

## МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 656.8

JEL Classification: D20, O32

DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.26.2023.287414>**Пічугіна М. А.**кандидат економічних наук,  
доцент кафедри менеджменту підприємств  
ORCID ID: 0000-0003-3072-9137**Феоктістова Н. О.**студентка  
ORCID ID: 0009-0000-2048-3968Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Pichugina Maryna, Feoktistova Nataliia**National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"**КОНЦЕПЦІЯ SUPPLY CHAIN 4.0: СУТНІСТЬ І ПРАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ  
НА ЛОГІСТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ****SUPPLY CHAIN 4.0 CONCEPT: THE ESSENCE AND PRACTICE  
OF APPLICATION IN LOGISTICS COMPANIES**

Метою даної статті є дослідження сутності та практики застосування концепції Supply Chain 4.0 на логістичних підприємствах. Актуальність теми дослідження полягає в тому, що питання цифрових технологій в ланцюгах постачання потребує глибокого аналізу, дослідження та вдосконалення. Методика дослідження, яка застосовувалася у даній статті – це сукупність загальних та специфічних наукових методів: статистичний аналіз – для групування та діагностики даних для дослідження тенденцій динаміки, графічний метод – для наочного сприйняття результатів досліджень, системний підхід – для систематизації розроблених досліджень та обґрунтування доцільності застосування концепції Supply Chain 4.0 на логістичних підприємствах. Обґрунтовано зростаючу роль та значимість цифрового ланцюга постачання у практиці діяльності провідних компаній задля задоволення потреб клієнтів та створення цінності. Доведено, що на сьогоднішній день, цифрові технології забезпечують інтелектуальне управління ланцюгом поставок, перетворюючи його з лінійної моделі на модель, у якій інформація надходить із одного централізованого джерела в кілька напрямків. Розглянуто ключові елементи Supply Chain 4.0 та охарактеризовано його основні переваги та недоліки на практиці. Охарактеризовано результати досліджень впливу цифрового ланцюга постачання на діяльність логістичних підприємств за рахунок мінімальних витрат та часу. Розглянуто основні руйнівні сили, що впливають на поточну модель ланцюга постачання, серед яких виділено такі: інноваційні цифрові технології, бізнес-екосистеми, глобальний характер роботи, коливання попиту та пропозиції. Висвітлено досвід логістичних компаній світу (DHL, Nippon, Express, Maersk) щодо використання цифрового ланцюга постачання у практиці діяльності. Результати впровадження цифрового ланцюга постачання на логістичних підприємствах характеризуються наступними показниками: до 40% збільшення показника ідеальних замовлень, на 30% зростає задоволеність клієнтів, на 10-40% збільшується оборотність запасів з мінімальним часом та витратами.

**Ключові слова:** Supply Chain 4.0, Industry 4.0, цифрові технології, інтелектуальні ланцюги постачання, цифрові мережі постачання.

The purpose of this article is to study the essence and practice of applying the Supply Chain 4.0 concept at logistics enterprises. The relevance of the research topic is that the issue of digital technologies in supply chains requires in-depth analysis, research and improvement. The research methodology used in this article is a combination of general and special scientific methods: statistical analysis – for grouping and diagnosing data for the study of dynamic trends, graphic method – for visual perception of research results, systematic approach – for systematization of developed studies and substantiating the feasibility of application. concepts of Supply Chain 4.0 at logistics enterprises. The growing role and importance of the digital supply chain in the practices of leading companies to meet customer needs and create value is substantiated. Today, digital technologies have been proven to provide intelligent management of the supply chain, transforming it from a linear model to a model in which information flows from one centralized, multi-directional source. The key elements of Supply Chain 4.0 are considered and its main advantages and disadvantages in practice are characterized. The results of the study of the influence of the digital supply chain on the activities of logistics enterprises at the expense of minimal costs and time are characterized. The main disruptive forces affecting the current supply chain model are considered, among which the following stand out: innovative digital technologies, business ecosystems, the global nature of work, fluctuations in demand and supply. The experience of the world's

logistics companies (DHL, Nippon, Express, Maersk) regarding the use of the digital supply chain in practice is highlighted. The results of the implementation of the digital supply chain at logistics enterprises are characterized by the following indicators: the number of perfect orders increases by 40%, customer satisfaction increases by 30%, inventory turnover increases by 10-40% with minimal time and costs.

