

**Коваленко Д.С., Негоденко О.В.**

*Державний Університет Телекомунікацій, м. Київ*

## **ПЕРСПЕКТИВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У СФЕРІ РОЗРОБКИ ЛОГІСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ГАЛУЗІ С2С ДОСТАВКИ МАЛОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ**

**Анотація:** Розглянуто актуальні дослідження у сфері розробки логістичних алгоритмів для галузі С2С доставки малогабаритних вантажів. Аналізуються актуальні та, зокрема, останні дослідження у цій сфері. Розглядаються як загалом не вирішені проблеми сфери С2С логістики, так і конкретні проблеми існуючих логістичних алгоритмів для реалізації С2С логістичних систем.

С2С логістика – є перспективним напрямком у галузі логістики малогабаритних вантажів, який, зокрема, на думку багатьох дослідників, посприяє вирішенню, так званої, проблеми останнього кілометра – доставка від малого логістичного центру або поштового відділення до безпосередньо отримувача. Окрім очевидної зручності для середньостатистичного користувача поштових послуг, логістичні системи, що працюють за схемою С2С, допомагають вирішити ряд економічних проблем та, навіть, екологічних.

Незважаючи на активний розвиток логістичних алгоритмів, наразі існують кілька невирішених проблем у цій галузі, зокрема: розробка алгоритмів з урахуванням даних з реального світу: більшість алгоритмів базуються на заздалегідь розрахованих або відомих даних, що часто є середніми чи ідеальними, але у реальному світі часто виникають фактори, що суттєво можуть впливати на роботу алгоритмів, наприклад дорожній рух, погодні умови, обмеження у ресурсах тощо; підвищення точності передбачень: ця проблема походить від попередньої, оскільки окрім врахування даних з реального світу, необхідно розроблювати алгоритми з можливістю передбачення змін. Підвищення рівня точності передбачень може допомогти алгоритмам стати більш ефективними; врахування екологічних факторів: зростаюча свідомість щодо збереження навколишнього середовища вимагає розробки екологічно орієнтованих логістичних алгоритмів. Розробка алгоритмів, які дозволяють зменшити вплив на довкілля та використовувати більш екологічно чисті види транспорту та ресурсів, може допомогти забезпечити сталість розвитку логістики і зменшити її негативний вплив на довкілля.

У свою чергу розробки у галузі С2С логістика стикаються із власними проблемами окрім вищезазначених загальних проблем логістики. Зокрема це проблеми у розрахунках логістичних маршрутів у реальному часі.

**Ключові слова:** С2С логістика, проблема останнього кілометра, розрахунки у реальному часі, логістичні алгоритми, доставка малогабаритних вантажів

**Kovalenko D., Nehodenko O.**

*State University of Telecommunications, Kyiv*

## **PROSPECTIVE RESEARCH IN THE DEVELOPMENT OF LOGISTICS ALGORITHMS FOR C2C DELIVERY OF SMALL FREIGHTS.**

**Abstract:** Consideration has been given to recent research on the development of logistic algorithms for the C2C delivery of tiny items. Current and recent research in this field is examined,

*including both the unresolved problems of the C2C logistics industry and the specific problems of extant logistic algorithms for implementing C2C logistic systems.*

*According to numerous researchers, C2C logistics contributes to solving the so-called "last mile" delivery problem - the delivery from a local logistics center or post office to the final recipient. In addition to the apparent convenience for the average user of postal services, logistic systems that operate on a C2C basis contribute to the resolution of numerous economic and environmental issues.*

*There are presently a number of unsolved problems in the field of logistic algorithms, including the development of algorithms that take into account real-world data. Most algorithms are based on pre-calculated or known data, which are typically averages or ideal conditions. However, in the real world, factors such as traffic, weather conditions, resource constraints, etc. can significantly affect the operation of algorithms. In addition to taking into consideration real-world data, it is necessary to develop algorithms that can predict future changes in order to improve the accuracy of predictions. Improving the accuracy of predictions can help algorithms become more efficient. Environmental considerations necessitate the development of environmentally oriented logistic algorithms. Increasing environmental awareness necessitates the development of algorithms that permit a reduction in environmental impact and the use of more environmentally friendly types of transportation and resources, which can help ensure the sustainability of logistics development and reduce its negative impact on the environment.*

