

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА»**

Факультет економіки та управління

Кафедра національної економіки та публічного управління

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА

Цифрове врядування

Галузь знань 28 Публічне управління та адміністрування

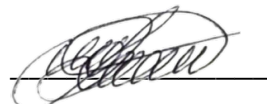
Спеціальність 281 Публічне управління та адміністрування

Форма навчання: заочна

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Аналіз перспектив розвитку цифрової енергетики в Україні»

здобувача **Горох Анастасії Олегівни**


(підпис)

Науковий керівник: **д.е.н., доцент Усик Віра Іванівна**


(підпис)

Робота допущена до захисту перед екзаменаційною комісією з атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)

Завідувач кафедри: доктор наук з державного управління,
доцент, Карпенко О.В.

(підпис)

Київ 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА»

Факультет економіки та управління

Кафедра національної економіки та публічного управління

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА

Цифрове врядування

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

28 Публічне управління та адміністрування

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ

281 Публічне управління та адміністрування

ПОГОДЖЕНО

Керівник проектної групи (гарант)
освітньо-професійної програми

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.В. Карпенко

(підпис)

О.В. Карпенко

(підпис)

_____ 2022 р.

_____ 2022 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
здобувачу вищої освіти **Горох Анастасії Олегівні**

заочної форми навчання

на підготовку кваліфікаційної магістерської роботи

на тему «Аналіз перспектив розвитку цифрової енергетики в Україні»

Тему затверджено наказом ректора Університету від "25" жовтня 2022 р. № 1854-ст
Кваліфікаційна магістерська робота виконується на матеріалах Міністерство енергетики України; Верховна Рада України; Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг

План кваліфікаційної магістерської роботи

Розділ 1	РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ
Розділ 2	ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СФЕРИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ
Розділ 3	ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Об'єкт дослідження:	цифрова енергетика
Предмет дослідження:	система управління цифровою енергетикою
Мета кваліфікаційної магістерської роботи:	аналіз та обґрунтування перспективних напрямків та шляхів вдосконалення управління цифровою енергетикою

Конкретні завдання, які здобувач повинен виконати для досягнення поставленої мети:

У розділі 1	Здійснити історичний аналіз та передумови впровадження цифрової енергетики з точки зору теорії. Проаналізувати світовий досвід становлення системи управління цифровою енергетикою
У розділі 2	Здійснити аналіз енергетичної сфери в Україні, виділивши основні результати та особливості розвитку. Охарактеризувати систему управління цифровою енергетикою в Україні, в тому числі здійснити аналіз нормативно-правової бази та виділити стратегічні пріоритети
У розділі 3	Запропонувати шляхи вдосконалення управління цифровою енергетикою, в тому числі нормативно-правової бази та перспективні напрями розвитку цифрової енергетики України

Завдання підготував
науковий керівник

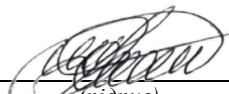

(підпис)

Усик В.І.

(ініціали, прізвище)

« 10 » жовтня 2022 р.

Завдання одержав
здобувач


(підпис)

Горох А. О.

(ініціали, прізвище)

« 10 » жовтня 2022 р.

Реферат

Кваліфікаційна магістерська робота містить 85 сторінок, 2 рисунки, список використаних джерел з 60 найменувань, без додатків.

«АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ»

Об'єктом дослідження кваліфікаційної магістерської роботи є цифрова енергетика.

Предметом дослідження є система управління цифровою енергетикою.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є аналіз та обґрунтування перспективних напрямків та шляхів вдосконалення управління цифровою енергетикою.

Відповідно до поставленої мети визначені такі *завдання*:

- здійснити історичний аналіз та передумови впровадження цифрової енергетики з точки зору теорії;
- проаналізувати світовий досвід становлення системи управління цифровою енергетикою;
- здійснити аналіз енергетичної сфери в Україні, виділивши основні результати та особливості розвитку;
- охарактеризувати систему управління цифровою енергетикою в Україні, в тому числі здійснити аналіз нормативно-правової бази та виділити стратегічні пріоритети;
- запропонувати шляхи вдосконалення управління цифровою енергетикою, в тому числі нормативно-правової бази та перспективні напрями розвитку цифрової енергетики України;

Практичне значення отриманих результатів. Практичні результати дослідження полягають у розробці практичних рекомендацій щодо вдосконалення системи управління підприємствами енергетичної галузі, висновки та узагальнення можуть бути використані у подальших наукових дослідженнях.

Рік виконання кваліфікаційної магістерської роботи – 2022.

Рік захисту роботи – 2022.

Ключові слова: діджиталізація, енергетика, цифрова економіка, енергетична сфера, управління енергетикою, управління в галузі, цифрова трансформація енергетики.

В і д г у к
про кваліфікаційну магістерську роботу
здобувача факультету економіки та управління
освітньо-професійної програми «Цифрове врядування»

Горох Анастасії Олегівни

на тему «АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В
УКРАЇНІ»


1. Актуальність теми. Обрана тема є актуальною, адже посилена цифровізація всіх сфер, в тому числі енергетичної, має вирішальне значення для досягнення багатьох цілей в Україні і, зокрема, що вступу в Європейський союз. Швидкий розвиток цифрової енергетики дасть можливість Україні стати незалежною від зовнішніх постачальників та дозволить досягнути сталого розвитку та підвищити конкурентоздатність державі. І тут дуже важливий аспект має саме належне врядування та врегулювання цього питання на законодавчому рівні.
2. Позитивні риси кваліфікаційної роботи: 1. Здійснено аналіз категорійного апарату у сфері цифрової енергетики. 2. Розроблено практичні рекомендації щодо вдосконалення системи управління підприємствами енергетичної галузі.
3. Наявність самостійних розробок автора. Автор зробила спробу проаналізувати світовий досвід становлення системи управління цифровою енергетикою на прикладі певних підприємств та на основі цього визначила шляхи вдосконалення управління цифровою енергетикою.
4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій. Теоретичні висновки студента цінні своїми узагальненнями та систематизацією понять, а практичні рекомендації - внеском в розробку практичних рекомендацій

щодо вдосконалення системи управління підприємствами енергетичної галузі.

5. Наявність недоліків: В роботі не було розкрито частину завдань. По-перше, світовий досвід становлення системи управління цифровою енергетикою обмежився кількома підприємствами і не стосувався абсолютно політики в цій сфері у різних країнах. По друге, не було в достатній мірі проаналізовано основні показники енергетичної сфери в Україні, з виділенням основних результатів та особливостей розвитку. По третє, аналіз нормативно-правової бази обмежився оглядом кількох документів і відповідно це не дало можливість здобувачці зробити певні рекомендації для покращень в регулюванні. Окрім того, не вистачило більш глибокого аналізу результативності та ефективності основних завдань Уряду України у сфері цифрової енергетики. Варто також відмітити, неточності в оформленні графічного матеріалу та списку літератури, а також наявність перевищення допустимо рівня академічної доброчесності.
6. Загальна оцінка кваліфікаційної магістерської роботи та її допущення до захисту перед ЕК. Магістерська кваліфікаційна робота Горох А.О. відповідає поставленим вимогам до такого виду робіт й заслуговує бути рекомендованою до захисту перед ЕК. Рекомендований бал – задовільно.

Науковий керівник професор кафедри національної економіки та публічного управління, д.е.н, «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

Усик В.І



(підпис)

“12” грудня 2022 р.

РЕЦЕНЗІЯ

**на кваліфікаційну магістерську роботу
здобувачки вищої освіти
спеціальності 281 «Публічне управління та адміністрування»
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»
Горох Анастасії Олегівни**

на тему: Аналіз перспектив розвитку цифрової енергетики в Україні

1. Актуальність теми: Основні проблеми традиційної енергетики, зумовлені ростом цін на енергоносії, які в свою чергу пов'язані з вичерпністю легкодоступних родовищ органічного і ядерного палива, а також частими аваріями на атомних станціях, які в свою чергу, викликали необхідність аналізу стану споживання енергії на сучасному етапі розвитку суспільства та визначення шляхів енергозабезпечення людства у майбутньому. На фоні проблем з викопними джерелами енергії одними з ключових глобальних трендів розвитку енергетичної галузі стають розвиток альтернативних джерел енергії і цифрова енергетика. Здобувачкою був проведений аналіз цифровізації енергетики та виділено декілька основних напрямів її розвитку.

2. Ступінь науковості: Горох А.О. ознайомила із науковим доробком вітчизняних і зарубіжних науковців щодо удосконалення системи управління підприємств в умовах цифрової економіки, а саме: О. Амоші, Т. Ілляшенка, Л. Дейнека, К. Ісікави, В. Ільїна, О. Кушніренка, В. Ляшенка, В. Павлова, В. Прохорової, В. Танигіна, Дж. Харрінгтона, М. Шаповала та інших.

3. Використання методів дослідження: В роботі Анастасія ГОРОХ для вирішення завдань та досягнення поставленої мети вдало використала такі методи дослідження: абстрактно-логічний аналіз, методи аналізу та синтезу – для обґрунтування особливостей розвитку цифрової економіки та визначення впливу цифровізації на систему управління підприємством; статистичні методи спостереження, групування – для визначення стану та тенденцій

розвитку енергетичної галузі та енергетичних підприємств; наукового спостереження – для збору необхідної інформації про об’єкт дослідження; методи порівнянь, експертної оцінки, анкетування та методи нечіткої логіки – для оцінки рівня цифрової зрілості підприємства; індексний, графічний, таксономічний методи – для наочного відображення основних параметрів, що характеризують досліджуваний об’єкт.

4. Рівень реальності розробок і пропозицій: Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні рекомендацій щодо застосування моделі оцінки рівня цифрової зрілості та дорожньої карти цифрової трансформації для удосконалення системи управління підприємством на вітчизняних підприємствах, у тому числі енергетичних.

5. Наявність недоліків: Робота містить незначні стилістичні помилки, які суттєво не впливають на позитивне загальне враження від дослідження.

6. Загальний висновок: викладене вище дозволяє зробити висновок про те, що за фаховим спрямуванням, змістом, сформульованою науковою новизною, практичною значущістю, зробленими висновками та рекомендаціями, мовою та стилем викладення матеріалу кваліфікаційна магістерська робота здобувачки вищої освіти Горох Анастасії Олегівни на тему «Аналіз перспектив розвитку цифрової енергетики в Україні» відповідає діючим вимогам спеціальності 281 «Публічне управління та адміністрування» та рекомендується до захисту перед ЕК з високою позитивною оцінкою.

Рецензент:



доцент, заступник директора
Інституту післядипломної освіти
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
Володимир ШЕВЧЕНКО

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	6
РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА СВІТОВИЙ ДОСВІД	6
1.1. Історія та передумови впровадження цифрової енергетики	6
1.2. Світовий досвід становлення системи управління цифровою енергетикою.....	21
РОЗДІЛ 2	31
ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СФЕРИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ	31
2.1. Енергетична сфера в Україні: основні результати та особливості розвитку	31
2.2. Система управління цифровою енергетикою в Україні: аналіз нормативно-правової бази та стратегічні пріоритети.....	41
РОЗДІЛ 3	50
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ	50
3.1. Шляхи вдосконалення управління цифровою енергетикою, в тому числі нормативно-правової бази	50
3.2. Перспективні напрями розвитку цифрової енергетики України	60
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах цифрової економіки управління підприємствами дає поштовх цифровій трансформації підприємств та ставить перед ними нові завдання розвитку цифрових технологій у всіх напрямках та сферах застосування. Це дає змогу суб'єктам господарювання, шляхом цифрових змін не тільки споживчого, але і промислового сектору економіки, перейти на вищий рівень технологічного розвитку.

Для розвитку енергетичної галузі, зокрема, енергетичних підприємств, концепція цифрової економіки має особливе значення. На разі, енергетичній галузі поставлені нові завдання – скорочення залежності від імпорту енергоносіїв, підвищення ефективності використання власного енергетичного потенціалу, запровадження новітніх технологій.

Україна повинна вдосконалити систему управління енергетичним сектором, здійснити комплекс заходів, спрямованих на інтеграцію енергетичного сектору в європейський енергетичний ринок, враховуючи високий рівень конкуренції, використання цифрових технологій та інші ключові фактори.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми розвитку енергетичної галузі України розглядалися в комплексі як технологічних, так і економічних аспектів. Економічні чинники цифровізації енергетики розглядалися О.Амошею, М.Шаповалом, Т.Погорєловою, І.Перезовою та іншими вченими-економістами. Технологічні питання піднімалися в роботах Б.Малиновської, А.Жданової, О.Дзьоби та інших.

Окрема актуальна проблема дослідження системи управління енергетичною галуззю висвітлена у працях В.Грановської, І.Запухляка, Ю.Кабакова та інших. В працях вітчизняних науковців запропоновано нові підходи до систем менеджменту на енергетичних підприємствах, вдосконалення

існуючих форм і методів енергетичного менеджменту, нормативно-правова база вдосконалення систем управління енергетичними підприємствами.

Водночас, треба визнати, що проблеми цифровізації системи управління енергетичними підприємствами висвітлена в науковій літературі недостатньо, що підвищує актуальність обраної теми дослідження.

Мета й завдання дослідження. Метою магістерської роботи є аналіз та обґрунтування перспективних напрямків та шляхів вдосконалення управління цифровою енергетикою.

Досягнення поставленої мети зумовило необхідність вирішення таких завдань:

- Здійснити історичний аналіз та передумови впровадження цифрової енергетики з точки зору теорії.
- Проаналізувати світовий досвід становлення системи управління цифровою енергетикою
- Здійснити аналіз енергетичної сфери в Україні, виділивши основні результати та особливості розвитку.
- Охарактеризувати систему управління цифровою енергетикою в Україні, в тому числі здійснити аналіз нормативно-правової бази та виділити стратегічні пріоритети.
- Запропонувати шляхи вдосконалення управління цифровою енергетикою, в тому числі нормативно-правової бази та перспективні напрями розвитку цифрової енергетики України

Об'єкт дослідження є цифрова енергетика.

Предмет дослідження – система управління цифровою енергетикою.

Методи дослідження. Теоретичною та методичною основою дослідження є фундаментальні наукові концепції, прикладні розробки вітчизняних і зарубіжних учених та практиків з проблем удосконалення системи управління підприємством.

В магістерській роботі для вирішення завдань та досягнення поставленої мети використано такі методи дослідження: загально-наукові: аналізу та синтезу,

методи формальної логіки, були використані для опрацювання наукової літератури, отримання висновків щодо ступеня наукової розробки теми дослідження; спеціально-наукові: статистичні методи, групування та систематизації використовувалися для опрацювання цифрових даних, методи експертної оцінки використовувалися для оцінки сучасного стану розвитку енергетичної галузі України та можливостей і перспектив впровадження цифрових технологій у виробничий процес і системи управління енергетикою, графічні методи для відображення статистичного матеріалу.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих. Наукова новизна дослідження полягає у спробі детального наукового аналізу проблем впровадження нових цифрових систем управління енергетичною галуззю, удосконалення менеджменту енергетичних підприємств в умовах цифрової трансформації енергетики. Запропонована нова термінологія щодо цифровізації енергетики: цифровий двійник, блокчейн, інтернет речей та інші.

Практична значущість дослідження полягає у розробці практичних рекомендацій щодо вдосконалення системи управління підприємствами енергетичної галузі, висновки та узагальнення можуть бути використані у подальших наукових дослідженнях.

Інформаційна база дослідження. Інформаційною базою магістерської роботи є законодавчі та нормативно-правові документи органів влади, офіційна статистична інформація Державної служби статистики України, праці вітчизняних та зарубіжних учених, дані обліку та звітності енергетичних підприємств України.

Обсяг і структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

Апробація дослідження. Результати дослідження представлені автором у Збірнику наукових праць (Випуск 5) науково –дослідного інституту публічного права [60].

РОЗДІЛ 1

РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА СВІТОВИЙ ДОСВІД

1.1. Історія та передумови впровадження цифрової енергетики

У загальному розумінні енергетичний перехід визначається як зміна структури пропозиції первинної енергії, що полягає у поступовому переході від одного стану енергетичної системи до іншого [10]. У світовій історії було кілька таких трансформацій. Перший енергетичний перехід був пов'язаний з заміщенням біомаси на вугілля, другий – зі збільшенням частки нафти у первинному споживанні енергії, третій – зі збільшенням частки природного газу [18]. Сучасний – четвертий – енергоперехід характеризується широким поширенням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) без урахування великих гідроелектростанцій (ГЕС) та витісненням викопних видів палива. Він принципово відрізняється від трьох попередніх енергопереходів, оскільки в його основі лежить не лише підвищення економічної ефективності та доступ до нових ресурсів, а й новий драйвер – боротьба зі зміною клімату [19].

Четвертий енергетичний перехід уже розпочався і йде досить швидкими темпами, особливо у секторі електроенергетики. На сучасні ВДЕ без урахування ГЕС припадало 7,4% глобального сукупного кінцевого споживання енергії у 2018 р. та 11,7% глобального обсягу виробництва електроенергії у 2019 р. [20]. Для порівняння, десятиліттям раніше, у 2008 р., значення цих показників становили відповідно 2,8 та 3% [10].

Процес енергетичного переходу не можна зводити до простої заміни копалин палива на відновлювані джерела енергії. Крім безпосередньо будівництва нової генерації на ВДЕ, енергетичний перехід потребує кардинальної трансформації окремих енергетичних галузей, наприклад,

електрифікації транспорту та опалення/охолодження, розвитку нових зелених енергоносіїв, таких як зелений водень, масового застосування накопичувачів енергії. На шляху енергетичного переходу зустрічаються різні перешкоди, зокрема технологічні, такі як складність інтеграції в мережу великих часток ВДЕ зі змінною генерацією.

Саме до цієї категорії ВДЕ відносяться найбільш поширені зараз сонячна і вітрова генерація, що швидко розвиваються. Ще одним важливим бар'єром енергетичного переходу є важливе ускладнення енергетичної системи, що використовує ВДЕ. Так, поширення відновлюваних джерел енергії призводить до появи великої кількості генераторів малої потужності (сонячні панелі на дахах домогосподарств) та прос'юмерів – учасників ринку, які одночасно є виробниками та споживачами енергії.

Електрифікація транспорту та опалення з метою переведення цих секторів на ВДЕ без урахування традиційної біомаси, такої як дрова, хмиз тощо, сприяє появі великого обсягу нового навантаження – електромобілів, теплових насосів та ін. Все це робить централізовані енергосистеми все менш ефективними. Знизити перелічені бар'єри і налагодити управління енергетичними системами, що стрімко ускладнюються, можна за рахунок впровадження нових цифрових технологій[14].

Поняття «цифровізація» вперше згадується в Оксфордському словнику в 1959 році і трактується як «процес оцифрування або перетворення аналогових даних у цифрову форму». Як бачимо, поняття «цифровізація» спочатку мало більше відношення до терміну «цифра». Відповідно, інформатизація – перетворення інформації на числову форму подальшого її зберігання та передачі[46].

Роберт Вахал (Robert Wachal) у своєму есе, опублікованому в *The North American Review* (1971 р.), згадує поняття «цифровізація» по відношенню до автоматизації дослідження соціальних процесів. Автор вперше порушує питання сприйняття поняття «цифровізація» не лише з боку інформатизації, а й включає своє визначення вплив цифровізації на різні галузі (телебачення, засоби

комунікації). У той же час, він розглядає цифровізацію як один із ключових, якщо не основних факторів сучасної економіки. У 2006 року погляди Роберта Вахала підтримав Ван Дейк (Van Dijk), який стверджував, що «ми вперше на шляху до створення єдиної комунікаційної структури, яка буде пов'язувати все». Заслуга Ван Дейка у тому, що він конкретизував глобалізацію цього поняття. Робер Вахал і Ван Дейк у своїх визначеннях концентрували увагу насамперед на цифровізації суспільних процесів. На противагу їх теорії Фріц Махлуп (Fritz Machlup) і Даніель Белл (Daniel Bell) вперше розширили поняття та у своєму визначенні відобразили вплив цифровізації на зрушення в національній економіці, сформулювавши його як «індустріальну революцію» (1984) [47].

У цифровій енергетиці як частині цифрової економіки головне поняття – «економіка». Змістом цифрової енергетики є перескладання та розвиток сукупності виробничих та економічних відносин у галузі на основі цифрових підходів та засобів.

Терміни «цифрова енергетика» та «цифровізація» з'явилися в контексті процесів формування цифрової економіки, і має сенс розглядати їх тільки в цьому зв'язку. З багатьох визначень цифрової економіки випливає, що особливим її предметом є економічна діяльність, комерційні трансакції та професійні взаємодії, побудовані на нових принципах за рахунок використання інформаційно-комунікаційних технологій. Отже, і суттю цифрової енергетики є переформатування та розвиток сукупності виробничих та економічних відносин у галузі на основі цифрових підходів та засобів. Отже, у словосполученні «цифрова економіка» (отже і «цифрова енергетика») визначальним словом є «економіка», а прикметник «цифрова» лише вказує засоби досягнення мети.

Поява цифрової платформи у будь-якій промисловості значно скорочує трансакційні витрати. В даний час також обговорюється розвиток енергетичних систем до рівня енергетичного інтернету, який надасть можливості застосування всіх трьох виділених Міжнародним агентством з відновлюваних джерел енергії груп цифрових технологій вважається [21], що вперше термін «енергетичний інтернет» було запропоновано у книзі відомого американського дослідника Дж.

Ріфкіна "Третя промислова революція" [13]. Запропонований їм енергетичний інтернет має такі характеристики: (1) первинна енергія трансформується у відновлювану, (2) системи розподіленої генерації і малі накопичувачі енергії пов'язані один з одним, а режими їх доступу до мережі поступово диверсифікуються; Інтернет енергії підтримує розвиток електрифікації. Таким чином, розвиток інтернету енергії сприятиме електрифікації та поступового переходу на відновлювані джерела. При цьому слід підкреслити, що енергетичний інтернет поки що є концепцією, що розвивається, а саме визначення енергетичного інтернету викликає чимало суперечок.

У роботі Ву та ін. [21] виділяються дві ключові групи цифрових технологій, що сприяють розвитку енергетичного інтернету: інтернет речей та блокчейн. При цьому наголошується, що інтернет речей сприяє розвитку таких інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій, як штучний інтелект, великі дані та хмарні технології. Таким чином, у цій роботі інтернет речей, штучний інтелект та великі дані фактично об'єднані до однієї групи технологій.

На думку провідних експертів, суттю сучасної епохи є витіснення машинами неефективних трансакцій, що вимагають рутинної людської участі, з економічного та суспільного життя. Поява цифрової платформи в будь-якій індустрії (Uber, Airbnb, Amazon, Cainiao, SmartCAT тощо) призводить до істотного скорочення трансакційних витрат та прискорення операційних циклів її учасників. Енергетика не виняток.