**Keywords:** Supply Chain 4.0, Industry 4.0, digital technologies, intelligent supply chains, digital supply networks.

**Постановка проблеми.** Актуальність дослідження полягає в тому, що питання цифрових технологій в ланцюгах постачання потребує глибокого аналізу та вдосконалення.

На сьогоднішній день стрімко зростає попит на швидке та якісне обслуговування, виконання тих чи інших послуг, а також своєчасну доставку. Тож провідні компанії намагаються задовольнити дані потреби шляхом інвестування в Industry 4.0 та впровадження цифрових технологій у власні логістичні ланцюги постачання.

Інтелектуальні ланцюги постачання (технологічні тенденції з впровадження цифрових технологій, наприклад, штучний інтелект (AI – Artificial Intelligence), Інтернет речей (IoT – Internet of Things), доповнена реальність (AR – Augmented reality), 3D-друк, Blockchain) створюють основні цінності у цифровому світі. Завдяки цифровим технологіям відбувається перехід від лінійних ланцюгів постачання до адаптованих і масштабованих цифрових мереж постачання (Digital Supply Networks). Нові технології економічного виробництва 4.0 призведуть до більшої децентралізації та регіоналізації логістики.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивченню логістичної концепції Supply Chain 4.0 присвячено низка актуальних досліджень та публікацій вітчизняних і зарубіжних науковців. Серед яких доцільно виокремити статті Аренкова І., Ценжарика М., Ветрова М. «Цифрові технології в управлінні ланцюгами поставок»; Скіцько В.І. «Синергія цифрових технологій в логістичних системах»; Бурковської А.В., Сизоненко Ю.С. «Напрями вдосконалення логістичної діяльності підприємств»; Жадько К.С., Носова Т.І., Горященко Ю.Г. «Проблеми впровадження передових світових технологій в умовах цифрового бізнесу». Також варто відмітити наукові роботи зарубіжних вчених та їх праці, а саме Arenkov I., Tsenzharik M., Vetrova M. «Digital technologies in supply chain management»; Dursun T. «Blockchain Technology for Supply Chain Management».

**Формулювання цілей статті.** На основі критичного аналізу існуючих результатів дослідження концепції Supply Chain 4.0 актуальним завданням є ідентифікація сучасної концепції цифрового ланцюга постачання, проведення аналізу сутності та практики застосування концепції Supply Chain 4.0 на логістичних підприємствах.

**Виклад основного матеріалу.** Використання цифрових технологій компаніями призводить до економії сировини та енергетичних ресурсів за рахунок раціоналізації виробництва та споживання, перспектив відновлення навколишнього середовища [1, р. 454].

Прогнозований обсяг глобального ринку цифрової логістики за даними досліджень Global Industry Report у 2021 році становив 18,10 млрд дол. США, і очікується, що він досягне 77,52 млрд дол. США до 2030 року з CAGR (сукупний середньорічний темп приросту) 17,54% протягом прогнозованого періоду 2021–2030 років [2].

Цифрові технології управління ланцюгами постачання (цифровий ланцюг постачання) – це ефективний процес створення цінності, використання інноваційних підходів за допомогою технологічних та аналітичних методів, отримання нових форм прибутку шляхом раціоналізації логістичних процесів, скорочення часу виконання цих процесів та мінімізації витрат необхідних для обробки, обміну та аналізу інформації.

Тож, варто зазначити, що Supply Chain 4.0 – удосконалена версія ланцюга постачання, що включає в себе різноманітні технології Industry 4.0. Цифровий ланцюг постачання враховує використання інноваційних технологій задля обробки та аналізу потоків даних як всередині компанії, так і за її межами (між іншими організаціями).

Завдяки цифровим технологіям є можливість виявити нові потенційні можливості та загальні тенденції розвитку логістичних ланцюгів постачання. Поєднуючи та інтегруючи нові технології, бізнес-організації мають можливість отримати ширше уявлення про внутрішні та зовнішні дані, а як результат – усунути зайві відділи, які можуть існувати в організаціях, при цьому не знижуючи якість роботи компанії вцілому.

За результатами досліджень McKinsey – міжнародної консалтингової компанії, що спеціалізується на вирішенні завдань, пов'язаних зі стратегічним управлінням, оцінено вплив цифрового ланцюга постачання (Supply Chain 4.0) на діяльність підприємств (рис. 1).

