

DOI: [10.32702/2307-2105-2020.12.74](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.12.74)

УДК 658.7:658.8:004:005.93

*Н. В. Трушкіна,  
к. е. н., старший науковий співробітник відділу проблем регуляторної політики і розвитку  
підприємництва, Інститут економіки промисловості НАН України (м. Київ)  
ORCID 0000-0002-6741-7738  
К. Ю. Кітріш,  
аспірант, Інститут економіки промисловості НАН України (м. Київ)  
ORCID 0000-0002-5363-7609*

## **УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАНЬ У КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЯ 4.0**

*N. Trushkina  
PhD in Economics, Senior Research Fellow of the Department of Regulatory Policy and  
Entrepreneurship Development, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine (Kyiv)  
E. Kitrish  
Postgraduate student, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine (Kyiv)*

### **SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF THE INDUSTRY 4.0 CONCEPT**

Сучасні умови господарювання потребують цифрову трансформацію системи управління ланцюгами постачань з урахуванням тенденцій розвитку глобальної економіки.

Мета статті полягає у визначенні особливостей, функцій і ключових показників ефективності управління ланцюгів постачань (закупівлі, транспортна логістика, склад, виконання замовлень) у контексті концепції Індустрія 4.0. Для досягнення поставленої мети дослідження використано методи аналізу і синтезу, статистичного аналізу, порівняння, узагальнення, структурно-логічний.

У статті проаналізовано міжнародні звіти розвитку логістики та системи управління ланцюгами постачань. Розкрито сутність поняття «Індустрія 4.0». Встановлено, що в ряді європейських країн термін «Індустрія 4.0» ототожнюється з поняттями «Розумні фабрики», «Розумна промисловість», «Прогресивне виробництво» або «Індустріальний Інтернет речей». Розглянуто основні риси концепції Індустрія 4.0: вертикальна мережа інтелектуальних виробничих систем; горизонтальна інтеграція через нове покоління глобальних мереж ланцюга доданої вартості; інженерна підтримка впродовж усього ланцюга створення вартості; прискорення за допомогою експоненціальних технологій. Досліджено особливості важелів ланцюга постачань: закупівля, склад, транспортна логістика, виконання. Доведено, що сфери, на які найбільше вплине Індустрії 4.0, – це виконання замовлень і транспортна логістика.

У результаті дослідження зроблено висновок про доцільність впровадження Індустрії 4.0 задля трансформації системи управління ланцюгами постачань. Найважливішими перевагами є підвищена гнучкість, стандарти якості, ефективність і продуктивність. Це дасть змогу масовим налаштуванням, що дозволить компаніям задовольняти запити

споживачів, створюючи цінність завдяки постійному виведенню на ринок нових продуктів і послуг. При цьому співпраця між машинами та людьми може соціально вплинути на життя працівників майбутнього, особливо щодо оптимізації прийняття рішень.

*Modern economic conditions require a digital transformation of the supply chain management system, taking into account trends in the global economy.*

*The purpose of the article is to determine the features, functions and key performance indicators of supply chain management (procurement, transport logistics, composition, order fulfillment) in the context of the concept of Industry 4.0.*

*To achieve this goal the methods of analysis and synthesis, statistical analysis, comparison, generalization, structural and logical were used.*

*The article analyzes the international reports on the development of logistics and supply chain management systems. The essence of the concept of "Industry 4.0" is revealed. It is established that in some European countries the term "Industry 4.0" is identified with the concepts of "Smart Factories", "Smart Industry", "Progressive Production" or "Industrial Internet of Things". The main features of the concept of Industry 4.0 are considered: a vertical network of intelligent production systems; horizontal integration through a new generation of global value chain networks; engineering support throughout the value chain; acceleration using exponential technologies. Peculiarities of supply chain levers are studied: purchase, warehouse, transport logistics, execution. It has been proven that the areas that will be most affected by Industry 4.0 are order fulfillment and transport logistics.*

*It is established that the introduction of certain technologies, such as virtual and augmented reality, 3D printing and modeling will lead to opportunities. On the other hand, big data analytics, cloud technology, cybersecurity, IoT, electronics miniaturization, AIDC, RFID, robotics, drones and nanotechnology, M2M and BI can become opportunities or threats for companies. The fact that some technologies can lead to both opportunities and threats is that all different areas are interconnected, with no clear boundaries between them. It depends on where they were analyzed. This can have positive or negative consequences.*

*As a result of the study, a conclusion was made about the feasibility of implementing Industry 4.0 to transform the supply chain management system. The most important benefits are increased flexibility, quality standards, efficiency and productivity. This will allow mass customization, which will allow companies to meet consumer demands, creating value through the constant introduction of new products and services. At the same time, cooperation between machines and people can have a social impact on the lives of future employees, especially in terms of optimizing decision-making.*

**Ключові слова:** Індустрія 4.0; логістика 4.0; глобальні ланцюги постачань; управління ланцюгами постачань; ключові показники ефективності; цифровізація; трансформація; цифрові технології.

**Key words:** Industry 4.0; logistics 4.0; global supply chains; supply chain management; key performance indicators; digitization; transformation; digital technologies.

**Постановка проблеми.** За останні десятиліття системи інформаційних технологій (ІТ) зазнали значного революційного прогресу, який згодом позначився на кожному аспекті повсякденного життя. Однією з найбільш радикальних змін є перехід від комп'ютерів до інтелектуальних пристроїв, що використовують інфраструктурні послуги, засновані на хмарних обчисленнях. Цей новий початок ери Інтернету, ознаменований інтегрованою комп'ютерною системою автоматизації та повсюдними обчислювальними системами, крім того, підключається до бездротової мережі Інтернетом [1]. Ці останні розробки дали змогу не тільки практично нескінченних можливостей взаємозв'язку людей і машин у контексті кіберфізичної системи з використанням інформації, отриманої з різних джерел, але й прямого зв'язку між машинами. Впровадження такого роду мереж у виробничому середовищі називається Індустрією 4.0.

Впровадження Індустрії 4.0 у виробництво має значний вплив на весь ланцюг поставок. Співпраця між постачальниками, виробниками та споживачами має вирішальне значення для підвищення прозорості всіх етапів від моменту відправлення замовлення до кінця терміну служби товару. Для того, щоб зрозуміти

можливості та загрози від впровадження цих нових технологій, необхідно проаналізувати вплив Індустрії 4.0 на ланцюг постачання в цілому.