Світова парадигма інтернету енергії (IDEA) є відповіддю на загальносвітові тренди зміни характеру попиту на енергію, масштабного розвитку розподіленої енергетики та електротранспорту, поширення технологічних можливостей для активного споживання та просьюмеризму. Зумовлені цими трендами великі витрати на інтеграцію, узгоджену роботу та комерційну взаємодію мільйонів нових учасників енергетичних ринків можуть бути радикально скорочені за допомогою цифрових технологій та платформ. Витрати знижуються за рахунок використання нових технологій інженерії, що забезпечують Plug&Play-інтеграцію нових елементів, але головне – за рахунок

зняття інформаційної невизначеності економічних відносин, що у свою чергу забезпечується тим, що речі та машини керуються інтелектуальними кіберфізичними агентами, які представляють своїх власників у взаємовідносинах [12].

Проект у сфері цифрової енергетики завжди передбачає нову модель взаємодії економічних суб'єктів. Напрацьовано безліч цифрових бізнес-моделей: агрегатори попиту, віртуальні електростанції, розподілене віртуальне накопичення енергії, енергетичне хеджування і т.д.

Цифрова трансформація (цифровізація) в енергетиці - це перш за все створення нових бізнес-моделей, сервісів і ринків з опорою на можливості цифрової економіки. Простий приклад з іншої галузі: створення автоматизованої системи диспетчерського управління таксопарком - це автоматизація, а ось Uber, який по суті створює нову бізнес-модель для тієї ж послуги, не будучи таксопарком і не володіючи жодною машиною, причому робить це дешевше, зручніше і безпечніше, - це цифровізація. Те саме в цифровій енергетиці: важливо визначити нову бізнес-модель, потенціал якої відкривається за рахунок всепронизуючих комунікацій, міжмашинної взаємодії та цифрового моделювання. У світі вже напрацьовано безліч таких бізнес-моделей: агрегатори попиту, віртуальні електростанції, віртуальне розподілене накопичення енергії, енергетичне хеджування тощо [18].

Проект цифрової енергетики завжди передбачає використання цифрових моделей фрагментів реального світу. Характерною ознакою цифрової економіки (енергетики) є створення нових бізнес-моделей, що поєднують фізичний та цифровий світи. А таке об'єднання можливе тоді, коли багато машин починають формувати і використовувати цифрові моделі фізичного світу. Саме це забезпечує самостійність прийняття машинами рішень у режимі, близькому до реального часу.

Іноді здається, що для нових бізнес-моделей цифрової енергетики достатньо поява засобів інформування людини, яка все ж таки прийматиме рішення сама. Але експериментальні проекти показали, що через деякий час

люди перестають цікавитися новими моделями поведінки, що пред'являють до них занадто високі вимоги. Потрібно, щоб ініціативу перехопили кіберфізичні системи, які мають діяти цілком автономно. А для цього машини повинні керуватися не стандартами та жорсткими алгоритмами, а цілями, заданими людьми, та цифровими моделями фрагментів реального світу.

"Цифровізація" - це звільнення людини від машинних функцій і виникнення нових, більш креативних форм зайнятості

У високотехнологічних галузях виникає високе додаткове завантаження у суміжних сферах діяльності. Поки що ще слабо описано, як цифрова економіка (енергетика) впливає на людей та їхню зайнятість у суспільно корисній праці. Часто люди фіксують свої страхи залишитися без роботи та доходів. На це експерти з цифрової економіки кажуть, що у високотехнологічних галузях виникає високе додаткове завантаження у суміжних сферах діяльності. Наприклад, у США високотехнологічне виробництво (Technology-intensive manufacturing) має мультиплікатор (Multiplier effect) $Me=16$, тобто одне робоче місце в ТІМ створює 16 додаткових робочих місць, — у той час як традиційне виробництво має $Me=4,6$, сільське господарство - $Me = 1,5$, роздрібна торгівля - $Me = 0,8$ [36]. Але є й глибші відповіді питання про зміну ролі людини у цифровому укладі. Ще в дискусіях 60-х років минулого століття обговорювалося, що сенс кібернетичного/цифрового переходу не в тому, щоб створити машину, яка була б розумнішою, сильнішою і досконалішою за людину, а в тому, щоб саму живу людину знову зробити розумнішою і сильнішою за створений нею світ машин, що вийшов з-під її контролю та поневолив її. Завдання полягає в тому, щоб перетворити людину з сировини та засобу технічного прогресу, з деталі «виробництва заради виробництва» у вищу мету цього виробництва, на самоціль. А це означає, що проект у сфері цифрової енергетики — це завжди поява нової справді людської праці з великою часткою наукової, технічної, художньої, соціальної творчості.

Цифрова енергетика – це трансакційні машини нових ринків, бізнес-моделей та сервісів. Часто цифровий перехід називають новою технологічною

революцією. Але було б дивно називати революцією явища та процеси, які давно стали повсякденністю. Автоматизація виробничо-технологічних та управлінських процесів є найбільшим досягненням другої половини ХХ століття. АСУ ТП електростанцій, системи диспетчерського управління, автоматика активних енергетичних пристроїв, системи автоматизації бухгалтерії та діловодства – все це важливі та актуальні напрямки еволюційного розвитку галузі. Але це нова технологічна революція, це цифрова економіка і цифрова енергетика. Зрозуміло, що саме у зміні способів організації економічних відносин, що призводить до ефективного залучення в обіг мільйонів нових суб'єктів і розумних машин, що стоять за ними, повинен полягати новий якісний стрибок. Цифровізації насамперед підлягатимуть не технічні системи та внутрішні бізнес-процеси, а відносини між людьми, компаніями та інститутами. Цифрова енергетика – це передусім трансакційні машини нових ринків, бізнес-моделей та сервісів [28].

Цифрових технологій у світі стає дедалі більше. У майбутньому вони торкнуться всіх галузей виробництва та сприятимуть появі нових видів бізнесу. Відповідаючи на вимоги суспільства та загальносвітовий тренд на декарбонізацію, трансформується й світова енергетика. Важливими факторами, що сприяють змінам в енергетиці, стануть цифрові технології та технології обробки великих даних. Технології, які вплинуть на трансформацію енергетичної сфери, включають просунуту аналітику даних, у тому числі штучний інтелект (ІІ), хмарні та квантові обчислення, роботизацію, пристрої, що носяться тощо. Вони торкнуться всіх сегментів галузі, причому, як очікується, найбільшого впливу вони нададуть електроенергетиці, в якій з'являться нові гравці і нові бізнес-моделі. Навички, пов'язані з цифровими технологіями, ймовірно, будуть одними з найбільш затребуваних на ринку, але будуть потрібні й інші нетехнічні компетенції, такі як вирішення проблем в умовах невизначеності та управління ризиками.

Світова енергетика трансформується, відповідаючи на запити суспільства та посилення кліматичних вимог. У 2015 році ООН прийняла порядок денний у

сфері сталого розвитку до 2030 року. Програма складається з 17 глобальних цілей (ЦУР), у тому числі мети, що лежать у галузі енергетики. Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) наголосило на основних змінах, які потрібно здійснити для досягнення цих цілей [22]. Основний вектор розвитку енергетики на найближчі 2–3 десятиліття буде спрямований на скорочення викидів вуглеводнів в атмосферу з метою досягнення нульових викидів до 2070 року.

Згідно з прогнозами, зафіксованими у сценарії сталого розвитку ООН, у 2040 році, незважаючи на зростання світової економіки в середньому на 3,4% на рік, ми побачимо істотне зниження попиту на вуглеводневу енергетику: ринок нафти обсягом 65–70 мільйонів барелів на день до 2040 повернеться до рівня початку 1990-х років. При цьому відбудеться значний перерозподіл інвестицій від викопного палива до відновлюваних джерел енергії: інвестиції в викопне паливо скоротяться майже на 50%, а витрати на відновлювані джерела енергії збільшаться на 250% [41].

Одним із найважливіших технологічних зрушень в енергетичній галузі, що призведе до значного підвищення ефективності та рентабельності, стане цифрова трансформація. Спроби здійснення цифрової трансформації робилися ще з середини 90-х років, але прорив у цій галузі став можливим лише з появою та розвитком таких технологій як, промисловий інтернет речей (IIoT), обробка великих даних (Big Data) та когнітивні обчислення (Cognitive Computing) .

У широкому значенні цифровізація – це перетворення інформації та результатів вимірів у чисельний формат, після чого їх можна обробляти, зберігати та передавати в електронному вигляді. Цифрові технології припускають [8]:

Глибоку аналітику даних, яка включає прогнозну аналітику, великі дані та інтелектуальний аналіз даних на базі машинного навчання та штучного інтелекту. Глибокий аналіз даних та штучний інтелект вже впливають на те, як енергетичні компанії ухвалюють рішення, і в майбутньому змінять status quo для всіх учасників ланцюжка постачання в енергетичній галузі. Що стосується

розвідки нових родовищ та видобутку викопного палива, розвиток цифрових технологій сприятиме появі нових методів розвідки нафти та газу.

Доповнену, асистуючу та віртуальну реальність (AR/VR) на базі яких можна створювати різні експертні системи, інтерактивні електронні технічні посібники, виводити інформацію про режими роботи обладнання (включаючи телеметрію) та ін. У результаті впровадження AR/VR-технологій підвищується продуктивність праці за рахунок скорочення часу під час виконання операцій, часу на підготовку до операцій, оптимізації переміщень персоналу. Оцифрування бізнес-процесів, що дозволить оптимально перерозподілити персонал за проектами, скоротити кількість помилок та аварій та забезпечити прозорість комерційних рішень. Хмарні обчислення – надання мережного доступу на вимогу до деякого загального фонду конфігурованих обчислювальних ресурсів (серверам, сховищам, баз даних, програмного забезпечення). Хмарні обчислення дозволяють швидше впроваджувати інновації, забезпечують гнучкість ресурсів та економію за рахунок зростання масштабів. Хмарні технології стануть високоцінним ресурсом і для покупців енергоресурсів, дозволяючи фірмам реалізовувати ініціативи, спрямовані на залучення споживачів, наприклад, сприяючи створенню зеленого образу компанії [44].

Кібербезпека – захист систем, мереж та програм від цифрових атак. Зазвичай кібератаки націлені на отримання доступу до даних, зміну або знищення конфіденційної інформації, порушення бізнес-процесів.

Блокчейн та розподілені реєстри – спільно використовувані та розподілені структури даних або реєстри, які можуть безпечно зберігати інформацію про цифрові транзакції без використання центральної точки керування. Блокчейн та технологія розподіленого реєстру можуть використовуватись для ризик-менеджменту або торгівлі «зеленими» сертифікатами.

Інтернет речей (IoT) та промисловий інтернет речей (IIoT) – це велика мережа підключених речей і людей, які збирають дані та обмінюються даними

про навколишнє середовище, про сам пристрій та про те, як воно використовується.

Цифровий двійник - віртуальна копія технічного об'єкта, що відтворює та задає структуру, стан та поведінку об'єкта в реальному часі. Цифровий двійник є ключовим базовим елементом високотехнологічної системи керування. До високотехнологічних об'єктів, управління якими доцільно організовувати з урахуванням технології цифрових двійників, ставляться, наприклад, сучасні системи розподіленої енергетики, які включають різноманітні енергоприймачі, локальне генеруюче устаткування і накопичувачі електроенергії.

Дрони та безпілотні літальні апарати (БПЛА) – безпілотні транспортні засоби, в основі яких лежать такі технології, як комп'ютерний зір та штучний інтелект. Сьогодні БПЛА використовуються, наприклад, для планової діагностики та інспекції стану ЛЕП, проведення аварійно-відновлювальних робіт, створення цифрових та кадастрових планів, супроводу робіт з будівництва та реконструкції ЛЕП та багато інших. ін.

Робототехніка, яка істотно змінює енергетичну галузь, трансформуючи такі процеси, як виробництво, експлуатація та діагностика різного обладнання. Наприклад, застосування роботів, які можуть переміщатися газорозподільною системою і за допомогою датчиків вимірювати товщину стінок і напруги, може значно скоротити обсяг земляних робіт, необхідних для перевірки трубопровідної системи [26].

Сектори енергетики, схильні до найбільшого впливу цифровізації. У короткостроковій перспективі цифрова трансформація енергетики зможе збільшити доходи компанії у галузі на 3–4% на рік [19]. Основне зростання доходів – у генерації та розподілі – буде досягнуто за рахунок аналізу всіх доступних даних, автоматизації бізнес-процесів та локального впровадження цифрових рішень на критичних об'єктах інфраструктури. Важливо розуміти, що цифрова трансформація енергетики – це цифровізація всіх галузей ПЕК: електроенергетики, нафтогазового комплексу (видобуток, транспорт та переробка) та вугільної промисловості. Можна передбачити, що у видобутку

нафти та газу зростання чистого прибутку буде забезпечене за рахунок зниження витрат, пов'язаних з інтерпретацією даних, підвищенням видобутку завдяки використанню прогнозного технічного обслуговування, та збільшенням часу безвідмовної роботи основного та допоміжного обладнання. Сьогодні всі великі нафтові компанії реалізують проекти, які можна віднести до категорії «розумного» виробництва: Smart Wells (розумні свердловини) – Schlumberger, Smart Field (розумне родовище) – Shell, Field of Future (родовище майбутнього) – BP. Всі ці системи схожі одна на одну за своїми основними цілями та завданнями, які вони вирішують. Насамперед, йдеться про моделювання різних сценаріїв розвитку ситуації на нафтогазовому виробництві та вибір оптимальних рішень при видобутку, транспортуванні та переробці нафти [5]. До найперспективніших розумних нафтогазових технологій відносяться: робототехніка для буріння, обслуговування та спостереження свердловини, підводний видобуток нафти, безпілотні платформи та ін [7]. Використання розумних технологій у режимі реального часу дозволяє цифровим нафтогазовим компаніям досягти таких цілей [2]:

- розширити сировинну базу підприємства в 3 і більше разів;
- збільшити показники вилучення та обсяги видобутку нафти на 10%;
- підвищити продуктивність підприємств на 10%;
- знизити питому собівартість видобутку нафти на 15%;
- зменшити кількість аварій (включаючи витіки та викиди) на 20–30% [41].

Економічна ефективність від застосування «розумного» нафтогазовидобутку досягається насамперед за рахунок зменшення кількості простоїв фондів нафтовидобувних свердловин, скорочення втрат нафти та газу при сепарації, повної оптимізації процесу нафтовидобутку. Ефективність роботи нафтопереробної галузі загалом слідує за тенденцією основних макроекономічних показників країни та залежить від змін споживчого попиту. Тому наслідки пандемії коронавірусу в 2021 році ймовірно спричинять обачний спад попиту нафтопродукти як у російському, і на європейському ринках [49].

При експлуатації обладнання НПЗ сьогодні розрізняють кілька стратегій управління його технічним обслуговуванням та ремонтом: технічне обслуговування та ремонт за подією, реактивне обслуговування, превентивне обслуговування та ТОіР за фактичним станом. При цьому використання технології цифрових двійників є необхідною умовою реалізації стратегії "ТОіР за фактичним станом". ТОіР за фактичним станом ґрунтується на безперервному моніторингу технічного стану обладнання та методах машинного навчання, що використовуються для прогнозу аналітики. Цей вид технічного обслуговування часто називають передиктивним або прогнозним обслуговуванням. Ключові показники ефективності при застосуванні обслуговування за фактичним станом з урахуванням зростання проникнення технологій цифрових двійників у нафтопереробну галузь можуть досягати таких показників:

- витрати на технічне обслуговування - знижуються на 25%;
- усунення аварій - на 70%;
- незапланований простій (попередження аварій) - на 35%;
- продуктивність обладнання - збільшується на 20%.

Вихід з ладу тільки насосного агрегату НПЗ може призвести до зниження виробничої потужності НПЗ на 0,2% [3].

Внаслідок зростання використання відновлюваних джерел енергії та «зелених» технологій дедалі більший інтерес до енергетики стали виявляти нові гравці, у тому числі деякі великі нафтові компанії. За останні кілька років інвестиції нафтових компаній у технології накопичення енергії, електрифікацію транспорту та відновлювані джерела енергії помітно збільшилися [6]. Очікується, що ця тенденція збережеться і в більш довгостроковій перспективі, оскільки падіння цін на нафту та економічні наслідки я, пов'язані з пандемією коронавірусу, надають лише опосередкований вплив на стабільність нафтових компаній. Найбільшого впливу зазнає електроенергетика, саме у ній у результаті цифровізації спостерігатиметься найбільше зростання кількості активів і робочих місць. Внаслідок впливу таких факторів як, зміна цін на паливо та його

доступність, поширення відновлюваних джерел енергії та підвищений ризик кібератак, електроенергетика зазнає найближчого майбутнього серйозних змін.

Для будь-якої компанії, що генерує, цифровізація відкриває можливості в наступних чотирьох областях: Управління життєвим циклом активів: технологічні рішення можуть забезпечувати дистанційне керування або профілактичне обслуговування в режимі реального часу, призводячи таким чином до продовження життєвого циклу активу або досягнення кращої продуктивності генеруючих, передавальних або розподільчих активів та інфраструктури.

Оптимізація енергомережі: оптимізувати роботу мереж можна за рахунок балансування навантаження в реальному часі, керування мережею, наскрізного підключення, що досягається шляхом підключення активів, обладнання та пристроїв, а також розширених можливостей моніторингу мережі.

Інтегрований підхід до обслуговування клієнтів: об'єднання інноваційних цифрових продуктів та послуг, що належать до виробництва енергії та управління енергоспоживанням, у єдину інтегровану систему обслуговування клієнтів.

Персоналізація електроенергії – персоналізовані послуги, що підключаються за межами ланцюжка створення вартості електроенергії, що адаптуються до споживача. Крім того, цифровізація електроенергетики призведе до появи нових бізнес-моделей з акцентом на екологічно чисту енергію («зелену» енергію), підтримку електромобілів, а також на домогосподарства та бізнес. З'являться такі нові моделі електроенергетики, як [8]:

Віртуальна енергокомпанія (Virtual Utility) – компанія, яка збирає енергію з різних розподілених систем та діє як посередник на ринках енергетики. Розробник енергосистеми (Grid Developer) – комунальні компанії в даній моделі купують, розробляють, будують, володіють та обслуговують лінії електропередачі, які з'єднують децентралізовані генератори з операторами місцевих розподільчих систем. Мережевий менеджер (Network Manager) – управляє розподільчими пристроями та надає доступ до своїх мереж виробляє

електроенергію підприємствам, компаніям, що мають з'єднувальні лінії та постачальникам роздрібного обслуговування [54].

Проте лише скасування державного регулювання роздрібного ринку електроенергії може стати відправною точкою для інновацій у цій сфері.

В даний час у світі відбувається глобальна енергетична трансформація. Впровадження комплексу нових рішень (починаючи із «зеленої» енергетики та нових поколінь ядерних реакторів та закінчуючи інтелектуальними автоматичними, т.з. «розумними» електромережами та споживчими сервісами на основі технологій «Інтернету речей» [IoT]) призводить до збільшення інвестицій та витрат на НДДКР у галузі, зростанню венчурного фінансування та інших процесів. Масштаби змін настільки значущі, що час у США та ЄС політичні лідери та частина експертної спільноти навіть припускали, що розвиток нових технологій електроенергетики допоможе у подоланні рецесії та у переході до нового економічного циклу.

Серед ключових викликів для світової енергетики можна виділити такі фактори:

- **ВИКЛИКИ ЗРОСТАННЯ ПОПИТУ.** У світі в силу майбутнього виходу з рецесії, збільшення рівня добробуту жителів країн, що розвиваються, і зростання населення світу спостерігатиметься зростання енергоспоживання. Потенційно до 2035 року споживачами електроенергії додатково стануть: 1,3 млрд. людей, які мають нині доступом до електроенергії; 2,7 млрд людей, яка «готовить на дровах»; ще 1,6 млрд осіб за рахунок приросту населення у світі. Це призведе до того, що за цей період споживання електроенергії зросте на 40–50% [5].

- **ВИКЛИКИ ЗМІНИ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПИТУ.** Нова індустріалізація в рамках т.зв. четвертої промислової революції відбуватиметься на новій технологічній базі (цифрові системи, адитивні та високоточні виробництва) часто чутливій до надійності енергопостачання та якості електроенергії. Це визначає появу та розвиток «цифрового попиту», частка якого в низці країн, за деякими оцінками, становитиме 20–30% до 2030 року [33].

- **ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ.** За даними Міжнародного енергетичного агентства, електроенергетика є джерелом 42% антропогенних викидів парникових газів та суттєвим джерелом викидів забруднюючих речовин (1/3 сумарних викидів SO₂, 14% - NO_x, 5% - зважених частинок). На Конференції з клімату в Парижі у 2015 році відбулося підписання міжнародної угоди щодо підтримки збільшення середньої температури планети на рівні нижче 2°C, застосовного до всіх країн. Але навіть безвідносно до питань глобального потепління, зростання використання викопних палив веде до погіршення екологічної обстановки, що позначається як якості життя, а й у рівні витрат держави й корпоративного сектора на соціальне забезпечення, охорону здоров'я, екологічні заходи та ін. Водночас у країнах із вищим рівнем доходу фіксується зростання платоспроможного попиту на екологічну, надійну, доступну енергетику як важливий елемент якості життя. Але й у нових індустриальних країнах — наприклад, у Китаї — через високий рівень забруднення попит на більш екологічні рішення також зростає [31].

- **ІНВЕСТИЦІЙНІ ВИКЛИКИ.** Через те, що енергосистеми розвинених країн у їх поточному вигляді були створені не пізніше 1950–1960-х років (наймолодші та найсучасніші) з розвинених країн (японська і південнокорейська), вони вимагають суттєвого обсягу витрат на підтримку, оновлення та модернізацію. Традиційні енергосистеми індустриального типу будувалися у ситуації високого рівня накопичень та потужного держінвестування, а також інвестицій із приватних джерел. Обидва ці феномени нині не відтворюються в розвинених країнах — рівень накопичень помітно впав за останні 30 років, держава скоротила рівень втручання в економіку та у більшості країн перевантажено витратами на обслуговування фінансового дефіциту, соціальних зобов'язань і т. д. Банківський капітал через зміну моделі енергоринків та наявність більш привабливих об'єктів інвестування не виявляє інтересу до «великих» проектів [33].

- **ВИКЛИКИ НОВОЇ УРБАНІЗАЦІЇ.** У 2012 році частка міського населення планети перевищила 50%, і урбанізація в економіках, що

розвиваються, триває темпами, що прискорюються. Так, очікується, що до 2020 року майже 60% населення Китаю житиме у містах. Розростання старих та поява нових міст формує запит на перехід до міської енергетики нового покоління: з високою концентрацією потужностей, суттєвим запасом міцності та можливості зростання, що потребує якнайменших площ дорогих міських земель для розміщення енергетичних об'єктів та забезпечує прийнятну вартість приєднання до інфраструктури та диференційовану за різними характеристиками вартість електроенергії для споживачів. Урбанізація та зростання енергоспоживання містами формують і екологічний виклик, оскільки висока концентрація газової та особливо вугільної генерації у містах призводять до створення нездорового мікроклімату та небезпечного для здоров'я середовища життя, як це відбувається зараз у великих містах Китаю [28].

