

В. І. Скіцько,
к. е. н., доцент, доцент кафедри економіко-математичного моделювання,
ДВНЗ "Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана"

СИНЕРГІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

V. Skitsko,
Candidate of Sciences (Economics), Docent, Associate Professor of Economic and Mathematical Modeling
Department, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

SYNERGY OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN LOGISTICS SYSTEMS

У статті на основі існуючих публікацій та досліджень здійснено аналіз та уточнено аспекти прояву ефекту синергії цифрових технологій в логістичних системах. Показано, що серед цифрових технологій переважна більшість є технологіями, які можуть узвзаємодіяти з іншими технологіями досягнути деякого спільного результату, який буде більшим за сумарний результат у вигляді звичайної суми результатів від окремої дії кожної із взаємодіючих цифрових технологій. Описано можливі впливи один на одного актуальних для логістичних систем цифрових технологій (Великі дані, Інтернет Речей, Хмарні обчислення, автономні роботи, Штучний інтелект, самокеровані транспортні засоби та безпілотні літальні апарати, 3D-друк, сенсорні технології, віртуальна та доповнена реальність, Блокчейн, бездротовий зв'язок нового покоління, біонічні технології) щодо появи ефекту синергії; побудовано схематичне зображення таких зв'язків між цифровими технологіями в контексті їх синергії.

In this paper, an analysis was done based on existing publishings and researches, and the aspects of the manifestation of synergy effect in digital technologies in logistics systems were specified. We showed that among digital technologies prevail the technologies which can interact with each other to get results for a common goal, which (results) would be better, than the summary effectiveness in case of separate use of technologies. The influences on each other for digital technologies in logistic systems were described (Big Data, Internet of Things, Cloud Computing, Autonomous Robots, Artificial Intelligence, Self-driving Vehicles and Unmanned Aerial Vehicles, 3D-printing, Sensor Technology, Augmented Reality and Virtual Reality, Blockchain, Next-generation Wireless, Bionic Enhancement) towards the manifestation of synergy effect; the schematic picture with the connections between digital technologies in the context of their synergy was drawn.

*Ключові слова: цифрова технологія, логістична система, синергія, ефект синергії.
Key words: digital technology, logistics system, synergy, synergy effect.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Цифрові технології стали невід'ємною частиною сучасної світової економіки та суспільства, а їх широке використання, значний вплив на економічні та суспільні процеси та стрімкий розвиток зумовили появу нових термінів, зокрема, "цифрова економіка", "цифрове суспільство", "цифрова трансформація". Цифрові технології є інноваціями, які потребують інвестицій при їх розробці, впровадженні і подальшому використанні. При оцінюванні інвестиційної привабливості конкретних цифрових технологій потрібно враховувати їх постійну зміну, розвиток тощо. Використання цифрових технологій спроможне значно підвищити конкурентоспроможність та інвестиційну привабливість не лише окремого підприємства, а й певної галузі та країни в цілому. Зокрема однієї із сфер, де вже давно та широко використовуються цифрові технології, є логістика.

У логістичних системах може використовуватися низка цифрових технологій, які взаємодіючи між собою та з людиною здатні значно вплинути на результат функціонування таких систем, зокрема через ефект синергії. Тому однією із задач в управлінні логістичними системами можна вважати гармонійне поєднання різних циф-

рових технологій з метою підвищення ефективності виконання інших задач логістичної системи.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемам використання цифрових технологій в логістичних системах (у т.ч. ланцюгах постачання) наразі присвячені переважно зарубіжні публікації та дослідження провідних світових компаній, організацій, груп професіоналів, зокрема [1—5]. Різні аспекти синергії окремих цифрових технологій в цілому (без застосування їх в логістиці) висвітлено, наприклад, в [6] (де досліджується синергія Великих Даних та Інтернету Речей) та [7] (де досліджується взаємодія Блокчейну та Хмар). Разом з тим багато аспектів використання цифрових технологій в логістичних системах залишаються малодослідженими або й зовсім не дослідженими, зокрема, потребує подальшого вивчення проблема синергії цифрових технологій в логістичних системах на нинішньому етапі їх розвитку. Окрім того, наразі обмаль вітчизняних наукових робіт, які були б присвячені логістичним системам цифрової економіки. Тому цією роботою в деякій мірі хотілось б заповнити цю прогалину.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є аналіз, уточнення та розвиток існуючих аспектів виявлення та оцінювання ефекту синергії цифрових технологій в логістичних системах.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Зміни, які відбуваються в сучасній економіці та суспільстві внаслідок використання різних цифрових технологій, здатні докорінно їх змінити, зокрема за рахунок появи взаємодіючих один з одним реального та віртуального (цифрового) світів. Це зумовлює потребу щодо визначення основних аспектів функціонування різних економіко-соціальних систем, зокрема, логістичних систем, з метою збереження та підвищення їх життєздатності в умовах нової економіки.