Це відповідає світовим тенденціям. Компанія PwC спільно з британським економічним дослідницьким інститутом Oxford Economics довела, що інвестування в цифрову трансформацію сприяє насамперед поліпшенню якості обслуговування клієнтів (40% респондентів). Для багатьох глобальних компаній цифровізація бізнесу, згідно з дослідженням IDC, перш за все, означає задоволення очікувань споживачів (52% респондентів).

Згідно з доповіддю компанії IDG Communications, Inc., підготовленою на підставі думок понад 700 топ-менеджерів, виявлено, що цифрова трансформація є засобом поліпшення обслуговування споживачів (46% респондентів). Опитування 528 керівників і фахівців з проблем стратегічного управління цифровими трансформаціями, яке здійснено консультативною компанією Altimeter-Prophet, показало, що основні зусилля спрямовано на вдосконалення системи контактів зі споживачами (54% експертів).

Основними цілями цифрової трансформації, на думку 100 IT-керівників великих компаній з фінансової, телекомунікаційної, нафтогазової та інших галузей економіки, названо підвищення задоволеності клієнтів (58% респондентів); скорочення витрат (54%); вихід на нові ринки, розширення асортименту продуктів і послуг (33%).

З огляду на це, виникла необхідність подальшого розвитку теоретичних положень, обґрунтування науково-методичних підходів і розроблення практичних рекомендацій з цифрової трансформації системи управління ланцюгами постачань з урахуванням тенденцій розвитку глобальної економіки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретико-методологічні засади, концепції, моделі оптимізації та стратегії управління ланцюгами постачань (SCM) з використанням цифрових технологій викладено у значній кількості праць зарубіжних і вітчизняних дослідників, серед яких: A. Beresford, S. Pettit, W. Whittaker [2]; P. Blaik [3]; P. Murphy, D. Wood [4]; D. Bowersox, D. Closs [5]; H. Dzwigol [6-9]; H. Dzwigol, S. Shcherbak, M. Semikina, O. Vinichenko, V. Vasiuta [10]; A. Kwilinski [11]; H. Dzwigol, M. Dzwigol-Barosz, A. Kwilinski [12]; Є. Крикавський, Н. Чернописька [13]; Т. Колодізева [14]; М. Григорак [15]; Ю. Петруня, Т. Пасічник [16]; Д. Кочубей [17].

Як показує аналіз наукових джерел з проблем логістики, вченими:

запропоновано етапи визначення ефективного логістичного ланцюга щодо впровадження нової продукції на підприємствах в умовах інтернаціоналізації (В. Божанова [18]);

виявлено особливості створення ланцюгів постачання в умовах міжнародного бізнесу та відповідну їх перебудову з урахуванням специфіки логістичних рішень в умовах глобалізації та конкуренції (А. Гукалюк [19]);

розроблено економіко-математичну модель управління поставками товарних ресурсів, яка враховує рівень інтеграції учасників усередині ланцюга поставок (М. Чорна [20]);

визначено ризики в системі митного регулювання міжнародних ланцюгів поставок (В. Свічкарь [21]);

описано основні кроки ризик-менеджменту ланцюгів постачання фізичної, фізично-цифрової та цифрової продукції в умовах цифрової економіки; надано авторське формулювання поняття «ризик ланцюга постачання фізичної продукції в умовах цифрової економіки» як економічної категорії, що відображає особливості сприйняття менеджментом підприємств – учасників ланцюга постачання об'єктивно існуючих небезпек і загроз, ненадійності різних засобів та технологій, рівня знань, невизначеності та конфліктності, відсутності вичерпної інформації на момент прийняття рішень у процесах перебігу матеріального та супроводжуючих його інформаційних потоків в усьому ланцюзі постачання (В. Вітлінський, В. Скіцько [22]);

обґрунтовано авторський підхід до визначення ланцюга поставок як петлі спірального характеру основних етапів трансформації первинних ресурсів у кінцевий продукт задоволення потреб споживачів; запропоновано рекомендації щодо підвищення ефективності управління ланцюгами постачань у сфері агрологістики на основі створення транспортно-логістичного агрохолдингу з функцією централізованого управління забезпечення всіма видами ресурсів (В. Кулик, В. Марчук, О. Гармаш, А. Захарчук, Ю. Градиський [23]);

розглянуто сценарії розвитку ланцюга поставок (світ цифрових мереж, світ регіональної мережі, світ локальної індивідуалізації, світ спеціальних інновацій) на основі ступеня інтеграції та регіонального охоплення за прогностичними показниками без урахування впливу пандемії; виокремлено основні аспекти відновлення ланцюгів поставок з урахуванням пандемії в таких ланках, як прозорість у ланцюгу поставок, наявність запасів, реалістичний попит кінцевого споживача, оптимізація виробничих та дистрибуційних потужностей, виявлення та збереження логістичних потужностей, управління грошовими коштами та чистим оборотним капіталом (О. Гірна [24]);

встановлено, що інтегровані логістичні ланцюги поставок дозволяють найбільш ефективно реалізувати цілі підприємства, сприяти виходу підприємства з економічної кризи; визначено основні способи організації співпраці підприємств у ланцюгах поставок: неформальні та формальні угоди підприємств, створення стратегічного союзу чи партнерства, вертикальна інтеграція; доведено, що побудова логістичної системи підприємства за інтегрованим типом дозволить знизити сукупні витрати в логістичному каналі та забезпечити мінімальну ціну, що підвищить конкурентоспроможність усіх учасників ланцюга (Р. Набока, В. Шукліна [25]);

визначено сутність і структуру ланцюга поставок логістичних послуг як об'єкта статистичного дослідження (Н. Гринчак [26]).

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на наявні ґрунтовні розробки вчених, потребують поглибленого дослідження питання управління ланцюгами постачань із застосуванням інформаційних систем і технологій. Обґрунтування теоретико-методологічних засад особливо актуальне в сучасних умовах розвитку цифрової економіки та постійних змін інституційного середовища.

**Постановка завдання.** Мета даної статті полягає у визначенні особливостей, функцій і ключових показників ефективності управління ланцюгів постачань (закупівлі, транспортна логістика, склад, виконання замовлень) у контексті концепції Індустрія 4.0.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Індустрія 4.0 конкретно передбачає кардинальну зміну того, як зараз працюють виробничі цехи. Багато хто визначає їх як глобальну трансформацію обробної промисловості завдяки впровадженню цифровізації та Інтернету. Ці трансформації вважаються революційним удосконаленням у дизайні та виробничих процесах, операціях та послугах виробництва продуктів і систем. Хоча поняття «Індустрія 4.0», яке вперше сформульовано у Німеччині, значною мірою поділяє спільне із подіями в інших європейських країнах, де воно позначається по-різному, наприклад, «Розумні фабрики», «Розумна промисловість», «Прогресивне виробництво» або «Індустріальний Інтернет речей» (ІІІТ).