1.2. Світовий досвід становлення системи управління цифровою енергетикою

Традиційні енергетичні системи не призначені для інтеграції великих часток генерації зі змінним виробленням, а також розподіленої генерації.

Наявна в світі мережева інфраструктура в більшості випадків занадто стара, неефективна, ненадійна і не надає достатнього захисту від несподіваних змін в обсягах виробітку електроенергії електростанціями [17].

Застосування цифрових технологій дозволяє оптимізувати функціонування об'єктів ВДЕ в енергетичних системах і, як наслідок, підвищує ефективність та надійність енергетичних систем з більшими частками ВДЕ. Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії виділяє такі [45]:

- інтернет речей;
- штучний інтелект та великі дані;
- блокчейн.

Деякі автори наголошують на платформизації енергопостачання, яка також застосовує перелічені три групи цифрових технологій. Енергетичні платформи використовують цифрове середовище для об'єднання споживачів енергії та постачальників енергоресурсів, сприяючи децентралізації та обміну енергією від розподілених джерел [19]. Шерингові платформи та економіка спільного користування вже отримали розвиток у багатьох галузях, таких як оренда житла, автомобілів, обладнання, проте їх розвиток в енергетичному секторі тільки починається. Проте вже існують численні успішні проекти та бізнес-моделі. Наприклад, голландська платформа Powerpeers дозволяє домогосподарствам вибирати просьюмерів, у яких вони закуповуватимуть електроенергію. Аналогічні послуги надає німецька платформа SonnenCommunity, проте її учасниками є виключно просьюмери з літєвими акумуляторами.

Американська платформа SunShare Community Solar дозволяє домогосподарствам, які не можуть або не бажають встановлювати власні сонячні панелі на дахах своїх будинків, купувати частки в сонячних електростанціях та за рахунок цього скорочувати рахунки за електроенергію [19].

Інтернет та цифрові технології сприяють розвитку всіх областей економіки, і навіть еволюціонують ринок електроенергії. Прогрес впровадження та застосування цифрових технологій в енергетиці рухається із величезною швидкістю.

Розробка продуктів нового покоління, інжинірингових послуг у форматі цифрових рішень встановлюють нові стандарти з погляду ефективності, надійності та скорочення викидів.

На сьогоднішній день можна надати реєстр цифрових рішень, список експериментальних випадків та прикладів, які є частиною великих ініціатив із цифрової трансформації енергетичної галузі:

1. Цифрові послуги. Цифрові сервіси використовують великі дані, які допомагають клієнтам досягти оптимізації інтервалів технічного обслуговування, оптимальну продуктивність. Дані, отримані з енергетичних

об'єктів, інтегруються з іншими джерелами: даними про погоду, температуру навколишнього середовища, якість повітря, звітами про відключення тощо. Розуміння великих даних вимагає експертних знань та розуміння використання аналітики. Мільярд інтелектуальних пристроїв та машин генерують з величезними обсягами даних, створюючи міст між реальним і віртуальний світ. Перетворення цих величезних обсягів даних від сенсорних технологій до інтелектуальних алгоритмів та точної аналітики показує повну основу оптимізації роботи. Інформація, що використовується для розробки цифрових послуг, призначена для задоволення потреб клієнтів, фахівців з експлуатації та технічного обслуговування [1].

Прикладом цифрового перетворення є компанія Eaton (США), що пропонує цифрові послуги «Енотифі віддалений моніторинг». Послуга цілодобового моніторингу джерела безперебійного живлення (ДБЖ) та акумуляторних систем у режимі реального часу. Програмне забезпечення віддаленого моніторингу Енотифі збирає дані про продуктивність та надсилає повідомлення про стан до командного центру віддаленого моніторингу Eaton. Дистанційна діагностика та польова техніка прискорюють час відгуку служби. Енотифі оцінює працездатність ДБЖ клієнта, порівнюючи поточні та історичні дані продуктивності із заданими параметрами. Потім аналізовані дані використовуються для складання точних звітів про стан ДБЖ. Щомісячні звіти електронною поштою докладно описані у звіті про продуктивності та тривозі UPS, що дозволяє приймати більш виважені управлінські рішення [2].

Компанія Ingersoll-Rand PLC, творець комерційного опалення та кондиціонування повітря Tran, постачає дистанційний моніторинг систем HVAC та аналізу даних через його «Інтелектуальні послуги». Ingersoll розробляє операційні стратегії для своїх клієнтів, які змінили і полегшили різні сфери, відкрили нові ринкові можливості. Поява нових цифрових інфраструктур, розвиток технологій обчислювальної техніки та цифрових комунікацій породжують нові можливості в галузі інформаційних технологій, їх впровадження у соціально-політичне та економічне життя суспільства,

формують нову систему міжнародної економіки – цифрову. Цифрова економіка – діяльність, в якій ключовими факторами виробництва є дані, представлені у цифровому вигляді, а їх обробка та використання у великих обсягах дозволяє підвищити ефективність, якість та продуктивність у різних видах виробництва, технологій, обладнання, при зберіганні, продажу, доставці та споживанні товарів та послуг. Особливо це стосується вирішення проблем у сфері енергозбереження, де вже створено певну базу для прискорення цифровізації галузі [22].

Мало того, що економія енергії хороша для довкілля та нашого здоров'я, це також корисно для наших фінансів. Гроші, зекономлені на електроенергії, можна спрямувати на важливіші для нас цілі. Через розвиток інформаційно-комунікаційних технологій виникло поняття «цифрова економіка». Це поняття найкраще позначив у 1995 р. вчений-інформатик Ніколас Негропonte [1]. Він використав таку метафору для можливості уявлення сутності цього поняття: «Перехід від руху атомів до рухів бітів» і представив поняття ваги, сировини та транспорту – недоліками минулого, ставлячи їм на противагу поняття відсутність ваги товарів, віртуальність [22].

На думку Європейського співтовариства (ЄС), цифрова економіка є результатом трансформаційних ефектів нових технологій загального призначення в галузі інформації та комунікації [2]. Це вплинуло на всі сектори економіки та соціальної діяльності, наприклад роздрібна торгівля, транспорт, фінансові послуги, виробництво, освіта, охорона здоров'я, засоби масової інформації тощо. У майбутньому можливий розвиток телемедицини, онлайн-навчання, безпілотного транспорту, систем «розумний дім», «інтернет речей», «промисловий інтернет речей».

В історико-економічному плані проблеми вирішення енергозбереження з урахуванням рівня науково-технічного прогресу стали звертати увагу в середині ХХ ст. [3], [4]. Енергозбереження розуміється як реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних та економічних заходів, спрямованих на раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів та на залучення до господарського обігу відновлюваних джерел енергії [5]. Воно

пов'язане з економікою в усіх напрямках. В останні роки у світі все частіше виникають локальні енергетичні кризи, пов'язані з нестачею енергетичних ресурсів. У умовах необхідно посилити увагу до широкого освоєння відновлюваних джерел енергії (енергії Сонця, біомаси, вітру, підземних термальних вод) і раціонально використовувати енергію, не марнувати її. Також берегти енергію необхідно у повсякденному житті. Наприклад, у побуті можна використовувати такі способи енергозбереження: включення кондиціонера лише при закритих дверях та вікнах (економія від 10 до 30%); збільшення теплозахисту квартири (економія 30%); вміст у чистоті світильників та плафонів (економія від 5 до 20%); своєчасна заміна та чищення пилозбірника та фільтрів пилососу (економія від 10 до 30%); чисті вікна (1-3%) [6] тощо.

На прикладі деяких країн можна виділити особливості способів енергозбереження. Німеччина є лідером у сфері вітроенергетики, на території країни працюють 20 000 вітрогенераторів загальною потужністю 24 тис. МВт, що становить третину всієї електроенергії всієї країни, що виробляється. Близько 70% від світового експорту вітрових установок посідає частку Німеччини [7]. Велика увага приділяється сонячній енергетиці, лише у Берліні на дахах адміністративних будівель розміщено 100 000 квадратних метрів сонячних батарей. Впровадження енергозберігаючих технологій у Німеччині фінансується приватними інвесторами, а не державою.

У Японії енергозберігаюча політика почала з 1973 р. Вживаються заходів щодо зниження енергоємності будівель, вдосконалення конструкцій будинків зниження витрат на опалення і кондиціонування. Велика увага приділяється навчанню громадян у збереженні енергії у побуті: часткова відмова від телевізійних пультів, від нічного підігріву води для економії часу на приготування сніданку вранці, тимчасове відключення влітку кондиціонерів.

У Швеції за останні кілька десятиліть вдалося знизити залежність від викопного палива. У 1970 році 80% енергії вироблялося з природного палива, в 2009 році цей показник знизився до 37%. Однією із шведських особливостей в енергетичній сфері є централізоване опалення та охолодження приміщень за

рахунок використання станцій теплових насосів. Не залишається осторонь адміністративний метод управління. У розвитку енергозбереження необхідно враховувати сучасний стан прогресу, зокрема переваг переходу до Індустрії 4.0. Впровадження та використання положень «Індустрія 4.0» відрізняється за галузями та сферами діяльності. На думку Бурганова Р.А., нині найбільш підготовленою сферою для трансплантації ідей Індустрії - 4.0 є електроенергетика [8]. Зокрема відомо про використання так званої технології SmartGrid – «розумні або інтелектуальні» мережі. Це взаємодія електроніки та енергетики – об'єднання виробників, споживачів та мереж у єдину автоматизовану систему, яка в режимі онлайн відстежує та контролює роботу всіх учасників процесу, підвищуючи загальну надійність та ефективність.

Тенденції розвитку енергосистем у світі змушують їх до «цифрового переходу» – принципової зміни внутрішньої архітектури та управління. "Цифру" називають принциповою частиною архітектури четвертої промислової революції, так званої Індустрії 4.0. Суть цифрового переходу полягає у переході від традиційних моделей до нових, які використовують значні обсяги розподіленої генерації (включаючи відновлювані джерела енергії – ВДЕ) та накопичувачів. Ринки стають децентралізованими, інфраструктура – інтелектуальною, а споживачі переходять до активних, просьюмерських моделей поведінки.

Цифровізація енергетики потребує розвитку та широкого застосування наскрізних технологій, серед яких – промисловий Інтернет, компоненти робототехніки, бездротовий зв'язок тощо. У Центрі стратегічних розробок зазначають, що трансформація енергетики дозволить мобілізувати підприємницькі ініціативи та залучити приватні інвестиції у галузь [9]. Крім того, digital-проекти несуть у собі експортний потенціал: вони допоможуть сформувати науково-технологічний та промисловий потенціал для реалізації на закордонному ринку обладнання, систем та послуг. Експерти ЦСР пропонують зафіксувати такі пріоритетні напрямки у технологічному порядку державної політики у сфері електроенергетики на середньострокову перспективу, як:

1. Запуск відкритих модульних цифрових платформ для організації кіберфізичних систем та середовищ в електроенергетиці.
2. Розробка інтелектуальних мультиагентних систем керування.
3. Становлення ринкового сегмента систем зберігання електроенергії (від акумуляторів для електромобілів та побутового сектора до систем зберігання електроенергії великої ємності, зокрема технології зберігання електроенергії у водневому циклі).
4. Розвиток сектора перспективної високовольтової та високочастотної силової електроніки.
5. Впровадження технологій «Інтернету речей» (цифрові датчики, сенсори, засоби комунікації).
6. Використання цифрових фінансових технологій (блокчейн, смарт-контракти, децентралізовані автономні організації) [24].

Цифровізація економіки здебільшого належить до сфери послуг, їй властиві закономірні процеси, які усередині неї. Про це багато написано у дослідженнях [11], [12], [13]. Саме цифровізація дозволяє створювати розподілені енергосистеми в масштабі від кількох станцій до єдиної мережі з тисячі відновлюваних джерел енергії. Йдеться не лише про цифрові підстанції та «розумні мережі», а й про можливість отримувати інформацію з мереж та керувати процесом у режимі онлайн.

Таким чином, визначальною умовою для розвитку нової електроенергетики має стати зміна архітектури роздрібного сектора ринку електроенергії, дерегулювання економічних відносин його суб'єктів, створення спрощених інтерфейсів технологічної та інформаційної взаємодії об'єктів розподіленої енергетики з ЄЕС, створення механізмів розподілу системного економічного ефекту.

За розрахунками вчених, економічний ефект від цифровізації енергетики у 2016-2025 роках складе:

Зниження шкідливих викидів – 430

Скорочення споживання води – 30

Ефект зростання продуктивності праці – 10

Економія споживання енергії – 140

Додаткові доходи нафтогазових компаній – 1000 млрд \$[14].

Для порівняння, можна аналізувати дані зарубіжних країн. Нині розвинених країн досягли більшого прогресу у сфері цифровізації електроенергетики. Наприклад, щодо одного з аспектів цифровізації – впровадження інтелектуальних приладів обліку – у Євросоюзі ними оснащено 40% споживачів, у США – 47%, а в деяких штатах ця частка перевищує 80% [22].

За рахунок цифровізації всіх галузей економіки Німеччини вийшла новий рівень. Німеччина – одна з найбільших країн – експортерів продукції найвищих технологій у світі. У частині технологічного переоснащення електроенергетики Німеччини ставку передбачається робити на модернізацію та розширення міжрегіональних електромереж та місцевих розподільчих електромереж, а також на перехід до більш гнучкої архітектури та на цифровізацію (використання «розумних лічильників» [smartmeters]). Переоснащення електромережевої інфраструктури пов'язане насамперед із необхідністю до 2020 р. перейти на забезпечення 20% енергобалансу країни за рахунок відновлюваних джерел енергії. При цьому згідно з Концепцією енергетичної політики Німеччини, до 2050 р. у країні планується зменшити споживання енергії від первинних джерел на 50% порівняно з рівнем 2008 р., а також забезпечити частку ВДЕ у загальному балансі джерел енергії на рівні не нижче 60% від валового обсягу енергоспоживання [34].

Уряд Великобританії має намір скоротити обсяги викиду парникових газів по відношенню до рівнів 1990 р. на 50% до 2023-2027 років. та на 80% до 2050 р. У результаті науково-технологічний порядок денний країни у сфері енергетики переважно пов'язаний з розвитком низьковуглецевих енергетичних технологій [34].

Основні зусилля Уряду Китаю в галузі енергетичної політики пов'язані з диверсифікацією джерел енергії (насамперед, зі зниженням частки вугілля в загальному енергобалансі), підвищенням енергоефективності фері промислового

виробництва, а також із подоланням наслідків забруднення навколишнього середовища. Розвиток технологій у галузі енергетики значиться як один із пріоритетів Державної середньої довгострокової програми розвитку науки та технологій на період 2006–2020 років. (The National Medium- and Long-Term Program for Science and Technology Development 2006-2020 [8]). Особлива увага в рамках стратегії приділяється і передовим технологіям у галузі енергетики, серед яких – воднева енергетика та паливні елементи, технології у галузі розподільчих енергосистем (малі газові турбіни, перетворення енергії), розробка реакторів на швидких нейтронах та технології у галузі керованого термоядерного синтезу [2].

Уряд Японії, у свою чергу, розробив Національну стратегію розвитку технологічних інновацій у галузі енергетики та захисту навколишнього середовища до 2050 р. (National Energy and Environment Strategy for Technological Innovation towards 2050, NESTI 2050). Двома пріоритетними напрямками інноваційного розвитку у сфері енергетики Уряд називає водневу енергетику та фотоелектричні технології. Так, у рамках першого напрямку було розроблено тріступінчасту програму, спрямовану на перехід до безвуглецевого використання водневої енергетики у виробничому процесі, а в рамках другого реалізується Національна програма у сфері фотоелектричних технологій [35].

Цифрові технології в традиційній енергетиці впроваджуються вже близько півстоліття, проте їх роль, наприклад, у розвитку вугільної та нафтогазової галузей, досить скромна і зазвичай зводиться до автоматизації операцій та підвищення ефективності. Це значною мірою пов'язані з переважанням у галузях інженерного мислення, і навіть із загальною інерційністю розвитку традиційної енергетики.

У чистій енергетиці, навпаки, є набагато більше можливостей для інновацій, нових бізнес-моделей та ухвалення швидких рішень, що відкриває широкі горизонти для впровадження цифрових технологій. Цифрові технології, у свою чергу, створюють можливості для подолання багатьох проблем переходу до чистої енергетики, зокрема таких, як складність інтеграції великих обсягів змінного виробітку в мережу та управління розподіленими мережами.

Впровадження відновлюваних джерел енергії та енергетичний перехід сприяють електрифікації та призводять до суттєвого ускладнення електроенергетичних систем, у яких з'являються нові учасники, включаючи просьюмерів, велику кількість різних електричних приладів, пристроїв, джерел генерації електроенергії та нові бізнес-моделі. Керувати такими системами у ручному режимі стає все складніше, і в певний момент це може стати перешкодою для енергетичного переходу.

У процесі дослідження було виявлено такі групи ключових цифрових технологій, які допоможуть подолати бар'єри розвитку чистої енергетики. найближчі роки: (1) інтернет речей, (2) штучний інтелект та великі дані, (3) блокчейн. Також було відзначено можливість та важливість організації взаємодії та інтеграції всіх цих груп технологій у рамках цифрових платформ та інтернету енергії.

Інтернет речей здатний інтегрувати електричні прилади та електростанції, що дозволить керувати ними в автоматичному режимі. За допомогою інтернету речей можна суттєво покращити можливості мереж надавати послуги з балансування, агрегування та управління навантаженнями, а також автоматизувати роботу підстанцій. Штучний інтелект у сфері ВДЕ поки що використовується в основному для прогнозування вироблення сонячних та вітрових електростанцій.

Однак надалі його алгоритми можуть бути включені до процесів прийняття рішень. Наприклад, алгоритми штучного інтелекту можуть приймати рішення про включення/вимкнення тих чи інших об'єктів. Технології штучного інтелекту також можуть виявляти можливі помилки у процесах, що підвищить безпеку енергосистем. Блокчейн, зокрема через короткострокові та довгострокові розумні контракти, дозволить різним учасникам енергосистеми здійснювати операції без посередників, що полегшить перехід від централізованого розподілу енергії до децентралізованого.

РОЗДІЛ 2

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СФЕРИ ВУМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ

2.1. Енергетична сфера в Україні: основні результати та особливості розвитку

Енергетична безпека – найважливіша складова життєдіяльності країни. Вона сприймається як захищеність громадян і держави загалом від загроз дефіциту енергії та енергоресурсів, що виникають через негативні природні, техногенні, управлінські, соціально-економічні, внутрішньо- та зовнішньополітичні чинники [41].

Одним із аспектів енергетичної безпеки є стан потужностей з виробництва електроенергії та перспектив їх розвитку на найближчу та довгострокову перспективу. При розгляді цього питання необхідно брати до уваги відповідність виробництва електроенергії потребам країни, наявність первинних енергоресурсів (вугілля, газ, нафту, уран, сонця, вітру, води). Надзвичайно важливо мати таке співвідношення джерел генерації, щоб гарантувати надійне електропостачання країни у різних умовах (день – ніч; зима – літо тощо). І, звісно, енергетична безпека не може розглядатися у відриві стану економіки країни [41].

Електроенергетика – це галузь із надзвичайно тривалим інвестиційним циклом. Наприклад, від ідеї побудувати ядерний енергоблок до його введення в експлуатацію потрібно від 12 до 15 років. І це за наявності згоди у суспільстві та наявності політичної волі у влади. Таким чином, рішення, ухвалені сьогодні, реалізуються 2 якраз до 2035 року. Очевидно, що стратегічне планування електроенергетики країни необхідно розглядати на період до 2050 з оцінкою

перспектив до кінця XXI століття (з безумовним уточненням показників раз на 5 років) [42].

Основні види генерації електроенергії в Україні в даний час включають: теплову та атомну енергетику, а також відновлювані джерела електроенергії (ВІЕ): гідроенергетика (гідроелектричні станції, ГЕС, гідроакумулюючі станції (ГАЕС); сонячні електростанції (СЕС) та вітряні електростанції). Є й інші джерела виробництва електроенергії, але їхня роль вкрай незначна.

Енергомiсткiсть ВВП(2016р.)дол.США,заПКС,уцiнах2010року

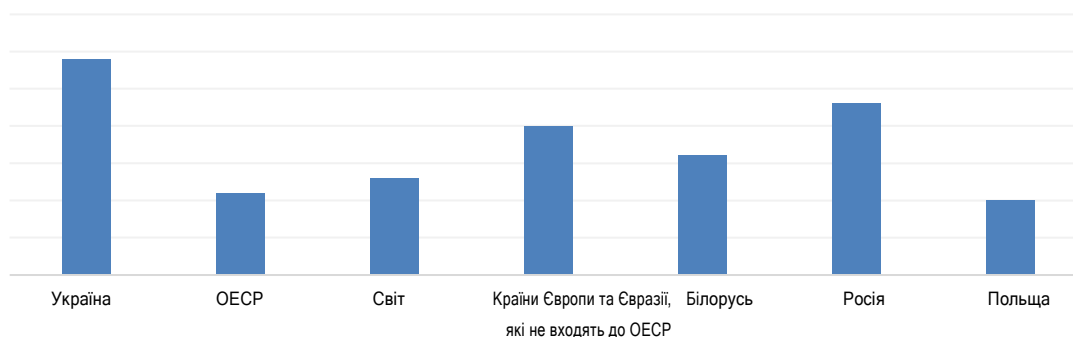


Рис. 1.1. Енергомiсткiсть ВВП у порiвняннi

Джерело: Розроблено автором на основi даних МЕА (2019 р.) (IEA, 2019_[31])

Як бачимо на рис. 1.1. енергомiсткiсть українських пiдприємств набагато вища нiж у Європi i свiтi, що ускладнює iнтеграцiю української економiки у європейське середовище i створює конкурентнi проблеми для України. Кожна з цих складових має проблеми, що впливають на енергетичну безпеку країни. Важливими є питання економiчно та технологiчно обґрунтованого поєднання та спiльної роботи зазначених джерел електроенергії.

