

УДК 311.21

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252911

Розробка системи статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління

І. В. Дунаєв, І. Г. Готліб, Ю. О. Ольвінська, О. О. Фоміна, Д. В. Грибова,
Н. В. Оленцевич, Е. М. Попов, О. О. Носирев

Розроблено систему статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління. Визначено, що в процесі активізації процесів цифровізації виокремились різні методичні підходи щодо статистичного вимірювання ефективності управління. Встановлено індекси, що використовуються для складання міжнародних рейтингів розвитку цифрових технологій. Проаналізовано існуючі методичні підходи статистичного вимірювання впливу цифровізації на ефективність державного управління. У зв'язку з цим визначено, що не існує уніфікованого методу оцінки. Побудовано концептуальну модель системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації на організаційному рівні. Обґрунтовано, що розроблена модель створює підґрунтя для формування теоретико-методичних основ статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління. Систематизовано статистичні індикатори впливу цифрових технологій на ефективність управління. З'ясовано склад показників вимірювання зовнішньої ефективності, коефіцієнтів ефективності керованої підсистеми та керуючої підсистеми. Визначено, порядок розрахунку показника загальної ефективності управління. Запропоновано методичний підхід для діагностики руху показників ефективності управління. Встановлено, що відмінності у швидкості руху приводять до великих розбіжностей в значеннях показників. Визначено, що за допомогою вирішення системи рівнянь представляється можливим знайти точки перетину лінійних трендів. Використання запропонованого методичного підходу дасть можливість виміряти кількісні і якісні ефекти цифровізації та забезпечить ефективне управління на всіх рівнях за рахунок врахування інтересів всіх зацікавлених сторін.

Ключові слова: ефективність управління, оцінка рівня цифровізації, цифрові технології, система статистичного вимірювання.

1. Вступ

Одним з першочергових завдань порядку денного сучасних світових трендів є розвиток цифрової економіки. В глобальних масштабах цифрова трансформація охопила всі рівні соціально-економічної сфери. При цьому успіх від впровадження стратегії цифровізації в багатьох випадках залежить від того, наскільки якісно відбувається моніторинг і оцінка результативності і ефективності цифрових перетворень. Як наслідок, зростають вимоги від представників бізнесу, населення та держави до інформації, яку надає офіційна статистика. У зв'язку з цим відбувається розвиток методів статистичного спостереження і ви-

мірювання впливу цифрових технологій на процеси ефективності, що потребує впровадження нових правил, процедур, інструкцій. Головною відповіддю на виклики, пов'язані з необхідністю поглиблення існуючих методів оцінки, є, наперед, формування оптимальних підсистем інформаційного і методичного забезпечення, що задовольняють запити всіх зацікавлених сторін. У більшості країн практика здійснення статистичного вимірювання цифровізації економіки обмежується дослідженням інформаційно-комунікаційних технологій. Відповідно до цього вимірюються складові розвитку інформаційної галузі, зокрема рівень підготовки кадрів, інформаційна інфраструктура, рівень використання інформаційно-комунікаційних цифрових технологій на різних рівнях управління [1]. Доцільно зазначити, що офіційно затвердженої методики оцінки впливу цифрових технологій на будь-які процеси соціально-економічного розвитку на даний момент не існує. Склад наявної статистичної інформації лише частково характеризує розвиток цифрової економіки країн. Моніторинг та оцінка цифрової трансформації вимагає формування комплексної системи показників результативності та ефективності. При чому повинні бути враховані інтереси всіх користувачів цифрових технологій – держави бізнесу і громадян [2]. Це дозволить оцінити ефект від впроваджуваних технологій для всіх зацікавлених сторін, а також забезпечить досягнення необхідного балансу між підзвітністю за результати, що досягаються, і мінливістю технологічних рішень, властивою сучасному етапу розвитку технологій. Чинні стратегічні та програмні документи більшою мірою орієнтуються на моніторинг та оцінку створення умов та затребуваності тих чи інших видів цифрової взаємодії. При цьому вплив цифровізації на ефективність управління поки що враховується недостатньо. У зв'язку з цим підвищується актуальність вироблення методики статистичного вимірювання впливу цифровізації на ефективність управління. З одного боку, це дозволить обробляти інформацію, отриману від статистичних служб та інших офіційних джерел, а з іншого – створить додаткові можливості для оцінки цих показників у їхній системній єдності. Таким чином, дослідження, присвячені розробці системи статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління, є актуальними.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Прискорення процесів впровадження цифрових технологій на всіх рівнях управління потребує формування системи статистичного вимірювання їх впливу на показники ефективності.

В дослідженні [3] узагальнено розуміння конкретних аспектів цифрової трансформації, проте в ньому бракує вичерпної картини її природи та наслідків. При цьому автором наголошується, що нова цифрова реальність відкриває величезний потенціал для інновацій та продуктивності в організаціях і виходить за межі фірми впливати на окремих людей, галузі та суспільство. Одночасно вона впливає на здатність фірм підтримувати свою конкурентну перевагу, що робить її більш крихкою, ніж будь-коли, що пов'язано з неможливістю контролювати чисельні фактори оточення. Запропоновані в роботі підходи допомагають краще зрозуміти стратегічні наслідки цифрової трансформації та динаміч-

них взаємодій, які відбуваються між фірмами та їх середовищем, оскільки цифрові технології безпосередньо впливають на ці взаємодії. Розвиток майбутніх досліджень у цьому напрямку буде корисним, наприклад, при визначенні взаємозв'язків організаційної системи, а також потенційного зворотного зв'язку між використанням цифрових технологій і змінами в поведінці споживачів.

Продовження організаційного аспекту ефективності міститься в праці [4], де зазначається, що впровадження цифрових технологій та концепцій Industrial 4.0 стає все більш важливим для компаній, що діють на динамічних і конкурентних ринках. На практиці, однак, ці організації мають труднощі з реалізацією цих концепцій, оскільки Industrial 4.0 – це скоріше концепція, ніж готове до впровадження рішення. Крім того, його складність перешкоджає досягненню успішного впровадження систем Industrial 4.0, які дійсно включають усі організаційні аспекти та рівні. У цьому дослідженні представлено структуру для оцінки та керівництво реалізацією Industrial 4.0, яка спирається на розуміння зрілості та узгодження можливостей. Виходячи з цього, кожна організація може розробити власну «дорожню карту» для підвищення ефективності від впровадження Industrial 4.0. Логічним продовженням даної роботи є [5], де відзначається, що відповідно до Industrial 4.0 цифрові підприємства розвивати інноваційні можливості, що є важливою проблемою для китайських виробників. Автори одними з перших дослідили можливості інформаційних технологій, цифрову трансформацію, а також і інноваційна продуктивність виробничих підприємств. Використовуючи метод анкетування, здійснено якісний порівняльний аналіз і моделювання структурних рівнянь для дослідження множинних взаємозв'язків між інформаційно-технологічними можливостями, цифровою трансформацією та ефективністю інновацій. Результати дослідження свідчать про позитивний вплив можливостей інформаційних технологій на ефективність інноваційного процесу та цифрової трансформації, а також про позитивний вплив цифрової трансформації на обидва процеси. Обмеження даного підходу полягає у використанні суб'єктивного статистичного методу, зокрема нечітких множин.