Для логістичних систем (у т.ч. логістичних ланцюгів постачання) в умовах цифрової економіки можна виділити такі ключові аспекти їх функціонування (опрацьовано з використанням [1; 8—11]):

1. Клієнтоцентризм. Наразі клієнт є "центром" сучасного бізнесу, задоволення потреб якого (клієнта) є основною метою функціонування будь-якої компанії. З кожним роком зростає асортимент продукції, засоби та канали стимулювання продаж (насамперед за рахунок розвитку цифрових технологій), підвищуються вимоги не лише до якості продукції, а й усіх процесів від моменту замовлення продукції, її доставки та отримання кінцевим споживачем. Одним із прогресивним способів взаємодії із споживачем послуг та продукції є омніканальна комунікація, в якій перехід між онлайн- та офлайн-каналами комунікації вважається "безшовним", тобто клієнту не потрібно докладати додаткових зусиль щоби переключитися з одного способу купівлі та спілкування на інший. Останнім часом багато уваги приділяється доставці "останньої милі" (англ. Last Mile), під якою розуміють доставку від останнього логістичного центру (складу, поштового відділення тощо) в ланцюгу постачання до кінцевого споживача (домогосподарства). Одним із основних аспектів розвитку доставки останньої милі є використання цифрових технологій щодо поєднання логістичних послуг з "розумною" побутовою технікою, "розумним" будинком тощо.

2. Екологічність (або екологічна відповідальність). Зростання обсягу перевезень зумовлює збільшення потрібного для цього транспорту, насамперед автомобільного, який, з однієї сторони, забезпечує швидку доставку потрібної продукції до споживача, з іншої — й надалі залишається одним із джерел шкідливих викидів до атмосфери. Наразі актуальним напрямком роботи логістичних компаній є прагнення скоротити такі викиди, зокрема за допомогою використання цифрових технологій, зокрема автономного електротранспорту, "розумних" контейнерів тощо. Окрім того, у сфері логістики здобуває широкого використання поновлювані джерела енергії.

3. Цифрові технології. Сьогодення в глобальному масштабі є початком абсолютно нової економіки та суспільних відносин (цифрової економіки та суспільства), основою яких є цифрові технології (до яких відносять усі види електронного обладнання та прикладних програм, що використовують інформацію у вигляді числового коду [12]). До цифрових технологій, які вже ви-

користовуються в логістичних системах, можна віднести, наприклад, Інтернет Речей, Великі Дані, Хмарні обчислення, бездротовий зв'язок, датчики та сенсори нового покоління тощо.

4. Люди. Не дивлячись на широке розповсюдження цифрових технологій (насамперед, робототехніки) у сфері логістики, люди (інтелектуально-трудова ресурси) все рівно будуть відігравати важливу роль. Проте із активного безпосереднього учасника (виконавця) логістичних процесів та операцій людина перетвориться у спостерігача (контролера), що вимагатиме зміни у підготовці відповідних фахівців. Завдяки цифровим технологіям, які дозволяють ефективно обробляти та аналізувати великі масиви даних, може значно підвищитися обґрунтованість та оперативність управлінських рішень відповідальних осіб у сфері логістики разом із зниженням можливих негативних наслідків прийняття цих рішень. Окрім того, кіберфізичні системи здатні будуть повноцінно замінити людину та підвищити ефективність виконання рутинних, часто повторюваних, фізично складних логістичних операцій.

Зазначені аспекти функціонування логістичних систем залежать один від одного. Можна припустити, що в епоху цифрової економіки, головну роль будуть грати цифрові технології, від розвитку яких буде залежати й стан та розвиток інших зазначених вище ключових аспектів. Окрім того, цифрові технології поодиночі та разом можуть по-різному впливати на функціонування логістичної системи, що можна дослідити в контексті визначення ефекту синергії їх (цифрових технологій) використання.

У загальному випадку, синергія — це інтегральний ефект, який полягає у тому, що під час взаємодії двох або більше факторів їхня дія суттєво переважає ефект кожного окремого компонента у вигляді простої їх суми [13; 14]. Під синергією цифрових технологій в логістичних системах можна розуміти цілеспрямовану, скоординовану, взаємну дію двох та більше цифрових технологій, які використовуються в деякій логістичній системі, для досягнення певної спільної їх (технологій) мети, в результаті якої (дії) виникає загальний результат, який є більшим за сумарний результат у вигляді звичайної суми результатів від окремої дії кожної з цих цифрових технологій (сформульовано на основі [15]). Тоді ефект синергії цифрових технологій в логістичній системі — це деякий результат (додатковий ефект), який виникає під час скоординованої (узгодженої) взаємодії цифрових технологій в процесі їх використання в логістичній системі (сформульовано на основі [15]).

До цифрових технологій, які наразі або в найближчі роки будуть властиві логістичним системам, можна віднести наступні [1]:

1. Великі дані (англ. Big Data) — це технологія щодо пошуку, аналізу та обробки великої кількості структурованих та неструктурованих даних з метою отримання якісно нових знань, які можуть бути використанні в обґрунтуванні прийняття рішень [16].