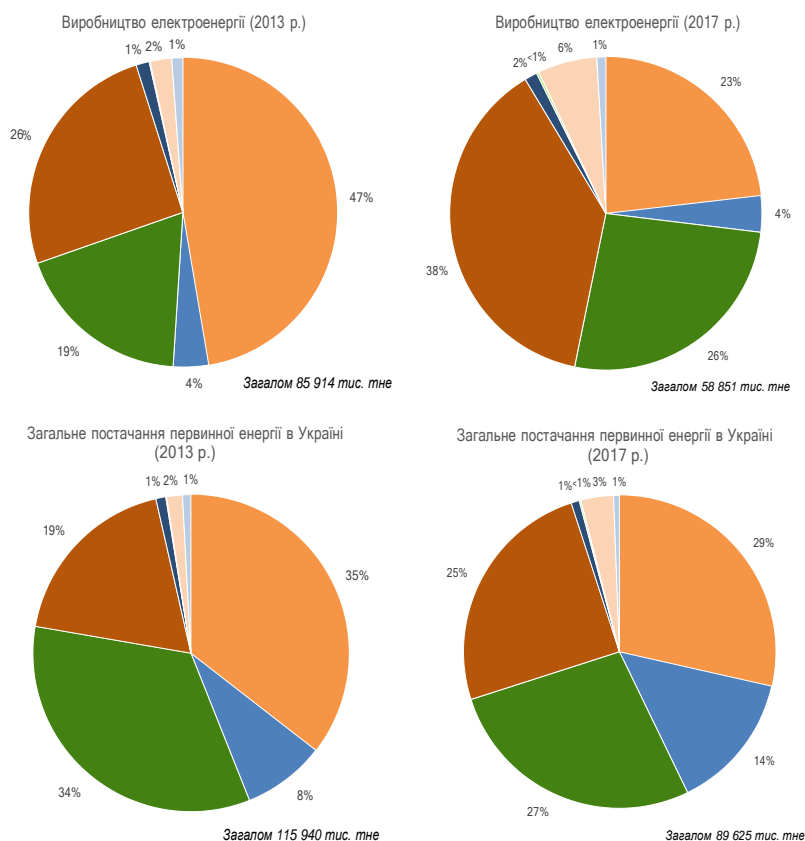


Рис. 1.2. Енергетичні показники України

Джерело: [17]

Як видно з графіків, відображених на рис. 1.2. виробництво енергії в Україні скорочується, відбувається зростання частки енергії, отриманої з відновлювальних джерел.

Викопному паливу належить значна частка ТРЕС. Природний газ та нафта продовжують відігравати ключову роль у трансформації та кінцевому споживанні енергії. При цьому, однак, попит на природний газ знизився, так само як і загальна пропозиція (на дві третіх починаючи з 1990 року) (IEA, 2019[2]). У 2018 році загальний обсяг постачання природного газу в Україні дорівнював 32,3 мільярдів кубічних метрів (млрд куб. м): 20,9 млрд куб. м було видобуто, ще 10,6 млрд куб. м — імпортовано (Naftogaz Group, 2019[17]). До анексії Кримського півострова та початку конфлікту на Донбасі Україна імпортувала природний газ у першу чергу з Росії. Однак, починаючи з 2015 року Україна припинила імпорт напряду з Росії, почавши «реверсне постачання» з

європейських країн (IEA, 2018[21]) (Pirani, 2018[22]). Частка неочищеної нафти та нафтопродуктів у вітчизняному виробництві також почала зменшуватися. В період з 2013 по 2018 роки видобуток нафти скоротився від 2,7 млн тонн до 2,1 млн тонн, в той час як понад 80 % неочищеної нафти та нафтопродуктів імпортується насамперед з Росії, Білорусі та Литви (SSSU, 2019[23]) (Naftogaz Group, 2019[17]) (Unian, 2019[24]).

Нафтогаз і його дочірні підприємства задіяні на різних етапах постачання вуглеводнів, забезпечуючи понад три четвертих обсягу виробництва природного газу в Україні. Його дочірні підприємства включають АТ «Укргазвидобування», ПрАТ «Укрнафтобуріння», АТ «Чорноморнафтогаз» і ПАТ [29]. «Укрнафта» (OECD, 2019[8]). У 2018 році «Укргазвидобування» добуло 15,5 млрд куб. м природного газу й відіграло центральну роль у його переробці (Ukrigasvydobuvannya, 2019[25]) (Naftogaz Group, 2019[17]). До початку процесу відокремлення АТ «Укртрансгаз», дочірня компанія Нафтогазу виконувала функції оператора газотранспортної системи (ОГТС) (USAID/DiXi Group, n.d.[26]). Водночас із внутрішнім добуванням, у 2018 році Нафтогаз імпортував близько 7,0 млрд куб. м природного газу (Naftogaz Group, 2019[17]).

Поряд з державними підприємствами важливу роль на ринку вуглеводнів також відіграють приватні компанії. У 2018 році приватні гравці видобули приблизно 4,4 млрд куб. м природного газу в Україні та імпортували ще 3,6 млрд куб. м. Дочірні підприємства та компанії, що належать до групи «Burisma Group», «ДТЕК Нафтогаз» (входить до Групи ДТЕК) і «Гео Альянс», активно займаються видобуванням природного газу та нафти (Burisma Group, n.d.[27]) (DTEK, 2018[28]) (Geo Alliance, n.d.[29]). Крім того, приватні облгази — оператори газорозподільної системи (ОГРМ) здійснюють розподіл природного газу, а облгази-постачальники працюють на роздрібному ринку природного газу (USAID/DiXi Group, n.d.[26]). За оцінками НКРЕКП, у 2016 році газорозподільні компанії, що використовують бренд «Регіональна газова компанія», яка входить до групи «Group DF Limited», контролювали близько 70

% газорозподільних мереж і постачали природний газ майже 76 % населення України. (USAID/DiXi Group, n.d.[26])

Близько однієї третьої обсягу постачання природного газу використовується для виробництва тепла, менший обсяг — для виробництва електроенергії. У 2017 році на побутових споживачів припадало 59 % обсягу постачання, решта була спожита промисловим (у тому числі хімічними та нафтохімічними компаніями) та транспортним сектором. Неочищена нафта в Україні споживається переважно у сферах перетворення енергії та нафтопереробки, в тому числі для виробництва дизельного палива, бензину та зрідженого нафтового газу. Близько чотирьох п'ятих нафтопродуктів використовуються у транспортному та промисловому секторах, менші обсяги — в сільськогосподарському та побутовому секторах.

Оцінимо окремі галузі енергетики України.

Атомна енергетика

З часом попит на атомну енергію в Україні зростає. У 2017 на атомну енергетику припадало 38% загального внутрішнього виробництва енергії та 25% ТРЕС. Атомні електростанції виробляють понад половину обсягу електроенергії у країні (МЕСІ, 2019[30]). Виходячи з безпекових і стратегічних міркувань, провідну роль у секторі атомної енергетики відіграють державні підприємства. ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» — основний виробник уранової руди у країні, тоді як інші компанії, зокрема ТОВ «Атомні енергетичні системи України», є дрібними виробниками. Після видобування уранової руди ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» виконує початкову стадію її переробки для отримання уранового концентрату (USAID/DiXi Group, n.d.[26]). Однак, згідно з міжнародними угодами, Україна не має повного ядерного циклу. Зокрема, вона не займається збагаченням урану, тобто другою стадією переробки уранової руди, для виробництва ядерного палива. Замість цього, Україна імпортує ядерне паливо (NTI, 2014[38]). Хоча довгий час основним постачальником ядерного палива в Україну було російське АТ «ТВЕЛ», дочірня компанія «Росатому», анексія Кримського

півострова та конфлікт на Донбасі змусили Україну зменшити залежність від зазначеної компанії та шукати альтернативних партнерів, таких як «Westinghouse Electric» — американсько-шведська компанія, що перебуває у власності «Brookfield Business Partners LP» (USAID/DiXi Group, n.d.[26]).

Переробка радіоактивних відходів (відпрацьованого палива), які утворилися при розпаді ядерного палива, також здійснюється іноземними партнерами. Через обмеження в розрізі потужностей та інфраструктури Україна наразі не спроможна переробити всі свої ядерні відходи. У минулому Україна істотно залежала в частині переробки та зберігання ядерних відходів від російських компаній. Однак нещодавно вона відкрила для себе можливість співпраці в завершенні ядерного паливного циклу з такими компаніями як «Orano», 45,2 % у капіталі якої належить французькому уряду (USAID/DiXi Group, n.d.[26]) (Orano, 2018[39]). Окрім цього, у 2005 році ДП НАЕК «Енергоатом», яке є оператором атомних електростанцій в Україні, ініціювало будівництво Централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива (ЦСВЯП) у Чорнобильській зоні, яке створить можливості для довготривалого та безпечного зберігання відпрацьованого палива в Україні (Energoatom, 2017[40])

Гідроенергетика

Гідроенергетиці належить невелика частка в загальному обсязі виробництва енергії в Україні. Однак її використання для генерації електроенергії з часом зросло, і уряд продовжує інвестиції в будівництво та реконструкцію гідроелектростанцій у контексті своєї енергетичної стратегії. У 2018 році на гідроелектростанціях було вироблено 12 008,4 ГВт•год (для порівняння у 2014 році — 9 092,6 ГВт•год. ПрАТ «Укргідроенерго», державна компанія, є основним виробником гідроелектроенергії в Україні (Ukrhydroenergo, 2018[41]). Однак у цьому сегменті українського енергетичного сектору також працюють численні іноземні приватні компанії, зокрема норвезька «AICE Hydro AS» і австрійська

«ANDRITZ Hydro» — дочірня компанія «Andritz Technology Group» (AICE Hydro, 2017[42]) (Andritz, 2019[43]). Можливість застосування програми «зелених» тарифів до гідроелектроенергії може стати стимулом для приваблення іноземних компаній у цей сегмент українського енергетичного сектору. Однак, згідно із Законом України «Про альтернативні джерела енергії», право на використання такого тарифу мають тільки мікро-, міні- та малі гідроелектростанції загальною потужністю до 10 МВт (Verkhovna Rada, 2018[44]).

Відновлювана енергетика

З плином часу частка відновлюваної енергетики зростає. Попри це, вона й досі залишається незначною. Без урахування гідроенергетики, протягом останніх років частка ВДЕ у структурі енергоресурсів України становила 3–4%. При цьому дедалі популярнішими стають біопаливо, вітрова та сонячна енергетика. У рамках стимулювання енергетичної безпеки та ефективності Україна намагалася збільшити частку ВДЕ шляхом впровадження спеціальних політик, у тому числі «зелених» тарифів, та визначення цільових показників в енергетичній стратегії (згідно з якою до 2035 року частка ВДЕ в загальній структурі постачання електроенергії повинна становити 25%). У 2014 році обсяг енергії, виробленої з відновлюваних джерел, становив 1 771,9 ГВт•год, у 2018 році він досяг 2 632,4 ГВт•год (МЕСІ, 2019[30]).

Вітрова та сонячна енергетика

Одним із основних гравців в українському сегменті вітроенергетики є «ДТЕК ВДЕ» — експлуатаційна компанія, яка здійснює управління активами Групи ДТЕК у секторі відновлюваної енергетики. «ДТЕК ВДЕ» володіє Ботієвською ВЕС та Приморською ВЕС, з установленною потужністю 200 МВт кожна, а також наразі будує Орловську ВЕС із плановою потужністю 100 МВт (ДТЕК, 2018[45]). Сегмент вітрової енергетики також приваблює значну кількість іноземних компаній, таких як ТОВ «Юкрейн Пауер Ресурсес», афілійована компанія «First Summit Energy» (Нідерланди), а також ТОВ

«Сивашенергопром», поточний проект норвезької «NBT AS» та французької «Total Eren» (Ukraine Power Resources, 2018[46]) (FMO, n.d.[47]).

Зупинимося на стані та перспективах кожного виду генерації.

Теплова енергетика

Тут стан критичний. Встановлена потужність теплових електростанцій (ТЕС) та теплових електроцентралей (ТЕЦ) становить близько 62% встановленої потужності всієї генерації України, але виробляють вони лише близько 40% електроенергії, що виробляється в країні (39.5% у першому кварталі 2018 року). ТЕС працюють при вкрай низькому коефіцієнті використання встановленої потужності та неприпустимих екологічних показників. Усі вони вже виробили свій розрахунковий ресурс і багаторазово перевищили його. Витрати умовного палива на вироблення однієї кіловат-години електроенергії перевищили 400 грам, тоді як ця величина в 1991 була на 70-80 грам нижче. Якщо витрати умовного палива на вироблення електроенергії знизити до рівня 80-х років минулого століття, то теплова енергетика України витратила б майже на третину менше вугілля, ніж вона спалила [42].

За різними оцінками, до 2035 року має бути остаточно виведено з роботи до 7000 МВт потужностей ТЕС України [43].

Здавалося б, всі сили мають бути кинуті на реконструкцію діючих ТЕС та будівництво нових сучасних електростанцій. «Зелений» тариф (в 3 рази перевищує тариф на електроенергію атомних електростанцій (АЕС)), начебто, дозволяє цим займатися. Однак реконструкція, що виконується власниками ТЕС, спрямована, мабуть, на вичавлювання з обладнання «пенсійного» віку навіть того, що вичавити вже неможливо. Кількість реконструйованих блоків зростає і зростає витрата питомого палива на вироблення електроенергії. [43]

Без сучасної та ефективної теплової енергетики країні не вижити – не врятують ні АЕС, ні ВЕС, ні сонячні СЕС. У Стратегії немає обґрунтованої перспективи розвитку теплової енергетики. Необхідна практична програма її реабілітації з урахуванням техніко-економічних та екологічних вимог. Має бути чітко сформульована її роль у поєднанні з іншими генеруючими потужностями.

З огляду на високу значущість фактора маневреності найбільш розумним є використання сучасних парогазових і газових установок. Безумовно, потрібні й сучасні високоефективні ТЕС, які працюють на вугіллі, але треба пам'ятати про надзвичайно жорсткі екологічні обмеження, встановлені Паризькою кліматичною угодою від 12.12.2015 року [42].

Звичайно ж, потрібна детальна оцінка ресурсної бази теплової енергетики з урахуванням багатьох, зокрема політичних аспектів. Виконуватися ця оцінка має у 3 жорсткій прив'язці до типів та місць розміщення енергетичних установок, які планується збудувати. До речі, про це у Стратегії-35 немає жодного слова [42].

Атомна енергетика

На тлі явної деградації теплової атомна енергетика об'єктивно зайняла провідне становище у забезпеченні країни електроенергією. Приблизно чверть встановлених генеруючих потужностей країни становлять АЕС, але вони виробляє близько 50% електроенергії (49.4% за підсумками першого кварталу 2018 року) [44].

У цій галузі електроенергетики також є проблеми, які потребують вирішення у найближчій та тривалій перспективі. Насамперед, забезпечення безпеки АЕС. Цьому завданню приділялася і приділяється першочергова увага, розроблені та реалізуються програми, що забезпечують прийнятний рівень безпеки та надійності діючих енергоблоків. Це щоденна турбота персоналу атомної енергетики всіх її рівнях. Але НАЕК «Енергоатом», даючи країні половину потрібної їй електроенергії, балансує на межі банкрутства та шукає гроші на підвищення безпеки по всьому світу. І це в країні, яка пережила Чорнобиль [51].

Політики різного рівня, особливо до чорнобильських дат, багато говорять про безпеку національної ядерної енергетики, але не роблять дієвих кроків, щоб створити відповідні економічні умови. Забувається наш так дорого набутий досвід – дешевше запобігти аварії, ніж ліквідувати її наслідки.

Друге найважливіше завдання – продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків. Сьогодні це без перебільшення програма виживання держави. Вже продовжено термін служби 7 блоків із 15, що знаходяться в експлуатації. Є певні надії на те, що всі енергоблоки АЕС, що діють, попрацюють на Україну ще, як мінімум, років 20. Але, що далі? Адже перші два «продовжені» енергоблоки Рівненської АЕС мають бути зупинені у 2030 – 2031 роках. А слідом за ними мають виводитися з експлуатації енергоблоки 1 та 2 Южно-Української АЕС. Отже, майже 3000 МВт ядерних потужностей може бути зупинено ще до 2035 року. Потрібні потужності, що заміщають [42].

Хочемо нагадати, що рішення про завершення будівництва енергоблоків 3 та 4 Хмельницької АЕС було ухвалено у 2005 році! Минуло вже 13 років, а «воз і нині там». Згода суспільства щодо цих енергоблоків є давно. Але чи є воля у влади виконувати свої ж рішення? Будувати чи не будувати замінні ядерні потужності? Рішення має бути ухвалене негайно. Чи Україна відмовляється від ядерної енергетики? Таке ж про можливе, але що натомість? Нарешті, є інші принципові питання, пов'язані з будівництвом нових потужностей. Перший, тип ядерних енергоблоків. Очевидно, що остаточне рішення має бути ухвалене внаслідок тендерів. Але, загалом, державі вже сьогодні треба визначити свою позицію. Україна експлуатує ядерні енергоблоки з водою під тиском, які займали, займають і займатимуть провідне становище у світі у тривалій перспективі. Для експлуатації такого типу установок у країні є відповідна інфраструктура (наука, проектування, машинобудування, приладобудування тощо). Звичайно о, можна обговорювати питання переходу на інші технології, але треба «сім разів відміряти, перш ніж один раз відрізати» [44].

Також важливим є і питання потужності низки нових енергоблоків. Сьогодні посилено прощтовхується ідея використання модульних установок потужністю близько 150 МВт. До речі, ініціатором створення установок малої потужності свого часу був СРСР. Такі установки передбачалося використовувати відносно малопотужних споживачів у віддалених районах, де відсутні розвинені системи передачі електроенергії. Цілі 4 створення ядерних

установок малої потужності не змінилися, але які стосунки вони мають до України? У країні немає віддалених районів (у таких масштабах, як, наприклад, у Канаді, Росії чи Китаї). Ми маємо розвинену централізовану систему електропостачання. Застосування установок малої потужності можливе для обмежених цілей, але має бути обґрунтовано з погляду різних факторів [44].

Спорудження енергоблоків, що заміщають, переважно виконати на майданчиках діючих АЕС, але можна їх будувати і на нових майданчиках. Країна потребує кадастру майданчиків можливого розміщення АЕС. І такий документ було розроблено ще 2012 року. Затвердження кадастру є важливим завданням, оскільки дозволить закріпити території пунктів/майданчиків АЕС та суттєво полегшить розробку техніко-економічних обґрунтувань будівництва нових енергоблоків. Країні настав час уже мати проект тендерних документів, у яких було б відображено розуміння того, що ми хочемо побудувати, які критерії необхідно пред'явити до потенційного постачальника нових ядерних енергоблоків. Підготовка пакету тендерних вимог триватиме тривалий час [42].

Очевидно, що для ядерної енергетики терміново потрібна конкретна програма дій. В оцінках обсягу виробництва та споживання електроенергії у короткостроковій перспективі розумно виходити із сьогоденного стану. Це означає, що до 2035 року сумарні потужності ядерних енергоблоків слід утримувати на рівні 15 ГВт. Ядерні енергоблоки, що вибувають «за віком», повинні своєчасно замінюватися новими. Час не чекає. Потрібні рішення та потрібні конкретні дії.

2.2. Система управління цифровою енергетикою в Україні: аналіз нормативно-правової бази та стратегічні пріоритети

У 2018 р. Кабінет Міністрів України ухвалив «Концепцію розвитку цифрової економіки і суспільства України на 2018- 2020 роки» (Кабінет Міністрів України, 2018) та затвердив план заходів щодо її реалізації [44].

Ця Концепція передбачає здійснення заходів щодо впровадження відповідних стимулів для цифровізації економіки, суспільної та соціальної сфер, усвідомлення наявних викликів й інструментів розвитку цифрових інфраструктур, набуття громадянами цифрових компетенцій, а також визначає критичні сфери та проекти цифровізації, стимулювання внутрішнього ринку, використання і споживання цифрових технологій. Таким чином, у багатьох країнах світу розвиток четвертої промислової революції має загальнонаціональний рівень і розглядається урядами як важливий елемент зростання конкурентоспроможності національних промислових секторів.

Нещодавно прийнято «Оновлену енергетичну стратегію України до 2035 року» (далі, Стратегія – 35), в якій визначено основні показники та напрямки діяльності з різних видів генерації електроенергії. Однак, цей багатослівний документ, як і всі попередні його варіанти, починаючи з 2006 року, має надто загальний характер, не виглядає, м'яко кажучи, досить обґрунтованим, не містить конкретних завдань та критеріїв їхнього успіху. Це, скоріше, протокол про наміри, а не керівництво до дії. Крім того, у Стратегії - 35 немає оцінки ризиків, немає методів управління ними, що, як відомо, спричинило провал попередніх Стратегій. Як і попередні, Стратегія – 35 мало акцентує уваги завданнях, які мають бути реалізовані у конкретні періоди часу, особливо, у перші 3-5 років її виконання.

Крім того, у Стратегії – 35 не відображено бачення подальшого розвитку електроенергетики України, наприклад до 2050, 2075 або до кінця XXI століття, яке прямо пов'язане з реалізацією Стратегії – 35.

Енергетична стратегія – це стратегія економічного розвитку країни, оскільки виробництво електроенергії має забезпечити сталий розвиток економіки у відповідність до принципів і положень, обґрунтованих економічною наукою. Як розвиватиметься економіка України, якою буде її структура? Якщо

країна орієнтуватиметься на «важку» індустрію (металургія, хімія, оборонна та важка промисловість) – це одна потреба в електроенергії. Ставка на високотехнологічну продукцію – інша. Які очікуються темпи розвитку економіки та підйому життєвого рівня населення? Інформація в документі з цих питань є вкрай мізерною і недостатньою для обґрунтування рівня електроспоживання. За відсутності обґрунтованої стратегії економічного розвитку України (нам невідомо, чи є така) ризику провалу Стратегії – 35 такі самі, як у її попередників.

Перспективи, що відкриваються перед цифровими трансформаціями, – колосальні! За великим рахунком вони – ключі до ринків майбутнього! Україна прагне стати активним гравцем на глобальній арені експорту енергоресурсів, має скористатися новими можливостями – сформувати власну технологічну базу у сфері цифровізації – щоб і надалі зберігати та нарощувати свою перевагу на існуючих та ринках, що з'являються [48].

Українські компанії ПЕК вже включилися до технологічних перегонів. У нафтогазовому секторі діє декілька «розумних» свердловин та родовищ, робляться кроки у використанні алгоритмів машинного навчання при обробці даних, впроваджуються цифрові двійники. У вугільній галузі застосовують датчики та портативні пристрої, які допомагають відстежувати стан та місцезнаходження робітників та техніки, визначати рівень загазованості шахт, підтримувати оптимальні технологічні параметри на збагачувальних фабриках.

У сфері електроенергетики впроваджуються системи віртуального моніторингу та прогностики стану генеруючого обладнання, цифровий диспетчеризація її енергетичних об'єктів, що дозволяють найбільш повно використовувати високоефективну генерацію. В різноманітних містах та регіонах будуються та вводяться в експлуатацію цифрові підстанції, «розумні» мережі охоплюють цілі райони. Впроваджуються в експлуатацію системи дистанційного керування обладнанням на магістральних лініях електропередач [49].

Подальше поширення та розвиток цих рішень у ПЕК зможе не лише забезпечити підвищення надійності роботи енергосистем, зниження витрат виробничих процесів, але й дасть імпульс для масштабних інноваційних технологічних проривів у суміжних галузях, стане додатковим драйвером у розвитку всієї української економіки. У цьому важливо не просто впроваджувати вже готові зарубіжні рішення, а й розвивати власні високотехнологічні продукти, самим формувати нові тренди індустріальної революції.