Дана проблема вирішується в дослідженні [6], в якому проводиться емпіричне дослідження впливу цифрової трансформації на операційну та фінансову ефективність китайських компаній. Отримані результати свідчать про те, що інтенсивність цифрової трансформації має позитивну кореляцію з операційною продуктивністю та U-подібну кореляцію з фінансовими показниками, зокрема прибутком. Крім того, було виявлено, що цифрова трансформація має більш тривалий вплив на результати операційної діяльності, ніж на фінансові результати. За умови грамотної політики та інноваційного середовища покращення операційної діяльності за допомогою цифрової трансформації відбувається швидкими темпами. В роботі демонструється диференційований вплив цифрової трансформації на різні виміри організаційної ефективності та даються рекомендації для компаній щодо встановлення цілей цифрової трансформації. Це свідчить про практичну значимість дослідження.

Праця [7] також присвячена проблемам дослідження посередницького ефекту систем вимірювання продуктивності (PMS) у взаємозв'язку між цифровими можливостями та фінансовими показниками. Крім того, у цьому дослі-

дженні розглядається, як різні типи цифрових можливостей можуть підживлювати PMS, що призводить до покращення фінансових показників. Результати показують, що PMS значною мірою опосередковує взаємозв'язок між пов'язаними з цифровими людьми людськими можливостями і можливостями співпраці та фінансовими показниками. Проте значного посередницького ефекту PMS між пов'язаними з цифровими технічними та інноваційними можливостями та фінансовими показниками не було виявлено.

Мета дослідження [8] також є виявлення залежності між фінансовими показниками компаній та ступенем цифровізації їхніх бізнес-процесів. В якості основного фінансового показника пропонується використовувати операційний прибуток, який відображає результати поточної основної діяльності підприємств. Для розрахунку індексу цифровізації взято інформаційні дані компанії McKinsey на основі шести вимірювань: цифровий маркетинг, досвід роботи з цифровими продуктами, електронна комерція, електронне управління взаємовідносинами з клієнтами (E-CRM), соціальні мережі. Для статистичного вимірювання впливу використано метод регресійного аналізу, в результаті чого виявлено, що індекс цифровізації позитивно впливає на операційну ефективність компаній. При цьому рівень впливу залежить від галузі промисловості, зрілості та розміру підприємства. Зроблено висновок, що найбільший ефект від цифровізації спостерігається серед підприємств із традиційно високою цифровою зрілістю. Це компанії із галузі фінансів, технологій, або зв'язку, де цифровізація бізнесу життєво необхідна та де уповільнення процесів цифрової трансформації недопустимі. Оцінка впливу цифровізації компаній з їхньої операційної діяльності дозволить менеджменту компаній обрати єдино вірну стратегію в питаннях цифрових перетворень, яка забезпечить конкурентоспроможність компанії, підвищить її фінансову ефективність та сприятиме її розвитку. Дане дослідження є корисним навіть у масштабах країни, тому що дозволяє обрати галузі промисловості, які варто підтримувати шляхом субсидування. Аналогічно попередньому дослідженню в роботі [9] міститься оцінка впливу цифровізації на фінансові результати фірми. Інший підхід до вимірювання впливу цифрових технологій розглядається в дослідженні [10]. В даній роботі оцінюється зв'язок між цифровими злиттями та поглинаннями, цифровою базою знань з боку покупця, і наслідками для цифрових інновацій та ефективності фірми. Для оцінки використовується статистичний регресійний аналіз.

Чисельні дослідження присвячені вимірюванню впливу цифрових технологій на ланцюжки поставок. В статті [11] досліджено вплив цифровізації та Індустрії 4.0 на аналіз ефекту пульсації та контролю ризиків зривів у ланцюжку поставок (SC). Структура дослідження поєднує результати з двох ізольованих областей, тобто вплив цифровізації на управління SC (SCM) і вплив SCM на контроль ефекту пульсації. В дослідженнях [12–14] обґрунтовується роль штучного інтелекту у побудові стійкості ланцюга поставок. Результати [12] є корисними для осіб, які приймають інтегровані рішення у розгортанні штучного інтелекту для створення стійкого ланцюжка поставок. В [13] проводиться дослідження різних визначень і класифікацій ризику ланцюга поставок і пов'язаних з ними понять, таких як невизначеність. Метою цієї роботи було всебічне дослі-

дження ланцюжка поставок, яка вирішує проблеми, пов'язані з управлінням ризиками ланцюга постачання, використовуючи підходи, що входять до спектру штучного інтелекту. З розвитком і еволюцією інформаційних технологій конкуренція стає все більш інтенсивною в глобальному масштабі. Багато компаній прогнозують, що майбутнє управління ланцюгами поставок (SCM) може кардинально змінитися, від планування, оптимізації до транспортування з наявністю штучного інтелекту. Люди все більше будуть цікавитися машинним навчанням, штучним інтелектом та іншими інтелектуальними технологіями з точки зору SCM. У цьому контексті дослідження [14] дає огляд концепції штучного інтелекту та SCM.

Сучасний стан цифрових технологій в бізнесі країн з трансформаційною економікою кардинально відрізняється від сучасного світового. У зв'язку з цим є неприйнятними міжнародні методології для визначення рівня цифрової зрілості бізнесу з використанням відповідних показників через низький загальний рівень використання цифрових технологій в економічному просторі. Тому є актуальним завдання розробки національної методології визначення індексу цифрової зрілості бізнесу. Така методологія повинна враховувати сучасний стан національної економіки, відображати глибокий аналіз цифрових показників зрілості бізнес-структур. Крім того, враховувати їх динаміку, бути гнучкою, щоб швидко реагувати на нові економічні процеси і явища, та забезпечити подальшу уніфікацію з міжнародними методологіями (наприклад, DESI). У статті [15] аналізуються міжнародні підходи до вимірювання цифрової зрілості бізнес-структур і пропонується адаптована до нестабільних економічних умов методологія визначення індексу цифрової зрілості бізнесу.

В роботі [16] досліджується роль цифрових технологій у трансформації бізнесу послуг. Автори розглядають такі цифрові технології, як Інтернет речей (IoT), хмарні обчислення (CC) та прогнозна аналітика (PA) та їх вплив на трансформацію послуг у промислових компаніях. За допомогою моделі «Дані–Інформація–Знання–Мудрість» (DIKW) обґрунтовується, як цифрові технології перетворюють низькорівневі сутності, такі як дані, в інформацію та знання для підтримки трансформації послуг виробників.

