

КАВУН ІВАННаціональний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»<https://orcid.org/0009-0004-0785-4970>email: kavun.ivanm@gmail.com**ЗАМУЛКО АНАТОЛІЙ**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»<https://orcid.org/0000-0001-8018-6332>email: zai_71@ukr.net

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Розглянуто методи оцінювання цифровізації енергетичних об'єктів, що дозволяють ефективно визначати рівень реалізованої цифровізації та планування шляхів щодо подальших дій для забезпечення готовності енергетичних систем до впровадження цифрових технологій. Аналізуються основні підходи до оцінки, серед яких методи технічної, економічної, соціально-екологічної оцінки, а також методи на основі великих даних. Особливу увагу приділено визначенню можливостей для подальшого вдосконалення енергетичних систем за допомогою цифрових технологій. Визначено важливість комплексного підходу до оцінки, що дозволяє підвищити ефективність функціонування енергетичних об'єктів, знижуючи витрати і підвищуючи надійність.

Ключові слова: цифровізація, управління, цифровізаційні процеси, методи, оцінювання, цифрова трансформація.

KAVUN IVAN**ZAMULKO ANATOLIY**National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

EVALUATION OF THE LEVEL OF DIGITALIZATION OF ENERGY FACILITIES

The methods for evaluating the digitalization of energy facilities are considered, which allow for effectively determining the level of implemented digitalization and planning further steps to ensure the readiness of energy systems for the implementation of digital technologies. The main approaches to evaluation are analyzed, including methods of technical, economic, and socio-environmental assessment, as well as methods based on big data. Special attention is given to identifying opportunities for further improvement of energy systems using digital technologies. The importance of a comprehensive approach to evaluation is emphasized, as it increases the effectiveness of energy facility operations by reducing costs and improving reliability. The relevance of this topic is also confirmed by the aforementioned research on digitalization, as well as the requirements of sustainable development, which task energy companies with not only reducing costs and improving the quality of energy supply but also contributing to environmental preservation by minimizing the impact on nature. The evaluation of the digitalization level of energy facilities will allow for identifying further steps in the implementation of digital solutions, as well as assessing the effectiveness of their integration and timely adjustments to the strategy to achieve the desired results.

The digitalization of energy facilities includes the integration of information and communication technologies into the management and operation processes of energy enterprises, such as generating stations, distribution networks, energy storage systems, and energy consumers. Digital transformation is a crucial stage in the development of the power sector, involving the implementation of new technologies, principles, and processes. Digitalization should be a comprehensive process that starts with an assessment of the current state, a review of equipment, and ends with the creation of a step-by-step modernization plan, determining the relevant level (as of the time of the survey) to account for future workloads and the possibility of integrating existing equipment into the new digital system.

Keywords: digitalization, management, digitalization processes, methods, evaluation, digital transformation.

Стаття надійшла до редакції / Received 21.07.2025

Прийнята до друку / Accepted 15.08.2025

Вступ

Актуальність. Цифровізація енергетичних об'єктів стає важливим етапом трансформації енергетичної галузі, оскільки дозволяє значно підвищити ефективність управління енергетичними процесами. Впровадження новітніх технологій дає можливість оптимізувати виробництво та споживання енергії, знизити витрати, а також забезпечити стійкість енергетичних систем. Враховуючи, що цифрові технології в енергетичній сфері розвиваються та поступово впроваджуються, необхідно мати чіткі та ефективні методи оцінки рівня цифровізації енергетичних об'єктів для забезпечення максимальної вигоди від цих технологій.

Проаналізувавши дослідження в напрямку оцінки цифровізації можна дійти висновку, що зазначене питання вже досліджувалося за аналогічним напрямом. Наприклад, окремі питання викладені Міністерством цифрової трансформації [1], крім того, дослідження в напрямку цифрової трансформації енергетичного сектору наведені в доповіді на тему “Цифрова трансформація в електроенергетиці” [2]. Однак, дослідження, що здійснювалося Мінцифрою, відноситься саме до оцінки рівня економічної складової рівня цифровізації, обізнаності громад в цифрових рішеннях, наданні цифрових публічних послуг, тощо, та не передбачають отримання оцінки щодо визначення рівня цифровізації, яке описується в статті. Проаналізувавши матеріали доповіді “Цифрова

трансформація в електроенергетиці” [2], слід визнати, що матеріали описують світові тенденції в цифровізації енергетичного сектору, особливості реалізації ОЕС України, а також сучасні методи впровадження “розумних мереж” відповідно до європейських та міжнародних стандартів і, відповідно, не дають змогу вирішити питання щодо оцінки рівня цифровізації енергетичного об’єкту (електрична підстанція), яка викладена в поточній статті.