Однак, разом з очевидними перевагами цифровізація несе нові виклики та ризики. Насамперед, найочевидніше – з'являються нові кіберзагрози. З розвитком та масовим впровадженням інтелектуальних технологій до Інтернету підключаються нові пристрої, як у промисловості, так і на стороні кінцевого споживача. Раніше ці пристрої працювали "офлайн", до них неможливо було підключитися та "зламати" віддалено. Через це питанням їхньої захищеності приділялося не так багато уваги, як потрібно тепер. Сьогодні, наприклад, говорять про те, що якщо всі холодильники узгоджено розподілятимуть час свого включення та роботи, то ми зможемо суттєво знизити пікові навантаження на мережу.

Ще один виклик – ускладнення самих енергосистем, і як наслідок – надійного керування ними. У міру впровадження компаніями різних апаратних компонентів та програмного забезпечення виникають ризики появи технологій, що не інтегруються один з одним. З розвитком розподіленої генерації, появою все більшої кількості енергоактивних споживачів – у промисловості та на рівні домогосподарств – змінюються звичні профілі навантажень, ускладнюються моделі прогнозування енергоспоживання. Крім того, зниження споживання енергії із централізованої енергосистеми призводить до зростання питомих постійних витрат на кіловат-годину електроенергії по всьому ланцюжку централізованої генерації та мереж. Одночасно з цим блокчейн та розподілені реєстри можуть радикально змінити системи взаєморозрахунків та зменшити число збутових посередників у всіх галузях ПЕК, що знизить витрати кінцевого споживача [56].

Цифровізація неминуче призведе до переформатування ринку праці. За рахунок автоматизації виробництва може звільнитися значна кількість фахівців працездатного віку у сфері традиційної для ПЕК зайнятості, але водночас зросте попит на фахівців, зайнятих у його високотехнологічних секторах. Це відкриває нові можливості для української системи підготовки кадрів для галузі, якій також належить адаптуватися до трансформацій, що відбуваються.

Навіть якщо резюмувати тільки ці самі основні виклики, то вже можна побачити, що цифрова трансформація в результаті призведе до зміни звичних бізнес-моделей, по суті, змінить весь ландшафт паливно-енергетичної галузі та ринків паливно-енергетичних ресурсів. Саме в цьому полягає основна відмінність цифрової трансформації від звичайної цифровізації вже існуючих технологічних та бізнес-процесів. Для того, щоб нівелювати ризики, як перераховані вище, так і інші, обернути їх на свою користь, максимально скористатися потенціалом цифрової трансформації, сьогодні необхідно сформувати єдиний понятійний апарат та системне бачення цифровізації, спільне для всіх учасників галузі. Лише виходячи з такого бачення держава зможе забезпечити баланс, з одного боку, зрозумілого та гнучкого регулювання, у тому числі у частині вимог до безпеки та забезпечення надійності роботи об'єктів ПЕК, а з іншого – збереження простору для технічних експериментів, необхідних для успішного технологічного розвитку компаній та стимулів для залучення інвестицій [57].

Крім того, єдиний погляд на пріоритети цифрової трансформації на рівні ПЕК дозволить створити на основі загальних для всіх стандартів довірене цифрове середовище. Вона з'єднає у собі різні цифрові рішення, забезпечить максимізацію всіх переваг цифровізації не лише на рівні окремих енергооб'єктів, а й цілих енергосистем, а також прискорить вихід експорт високотехнологічних вітчизняних рішень.

Вирішення цих завдань передбачається в рамках проекту "Цифрова енергетика". В даний час він має бути реалізований у рамках загальнодержавної програми цифровізації економіки та енергетичного сектору зокрема. В рамках

проекту передбачається, у тому числі, визначення загальних вимог до цифровізації, розробка стандартів для ключових технологій і створення єдиного цифрового простору, в якому зможуть розвиватися різні платформні рішення.

Досвід країн світу та сусідніх країн дозволяє стверджувати, що для стимулювання промислового розвитку на базі технологій Індустрії 4.0 в Україні потрібна активна державна політика з виокремленням пріоритетів розвитку промислового виробництва за рахунок упровадження новітніх технологій і підвищення якості продукції, а також Національна стратегія розвитку у сфері цифровізації та Індустрії 4.0 [44].

Необхідна реалізація регіональних програм розвитку 4.0, які повинні координувати місцеві органи влади та представники промислових підприємств. Спроби осмислення зарубіжного досвіду реалізації ініціатив Індустрії 4.0 і розробки відповідних нормативних документів у цій сфері привели до створення в Україні Національного руху «Індустрія 4.0 в Україні», який є інтеграційною платформою для об'єднання бізнес-асоціацій, спільнот й учасників ринків інформаційно-комунікаційних технологій, промислових систем управління, інжинірингу та машиноприладобудування, науковців й освітян з метою прискореного розвитку українських виробництв із високою доданою цінністю [46].

Загальними зборами членів руху 4.0 створено Раду руху 4.0, метою якої є визначення відповідальних осіб за ключові напрями діяльності. Наразі до руху вже приєдналося близько 90 компаній в Україні [17]. У Хартії 4.0, що є базовим документом діяльності руху «Індустрія 4.0», заплановано створення чотирьох центрів 4.0. У 2018 р. створено один в Одесі. На основі даних про діяльність підприємств і компаній у сфері 4.0, що накопичує рух «Індустрія 4.0 в Україні», у 2017 та 2019 рр. створено дві версії Industry 4.0 landscape Ukraine (ландшафт, мапа або меппінг гравців за сегментами – простий і популярний спосіб у діджитал-технологіях для того, щоб визначати технологічних інноваторів) [17].

Сьогодні прогностичним програмним документом розвитку Індустрії 4.0 в Україні, який орієнтує основних стейкхолдерів цього напрямку за головними

пріоритетами та ініціативами 4.0, є Національна стратегія 4.0. У проєкті Стратегії 4.0 в Україні наведено аналіз поточної ситуації руху «Індустрія 4.0 в Україні» для об'єднаної групи вже діючих стейкхолдерів (уряд, бізнес-асоціації, галузі ІТ, машинобудування, інжиніринг, АСУ ТП, провідні підприємства хайтек-сегментів, ВНЗ та НАН України, агентства з розвитку тощо) [42].

Як орієнтир подальшого розвитку Індустрії 4.0 в Україні можна використовувати зазначені у стратегії висновки про те, що не включення країни до світового процесу 4.0 протягом 5-10 років означатиме (Індустрія 4.0 в Україні, 2018, с. 50): остаточну ліквідацію цілого ряду вітчизняних високотехнологічних сегментів, залежних у своїй конкурентоспроможності від технологій 4.0, перш за все машинобудування, електричних машин й устаткування, приладобудування, біофармацевтики, енергетики; остаточний занепад і ліквідацію низки наукових установ і чисельних кафедр ЗВО, відповідних вказаним галузям. Це, у свою чергу, призведе до різкого скорочення освітнього, інженерного та наукового потенціалу країни; високу та зростаючу імпортозалежність не лише ххх-будування, але й інжинірингу; як результат, остаточне перетворення на сировинний придаток. Міністерство економічного розвитку України зробило крок у напрямі створення цифрової економіки в Україні, створивши команду з представників провідних українських компаній та експертів, яка, у свою чергу, в грудні 2016 р. представила громадськості країни проєкт «Цифрова адженда України – 2020» (далі – Проєкт) (Торгово-промислова палата України, 2019) [48].

Основні цілі Проєкту:

1. Стимулювати економіку та залучати інвестиції.
2. Закласти основу для трансформації секторів економіки в конкурентоспроможні й ефективні («цифрова» економіка, «цифровізація» бізнесу, промисловості).
3. Зробити «цифрові» технології доступними.
4. Створити нові можливості для реалізації людського капіталу, розвитку інноваційних, креативних і «цифрових» індустрій та бізнесу.

5. Розвинути і захопити світове лідерство щодо експорту «цифрової» продукції та послуг [42].

У Проєкті визначено такі пріоритетні сфери цифровізації:

1. Цифровізація освіти – цифрові компетенції та навички; моделі та підходи до цифровізації освіти; цифрове робоче місце.

2. Цифрова інфраструктура – нові виклики ринку телекомунікацій; високошвидкісна мобільна інфраструктура; цифрове телебачення.

3. Цифрова економіка – програма «Індустрія 4.0» та концепція «Смартфабрика»; інструменти стимулювання та державної підтримки програми «Індустрія 4.0»; експортне лідерство та можливості національної індустрії на внутрішньому ринку; цифрове землеробство.

4. Цифровізація державного управління – стратегічні технології державного управління та діяльності; аутсорсинг та уніфікація бізнес-процесів, «хмарна стратегія».

5. Цифровізація суспільно-економічної сфери – громадська безпека та захист; сфера охорони здоров'я; електронне врядування; електронна демократія; екологія та охорона довкілля; смарт-сіті, смарт-інфраструктура; електронні платежі та розрахунки; цифровізація соціальної сфери; електронна митниця; електронна комерція, транскордонна е-комерція [48].

Країни Європи першими почали дотримуватися принципів Індустрії 4.0, розробляти програми розвитку в даному напрямі. У той же час країни Азії перебувають на початковому етапі впровадження принципів Індустрії 4.0, намагаючись виробити власну стратегію розвитку.

В Україні на розвиток Індустрії 4.0 впливає державна політика в галузі інновацій та науково-технологічного розвитку, поточний рівень розвитку освіти, науки і технологій, соціально-економічний устрій. Однак відсутні конкретні програми, дорожні карти, не визначені джерела фінансування та їх об'єкти. Ризики політичної, воєнної та соціальної нестабільності залишаються високими та впливають на загальний інвестиційний клімат. Зростає відставання від розвинутих країн і сусідніх держав за більшістю стратегічних аспектів 4.0.

Розвиток енергетики України на найближчий період має ґрунтуватися передусім на використанні інноваційних енергетичних технологій. До них належать котли циркулюючого киплячого шару, перетворення котелень на когенераційні міні-ТЕЦ, використання газотурбінних технологій для базового, пікового і напівпікового навантаження, геотермальної енергетики. Найбільший потенціал економії енергії зосереджено в малій енергетиці України — промислові ТЕЦ, котельні та інші енергоустановки, що споживають понад 60 % усього палива в країні. Слід ширше використовувати місцеві енергоресурси, великий потенціал має застосування частини «нічного провалу» з метою електроопалення.

РОЗДІЛ 3

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

3.1. Шляхи вдосконалення управління цифровою енергетикою, в тому числі нормативно-правової бази

Під час проведення цифрової трансформації в енергетиці робота ведеться у трьох напрямках.

1. Цифровізація поточної операційної моделі

Нова модель управління цифровою енергетикою фокусується на «швидких перемогах», наприклад, виявленні процесів, де є найбільший потенціал для скорочення витрат та покращення споживчого досвіду. Найбільш просунуті компанії переосмислюють чи створюють із нуля процеси бек-офісу, щоб реалізувати потенціал роботизації. Пріоритетні області можуть включати такі рішення:

- роботизована автоматизація процесів,
- цифровізація внутрішніх інтерфейсів («стиків») та взаємодії зі споживачем,
- підвищення доступності даних та їх використання при прийнятті рішень,
- цифровізація інструментів управління персоналом,
- оновлення ІТ-інфраструктури.

Крім автоматизації поточних процесів чи вибудовування багатоканальної системи комунікації зі споживачем, цифровізація передбачає глибоку перебудову системи внутрішніх процесів організації — скорочення кількості кроків і сторінок документації до автоматизації прийняття рішень. У розподілі електроенергії першими кандидатами для цифрової трансформації виступають

процеси, які передбачають велику кількість дій, що повторюються: підключення нових споживачів, обслуговування мережі, управління інвестиціями, даними з обладнання, втратами.

2. Використання розвиненої аналітики

У компанії повинен бути план з «очищення» та стандартизації даних, що збираються з багатьох джерел. Джерела та моделі даних мають бути взаємопов'язані один з одним, а відповідальність за підтримку систем збору та зберігання закріплена всередині організації – з наявністю CDO (Chief Data Officer) та відповідальними співробітниками у підрозділах. Крім того, необхідно нарощувати компетенції співробітників у використанні просунутої аналітики, тому що впровадження технологій, наприклад «розумних» лічильників, значно збільшує кількість даних у порівнянні з ручним збором, а глибокий аналіз цих даних не може бути проведений за допомогою стандартних інструментів (наприклад, Excel -Таблиці).

3. Вивчення нових технологій

Керуйте великим портфелем проектів. Запускайте пілотні проекти та відстежуйте розвиток технології, аналізуючи витрати та вигоди, оцінюйте готовність технологічних рішень та вводьте їх у промислову експлуатацію. Енергетичним компаніям також слід співпрацювати з гравцями у сфері фінансів, електронної комерції та телекомунікацій, щоб розширювати власний портфель продуктів та джерел доходу. Поширення та розвиток технологій залежить від конкретного регіону, від наявності підтримки з боку держави та готовності компанії інвестувати. У короткостроковій перспективі технології, що впроваджуються, націлені на підвищення ефективності, а в середньо- і довгостроковій перспективі — на підвищення споживчої цінності та нових пропозицій послуг.

В результаті аналізу існуючої ситуації в системі управління енергетикою, ми дійшли висновку, що потрібно розглядати проблему комплексно у короткостроковій і довгостроковій перспективі.

Короткострокові пріоритети:

підтримувати існуючу систему та додати потужності з генерації електроенергії,

продовжувати стратегію управління активами за рахунок аналітики великих даних і централізувати дистанційне техобслуговування, забезпечувати стабільність системи в режимі реального часу, автоматизувати та оцифрувати процеси, впроваджувати платформи взаємодії зі споживачем та використовувати передиктивну аналітику щодо споживачів, пропонувати продукти для «розумного» будинку та послуги з енергетичного менеджменту. Довгострокові пріоритети: забезпечувати оптимальне розподілення електроенергії по мережах з урахуванням зміни попиту, використовувати великі дані та аналітичні потужності суперкомп'ютерів для прийняття рішень, впроваджувати інтелектуальні енергосистеми та забезпечувати можливість зворотного зв'язку від споживачів, пропонувати персоналізоване обслуговування споживачам, стати для них надійним радником у галузі енергетики, пропонувати широкий асортимент продуктів для "розумного" будинку та послуг для різних груп споживачів, будувати довгострокові відносини зі споживачами.

Вирішальний чинник успіху у перетворенні енергетичної галузі — готовність організацій та їхніх співробітників до освоєння інструментів цифровізації та отримання цифрової цінності — переваг, які пропонують нові технології.

Перспективним напрямком системи управління цифровою енергетикою є впровадження ризик-орієнтованого управління енергетичним комплексом.

Нова система управління, на нашу думку, має включати в себе проблеми прогнозування та подолання можливих ризиків. Базові принципи ризик-орієнтованого управління на базі цифрових технологій для впровадження комплексної ризик-орієнтованої системи управління виробничими активами (СУПА) включають:

– можливість аналізу технічного стану кожного елемента обладнання в рамках системи віддаленого моніторингу, оцінки та прогнозування зміни

технічного стану об'єктів для визначення оптимального виду, складу та вартості технічного впливу на обладнання (групи обладнання);

– можливість визначення інтегрального показника технічного стану обладнання щодо основного технологічного обладнання об'єктів електро- та теплоенергетики з подальшим інтерактивним формуванням цифрових двійників технологічних процесів, фізичних систем, об'єктів та виробів;

– можливість поліцентричної інтеграції даних оцінки технічного стану основного технологічного обладнання об'єктів електро- та теплоенергетики для формування сценаріїв технічних впливів на обладнання: продовження експлуатації, ремонту, заміни, технічного переозброєння або реконструкції;

– можливість аналізу оцінки технічного стану кожного елемента обладнання в рамках єдиної уніфікованої цифрової моделі мережі, їх характеристик з розв'язанням задачі знаходження оптимізованих значень за нечітких умов та обмежень, за мінімальним значенням визначається інтегральний показник обладнання (групи обладнання) допустимих класів між ідентифікованими індексами технічного стану кожного елемента обладнання;

– можливість виявлення семантики аналізованих індексів технічного стану кожного елемента обладнання, інтегрованих з блоками, що дозволяють визначити кількісні оцінки готовності до роботи в опалювальний сезон суб'єкта електро- та теплоенергетики, рейтингові категорії, за якими регулятор фіксує готовність до роботи в опалювальний сезон даного суб'єкта та ін;

– можливість збору необхідної інформації щодо розрахункових моделей планування режиму роботи мереж з використанням їх цифрової топології щодо функціональних елементів єдиної уніфікованої цифрової моделі мережі, що дозволяє забезпечити побудову уніфікованих систем обліку обладнання, що експлуатується на об'єктах електро- та теплоенергетики, їх технологічних параметрів та характеристик, необхідних для прийняття оптимальних управлінських рішень.

Запропонована система створює можливості для цілепокладання на рівні галузі та об'єднує управління активами в єдиний галузевий бізнес-процес [12,

13]. Для цього оцінюється технічний стан кожного елемента обладнання в рамках онлайн-моніторингу, коли система заздалегідь сигналізує про необхідність ремонту обладнання, з подальшим інтерактивним формуванням цифрових двійників технологічних процесів, фізичних систем, об'єктів та виробів, необхідної для переходу від планово- попереджувальних ремонтів обладнання об'єктів електро- та теплоенергетики до ремонтів за станом. У зв'язку з цим необхідний аналіз та ідентифікація індексів технічного стану кожного елемента обладнання, як функціональних елементів динамічно локалізованих у рамках системи віддаленого моніторингу, оцінки та прогнозування зміни технічного стану об'єктів на основі цифрової топології мереж, з підтримкою різних видів ризик-орієнтованого управління з урахуванням цифрових технологій. Використання поліцентричних підходів управління означає — для системи віддаленого моніторингу, оцінки та прогнозування зміни технічного стану об'єктів — внутрішню та зовнішню інтеграцію інформаційних ресурсів для підвищення надійності та ефективності функціонування Єдиної енергосистеми України [14 – 16].

Ключове значення для розширення спектру нових можливостей, що забезпечуються системою віддаленого моніторингу, оцінки та прогнозування зміни технічного стану об'єктів енергетики має вирішення задачі про знаходження оптимізованих значень, коли за мінімальним значенням визначається інтегральний показник обладнання (групи обладнання) щодо функціональних елементів уніфікованої цифрової моделі мережі.

Цифровізація дозволяє охарактеризувати ланки енергетичної суперсистеми, що ідентифікуються, динамічно локалізовані — на основі системи віддаленого моніторингу, оцінки та прогнозування зміни технічного стану об'єктів — у рамках цифрової топології мереж, з метою підтримки різних видів ризик-орієнтованого управління на базі цифрових технологій. з використанням блоків даних технічного стану кожного елемента обладнання.

Інтелектуальні обчислювальні сервіси визначають ефективність розрахункових моделей планування режиму роботи мереж користуванням їх

цифрової топології, що включають моделі високого ступеня деталізації та пов'язані цифрові рішення, що дозволяють оперативно оцінювати та передбачати стан енергосистеми для реалізації визначення оптимального виду, складу та вартості технічного впливу на обладнання (групи обладнання) на основі критеріїв якості віртуальної моделі відстеження життєвого циклу обладнання.

Проведення моніторингу оцінки технічного стану кожного елемента обладнання в єдиній уніфікованій цифровій моделі мережі створює своєрідну багат шарову мережу, що динамічно змінюється, з вирішенням задачі про знаходження оптимізованих значень за нечітких умов і обмежень. Кожен шар цієї мережі відповідає деякому обсягу даних оцінки технічного стану основного технологічного обладнання об'єктів електро- та теплоенергетики системи онлайн-моніторингу, коли система заздалегідь сигналізує про необхідність ремонту обладнання в рамках інтерактивної комунікації енергокомпаній та контролюючих відомств.

Поліцентрична інтеграція даних оцінки технічного стану основного технологічного обладнання об'єктів електро- та теплоенергетики здійснюється за інформаційно-технологічними ланцюжками збору, обробки, зберігання та обміну інформації для визначення оптимального виду, складу та вартості технічного впливу на обладнання (групи обладнання).

Розв'язання задачі про знаходження оптимізованих значень за нечітких умов та обмежень, коли за мінімальним значенням визначається інтегральний показник обладнання (групи обладнання), створює можливість для формування переходу від планово-попереджувальних ремонтів обладнання об'єктів електро- та теплоенергетики до ремонтів за станом.

Використовуючи цифрові двійники технологічних процесів, фізичних систем, об'єктів та виробів індексів технічного стану кожного елемента обладнання, інтегровані з адаптивними оболонками прикладних цифрових бізнес-сервісів для побудови управління як технологічними, так і економічними бізнес-процесами, можна забезпечити створення єдиної цифрової середовища у галузі, побудованій на використанні єдиних стандартів, єдиної моделі, єдиних

принципів ідентифікації, заснованих на єдиній онтологічній моделі предметної діяльності. Експлуатація існуючих енергосистем пов'язана з такими проблемами: висока аварійність, низька надійність, економічність та керованість. Це тією чи іншою мірою торкається всіх споживачів, чиє функціонування пов'язане з використанням електроенергії. Вирішення цієї проблеми йде шляхом цифровізації електромережевого комплексу.

Активно цифрова енергетика розвивається за кордоном у рамках концепції четвертої промислової революції («Індустрія 4.0»). Усе це визначає важливість розробки концепції розвитку цифрової енергетики. У різних літературних джерелах [1-4] пропонуються різні методи побудови цифрової енергетики та шляхи її подальшого розвитку. Згідно з виконаним аналізом встановлено, що немає єдиного підходу розв'язання цього завдання. В основному розглядається набір сучасних інформаційних технологій, які можна застосувати в галузі енергетики, без чіткої їхньої взаємодії. Пропоновані в літературі підходи дозволяють покращити працездатність, надійність та керованість системи, однак вони не дозволяють вирішити завдання у загальному випадку. Це пояснюється тим, що кожен виробник обладнання або розробник технології намагається просувати саме свій продукт, не звертаючи уваги на його взаємодію з іншими технологіями чи обладнанням.

Логічне обґрунтування концепції має базуватися на вирішенні наступного питання: хто прийматиме ключові рішення при керуванні енергосистемою – людина чи штучний інтелект? Автори окремих джерел [5-7] надають перевагу застосуванню штучного інтелекту для управління енергосистемою. На нашу думку, штучний інтелект не має достатніх можливостей у прийнятті важливих рішень порівняно з керуючим персоналом. Штучний інтелект здійснює рішення, пов'язані з розрахунками, моделюванням, прогнозуванням, виконанням шаблонних операцій, роботою за алгоритмами, але аналізу нестандартних і складних ситуацій який завжди можна використовувати. І таке становище, на наш погляд, навряд чи докорінно зміниться протягом найближчих десятиліть.