Цифрові технології трансформують операції, продукти та послуги у великих і малих організаціях. Цифрову трансформацію організацій представляють як рішення організаційних проблем, пов'язаних як з ефективністю, так і результативністю. Процес успішної реалізації цифрової трансформації гальмується різними бар'єрами. У статті [17] розглядаються деякі з поширених дилем, з якими стикаються менеджери, які можуть бути актуальними в різних організаційних сценаріях. Проаналізовано фактори, що забезпечують відправну точку для створення успішних цифрових трансформацій у бізнесі.

Як і попереднє, дослідження [18] акцентує увагу на тому, що цифровізація руйнує традиційні бізнес-моделі компаній. З цією метою задля підтримки поточного рівня конкурентоспроможності компаніям необхідно адаптуватися до мінливих умов, розробляти та впроваджувати стратегії впровадження цифрових технологій у свої бізнес-процеси. У статті представлено структурований підхід до системного моделювання цифровізації бізнесу.

В роботі [19] розроблено модель цифровізації державного корпоративного сектору, в якій містяться взаємозв'язки між факторами і показниками ефективності управління бізнес-процесами.

Результати проведеного аналізу [3–19] доводять, що лівова частка наукових досліджень розглядає вплив цифровізації та розвитку цифрових технологій на операційну і фінансову діяльність. При цьому для вимірювання впливу використовуються статистичні методи оцінки. Проте, жодна з розглянутих праць не містить спроби формування системи статистичного вимірювання впливу цифровізації на ефективність управління в цілому. У зв'язку з цим розробка системи статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління є актуальною і потребує поглибленого дослідження.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження полягає в розробці системи статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління. Це створить підґрунтя для визначення головних драйверів ефективності управління на різних рівнях в умовах цифровізації економіки.

Для досягнення поставленої мети представляється доцільним вирішити наступні задачі:

- проаналізувати існуючі методичні підходи до статистичного вимірювання рівня розвитку цифрових технологій;
- обґрунтувати концептуальну модель системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації;
- визначити систему статистичних індикаторів умов впровадження цифрових технологій, що чинять найбільш суттєвий вплив на ефективність управління;
- дослідити методи статистичної діагностики руху показників ефективності управління під впливом цифровізації.

4. Матеріали та методи досліджень

Теоретико-методичною базою проведеного дослідження виступили базові положення теорії ефективності, концепції цифровізації економіки, теоретичні і методологічні розробки сучасних науковців в управлінській сфері, а також окремі дослідження окремих науковців.

В процесі дослідження було використано комплекс наукових методів пізнання. Для аналізу методичних підходів статистичного вимірювання рівня розвитку цифрових технологій використано метод узагальнення, метод порівняння. В процесі обґрунтування концептуальної моделі системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації використано метод системного аналізу, алгоритмізації і структуризації. З метою визначення системи статистичних індикаторів умов впровадження цифрових технологій, що чинять найбільш суттєвий вплив на ефективність управління, використано метод групування і формалізації. Дослідження руху показників ефективності управління під впливом цифровізації здійснено за допомогою статистичного методу регресійного аналізу. Коефіцієнти рівняння регресії було визначено методом найменших квадратів.

5. Результати досліджень теоретико-методичних аспектів статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління

5.1. Аналіз методичних підходів до статистичного вимірювання рівня розвитку цифрових технологій

Внаслідок посилення процесів цифровізації на різних рівнях управління сформувався комплекс методичних підходів до статистичного вимірювання рівня розвитку цифрових технологій як на мікро-, так і на макрорівні.

На міжнародному рівні активно використовуються методи рейтингової оцінки цифровізації економіки. Зокрема, розраховуються наступні індекси:

- індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (IDI);
- індекс цифрової економіки та суспільства (DESI);
- індекс світової цифрової конкурентоспроможності (WDCI);
- індекс цифрової еволюції (DEI);
- індекс цифровізації економіки Boston Consulting Group (e-Intensity);
- індекс мережевої готовності (NRI);
- індекс розвитку електронного уряду (EGDI);
- індекс електронної участі (EPART);
- індекс глобального підключення (GCI);
- глобальний індекс інновацій (GII) [20].

Кожний з індексів складається з субіндексів, відповідно до чого формується глобальна система статистичного вимірювання рівня розвитку цифрових технологій. В Україні також відбуваються процеси моніторингу більшості індексів. Наприклад, з 2013 р. бере участь у рейтингах за індексом DESI, тобто з моменту створення національної системи показників інформаційного суспільства [21]. Крім того, активізація процесів євроінтеграції приводить до посилення розвитку цифрової економіки. Так, за індексом EGDI у 2020 р., Україна зайняла 69 місце з 193 країн, що характеризує її як країну, що має високий рівень розвитку електронного уряду. За індексом NRI у 2019 р. Україна займала 67 місце серед 121 країн світу, а за індексом WDCR – 60 місце з 63 [22].

Доцільно відзначити, що на основі узагальнення глобальних індексів цифровізації можна розрахувати комплексний індекс. Основу для розрахунку глобальних статистичних індексів розвитку цифрових технологій складає підхід до моніторингу сфери цифрової індустрії на національному рівні. З цією метою розраховується система статистичних показників, що вимірюють розвиток ІКТ-сектору, а також індикатори розвитку сектору контенту і засобів масової інформації [23].

Також представляють інтерес підходи до вимірювання ефектів від цифровізації в сфері державного управління. Відповідно до цього виокремилися методи статистичного вимірювання їх взаємовпливів, які базуються на різних показниках. Проте, не всі підходи враховують ризики від впровадження цифрових технологій. Розроблення пропозицій щодо вирішення зазначеної проблеми створили основу для створення системи показників результативності та ефективності цифровізації державного управління. В межах методичного підходу здійснено групування різноманітних показників статистичного вимірювання цифровізації в чотири блоки. В даних блоках відображається оцінка результативності та ефективності впливу цифрових технологій по відношенню до наступних зацікавлених груп: населення,

бізнесу, держави та державних посадовців [24]. На відміну від попереднього, існує метод статистичного вимірювання цифровізації державного управління, що систематизує показники за цільовими напрямками аналізу. У зв'язку з цим перша група показників належить до оцінки технологічної реалізованості цифрових рішень для системи державного управління. Друга група оцінює інфраструктурну готовність до цифровізації. Третя – економічну доцільність впровадження цифрових технологій в сектор державного управління. Крім того, виокремилась ще одна група показників, які використовують для оцінки суб'єктивних параметрів цифровізації (наприклад, прийняття цифровізації населенням, наслідки цифровізації, цифрові навички тощо) [25].

Статистичне вимірювання впливу цифрових технологій на діяльність організацій передбачає використання одиничних індикаторів та їх порівняння за регіональним або продуктовим принципом. Так, в якості статистичних індикаторів можуть виступати інтенсивність використання широкосмугового доступу до Інтернету серед організацій, а також показники електронної торгівлі. Також набирає популярності розрахунок статистичних коефіцієнтів, за допомогою яких представляється можливим визначити розбіжності в певних показниках. Для цього можуть бути розраховані середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт осциляції, коефіцієнт Джині тощо [26].

