Публічне управління та адміністрування

УДК 351.824.11:004.9

Коцюбинський Олег Володимирович
аспірант за спеціальністю публічне управління та адміністрування
Карпатського національного університету імені Василя Стефаника
Kotsiubynskyi Oleh
PhD student in Public Administration and Management
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
ORCID: 0009-0008-9817-1102

Томашевська Антоніна Василівна
кандидат економічних наук, доцент,
завідувач кафедри менеджменту та бізнес-адміністрування
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Tomashevska Antonina
PhD in Economics, Associate Professor,
Head of the Department of Management and Business Administration
Vasyl Stefanyk Carpathian National University
ORCID: 0000-0002-8182-5906

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄДНАНОЮ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ УКРАЇНИ: ТРАНСФОРМАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ТА КООРДИНАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ

DIGITAL INSTRUMENTS OF SUPERVISORY CONTROL FOR UKRAINE'S INTEGRATED ENERGY SYSTEM: TRANSFORMATION OF MANAGERIAL PROCESSES AND COORDINATION MECHANISMS

Анотація. *Вступ. Цифрова трансформація критичної інфраструктури є одним із ключових викликів сучасного управління, що особливо гостро проявляється в енергетичній сфері. Автоматизація управлінських процесів змінює традиційні координаційні механізми, створюючи нову парадигму взаємодії між суб'єктами управління енергетичною системою. В умовах війни та євроінтеграційних процесів Україна опинилася перед необхідністю прискореної модернізації механізмів управління електроенергетичною мережею, що робить актуальним питання ефективності цифрових інструментів диспетчерського контролю.*

Попри зростаючу увагу дослідників до цифровізації енергетики (OECD, 2019; World Bank, 2020), більшість наукових праць зосереджені на технологічних аспектах Smart Grid та IoT, тоді як управлінський вимір трансформації залишається недостатньо вивченим. Зокрема, бракує емпіричних досліджень, що аналізують зміни у швидкості та якості управлінських рішень, адаптивності системи до зовнішніх викликів та бар'єрах впровадження цифрових технологій у різних регіонах країни.

Ця стаття спрямована на заповнення зазначеної прогалини шляхом емпіричного аналізу діяльності НЕК "Укренерго" та регіональних операторів мереж. Особлива увага приділяється організаційно-інституційним механізмам подолання виявлених обмежень та прискорення цифрової трансформації управлінських процесів у воєнних умовах.

Метою дослідження є обґрунтування механізмів цифрової трансформації управлінських процесів в енергетичній системі України задля виявлення змін у швидкості, якості та характері прийняття управлінських рішень внаслідок впровадження автоматизованих систем диспетчерського контролю, що дозволяє систематизувати бар'єри

цифровізації та розробити організаційно-інституційні заходи для їх подолання на рівні багаторівневого управління.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є: 1) стратегічні та нормативні документи сектору енергетики України (Енергетична стратегія до 2050 року, План цифрової трансформації енергетичного сектору на 2025–2030 роки); 2) операційні звіти НЕК "Укренерго", регіональних операторів розподільних мереж та енергетичних компаній (ДТЕК Мережі) за 2018–2023 роки; 3) аналітичні доповіді міжнародних організацій та донорських програм (USAID Energy Security Project, ЄБРР, ENTSO-E, IEA) щодо цифровізації енергетичних систем; 4) наукові праці вітчизняних та зарубіжних авторів з публічного управління, цифрового врядування та енергетичної політики.

В процесі дослідження застосовано такі методи: емпіричного аналізу (для виявлення змін у швидкості та якості управлінських рішень внаслідок цифровізації на основі операційних даних НЕК "Укренерго" та регіональних операторів); порівняльного аналізу (для зіставлення параметрів ієрархічної та мережевої моделей управління, а також цифрової зрілості різних регіонів); систематизації (для класифікації бар'єрів цифрової трансформації за фінансовими, технічними та організаційними критеріями); моделювання (для побудови схеми багаторівневої інтеграції даних у системі управління енергетикою); узагальнення результатів (для формулювання висновків про трансформацію координаційних механізмів).

Результати. У статті розкрито механізми трансформації управлінських процесів в об'єднаній енергосистемі України через впровадження автоматизованих систем диспетчерського контролю. Виявлено перехід від послідовної моделі управлінського циклу до паралельної моделі безперервного моніторингу з оновленням інформації кожні 2-4 секунди, що скоротило час реагування на аварійні ситуації з 45-

60 хвилин до 15-20 хвилин. Встановлено зміну координаційних практик між НЕК "Укренерго" та регіональними операторами – від вертикальних директив до горизонтального обміну даними через спільний інформаційний простір.