*Despite these obstacles, however, the development of C2C logistics remains a promising direction in the field of small-scale logistics, with the potential to revolutionize last-mile delivery and reduce the negative environmental effect of logistics. As a result, ongoing research into the development of logistics algorithms for C2C delivery systems continues to be an essential area of study.*

*Recent and ongoing research in the field of logistics algorithms for C2C delivery systems has illuminated both the potential benefits and current challenges of this prospective area of logistics. It is essential for the continued growth and sustainability of C2C logistics to develop algorithms that can account for real-world data, enhance prediction accuracy, and incorporate ecological considerations in order to overcome these obstacles.*

**Keywords:** *C2C logistics, last-mile delivery problem, real-time calculations, logistic algorithms, delivery of small-sized cargo.*

## **1. Постановка проблеми.**

Логістика є важливою складовою будь-якого сучасного підприємства. Основним її завданням є забезпечення ефективного розподілу ресурсів, доставка товарів від виробників до кінцевих споживачів та надання високоякісного сервісу клієнтам. Через постійне зростання конкуренції та зміну очікувань споживачів щодо якості сервісу, все більше підприємств змушені вдосконалювати свої логістичні процеси, щоб задовольнити різноманітні потреби клієнтів.

Одним із перспективних напрямків у сучасній логістиці є C2C (від англ. Customer-To-Customer – *від користувача до користувача*) логістика. Ця галузь передбачає обмін товарами між кінцевими споживачами без посередництва з боку бізнесу. Ця стратегія є похідною від стратегії *контрактної доставки*, де передбачається делегування вирішення логістичних завдань зовнішній організації [1]. В даному випадку, замість зовнішньої організації, логістичні завдання виконує зацікавлена приватна особа. Така стратегія має кілька переваг, зокрема зменшення логістичних витрат, покращення якості сервісу та збереження навколишнього середовища.

Розробки та дослідження в галузі C2C логістики набувають все більшої зацікавленості з боку бізнесу, оскільки вони можуть допомогти виявити нові можливості для покращення логістичних процесів, зменшення логістичних витрат, надання якісного сервісу та зміцнення взаємин з клієнтами. Отож, у якості основних факторів, що стимулюють дослідження у сфері C2C логістики можна виділити:

1. Зміна споживацьких поведінок.

2. Розвиток технологій.
3. Зростання економіки спільного споживання.
4. Зміна способу споживання.
5. Збільшення вимог до стандартів якості.
6. Зменшення витрат.

## 2. Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Ранні дослідження тематики покращення ефективності ланцюгів поставок концентрують увагу на підвищенні клієнтоорієнтованості, якості послуг та ефективної взаємодії між всіма ланками ланцюга, що в результаті має підвищити продуктивність ланцюга поставок.

У науковій статті від 2004-го року «Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. Management Science» [2], автори досліджують причини та наслідки феномену викривлення інформації у ланцюжку доставок, також відомого як *ефект «бичачого батоба»* [3], а також шукають можливі стратегії пом'якшення впливу цього явища на продуктивність ланцюга поставок. Для цього вони застосовують імітаційні моделі, щоб проаналізувати поведінку багатоетапного ланцюга поставок та дослідити вплив різних стратегій на викривлення інформації та продуктивність цього ланцюга. Згідно з дослідженням [2], ефект «бичачого батоба» може виникнути у випадку, коли учасники ланцюга постачання приймають рішення на основі неповної та/або неточної інформації про попит, що в може призводити до створення надмірних запасів продукції, неякісного обслуговування споживачів та зниження ефективності всього ланцюга. Також, автори визначають кілька стратегій для пом'якшення впливу «бичачого батоба», що включають обмін інформацією, координацію рішень щодо впорядкування та підвищення точності прогнозування. Отримані у результаті досліджень [2] дані, свідчать про те, що учасники ланцюга постачання мають зосередити зусилля на покращенні обміну інформації та співпраці для зниження негативних ефектів.

У дослідженні, «Improving supply chain performance by efficient consumer response? A critical comparison of existing ECR approaches» [4], проводиться критичний аналіз ECR (англ. Efficient Consumer Response – *ефективне реагування на споживача*) [5], розглянуто фактори що впливають на успішність впровадження концепції та визначено ті, що є найважливішими у процесі впровадження ECR, котрі необхідно враховувати для покращення ефективності логістичних ланцюгів. Отримані дані свідчать про те, що ефективна взаємодія, співпраця та довіра між усіма партнерами ланцюга поставок є важливими факторами для успішного впровадження ECR, що зокрема може забезпечити значні переваги з точки зору зниження витрат, підвищення ефективності та підвищення задоволеності клієнтів.