5. 2. Дослідження складових системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації

На основі розглянутих методичних підходів до проведення статистичного вимірювання рівня розвитку цифрових технологій побудовано концептуальну модель системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації на організаційному рівні (рис. 1).

Побудована концептуальна модель є своєрідним підґрунтям для формування теоретико-методичних основ статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління. В свою чергу до елементів ефективності управління належать зовнішня ефективність, ефективність керуючої підсистеми і ефективність керованої підсистеми. Кожний елемент характеризується певним набором індикаторів.

В межах концептуальної моделі відбувається формування підсистем інформаційного і методичного забезпечення, розробляються рекомендації щодо аналізу ефективності управління. Це дає можливість виокремити систему статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління та визначити пріоритетні напрями розвитку економічних суб'єктів в умовах цифровізації.

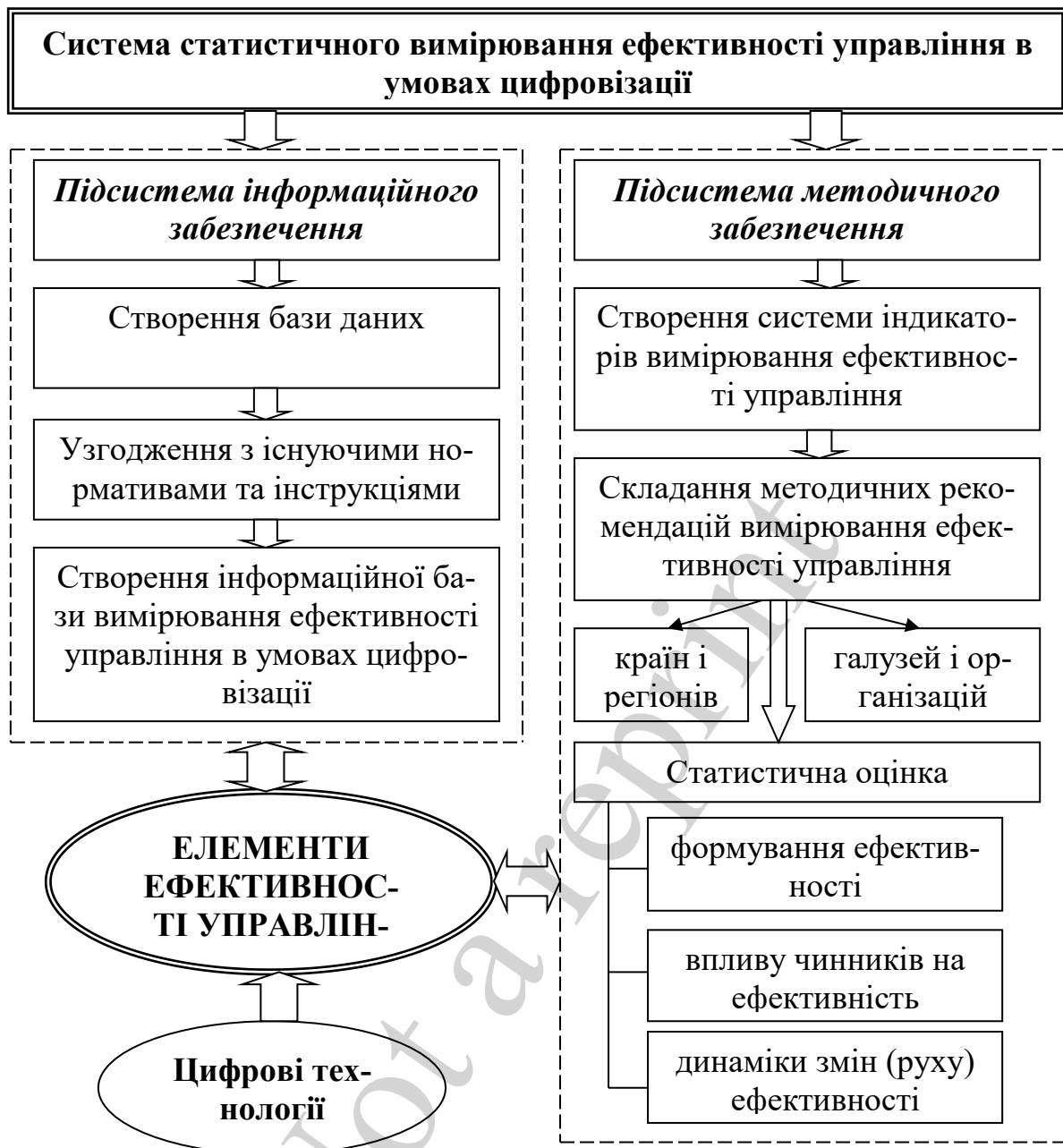


Рис. 1. Концептуальна модель системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації
Примітка: складено за даними [27–30]

5. 3. Результати дослідження статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління

Відповідно до теорії загальної статистики всі індикатори, якими вимірюється те чи інше явище або процес, поділяються на абсолютні та відносні показники. В свою чергу, за допомогою цих показників формується відповідна система статистичного вимірювання. Система статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління наведена на рис. 2. Варто відзначити, що ефективність управління розглядається з позиції інтеграційного поєднання аспектів системного і процесного підходів. Системний підхід передбачає цілісність елементів управління та їх взаємодію у напрямку досягнення запланованих

результатів, беручи до уваги зовнішні чинники. Процесний підхід полягає у послідовній реалізації основних функцій управління. Відповідно до цього показники ефективності управління доцільно розділити на показники ефективності системи управління і показники ефективності процесу управління.

Далі представляється більш детально охарактеризувати показники ефективності системи і процесу управління.

Так як система управління складається з об'єкту і суб'єкту управління, взаємодіє з зовнішнім оточенням, ключовими показниками виступають коефіцієнт ефективності керуючої і керованої підсистем, а також коефіцієнт зовнішньої ефективності.

Показники зовнішньої ефективності визначають ступінь взаємодії між організацією, з одного боку, та стейкхолдерами – з іншого. В якості останніх зазвичай виступають інвестори, постачальники, споживачі, конкуренти, державні інститути. Так як індикатори зовнішньої ефективності виражають збалансованість інтересів, вони не мають кількісної оцінки.

Коефіцієнт ефективності керуючої підсистеми може бути визначений за допомогою адитивної моделі, до складу якої належать ефективність діяльності управлінського персоналу, організаційної структури, технологій управління, корпоративної культури.

Коефіцієнт ефективності керованої підсистеми складається з індикаторів ефективності операційної фінансової, маркетингової, кадрової, інвестиційної, інноваційної підсистем [31].