2. Інтернет Речей (англ. Internet of Things) — це глобальна мережа фізичних об'єктів (пристроїв), які підключені до Інтернету та можуть генерувати, збирати, обробляти та аналізувати інформацію без залучення людини за допомогою центрів контролю, управління та обробки інформації з використанням різних сен-

сорів, датчиків, засобів передачі інформації (сформульовано на основі [17]).

3. Хмарні обчислення (англ. Cloud Computing) — це апаратне та програмне забезпечення, яке використовується самостійно клієнтом (користувачем) як деякий сервіс (послуга) обробки та зберігання його (клієнта) даних через Інтернет або локальну мережу у зручний для нього час з мінімальною взаємодією з постачальником такого сервісу [18]. Пристрій користувача (комп'ютер, ноутбук, смартфон тощо) в цьому випадку є звичайним терміналом, який підключений до Інтернету, а пристрої (комп'ютери, сервери тощо) постачальника технології, які здійснюють хмарні обчислення, називають "обчислювальною хмарою" [18].;

4. Автономні роботи (англ. Autonomous Robots) — це роботи, які спроможні самостійно виконувати завдання без втручання людини [19].

5. Штучний інтелект (англ. Artificial Intelligence) — це широка галузь комп'ютерних наук, в яких вивчаються різні аспекти імітації машинами інтелекту людини [20].

б) Самокеровані транспортні засоби (англ. Self-driving Vehicles) — це транспортні засоби, які спроможні здійснювати рух за потрібним маршрутом самостійно без втручання людини.

7. 3D-друк (англ. 3D-printing) є основою адитивного виробництва, за допомогою якого з використанням 3D-принтера створюється тривимірний фізичний об'єкт шляхом послідовного накладання шарів певного матеріалу згідно із заданою віртуальною (цифровою) 3D-моделлю [21].

8. Дешеві сенсорні рішення або технології (англ. Low-cost Sensor Technology) представляють собою різні датчики та сенсори для вводу інформації за допомогою дотику до екрану пристрою, сканування з метою, наприклад, здійснення контролю за дотриманням вимог зберігання продукції, забезпечення безпеки тощо.

9. Доповнена реальність (англ. Augmented Reality) — це технологія, завдяки якій здійснюється доповнення фізичної реальності деякими віртуальними (цифровими) елементами. Завдяки цій цифровій технології межа між реальним (фізичним) та віртуальним (цифровим) світом стає розмитою;

10. Безпілотні літальні апарати (англ. Unmanned Aerial Vehicles) — це літальні апарати, які спроможні літати та здійснювати зліт та посадку без фізичної присутності пілота (людини) на його борту [22].

11. Блокчейн (англ. Blockchain) — це технологія розподіленої бази даних, в якій дані розподілені певним чином серед комп'ютерів (серверів) певної мережі [23, 24].

12. Бездротовий зв'язок нового покоління (англ. Next-generation Wireless), до якого відносять мережі 5G, для яких характерними буде значно більша швидкість за швидкості нинішніх бездротових мереж; нульова затримка передачі та отримання даних; здатність налаштовуватися під конкретні завдання та потреби прикладних програм (застосунків, додатків тощо); підвищена потреба щодо їх безпеки [25].

13. Біонічні технології або посилення (англ. Bionic Enhancement) — це інноваційні технології, завдяки яким можна досягти зростання можливостей людського фізичного тіла, зменшення кількості травм та ушкоджень людей під час виконання різних дій (зокрема, логістичних операцій) тощо.

14. Віртуальна реальність та цифрова копія реальності (англ. Virtual Reality & Digital Twins) — це імітація реального світу або ілюзія деякої дійсності, яку створено з використанням комп'ютерних систем, які забезпечують зорові, звукові та інші відчуття [26].

Зазначені цифрові технології логістичних систем можна поділити на три групи [1]:

1) цифрові технології, вплив яких на логістичні процеси є значним, а їх широке використання можливе у найближчі п'ять років (Великі Дані, Інтернет Речей, Хмарні обчислення, автономні роботи) та в найближче десятиліття (Штучний інтелект, самокеровані транспортні засоби, 3D-друк);

2) цифрові технології, вплив яких на логістичні процеси є посереднім, а їх широке використання можливе у найближчі роки (дешеві сенсорні рішення, Доповнена реальність) та в найближче десятиліття (безпілотні літальні апарати, Блокчейн, бездротовий зв'язок нового покоління);

3) цифрові технології, вплив яких на логістичні процеси є низьким, а їх широке використання прогнозується через 5—10 років (біонічні технології, Віртуальна реальність та цифрова копія реальності).

Можна припустити, що цифрові технології першої групи, які є актуальними щодо використання в логістичних системах найближчі п'ять років, порівняно з іншими групами можуть мати наразі найбільший вклад у ефект синергії цифрових технологій в логістичних системах. На наш погляд, основною цифровою технологією серед них потрібно вважати Інтернет Речей, який дозволяє поєднати усі елементи логістичної системи (фізичні об'єкти) в єдину мережу, що значно спрощує передачу даних між ними. Окрім того, Інтернет Речей взаємодіє та впливає на роботу майже усіх цифрових технологій в логістичних системах (див. рис. 1). Проте робота Інтернету Речей сильно залежить від програмно-апаратного забезпечення як користувачів, так і операторів мобільного та стаціонарного зв'язку. Тому можна припустити, що із розвитком бездротового зв'язку нового покоління зросте й ефективність Інтернету Речей, а відповідно й посилиться його вклад в синергію цифрових технологій.