Зафіксовано суттєву асиметрію цифрової зрілості між регіональними операторами: західні області забезпечують онлайн-передачу даних з оновленням кожні 5-10 секунд, тоді як у центральних і східних регіонах зберігаються 20-30-хвилинні затримки через ручні процедури контролю. Класифіковано бар'єри масштабування цифрових інструментів за трьома групами: фінансові, технічні та організаційні. Обґрунтовано трансформацію професійної ролі диспетчера від оператора комутаційного обладнання до аналітика енергетичних процесів і запропоновано організаційно-інституційні заходи для вирівнювання цифрових спроможностей регіональних операторів.

Перспективи. У подальших наукових дослідженнях пропонується зосередити увагу на механізмах інтеграції технологій штучного інтелекту та машинного навчання у системи диспетчерського управління для переходу до предиктивної моделі прийняття рішень, а також на розробці методики оцінки цифрової зрілості регіональних операторів енергетичних мереж. Це дозволить обґрунтувати організаційно-фінансові механізми прискорення цифрової трансформації публічного управління енергетичною системою та забезпечити ефективну інтеграцію України до європейського цифрового енергетичного простору ENTSO-E.

Ключові слова: *публічне управління, цифровізація енергетики, енергетична система України, управлінські рішення, інституційна взаємодія, цифрова трансформація.*

Summary. *Introduction. Digital transformation of critical infrastructure represents one of the key challenges for contemporary public administration,*

particularly acute in the energy sector. Automation of management processes is reshaping traditional coordination mechanisms, creating a new paradigm of interaction among energy system governance actors. Under conditions of war and European integration processes, Ukraine faces the necessity of accelerated modernization of electricity grid management mechanisms, making the effectiveness of digital dispatch control instruments a pressing issue.

Despite growing research attention to energy digitalization (OECD, 2019; World Bank, 2020), most scholarly work concentrates on technological aspects of Smart Grid and IoT, while the managerial dimension of transformation remains insufficiently explored. Specifically, there is a shortage of empirical studies analyzing changes in the speed and quality of management decisions, system adaptability to external challenges, and barriers to implementing digital technologies across different regions of the country.

This article aims to address this gap through empirical analysis of the activities of NPC "Ukrenergo" and regional network operators. Special attention is devoted to organizational and institutional mechanisms for overcoming identified constraints and accelerating digital transformation of management processes under wartime conditions.

Objective. The research objective is to substantiate mechanisms of digital transformation of management processes in Ukraine's energy system in order to identify changes in the speed, quality, and nature of management decision-making resulting from implementation of automated dispatch control systems, which enables systematization of digitalization barriers and development of organizational and institutional measures to overcome them at the multi-level governance scale.

Materials and Methods. Research materials include: 1) strategic and regulatory documents of Ukraine's energy sector (Energy Strategy until 2050, Digital Transformation Plan for the Energy Sector 2025–2030); 2) operational reports of NPC "Ukrenergo", regional distribution network operators, and

energy companies (DTEK Merezhi) for 2018–2023; 3) analytical reports of international organizations and donor programs (USAID Energy Security Project, EBRD, ENTSO-E, IEA) on energy system digitalization; 4) scholarly works by domestic and foreign authors on public administration, digital governance, and energy policy.

The following methods were applied: empirical analysis (to identify changes in the speed and quality of management decisions resulting from digitalization based on operational data from NPC "Ukrenergo" and regional operators); comparative analysis (to contrast parameters of hierarchical and network governance models, as well as digital maturity across different regions); systematization (to classify digital transformation barriers by financial, technical, and organizational criteria); modeling (to construct a scheme of multi-level data integration in the energy management system); generalization of results (to formulate conclusions about transformation of coordination mechanisms).

Results. The article reveals mechanisms of transformation of management processes in Ukraine's integrated energy system through implementation of automated dispatch control systems. The transition from a sequential management cycle model to a parallel continuous monitoring model with information updates every 2-4 seconds has been identified, reducing response time to emergency situations from 45-60 minutes to 15-20 minutes. A shift in coordination practices between NPC "Ukrenergo" and regional operators has been established – from vertical directives to horizontal data exchange through a shared information space.

Significant asymmetry in digital maturity among regional operators has been documented: western regions ensure online data transmission with updates every 5-10 seconds, while central and eastern regions maintain 20-30-minute delays due to manual control procedures. Barriers to scaling digital instruments have been classified into three groups: financial, technical, and organizational.