В свою чергу, процес управління передбачає реалізацію основних функцій менеджменту. У зв'язку з цим показники ефективності процесу управління відображають результативність планування, організації, мотивації, контролю і координації. Головним критерієм планування є підвищення точності і збалансованості прогнозів. Раціональна організація передбачає оптимізацію організаційної структури. Наслідком ефективної мотивації є підвищення продуктивності праці. Результативний контроль підвищує ефективність прийняття управлінських рішень.

Також цікавим є підхід, який базується на визначенні ефективності управління шляхом зіставлення результатів (прибутку, рентабельності, іміджу, частки ринку) з адміністративними витратами. В даному випадку розраховується загальний коефіцієнт ефективності управління (E_y), який має вигляд:

$$E_y = P/AB, \quad (1)$$

де P – результати діяльності організації;

AB – адміністративні витрати [29].

Показники, що характеризують розвиток цифрових технологій, систематизовано відповідно до даних, які генеруються в Державній службі статистики.

Взаємозв'язок між процесами цифровізації і ефективності управління можна представити наступним чином:

$$D \rightarrow E_{MP} \leftrightarrow E_{MS}. \quad (2)$$

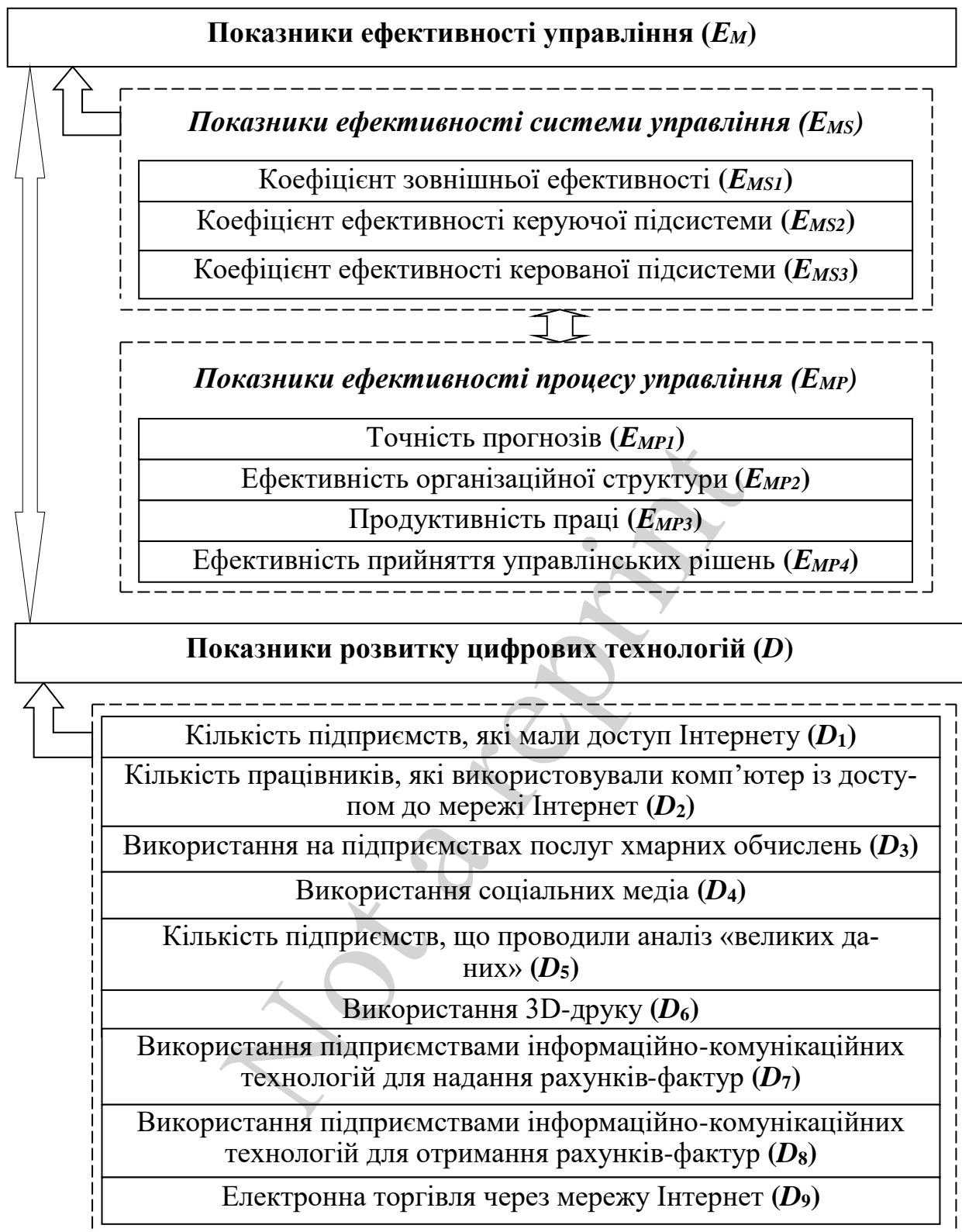


Рис. 2. Система статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління
Примітка: складено за даними [29, 32–36]

Варто відзначити, що силу взаємозв'язку кожного показника можна визначити за допомогою коефіцієнту кореляції, який характеризує рівень розвитку цифрових технологій, на певний показник ефективності управління.

5. 4. Дослідження методів статистичної діагностики руху показників ефективності управління під впливом цифровізації

Для визначення напрямку і швидкості руху окремих показників ефективності управління під впливом цифровізації пропонується використовувати рівняння регресії [37]. Відповідно до цього вихідне значення i -го показника ефективності управління ($E_i(t)$) буде мати наступний вираз:

$$E_i(t)=a_i+b_i t, \quad (3)$$

де t – період (роки); a_i , b_i – параметри рівняння регресії.

Доцільно відзначити, що тенденції змін показників ефективності управління під впливом цифровізації мають суттєві розбіжності в різних країнах, регіонах, галузях, а також організаціях. В процесі статистичної діагностики швидкості руху окремих показників ефективності управління під впливом цифровізації представляється можливим здійснити порівняння їх рівня досягнення одними суб'єктами економіки відносно інших. З формальної точки зору, всі суб'єкти економіки відчувають наслідки впливу цифрових технологій, внаслідок чого відбуваються динамічні зміни в показниках ефективності. Проте, ці зміни не є однаковими. За допомогою лінійного рівняння регресії з'являється можливість представити аналітичне вираження напрямку прямолінійного руху за конкретним показником ефективності. Варто відзначити, що при цьому коефіцієнт a_i означає базові умови i -го показника ефективності, а коефіцієнт b_i – швидкість руху суб'єкта економіки під впливом цифровізації за i -тим показником ефективності.