Пізніші дослідження зміщують акцент з побудови стратегій на впровадження інновацій у ланцюг поставок. Тобто, важливість ефективності співробітництва між партнерами ланцюга та підвищення якості обслуговування споживачів на даному етапі вже вважаються необхідними складовими структури сучасних логістичних ланцюгів. Тому впровадження інновацій, технічних та стратегічних, є наступним пріоритетним вектором розвитку.

У дослідженні 2010-го року «The impact of supply chain structure on collaborative innovation. Journal of Business Logistics» [6] досліджується вплив ланцюга поставок на спільні інновації, а також взаємозв'язок цього ланцюга зі здатністю учасників ланцюга співпрацювати над інноваціями. У якості інструменту дослідження використовуються опитування керівників ланцюгів поставок для збору даних про логістичні ланцюги та рівень залучення партнерів до нововведень, та подальший статичний аналіз цих опитувань з метою дослідження взаємозв'язків між структурою ланцюга та спільними інноваціями. Виділяється, що структура ланцюга постачання може мати значний вплив на здатність партнерів впроваджувати інновації на спільному рівні через співпрацю з іншими учасниками. Зокрема, виявлено, що структури ланцюга постачання, які характеризуються високим рівнем обміну інформацією, довгостроковими партнерством та взаємною залежністю, є більш сприятливими для спільних інновацій. Також, спільні інновації можуть мати переваги для партнерів ланцюга постачання, включаючи покращену якість продукції, підвищення ефективності та зниження витрат.

Загалом, цим дослідженням [6] пропонується зосередити зусилля на взаємній інтеграції партнерів в рамках ланцюга доставки. Ця інтеграція визначається побудовою довгострокових партнерських взаємовідносин, взаємному обміні інформацією та розвитку взаємної залежності для сприяння інноваційного розвитку всього логістичного ланцюга.

У роботі від 2011-го року «Sustainable supply chain management: evolution and future directions» [7] досліджується практика SSCM – *стійке управління ланцюгом поставок* – обговорюється важливість цієї практики для досягнення сталого розвитку та виклики, які необхідно подолати для її впровадження. Розглянуто різні підходи до SSCM, такі як системи екологічного управління, оцінка життєвого циклу та логістичні ланцюжки замкнутого циклу. Запропоновано кілька напрямів для SSCM, включаючи потребу переходу від догідливості до більш прогресивних та інтегрованих підходів, важливість залучення зацікавлених сторін та потенціал залучення інформаційних технологій до покращення стійкості глобальних логістичних ланцюгів. Дослідження 2015-го року «Sustainable supply chain management: A closed-loop network hierarchical approach» [8] пропонує ієрархічний підхід для створення логістичного ланцюжка замкнутого циклу. У дослідженні розглянуто основні проблеми управління ланцюжком поставок, зокрема забезпечення якості, ефективне використання ресурсів та зменшення відходів. Запропоновано модель ієрархічного логістичного ланцюга, що включає в себе виробника, дистриб'юторів та споживачів. Надано опис різних етапів управління сталим логістичним ланцюгом, таких як збір інформації, планування, координація та виконання. У дослідженнях приділяється увага саме ефективному керуванню та розвитку логістичного ланцюга на рівні учасників ланцюга, та не концентрується на питаннях взаємодії з приватними споживачами, що не досить добре корелює із концепцією C2C логістики. Хоча можливість екстраполяції підходу SSCM у C2C логістику на рівень системи-гаранта доставки може бути темою деяких майбутніх досліджень.

Найбільш цікавими з точки зору розвитку логістичних ланцюгів по схемі C2C є дослідження від 2017-го року «Environmental impact of C2C e-commerce logistics: a review» [9] та «Research on the supply chain collaboration degree of C2C e-commerce enterprises» [10].