Великі Дані апріорі потребують великих сховищ даних та потужних технологій їх передачі та обробки. В логістичних системах, зокрема, завдяки зростаючому розповсюдженню різних датчиків, сенсорів, контролерів, сканерів і т.п. стає дедалі більше різних структурованих та неструктурованих даних, для передачі яких потрібен Інтернет Речей, а для їх обробки та аналізу можуть бути використані, зокрема Хмарні обчислення та засоби Штучного інтелекту (алгоритми колективного штучного інтелекту, когнітивні обчислення тощо). Разом з тим будь-яке сховище даних має бути безпечним та захищеним від різних загроз.

Однією з прогресивних технологій щодо безпечного збереження даних вважається Блокчейн. Але технологія "Блокчейн" не дозволяє зберігати безпосередньо файли з фото чи документами, а лише посилання на них у вигляді розподіленого реєстру, в якому зберігаються зашифровані записи [27]. В логістичних системах Блокчейн доцільно використовувати, наприклад, у побудові масиву даних, в якому записи відповідають переміщен-

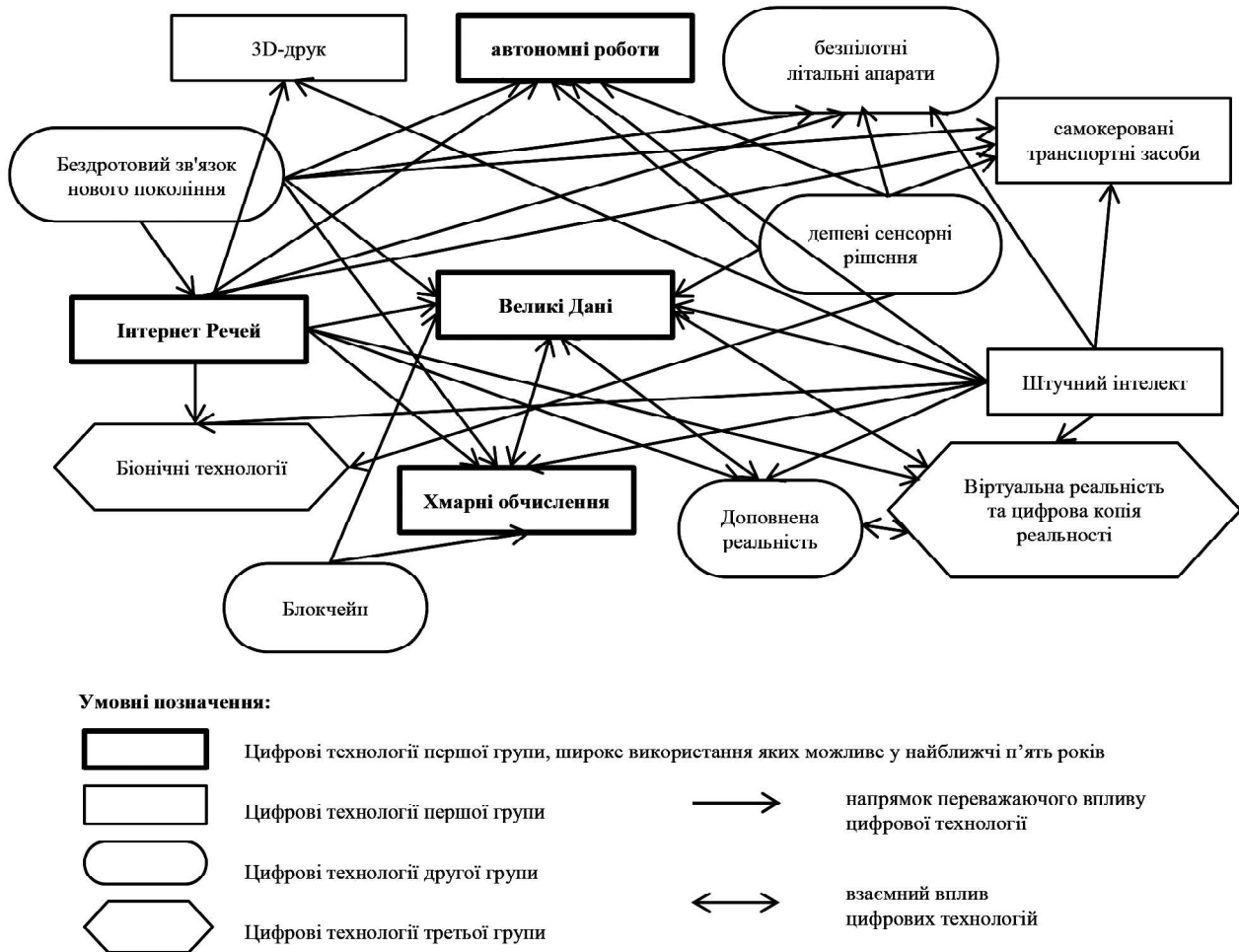


Рис. 1. Зв'язки між цифровими технологіями в логістичній системі в контексті їх синергії

Джерело: побудовано автором.