Враховуючи динамічні зміни показників, доцільно відзначити, що різні економічні суб'єкти мали різний рівень i -го показника ефективності ще до впровадження цифрових технологій. При цьому відмінності у швидкості руху приводять до ще більших розбіжностей в значеннях показників. Разом з тим, за допомогою вирішення системи рівнянь представляється можливим знайти точки перетину лінійних трендів. Система рівнянь має вигляд:

$$\begin{cases} E_i^n(t) = a_i^n + b_i^n t, \\ E_i^m(t) = a_i^m + b_i^m t, \end{cases} \quad (4)$$

де $E_i^n(t)$, $E_i^m(t)$ – i -тий показник ефективності управління n -го та m -го суб'єкта економіки відповідно.

Шляхом розв'язання системи рівнянь (4) знаходимо період (t), коли порівнювані суб'єкти економіки будуть мати однаковий рівень i -го показника ефективності управління. Чим більше отримане значення, тим більш глибокі відмінності має вплив цифрових технологій на ефективність управління.

Для більшого розуміння запропонованої методики представляється доцільним розглянути приклад дослідження руху загального показника ефективності управління під впливом цифровізації провідних українських коксохімічних підприємств. Зокрема, в якості обраних підприємств виступають ПрАТ «Авді-

ївський коксохімічний завод» і ПрАТ «Запоріжжкокс», які входять до складу компанії «Метінвест». Вибір зумовлено тим фактом, що компанія активно використовує досвід впровадження цифрових технологій на своїх підприємствах. Крім того, починаючи з 2018 р. було виокремлено спеціальний ІТ-підрозділ, який відповідає за процеси цифровізації, – «Метінвест Діджитал». Завдяки новоствореному підрозділу цифрова трансформація в компанії «Метінвест» охопила майже всі бізнес-процеси. В компанії впроваджено комплексну цифрову модель, яка складається з трьох напрямів – Business Engagement, Solution Delivery і Service Management. Business Engagement забезпечує ефективну взаємодію між підприємствами компанії. Solution Delivery впроваджує цифрові інновації. Service Management супроводжує і підтримує впровадження цифрових технологій та рішень.

Ефект від цифровізації в компанії «Метінвест» має комплексний характер. Підвищення ефективності основних функцій управління і вдосконалення системи управління позначилося на рівні продажу та якості продукції, обслуговуванні клієнтів, зниженні втрат. За підсумками 2019 р. компанія зекономила майже 50 млн. дол. за рік. В першу чергу, це пов'язано з оптимізацією функцій планування і контролю. Так, математичне моделювання оптимального складу вугільної шихти для коксу привело до зниження вартості вугільної шихти на 1,1 %, внаслідок чого економія склала 20 млн. дол. В свою чергу, використання штучного інтелекту для керування температурою у доменних печах привело до зниження вмісту кремнію у чавуні з 0,65 % до 0,50 %, внаслідок чого економія склала 30 млн. дол. [38].

При цьому інтенсивність цифровізації процесів управління на кожному підприємстві суттєво відрізняється. Результати розрахунку коефіцієнтів рівнянь регресії показника ефективності управління для досліджуваних підприємств наведено на рис. 3 і в табл. 1.

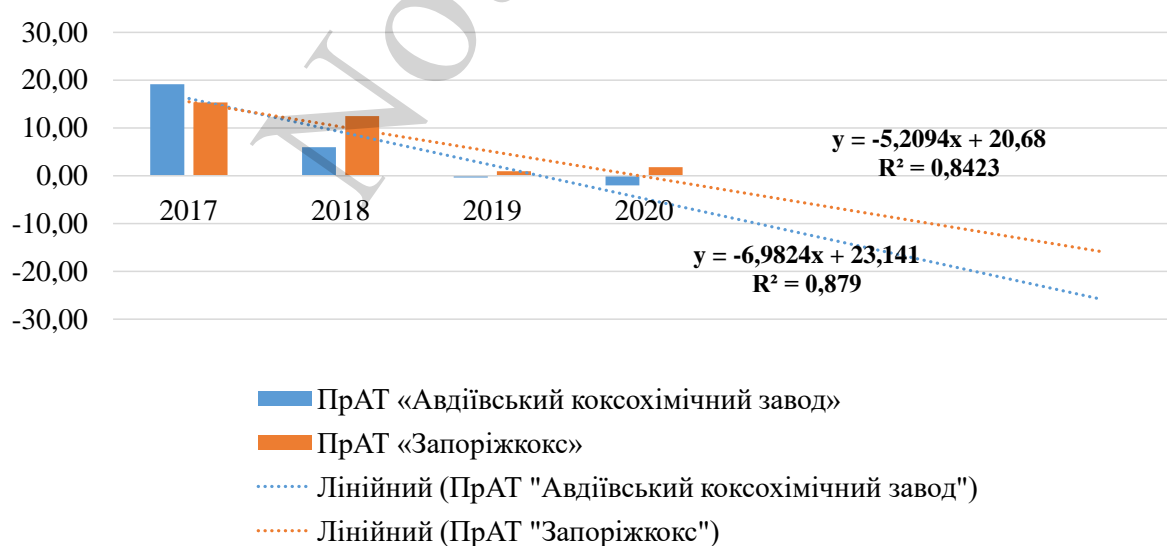


Рис. 3. Визначення коефіцієнтів рівнянь руху підприємств під впливом цифровізації

Примітка: складено за даними [29, 39–41]

Таблиця 1

Параметри лінійних трендів ефективності управління на прикладі коксохімічних підприємств

Найменування підприємства	Коефіцієнти рівняння регресії		Похибка апроксимації, R^2	Період перетину з лінійними трендами, роки	
	a_i	b_i		ПрАТ «Авдіївський коксохімічний завод»	ПрАТ «Запоріжжестокс»
ПрАТ «Авдіївський коксохімічний завод»	23,141	-6,9824	0,879	-	1,4
ПрАТ «Запоріжжестокс»	20,68	-5,2094	0,8423	1,4	-

Аналіз рис. 3 і табл. 1 доводить про однакові тенденції руху лінійних трендів показника ефективності управління досліджуваних підприємств. Перетин ліній трендів відбувся у минулому (2018 р.), коли показники ефективності управління мали найбільші значення. В перспективі за незмінних умов лінії трендів не перетнуться. Достовірність прогнозу є високою, про що свідчить розрахований коефіцієнт апроксимації.

Варто відзначити, що запропонований метод є універсальним і може бути використаним для порівняння швидкості руху й інших показників.

6. Обговорення результатів дослідження теоретико-методичних аспектів статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління

Аналіз методичних підходів до статистичного вимірювання рівня розвитку цифрових технологій засвідчив про відсутність уніфікованого підходу. Одночасно експертами [19, 42] складаються різноманітні рейтинги цифровізації економіки різного рівня – міжнародні, державні, регіональні, галузеві. В основі кожного методичного підходу міститься цілісна система субіндексів, на основі яких розраховується інтегральний показник розвитку цифрових технологій, а також визначаються напрями і кроки щодо подальшої цифровізації [19]. Проте, видове різноманіття методичних підходів на рівні організацій потребує їх системного узагальнення та вибору найбільш прийняттого для конкретних умов економічної діяльності варіанту.