The transformation of the dispatcher's professional role from equipment operator to energy process analyst has been substantiated, and organizational and institutional measures proposed for equalizing digital capabilities of regional operators.

Prospects. Further research is proposed to focus on mechanisms for integrating artificial intelligence and machine learning technologies into dispatch management systems to transition toward a predictive decision-making model, as well as on developing a methodology for assessing digital maturity of regional energy network operators. This will enable substantiation of organizational and financial mechanisms to accelerate digital transformation of public energy system governance and ensure Ukraine's effective integration into the European digital energy space ENTSO-E.

Key words: *public administration, energy digitalization, Ukraine's energy system, management decisions, institutional interaction, digital transformation.*

Постановка проблеми. Енергетична система України функціонує в умовах воєнних викликів та євроінтеграційних зобов'язань, що вимагає переосмислення механізмів публічного управління критичною інфраструктурою. Традиційна модель диспетчерського управління, побудована на ієрархічних директивах та ручному контролі з інтервалами оновлення інформації 15-30 хвилин, виявляє обмежену спроможність забезпечувати оперативне реагування на аварійні ситуації та координацію між національним оператором системи передачі та регіональними операторами розподільних мереж. Впровадження автоматизованих систем диспетчерського контролю змінює характер управлінських рішень, скорочуючи час між виявленням проблеми та прийняттям рішення, що набуває критичного значення за умов систематичних атак на енергетичну інфраструктуру.

Цифровізація управлінських процесів трансформує координаційні практики між суб'єктами управління енергосистемою. НЕК "Укренерго" та регіональні оператори переходять від вертикальної моделі командування до горизонтальної моделі обміну даними через спільний інформаційний простір, що забезпечує синхронізацію управлінських дій у режимі реального часу. Водночас цифрова зрілість регіональних операторів розподільних мереж залишається неоднорідною: західні області експлуатують системи онлайн-моніторингу з автоматизацією 70-85% операцій, тоді як центральні та східні регіони зберігають ручні процедури контролю з обмеженими можливостями дистанційного керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні та прикладні аспекти цифрової трансформації публічного управління енергетичними системами досліджували вітчизняні та зарубіжні автори. Сурай А.В. [1] обґрунтував концептуальні засади цифрового врядування у системі публічного управління. Войтко С.В. [2] розглянув трансформацію механізмів державного управління в умовах цифровізації. Волкова О.В. [3] сформулювала принципи цифровізації управлінських процесів у публічному секторі. Романюк С.А. [4] дослідив теоретичні та практичні аспекти стратегічного управління в державному секторі.

Міжнародні організації приділяють увагу питанням цифровізації енергетичних систем. Міжнародне енергетичне агентство у звіті "Digitalisation & Energy" [5] проаналізувало вплив цифрових технологій на функціонування енергетичних систем. Європейська мережа операторів систем передачі електроенергії (ENTSO-E) у річному звіті [6] висвітлила питання цифрової та операційної готовності енергетичних систем. Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) [7] дослідив модернізацію енергетичної інфраструктури України. Група дослідників на чолі з К. Мелоні (C. Meloni) [8] вивчила інструменти цифровізації для енергетичних спільнот в Італії. Р.Г. Дженсен (R.H. Jensen) з колегами [9]

розглянув проєктування майбутніх цифрових технологій для сталих енергетичних спільнот.

Аналітичні центри та донорські програми готують доповіді про цифровізацію енергетики України. USAID Energy Security Project підготував аналітичний звіт про цифровізацію енергосистеми України [10]. DiXi Group опублікував аналітичну записку про стан цифровізації енергетики України [11]. Kyivstar Business Hub представив дослідження про впровадження розумного обліку електроенергії [12]. Національний інститут стратегічних досліджень розробив аналітичну доповідь про енергетичну безпеку України [13]. Міністерство енергетики України підготувало план цифрової трансформації енергетичного сектору [14].

Водночас залишаються недостатньо дослідженими питання управлінського виміру цифрової трансформації енергетичних систем: механізми зміни швидкості та якості управлінських рішень внаслідок автоматизації диспетчерського контролю; трансформація координаційних практик між національним оператором системи передачі та регіональними операторами розподільних мереж; бар'єри масштабування цифрових інструментів у різних регіонах країни; організаційно-інституційні заходи подолання фрагментації цифрової зрілості регіональних операторів.