ням та стану матеріальних цінностей впродовж усього шляху їх слідування в реальному часі. Завдяки Блокчейну в такому масиві даних підробити, зумисно пошкодити чи знищити записи досить складно. Можна припустити, що найбільший ефект синергії технологія "Блокчейн" дасть при взаємодії з технологіями "Великі Дані" та "Хмарні обчислення".

Хмарні обчислення, Великі Дані, Доповнена та Віртуальна реальності передбачають використання потужного сучасного апаратного та програмного забезпечення, робота якого може ґрунтуватися, зокрема, на різноманітних засобах Штучного інтелекту, тим самим підсилюючи їх можливості, що сприяє появі ефекту синергії. Окрім того, ці технології взаємодіють з Інтернетом Речей та одна з одною.

До складу автономних роботів, самокерованих транспортних засобів, безпілотних літальних апаратів входять: різні засоби та пристрої, за допомогою яких робот виконує свої завдання, транспортні засоби рухаються, а літальні апарати літають; датчики та сенсори, за допомогою яких отримується інформація щодо навколишнього середовища; система управління, яка може бути побудована з використанням засобів штучного інтелекту, опрацьовує отриману від датчиків та сенсорів інформацію та керує роботом, транспортним засобом, літальним апаратом; система навігації, за допомогою якої здійснюється орієнтування у просторі та визначення оп-

тимального маршруту переміщення (опрацьовано на основі [19; 28]). Разом з тим, автономні роботи, самокеровані транспортні засоби, безпілотні літальні апарати мають бути підключені до Інтернету (в т.ч. Інтернету Речей) з використанням бездротового зв'язку. Таким чином, можна припустити, що Інтернет Речей, бездротовий зв'язок нового покоління, Штучний інтелект, дешеві сенсорні рішення підсилюють можливості автономних роботів, самокерованих транспортних засобів, безпілотних літальних апаратів, що зумовлює появу ефекту синергії.

3D-друк та біонічні посилення є цифровими технологіями, на які інші технології в контексті функціонування логістичної системи не чинять суттєвого впливу. Проте при створенні 3D-моделі можуть бути використані засоби штучного інтелекту, а при передачі даних — Інтернет (у т.ч. Інтернет Речей). Тому будемо вважати, що ефект синергії можливий при взаємодії 3D-друку, Інтернету Речей та Штучного інтелекту. У біонічному посиленні можливе використання різних сенсорів та датчиків, Інтернету Речей.

Для логістичних систем ефект синергії цифрових технологій доцільно розглядати на рівні виконання окремих логістичних операцій; на рівні управління матеріальним та інформаційним потоками у межах окремих функціональних логістичних підсистем та на рівні їх (підсистем) взаємодії; на рівні цілісного управління інформаційним та матеріальним потоками в межах цілої компанії (орга-

нізації, підприємства, фірми тощо) та на рівні взаємодії підприємств, зокрема, в межах ланцюга (мережі) постачання [13; 15; 29]. Зауважимо, що при взаємодії між різними підсистемами логістичної системи чи різними компаніями у ланцюгу постачання ефект синергії також залежить від того, чи є характеристики деякої цифрової технології однаковими для різних підсистем чи компаній.

На ефект синергії цифрових технологій в логістичній системі також впливає здатність цифрових технологій підсилювати односторонньо або взаємно можливості один одного. Для визначення цифрових технологій, які найбільше впливають на інші технології, можна скористатися, наприклад, способом, описаним в [30], адаптувавши його до цифрових технологій та запропонувавши механізм побудови матриці попарних взаємодій в нашому випадку.

Згідно із запропонованим в [30] підходом, будуюмо матрицю попарних взаємодій (впливів) цифрових технологій на певному рівні, які зазначені в абзаці вище. В цій матриці значення її елементів дорівнюють деяким числам, які відповідають силі впливу однієї цифрової технології на іншу. Оцінювати силу впливу чітко одним числом досить складно. Для оцінювання значення сили впливу однієї цифрової технології на іншу можна скористатися, наприклад, шкалою Харінгтона, яка є вербально-числовою шкалою, що містить змістовний (словесний) опис градацій і відповідні цим градаціям числові значення: дуже високий рівень сили впливу однієї цифрової технології на іншу (0,8—1,0); високий рівень сили впливу (0,64—0,8); середній рівень сили впливу (0,37—0,64); низький рівень сили впливу (0,2—0,37); дуже низький рівень сили впливу (0,0—0,2) [31]. Дослідник згідно з власним досвідом та думки експертів може обрати єдине число із відповідного інтервалу, або можна узяти відповідні середні значення кожного із інтервалів: 0,9, 0,72, 0,51, 0,29, 0,1. Для врахування відношення цифрової технології до однієї з трьох груп щодо їх впливу на логістичні процеси (наведені раніше у статті) отримані числа можуть бути певним чином скориговані, наприклад для цифрових технологій першої групи отримане число за шкалою Харінгтона може бути помножене на 3, для другої — на 2, для третьої — на 1.