В процесі проведеного дослідження представилося можливим побудувати концептуальну модель системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації на організаційному рівні (рис. 1). На відміну від попередніх досліджень, в яких виокремлено лише основні елементи системи, запропонована модель містить забезпечувальні підсистеми – інформаційну і методичну, від яких у великій мірі залежить стан функціонування елементів ефективності управління. В свою чергу, до елементів ефективності управління пропонується віднести зовнішню ефективність, ефективність керуючої підсистеми і ефективність керованої підсистеми.

На основі проведених досліджень показники узагальнено в систему статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління (рис. 2). Обґрунтовано зміст кожної складової. Крім того, запропоновано встановлювати взаємозв'язок, а також розбіжності між індикаторами цифрового розвитку і ефективності управління шляхом використання статистичних коефіцієнтів, зокрема коефіцієнту кореляції, варіації, осциляції.

З метою здійснення статистичної діагностики руху показників ефективності управління під впливом цифровізації пропонується використовувати регресійний аналіз. Використання рівняння регресії дасть можливість для аналітичного вираження напрямів прямолінійних рухів за конкретними показниками ефективності управління. Для статистичного порівняння значень конкретних показників пропонується використовувати систему рівнянь (3). Результати практичної реалізації рекомендованого методичного підходу наведені на рис. 3 і в табл. 1, відповідно до чого однакові тенденції руху лінійних трендів показника ефективності управління досліджуваних підприємств.

Результати проведеного дослідження з розробки системи статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління сформують підґрунтя для забезпечення якісного управління на всіх рівнях. Одночасно, це виступає передумовою для досягнення позитивних ефектів від впровадження цифрових технологій та гармонізації інтересів всіх зацікавлених сторін.

Практичну значущість дослідження доводить запропонована система статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління. Крім того, є цікавим методичний підхід статистичної діагностики руху показників ефективності управління під впливом цифровізації, який є універсальним і може бути адаптованим для вимірювання швидкості руху й інших показників.

Оцінюючи релевантність рекомендованих методичних підходів, доцільно відзначити, що вони є універсальними. Іншими словами, дані методи статистичного вимірювання можна використовувати на різних рівнях управління і для різних суб'єктів економіки. Як наслідок, це вказує на певну обмеженість запропонованих рекомендацій через їх узагальнений зміст, що не враховує специфіку розвитку, наприклад, галузевих трендів.

Розвиток подальших досліджень, що були розпочаті доцільно спрямувати на більш глибоку і детальну розробку системи показників статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління конкретного суб'єкта економіки. Особливу увагу необхідно приділити вивченню відповідних цифрових тенденцій в базових галузях національної економіки і оцінці їх впливу на складові елементи ефективності управління. В свою чергу, це вимагає розширення запропонованої системи статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління.

7. Висновки

1. Встановлено, що процеси статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління привели до формування комплексу методичних підходів як на мікро-, так і на макрорівні. Охарактеризовано методи рейтингової оцінки цифровізації економіки, підґрунтя для яких становлять гло-

бальні індекси розвитку цифрових технологій. У зв'язку з цим визначено позицію України за індексами EGDI, NRI, WDCR. Визначено підходи до вимірювання ефектів від цифровізації в сфері державного управління. Обґрунтовано, що статистичне вимірювання впливу цифрових технологій на діяльність організацій передбачає використання одиничних індикаторів та їх порівняння за регіональним або продуктовим принципом.

2. Запропоновано концептуальну модель системи статистичного вимірювання ефективності управління в умовах цифровізації на організаційному рівні. Встановлено, що дана модель виступає своєрідним підґрунтям для формування теоретико-методичних основ статистичного вимірювання впливу цифрових технологій на ефективність управління. Обґрунтовано підсистеми інформаційного і методичного забезпечення та склад елементів ефективності управління, до яких належать зовнішня ефективність, ефективність керуючої підсистеми і ефективність керованої підсистеми.

3. Розроблено систему статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління. Охарактеризовано показники ефективності управління. Встановлено показники вимірювання зовнішньої ефективності, складові коефіцієнти ефективності керованої підсистеми та керуючої підсистеми. Доведено важливість підходу до статистичного вимірювання впливу цифрових технологій, який базується на визначенні загальної ефективності управління шляхом зіставлення результатів з адміністративними витратами.

4. За результатами розробленої системи статистичних індикаторів впливу цифрових технологій на ефективність управління запропоновано методичний підхід для діагностики руху показників ефективності. Використовуючи лінійне рівняння регресії представлено аналітичне вираження напряму прямолінійного руху за конкретним показником ефективності. Встановлено, що відмінності у швидкості руху викликають великі розбіжності в значеннях показників. Визначено, що за допомогою вирішення системи рівнянь представляється можливим знайти точки перетину лінійних трендів. Розглянуто дослідження руху загального показника ефективності управління під впливом цифровізації на прикладі провідних українських коксохімічних підприємств.

Література

1. Вишне夫斯基, К. О., Гохберг, Л. М. и др. (2019). Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение. Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 82. URL: https://www.hse.ru/data/2019/04/12/1178004671/2%20%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf
2. Україна 2030Е – країна з розвинутою цифровою економікою. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html>
3. Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems, 28 (2), 118–144. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>

4. Issa, A., Hatiboglu, B., Bildstein, A., Bauernhansl, T. (2018). Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia CIRP*, 72, 973–978. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.151>
5. Chu, Y., Chi, M., Wang, W., Luo, B. (2019). The Impact of Information Technology Capabilities of Manufacturing Enterprises on Innovation Performance: Evidences from SEM and fsQCA. *Sustainability*, 11 (21), 5946. doi: <https://doi.org/10.3390/su11215946>
6. Guo, L., Xu, L. (2021). The Effects of Digital Transformation on Firm Performance: Evidence from China's Manufacturing Sector. *Sustainability*, 13 (22), 12844. doi: <https://doi.org/10.3390/su132212844>
7. Nasiri, M., Ukko, J., Saunila, M., Rantala, T., Rantanen, H. (2020). Digital-related capabilities and financial performance: the mediating effect of performance measurement systems. *Technology analysis & strategic management*, 32 (12), 1393–1406. doi: <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1772966>
8. Черкасова, В. А., Слепушенко, Г. А. (2021). Влияние цифровизации бизнеса на финансовые показатели российских компаний. *Финансы: теория и практика*, 25 (2), 128–142. doi: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-2-128-142>
9. Abou-foul, M., Ruiz-Alba, J. L., Soares, A. (2020). The impact of digitalization and servitization on the financial performance of a firm: an empirical analysis. *Production Planning & Control*, 32 (12), 975–989. doi: <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1780508>
10. Hanelt, A., Firk, S., Hildebrandt, B., Kolbe, L. M. (2020). Digital M&A, digital innovation, and firm performance: an empirical investigation. *European Journal of Information Systems*, 30 (1), 3–26. doi: <https://doi.org/10.1080/0960085x.2020.1747365>
11. Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B. (2018). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57 (3), 829–846. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086>
12. Belhadi, A., Kamble, S., Fosso Wamba, S., Queiroz, M. M. (2021). Building supply-chain resilience: an artificial intelligence-based technique and decision-making framework. *International Journal of Production Research*. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1950935>
13. Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., Antoniou, G. (2018). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57 (7), 2179–2202. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>
14. Helo, P., Hao, Y. (2021). Artificial intelligence in operations management and supply chain management: an exploratory case study. *Production Planning & Control*, 1–18. doi: <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1882690>
15. Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H. (2019). The Main Barriers and Drivers of the Digital Transformation of Ukraine Business Structures. *Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Ap-*

plications. *Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, 2387, 50–64. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190050.pdf>