При цьому керування енергосистемою часом пов'язане з аналізом складних і нестандартних ситуацій, особливо при аваріях. також в зв'язку з тим, що енергосистеми обслуговуються персоналом, їх управління пов'язане із питаннями його безпеки. Все це ставить під сумнів застосування штучного інтелекту для прийняття ключових рішень, тому що навіть невеликий збій чи помилка, неправильна оцінка ситуації спричинить небезпеку для обслуговуючого персоналу. Підвищення надійності, ефективності, керованості енергосистеми потребує врахування більшої кількості чинників, які впливають систему. У той же час збільшення числа контрольованих факторів має і негативний бік. Одній людині буде важко утримати в голові велику кількість факторів і скласти цілісну картину. А це має важливе значення. При різних аварійних ситуаціях успішна ліквідація аварії залежить, перш за все, від того, чи енергодиспетчер представляє всю аварійну ситуацію в цілому. Просте збільшення кількості персоналу при цьому не дасть ефекту – по-перше при аварії персоналу потрібно буде витратити додатковий час на переговори між собою, по-друге, у кожного окремо не буде повної картини аварії, що утруднить або унеможливить її ліквідацію. В такій ситуації збільшення кількості контрольованих величин має йти шляхом їх зручного сприйняття енергодиспетчером з використанням усіх доступних сучасних технологій, також повинна здійснюватися попередня обробка та аналіз великих масивів даних з максимальним використанням моделей, алгоритмів та нейронних мереж.

Основним завданням при розробці концепції є створення такого керуючого середовища, яке дозволить досягти збільшення числа контрольованих факторів без збільшення психічних навантажень на керуючий персонал. В перспективі має відбутися перехід від мнемосхеми на кіберфізичну 3D-модель із використанням технології віртуальної реальності. Ландшафт, опори, дроти, кабелі, генератори, трансформатори та інше обладнання відобразатиметься у вигляді 3D моделей з точною прив'язкою до місцевості.

Також у вигляді 3D-візуалізації буде відобразатися їхній стан, параметри навколишнього середовища у реальному масштабі часу. Це дозволить перейти

від набору цифр і даних, які сприймаються людським розумом, до зрозумілої візуальної інформації. Режим представлення енергосистеми у вигляді двомірної схеми також буде доступний (можливість перемикається з 3D-2D-режим). Наприклад, швидкість вітру, наявність та сила дощу, снігопад, зледеніння проводів, вібрація опор, танець проводів, обрив проводів, підтоплення місцевості, падіння опор та багато інших параметрів можна подати у вигляді візуальної інформації, що спрощує її сприйняття енергодиспетчером. Для більш точного виміру та відображення погодних умов необхідна ціла мережа датчиків, які можна розташовувати не лише на цифрових підстанціях, а й на опорах ЛЕП.

Інформація з таких датчиків у масштабах енергосистеми країни матиме великі обсяги, що вимагатиме значних обчислювальних ресурсів щодо їх обробки та зберігання. Економічним способом буде здійснення такої обробки на основі так званих «хмарних» технологій. Однак при цьому варто враховувати такі важливі моменти: сервери, що здійснюють обробку інформації, повинні розташовуватися на території країни та контролюватись державою, також велика увага має бути приділена питанням кібербезпеки. З вимоги забезпечення кібербезпеки слідує важливий висновок – сервери, датчики та інші обчислювальні пристрої повинні виготовлятися на вітчизняній мікроелектронній базі та на території країни, програмне забезпечення – лише вітчизняного виробництва. Будь-який компонент інформаційної системи іноземного виробництва ставить кібербезпеку всієї системи під сумнів. Це може призвести до відключення всієї енергосистеми, що матиме катастрофічні наслідки для економіки та військових об'єктів. На хмарних серверах будуватиметься єдина інформаційна модель усієї енергосистеми країни. Місцеві диспетчерські пункти будуть керувати своєю частиною енергосистеми, зв'язуючись із єдиною інформаційною моделлю.

При необхідності моделювання статичних та динамічних процесів, що виникають в енергосистемі в результаті перемикань, створюватиметься єдина розрахункова модель усієї енергосистеми. Дані про поточні значення струмів та напруг у вузлах мережі у розрахункову модель завантажуватимуться з єдиної

інформаційної моделі. Переваги такої єдиної інформаційної моделі не обмежуються лише покращенням керованості та врахуванням більшої кількості параметрів, що впливають на енергосистему, її застосування також дозволить підвищити безпеку людей. Спецодяг обслуговуючого персоналу можна забезпечити датчиками положення з прив'язкою до місцевості, з передачею даних онлайн режимі. Після проведення робіт на лінії керівник бригади дає команду енергодиспетчеру на включення лінії. Енергодиспетчер по датчиках може бачити чи знаходиться людина на безпечній відстані від високої напруги і відповідно прийняти правильне рішення про подачу або неподачу високої напруги. Використання запропонованої моделі дозволить виключити нещасні випадки, пов'язані з включенням напруги, коли поблизу обладнання знаходиться обслуговуючий персонал. При аваріях енергодиспетчер легко зможе відключати зайві об'єкти, що заважають сприйняттю (ландшафт, погодні умови тощо), зможе масштабувати схему, виділяючи необхідну ділянку. Це дозволить швидше зрозуміти причину аварії та швидше намітити шляхи її ліквідації, що скоротить загальний час ліквідації аварії. Можливість проведення модельних розрахунків дозволить зрозуміти, як вплине на всю енергосистему включення чи відключення окремих її частин.

За допомогою такої інформаційної моделі можна організувати та відеоспостереження над необхідною ділянкою системи електропостачання за допомогою вбудованої в цифрову опору вебкамери, яка активуватиметься за командою енергодиспетчера та здійснюватиме спостереження в межах відстані між опорами, з передачею інформації з різних каналів зв'язку. Таке відеоспостереження дозволить швидко ідентифікувати тип та характер пошкодження, що допоможе ремонтній бригаді оптимізувати свій склад і кількість матеріалу, яку необхідно привезти для ремонту пошкодженої ділянки.

Візуальне та зручне подання інформації дозволить також вищим структурам та органам влади здійснювати моніторинг аварійних ситуацій, швидко розуміти обстановку в цілому і якщо того вимагає ситуація, приймати керуючі дії. Наприклад, при аваріях на АЕС чи руйнуванні греблі на ГЕС

приймати рішення про евакуації поруч розташованого населення або за сильного урагану та знесення великої частини опор мобілізувати потрібні засоби для їх швидкого відновлення.

У пропоноване інформаційне середовище можуть бути легко інтегровані і технології, що вже пропонувалися в різних джерелах: інтернету речей, блокчейна, нейронних мереж, планування ремонтів, автоматичної звітності, моніторингу, прогнозування, самодіагностики і т.д. Запропонований спосіб управління енергосистемою має значні переваги в порівнянні з існуючим і має великий потенціал для розвитку. Варто зазначити, що можуть виникнути труднощі при розробці та побудові таких систем управління, оскільки подібні системи управління у світі в рамках великих енергосистем поки що не впроваджувалися. Але всі перелічені технології, які будуть використовуватися при побудові наведених вище систем, вже досить добре освоєно та вивчено, тому непереборних складнощів при побудові таких систем немає.

3.2. Перспективні напрями розвитку цифрової енергетики України

У розвитку енергетики виразно спостерігається тенденція глобалізації з розвитком за двома різними напрямками: перше – побудова енергетичної системи, що структурно та функціонально повторює глобальну мережу Інтернет [9,10]; друге – розвиток глобальної енергетичної системи на засадах Організації з розвитку та кооперації глобального енергетичного об'єднання (GEIDCO) [11]. На конференції 23 березня 2021 р. у Пекіні GEIDCO презентувала нову інформаційну платформу «Світ енергетичних взаємозв'язків» як частину глобальної енергетичної ініціативи та розвитку «зеленої» та низьковуглецевої енергетики.

Глобальна енергетична система має стати основою систем електропостачання майбутнього [11]. В основу підходу покладено спорудження

потужних електростанцій на відновлюваних джерелах енергії у важкодоступних районах, що мають високий енергетичний потенціал, пов'язаних із споживачами енергії лініями передачі постійного струму надвисокої напруги.

Глобальна енергетична ініціатива пропонує вирішення проблеми сталого розвитку в галузі енергетики, клімату, довкілля та ресурсів, а також і в інфраструктурному будівництві, модернізації промисловості, технологічних інноваціях та економічному зростанні країн-учасниць. Інший підхід відображено у документах Національної технологічної ініціативи «Енерджинет» [10]. Інтернет енергії розуміється як «кібер-фізична інфраструктура для інформаційних систем децентралізованого інтелектуального (роботизованого) управління енергосистемами, енерговузлами, системами електропостачання та інтеграції в них розподілених активних споживачів електричної енергії, розподілених джерел енергії та енергетичної гнучкості». Як одна з реалізацій підходу запропонована IDEA (Internet of Distributed Energy Architecture) – тип децентралізованої електроенергетичної системи, в якій реалізовано інтелектуальне розподілене управління, яке здійснюється за рахунок енергетичних транзакцій між її користувачами.

Транзакція – базове поняття, що використовується у цьому підході. Енергетична транзакція визначається як акт взаємодії двох і більше суб'єктів енергосистеми, що складається з трьох верств енергоінформаційного обміну:

фінансово-договірного,
інформаційно-керуючого,
фізичного (електричного).

В архітектурі IDEA воно будується на об'єднанні трьох систем: Transactive energy – система формування, контролю виконання та оплати смарт-контрактів; Internet of Things – система міжмашинної взаємодії та обміну керуючими впливами між енергетичним обладнанням; Neural Grid – система, що забезпечує режимне керування та підтримання статичної та динамічної стійкості енергосистеми [47].

Якщо системи фінансово-договірні та інформаційно-управляючі не викликають будь-якого нерозуміння при об'єднанні їх у мережу, що вже зроблено в багатьох галузях та виробництвах, то «технічне з'єднання пристроїв з електричною мережею виконується за принципом plug and play з гарантованою підтримкою статичної та динамічної стійкості системи, незважаючи на велику кількість пристроїв користувачів, що впливають один на одного» [10, 12] не так ясно сформульовано, як потрібно для реалізації.

У джерелі [12] процедура функціонування інтернету енергії представлена таким чином: «Користувачі взаємодіють з інтернетом енергії через програми, які працюють із платформою Transactive Energy та формують смарт-контракт. З Transactive energy інформація про зобов'язання щодо смарт-контракту передається в систему Internet of Things, відбувається узгодження режимів роботи обладнання. Із системи Internet of Things на обладнання системи Neural Grid надходять параметри режиму. Система Neural Grid встановить новий режим і передасть фактичні дані про електричні параметри у систему Internet of Things.

Система Internet of Things за рахунок вимірювань підтверджує факт виконання смарт-контрактів, сформованих у Transactive Energy. Система Transactive Energy відобразить виконання смарт-контракту шляхом перерозподілу коштів між користувачами відповідно до його умов. Система Neural Grid може надсилати через систему Transactive Energy запит на додаткові ресурси у разі неможливості встановити потрібний режим. Інтернет енергії через систему Neural Grid підключається до розподільних електричних мереж становить електричний зв'язок із зовнішньою, централізованою енергосистемою. Традиційні автоматизовані системи управління можуть обмінюватися даними із додатками». Ця довга цитата дозволяє зрозуміти: що саме очікується від побудованої за пропонованим принципом об'єднання, який регулюється в режимі оперативного управління.

Проте відомо, що оперативне управління забезпечує безперебійне енергопостачання споживачів за умови наявності достатніх резервів, які забезпечують гарантію безперервного постачання. А ця умова забезпечується

плануванням ресурсів та резервів, які мають бути забезпечені необхідними енергоресурсами. Вони, у свою чергу, мають бути здобуті та підведені до об'єкта генерації. Таким чином, у рамках системи управління енергетичною системою має бути реалізований комплекс завдань планування та оперативного регулювання, прив'язаний до тимчасових характеристик енергопостачання, виробництва електроенергії, розподілу енергоресурсів, у тому числі поновлюваних. Отже, неважко зрозуміти, що наведена вище модель може бути загальною моделлю побудови енергосистеми майбутнього.

Але й система глобальної енергетики, запропонована моделлю GEIDCO, не може гарантувати сталий розвиток, оскільки світ став дуже чутливим до політичних коливань, торгових війн та санкційної боротьби. Економічні засоби стали новою зброєю, яка активно застосовується у новій інформаційно-економічній боротьбі, яку поки що не хотілося б називати війною. Тому ідеальна для утопій XVIII і XX століть глобальна енергетична система навряд чи принесе людству XXI століття благоденство, оскільки локальні протиріччя впливатимуть на міжнародні відносини дедалі більше [42].

Звідси випливає, що енергетична стратегія країн має будуватися на засадах дружності до природи (це наше загальне середовище проживання), максимальної незалежності від зовнішніх постачальників енергії чи енергоресурсів, використання власних ресурсів первинного та вторинного переділу, залучення людських ресурсів, які нестимуть свої, а не привнесені, цінності, що створюють та зберігають кожне з існуючих товариств.

Простим вираженням цієї спільної стратегії в частині енергетики буде побудова будь-якої енергосистеми – від малої муніципальної до національної та міжнаціональної, зокрема глобальної, за принципом співдружності самозабезпечених енергорайонів. Ступінь забезпеченості кожного енергорайону може бути різним, але кожен має забезпечувати свої критичні потреби самостійно. І це лежатиме за межами понять економіки. Це буде питання виживання. Розвиток, з одного боку, комп'ютерних технологій та можливостей Інтернет, поява останніх досягнень у галузі інформаційних та мережевих

технологій (ІМТ), інформаційно-керуючих систем (ІКС) на базі мікропоробна та силова електроніка, а з іншого – розвиток ринкових відносини в енергійності зумовили якісно новий стрибок та ефективності енергетики, що стали попереднім розвитком нового виду енергетики – інтелектуальної. Набула широкого розвитку концепція «розумної ефективності», яка відображає інтелектуальну взаємодію ціноутворення, виробничих процесів і ефективного використання ресурсів, що втілилася в енергетиці в концепцію Smart Grid.

Термін Smart Grid для оцінки рівня «інтелектуалізації» енергетики вже став загально визнаним у світі. Зазначимо, що саме поняття SMART – Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology – самоконтролююча, аналізуюча та звітуюча технологія [11]. Поряд з терміном Smart Grid свого часу також використовувалися терміни Future Grid, Empowered Grid, Wise Grid, Modern Grid, IntelliGrid, однак термін Smart Grid став загальноживаним. Сталий вислів: «Розумні мережі – Розумна енергетика – Розумна економіка», а термін Smart Grid окремі дослідники пояснюють як «Світ після нафти» [48].

Фактично, термін Smart Grid належав до початку системи розподілу електроенергії. З кожним роком цей курс набуває позначки «топ-карта» за способами і методами виробництва, передачі, розподілу та споживання електроенергії. Спочатку вважалося, що Smart Grid – це автоматизована система, яка автоматично виявляє та розподіляє потоки електроенергії для досягнення максимальної ефективності вилучення енергії.

Останні розробки в Smart Grid: масове тестування електромереж (PED) як приватними споживачами, так і кооперативними ектопами та всіма генеруючими компаніями; поява та впровадження нових технологічних удосконалень у виробництві електроенергії на основі нової силової електроніки та технологічних систем накопичення енергії; Розвиток концепції «віддачі» та бажання всіх типів споживачів мати повні можливості для економії електроенергії; масове постачання електрокарів.

Основні параметри Smart Grid базуються на результатах роботи американського інституту The Electric Power Research Institute (EPRI) у програмі

«IntelliGrid» [13], а також відображені в проектах «Modern Grid Initiative (MGI) [22] та «Grid Wise Architectural Council» (GWAC) [16]. Ці роботи формулюють бачення, принципи оцінки, обмеження, міркування, необхідні технології, технічну політику щодо Smart Grid. Визначено та стандартизовано вимоги до всіх доменів моделі Smart Grid та сформовано «подальше покриття» реалізації моделі. Є п'ять основних переваг Smart Grid: надійність і якість електроенергії, в першу чергу, для збільшення нічного покриття; безпека; безпека та захист; екологічно чистий півнік; економіка [49].

Очікується, що інтелектуальні мережі нададуть ще більше можливостей для споживачів і виробників електроенергії, дозволять знизити пікові навантаження, підвищувати експлуатаційну ефективність енергетичних компаній, полегшити інтеграцію в мережу значної кількості розосереджених джерел енергії і зарядку електромобілів від електричних мереж. Буде розроблено клієнтоорієнтований підхід, що дозволить забезпечити зниження ризиків неадекватного вибору цілей і стратегій для створення інноваційних проектів, збільшити тип завершених проектів. Залучення клієнтів є інструментом для забезпечення цілісності підприємств у галузі та довгострокової перспективи, заснованої на визначенні вимог та створенні цінності для кінцевого споживача.

Поширеним є створення інформаційної платформи на основі складних подій з можливістю масштабування та гнучкого зберігання з виконанням багатопоточних обчислень. Бажано забезпечити утворення енергокластерів-енергопіонів, які мають проблеми, відповідні обраній області електричної межі. В енергетичних кластерах, відповідно до режимної обстановки в електроенергетичній системі, передбачається гнучке регулювання параметрів електричної мережі, дистанційне керування комутаційними апаратами та пристроями, що змінюють топологію мережі, в режимі реального часу оцінювати технічний стан мережі в штатному, доаварійному та післяаварійному режимах роботи системи, розробити відповідні оригінальні інформаційні технології та системи управління.

Нове прикладне програмне та апаратне забезпечення, яке має підтримувати інтелектуальну мережу, повинно забезпечувати: посередництво в білінгу, обслуговування клієнтів, управління споживанням, управління генерацією з використанням відновлюваних джерел енергії, оптимізацію розподілу, інтеграцію процесів управління ресурсами.

Буде здійснюватися пошук шляхів вирішення основних проблем, які виникають під час інтеграції розподілених джерел енергії в електромережі. Таким чином, перспективні роботи EPRI спрямовані на розробку засобів координації функціонування великої кількості розподілених джерел енергії та двонаправлених мереж зв'язку:

- стандарти функціональної сумісності інтелектуального мережевого обладнання та розподілених джерел енергії для їх глибшої інтеграції;

- інструменти та стандарти, що сприяють реалізації інтелектуальної мережі, зокрема, використання методології IntelliGrid3M, призначеної для вибору додатків, інфраструктури системи управління, а також комунікаційної та інформаційної інфраструктур, необхідних для інтеграції розподілених джерел енергії;

- концепції інтеграції розподілених джерел енергії, концепції SmartSubstation, формування універсальних «комунікаційних» технологій (UIT);

- платформи енергоменеджменту інтегрованих децентралізованих джерел енергії;

- нова структура споживання електроенергії електромобілями, які заряджаються від мережі (контроль великої кількості вітрогенераторів та фотоелектричних систем з використанням зарядки електромобілів як баластного навантаження);

- механізми та алгоритми використання сучасних засобів бухгалтерського обліку на основі принципу динамічного ціноутворення; оцінка впливу розумних лічильників та динамічного ціноутворення на поведінку споживачів;

- методи розрахунку економічної ефективності від комплексного впровадження концепції SmartGrid;

-методи координації великої кількості розподілених джерел енергії, агрегати яких розглядаються як віртуальні електростанції (ВЕС).

Розширюється сфера застосування пристроїв КЕ [1,6,10,14], насамперед це генерація заданих рівнів активної та реактивної потужності та підвищення якості електроенергії. Область застосування першої групи пристроїв – системи живлення на основі технологій FACTS.

Сфера застосування другої групи пристроїв, відомої як CustomPowerSystem(CUP3), яка зосереджена на системі розподілу електроенергії, яка забезпечує електрику кінцевому користувачеві, – це технологія, створена у відповідь на повідомлення про низьку якість електропостачання, що впливає на підприємства, організації та житловий сектор. Наприклад, для управління передачею електроенергії за допомогою пристроїв СЕ широко використовуються дві взаємодоповнюючі технології:

- з перетворенням змінного струму в постійний - пристрої HVDC (передача електроенергії між системами, що працюють на різних частотах);
- безпосередньо - пристрої FACTS (статичний компенсатор реактивної потужності, компенсатор з тиристорним керуванням, статичний перемикач фаз, уніфікований регулятор потужності).

Системи розподілу електроенергії з використанням пристроїв СЕ:

- пристрої для забезпечення відповідності параметрів і для з'єднання розподілених джерел з лініями електропередачі або місцевими кінцевими споживачами, а також для регулювання рівнів виробництва електроенергії цими джерелами;
- пристрої для забезпечення відповідності параметрів та підключення накопичувачів електроенергії до ліній електропередачі, а також для керування енергообміном між накопичувачами та лініями електропередачі;
- пристрої для підвищення якості електропостачання та електромагнітної сумісності, зокрема, компенсації перепадів напруги та імпульсних збурень, несиметрії та спотворень напруги живлення, а також компенсації спотворень, несиметрії та зсуву фаз у струмі навантаження [39]. Зростатиме роль технологій

зберігання електроенергії, зокрема, у сферах: створення резервів потужності у споживача; використання накопичувачів для вирівнювання графіків АЕС; на рівні енергетичної системи – використання газових електростанцій, махових акумуляторів, хімічних технологій; стабілізація режиму та ефективне балансування навантаження; використання високоефективних батарей (конденсаторів). Широко використовуватися побудова локальних систем Microgrid. Проблема оптимізації підключення малих енерговиробників до загальної мережі – це проблема відсутності ефективних технологій. Дослідження в цій області були розпочаті Робертом Х. Лассетером (Robert N. Lasseter), почесним професором електротехніки Університету Віконта в Медісоні (SILA), якого вважають автором терміну «мікромережа». Перевагами мікрогрід-технологій є зменшення втрат енергії, підвищення ефективності та наявність надійного якісного енергопостачання [43].

Локальна система Microgrid включає, як правило, кілька джерел генерації та розподільних підстанцій, енергозберігаючих комплексів, регуляторів перетоку електроенергії, що дозволяє функціонувати Microgrid як в автономному режимі, так і підключатися до зовнішньої енергосистеми. Мікромережі добре справляються із завданням підвищення надійності енергопостачання за рахунок оперативного перемикавання споживачів між загальною енергосистемою і локальними джерелами енергії при перевантаженнях і стрибках напруги. У майбутньому перевагами мікрогрід-технологій буде їх легка та швидка адаптація до споживачів, на відміну від централізованих систем енергопостачання. Сьогодні існує два шляхи розвитку мікрогрід-технологій. Основний метод, визнаний більшістю, передбачає постійне дистанційне комп'ютерне керування всіма ділянками мікромережі. Його недоліками є надмірна фетишизація комп'ютерних систем і каналів зв'язку, що може знизити надійність системи в цілому. Альтернативний підхід передбачає автоматичну зміну значущих параметрів мікромережі на основі зміни частоти в мережі. Ця технологія отримала назву CERTS3 network (Consortium for Electric Reliability Technology Solutions) [47].

Для Microgrid розробляється перспективна архітектура FREEDM, заснована на концепції побудови універсального пристрою ENERGYRouter, який повинен здійснювати динамічний розподіл енергії між локальними споживачами та генераторами [39].