Актуальність цієї теми також підтверджується наведеними вище дослідженнями в напрямку цифровізації, а також вимогами сталого розвитку, які ставлять перед енергетичними компаніями завдання не тільки знижувати витрати та покращувати якість енергопостачання, а й сприяти збереженню навколишнього середовища мінімізуючи вплив на природу. Оцінка стану рівня цифровізації енергетичних об’єктів дозволить визначити подальші кроки з впровадження цифрових рішень, а також ефективність їх впровадження та вчасне коригування стратегії для досягнення бажаних результатів [2-4].

Цифровізація енергетичних об’єктів включає інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій у процеси управління та експлуатації енергетичних підприємств, таких як генеруючі станції, розподільчі мережі, системи зберігання енергії, а також споживачі енергії. Цифрова трансформація є важливим етапом в розвитку електроенергетичного сектору при впровадженні нових технологій, засад та процесів. Цифровізація має бути комплексним процесом, який починається від оцінки поточного стану, огляду обладнання, перевірки справності наявних механізмів, можливість отримання сигналів, тощо, а також складання поетапного плану модернізації з визначенням відповідного рівня (наявного на момент обстеження) для врахування майбутніх обсягів робіт та можливість інтеграції наявного обладнання в нову цифрову систему.

Рівень цифровізації – це сукупність обладнання та заходів, які реалізуються на об’єкті. Від рівня цифровізації залежить ефективність управління енергетичними процесами, а також здатність об’єкта адаптуватися до нових технологій та інновацій. Рівень цифровізації також визначає можливість об’єкта реагувати на навколишні зміни такі як стан мережі, оперативні переключення, зміна попиту на електроенергію, зміни в законодавстві, впровадження нових рішень тощо.

Оцінка рівня цифровізації дозволяє отримати необхідні дані про об’єкт, а також сформувати план модернізації та відновлення. Важливо уточнити, що оцінка має проводитися комплексно на всіх об’єктах в регіоні для отримання цілісної картини та формування поточного плану необхідних заходів.

Цифровізація охоплює наступні аспекти, такі як автоматизація управлінських процесів, застосування сенсорів та датчиків для моніторингу, використання отриманих даних та аналітики для прийняття рішень, а також впровадження технологій інтернету речей (IoT). Вищенаведені фактори впливають на рівень цифровізації об’єкта та його здатність до впровадження нових рішень.

Оцінка цифровізації енергетичних об’єктів супроводжується декількома викликами, зокрема технічними, фінансовими та управлінськими аспектами. Одним з основних є відсутність єдиних стандартів і критеріїв оцінки цифрових технологій у галузі енергетики, що ускладнює порівняння та інтеграцію різних підходів. Крім того, існує технологічна складність, яка полягає в тому, що більшість підстанцій оснащена старими пристроями збору інформації або взагалі їх відсутністю, а також неможливістю отримати цифрові сигнали з наявного обладнання, що в свою чергу знижує рівень цифровізації об’єкта та потребує більш глибокої модернізації. Однак, процес оцінювання існуючого стану об’єктів енергетики (електричних підстанцій) необхідний для формування подальших кроків з відновлення, розвитку та модернізації систем розподілу та передачі електричної енергії.

Головною метою є розробка пропозицій щодо здійснення оцінки поточного стану цифровізації на енергетичних об’єктах для формування подальшого плану розвитку/відновлення цифрової інфраструктури в енергетичній сфері, а також визначення “базового рівня” цифровізації енергетичних об’єктів для подальшого формування стратегій розвитку.

Виклад основного матеріалу

Оцінку основних елементів цифровізації енергетичних об’єктів пропонується виконувати за параметрами наведеними нижче:

- технічний аспект (оцінка технічного рівня цифровізації включає перевірку стану технічного обладнання, аналіз наявної інфраструктури, її здатності інтегрувати новітні технології, а також ефективність їх використання);
- економічна оцінка цифровізації (економічна оцінка цифровізації полягає в розрахунку витрат та вигоди від впровадження цифрових технологій, а також у визначенні економічної ефективності проєктів цифрової трансформації);
- соціально-екологічна оцінка (важливим елементом оцінки є визначення впливу цифровізації на навколишнє середовище та суспільство);
- управлінська оцінка (управлінський аспект оцінки цифровізації стосується процесів управління змінами, адаптації персоналу до нових технологій та ефективності прийняття управлінських рішень);
- моніторинг і вдосконалення (оцінка цифровізації повинна включати постійний моніторинг та вдосконалення впроваджених технологій) [5-6].