Розумна фабрика називається використанням нових інноваційних розробок у цифрових технологіях, включаючи «передову робототехніку та штучний інтелект, високотехнологічні датчики, хмарні обчислення, Інтернет речей, збір та аналіз даних, цифрове виготовлення (включаючи 3D-друк), програмне забезпечення як послуга та інші нові маркетингові моделі, мобільні пристрої, платформи, які використовують алгоритми для керування автотранспортними засобами (включаючи навігаційні засоби, програми спільного використання поїздок, служби доставки та їзди та автономні транспортні засоби), та вбудовування всіх цих елементів в оперативну сумісному глобальному ланцюжку створення вартості, спільним для багатьох компаній з багатьох країн» [27].

У контексті Індустрії 4.0 фабрика майбутнього забезпечить зв'язок між машинами та людьми в кіберфізичних системах (CPS). Ці нові системи зосереджують свої ресурси на впровадженні інтелектуальних продуктів і промислових процесів, що дозволить галузі стикатися зі швидкими змінами у моделях покупок [28].

Промисловість 4.0 також сприяє використанню великих даних, ІІТ та штучного інтелекту (АІ) як єдиного цілого. Ця революція передбачає середовище, за допомогою якого розумні машини можуть взаємодіяти між собою не тільки для того, щоб забезпечити автоматизацію виробничих ліній, але також для аналізу та розуміння певного рівня виробничих проблем та, за мінімальної участі людини, для їх вирішення. Незважаючи на те, що спочатку ця революція вражає переважно виробничі галузі, ці нововведення торкнуться роздрібних торговців, операційних компаній, а також постачальників послуг.

Оскільки термін Індустрія 4.0 до цього часу ще не був остаточно визначений, як і його особливості; тим не менше, загалом кажучи, серед інших є чотири основні риси.

1) Вертикальна мережа інтелектуальних виробничих систем: цей тип мереж базується на CPS для побудови реконфігурованих фабрик, які гнучкі та швидко реагують на зміни попиту споживача. Виробничі процеси на розумній фабриці забезпечують справжню масову настройку. Це дозволяє «не тільки автономно організовувати управління виробництвом, але й технічним обслуговуванням. Ресурси та продукція об'єднані в мережі, а матеріали та деталі можуть знаходитись де завгодно. Усі етапи переробки у виробничому процесі реєструються, а розбіжності реєструються автоматично» [29].

2) Горизонтальна інтеграція через нове покоління глобальних мереж ланцюга доданої вартості [30]: Впровадження CPS у рамках розумного заводу вимагає стратегій, мереж і бізнес-моделей для здійснення горизонтальної інтеграції, що згодом забезпечує високий рівень гнучкості. Це дозволяє компанії швидше реагувати. Прозорість у ланцюгах створення вартості дозволяє виробнику виявляти зміни у вимогах замовника та відображати їх на всіх етапах виробництва – від розробки до розподілу.

3) Інженерна підтримка впродовж усього ланцюга створення вартості: інновації та технічні вдосконалення в машинобудуванні присутні в процесі проектування, розробки та виробництва. Вони дозволяють створювати нові продукти та виробничі системи, що використовують велику кількість інформації (великі дані).

4) Прискорення за допомогою експоненціальних технологій: впровадження інноваційних технологій дозволяє компаніям зменшити витрати, збільшити гнучкість і налаштувати продукт. Індустрія 4.0 включає автоматизовані системи, включаючи штучний інтелект (ШІ), роботів, безпілотників, нанотехнології та різноманітні вхідні дані, що дозволяють налаштувати, гнучко та швидко виробляти [29].

Вважається, що ця перспектива аналізу є важливою, оскільки немає повних або коротких знань про те, як правильно впровадити Індустрію 4.0 і передбачити майбутні проблеми, які слід запобігти заздалегідь.

Дослідження, які описані в цій роботі, в основному проводилися за допомогою кабінетного дослідження, тобто використання різних типів літератури як основних джерел даних, включаючи наукові журнали, звіти ЄС, бізнес-звіти компаній, звіти консультантів тощо.

Першим кроком, який потрібно було зробити, це краще зрозуміти сферу застосування SCM, визначивши її компоненти та показники ефективності для кожного з компонентів. Потім було проведено аналіз SCM, щоб зрозуміти сферу, у якій ланцюг поставок пов'язано з Індустрією 4.0. Метою було зосередитись на аналізі в цих сферах. Після того було визначено ключові показники ефективності (KPI), які також відомі як впливаючі змінні, що використовуються для оцінки наслідків різних нових технологій для цих сфер.

Наступним аналізом було вивчення впливу змін у технологіях на кожен KPI. Потім були обговорені

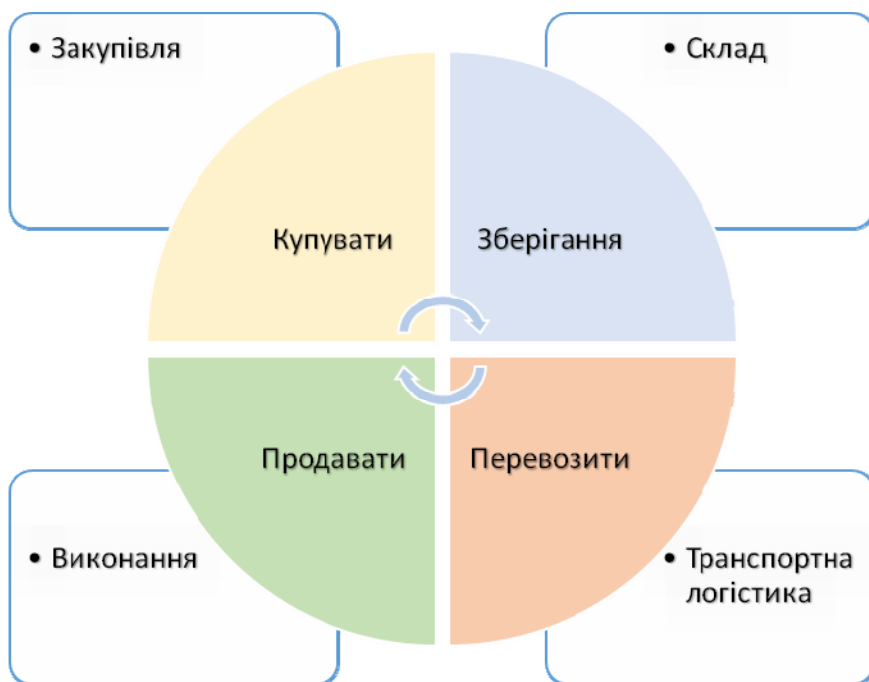
можливості та загрози, які проявляються у кожній із технологій для ключових показників ефективності, пов'язавши їх із кожною сферою управління ланцюгами постачань.