Значення усіх елементів головної діагоналі побудованої матриці дорівнюють нулю. Матриця є квадратною, кількість рядків та стовпців якої відповідає кількості цифрових технологій. Для цієї матриці знаходяться власні значення матриці, серед яких обирається головне власне значення, для якого розраховується власний вектор. За значеннями цього власного вектора можна дійти висновку щодо загальної сили впливу кожної цифрової технології на інші. Найбільше значення власного вектора відповідає цифровій технології, яка здійснює найбільший вплив на інші, тобто спроможна здійснювати найбільший вклад в загальну синергію цифрових технологій в логістичній системі.

Отриманий результат дозволяє оцінити цифрові технології для певної логістичної системи з точки зору їх взаємодії та впливу один на одну в контексті їх синергії.

ВИСНОВКИ

Сучасні логістичні системи є складними економіко-соціальними системами, для ефективного функціону-

вання яких використовуються різні інновації, зокрема, цифрові технології, серед яких переважна більшість є технологіями, які можуть працювати у взаємодії з іншими технологіями. Наприклад, для повноцінного 3D-друку деякого об'єкту потрібен лише 3D-принтер, видаткові матеріали (з яких буде друкуватися об'єкт) та файл з 3D-моделлю об'єкта. У цьому випадку, інші цифрові технології можуть бути не задіяні взагалі, а їх використання не дасть ніякого додаткового ефекту, як і їх відсутність ніяким чином не погіршить кінцевий результат. Проте у випадку Хмарних обчислень можна отримати значно кращий результат, якщо швидкість передачі даних буде високою та без залучення людей (що відповідає бездротовому зв'язку нового покоління та Інтернету Речей), засоби обробки даних будуть побудовані із використанням, наприклад, сучасних алгоритмів колективного штучного інтелекту, а для підвищення надійності зберігання даних буде застосовано технологію Блокчейну.

У статті описано можливі впливи один на одного актуальних для логістичних систем цифрових технологій (Великі дані, Інтернет Речей, Хмарні обчислення, автономні роботи, Штучний інтелект, самокеровані транспортні засоби та безпілотні літальні апарати, 3D-друк, сенсорні технології, віртуальна та доповнена реальність, Блокчейн, бездротовий зв'язок нового покоління, біонічні технології) щодо появи ефекту синергії; побудовано схематичне зображення таких зв'язків між цифровими технологіями в контексті їх синергії.

У подальшому потрібно відслідковувати стан розвитку цифрових технологій та їх використання в логістичних системах з метою своєчасного та адекватного уточнення різних аспектів виявлення ефекту їх синергії. А також у подальших дослідженнях доцільно зосередитися на побудові конкретних економіко-математичних моделей оцінювання ефекту синергії цифрових технологій в логістичних системах на різних рівнях взаємодії, які зазначені у статті.

Література:

1. Logistics Trend Radar. Version 2018/19 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.logistics.dhl/global-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/logistics-trend-radar.html>
2. Kersten W. Trends and Strategies in Logistics and Supply Chain Management. Digital Transformation Opportunities [Електронний ресурс] / W. Kersten, M. Seiter, B. von See, N. Hackius, T. Maurer. — DVV Media Group GmbH, Bremen, 2017. — 71 p. — Режим доступу: <https://logistikrends.bvl.de/en>
3. Mussomeli A. The rise of the digital supply network [Електронний ресурс] / A. Mussomeli, D. Gish, S. Laaper. — December 01, 2016. — Режим доступу: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/digital-transformation-in-supply-chain.html>
4. Schrauf S. Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused [Електронний ресурс] / S. Schrauf, P. Bertram P. — PwC Strategy&, September 7, 2016. — Режим доступу: <https://www.strategyand.pwc.com/reports/industry4.0>