Для подальшої оцінки рівня цифровізації пропонується методика оцінювання технічного стану обладнання на підстанціях щодо придатності та можливості інтеграції в цифрову інфраструктуру. За результатами оцінки може бути визначено узагальнений “рівень” об’єкта, а також подальші обсяги модернізації. Охарактеризуємо основні етапи оцінювання та основні завдання які необхідно виконати на кожному з етапів.

На першому етапі оцінювання проводиться візуальний огляд зовнішнього обладнання, отримання документації та збір даних про об’єкт за наведеним переліком питань:

- зовнішній огляд наявного стану обладнання;
- перевірка справності обладнання та механізмів;
- перевірка технічної документації та співставність з реальним станом (наявності обладнання, справності тощо);
- перевірка сигналів;
- документування та фіксація всіх параметрів.

На другому етапі оцінювання здійснюється детальне опрацювання зібраних даних, їх аналіз, проводяться необхідні додаткові обстеження за потреби, уточнення даних тощо.

- опрацювання даних зібраних на першому етапі;
- формування списку обладнання яке працює справно;
- формування списку обладнання яке потребує заміни;
- формування списку додаткового обладнання;
- формування списку додаткових заходів.

Третій етап полягає в безпосередньому визначенні “рівня” цифровізації, формуванні звіту обстеження та вжиття необхідних заходів відповідно до рівня цифровізації.

Таким чином, ми отримуємо базовий рівень оснащення конкретного об’єкта та маємо план дій щодо його модернізації/відновленні для подальшого впровадження цифрових технологій. Однак, отримання результатів оснащення одного об’єкта не є достатнім та вичерпним для конкретного регіону, тому не можна вважати що “типові” об’єкти в регіоні є аналогічними, адже на інших об’єктах могли замінити обладнання на нове, оновити частину обладнання тощо. І такі результати не є цілісною картиною для формування подальших рішень. Для формування повного плану розвитку та модернізації/відновлення цифровізації на енергетичних об’єктах в конкретному регіоні необхідно провести комплексну перевірку всіх наявних об’єктів та визначити рівень цифровізації кожного з них.

Для прикладу визначення “базового рівня” поточного стану цифровізації запропонована методика оцінювання, яка базується на визначенні оцінки рівня цифровізації включаючи ключові параметри такі як:

- інфраструктура об’єкта (наприклад, наявність цифрових пристроїв, інтеграція з іншими системами);
- автоматизація підстанції (автоматизація управлінських та технологічних процесів на підстанції);
- управління даними (збір, зберігання, обробка, аналіз даних);
- технологічні рішення наявні на об’єкті (нові технології, такі як IoT, блокчейн, AI, 5G тощо).

Оберемо довільну електричну підстанцію наприклад 35/10 кВ. Для оцінки рівня цифровізації сформуємо вимоги за якими будемо проводити оцінювання поточного стану цифровізації об’єкта. Для оцінювання рівнів мають бути виконані наступні вимоги:

- оцінювання рівня цифровізації об’єкта за методикою здійснюється фахівцями, що мають відповідну кваліфікацію та досвід роботи з оцінювання;
- оцінювання рівня цифровізації об’єкта здійснюється на основі натурного технічного огляду або обстеження існуючого стану. Натурний технічний зовнішній огляд наявного стану обладнання; перевірка справності обладнання та механізмів; перевірка технічної документації та співставність з реальним станом (наявності обладнання, справності тощо);
- при проведенні огляду має бути надана повна проєктна документація об’єкта.

Для подальшого оцінювання сформуємо рівні цифровізації відповідно до оснащення підстанцій:

Рівень 1 – Підстанція “не готова” до впровадження заходів цифровізації та потребує суттєвої модернізації.

Рівень 2 – Підстанція “не готова” до впровадження заходів цифровізації та потребує значної кількості нового обладнання.

Рівень 3 – Підстанція “частково готова” до впровадження заходів цифровізації, однак потребує часткової заміни обладнання.