16. Ardolino, M., Rapaccini, M., Saccani, N., Gaiardelli, P., Crespi, G., Ruggeri, C. (2017). The role of digital technologies for the service transformation of industrial companies. *International Journal of Production Research*, 56 (6), 2116–2132. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1324224>

17. Heavin, C., Power, D. J. (2018). Challenges for digital transformation – towards a conceptual decision support guide for managers. *Journal of Decision Systems*, 27 (1), 38–45. doi: <https://doi.org/10.1080/12460125.2018.1468697>

18. Averina, T., Barkalov, S., Fedorova, I., Poryadina, V. (2021). Impact of digital technologies on the company's business model. *E3S Web of Conferences*, 244, 10002. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124410002>

19. Dunayev, I., Kud, A., Latynin, M., Kosenko, A., Kosenko, V., Kobzev, I. (2021). Improving methods for evaluating the results of digitizing public corporations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (13 ((114))), 17–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.248122>

20. Головенчик, Г. Г. (2018). Рейтинговий аналіз рівня цифрової трансформації економік країн ЕАЕС і ЄС. *Цифрова трансформація*, 2 (3), 5–18. URL: https://dt.giac.by/jour/article/view/75/61?locale=ru_RU

21. Єгоров, І. Ю., Грига, В. Ю. (2019). Порівняльний аналіз наявності індикаторів цифровізації в Україні та інших країнах Східного партнерства ЄС. *Статистика України*, 3, 56–62. doi: [https://doi.org/10.31767/su.3\(86\)2019.03.06](https://doi.org/10.31767/su.3(86)2019.03.06)

22. Яворський, П., Таран, С., Шепотило, О., Гаманюк, О. (2020). Інтеграція України у єдиний цифровий ринок ЄС. Потенційні економічні переваги. Київ: ГО «Український центр європейської політики», 51. URL: https://eu-ua.kmu.gov.ua/sites/default/files/inline/files/dig_ukraine_eu_15.12.2020-_2.pdf

23. Grytsulenko, S., Zakharchenko, L. (2019). Development of comparative assessment method of digital economy based on the integral index. *Technology Audit and Production Reserves*, 6 (4 (50)), 33–39. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.188751>

24. Добролюбова, Е. И. (2020). Показатели результативности и эффективности цифровизации государственного управления. Москва, 70. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3678028

25. Сидоренко, Э. Л., Барциц, И. Н., Хисамова, З. И. (2019). Эффективность цифрового государственного управления: теоретические и прикладные аспекты. *Вопросы государственного и муниципального управления*, 2, 93–114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-tsifrovogo-gosudarstvennogo-upravleniya-teoreticheskie-i-prikladnye-aspekty>

26. Минашкин, В. Г., Прохоров, П. Э. (2018). Статистический анализ использования цифровых технологий в организациях: региональный аспект. *Статистика и экономика*, 15 (5), 51–62. doi: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2018-5-51-62>

27. Артем'єва, І. О. (2020). Напрями розвитку системи статистичного вимірювання параметрів цифрової економіки. *Статистика України*, 1, 66–74. doi: [https://doi.org/10.31767/su.1\(88\)2020.01.08](https://doi.org/10.31767/su.1(88)2020.01.08)

28. Олійник, Д. І. (2021). Щодо вимірювання процесів цифровізації в контексті цілей економічного відновлення. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2021-08/tsyfrovizatsiya1.pdf>
29. Назарчук, Т. В., Косіюк, О. М. (2016). Менеджмент організацій. Київ: «Центр учбової літератури», 560. URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2017/menedzhment_org.pdf
30. Gölzer, P., Fritzsche, A. (2017). Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice. *Production Planning & Control*, 28 (16), 1332–1343. doi: <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1375148>
31. Cooper, C., Bou, J. T., Varley-Campbell, J. (2019). Evaluating the effectiveness, efficiency, cost and value of contacting study authors in a systematic review: a case study and worked example. *BMC Medical Research Methodology*, 19 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0685-0>
32. Kotarba, M. (2017). Measuring Digitalization – Key Metrics. *Foundations of Management*, 9 (1), 123–138. doi: <https://doi.org/10.1515/fman-2017-0010>
33. Parviainen, P., Kääriäinen, J., Tihinen, M., Teppola, S. (2017). Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5 (1), 63–77. doi: <https://doi.org/10.12821/ijispm050104>
34. Семенова, В. Г. (2015). Система показників оцінювання ефективності управління інтелектуальною власністю підприємств. *Проблеми економіки*, 2, 179–185. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2015-2_0-pages-179_185.pdf
35. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах. Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html
36. Ничипоренко, К. В., Александрова, М. В. Цифровізація. URL: https://iee.org.ua/wp-content/uploads/2019/02/Prezentatsiya_Margarita-szhatyiy.pdf
37. Окара, Д. В. (2018). Економетрія. Одеса: ОДАБА, 144. URL: <http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/5155/1/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F.pdf>
38. Григоренко, Ю. (2021). Сталева цифра: як металурги й гірники розвивають ІТ-технології. URL: <https://gmk.center/ua/posts/staleva-cifra-yak-metalurgi-j-girniki-rozvivajut-it-tehnologii/>
39. ПАТ «Авдіївський коксохімічний завод». URL: <https://akhz.met-investholding.com/ua>
40. ПрАТ «Запоріжжкокс». URL: <https://www.zaporozhcoke.com/>
41. Nunkoo, R., Seetana, B., Jaffur, Z. R. K., Moraghen, P. G. W., Sannasee, R. V. (2019). Tourism and Economic Growth: A Meta-regression Analysis. *Journal of Travel Research*, 59 (3), 404–423. doi: <https://doi.org/10.1177/0047287519844833>
42. Dunayev, I. (2018). The modernization logics and principles of designing a new generation of regional economic policies: findings for recent Ukraine and Eastern-European countries in transition. *Modernization: Progress in Economics Research*. Vol. 41. New York: NOVA Publ., 53–90.