Метою статті є обґрунтування механізмів цифрової трансформації управлінських процесів в енергетичній системі України задля виявлення змін у швидкості, якості та характері прийняття управлінських рішень внаслідок впровадження автоматизованих систем диспетчерського контролю, що дозволяє систематизувати бар'єри цифровізації та розробити організаційно-інституційні заходи для їх подолання на рівні багаторівневого управління.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є: 1) стратегічні та нормативні документи сектору енергетики України (Енергетична стратегія до 2050 року, План цифрової трансформації енергетичного сектору на

2025–2030 роки); 2) операційні звіти НЕК "Укренерго", регіональних операторів розподільних мереж та енергетичних компаній (ДТЕК Мережі) за 2018–2023 роки; 3) аналітичні доповіді міжнародних організацій та донорських програм (USAID Energy Security Project, ЄБРР, ENTSO-E, IEA) щодо цифровізації енергетичних систем; 4) наукові праці вітчизняних та зарубіжних авторів з публічного управління, цифрового врядування та енергетичної політики.

В процесі дослідження застосовано такі методи: емпіричного аналізу (для виявлення змін у швидкості та якості управлінських рішень внаслідок цифровізації на основі операційних даних НЕК "Укренерго" та регіональних операторів); порівняльного аналізу (для зіставлення параметрів ієрархічної та мережевої моделей управління, а також цифрової зрілості різних регіонів); систематизації (для класифікації бар'єрів цифрової трансформації за фінансовими, технічними та організаційними критеріями); моделювання (для побудови схеми багаторівневої інтеграції даних у системі управління енергетикою); узагальнення результатів (для формулювання висновків про трансформацію координаційних механізмів).

Виклад основного матеріалу. Цифрові інструменти диспетчерського управління являють собою інтегровані програмно-технічні комплекси, що забезпечують моніторинг, аналіз і контроль енергетичних процесів у режимі реального часу, перетворюючи інформаційні потоки на основу для управлінських рішень [5]. На відміну від традиційних систем ручного контролю, сучасні комплекси SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) та EMS (Energy Management System) формують єдиний інформаційний простір для візуалізації стану мережі, прогнозування навантажень і моделювання сценаріїв аварійних ситуацій [6; 10]. Їх ключова управлінська функція полягає у скороченні часу між виявленням проблеми та прийняттям рішення, що особливо

важливо в кризових умовах, коли навіть хвилинна затримка може призвести до значних втрат для споживачів і економіки [2].

Використання таких систем трансформує класичний управлінський цикл від послідовної моделі "планування – організація – контроль – коригування" до паралельної моделі безперервного моніторингу та адаптивного реагування [3]. Якщо раніше рішення ухвалювались на основі ретроспективних даних, що надходили з інтервалом 15-30 хвилин, то сьогодні інформація оновлюється кожні 2-4 секунди. Це дозволяє виявляти відхилення на ранніх стадіях та здійснювати превентивні дії до розгортання каскадних аварій. У результаті диспетчер переходить від ролі оператора, який реагує на події, до аналітика, що керує ризиками через прогнозні моделі – що особливо актуально в умовах систематичних кібератак на енергетичну інфраструктуру.

Цифровізація також змінює механізми вертикальної координації між НЕК "Укренерго", регіональними операторами розподільних мереж і місцевими диспетчерськими центрами. Якщо раніше взаємодія ґрунтувалася на ієрархічних командах "зверху вниз", то сьогодні автоматизовані системи забезпечують синхронізацію управлінських рішень через спільний доступ до актуальних даних [1; 3]. Це сприяє переходу від централізованого контролю до моделі розподіленої координації, коли кожен рівень управління має достатній обсяг інформації для оперативних дій, але водночас діє в межах загальносистемних параметрів, що гарантує баланс між автономією та узгодженістю рішень [4].

Використання цифрових інструментів у диспетчерському управлінні відображає системний перехід від ієрархічної до мережевої моделі публічного управління енергосистемою, у якій інформаційна прозорість стає основою горизонтальної взаємодії між суб'єктами управління [1]. Традиційна структура, де НЕК "Укренерго" володіла монополією на

оперативну інформацію та приймала централізовані рішення, поступається місцем моделі розподіленої координації, що передбачає спільний доступ регіональних операторів до даних у режимі реального часу.

Автоматизація рутинних процесів моніторингу та контролю змінила професійну роль диспетчера – від оператора комутаційного обладнання до аналітика енергетичних процесів, який працює з великими даними, прогнозними моделями та багатосценарними рішеннями [3; 5]. Це потребує нових компетенцій – системного мислення, цифрової аналітики та здатності приймати управлінські рішення в умовах невизначеності [4].