Рівень 4 – Підстанція “готова” до впровадження заходів цифровізації, однак потребує незначного оновлення обладнання.

Рівень 5 – Підстанція “готова” до впровадження заходів цифровізації та не потребує змін в її обладнанні чи конфігурації.

Для визначення рівня цифровізації використаємо формулу на основі параметрів таких як інфраструктура, автоматизація, управління даними та впровадження інноваційних технологій.

$$C = W_1 \cdot I + W_2 \cdot A + W_3 \cdot D + W_4 \cdot T$$

де:

C — загальний рівень цифровізації підстанції.

W_1, W_2, W_3, W_4 — вагові коефіцієнти для кожної категорії (інфраструктура, автоматизація, управління даними, технології).

I — рівень цифровізації інфраструктури (наприклад, наявність цифрових пристроїв, інтеграція з іншими системами).

A — рівень автоматизації процесів (автоматизація управлінських та технологічних процесів на підстанції).

D — рівень інтеграції та управління даними (збір, зберігання, обробка, аналіз даних).

T — рівень впровадження новітніх технологій (нові технології, такі як IoT, блокчейн, AI, 5G тощо).

Параметри I, A, D, T — визначаються відповідно до чек-листа при проведенні натурного технічного огляду, і, відповідно до наявності/відсутності того чи іншого обладнання встановлюється відповідний коефіцієнт, який буде відповідати наявному стану обладнання підстанції на момент огляду і відображати реальний стан об'єкта. Вагові коефіцієнти W визначаються експертом відповідно до загального плану розвитку рівня цифровізації в регіоні і мають бути однаковими для всіх об'єктів які будуть обстежуватися та для яких буде визначено рівень цифровізації для отримання достовірних даних. Сума вагових коефіцієнтів W має дорівнювати 1.

Сформуємо шкалу оцінювання рівня цифровізації "C" відповідно рівнів 1-5 зазначених вище. Шкала оцінювання наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Шкала оцінювання		
Рівень цифровізації	Інтерпретація	Діапазон "C"
Рівень 5 (100%)	Підстанція повністю цифровізована: всі процеси автоматизовані, впроваджені новітні технології, ефективне управління даними.	C=1
Рівень 4 (80-99%)	Високий рівень цифровізації: більшість процесів автоматизовані, технології працюють на високому рівні, інтеграція даних майже завершена.	$0.85 \leq C < 1$
Рівень 3 (60-79%)	Середній рівень цифровізації: значна частина процесів автоматизована, є базова інтеграція даних, але впровадження новітніх технологій обмежене.	$0.7 \leq C < 0.85$
Рівень 2 (40-59%)	Низький рівень цифровізації: автоматизовано лише частину процесів, інноваційні технології не впроваджені, інтеграція даних недостатня.	$0.5 \leq C < 0.7$
Рівень 1 (0-39%)	Дуже низький рівень цифровізації: більшість процесів виконуються вручну, відсутня автоматизація, технології управління даними не впроваджені або застосовуються на мінімальному рівні.	$C < 0.5$

Розглянемо приклад, де ми можемо використовувати ці категорії для оцінки підстанції.

Параметр I – Інфраструктура: Припустимо, на підстанції є 100 пристроїв, з яких 75 — цифрові. Система автоматично інтегрована в загальну мережу управління. Рівень інтеграції оцінюємо на 80%. Для оцінки інфраструктури можна використати такий розрахунок:

$$I = \frac{n_{\text{цифр. пр.}}}{n_{\text{заг.}}} \times R_{\text{інт}} = \frac{75}{100} \times 0.8 = 0.6$$

Параметр A – Автоматизація: На підстанції автоматизовано 75% процесів, із яких 90% працюють без перебоїв. Для автоматизації використовуємо такий розрахунок:

$$A = A_{\text{процеси}} \times E = 0.75 \times 0.9 = 0.675$$

де:

A – автоматизовані процеси / 100%.

E – ефективність автоматизації / 100%.

Параметр D – Управління даними – для управління даними на підстанції є 8 систем збору даних, з яких 7 ефективно збирають і передають інформацію, а також вони інтегровані з іншими системами на 90%.

$$D = \frac{n_{\text{систем.}}}{n_{\text{заг систем.}}} \times R_{\text{інт}} = \frac{7}{8} \times 0.9 = 0.7875$$

Параметр Т – Інноваційні технології – на підстанції впроваджено 3 інноваційні технології (ІоТ, штучний інтелект, блокчейн) з 5 можливих. Технології інтегровані на 70% в загальну систему.

$$T = \frac{n_{\text{систем.}}}{n_{\text{заг систем.}}} \times R_{\text{інт}} = \frac{3}{5} \times 0.7 = 0.42$$

Ваговий коефіцієнт для кожної категорії:

Припустимо, ми хочемо дати кожній категорії наступні значення $W_1 = 0.4$, $W_2 = 0.2$, $W_3 = 0.3$, $W_4 = 0.1$.