За даними рис. 1 висвітлені результати досліджень міжнародної консалтингової компанії McKinsey щодо впливу цифрового ланцюга постачання.

Спостерігається тенденція, що в найближчі три роки потенційний вплив цифрового ланцюга постачання у діяльність компанії є вагомим і як результат підвищення гнучкості ланцюгів постачання та можливість йти в ногу з часом у сучасному інформаційному світі за рахунок зниження операційних витрат, зменшення втрачених продажів, а також суттєве зменшення запасів на логістичних складах.

Варто зазначити, що раціональна співпраця та ефективна взаємодія між учасниками ланцюга постачання (виробниками, постачальниками, споживачами) – запорука підвищення прозорості та результативності на всіх логістичних етапах починаючи від моменту відправлення товару до його отримання кінцевим споживачем.

Існують чотири основні руйнівні сили, що впливають на поточну модель ланцюга постачання (рис. 2).

Відповідно до рис. 2 висвітлені основні руйнівні сили, що впливають на поточну модель ланцюга постачання: інноваційні цифрові технології, бізнес-екосистеми, глобальний характер роботи, коливання попиту та пропозиції. Саме вищезазначені основні руйнівні сили створюють так званий «ефект доміно» та суттєво впливають на логістичний ланцюг постачання компанії.

Доцільно провести діагностику та порівняти традиційний ланцюг постачання та Supply Chain 4.0.

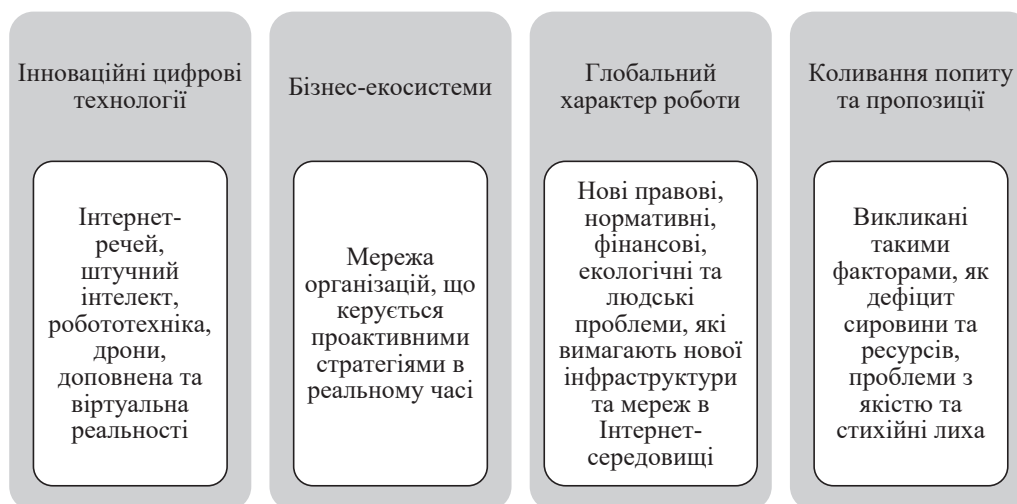
1. Традиційний ланцюг постачання [4]:

– характеризується лінійною моделлю «планування та контролю»;



**Рис. 1.** Результати досліджень McKinsey щодо впливу Supply Chain 4.0

Джерело: складено на основі [3]



**Рис. 2.** Основні руйнівні сили, що впливають на поточну модель ланцюга постачання

Джерело: складено на основі [4]

– складається з кількох відокремлених та роз'єднаних циклів планування, кожен із яких має лише часткове уявлення про логістичний ланцюг постачання;

- збільшення розбіжностей між постачальниками;
- дисбаланс між пропозицією та фактичним попитом;
- збільшення запасів [4].

Як результат використання традиційного ланцюга постачання у практиці діяльності підприємств призводить до:

- неефективних циклів зворотного зв'язку, комунікації та співпраці між учасниками логістичного процесу;
- неефективного реагування, збоїв у своєчасній доставці, зниження якості та ефективності та збільшення витрат і ресурсів;
- нездатності досягти операційної досконалості.