Нарешті, для підтримки всіх пропозицій, висловлених на попередніх етапах, було розроблено гіпотетичний приклад ланцюга постачання з різними показниками ефективності, які впливають на поточний стан системи.

Незалежно від галузей, необхідна співпраця між різними функціями, що беруть участь у ланцюгу поставок. Однак, залежно від видів бізнесу та кінцевої продукції чи послуг, що надаються споживачам, ці функції можуть бути різними. Інтеграція та координація всіх процесів у ланцюгу поставок є вирішальними для узгодження попиту та пропозиції.

На *рис.* наведено чотири важелі ланцюга поставок, які розглянуто в цьому дослідженні. Ці важелі взаємопов'язані: від транспортування до продажу, покупки та зберігання. Кожен із важелів надано сферою SCM. Для кожної з цих сфер визначаються KPI, щоб отримати кількісні вимірювання для порівняння, якщо з часом відбудуться зміни.

Однак ідентифікація цих KPI є досить складною, оскільки між важелями немає чітких меж. Наприклад, замовляючи більші партії сировини, цикл попиту можна зменшити, одночасно скорочуючи витрати на придбання та доставку. Однак складські витрати можуть збільшуватися через зростання рівня запасів [31].



**Рис. Важелі ланцюга постачань**  
(побудовано авторами)

Важіль «купити» в основному включає закупівлі. Це важіль бізнесу, який відповідає за всі процеси та завдання, які необхідні для придбання послуг або товарів у постачальників. Параметри продуктивності – це, наприклад, стандарт якості сировини, рівень відторгнення, рівень обслуговування, точність замовлення тощо [32; 33].

Термін «зробити» означає виробництво товарів або створення послуг. Він визначає операції, які необхідні для перетворення вхідних матеріалів у вихідні або кінцеві продукти. Вхідні дані – це необхідна сировина, ресурси, технології та інформація, а випускні дані – це те, що споживачі отримують від компанії [34]. Тим не менше, у межах даної статті виробнича функція була опущена.

Функції магазину або складські операції, зокрема управління запасами, розвинулися за останні десятиліття завдяки короткому життєвому циклу товару і більшим коливанням попиту. Вибрані параметри продуктивності, наприклад, час вантажівки у доку, точні отримані квитанції, час від прийому до місця вибору, робочі години, витрачені на замовлення, час від вибраного замовлення до відправлення тощо [35; 36].

Термін «переїзд» стосується транспортної логістики, яка відповідає за доставку та транспортування товарно-матеріальних цінностей з одного місця в інше у потрібний час. Ключові показники ефективності, які слід проаналізувати, – це, наприклад, вантажопідйомність вантажівок, час повороту, видимість відвантаження, своєчасне отримання, своєчасна доставка [37; 38].

Процес «продажу» або виконання забезпечує доставку замовлень у межах узгодженого графіку. Ця функція ланцюга поставок, як правило, суттєво відрізняється між компаніями, залежно від їх надійності та своєчасності постачання. Правильне управління виконанням замовлень дозволяє як завоювати частку ринку, так і утримати поточних споживачів [39]. Вибрані ключові показники ефективності – це, наприклад,

доступність продукції, досвід споживачів, час відгуку, час виходу на ринок тощо [31].

Індустрія 4.0 передбачає зміни в способі роботи та самоорганізації компаній. На даний час існує багато теорій про загальні наслідки Індустрії 4.0. Але існує лише кілька передбачених прикладів впливу на SCM. З цієї причини, з основною метою оцінки можливостей (і загроз) у результаті впровадження Індустрії 4.0 для кожної обраної функції SCM, проведено цей теоретичний аналіз.

Вперше було проведено аналіз впливу кожного KPI на кожну технологію. Наступним кроком було формулювання пропозицій. На основі отриманих результатів дослідження встановлює можливості для кожної функції в SCM. Для того, щоб пов'язати кожну технологію з кожним KPI, було побудовано початковий шаблон (табл. 1).

З основною метою оцінки того, чи відбулися «зміни» чи ні, до більшості KPI додали іменники, щоб зробити їх більш описовими. Іменники були додані на підставі того, що кожна компанія очікувала покращення, щоб зменшити витрати та збільшити вигоди.

**Таблиця 1.**

**Шаблон для переліку технологій, які потенційно можуть мати значення**

Технології	Вплив? Якщо так, чому?	Якщо так, чому?
Віртуальна і доповнена реальність		
Виробництво добавок – 3D-друк		
Моделювання		
Аналітика великих даних		
Хмарні технології		
Кібербезпека		
Інтернет речей		
Мініатюризація електроніки		
Автоматична ідентифікація та збір даних (AIDC)		
Радіочастотна ідентифікація (RFID)		
Робототехніка, безпілотники та нанотехнології		
Зв'язок між машинами (M2M)		
Бізнес-аналітика (Bi)		

*Складено авторами*

Наприклад, KPI «Час вантажівок у доку» змінено на «Скорочення часу вантажівок у доку». Таким чином, було додано «ТАК» на випадок, якщо впровадження нової технології вплине (позитивно чи негативно) на KPI. Подібним чином, «НІ» було додано, коли на KPI це не впливало. Нарешті, третя колонка заповнюється лише за умови впливу на KPI. У таких випадках будуть описані аргументи або приклади того, чому технологія вплинула на KPI.

У табл. 2 наведено приклад використання шаблону.

Після того, як цей процес зроблено для кожного з ключових показників ефективності, загальні таблиці (як у табл. 3 і 4) було сформовано для кожної сфери (наприклад, складська та транспортна логістика). Це надає загальне уявлення про те, які технології впливали на цю конкретну сферу SCM.