Загальний розрахунок:

$$C = W_1 \cdot I + W_2 \cdot A + W_3 \cdot D + W_4 \cdot T = 0.4 \times 0.6 + 0.2 \times 0.675 + 0.3 \times 0.7875 + 0.1 \times 0.42 = 0.65$$

Відповідно до розрахунків отримуємо рівень 2 - Низький рівень цифровізації: автоматизовано лише частину процесів, інноваційні технології не впроваджені, інтеграція даних недостатня.

Отже, за допомогою вищенаведеної методики оцінювання визначили рівень цифровізації об'єкта. Проведення аналогічного сукупного аналізу підстанцій в регіоні дозволить нам отримати реальну картину та стан об'єктів, що в свою чергу дозволить сформувати чіткий план модернізації для отримання бажаного рівня цифровізації, який би відповідав сучасним вимогам. Побудова підстанцій з впровадженням цифрових технологій передбачає не тільки підвищення надійності та функціональності, а також знижує час на пошук та усунення несправностей, дозволяє слідкувати за станом кожного об'єкта в реальному часі, забезпечує гнучкість та адаптивність мережі відповідно до зовнішніх умов, дозволяє спростити інтегрування нових об'єктів (підстанцій, об'єктів генерації) в мережу та здійснювати оперативні переключення миттєво, суттєво зменшуючи час відключень і таким чином знижувати показник SAIDI та SAIFI [7].

Висновки

Оцінка рівня цифровізації дозволяє виявити сильні і слабкі сторони енергетичних об'єктів, визначити ефективність впроваджених технологій та спрогнозувати майбутні вигоди. Застосування комплексного підходу до оцінки цифровізації, що включає технічну, економічну та соціально-екологічну складові, дозволяє досягти максимальних результатів у підвищенні ефективності та надійності енергетичних систем. Однак, для подолання існуючих труднощів необхідно розробити єдині стандарти та критерії для оцінки цифрових трансформацій в енергетичному секторі, що стане основою для подальших успіхів у цій сфері.

Зростання кількості проєктів з цифровізації, зокрема, в електроенергетиці вимагає пошуків підходів для оцінки її рівня. Метою такої оцінки є формування відповідних перспективних планів для розвитку цифровізації в межах наявних бюджетів. Для оцінки рівня цифровізації пропонується послідовно здійснити оцінку інфраструктури, автоматизації, управління даними та технології. А загальну оцінку рівні визначити як середньозважений показник зазначених параметрів.

За результатами дослідження було сформовано поняття "рівень цифровізації", окреслено особливості застосування та основні етапи оцінювання, окреслено вимоги, які мають бути виконані при оцінюванні рівня цифровізації, а також запропоновано методику оцінювання з врахування ключових факторів таких як рівень цифровізації інфраструктури, рівень автоматизації, рівень інтеграції та управління даними та рівень впровадження новітніх технологій. Було запропоновано шкалу оцінювання відповідно до рівнів цифровізації.

Таким чином, за результатами дослідження було сформовано методику щодо оцінки рівня цифровізації електричних підстанцій з врахуванням ключових факторів, які впливають на загальну оцінку. Методика оцінки рівня цифровізації є важливим інструментом для планування розвитку та побудови правильно функціонуючої та злагодженої енергосистеми. Підвищення рівня цифровізації дозволяє не лише знижувати витрати та покращувати ефективність роботи, але й підвищувати безпеку та стійкість енергосистеми в цілому.