При розробці глобальної мережі керування Microgrid необхідно передбачити заходи для забезпечення доступності, безпеки та належної роботи всіх користувачів, пристроїв і додатків апаратного та програмного забезпечення для інтелектуальних систем електропостачання. Необхідно усунути загрози доступності, цілісності та конфіденційності даних і бізнес-процесів.

Набудуть широкого застосування активні споживачі, що виробляють електроенергію, мультиагентні системи, використання акумуляторів електроенергії; стандартні технологічні платформи та інтерфейси; всесистемний моніторинг; інтелектуальні підстанції (з використанням трансформаторів SST); динамічне ціноутворення; стандарти функціональної сумісності; хмарні технології; формування «енергетичних» хабів; сучасні комплекси програмного моделювання.

Сьогодні цифрова система керування сучасною підстанцією (вузловою, промисловою чи комерційною) містить сотні електронних пристроїв (ІЕД), з'єднаних цифровою системою передачі інформації, зокрема, Ethernet. Сучасні програми інтеграції відновлюваних та децентралізованих джерел енергії (РДЗІ) дозволять захистити електромережі від перевантажень, зменшити викиди парникових газів та розвивати такі напрямки, як Microgrid, децентралізоване виробництво енергії, двосторонній зв'язок зі споживачами (Feed-in-Tariff).). технології (повернення енергії споживачами в мережу), оптимізація роботи джерел РДЗІ) [46].

Враховуючи зміни, існує нагальна потреба у більш ефективних методах планування, проектування та управління мережами розподілу електроенергії.

Сучасна система управління розподілом електроенергії (DMS) - важливий інструмент SmartGrid має представляти програмне забезпечення, яке оснащено стандартними інструментами аналізу електромережі, включаючи

інструменти аналізу потоку електроенергії та інструменти оцінки стану. Без таких систем неможлива реалізація управління віртуальною електростанцією ВЕС.

DMS базується на мережевих моделях різного рівня ієрархії, динамічних даних і алгоритмах управління незбалансованими потоками електроенергії. Він повинен мати такі функціональні можливості: оперативне планування та аналіз, мінімізація втрат; підтримка засобів управління для усунення перебоїв в електропостачанні; регулювання напруги і реактивної потужності. Функції управління попитом: обмежене регулювання напруги - CVR (відоме як управління попитом в мережі розподілу електроенергії - DSDR); пряме управління попитом; відключення/ізоляція навантаження [42].

Зрозуміло, що електромережі не можна розглядати (і проектувати) у відриві від систем генерації та передачі, а й у відриві від споживача в найширшому розумінні цього слова, включаючи ринок електроенергії на макрорівні та «розумні будинки» на мікрорівень. Слід враховувати, що почали розвиватися нові інформаційно-комунікаційні архітектури, зокрема Energy Web та eNetworks. Таким чином, архітектура Energy Web включає п'ять рівнів, від технічного (розподіл енергії) до соціально-економічного, які включають моделювання стимулів індивідів (рівні - Distribution, Control, Prosumer, Community, Incentive).

Сьогодні нові інтелектуальні лічильники не тільки відображають поточне споживання енергії, але й здійснюють облік для подальшого аналізу показників споживання та виставлення рахунків. Інтелектуальні лічильники мають бути підключені до комп'ютерних мереж і повідомляти про несправності та перебої в електропостачанні. Реальністю стане використання технології Smart Grid2.0, яка буде використовуватися в місцях встановлення розумних лічильників, надаючи нові можливості ціноутворення та корисні програми, такі як, наприклад, Green Button [47].

З'являться трансформатори з комп'ютерним чіпом, здатні поєднувати будь-які джерела енергії з різними характеристиками та забезпечувати

безперебійне електропостачання об'єкта без необхідності закупувати складні системи для кожного типу обладнання. За даними EPRI, використання таких трансформаторів дозволить заощадити 3% енергії в США, що в кілька разів більше, ніж виробляють усі американські сонячні панелі. Формуються нові вимоги до інфраструктури управління даними та їх аналізу: підтримка процедур аналізу великих масивів даних у реальному часі, фрактальність, функціональна масштабованість, горизонтальна масштабованість, гнучкість, стандартизація та взаємодію (розробка та впровадження стандартів IEEE P2030, 802, 3CC21, 1547, 1159, 762, 3CC 31), розширення засобів аналізу.

У США та Європейському Союзі вирішення цих проблем передбачається створенням нормативного поля (простору), яке формується у вигляді широкої системи стандартів вимог до функцій, елементів, пристроїв, систем взаємодії тощо. Наприклад, у США планується розробити понад 100 видів стандартів, в рамках яких розробникам і виробникам надається право і можливість створювати пропозиції, а користувачам (енергетичним компаніям і споживачам) - формувати «свій» Smart Grid. Так, Асоціація IEEE standard розробила IEEE P2030 Interoperability Architectural Regulations (IAPs) - набір стандартів для сумісності Smart Grid: P2030 Electric power systems (RZ-IAP); P2030 Комунікаційні технології (ST-IAR); P2030 Інформаційні технології (IT-IAR), де, зокрема, P2030.1 Електричні машини; P2030.2 Системи накопичення енергії. Вдосконалені стандарти технічного приєднання дозволять підключати до системи джерела живлення на довільному рівні напруги, що стане додатковим стимулом для розвитку розподілених джерел енергії [43].

Основними принципами побудови та подальшого розширення інтелектуальних мереж є «plug-and-play» та «peer-to-peer», інтеграція «інтелектуальних» приладів обліку та пристроїв (регулювання, зберігання та споживання електроенергії) споживача, використання хмарних обчислень.

Plugand Play (скорочено - PnP), дослівно перекладається як «підключи і працюй» - технологія, призначена для швидкої ідентифікації та налаштування пристроїв в комп'ютері та інших технічних пристроях. Розроблена технологія

RpR базується на використанні об'єктно-орієнтованої архітектури, її об'єктами є зовнішні пристрої та програми. Операційна система автоматично розпізнає об'єкти та вносить зміни в конфігурацію абонентської системи. Розробляється UPnP (UniversalPlugandPlay) - універсальне автоматичне налаштування мережевих пристроїв. Це однорангова архітектура між персональними комп'ютерами та інтелектуальними пристроями, яка дозволяє подібним пристроям автоматично підключатися один до одного та працювати разом у мережевому середовищі, роблячи мережу доступною для більшої кількості користувачів. користувачів.

Peer-to-peer (з англ. — рівний рівному) — варіант архітектури системи, в основі якої лежить мережа рівноправних вузлів. Однорангові (або P2P) комп'ютерні мережі засновані на принципі рівноправності учасників і характеризуються тим, що їх елементи можуть спілкуватися один з одним, на відміну від традиційної архітектури, коли лише окрема категорія учасників, звана серверами, може надавати певні послуги іншим. У чистій «одноранговій» мережі немає поняття клієнтів або серверів, лише рівні вузли, які одночасно функціонують як клієнти та сервери по відношенню до інших вузлів мережі.

Останніми роками все більшої популярності набувають так звані «хмарні технології» або «хмарні обчислення». Хмарна технологія — це технологія, яка надає користувачам Інтернету доступ до ресурсів серверного комп'ютера та використання програмного забезпечення як онлайн-сервісу. Хмарні обчислення (англ. CloudComputing) — це модель надання повсюдного та зручного доступу на вимогу через мережу до спільного пулу обчислювальних ресурсів, що підлягають налаштуванню (наприклад, до мереж зв'язку, серверів, засобів зберігання даних, прикладних програм і сервісів). , які можна швидко надати та випустити з мінімальними адміністративними витратами та зверненнями до постачальника. Таким чином, розробляється проект Trustworthy Clouds, спрямований на розробку прототипу для тестування вдосконаленої хмарної інфраструктури, здатної підвищити безпеку та конфіденційність ІТ-систем, що працюють в інтелектуальній мережі. Підприємства енергетичної галузі повинні

трансформувати існуючі системи в інтелектуальні електромережі, формуючи наскрізні захищені мережі, які дозволять підприємствам і організаціям безпечно експлуатувати інтелектуальні мережі відповідно до нових стандартів і нормативних вимог і бізнес-процесів [9]. Поєднання інформаційних технологій (IT) і положень SmartGrid:

- центр справності обладнання (ANS) - наступне покоління систем управління активами підприємства (EAM);

- самовідновлення підстанції (SSH) - система нового покоління, яка об'єднує системи управління основними засобами підприємства (EAM), мобільних ремонтних бригад (MWFM), розподілу електроенергії (DMS) і автоматизації підстанції (ZA);

- інтелектуальний центр управління мережею (SGCC) - базується на інфраструктурі системи D-SCADA (або системи SCADA для мережі розподілу електроенергії) і включає сучасні додатки систем управління: розподіл електроенергії - DMS, вимога віртуальних електростанцій - OMS, інформація про географічне положення - GIS, мобільні ремонтні бригади - MWFM, основні фонди підприємства - EAM, роботу віртуальних електростанцій - VPP, перебої в електропостачанні - DRMS, інформація про споживачів - CIS, вимірювальну інфраструктуру - AMI та управління енергетичним портфелем - ERM [18].

Основні питання розвитку концепції SmartGrid в Україні [10-12]:

1. Формування стратегічного бачення майбутнього електроенергетики України на основі концепції Smart Grid.

2. Перерозподіл основних вимог та функціональних властивостей вітчизняної електроенергетики на основі концепції SmartGrid та принципів її реалізації.

3. Визначення основних напрямків розвитку всіх елементів енергетичної системи: генерації, передачі та розподілу, збуту, споживання та диспетчеризації.

4. Перерозподіл основних компонентів, технологій, інформаційних та управлінських рішень у всіх вищезазначених сферах.

5. Забезпечення координації модернізації (подолання технологічного розриву) та інноваційного розвитку в електроенергетиці України [34].

В Україні необхідна серйозна технологічна модернізація мережі, зокрема, із застосуванням пристроїв регулювання перетоків напруги та потужності, створення резервних потужностей для вирівнювання профілів генерації. З цим пов'язані основні очікування суспільства щодо сталого та ефективного виробництва та споживання енергії.

Поряд із створенням концепції Smart Grid в Україні важливо розробити відповідне нормативно-технічне забезпечення інтеграції розподілених джерел енергії з використанням пристроїв СЕ та накопичувачів, доступних на ринку нашої країни, створити платформу для управління електроенергією інтегрованих розподілених джерел енергії на основі сучасних технологій Smart Grid, забезпечити впровадження міжнародних стандартів функціональної сумісності обладнання інтелектуальних мереж відповідних нормативно-технічних умов. Основну увагу слід приділити дослідженню зв'язку між процесами передачі та розподілу електроенергії, а також пов'язаних з цим «інтелектуальних» вимірів, питань функціонування ринків та дії регулятивних норм.

Складові концепції створення інтелектуальних мереж в Україні:

- нові рішення і технології (проривні та покращуючі);
- інформаційна взаємодія та системи керування;
- нормативно-правові аспекти;
- створення та реалізація пілотних проектів (енергетичних кластерів);
- тиражування результатів, об'єднання енергетичних кластерів,

створення інтелектуальної електричної мережі України.

Сьогодні актуальним є розвиток концепції SmartGrid для енергетики України, створення центру трансферу технологій у сфері енергетики («енергетичного» хабу), формування технологічної платформи «Інтелектуальні електричні мережі України». Першим позитивним кроком є впровадження

системи управління підстанціями ЕК Крим зі створенням WAMS в Криму (2012-2014 рр.) за рахунок кредитів Світового банку.

На новому етапі модернізації електроенергетики нашої країни доцільно врахувати особливості змін у вітчизняній інфраструктурі (техносфері) в рамках реалізації принципів сталого розвитку енергетики та Україна в цілому, існуючі соціально-економічні та екологічні обмеження; зміна ролі основних стейкхолдерів із узгодженням національного та приватного інтересів, рівнів адміністративно-керованих та ринкових відносин; нова роль ринку електроенергії, формування балансуєчого ринку; нові відносини «власник генеруючих та розподільчих мереж» - «покупець електроенергії»; формування «енергетичних хабів» у кінцевого споживача, у тому числі в промисловості, з визначенням ефективних точок поєднання та взаємоперетворення видів енергії, використання «інтелектуальних будівель» з «нульовим» енергоспоживанням [9].

Цифрова електроенергетика - це господарська діяльність суб'єктів галузі з використанням інформаційних технологій.

Причини, що спонукають електроенергетику України переходити на цифрові технології:

- підвищення надійності, керованості, гнучкості та моніторингу електроенергетичних систем;
- залучення до енергообміну розподіленої генерації;
- формування децентралізованих ринків електроенергії;
- підвищення інформаційного зв'язку електроенергетики з іншими паливними галузями енергетики (газ, вугілля);
- розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), систем накопичення енергії, пристроїв і комплексів з регульованим споживанням;
- створення проспоживчої моделі споживчої поведінки, коли споживачі стають і постачальниками електроенергії. Споживач бере активну участь у процесі виробництва товарів і послуг, які споживає.

Цифрова модель управління експлуатацією об'єктів електроенергетики базується на основі аналізу великого обсягу даних і має на меті підвищити

ефективність технологічних та управлінських процесів. Цифровізація має зробити ці дані доступними та придатними для оперативного аналізу, щоб на їх підставі приймати якісніші та оперативніші рішення.

ВИСНОВКИ

Проведені у магістерській роботі дослідження дали змогу зробити висновки та сформувані пропозиції теоретичного та науково-практичного спрямування щодо розв'язання наукового завдання, яке полягає у розвитку теоретико-методичних засад та практичних рекомендацій щодо удосконалення системи управління енергетичних підприємств в умовах цифрової економіки.

За результатами проведеного дослідження зроблено такі висновки:

1. Встановлено, що в історичній ретроспективі простежується тенденція до цифровізації економіки в цілому, а також окремих галузей економіки, що мають принципове значення, в тому числі і енергетики. Запровадження нових моделей цифрового менеджменту спрямовані на підвищення конкурентоздатності підприємств енергетичної галузі, скорочення енергомісткості готової продукції, здійснюється глобальний перехід з вичерпних на невичерпні джерела енергії.

Зокрема, Роберт Вахал (RobertWachal) у 1971 р. вперше застосовує поняття «цифровізація» по відношенню до автоматизації дослідження соціальних процесів. Автор вперше порушує питання сприйняття поняття «цифровізація» не лише з боку інформатизації, а й включає своє визначення вплив цифровізації на різні галузі (телебачення, засоби комунікації).

2. Визначено, що світовий досвід запровадження цифрової трансформації свідчить про глобальний вплив цифрових технологій у системі комунікації, технологічних революцій у промисловому виробництві, які охоплюють такі складові системи управління підприємством як стратегія, технології, персонал, маркетинг, організаційна культура, структура, реалізація яких сприятиме розширенню цифрових можливостей та підвищенню ефективності роботи підприємств.

Американська платформа SunShare Community Solar дозволяє домогосподарствам, які не можуть або не бажають встановлювати власні сонячні панелі на дахах своїх будинків, купувати частки в сонячних електростанціях та

за рахунок цього скорочувати рахунки за електроенергію. Компанія Ingersoll-Rand PLC, творець комерційного опалення та кондиціонування повітря Trac, постачає дистанційний моніторинг систем HVAC та аналізу даних через його «Інтелектуальні послуги». Ingersoll розробляє операційні стратегії для своїх клієнтів, які змінили і полегшили різні сфери, відкрили нові ринкові можливості.

Тенденції розвитку енергосистем у світі змушують їх до «цифрового переходу» – принципової зміни внутрішньої архітектури та управління. "Цифру" називають принциповою частиною архітектури четвертої промислової революції, так званої Індустрії 4.0.

3. Енергетична галузь України зараз активно потребує кардинальної реформи. Потреби корінної зміни галузі в цілому і, зокрема, системи управління, викликана наступними чинниками. По-перше, енергетична система створена ще за радянських часів і майже не зазнавала змін. По-друге, ефективність існуючої системи відносно невисока і може зазнати значних ризиків у найближчому майбутньому. По-третє, витрати енергії на виробництво одиниці продукції суттєво переважають відповідні показники Європи і світу, що негативно впливає на конкурентоздатність української енергетики і економіки в цілому.

У 2018 р. Кабінет Міністрів України ухвалив «Концепцію розвитку цифрової економіки і суспільства України на 2018- 2020 роки» (Кабінет Міністрів України, 2018) та затвердив план заходів щодо її реалізації.

Нещодавно прийнято «Оновлену енергетичну стратегію України до 2035 року», в якій визначено основні показники та напрямки діяльності з різних видів генерації електроенергії.

4. В Україні починають впроваджувати елементи цифрової енергетики. Вважаємо, що має бути реалізована Концепція «3D», яка є цілісною конструкцією і вказує на причину системних трансформацій в енергетиці – Decarbonization, принцип зміни архітектури енергетичних систем – Decentralization, а також ключовий інструмент для ефективною трансформації – Digitalization.

5. В якості пропозицій вдосконалення системи управління на енергетичних підприємствах запропоновано запровадження цілісної стратегії реформування, яка має враховувати як короткострокові, так і довгострокові завдання, серед яких – запровадження «зеленої» енергетики, запровадження нової моделі диспетчерської служби, нових підходів до обліку і розподілу енергії, скорочення залежності від імпортованих джерел енергії.

Пріоритетні області можуть включати такі рішення:

- роботизована автоматизація процесів,
- цифровізація внутрішніх інтерфейсів («стиків») та взаємодії зі споживачем,
- підвищення доступності даних та їх використання при прийнятті рішень,
- цифровізація інструментів управління персоналом,
- оновлення ІТ-інфраструктури.

Перспективним напрямком системи управління цифровою енергетикою є впровадження ризик-орієнтованого управління енергетичним комплексом. Нова система управління, на нашу думку, має включати в себе проблеми прогнозування та подолання можливих ризиків.

6. В якості практичних завдань, що стоять перед енергетичною галуззю, потрібно розробити систему управління енергетичними підприємствами, яка має включати інструментарій цифрової трансформації, що базується на узгодженні рівнів в цілісній системі управління підприємством і враховує стратегічний, тактичний і операційний рівні менеджменту.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамович І.О., Дмитрук С.М. Підвищення ефективності управління персоналом в контексті особливостей розвитку підприємств енергетичного сектору України. Вісник соціально-економічних досліджень. № 2-3. 2019. С. 54-62.
2. Азьмук Н. А. Зайнятість і мотивація праці в інформаційній економіці: трансформація і зв'язок. Проблеми економіки: Соціальна економіка, політика та демографія. 2017. №4.
3. Андронік О.Л., Воронін А.В. Можливості та загрози електронної комерції в Україні. Економіка і організація управління. Донецький національний університет. Вінниця. 2021. №4 (44), С. 118-130.
4. Андрющенко К. Шергіна Л., Ковтун В. Аналіз особливостей та перспектив розвитку України в концепції «Індустрія 4.0». Технологічний аудит та виробничі резерви. 2018. № 4/5. С. 36–41.
5. Апопій В. В. Дорожня карта – інструмент удосконалення механізму державного забезпечення інноваційної активності підприємництва. Торгівля, комерція, підприємництво. 2015. Вип. 18. С. 42-46. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Torg_2015_18_10.
6. Ахновська І.О., Панасюк П.І. Антикризове управління підприємством в умовах економіки мінімального контакту. Економічний простір. №166. 2021. С. 42-48. URL: <http://www.proztir.pdaba.dp.ua/index.php/journal/izvue/view/41>
7. Біркентале В.В., Зима А.О. Інноваційна діяльність як основа підвищення конкурентоспроможності підприємств та регіонів. Вісник ДонНУ: Серія В: Економіка і право. Донецьк: ДонНУ. 2009. №1. С. 53-60.
8. Болгов В.Є., Витяганець І.М. Забезпечення фінансової стійкості та платоспроможності як важлива ціль внутрішньофірмового бюджетування.

Економіка і організація управління. ДонНУ імені Василя Стуса. 2021. № 1 (41). С. 15-29.

9. Болтак О. Л. Шляхи удосконалення системи управління підприємством. Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». 2013. С. 35-36. URL: <http://nauka.zinet.info/9/boltak.php>

10. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах. Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html

11. Гавриленко М. М., Гораль Л. Т., Берлоус М. В. Трансформація економічних систем під впливом цифровізації. Бізнес Інформ. 2019. №12. С. 261–267.

12. Горбань О. М., Бахрушин В. Є. Основи теорії систем і системного аналізу. Запоріжжя : ГУ «ЗІДМУ», 2004. 204 с.

13. Грановська В. Г. Система управління підприємством: іноземний досвід. Причорноморські економічні студії. 2017. Вип. 13(2). С. 70-75. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bzez_2017_13\(2\)_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bzez_2017_13(2)_15)

14. Дзьоба, О. Г., Кінаш І. П. Вплив глобальних чинників на розвиток газового ринку. Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Серія: Економіка та управління в нафтовій і газовій промисловості. 2019. № 2. С. 33-44.

15. Дорожні карти цифрової трансформації – як інструмент стратегічного планування та розвитку. URL: <http://railexproua.com/novyny/dorozhnya-karta/>

16. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Енергетична стратегія України на період до 2030 р.» від 24.07.2013 № 1071. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>

17. Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел за 2007 - 2018 роки. Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/sg/ekolog/ukr/esp_vg_u.htm

18. Жданова Л. Л. Промислова революція та індустріалізація: розвиток продуктивних сил та перетворення інститутів. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Економіка і менеджмент. 2015. № 11. С. 8-11. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu>

19. Жиділова Л. О. Гейміфікація (e-learning) як засіб підвищення ефективності навчання на уроках математики в початковій школі. Інформаційні технології – 2018 : зб. тез V Всеукр. наук.- практич. конф. молодих науковців (17 трав. 2018 р., м. Київ) Київ. ун-т ім. Б. Грінченка. С. 63-64.

20. Запухляк І. Б. Теоретико-методологічні основи розвитку газотранспортних підприємств в умовах нестабільності середовища їх функціонування. Дисертація на здобуття наук. ступеня док. екон. наук. Івано-Франківськ, 2017. 555 с.

21. Звіт про стан реалізації Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Міністерство енергетики України. 2019.

22. Кабаков Ю. Напрямки удосконалювання систем управління: стандарти, методи або цілі підприємства. Стандартизація. Сертифікація. Якість. 2009. № 2. С. 39-42.

23. Калюжна Н.Г. Система управління підприємством як предмет дослідження теорії організації. Вісник економічної науки України. 2011. №2. С. 51- 54.

24. Кастельс М. Інтернет-галактика. Міркування щодо Інтернету, бізнесу і суспільства . Київ : Ваклер, 2007. 304 с.

25. Костенюк Ю.Б. Моделювання потенціалу підприємства для розробки стратегій управління. Статистика України. 2019. №4(87). С. 21-27

26. Лісова Р. М. Вплив діджиталізації на бізнес-моделі: етапи та інструменти цифрової трансформації. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2019. Вип. 24(2). С. 114-118.