5. Maersk and IBM to form joint venture applying blockchain to improve global trade and digitise supply chains [Електронний ресурс]. — January 16, 2018. — Режим доступу: <https://maersk.com/press/press-release-archive/maersk-and-ibm-to-form-joint-venture>
6. Gandhi P. The Synergy between Big Data and the Internet of Things [Електронний ресурс] / P. Gandhi. — 17.07.2017. — Режим доступу: <https://opensourceforu.com/2017/07/synergy-big-data-internet-things/>
7. Piletic P. The Advent of a New Synergy: the Blockchain & Cloud [Електронний ресурс] / P. Piletic. — Режим доступу: <https://datafloq.com/read/advent-synergy-blockchain-cloud/3181>
8. The future of logistics depends on four key elements: customer-centricity, sustainability, technology and people [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2017/all/logistics/the_future_of_logistics_depends_on_four_key_elements_customer-centricity_sustainability_technology_and_people.html
9. Омніканальність: що за фрукт. Інтегруємо канали взаємодії з клієнтами [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://msb.aval.ua/news/?id=25123>
10. Сторінка "Last mile (transportation)" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile_\(transportation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile_(transportation))
11. Скіцько В.І. Логістика в Індустрії 4.0 [Електронний ресурс] / В.І. Скіцько // Економіка та держава. — 2016. — № 4. — С. 28—33. — Режим доступу: http://www.economy.in.ua/pdf/4_2016/7.pdf
12. Digital Technology [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://technologyin.org/digital-technology>
13. Крикавський Є.В. Економіка логістики: навч. посібник / Є.В. Крикавський, О.А. Похильченко, Н.В. Чорнописька, О.С. Костюк, Н.Б. Савіна, С.М. Нікшич, Л.Я. Якимішин. За ред. Є.В. Крикавського, О.А. Похильченко. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. — 640 с.
14. Сторінка "Синергія" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Синергія>
15. Скіцько В.І. Концептуальні засади управління логістичними системами з врахуванням синергії та синергетики / В.І. Скіцько // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. — 2015. — Вип. 4. — С. 53—58.
16. Що таке Big Data? Що це за технологія, як вона працює та кому це потрібно [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://thefuture.news/bigdata>
17. Бондаренко О. Лекторій. Що таке інтернет речей і навіщо він потрібен? [Електронний ресурс] / О. Бондаренко. — 18.06.2017. — Режим доступу: <https://nv.ua/ukr/techno/popscience/lektorij-shcho-take-internet-rechey-i-navishcho-vin-potriben-1326653.html>
18. Борейко О. Лекція 1. Основні поняття хмарних технологій [Електронний ресурс] / О. Борейко. — 10.09.2017. — Режим доступу: <http://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohij/>
19. Сторінка "Автономний робот" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Автономний_робот
20. Гурська М. Всі говорять про штучний інтелект. Простими словами пояснимо, що це [Електронний ресурс] / М. Гурська. — 04.11.2017. — Режим доступу: https://espresso.tv/article/2017/11/04/shtuchnyu_intelekt
21. Сторінка "Адитивні технології" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Адитивні_технології
22. Сторінка "Безпілотний літальний апарат" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Безпілотний_літальний_апарат
23. Сторінка "Блокчейн" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Блокчейн>
24. Сторінка "Розподілена база даних" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Розподілена_база_даних
25. Бондарев О. Лекторій. Що таке 5G і як мережі нового покоління змінять світ [Електронний ресурс] / О. Бондарев. — 08.04.2017. — Режим доступу: <https://nv.ua/ukr/techno/popscience/lektorij-shcho-take-5g-i-merezhi-novogo-pokolinnja-zminjat-svit-938166.html>
26. Сторінка "Віртуальна реальність" [Електронний ресурс] // Енциклопедія "Вікіпедія". — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Віртуальна_реальність
27. 10 мифів про блокчейн [Електронний ресурс]. — 21.08.2018. — Режим доступу: <https://kiev.bc.events/uk/article/10-mifiv-pro-blokchein-89945>
28. Добрынин Д.А. Интеллектуальные роботы вчера, сегодня, завтра [Електронний ресурс] / Д.А. Добрынин. — Режим доступу: <http://www.raai.org/about/persons/dobrynin/pages/kii2006-pln.html>
29. Крикавський Є.В. Логістичне управління: підручник. — Львів: Вид-во Нац. Ун-ту "Львівська політехніка", 2005. — 684 с.
30. Новиков В.А., Ванкович Г.Р., Суарэс Л.И. Методика определения рейтинга внутреннего синергизма коллективной системы [Електронний ресурс] / В.А. Новиков, Г.Р. Ванкович, Л.И. Суарэс // Экономика и управление. — 2012. — № 2. — С. 51—54. — Режим доступу: http://media.miu.by/files/store/items/eiup/30/eiup_30_2012_7.pdf
31. Мотало В. Аналіз шкал вимірювань [Електронний ресурс] / В. Мотало // Вимірювальна техніка та метрологія. — 2015. — №76. — С. 21—35. — Режим доступу: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/33055/1/03_21-35.pdf

References:

1. The site of DHL (2018), "Logistics Trend Radar. Version 2018/19.", available at: <https://www.logistics.dhl/global-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/logistics-trend-radar.html> (Accessed 25 July 2018).
2. Kersten, W. Seiter, M. von See, B. Hackius, N. and Maurer, T. (2017), "Trends and Strategies in Logistics and Supply Chain Management. Digital Transformation Opportunities", DVV Media Group GmbH, Bremen,

available at: <https://logistiktrends.bvl.de/en> (Accessed 25 July 2018).

3. Mussomeli, A. Gish, D. and Laaper, S. (2016), "The rise of the digital supply network", available at: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/digital-transformation-in-supply-chain.html> (Accessed 25 July 2018).

4. Schrauf, S. and Berttram, P. (2016), "Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused", PwC Strategy&., available at: <https://www.strategyand.pwc.com/reports/industry4.0> (Accessed 25 July 2018).

5. The site of maersk.com (2018), "Maersk and IBM to form joint venture applying blockchain to improve global trade and digitise supply chains", available at: <https://maersk.com/press/press-release-archive/maersk-and-ibm-to-form-joint-venture> (Accessed 25 July 2018).