На регіональному рівні зберігається значна асиметрія цифрової зрілості, що впливає на якість координації з національним диспетчерським центром. Оператори західних регіонів, модернізовані в межах програм USAID Energy Security Project і ЄБРР, забезпечують обмін даними з "Укренерго" в режимі онлайн із оновленням кожні 5–10 секунд, тоді як у центральних і східних областях зберігаються 20–30-хвилинні затримки [7; 10; 11].

Таблиця 1

Порівняльна характеристика цифрової зрілості регіональних операторів розподільних мереж

Параметр	**Регіони з високою цифровою зрілістю** (Західна Україна)	**Регіони з низькою цифровою зрілістю** (Центр, Схід)
Системи моніторингу	SCADA з оновленням даних кожні 5-10 сек	Ручний збір даних, телефонні звіти
Час передачі даних до Укренерго	Режим реального часу (онлайн)	20-30 хвилин затримки
Автоматизація диспетчерських процесів	70-85% операцій автоматизовано	15-25% автоматизації
Можливість дистанційного керування	Повний дистанційний контроль	Переважно ручні комутації

Джерела фінансування модернізації	USAID, ЄБРР, власні кошти	Обмежені власні кошти
Синхронізація з Укренерго	Високий рівень координації	Фрагментована координація

Джерело: складено автором на основі аналітичних звітів DiXi Group [11], НЕК "Укренерго" [15]

Розвиток цифрових платформ також трансформує взаємодію між операторами та споживачами. У компаніях, що впровадили системи Smart Metering, зокрема "ДТЕК Мережі", споживачі отримали доступ до персональних кабінетів із деталізацією споживання, аналітичними рекомендаціями та дистанційним керуванням договорами. Це змінює модель "оператор – споживач" із патерналістської на партнерську, де користувач стає активним учасником управління власним енергоспоживанням.

Результати емпіричного аналізу підтверджують суттєве зростання ефективності управління енергосистемою після впровадження цифрових інструментів диспетчеризації. Середній час реагування на аварійні ситуації скоротився з 45-60 хвилин до 15-20 хвилин, а ухвалення управлінських рішень – із 15-20 хвилин до 2-3 хвилин. Точність прогнозування навантаження зросла до 95-97 %, а комерційні втрати електроенергії у регіонах із високим рівнем цифровізації зменшились утричі.

Таблиця 2

Порівняння ключових показників ефективності управління енергосистемою до та після цифровізації

Показник	До цифровізації (2018-2019)	Після цифровізації (2022-2023)	Зміна, %
Час реагування на аварійні ситуації (нац. рівень)	45-60 хвилин	15-20 хвилин	-67%
Час прийняття управлінського рішення диспетчером	15-20 хвилин	2-3 хвилини	-85%

Точність прогнозування навантаження	85-88%	95-97%	+10%
Комерційні втрати електроенергії (регіони з високою цифровізацією)	12-15%	4-6%	-60%
Кількість аварійних відключень споживачів на рік	8-12 випадків	3-5 випадків	-58%
Час обробки звернень споживачів	24-48 годин	2-4 години	-90%

Джерело: складено автором на основі звітів НЕК "Укренерго" [15], USAID [10]

Попри виміряні позитивні ефекти цифровізації на пілотних проєктах, масштабування цифрових інструментів на всю енергосистему стикається з комплексом бар'єрів фінансового, технічного та організаційного характеру. Капітальні інвестиції у впровадження систем Smart Metering для 18 мільйонів точок обліку в Україні оцінюються у 2,5-3 мільярди доларів, що перевищує фінансові можливості більшості регіональних операторів без залучення міжнародних кредитів або механізмів державно-приватного партнерства. Технічні виклики пов'язані з необхідністю забезпечення кібербезпеки цифрових систем управління критичною інфраструктурою в умовах систематичних кібератак, що вимагає додаткових інвестицій у багаторівневі системи захисту інформації та постійного моніторингу вразливостей програмного забезпечення.

Описані розбіжності у цифровій зрілості різних рівнів управління енергосистемою формують складну архітектуру інформаційних потоків, де швидкість та якість обміну даними варіюється від режиму реального часу до багатогодинних затримок залежно від технологічної спроможності конкретного оператора. Візуалізація цієї багаторівневої структури дозволяє ідентифікувати критичні розриви в координації, де фрагментація цифрових інструментів безпосередньо впливає на ефективність управлінських рішень (рис. 1).

