 2021, proposed by the Ministry of Energy of Ukraine, the sources of electricity production were considered and the factors. A promising way of development is the use and implementation of technologies used in the creation of smart energy supply networks.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стогній Б. С., Кириленко О. В., Праховник А. В. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні. *Технічна електродинаміка*. № 5. С. 52–67. URL: <http://dspace.nbuu.gov.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/62229/08-Stogny.pdf?sequence=1>.
2. Денисюк С. П., Горенко Д. С. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2016. С. 25–33.
3. Smart-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. *Аналітична доповідь* / К. Маркевич, В. Сіденко. 2021. 400 с. URL: <https://razumkov.org.ua/uploads/other/2021-SMART-%D0%A1YTI-SITE.pdf>
4. Шевчук О. А., Борданова Л. С., Наухацька Т. А. Оптимізація енергоефективності економіки за допомогою технологічної концепції Smart Grid. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2019. С. 400–414.
5. Чернецький В. А. Smart Grid - розумна електросистема. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем* : Матеріали І Всеукр. науково-практ. інтернет-конф. пам'яті В. В. Овчар., 20 трав. – 4 черв. 2020 р. / ред. С. Ф. Курашкін. 2020. С. 97–98. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/11450/1/97-98%20Матеріали%20I%20Всеукр_конференції%20ЕТЕМ_ТДАТУ.pdf.
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: 15.05.2021). DOI: 10.32702/2307-2105-2019.4.36
7. Smart Grid: потрапити в мережу. *Новини України та Світу. Головні і останні новини* - НВ(Новое Время). URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/so-skorostyu-sveta/smart-grid-potrapiti-v-merezhu-50057381.html>
8. Нова енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність» <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245213112>.
9. Что такое Smart Grid?. Volta - интернет-магазин электрики и электротоваров, электротовары по доступным ценам. URL: <https://www.volta.com.ua/blog/chto-takoe-smart-grid/>.
10. Міжнародний досвід високотехнологічного економічного розвитку на основі побудови Smart Grid / Д. І. Олійник // *Стратегічні пріоритети*. - 2017. - № 3. - С. 87-96. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spa_2017_3_13
11. Оцінка стану та реалізації концепцій розвитку «інтелектуальних» електромереж у світовій практиці [Електронний ресурс] / *УКРЕНЕПТО* – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Grid.pdf>.
12. Вакуленко І. А. Організаційно-економічні засади запровадження розумних енергомереж в енергетичному секторі України : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.03. Суми, 2020. 252 с.
13. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України: Виробництво електроенергії зросте цього року на 4,9% порівняно з 2020 роком - оновлений Прогнозний баланс електроенергії об'єднаної енергетичної системи України на 2021 рік. *Міністерство енергетики та вугільної промисловості України*. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245530208.
14. Бондаренко С. Smart Grid в забезпеченні інтелектуалізації енергосистеми України. *Social development & Security*. 2019. Т. 9, № 1. С. 26–39. URL: <http://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/85/83>.

REFERENCES

1. Stogniy BS, Kyrylenko OV, Prakhovnyk AV Evolution of intelligent electrical networks and their prospects in Ukraine. *Technical electrodynamic*. № 5. S. 52–67. URL: <http://dspace.nbuu.gov.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/62229/08-Stogny.pdf?sequence=1>.
2. Denisyuk S.P., Gorenko D.S. Analysis of problems of implementation of virtual power plants. *Energy: economics, Technology, ecology*. 2016. S. 25–33.
3. Smart-infrastructure in sustainable urban development: world experience and prospects of Ukraine. *Analytical report* / K. Markevich, V. Sidenko. 2021. 400 p. URL: <https://razumkov.org.ua/uploads/other/2021-SMART-%D0%A1YTI-SITE.pdf>
4. Shevchuk OA, Bordanova LS, Naukhatska TA Optimization of energy efficiency of economy by means of the technological concept of Smart Grid. *Economic Bulletin of NTUU "KPI"*. 2019. S. 400–414.
5. Chernetsky VA Smart Grid - smart electrical system. *Current state and prospects of development of electrical systems*: Materials and All-Ukrainian. scientific practice. internet conference in memory of VV Ovchar., May 20. - June 4. 2020 / ed. SF Kurashkin. 2020. S. 97–98. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/11450/1/97-98%20Materials%20I%20Vseukr_konferentsii%20EТЕМ_ТДАТУ.pdf.
6. Matveeva Yu. T., Kolosok SI, Vakulenko IA Analysis of foreign experience in ensuring energy efficiency based on the smart grid model. *Efficient economy*. 2019. № 4. - URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6987> (access date: 15.05.2021). DOI: 10.32702 / 2307-2105-2019.4.36
7. Smart Grid: get online. *News of Ukraine and the World. Top and latest news* - NV (Novoe Vremya). URL: <https://nv.ua/eng/ukraine/so-skorostyu-sveta/smart-grid-potrapiti-v-merezhu-50057381.html>
8. New energy strategy of Ukraine until 2035: "Security, Energy efficiency, Competitiveness" <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245213112>.

9. What is Smart Grid ?. Volta - online store of electricians and electrical goods, electrical goods at affordable prices. URL: <https://www.volta.com.ua/blog/chto-takoe-smart-grid/>.
10. International experience of high-tech economic development based on the construction of Smart Grid / DI Oliynyk // *Strategic priorities*. - 2017. - № 3. - P. 87-96. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spa_2017_3_13
11. Assessment of the state and implementation of concepts of development of "intelligent" power grids in world practice [Electronic resource] / *UKRENERGO* - Mode of access to the resource: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Grid.pdf>.
12. Vakulenko IA Organizational and economic principles of introduction of smart energy networks in the energy sector of Ukraine: dis. ... cand. econ. Science: 08.00.03. Sumy, 2020. 252 p.
13. Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine :: Electricity production will increase this year by 4.9% compared to 2020 - updated Forecast balance of electricity of the integrated energy system of Ukraine for 2021. *Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine*. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245530208.
14. Bondarenko S. Smart Grid in ensuring the intellectualization of the energy system of Ukraine. *Social development & Security*. 2019. T. 9, № 1. S. 26–39. URL: <http://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/85/83>.