У наведених таблицях пояснювалося про вплив технологій на будь-які сфери. Разом з тим не було жодних ознак того, чи ця «зміна» є можливістю або загрозою. Табл. 5 ілюструє можливості та загрози, які може мати технологія для кожного KPI («+» означає можливості; «-» загрози).

**Таблиця 2.**  
**KPI – Скорочення часу вантажівок у доку**

	Скорочення часу вантажівок в доці	Приймаються точні квитанції	Скорочення часу від прийому до вибору місця	Збільшення швидкості шляху за годину	Зберігання запасів на квадратний фут	Використання витратних матеріалів	Скорочення витрачених робочих годин на замовлення	Скорочення часу від вибраного замовлення до відправлення	Скорочення часу закінчення запасів
Віртуальна та доповнена реальність	✓		✓	✓	✓		✓	✓	
Виробництво добавок – 3D-друк							✓	✓	
Моделювання								✓	
Аналіз великих даних						✓	✓	✓	✓
Хмарні технології		✓							
Кібербезпека									
Інтернет речей	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Мініатюризація електроніки	✓	✓			✓	✓		✓	✓
Автоматична ідентифікація та збір даних (AIDC)	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Радіочастотна ідентифікація (RFID)	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Робототехніка, безпілотники та нанотехнології	✓		✓	✓	✓		✓	✓	
Зв'язок між машинами (M2M)	✓		✓	✓			✓	✓	✓
Бізнес-аналітика (BI)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

*Складено авторами*

**Таблиця 3.**  
**Технології у порівнянні з KPI – Склад**

Технології	Вплив – якщо так, чому?	Якщо так, чому?
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Віртуальна та доповнена реальність	Так	Він стандартизує, як виконувати різні процеси, що беруть участь, коли вантажівка прибуває на док-станцію.
Виробництво добавок – 3D-друк	Ні	
Моделювання	Ні	
Аналітика великих даних	Ні	
Хмарні технології	Ні	
Кібербезпека	Ні	
Робототехніка, безпілотники та нанотехнології	Так	Навантаження або розвантаження здійснюється більш ефективно та безпечно, наприклад, завдяки можливості транспортувати різні товари з різних майданчиків одним піддоном.

Закінчення табл. 3

1	2	3
Інтернет речей	Так	Всі пристрої та датчики дозволяють отримувати дані, які можна використовувати для підвищення ефективності навантаження та розвантаження вантажівки. Це призведе до зменшення часу перебування вантажівки на доці.
Мініатюризація електроніки	Так	Використовуючи ці елементи, немає необхідності перевіряти якість отриманої продукції або тієї, яка буде поставлена. Це дозволяє уникнути «здивувань останнього разу», таких як неадекватна якість або невідповідність вимогам.
Автоматична ідентифікація та збір даних (AIDC)	Так	Точне місце розташування предметів / необхідність їх розташування біля вантажівки відоме заздалегідь. Більше того, розташування та розташування предметів усередині вантажівки також попередньо встановлено. Це дозволяє економити час.
Радіочастотна ідентифікація (RFID)	Так	Точне місце розташування предметів / необхідність їх розташування біля вантажівки відоме заздалегідь. Більше того, розташування та розташування предметів усередині вантажівки також попередньо встановлено. Це дозволяє економити час.
Зв'язок між машинами (M2M)	Так	Наприклад, це допомагає знати тип вантажівки, що прибуває, кількість перевізників, кількість предметів та тип товару серед інших. За допомогою цього інформаційного плану можливі матеріали, необхідні для вивантаження або завантаження в розширеному режимі.
Бізнес-аналітика (BI)	Так	Використовуючи всю інформацію, зібрану з різних джерел організації, можна зменшити час перебування вантажівки на пристані, якщо мати всі необхідні матеріали. Допомагає автоматично планувати та змінювати плани, якщо трапляються несподівані ситуації.

*Складено авторами*

**Висновки.** Отже, у результаті досліджень [40-44] визначено особливості впровадження технологій, залучених до Індустрії 4.0, у ланцюгу поставок, зокрема склад, транспортна логістика, функції закупівель та виконання замовлень. Доведено, що сфери, на які найбільше вплине Індустрії 4.0, – це виконання замовлень і транспортна логістика. Щодо виконання замовлення, 53,84% впливу технології становитимуть можливості. Тоді як нагадування можуть бути можливостями або загрозами, залежно від контексту впровадження.



**Таблиця 4.**  
**Технології у порівнянні з KPI – Транспортна логістика**

	Вантажопідйомність	Скорочення часу виконання	Видимість відвантаження	Знижувальні носії на відправку	Своєчасні пікапи	Вчасна доставка	Повна та пошкоджена безкоштовна доставка	Зниження середнього часу проїзду	Спілкування з клієнтами	Точність та повнота замовлення
Віртуальна та доповнена реальність	✓	✓					✓			
Виробництво добавок – 3D-друк										
Моделювання										
Аналітика великих даних							✓		✓	✓
Хмарні технології						✓	✓	✓	✓	✓
Кібербезпека									✓	
Інтернет речей	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓
Мініатюризація електроніки	✓				✓		✓			✓
Автоматична ідентифікація та збір даних (AIDC)	✓	✓	✓		✓		✓			✓
Радіочастотна ідентифікація (RFID)	✓	✓	✓		✓		✓			✓
Робототехніка, безпілотники та нанотехнології		✓		✓	✓		✓	✓		✓
Зв'язок між машинами (M2M)			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Бізнес-аналітика (BI)		✓		✓		✓	✓	✓		

Складено авторами

**Таблиця 5.**  
**Можливості та загрози на важелях ланцюга поставок**

	Закупівля	Склад	Транспортна логістика	Виконання
Віртуальна та доповнена реальність	+	+	+	+
Виробництво добавок – 3D-друк	+	+	+	+
Моделювання	+	+	+	+
Аналітика великих даних	+-	+-	+	+
Хмарні технології	+	+	+-	+-
Кібербезпека			-	+-
Інтернет речей	+-	+	+	+-
Мініатюризація електроніки	+-	+	+	+-
Автоматична ідентифікація та збір даних (AIDC)	+-	+	+	+-
Радіочастотна ідентифікація (RFID)	+-	+	+	+-
Робототехніка, безпілотники та нанотехнології	+	+-	+-	+
Зв'язок між машинами (M2M)	+-	+-	+-	+
Бізнес-аналітика (BI)	+-	+-	+-	+

Складено авторами

Транспортна логістика має 61,54% впливу, яку можна визначити як можливості; 7,69% становлять загрози, а решта – можливості чи загрози. Що стосується складу, 66,6% – це можливості, а 33,3% – можливості або загрози. Нарешті, у рамках функції закупівель Промисловість 4.0 демонструє 71,43% можливостей, решта – це можливості або загрози.