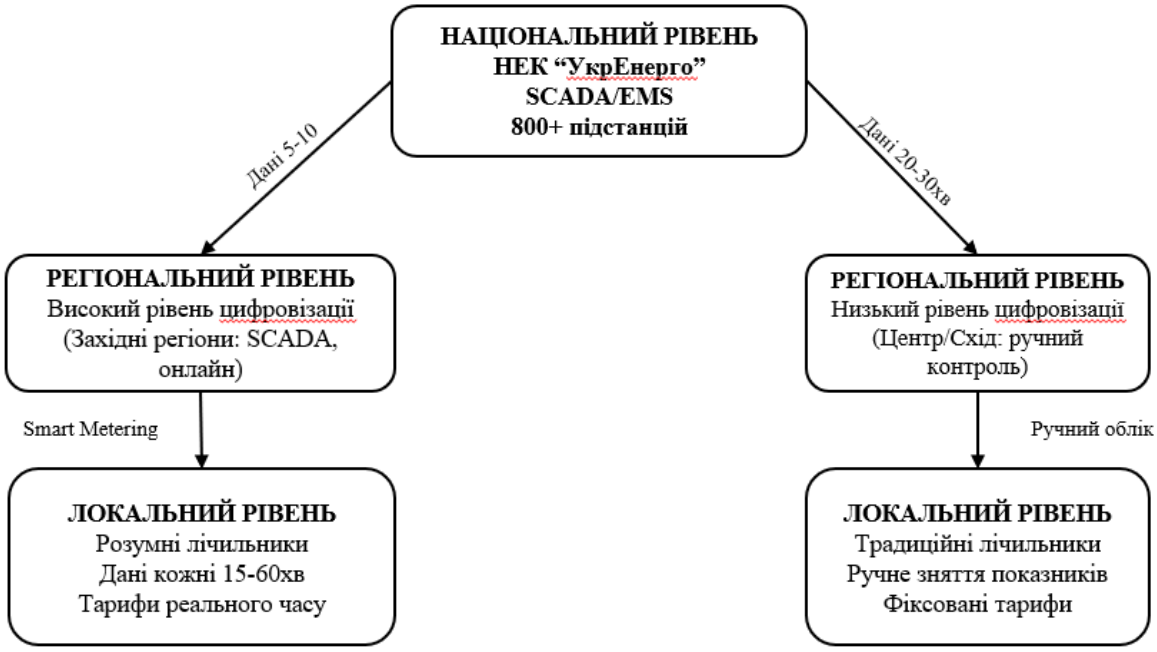

Рис. 1. Модель інтеграції даних у багаторівневій системі управління енергетикою України

Джерело: розроблено автором

Представлена модель (рис. 1) демонструє структурну асиметрію цифрової інфраструктури управління. Національний рівень, представлений НЕК "Укренерго" з системами SCADA/EMS, функціонує майже в реальному часі (оновлення кожні 2–10 секунд), тоді як ефективність цього рівня обмежується якістю зворотного зв'язку з регіональними операторами. У західних областях забезпечено онлайн-інтеграцію даних через SCADA-системи, тоді як у центральних і східних регіонах контроль залишається ручним із затримками 20–30 хвилин, що формує "інформаційні пляшкові горла" та підвищує ризик каскадних аварій.

Локальний рівень демонструє аналогічну неоднорідність: Smart Metering з передачею даних кожні 15–60 хвилин співіснує з механічними лічильниками, які потребують ручного зняття показників. Таким чином, цифрова трансформація енергетики має системний характер — модернізація окремих елементів без узгодження між рівнями не забезпечує пропорційного підвищення ефективності управління.

Наступним етапом еволюції цифрових інструментів диспетчерського управління є інтеграція технологій штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML), що забезпечують перехід від реактивного реагування на аномалії до предиктивного управління на основі прогнозних моделей поведінки енергосистеми. Пілотні проєкти НЕК "Укренерго" із застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування аварійних ситуацій на основі історичних даних про режими роботи обладнання засвідчили можливість ідентифікації потенційних відмов за 24–48 годин до їх настання з точністю 87–92 %.

Синтез виявлених механізмів трансформації управлінських процесів і координаційних практик свідчить про формування нової парадигми публічного управління енергетичною системою, у якій відбувається перехід від централізованого ієрархічного контролю до розподіленої мережевої координації, побудованої на спільному інформаційному просторі. Якщо в традиційній моделі ефективність визначалась швидкістю передачі команд від центрального диспетчера до виконавців, то у цифровій ключовим фактором стає якість даних, їхня доступність та здатність кожного рівня приймати автономні рішення в межах загальносистемних алгоритмів.