У дослідженні [9] розглядається вплив C2C логістики електронної комерції на навколишнє середовище. Досліджується вплив на навколишнє середовище різних аспектів C2C логістики, що включають пакування, транспортування та доставку «в останній кілометр» [11]. Також досліджується потенціал «зеленої логістики» [12] для зменшення негативного впливу C2C логістики е-комерції на навколишнє середовище. Згідно з дослідженням, вплив C2C логістики може бути значним тому, що упаковка, транспортування та доставка «в останній кілометр» сприяють викидам вуглецю та відходам. Відзначається, що швидке зростання C2C е-комерції, особливо в країнах, що розвиваються, може посилити цей вплив на навколишнє середовище. Проте підкреслюється потенціал «зеленої логістики», як-от оптимізовані маршрути доставки, використання альтернативних видів палива та використання екологічно чистих пакувальних матеріалів.

У іншому дослідженні [10] розглядається ступінь взаємодії логістичних ланцюгів з підприємствами C2C е-комерції, досліджуються фактори, які впливають на ступінь взаємодії ланцюга постачання та вплив співпраці на продуктивність підприємств електронної комерції C2C. У якості інструментів дослідження використовуються опитування підприємств, що безпосередню працюють у сфері C2C е-комерції, та подальший статичний аналіз цих опитувань з метою визначення факторів, які впливають на співпрацю та її вплив на продуктивність. Дослідженням встановлюється, що довіра, комунікація та обмін інформацією є важливими факторами, які впливають на рівень співпраці в ланцюзі постачання між підприємствами C2C е-комерції, та, що співпраця має позитивний вплив на продуктивність підприємств C2C е-комерції, зокрема на зменшення витрат, якість обслуговування та задоволення клієнтів.

Обидва дослідження зосереджуються на впливах ланцюгів доставки на різних напрямках у контексті C2C е-комерції. Але оскільки схема C2C в дослідженнях представлена через електронну комерцію, де маються на увазі майданчики, на кшталт OLX або Prom.ua, самі

логістичні ланцюжки знаходяться у посередника – поштової або кур'єрської служби –, що має зазвичай складну логістичну схему, що зазвичай виливається у те, що посилка у ліпшому випадку потрапить до замовника лише наступного дня після здійснення замовлення. Ці дослідження лише пропонують як покращити ці ланцюги для:

- Зменшення витрат
- Покращення взаємодії зі споживачами
- Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище

Розвитком ідей покращення логістичних ланцюгів у сфері C2C комерції можна вважати дослідження 2019-го року « Collaborative Mechanism for Pickup and Delivery Problems with Heterogeneous Vehicles under Time Windows» [13], де пропонується багатоцільова модель співробітництва в логістиці, що враховує кілька критеріїв, таких як витрати на доставку, час доставки та рівень задоволеності покупця. Модель включає дві групи учасників: продавців і кур'єрів, які співпрацюють для забезпечення доставки товарів. У моделі враховується ряд обмежень, включаючи час роботи кур'єрів, обмеження на максимальну вагу та об'єм товарів, які можна доставити за один раз, та обмеження на максимальну кількість замовлень, яку кур'єр може виконати за день. Модель також враховує кілька критеріїв оптимізації, таких як мінімізація витрат на доставку, мінімізація часу доставки та максимізація рівня задоволеності покупця. Для досягнення цих цілей використовуються різні методи оптимізації, включаючи генетичні алгоритми та методи динамічного програмування. Застосування багатоцільової моделі дозволяє покращити ефективність та ефективність виконання логістичних операцій, зменшити витрати на доставку, скоротити час доставки та забезпечити високий рівень задоволеності покупців.

Узагальнюючи, це дослідження надає підґрунтя для подальших розробок та досліджень у галузі C2C логістики, а саме дає метод вирішення проблеми доставки «в останній кілометр», з якою постійно мають справу споживачі, що замовляють доставку в межах свого населеного пункту. Це також дає підґрунтя до розвитку цифрових логістичних систем, де функцію доставки посилок зможуть виконувати сторонні зацікавлені приватні особи, на кшталт пасажирських перевезень в Uber, Uklon або Bolt.