## 2. Supply Chain 4.0 [4]:

– характеризується так званою моделлю «плануй, роби, перевіряй і дій» (PDCA – «Plan-Do-Check-Act»), як результат – значне підвищення якості та ефективності;

– складається з циклів планування, які пов'язані між собою в цифровому вигляді й базуються на 360-градусному огляді логістичного ланцюга постачання;

– складається з індивідуальних та загальних циклів зворотного зв'язку, які сприяють постійному та одночасному спілкуванню між учасниками логістичного ланцюга постачання;

– характеризується плавними та спрощеними операціями, збалансованою пропозицією проти попиту, оптимальним запасом;

– призводить до зменшення витрат [4].

Доцільно зазначити основні складові Supply Chain 4.0 завдяки яким логістичні компанії мають змогу прозоро та ефективно функціонувати, створюючи цінність для потенційних клієнтів та підвищуючи власну інвестиційну привабливість (рис. 3).

Згідно з рис. 3 представлені основні ключові елементи цифрового ланцюга постачання. Supply Chain 4.0 складається з таких восьми ключових елементів: інтегроване планування, прозорість логістики, закупівлі 4.0, інтелектуальне складування, ефективне управління запасами, автономна логістика та логістика B2C (Business-to-consumer), аналітика ланцюга постачання, засоби цифрового ланцюга постачання.

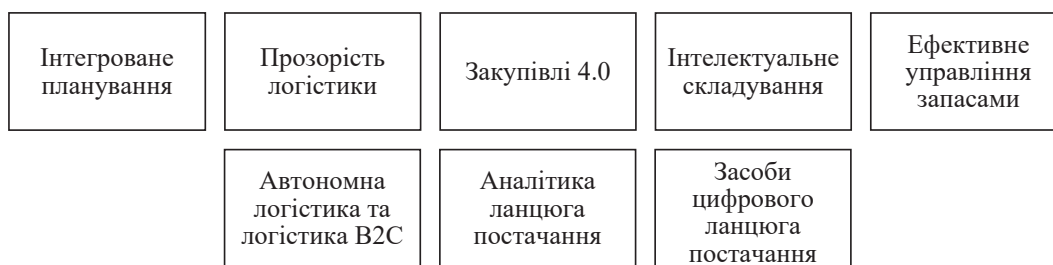


Рис. 3. Основні ключові елементи Supply Chain 4.0

Джерело: складено на основі [5]

Варто висвітлити основні переваги та недоліки використання цифрового ланцюга постачання підприємствами (рис. 4).

Відповідно до рис. 4 представлені основні переваги та недоліки використання цифрового ланцюга постачання підприємствами. Доцільно більш детально охарактеризувати переваги Supply Chain 4.0 [6]:

- потужна аналітична інформація (оцифрований ланцюг постачання забезпечує більш точну видиму аналітичну інформацію завдяки постійній комунікації та прозорості даних між виробниками, складами, постачальниками, операційними та розподільними центрами. Кінцевим результатом є підвищення операційної ефективності, кращий досвід клієнтів і збільшення доходів);

- збільшення фінансової вигоди (відповідно до звіту «McKinsey & Co» типова організація з 10 млрд дол. може заощадити близько 85 млн. дол. та збільшити прибуток до 70 млн. дол. США [7]);

- покращена ефективність (завдяки переходу від паперового ланцюга постачання до цифрового значно пришвидшується робота компанії в цілому, логістичні процеси стають більш прозорі) [6].

Недоліки Supply Chain 4.0 полягають у:

- відсутності єдиних стандартів комунікації між учасниками ланцюга постачання;

- необхідності залучення та навчання персоналу компанії;

- ускладнені та незрозумілі процедури держустанов щодо впровадження цифрових ланцюгів постачання у практику діяльності підприємств;

- високі витрати на впровадження цифрових технологій.

Варто дослідити провідний досвід деяких компаній світу з використання цифрового ланцюга постачання у практиці діяльності.

1. DHL – німецький лідер світової логістики, пропонує приклад використання великих даних та IoT у ланцюгах постачання. Так, у 2018 році компанія запустила інноваційне рішення для вантажних перевезень – DHL SmartTrucking. Велика частина його автопарку може перевозити швидкопсувні вантажі, які вимагають спеціальних температур (від  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ ). Розумні фургони наповнені датчиками з підтримкою Інтернету-речей, які контролюються через диспетчерську вежу. Як результат – можливість відстежувати вантаж і його температуру в режимі реального часу. Оновлення статусу надсилаються через портал клієнтів і мобільні додатки. Накопичені дані про транспортний засіб та його стан використовують для оптимізації маршруту та профілактичного обслуговування.