Встановлено, що впровадження певних технологій, таких як віртуальна і доповнена реальність, 3D-друк та моделювання призведе до можливостей. З іншого боку, аналітика великих даних, хмарні технології, кібербезпека, IoT, мініатюризація електроніки, AIDC, RFID, робототехніка, безпілотники та нанотехнології, M2M та BI можуть стати можливостями або загрозами для компаній. Той факт, що деякі технології можуть призвести як до можливостей, так і до загроз, полягає в тому, що всі різні сфери взаємопов'язані, без чітких меж між ними. Це залежить від того, де вони були проаналізовані. Це може мати позитивні або негативні наслідки.

Очевидні переваги можна визначити із впровадження Індустрії 4.0. Найважливішими перевагами є підвищена гнучкість, стандарти якості, ефективність і продуктивність. Це дасть змогу масовим налаштуванням, що дозволить компаніям задовольняти запити споживачів, створюючи цінність завдяки постійному виведенню на ринок нових продуктів і послуг. Більше того, співпраця між машинами та людьми може соціально вплинути на життя працівників майбутнього, особливо щодо оптимізації прийняття рішень.

**Перспективи подальших досліджень у даному напрямі** полягають в обґрунтуванні доцільності застосування мережевого підходу до управління ланцюгами постачань і розробленні цифрової стратегії управління ланцюгами постачань.

#### **Бібліографічний список.**

1. Federal Ministry of Education and Research (Germany). 2013. Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 – Final report of the Industrie 4.0 Working Group. URL: [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf) (дата звернення: 11.09.2020).
2. Beresford A.K.C., Pettit S.J., Whittaker W. Improving supply chain performance through quality management in a global distribution environment. *International Journal of Services and Operations Management*. 2005. Vol. 1. No. 1. P. 75-89.
3. Blaik P. Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarzadzania. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2010. 480 s.
4. Мэрфи Пол Р., Вуд Дональд Ф. Современная логистика. 8-е изд. Москва: ООО «И.Д. Вильямс», 2017. 720 с.
5. Бауэрсокс Дональд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. Москва: Олимп-Бизнес, 2017. 640 с.
6. Dźwigol H. Business management – compendium. Oxford: Alpha Science International Ltd, 2017. 178 p.
7. Dzwigol H. Research Methods and Techniques in New Management Trends: Research Results. *Virtual Economics*. 2019. Vol. 2. No. 1. P. 31-48. [https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.01\(2\)](https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.01(2)).
8. Dzwigol H. Methodological and Empirical Platform of Triangulation in Strategic Management. *Academy of Strategic Management Journal*. 2020. Vol. 19. No. 4. P. 1-8.
9. Dźwigol H. Interim Management as a New Approach to the Company Management. *Review of Business and Economics Studies*. 2020. Vol. 8. No. 1. P. 20-26. <https://doi.org/10.26794/2308-944X-2020-8-1-20-26>.
10. Dzwigol H., Shcherbak S., Semikina M., Vinichenko O., Vasiuta V. Formation of Strategic Change Management System at an Enterprise. *Academy of Strategic Management Journal*. 2019. Vol. 18(SI1). P. 1-8.
11. Kwilinski A. Implementation of Blockchain Technology in Accounting Sphere. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*. 2019. Vol. 23(SI2). P. 1-6.
12. Dzwigol H., Dźwigol-Barosz M., Kwilinski A. Formation of Global Competitive Enterprise Environment Based on Industry 4.0 Concept. *International Journal of Entrepreneurship*. 2020. Vol. 24(1). P. 1-5.
13. Крикавський Є. В., Чернописька Н. В. Україна в глобальних ланцюгах поставок. *Логістика: теорія та практика*. 2012. № 1(2). С. 92-100.
14. Колодізева Т. О. Управління ланцюгами поставок. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 164 с.
15. Григорак М. Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепції, методологія, компетентність: монографія. Київ: Сік Груп Україна, 2017. 516 с.
16. Петруня Ю. Є., Пасічник Т. О. Вплив новітніх технологій на логістику та управління ланцюгами поставок. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2018. № 1. С. 130-139. <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-09>.
17. Кочубей Д. Управління мережевою структурою ланцюгів постачання. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2019. № 3. С. 19-27. [https://doi.org/10.31617/zt.knute.2019\(104\)02](https://doi.org/10.31617/zt.knute.2019(104)02).
18. Божанова В. Ю. Розробка і обґрунтування ефективного логістичного ланцюга щодо впровадження нової продукції на підприємствах, що втягуються в інтернаціоналізацію. *Інвестиції: практика та досвід*. 2013. № 20. С. 13-17.
19. Гукалюк А. Ф. Удосконалення ланцюгів постачання в умовах трендів міжнародного бізнесу. *Економічний аналіз: зб. наук. праць*. Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2015. Т. 21. № 2. С. 48-54.
20. Чорна М. В. Модель оптимізації ланцюга поставок товарних ресурсів. *Агросвіт*. 2015. № 6. С. 3-6.
21. Свічкарь В. А. Ризики в системі митного регулювання міжнародних ланцюгів поставок. *Ефективна економіка*. 2018. № 3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6172> (дата звернення: 11.09.2020).
22. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. Ризик-менеджмент ланцюгів постачання в умовах цифрової економіки. *Бізнес Інформ*. 2018. № 4. С. 384-392.
23. Кулик В. А., Марчук В. Є., Гармаш О. М., Захарчук А. П., Градиський Ю. О. Формування глобальних ланцюгів комплексних постачань в системі агрологістики. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2019. № 16. С. 61-69.
24. Гірня О. Б. Логістика і ланцюг поставок: виклики пандемії COVID-19. *Причорноморські економічні студії*. 2020. Вип. 55-1. С. 87-93. <https://doi.org/10.32843/bses.55-14>.