Це припущення може підтвердити стаття 2022-го року «Delivering Goods Using a Baby Pram: The Sustainability of Last-Mile Logistics Business Models » [14], в якому описується дослідження сталісті бізнес-моделі, що використовує доставку за допомогою дитячих візочків для вирішенні проблеми доставки «в останній кілометр». Автори наголошують на тому, що вирішення цієї проблеми є вкрай важливим з точки зору вартості та сталості логістичного ланцюжка. Дослідження було проведено у місті Любляна (Словенія), де підприємство з доставки їжі використовувало дитячі візочки для доставки замовлень. Автори провели аналіз ефективності такої бізнес-моделі з точки зору вартості, сталості та екологічності, де порівнювалась бізнес модель з дитячими візочками з традиційними моделями доставки з використанням великогабаритних автомобілів. Згідно результатам дослідження, модель з використанням дитячих колясок є менш витратною та більш екологічною в порівнянні з традиційними моделями доставки. Автори статті закликають до подальшого дослідження і розробки більш сталих та екологічних моделей бізнесу останньої милі логістики.

Кількість та змістовність досліджень вказують на перспективу дослідженні у галузі C2C доставки малогабаритних вантажів. Але такі системи природньо потребуватимуть алгоритмів здатних ефективно працювати в реальному часі. Однією з основних проблем існуючих логістичних алгоритмів є розрахунок оптимального маршруту у реальному часі через наступні проблеми:

1. Зміна умов на дорогах
2. Обмежені ресурси
3. Обробка великої кількості даних
4. Вимоги до якості надаваних послуг
5. Оптимальний розподіл ресурсів

Існує багато досліджень, пов'язаних з проблемами розрахунку оптимального маршруту у реальному часі, зокрема:

1. «Real-time vehicle routing: Solution concepts, algorithms and parallel computing strategies» [15] – дослідження присвячене аналізу різних підходів до розрахунку оптимального маршруту у реальному часі та використання паралельних обчислень для підвищення ефективності.

2. «Managing in real-time a vehicle routing plan with time-dependent travel times on a road network» [16] – стаття присвячена проблемам розрахунку маршрутів з урахуванням змінних часів руху, які можуть змінюватись в реальному часі.

3. «Real-time vehicle routing problem with time windows and simultaneous delivery/pickup demands» [17] – ця стаття описує алгоритми, які використовують інформацію про попит на послуги, щоб оптимізувати маршрути доставки у реальному часі.

4. «A Real-time Vehicle Routing Model for a Courier Service Problem» [18] – стаття присвячена використанню алгоритмів розрахунку маршрутів для оптимізації доставки в кур'єрських службах.

5. «Finding a minimum cost path between a pair of nodes in a time-varying road network with a congestion charge» [19] – у цій статті досліджується проблема знаходження найдешевшого маршруту в дорожній мережі зі змінною часовою динамікою.

### **3. Мета дослідження.**

Виходячи з результатів аналізу та наявних рішень в сфері дослідження питань розробки логістичних алгоритмів для галузі C2C доставки малогабаритних вантажів – *в контексті задачі вантажі невеликого об'єму та ваги, які можливо транспортувати за допомогою легкого та середнього персонального транспорту (велосипед, мото-техніка, автомобіль тощо)* –, що метою даної публікації є обґрунтування виправданості та необхідності дослідження та розробки системи розподілу, керування та логістичного розрахунку доставки посилок за схемою C2C. У цій схемі цифрова інформаційна система повинна виконувати суто розпорядчу роль – розподілити посилки між зареєстрованими кур'єрами та слідкувати за їх доставкою. При чому питання довіри та безпеки операцій у такій системі є темою окремого дослідження.

### **4. Обґрунтованість дослідження та розробки системи C2C доставки малогабаритних вантажів.**

#### **Зміна споживацьких поведінок.**

В останні роки клієнти стали набагато вибагливішими щодо якості обслуговування та швидкості доставки своїх покупок. Крім того, тенденції споживачів, такі як індивідуалізація та персоналізація, стають все популярнішими, що потребує більш гнучкого та швидкого підходу до обробки замовлень та доставки продуктів. C2C логістика має потенціал стати важливим інструментом для задоволення цих вимог клієнтів, оскільки надає більш різноманітні альтернативи доставки. Серед таких варіантів доставки можливість вибору клієнтом часу та місця доставки продукту, а також замовлення доставки до інших країн. Крім того, C2C логістика може запропонувати індивідуальний підхід до кожного замовлення, дозволяючи задовольнити потреби клієнтів, які шукають унікальні та відмінні покупки. Зміна поведінки споживачів потребує більш гнучкої та ефективної логістики, яку може забезпечити C2C логістика.