За даними DHL, ці інновації призвели до таких результатів [8]:

- скорочення часу доставки на 30% у порівнянні зі звичайною індустрією вантажних перевезень;
- забезпечення своєчасної доставки на 95% [8].

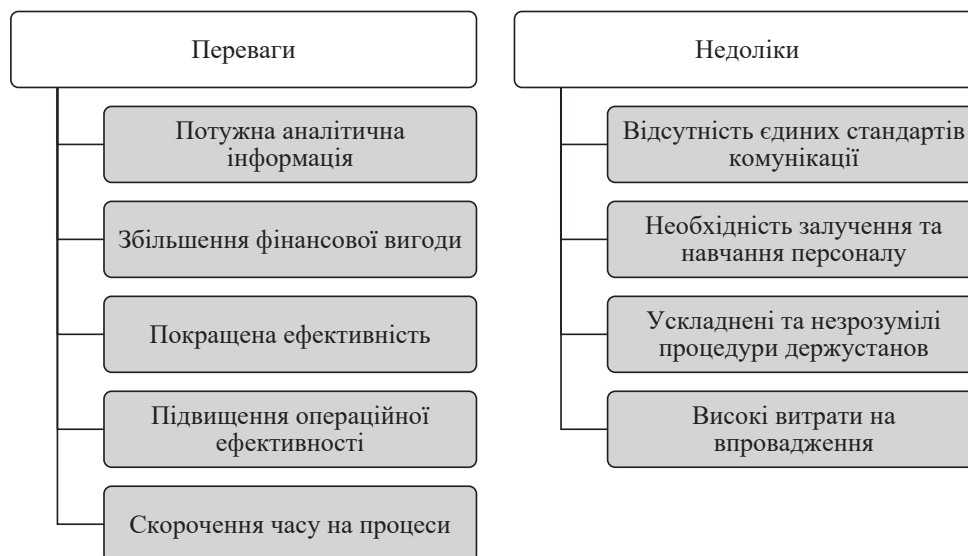


Рис. 4. Основні переваги та недоліки Supply Chain 4.0

Джерело: складено на основі [6]





Рис. 5. Результати дослідження Bain & Company щодо інвестицій у Supply Chain 4.0

Джерело: складено на основі [10]

Станом на сьогодні компанія працює в Індії, маючи в своєму розпорядженні 745 вантажівок і 12 SmartHub [8].

2. «Nippon Express» об'єднався з «Accenture» і «Intel» задля розробки ефективної системи відстеження відправлення по всьому ланцюгу постачання. Мета полягала у безпечній доставці фармацевтичних продуктів таким чином, щоб підроблені ліки не проникли у ланцюг постачання [9].

3. «Maersk» один із перших лідерів логістичної галузі у співпраці з технологічними компаніями розробив програми для бронювання контейнерів, управління доставкою на основі Інтернету речей і відстеження [9].

Тож, як свідчить практика провідних компаній світу, застосування цифрових технологій значно полегшує логістичну діяльність підприємств, функціонування ланцюгів постачання стає більш ефективним та раціональним, що свідчить про інвестиційну привабливість та дорогий імідж компанії для потенційних клієнтів.

Доцільно представити результати впровадження цифрових ланцюгів постачання у практику діяльності логістичних підприємств у цифрах (рис. 5).

Відповідно до рис. 5 за результатами дослідження, проведене Bain & Company, варто зазначити те, що інвестиції, спрямовані на підвищення стійкості ланцюгів постачання, приносять ряд переваг [10]:

1. Показники ідеальних замовлень збільшуються від 20% до 40%.

2. Задоволеність клієнтів зростає на 30%.

3. Оборотність запасів збільшується на 10-40%, скорочуючи витрати та збільшуючи грошовий потік.

4. Час виконання робіт значно скорочується, а витрати залишаються під контролем [10].

Цифровізація ланцюга постачання дозволяє компаніям відповідати викликам сьогодення, новим вимогам потенційних клієнтів, а також очікуванням щодо підвищення ефективності роботи підприємства.