27. Лір В.Е. Енергетична політика сталого розвитку як вектор інтеграції Україна – ЄС. Науковий вісник Одеського національного економічного університету. 2016. № 4. С. 158–176.
28. Малиновський Б.М. Відоме і невідоме в історії інформаційних технологій в Україні. Київ: «Інтерлінк». 2004. 216 с.
29. Надибська О.Я. Системно-структурний аналіз соціальних пріоритетів. Культура народів Причорномор'я. 2012. № 228. С. 7-10.
30. Назарова Г.В., Степанова Е.Р. Соціальні новації в управлінні підприємством. Вісник Хмельницького національного університету. 2017. №2. Том 2, серія «Економічні науки». С. 83-85
31. Олійник Л.В. Стратегічні напрями забезпеченням фінансової стабільності підприємства. Фінанси, облік, банки. 2017. № 1 (22). С. 118–124.
32. Перезовова І.В. Теоретичні та організаційні засади економічної експертизи в управлінні підприємствами: дис. ... д-ра екон. наук. Івано-Франківськ, 2014. 406 с.
33. Писар Н., Дергачова В., Кивлюк О., Свириденко Д. Стратегії розвитку енергетичного ринку України в умовах геополітичних викликів. Науковий вісник НГУ. 2018. № 5. С. 148–154. URL: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-5/20>
34. Погорелова Т. О. Система управління персоналом як основний елемент системи управління підприємством. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Технічний прогрес та ефективність виробництва. 2013. № 21. С. 127-134. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vcpitp_2013_21_21 122
35. Полянська А.С., Кінаш І.П., Савчук С.В. Цифровізація як чинник розвитку персоналу підприємства. Актуальні проблеми розвитку економіки регіону. Науковий журнал. Випуск 15. Т.2. Івано-Франківськ, 2020. С. 94-106.
36. Праховник А.В., Денисюк С.П., Коцар О.В. Принципи організації взаємодії компонент smart мереж. Техн. електродинаміка. 2012. № 3. С. 51–62.

37. Руденко М.В. Принципи цифровізації системи управління в сільськогосподарських підприємствах. Вісник Черкаського університету. Серія «Економічні науки». 2019. №2. С.96-103.

38. Савчук С.В. Система управління підприємством в умовах розвитку цифрової економіки. Збірник наукових праць ЛОГОС, Лютий 2021, URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/8406>

39. Савчук С.В. Функції менеджменту в умовах розвитку цифрової економіки. Міждисциплінарні наукові дослідження: особливості та тенденції: тези доп. міжнар. наук. конф., м. Чернігів, 4 грудня 2020, Івано-Франківськ, 2020. С. 129-131. 123

40. Савчук С.В. Цифрова економіка: сутність та особливості становлення. Науковий вісник ІФНТУНГ. Серія: Економіка та управління в нафтовій і газовій промисловості. Вип. 2 (21). Івано-Франківськ, 2020. С. 41-50.

41. Смертенко П., Чернишев Л., Білан І., Солонін Ю., Гороховатська М., Кульчицький І., Кот О., Бойко Н. Кластери і технологічні платформи як механізми розвитку економіки України. Вісник НАН України. 2014. № 3. С. 67–76.

42. Солоненко Ю. В. Управління сімейним бізнесом в умовах ринкової економіки. Економіка і організація управління: збірник наукових праць. Донецький національний університет. Вінниця: ДонНУ, 2016. Вип. 3 (23). С. 417–423.

43. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні. Техн. електродинаміка. 2012. № 5. С. 52–67.

44. Тімченко О.М., Лір В.Е. Цифровий моніторинг як механізм формування енергетичного балансу національного господарства. Схід. 2018. № 1. С. 23–29.

45. Трегубов О.С., Лісовий Д.І. Резерви підвищення ефективності управління формуванням доходів і прибутку підприємства. Економіка і організація управління. №3-4. 2014. С. 281-287.

46. Цифрові технології в інноваційній трансформації економіки України / за ред. д.е.н., чл.-кор. НАН України Єгорова І.Ю.; НАН України, ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України". Київ, 2018. 314 с.

47. Устенко А.О. Система управління підприємством. Вісник Прикарпатського університету. Серія: Економіка. 2014. Вип. 10. С. 96-103. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpu_Ekon_2014_10_21

48. Устенко А.О., Перезовова І.В., Малинка О.Я., Обельницька Х.В. Комплексна модель системи управління ресурсами підприємства. Сталий розвиток економіки. Міжнародний науково-виробничий журнал. Вип. 2 (27). 2015. С. 86-93.

49. Филіук Г. Проблеми розвитку української електроенергетики та шляхи їх розв'язання. Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Економіка. 2016. № 4 (181). С. 6–11. doi: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2016/181-4/1>

50. Фостолович В. А. Концептуальні основи механізму управління еколого-економічною системою сільськогосподарських підприємств на мікрорівні. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2016. № 5. С. 42-50.

51. Цифрова трансформація енергетики: досвід ДТЕК. URL: https://innovation.24tv.ua/tsifrova-transformatsiya-energetiki-dosvid-novini-ukrayini-i-svitu_n1409623

52. D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M.D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini, The role of renewable energy in the global energy transformation. Energy Strategy Reviews. Vol. 24, 2019, pp. 38–50. ISSN: 2211-467X, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>

53. H. Tan, J. Li, M. He, J. Li, D. Zhi, F. Qin, C. Zhang, Global evolution of research on green energy and environmental technologies: A bibliometric study. Journal of Environmental Management. Vol. 297. 2021, 113382. ISSN: 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113382>

54. Lohrmann, J. Farfan, U. Caldera, C. Lohrmann, C. Breyer, Global scenarios for significant water use reduction in thermal power plants based on cooling water demand estimation using satellite imagery. *Nature Energy*, 2019, vol. 4, pp. 1040–1048. DOI: 10.1038/s41560-019-0501-4

55. The new age: artificial intelligence for human resource opportunities and functions. URL: <https://hrlens.org/wp-content/uploads/2019/11/EY-the-new-age-artificial-intelligence-for-human-resource-opportunities-and-functions.pdf>

56. V. Smil, *Energy transitions: global and national perspectives*. – ABC-CLIO, 2016.

57. Implementing Agreement for a Co-Operative Programme on Smart Grids: Annual Report 2018. International Smart Grid Action Network. 2018. URL: https://www.iea-igsaw.org/wp-content/uploads/2019/07/ISGAN-Annual-Report_2018_Web.pdf

58. X. Fang, S. Misra, G. Xue, D. Yang, Smart Grid — The New and Improved Power Grid: A Survey. in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 14, no. 4, pp. 944–980, Fourth Quarter 2012, DOI: 10.1109/SURV.2011.101911.00087

59. Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future / Office for Official Publications of the European Communities. URL: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fe6d8afe-ed43-404a-b6c5-1c61da261cfc>

60. Горох А.О. Відмежування закликів до вчинення дій що загрожують громадському порядку, від суміжних злочинів// Науковий вісник публічного та приватного права. Збірник наукових праць. Випуск 5. – К. Науково –дослідний інститут публічного права, 2016. С.372.

Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Горох Анастасія Олегівна

Назва: Горох_магістр2022.docx

Координатор: Усик Віра Іванівна

Підрозділ: кафедра національної економіки та публічного управління

Коефіцієнт подібності 1: 28.1

Коефіцієнт подібності 2: 22.6

Тривога: 113

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

виявлені в роботі запозичення є сумнівними і не мають ознак плагіату. Тому робота визнається самостійною і допускається до захисту;

виявлені в роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання;

виявлені в роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. У зв'язку з чим, робота не допускається до захисту.

Обґрунтування:

виявлені в роботі запозичення не були належним чином оформлені автором та мають ознаки академічної недобросовісності, але робота пройшла передзахист на кафедрі та була допущена до захисту рішенням кафедри

12.12.2022

Дата



Підпис Наукового керівника

ВІДМЕЖУВАННЯ ЗАКЛИКІВ ДО ВЧИНЕННЯ ДІЙ, ЩО ЗАГРОЖУЮТЬ ГРОМАДСЬКОМУ ПОРЯДКУ, ВІД СУМІЖНИХ ЗЛОЧИНІВ

У статті розглянуто особливості кримінальної відповідальності за заклики до вчинення дій, що загрожують громадському порядку. Здійснено юридичний аналіз складу злочину, передбаченого ст. 295 Кримінального Кодексу України. На основі цього аналізу проведено відмежування цього злочину від суміжних злочинів протигромадського порядку.

***Ключові слова:** громадський порядок, порушення громадського порядку, заклики до вчинення дій, що загрожують громадському порядку, кваліфікація злочинів, розмежування злочинів.*

В статье рассмотрены особенности уголовной ответственности за призывы к совершению действий, угрожающих общественному порядку. Осуществлен юри- дический анализ состава преступления, предусмотренного ст. 295 Уголовного Ко- декса Украины. На основе этого анализа проведено отграничение этого преступле- ния от смежных преступлений против общественного порядка.

***Ключевые слова:** общественный порядок, нарушение общественно- го порядка, призывы к совершению действий, угрожающих общественному порядку, квалификация преступлений, разграничение преступлений.*

In the article the peculiarities of criminal liability for incitement to commit acts that threaten public order. DONE legal analysis of crime under Art. 295 of the Criminal Code of Ukraine. Based on this analysis conducted on the delimitation of the crime related offenses against public order.

***Key words:** public order, violation public order, calls for actions that threaten public order, qualification of crimes, distinction crimes.*

Вступ. Боротьба зі злочинністю неможлива без активізації боротьби зі злочинами проти громадського порядку. Цим правопорушенням приділено значну увагу, однак багато питань продовжують залишатись спірними, а деякі розроблені не досить глибоко та повно. Це стосується насамперед розуміння кваліфікуючих ознак таких злочинів та відмежування їх один від одного і від суміжних діянь, зазначених в інших розділах КК України.

Особливості кримінальної відповідальності за злочини проти громадського порядку та моральності досліджували у своїх працях такі вчені, як П.П. Андрушко, М.І. Бажанов, Ю.В. Баулін, В.І. Борисов, В.В. Вітвицька, В.Т. Дзюба, С.Ф. Денисов, В.В. Дзундза, І.М. Даньшин, О.О. Дудоров, І.Я. Козаченко, І.М. Копотун, М.Й. Коржанський, О.М. Костенко, Л.О. Кузнецова, В.В. Кузнецов, Л.С. Кучанська, А.В. Ландіна, В.А. Ломако, П.С. Матишевський, П.П. Михайленко, В.О. Навроцький, В.В. Налуцишин, В.І. Осадчий, Р.П. Олійничук, М.І. Панов, Г.І. Піщенко, С.П. Репецький, О.П. Рябчинська, А.В. Савченко, П.П. Сердюк, В.В. Сташис, В.М. Смітєнко, В.Я. Тацій, Ю.М. Ткачевський, А.П. Тузов, С.В. Фесенко, М.І. Хавронюк, В.І. Шакун, С.С. Яценко та ін.

Постановка завдання. Метою статті є здійснення юридичного аналізу складу злочину, передбаченого ст. 295 Кримінального Кодексу України, та проведення відмежування цього злочину від суміжних злочинів проти громадського порядку.

Результати дослідження. Хоча у працях вказаних учених розглядаються окремі аспекти кваліфікації відповідних злочинів проти громадського порядку, проте значної уваги заклинаю до вчинення дій, що загрожують громадському порядку, не було приділено, оскільки цей вид злочину є окремим та самостійним і має свій склад злочину, який дає право розмежовувати його від інших видів злочинів. Також практично недослідженими залишились питання розмежування злочинів проти громадського порядку, зокрема закликів до вчинення дій, що загрожують громадському порядку.

Слід указати, що Кримінальний кодекс України (далі – КК України)

злочинами проти громадського порядку визначає діяння, що посягають на систему суспільних відносин, урегульованих нормами права й іншими соціальними нормами (мораль, звичаї, традиції), що забезпечують спокій населення, повагу до суспільної моралі, честі та гідності громадян, а також нормальне функціонування інститутів суспільства і держави.

У всіх цих діяннях родовим об'єктом є громадський порядок, а також громадський спокій. Виходячи з особливостей безпосередніх об'єктів, ці злочини можуть бути поділені на дві групи:

1) злочини проти громадського порядку («Групове порушення громадського порядку» – ст. 293 КК України, «Масові заворушення» – ст. 294 КК України, «Заклики до вчинення дій, що загрожують громадському порядку» – ст. 295 КК України, «Хуліганство» – ст. 296 КК України);

2) злочини проти суспільної моральності («Наруга над могилою» – ст. 297 КК України,

«Знищення, руйнування або пошкодження пам'яток-об'єктів культурної спадщини та самовільне проведення пошукових робіт на археологічній пам'ятці» – ст. 298 КК України, «Жорстоке поводження з тваринами» – ст. 299 КК України, «Ввезення, виготовлення або розповсюдження творів, що пропагують культ насильства і жорстокості» – ст. 300 КК України, «Ввезення, виготовлення, збут і розповсюдження порнографічних предметів» – ст. 301 КК України, «Створення або утримання місць розпусти і звідництво» – ст. 302 КК України, «Проституція або примушування чи втягнення до заняття проституцією» – ст. 303 КК України, «Втягнення неповнолітніх у злочинну діяльність» – ст. 304 КК України).

Щодо розмежування злочинних діянь, передбачених цим розділом, ми зосередимо свою увагу на діяннях, що безпосередньо спрямовані на порушення громадського порядку. Ними є злочини, пов'язані із груповими посяганнями на громадський порядок (ст. 293 КК України «Групове порушення громадського порядку», ст. 294 КК України «Масові заворушення», ч. 2–4 ст. 296 КК України «Хуліганство»); злочини, пов'язані зі спеціальним видом підбурювання (ст. 295 КК України «Заклики до вчинення дій, що загрожують громадському порядку»);

а також злочини, пов'язані з хуліганськими діями (ст. 296 КК України «Хуліганство») [1].

Суспільна небезпечність цих злочинів полягає в тому, що вони заподіюють або ставлять під загрозу заподіяння істотної шкоди громадському порядку, громадському спокою і моральним основам життєдіяльності суспільства.

Сьогодні одним із найменш досліджених видів злочинів проти громадського порядку є злочин, передбачений ст. 295 КК України, який передбачає відповідальність за публічні заклики до погромів, підпалів знищення майна, захоплення будівель чи споруд, насильницького виселення громадян, що загрожують громадському порядку, а також розповсюдження, виготовлення чи зберігання з метою збуту матеріалів такого змісту.

Оскільки згідно зі ст. 295 КК України «Заклики до вчинення дій, що загрожують громадському порядку» є одним зі злочинів проти громадського порядку та моральності, а злочини цього розділу наділено тотожними кваліфікуючими ознаками, які слід розмежовувати від схожих ознак інших злочинів, мова в цій роботі буде йти про спільні та відмінні ознаки цих злочинних діянь.

Тому вважаємо за необхідне зробити порівняльно-юридичний аналіз елементів складів злочинів, передбачених вищезгаданими статтями КК України, а також виокремити ознаки, напідставі яких злочини, що посягають на громадський порядок, відрізняються від суміжних діянь. Чітке відмежування ознак злочину, передбаченого ст. 295 КК України, буде сприяти правильній кваліфікації цього діяння. Це стосується насамперед розуміння кваліфікуючих ознак такого діяння та відмежування цього злочину від суміжних деліктів.

У КК України поряд із закликами до вчинення дій, що загрожують громадському порядку (ст. 295 КК України), йде мова й про масові заворушення (ст. 294 КК України), групове порушення громадського порядку (ст. 293 КК), а також хуліганство, вчинене групою осіб (ч. 2 ст. 296 КК України). Об'єктом усіх цих злочинів є громадський порядок, а об'єктивна сторона, на наш погляд, інколи не має якихось значних розбіжностей. Тому важливо визначитися з

відмінностями у зазначених складах злочинів.

Наразі практика правозастосування виявляє певні проблеми, а деколи й помилки у кваліфікації дій, передбачених статтею 295 КК України: у визначенні дій, що утворюють об'єктивну сторону цього злочину, з'ясуванні кількості суб'єктів, що можуть вчинити такий злочин, а також мети вчинюваних ними діянь.

Суспільна небезпека проголошення публічних закликів до вчинення дій, що загрожують громадському порядку, полягає у виникненні тривоги і навіть паніки в населення, особливо у тих його прошарків, яким загрожує заподіяння шкоди внаслідок вчинення таких дій; у дезорганізації роботи органів управління; у порушенні нормального режиму праці, навчання, відпочинку ши- роких верств населення.

Спільним у злочинів проти громадського порядку, які ми порівнюємо, є, як свідчить судова практика, негативний вплив на цілу низку суспільних відносин, що знаходяться під охороною закону про кримінальну відповідальність, зокрема у сфері життя та здоров'я особи, власності, нормальної роботи органів державної влади, підприємств, установ, організацій тощо. Спільним є й те, що об'єктом є громадський порядок, а також життя, здоров'я, честь і гідність людей, громадська безпека.

Об'єктивна сторона у всіх злочинах виражається лише у діях, проте дії суттєво різняться між собою, враховуючи мету вчинених діянь.

Під час порівнювання злочинів проти громадського порядку мова буде йти про їхню об'єктивну сторону та мотивацію дій. Для ст. 293 КК України це організація групових дій, спрямованих на грубе порушення громадського порядку або активна участь у них, але ці дії не супроводжуються явною неповагою до суспільства. Для масових заворушень (ст. 294 КК України) це також дії, які можуть бути спрямовані на грубе порушення громадського порядку, але вони при цьому супроводжуються вчиненням погромів, руйнуваннями, підпалами та іншими подібними діями, а також вчиненням збройного опору представникам органів влади, чим можуть дезорганізувати або паралізувати на якийсь час діяльність органів влади й управління. Вони також можуть носити хуліганський

характер, але, на відміну від дій, передбачених ст. 293 КК України, виходять не від окремої групи, а від натовпу (масового скупчення людей) [2, с. 225]. Об'єктивна сторона злочину, передбаченого ст. 295 КК України, також має схожість з об'єктивною стороною масових заворушень – це також дії, але вони виражаються в закликах, які проявляються в активному впливі на невизначену кількість людей або на членів певної партії, організації чи інше угруповання, пов'язані зі схилянням їх до здійснення погромів, підпалів, знищення майна, захоплення будівель чи споруд.

Оскільки такий заклик має бути публічним то він повинен бути відкрито звернений до багатьох осіб, що реально сприймають або, на думку розповсюджувача, можуть сприймати ці заклики. Заклики можуть бути розраховані на невизначене коло громадян, цілеспрямовано звернені до тих або інших прошарків населення, етнічних груп, до членів партій, рухів, інших громадських організацій, але в будь-якому разі вони мусять бути пов'язані з цілеспрямованим схилянням невизначеного числа осіб до вчинення будь-якої з дій, згаданих у ст. 295 КК України.

Законодавець також не визначає, яка кількість людей потрібна для визначення заворушень масовими. Вважається, що кількість людей для наявності ознаки об'єктивної сторони складу злочину, передбаченого ст. 294 КК України, повинна бути достатньою, щоб перекрити транспортні шляхи, зірвати проведення масових заходів та ін., тобто контролювати відповідні досить значні території [3, с. 47–48]. Тобто спільною ознакою заликів до вчинення дій, що загрожують громадському порядку та масових заворушень є невизначене коло осіб, на яке розповсюджуються ці злочини.

Стаття 295 КК України передбачає відповідальність за публічні заклики до вчинення погромів, підпалів та інших дій, тобто, фактично, до вчинення масових заворушень. І за деяких умов їх можна розглядати як дії з організації масових заворушень. Треба враховувати, що під час масових заворушень, які виникають переважно стихійно, органи управління у натовпі утворюються безпосередньо під час протиправних дій з числа найбільш активних їх учасників, в тому числі і тих, хто закликав до таких дій.

Розмежування можливе і за суб'єктивною стороною. Якщо організатор масових заворушень діє з прямим умислом і бажає настання шкідливих наслідків, то зазначені у ст. 295 КК України публічні заклики передбачають непрямий умисел, коли винний лише припускає можливість настання шкідливих наслідків своїх дій (публічних закликів).

Стосовно дій, передбачених ч. 2 ст. 296 КК України, то там також йдеться не про натовп, а про групу осіб. При цьому ці дії не пов'язані зі вчиненням погромів, руйнувань, підпалів та інших подібних дій, хоча і можуть супроводжуватися знищенням або пошкодженням майна, насильством, навіть тимчасовим припиненням нормальної діяльності установи, підприємства чи громадського транспорту. Але останнє буде свідчити лише про особливу зухвалість хуліганських дій.

Вчинення організації масових заворушень у формі підбурювання до вчинення дій, що становлять масові заворушення, без настання вказаних наслідків (ч. 1 ст. 294 КК України) потрібно кваліфікувати за ст. 295 КК України. Але наш склад злочину є самостійним і в ролі замаху виступати не може, як і в ролі підбурювання. Проголошення публічних закликів до вчинення дій, що загрожують громадському порядку, якщо при цьому масові заворушення були вчинені, не утворює сукупності злочинів і повністю охоплюється ст. 294 КК України. Це пов'язано з тим, що дії, передбачені ст. 295 КК України, фактично є замахом на злочин, передбачений ст. 294 КК України, і тільки за умови настання наслідків (погромів, підпалів, знищення майна, захоплення будівель або споруд, насильницького виселення громадян), передбачених ч.1 ст. 294 КК України, вчинене є закінченим злочином «Масові заворушення».

Висновки. Лише при публічних закликах до насильства над особами чи опорі представникам влади із застосуванням зброї (з огляду на передбачення таких дій у ст. 295 КК України) вчинене потрібно кваліфікувати як замах на злочин, передбачений ст. 295 КК України [4, с. 68–69]. Отже, можна дійти висновку, що для виокремлення цього виду злочину з-поміж інших злочинів проти громадського порядку треба знайти низку спільних та відмінних ознак, які в подальшому допоможуть правильно кваліфікувати злочин.

Список використаних джерел:

1. Копотун І.М. Громадський порядок як об'єкт кримінально-правової охорони : автореф. дис... канд. юрид. наук: 12.00.08 / І.М. Копотун. – Київ : Нац. ун-т внутр. справ. – К., 2008. – 20 с.
2. Про судову практику в справах про хуліганство : Постанова Верховного Суду від 22 груд. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua>
3. Соловьев А. Массовые беспорядки : организация, участие, призывы к неподчинению /А. Соловьев // Российская юстиция. – 2000. – № 7. – С. 47–48.
4. Кузнецов В.В. Злочини проти громадського порядку та моральності : [практ. посіб.] /Кузнецов В.В. ; за заг. ред. В.І. Шакуна. – К. : Паливода А.В., 2007. – 160 с.
- 5 Конституція України : Закон України від 28.06.1996 р. № 254к/96ВР [Електронний ре-сурс] – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua>
6. Коментар до статті 295 КК України «Заклики до вчинення дій, що загрожують громадському порядку» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://yurist-online.com/ukr/uslugi/yuristam/kodeks/024/>.