6. Gandhi, P. (2017), "The Synergy between Big Data and the Internet of Things", available at: <https://opensourceforu.com/2017/07/synergy-big-data-internet-things/> (Accessed 25 July 2018).

7. Piletic, P. (2018), "The Advent of a New Synergy: the Blockchain & Cloud", available at: <https://dataflog.com/read/advent-synergy-blockchain-cloud/3181> (Accessed 25 July 2018).

8. The site of DHL (2017), "The future of logistics depends on four key elements: customer-centricity, sustainability, technology and people", available at: http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2017/all/logistics/the_future_of_logistics_depends_on_four_key_elements_customer-centricity_sustainability_technology_and_people.html (Accessed 25 July 2018).

9. The site of Aval (2016), "Omnichannel: what is the fruit. Integrate customer interaction channels", available at: <https://msb.aval.ua/news/?id=25123> (Accessed 25 July 2018).

10. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Last mile (transportation)". available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile_\(transportation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile_(transportation)) (Accessed 25 July 2018).

11. Skitsko, V.I. (2016), "Logistics in Industry 4.0", *Ekonomika ta derzhava*, vol. 4, pp. 28—33, available at: http://www.economy.in.ua/pdf/4_2016/7.pdf (Accessed 25 July 2018).

12. The site of technologyin.org (2018), "Digital Technology", available at: <http://technologyin.org/digital-technology> (Accessed 25 July 2018).

13. Krykavskyy, Ye.V. Pokhylchenko, O.A. Choropyska, N.V. Kostiuk, O.S. Savina, N.B. Nikshych, S.M. and Yakymyshyn, L.Ia. (2014), *Ekonomika lohistyky: navch. posibnyk*. [Economics of Logistics: Teach. manual], Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, Lviv, Ukraine.

14. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Synergy", available at: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Синергія> (Accessed 25 July 2018).

15. Skitsko, V.I. (2016), "Conceptual principles of management of logistic systems taking into account synergy and synergetics", *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Ekonomika*. vol.4, pp. 53—58.

16. The site of thefuture.news (2018), "What is Big Data? What is the technology, how it works and who needs

it", available at: <http://thefuture.news/bigdata> (Accessed 25 July 2018).

17. Bondarenko, O. (2017), "Lecturer. What are Internet things and why do you need them?", available at: <https://nv.ua/ukr/techno/popsience/lektorij-shcho-take-internet-rechej-i-navishcho-vin-potriben-1326-653.html> (Accessed 25 July 2018).

18. Boreiko, O. (2017), "Lecture 1. Basic concepts of cloud technologies", available at: <http://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohij/> (Accessed 25 July 2018).

19. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Autonomous Robots", available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Автономний_робот (Accessed 25 July 2018).

20. Hurska, M. (2017). "All talk about artificial intelligence. In simple words, let's explain what it is", available at: https://espresso.tv/article/2017/11/04/shtuchnyu_intelekt (Accessed 25 July 2018).

21. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Additive technologies", available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Адитивні_технології (Accessed 25 July 2018).

22. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Unmanned Aerial Vehicles", available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Безпілотний_літальний_апарат (Accessed 25 July 2018).

23. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Blockchain", available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Блокчейн> (Accessed 25 July 2018).

24. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Distributed Database", available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Розподілена_база_даних.

25. Bondarev, O. (2017), "Lecturer. What is 5G and how the next generation of networks will change the world", available at: <https://nv.ua/ukr/techno/popsience/lektorij-shcho-take-5g-i-merezhi-novogo-pokolinnja-zminjat-svit-938166.html> (Accessed 25 July 2018).

26. Encyclopedia "Wikipedia" (2018), "Virtual Reality", available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Віртуальна_реальність (Accessed 25 July 2018).

27. The site of kiev.bc.events, (2018), "10 myths about blockchain", available at: <https://kiev.bc.events/uk/article/10-mifiv-pro-blokchein-89945> (Accessed 25 July 2018).

28. Dobrynin, D.A. "Intellectual robots yesterday, today, tomorrow", available at: <http://www.raai.org/about/persons/dobrynin/pages/kii2006-pln.html> (Accessed 25 July 2018).

29. Krykavskyy, Ye. V. (2005), *Lohistychne upravlinnia: pidruchnyk* [Logistic management: a textbook], Vyd-vo Nats. Un-tu "Lvivska politekhnika", Lviv, Ukraine.

30. Novikov, V.A., Vankovich, G.R. and Suarez, L.I. (2012), "Methodology for determining the rating of the internal synergy of a collective system", *Ekonomika i upravlenie*, no. 2, pp. 51—54, available at: http://media.miu.by/files/store/items/eiup/30/eiu_30_2012_7.pdf (Accessed 25 July 2018).

31. Motalo, V. (2015), "Analysis of measurement scales", *Vumiriuvalna tekhnika ta metrolohiia*, no. 76, pp. 21-35, available at: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/33055/1/03_21-35.pdf (Accessed 25 July 2018).

Стаття надійшла до редакції 26.07.2018 р.