Література

1. Мінцифра вперше виміряє рівень цифровізації [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://thedigital.gov.ua/news/mintsifra-vpershe-vimiryae-riven-tsfrovizatsii-u-gromadakh-yak-tse-pratsyuvati>. – Назва з екрана.
2. Блінов І.В., Денисюк С.П., Цифрова трансформація в електроенергетиці [Електронний ресурс] / І.В. Блінов, С.П. Денисюк // Інноваційний шлях відновлення енергетики України – Режим доступу : <https://cigre.org.ua/viii-mizhnarodnyj-kongres-inzheneriv-ener/>. – Назва з екрана.
3. Цифрові технології в інноваційній трансформації економіки України : колективна монографія / Єгоров І.Ю., Никифорок О.І. та ін. ; за ред.: чл.-кор. НАН України Єгорова І.Ю., д.е.н. Никифорок О.І., к.е.н. Ліра В.Е. ; НАН України, ДУ "Ін-т. екон. та прогнозув. НАН України". – Електрон. ресурс. – К., 2020. – 308 с. : 41 табл., 17 рис. – Режим доступу : <http://ief.org.ua/docs/mg/321.pdf>
4. Тімченко О.М. Організаційно-економічні детермінанти розвитку цифрової енергетики в Україні / О.М. Тімченко, В.В. Небрат, В.Е. Лір, О.С. Биконя, Ю.В. Дубас // Економіка і прогнозування. – 2019 – 3: 78–100 – DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2019.03.078>

5. Буряк Є.В. Особливості вимірювання процесів цифровізації в контексті цілей економічного відновлення: фінансовий аспект / Є.В. Буряк, К.Ю. Редько, С.В. Сирцева, О.М. Шуплат // Академічні Візії – 2022 – DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7290459>
6. Касяненко І. А Реалізація стратегії розвитку цифровізації економіки України в умовах індустрії 4.0: міжнародний досвід країн ЄС / І. А. Касяненко, І. М. Грінько // Економічний вісник НТУУ “Київський політехнічний інститут” – 2022. - с. 24-33. – DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.21.2022.254838>
7. Показники якості надання послуг у сферах електропостачання [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://www.nerc.gov.ua/storage/app/sites/1/Docs/Sfery_ElektroEnergiia/Monitoring_elektrto/Zvit_pokaznyky_yakosti-poslug_1kv_2022.pdf. – Назва з екрана.

References

1. Ministry of Digital Transformation to Measure the Level of Digitalization for the First Time [Electronic Resource] – Access mode: <https://thedigital.gov.ua/news/mintsifra-vpershe-vimiryae-riven-tsifrovizatsii-u-gromadakh-yak-tse-pratsyuvatime>. – Screen title.
2. Blinov I.V., Denysiuk S.P., Digital Transformation in the Electric Power Industry [Electronic Resource] / I.V. Blinov, S.P. Denysiuk // Innovation Path for the Revival of Ukraine’s Energy Sector – Access mode: <https://cigre.org.ua/viii-mizhnarodnyj-kongres-inzheneriv-ener/>. – Screen title.
3. Digital Technologies in the Innovative Transformation of Ukraine’s Economy: Collective Monograph / Yehorov I.Yu., Nykyforuk O.I., et al.; edited by: Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine Yehorov I.Yu., Doctor of Economics Nykyforuk O.I., Ph.D. in Economics Lira V.E.; National Academy of Sciences of Ukraine, State Institution "Institute of Economics and Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine". – Electronic resource. – Kyiv, 2020. – 308 pages: 41 tables, 17 figures. – Access mode: <http://ief.org.ua/docs/mg/321.pdf>
4. Timchenko O.M. Organizational and Economic Determinants of Digital Energy Development in Ukraine / O.M. Timchenko, V.V. Nebrat, V.E. Lir, O.S. Bykonina, Y.V. Dubas // Economics and Forecasting. – 2019 – 3: 78–100 – DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2019.03.078>
5. Buryak Y.V. Features of Measuring Digitalization Processes in the Context of Economic Recovery Goals: Financial Aspect / Y.V. Buryak, K.Yu. Redko, S.V. Sytseva, O.M. Shuplat // Academic Visions – 2022 – DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7290459>
6. Kasianenko I.A. Implementation of the Digitalization Strategy for Ukraine’s Economy in the Context of Industry 4.0: International Experience of EU Countries / I.A. Kasianenko, I.M. Grinko // Economic Bulletin of NTUU “Kyiv Polytechnic Institute” – 2022. – Pp. 24-33. – DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.21.2022.254838>
7. Indicators of Service Quality in the Electricity Supply Sector [Electronic Resource] – Access mode: https://www.nerc.gov.ua/storage/app/sites/1/Docs/Sfery_ElektroEnergiia/Monitoring_elektrto/Zvit_pokaznyky_yakosti-poslug_1kv_2022.pdf. – Screen title.