Така трансформація потребує переосмислення інституційного дизайну енергетичного сектору: від жорсткого розмежування повноважень між рівнями управління до створення гнучких координаційних механізмів через інформаційний обмін і моделі спільної відповідальності. Особливо це актуально в умовах воєнних викликів і поступової інтеграції України до європейських енергетичних мереж ENTSO-E.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика моделей публічного управління енергосистемою

Параметр управління	Традиційна ієрархічна модель	Цифрова мережева модель
Принцип координації	Вертикальні команди "зверху вниз"	Горизонтальний обмін даними
Джерело інформації	Телефонні звіти, затримка 15-30 хв	Автоматизовані системи, 2-10 сек
Роль диспетчера	Оператор комутаційного обладнання	Аналітик енергетичних процесів
Тип рішень	Реактивне реагування на аварії	Проактивне управління ризиками
Автономія регіонів	Низька (очікування директив)	Висока (в межах системних обмежень)
Час реагування на кризу	45-60 хвилин	15-20 хвилин
Компетенції персоналу	Технічні (електротехніка)	Міждисциплінарні (дані + енергетика)
Прозорість інформації	Фрагментована (монополія центру)	Загальнодоступна (єдиний простір)
Адаптивність	Низька (жорсткі процедури)	Висока (сценарне моделювання)

Джерело: складено автором на основі емпіричного аналізу

Зіставлення параметрів ієрархічної та мережевої моделей демонструє, що цифровізація управління енергосистемою змінює не лише інструменти, а й філософію прийняття рішень. У центрі управлінського процесу опиняється не ланцюг команд, а динамічна система взаємодії, де кожен суб'єкт володіє релевантною інформацією й може оперативно діяти в межах визначених алгоритмів. Завдяки цьому управління набуває рис адаптивного та колективного інтелекту, коли рішення формуються не в одному центрі, а узгоджуються між різними рівнями системи на основі

спільних даних. Такий підхід наближає українську модель публічного управління енергетикою до європейських принципів data-driven governance та забезпечує підґрунтя для інтеграції в єдиний цифровий енергетичний простір ENTSO-E.

Висновок. Цифрова трансформація диспетчерського управління об'єднаною енергосистемою України змінює публічне управління енергетичним сектором. Ключовими елементами цих змін є інтеграція даних у режимі реального часу, горизонтальна координація між інституційними суб'єктами та здатність системи адаптуватися до змін операційного середовища. Дослідження показало, що впровадження автоматизованих систем диспетчерського контролю впливає не лише на технологічні процеси. Управлінські механізми також зазнають істотних змін – від централізованої ієрархічної моделі директив до мережевої системи розподіленої координації. У такій системі кожен рівень управління отримує достатній обсяг інформації для автономного прийняття рішень, але діє в межах загальносистемних обмежень.

Фрагментація цифрових спроможностей регіональних операторів розподільних мереж залишається ключовим бар'єром на шляху до реалізації потенціалу цифрової трансформації. На національному рівні НЕК "Укренерго" експлуатує системи SCADA/EMS з оновленням даних кожні 2–4 секунди. Водночас окремі регіональні оператори досі застосовують ручні процедури контролю із затримками 20–30 хвилин. Така асиметрія створює "інформаційні пляшкові горла" у координації управлінських дій і підвищує системні ризики. Усунення цих розривів потребує державної політики вирівнювання цифрових спроможностей. Серед необхідних заходів – цільове фінансування модернізації, створення стимулів для обміну досвідом між операторами різних регіонів, запровадження єдиних мінімальних стандартів автоматизації в енергетичному управлінні.

Роль диспетчера змінилася від оператора комутаційного обладнання до аналітика енергетичних процесів. Це вимагає оновлення системи професійної підготовки управлінського персоналу. Сучасний диспетчер повинен поєднувати технічні знання з компетенціями у сфері роботи з великими даними, прогнозного моделювання та прийняття рішень за умов невизначеності. Державна політика у сфері публічного управління енергетикою має враховувати ці потреби. Актуальними завданнями є модернізація освітніх програм з енергетичного профілю через інтеграцію курсів із цифрової аналітики, системного мислення та управління ризиками.

Література

1. Сурай А. В. Цифрове врядування в системі публічного управління : монографія. Київ : НАДУ, 2021. 212 с.

2. Войтко С. В. Трансформація механізмів державного управління в умовах цифровізації : монографія. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. 228 с.

3. Волкова О. В. Принципи цифровізації управлінських процесів у публічному секторі. *Державне управління: теорія та практика*. 2021. № 2. С. 47–58.

4. Романюк С. А. Теорія та практика стратегічного управління : монографія. Київ : НАДУ, 2019. 232 с.

5. International Energy Agency (IEA). Digitalisation & Energy. Paris : OECD/IEA, 2017. 216 p.

6. ENTSO-E. Annual Report 2023 : Digital and Operational Readiness. Brussels, 2024. 102 p.

7. European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). Ukraine Energy Infrastructure Modernization Report. London, 2024. 78 p.