25. Набока Р. М., Шукліна В. В. Вплив інтеграції логістичних ланцюгів поставок на підвищення потенціалу підприємства. *Ефективна економіка*. 2020. № 4. <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.87>.
26. Гринчак Н. А. Визначення сутності та структури ланцюга поставок логістичних послуг як об'єкта статистичного дослідження. *Бізнес Інформ*. 2020. № 8. С. 96-102. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-8-96-102>.
27. Geissbauer R., Vedsø J., Schrauf S. A Strategist's Guide to Industry 4.0: Global businesses are about to integrate their operations into a seamless digital whole, and thereby change the world. *Strategy+business*. 2016. URL: <http://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Industry-4.0?gko=7c4cf> (дата звернення: 12.09.2020).
28. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*. 2014. 8(1).
29. Deloitte. Audit. Tax. Consulting. Corporate Finance. 2014. Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. URL: <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> (дата звернення: 13.09.2020).
30. Hahn T. Future of Manufacturing – View on enabling technologies. *Siemens Corporate Technology*. 2014. URL: [https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2014/09/3\\_140805\\_OPC\\_Foundation\\_Redmond\\_v7a\\_incl\\_Siemens\\_Slides\\_20140731.pdf](https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2014/09/3_140805_OPC_Foundation_Redmond_v7a_incl_Siemens_Slides_20140731.pdf) (дата звернення: 13.09.2020).
31. Lee C. B. Demand Chain Optimization: Pitfalls and Key Principles. *Evant White Paper Series*, 2003. 270 p.
32. U.S. Agency for International Development. Procurement Performance Indicators Guide. 2013. URL: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s20157en/s20157en.pdf> (дата звернення: 14.09.2020).
33. Van der Geer J., Hanraads J.A.J., Lupton R.A. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 2000. Vol. 163. P. 51-59.
34. Deltabid. Procurement: Key Performance Indicators. 2014. URL: <https://www.deltabid.com/procurement-kpis-key-performance-indicators/> (дата звернення: 15.09.2020).
35. Sanders N. R. Big Data Driven Supply Chain Management. A Framework for Implementation Analytics and Turning Information into Intelligence. Pearson Education, Inc., 2014. 400 p.
36. Allais E. Warehouse Metrics: Measure What Matters. 2010. URL: <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/warehouse-metrics-measure-what-matters/> (дата звернення: 15.09.2020).
37. Stone S. Warehousing Key Performance Indicators – Measuring success helps demonstrate the value of warehousing functions. 2014. URL: <https://www.cisco-eagle.com/blog/2014/04/05/warehousing-key-performance-indicators/> (дата звернення: 16.09.2020).
38. Kasilingam R.G. Logistics and transportation. Great Britain, London: Kluwer Academic Publishers, 1998. 360 p.
39. Robinson A. Transportation Metrics That Matter Most to Track and Improve Performance. 2014. URL: <http://cerasis.com/2014/07/29/transportation-metrics/> (дата звернення: 17.09.2020).
40. Tryfonova O., Trushkina N. Application of information technologies in logistic activities of enterprises. *Conceptual aspects management of competitiveness the economic entities: collective monograph* / Edited by M. Bezpartochnyi, I. Britchenko. In 2 Vol.; Higher School of Social and Economic. Przeworsk: WSSG, 2019. Vol. 1. P. 161-172.
41. Трушкина Н.В., Рынкевич Н.С. Клиентоориентированность: основные подходы к определению. *Бізнес Інформ*. 2019. № 8. С. 244-252. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-8-244-252>.
42. Trushkina N. Development of the information economy under the conditions of global economic transformations: features, factors and prospects. *Virtual Economics*. 2019. Vol. 2. No. 4. P. 7-25. [https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.04\(1\)](https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.04(1)).
43. Hryhorak M., Trushkina N., Popkowski T., Molchanova K. Digital transformations of logistics customer service business models. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*. 2020. Vol. 1. P. 57-75. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-1-6>.
44. Grygorak M., Trushkina N. Introduction of purchase management information systems and partnership relations with suppliers. *Contemporary Issues of Digital Economy and Society: monograph* / Edited by T. Nestorenko, P. Mikos. Katowice: Publishing House of Katowice School of Technology, 2020. P. 206-213.

## References.

1. Federal Ministry of Education and Research (Germany) (2013), “Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 – Final report of the Industrie 4.0 Working Group”, available at: [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf) (Accessed 11 Sept 2020).