**Висновки.** Supply Chain 4.0 – це інноваційний тренд сталого розвитку, покращення іміджу компанії та підвищення інвестиційної привабливості в довгостроковій перспективі. Використовуючи передову робототехніку, Інтернет-речей, розширену аналітику великих даних, штучний інтелект та автоматизацію, Supply Chain 4.0 інтегрує датчики всюди, програмує процеси, аналізує кожен кінцевий результат, задля збільшення обсягів виробництва, продуктивності, задоволення потенційних клієнтів та створення цінності.

Цифрові технології забезпечують інтелектуальне управління ланцюгом поставок, перетворюючи його з лінійної моделі на модель, у якій інформація надходить із одного централізованого джерела в кілька напрямків. Доведено значимість впровадження цифрових ланцюгів постачання у практику діяльності підприємств. Перспективами подальших досліджень є аналізування інформації щодо концепції Supply Chain 4.0 виходячи з досвіду провідних компаній задля уникнення помилок у майбутньому, із метою оптимального вибору підприємствами тої чи іншої цифрової технології в ланцюгу постачання.

### Література:

1. Аренков І., Ценжарик М., Ветрова М. Цифрові технології в управлінні ланцюгами поставок. *Atlantis Highlights в комп'ютерних науках*. 2019. № 1. С. 453–458.
2. Розмір ринку цифрової логістики. Global Industry Report 2030. URL: <https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/digital-logistics-market> (дата звернення: 15.10.2022).
3. Supply Chain 4.0 – цифровий ланцюжок поставок нового покоління. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain> (дата звернення: 15.10.2022).
4. Ланцюг поставок 4.0: розкіш чи необхідність. URL: <https://social-innovation.hitachi/en-us/think-ahead/manufacturing/supply-chain-4-0/> (дата звернення: 15.10.2022).
5. Як цифровізація робить ланцюжок поставок більш ефективним, гнучким і орієнтованим на клієнта. URL: <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2016/industry-4-digitization/industry40.pdf> (дата звернення: 15.10.2022).
6. Що таке Supply Chain 4.0? Все, що вам потрібно знати. URL: <https://www.seagullscientific.com/resources/blog/what-is-supply-chain-40-everything-you-need-to-know/> (дата звернення: 15.10.2022).
7. Глобальний управлінський консалтинг. McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/> (дата звернення: 15.10.2022).
8. Великі дані в логістиці: ключові переваги та 3 реальних випадки використання. URL: <https://acropolium.com/blog/big-data-in-logistics-key-benefits-3-real-use-cases/> (дата звернення: 16.10.2022).
9. Як використовувати IoT в логістичній галузі: успішні випадки використання. URL: <https://www.digiteum.com/internet-of-things-logistics/> (дата звернення: 16.10.2022).
10. Bain & Company: Глобальна консалтингова фірма з управління. URL: <https://www.bain.com/> (дата звернення: 15.10.2022).

### References:

1. Arenkov I., Tsenzharik M., Vetrova M. (2019) Digital technologies in supply chain management. *Atlantis Highlights in Computer Sciences*, no. 1, pp. 453–458.
2. Digital Logistics Market Size. Global Industry Report 2030. Available at: <https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/digital-logistics-market> (accessed 15 October 2022).

3. Supply Chain 4.0 – the next-generation digital supply chain. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain> (accessed 15 October 2022).
4. Supply Chain 4.0: A luxury or a necessity. Available at: <https://social-innovation.hitachi/en-us/think-ahead/manufacturing/supply-chain-4-0/> (accessed 15 October 2022).
5. How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused. Available at: <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2016/industry-4-digitization/industry40.pdf> (accessed 15 October 2022).
6. What is Supply Chain 4.0? Everything You Need to Know. Available at: <https://www.seagullscientific.com/resources/blog/what-is-supply-chain-40-everything-you-need-to-know/> (accessed 15 October 2022).
7. Global management consulting. McKinsey & Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/> (accessed 15 October 2022).
8. Big data in logistics: key benefits & 3 real use cases. Available at: <https://acropolium.com/blog/big-data-in-logistics-key-benefits-3-real-use-cases/> (accessed 16 October 2022).
9. How to Use IoT in Logistics Industry: Successful Use Cases. Available at: <https://www.digiteum.com/internet-of-things-logistics/> (accessed 16 October 2022).
10. Bain & Company: Global management consulting firm. Available at: <https://www.bain.com/> (accessed 15 October 2022).