8. Meloni C., Blaso L., Branchetti S. та ін. Energy and Digital Transitions for Energy Communities : Tools and Methodologies to Promote Digitalization in Italy. Electronics. 2025. Vol. 14, No. 10. DOI: 10.3390/electronics14102027.

9. Jensen R. H., Smith R. C., Laursen K. Imagining Sustainable Energy Communities : Design Narratives of Future Digital Technologies, Sites and Participation. CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'24), Honolulu, 2024. DOI: 10.1145/3613904.3642609.

10. USAID Energy Security Project. Digitalization of Ukraine's Power System : Analytical Report. Washington / Kyiv, 2024. 64 p.

11. DiXi Group. Цифровізація енергетики України : аналітична записка. Київ : DiXi Group, 2024. 32 с.

12. Kyivstar Business Hub. Smart Metering in Ukraine : аналітичний звіт. Київ, 2023. 24 с.

13. National Institute for Strategic Studies (NISS). Енергетична безпека України : аналітична доповідь. Київ : НІСД, 2023. 64 с.

14. Ministry of Energy of Ukraine. План цифрової трансформації енергетичного сектору на 2025–2030 роки. Київ, 2024. 35 с.

15. НЕК "Укренерго". Фінансова звітність за 2023 рік / Звіт незалежного аудитора. London Stock Exchange, 2024. URL: https://ua.energy/about_us/reporting/financial-reports/ (дата звернення: 10.11.2025)

References

1. Surai, A. V. (2021). Tsyfrove vriaduvannia v systemi publichnoho upravlinnia [Digital governance in the system of public administration]. Kyiv: NADU [in Ukrainian].

2. Voitko, S. V. (2020). Transformatsiia mekhanizmiv derzhavnoho upravlinnia v umovakh tsyfrovizatsii [Transformation of public administration

mechanisms in the digitalization context]. Kharkiv: V. N. Karazin KhNU [in Ukrainian].

3. Volkova, O. V. (2021). Pryntsypy tsyfrovizatsii upravlinskykh protsesiv u publichnomu sektori [Principles of digitalization of management processes in the public sector]. Derzhavne upravlinnia: teoriia ta praktyka, 2, 47–58 [in Ukrainian].

4. Romaniuk, S. A. (2019). Teoriia ta praktyka stratehichnoho upravlinnia [Theory and practice of strategic management]. Kyiv: NADU [in Ukrainian].

5. International Energy Agency (IEA). (2017). Digitalisation & Energy. Paris: OECD/IEA.

6. ENTSO-E. (2024). Annual Report 2023: Digital and Operational Readiness. Brussels: ENTSO-E.

7. European Bank for Reconstruction and Development. (2024). Ukraine Energy Infrastructure Modernization Report. London: EBRD.

8. Meloni, C., Blaso, L., Branchetti, S., et al. (2025). Energy and Digital Transitions for Energy Communities: Tools and Methodologies to Promote Digitalization in Italy. Electronics, 14(10). https://doi.org/10.3390/electronics14102027

9. Jensen, R. H., Smith, R. C., & Laursen, K. (2024). Imagining Sustainable Energy Communities: Design Narratives of Future Digital Technologies, Sites and Participation. In CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'24), Honolulu, USA. https://doi.org/10.1145/3613904.3642609.

10. USAID Energy Security Project. (2024). Digitalization of Ukraine's Power System: Analytical Report. Washington, DC / Kyiv.

11. DiXi Group. (2024). Tsyfrovizatsiia enerhetyky Ukrainy: Analitychna zapyska [Digitalization of Ukraine's energy sector: Analytical note]. Kyiv: DiXi Group [in Ukrainian].

12. Kyivstar Business Hub. (2023). Smart Metering in Ukraine: Analytical Report. Kyiv.

13. National Institute for Strategic Studies (NISS). (2023). Enerhetychna bezpeka Ukrainy: Analitychna dopovid [Energy security of Ukraine: Analytical report]. Kyiv: NISS [in Ukrainian].

14. Ministry of Energy of Ukraine. (2024). Plan tsyfrovoi transformatsii enerhetychnoho sektoru na 2025–2030 roky [Plan for digital transformation of the energy sector 2025–2030]. Kyiv [in Ukrainian].

15. National Power Company Ukrenergo. (2024). Annual Report 2023: Financial Statements and Independent Auditor's Report. London Stock Exchange. Available at: https://ua.energy/about_us/reporting/financial-reports/