2. Beresford, A.K.C., Pettit, S.J. and Whittaker, W. (2005), "Improving supply chain performance through quality management in a global distribution environment", *International Journal of Services and Operations Management*, vol. 1, no. 1, pp. 75-89.
3. Blaik, P. (2010), *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
4. Murphy, P. R. and Wood, D. F. (2017), *Sovremennaja logistika* [Contemporary Logistics], 8th ed., I. D. Williams LLC., Moscow.
5. Bowersox, D. J., Closs, D. J. (2017), *Logistika: integrirovannja cep' postavok* [Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process], 2nd ed., Olymp-Business, Moscow.
6. Dźwigol, H. (2017), *Business management – compendium*, Alpha Science International Ltd, Oxford.
7. Dźwigol, H. (2019), "Research Methods and Techniques in New Management Trends: Research Results", *Virtual Economics*, vol. 2, no. 1, pp. 31-48. [https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.01\(2\)](https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.01(2)).
8. Dźwigol, H. (2020), "Methodological and Empirical Platform of Triangulation in Strategic Management", *Academy of Strategic Management Journal*, vol. 19, no. 4, pp. 1-8.
9. Dźwigol, H. (2020), "Interim Management as a New Approach to the Company Management", *Review of Business and Economics Studies*, vol. 8, no. 1, pp. 20-26. <https://doi.org/10.26794/2308-944X-2020-8-1-20-26>.
10. Dźwigol, H., Shcherbak, S., Semikina, M., Vinichenko, O. and Vasiuta, V. (2019), "Formation of Strategic Change Management System at an Enterprise", *Academy of Strategic Management Journal*, vol. 18(S11), pp. 1-8.
11. Kwilinski, A. (2019), "Implementation of Blockchain Technology in Accounting Sphere", *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, vol. 23(SI2), pp. 1-6.
12. Dźwigol, H., Dźwigol-Barosz, M. and Kwilinski, A. (2020), "Formation of Global Competitive Enterprise Environment Based on Industry 4.0 Concept", *International Journal of Entrepreneurship*, vol. 24(1), pp. 1-5.
13. Krykav'skyj, Ye. V. and Chornopys'ka, N. V. (2012), "Ukraine in global supply chains", *Logistics: theory and practice*, no. 1(2), pp. 92-100.
14. Kolodizieva, T. O. (2016), *Upravlinnia lantsiuhamy postavok* [Supply Chain Management], KhNEU named after S. Kuznets, Kharkiv.
15. Hryhorak, M. Yu. (2017), *Intelektualizatsiia rynku lohistychnykh posluh: kontseptsii, metodolohiia, kompetentnist'* [Intellectualization of the market of logistic services: concepts, methodology, competence], Sik Group Ukraine, Kyiv.
16. Petrunya, Y. Y. and Pasichnyk, T. O. (2018), "Impact of modern technologies on logistics and supply chain management", *Marketing and Management of Innovations*, vol. 1, pp. 130-139. <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-09>.
17. Kochubei, D. (2019), "Management of network structure of supply chains", *Foreign trade: economics, finance, law*, no. 3, pp. 19-27. [https://doi.org/10.31617/zt.knute.2019\(104\)02](https://doi.org/10.31617/zt.knute.2019(104)02).
18. Bozhanova, V. (2013), "The efficient logistics chain development and grounding in order to introduce new product in companies that are involved in internationalization", *Investytsiyyi: praktyka ta dosvid*, no. 20, pp. 13-17.
19. Hukaliuk, A. (2015), "Improvement of supply chain under international business trends", *Ekonomichnyy analiz*, vol. 21, no. 2, pp. 48-54.
20. Chorna, M. (2015), "Model of optimization of chain of supplying with commodity resources", *Agrosvit*, no. 6, pp. 3-6.
21. Svichkar, V. A. (2018), "Risks in the system of customs regulation of international supply chains", *Efektivna ekonomika*, no. 3, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6172> (Accessed 11 Sept 2020).
22. Vitlinskyi, V. V. and Skitsko, V. I. (2018), "The Risk-Management of Supply Chains in the Conditions of Digital Economy", *Business Inform*, no. 4, pp. 384-392.
23. Kulik, V. A., Marchuk, V. Y., Garmash, O. N., Zakharchuk, A. P. and Gradisky, Y. A. (2019), "Formation of global chain integrated supply in the system of a agrarian logistics", *Technical service of agriculture, forestry and transport systems*, no. 16, pp. 61-69.
24. Hirna, O. (2020), "Logistics and supply chain: challenges of the pandemic COVID-19", *Black Sea Economic Studies*, vol. 55-1, pp. 87-93, <https://doi.org/10.32843/bses.55-14>.
25. Naboka, R. and Shuklina, V. (2020), "Influence of integration of logistics supply chains on increase of potential of the enterprise", *Efektivna ekonomika*, no. 4, <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.87>.
26. Hrynychak, N. A. (2020), "Defining the Essence and Structure of the Supply Chain of Logistic Services as an Object of Statistical Research", *Business Inform*, no. 8, pp. 96-102, <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-8-96-102>.
27. Geissbauer, R., Vedsø, J. and Schrauf, S. (2016), "A Strategist's Guide to Industry 4.0: Global businesses are about to integrate their operations into a seamless digital whole, and thereby change the world. Strategy+business", available at: <http://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Industry-4.0?gko=7c4cf> (Accessed 12 Sept 2020).
28. Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. and Rosenberg, M. (2014), "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective", *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, vol. 8(1).

29. Deloitte (2014), "Audit. Tax. Consulting. Corporate Finance", *Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*, available at: <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> (Accessed 13 Sept 2020).
30. Hahn, T. (2014), "Future of Manufacturing – View on enabling technologies", *Siemens Corporate Technology*, available at: [https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2014/09/3\\_140805\\_OPC\\_Foundation\\_Redmond\\_v7a\\_incl\\_Siemens\\_Slides\\_20140731.pdf](https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2014/09/3_140805_OPC_Foundation_Redmond_v7a_incl_Siemens_Slides_20140731.pdf) (Accessed 13 Sept 2020).
31. Lee, C. B. (2003), *Demand Chain Optimization: Pitfalls and Key Principles*, Evant White Paper Series.
32. U.S. Agency for International Development (2013), "Procurement Performance Indicators Guide", available at: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s20157en/s20157en.pdf> (Accessed 14 Sept 2020).
33. Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J. and Lupton R.A. (2000), "The art of writing a scientific article", *J. Sci. Commun.*, vol. 163, pp. 51-59.
34. Deltabid (2014), "Procurement: Key Performance Indicators", available at: <https://www.deltabid.com/procurement-kpis-key-performance-indicators/> (Accessed 15 Sept 2020).
35. Sanders, N. R. (2014), *Big Data Driven Supply Chain Management. A Framework for Implementation Analytics and Turning Information into Intelligence*, Pearson Education, Inc.
36. Allais, E. (2010), "Warehouse Metrics: Measure What Matters", available at: <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/warehouse-metrics-measure-what-matters/> (Accessed 15 Sept 2020).
37. Stone, S. (2014), "Warehousing Key Performance Indicators – Measuring success helps demonstrate the value of warehousing functions", available at: <https://www.cisco-eagle.com/blog/2014/04/05/warehousing-key-performance-indicators/> (Accessed 16 Sept 2020).
38. Kasilingam, R. G. (1998), *Logistics and transportation*, Kluwer Academic Publishers, London, Great Britain.
39. Robinson, A. (2014), "Transportation Metrics That Matter Most to Track and Improve Performance", available at: <http://cerasis.com/2014/07/29/transportation-metrics/> (Accessed 17 Sept 2020).
40. Tryfonova, O. and Trushkina, N. (2019), "Application of information technologies in logistic activities of enterprises", *Conceptual aspects management of competitiveness the economic entities*, edited by M. Bezpartochnyi, I. Britchenko, in 2 Vol., Higher School of Social and Economic, Przeworsk, vol. 1, pp. 161-172.
41. Trushkina, N. V. and Rynkevych, N. S. (2019), "Customer orientation: basic approaches to definition", *Business Inform*, no. 8, pp. 244-252. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-8-244-252>.
42. Trushkina, N. (2019), "Development of the information economy under the conditions of global economic transformations: features, factors and prospects", *Virtual Economics*, vol. 2, no. 4, pp. 7-25. [https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.04\(1\)](https://doi.org/10.34021/ve.2019.02.04(1)).
43. Hryhorak, M., Trushkina, N., Popkowski, T. and Molchanova, K. (2020), "Digital transformations of logistics customer service business models", *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*, vol. 1, pp. 57-75. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-1-6>.
44. Grygorak, M. and Trushkina, N. (2020), "Introduction of purchase management information systems and partnership relations with suppliers", *Contemporary Issues of Digital Economy and Society*, edited by T. Nestorenko, P. Mikos, Publishing House of Katowice School of Technology, Katowice, pp. 206-213.

*Стаття надійшла до редакції 27.11.2020 р.*