#### **Розвиток технологій.**

Розвиток можливостей логістики клієнт-до-клієнта (C2C) стає можливим завдяки швидкому розвитку технологій, зокрема мобільних та інтернет-технологій. Завдяки цим технологіям, мобільні додатки та веб-сайти дозволяють користувачам робити замовлення та відстежувати стан їх доставки. Більше того, технології, такі як штучний інтелект, інтернет

речей та блокчейн можуть допомогти у автоматизації логістичних процесів та збільшенні їх ефективності. Наприклад, штучний інтелект може передбачити попит на певні продукти, дозволяючи більш точно планування логістики та зменшення витрат, пов'язаних зі зберіганням. Використання технології блокчейн може покращити безпеку та надійність логістичних систем, що особливо важливо для логістики клієнт-до-клієнта (C2C), де немає централізованого посередника. Розвиток технологій покращує можливості та ефективність логістики C2C, що робить її більш придатною для сучасних умов.

### **Зростання економіки спільного споживання.**

Розповсюдження економіки спільного користування є новим трендом розвитку компаній, що стимулює попит на логістику C2C. Ця стратегія включає взаємодію між споживачами, які об'єднуються, щоб здійснювати спільні покупки з доставкою або використовувати послуги для обміну продуктами і послугами. Великі організації, які надають послуги каршерингу або спільного проживання, такі як Uber, Airbnb та інші, вимагають розробки та впровадження C2C логістики, щоб забезпечити ефективне та швидке надання послуг.

Ця стратегія має потенціал зменшити витрати на доставку, оскільки дозволяє використовувати одну доставку для кількох замовлень. Також це може зменшити екологічний вплив, зменшивши кількість доставок. Крім того, економіка спільного користування може допомогти зменшити відходи та споживання ресурсів.

Розширення економіки спільного користування потребує більш ефективного та швидкого надання послуг, яке може забезпечити логістика C2C.

### **Зміна споживацьких звичок.**

В останні роки спостерігається зміна споживацької поведінки на користь більш індивідуалізованих та унікальних товарів і послуг. Це збільшує як кількість замовлень, так і кількість доставок до кінцевого споживача. Тому потрібні більш ефективні та індивідуалізовані техніки розподілу.

Логістика C2C може задовольнити ці вимоги, дозволяючи індивідуальний підхід до кожного замовлення, дозволяючи клієнтам задовольняти свої унікальні потреби та вимоги. Це дає змогу забезпечити більш високу якість обслуговування та задоволення клієнтів. Більш того, логістика C2C може знизити вартість доставки, оскільки товари можуть бути доставлені безпосередньо від продавця до покупця, без додаткових проміжних ланок. Це робить процес доставки більш ефективним та економічним.

Крім того, логістика C2C може боротися зі зайвим відходом та сприяти сталому розвитку. Багато онлайн-майданчиків дозволяють споживачам переробляти та перепродавати свої товари, що продовжує життєвий цикл товару та зменшує кількість відходів.

Логістика C2C є важливим та перспективним бізнесом, оскільки вона відповідає на потреби споживачів у більш індивідуалізованих та унікальних товарах та послугах, пропонує більш ефективні та економічні техніки доставки та сприяє сталому розвитку.

### **Збільшення вимог до стандартів якості.**

Сучасні споживачі все більше звертають увагу на якість та безпеку продуктів, а також на етику виробництва та розподілу. Це збільшує потребу логістичної індустрії в високих стандартах і дотриманні етичних ідеалів.

Логістика C2C може бути цінним інструментом для перевірки дотримання стандартів якості та етичних ідеалів. Наприклад, вона може допомогти зменшити кількість посередників та проміжних ланок у логістичному ланцюжку, дозволяючи отримати більший контроль над процесами виробництва та доставки і забезпечуючи високу якість продукту.

Крім того, логістика C2C може допомогти забезпечити етичність виробництва та доставки, наприклад, шляхом заборони використання дитячої праці, використання екологічно чистих матеріалів та використання відновлюваної енергії.

Споживачі все більше акцентують увагу на стандартах якості та етиці, а логістичні компанії, які можуть гарантувати їх дотримання, мають конкурентну перевагу. Логістика С2С може стати важливою складовою цього процесу.

#### **Зменшення витрат.**

С2С логістика може допомогти знизити логістичні витрати, раціональніше використовуючи ресурси та мінімізуючи кількість посередників. У традиційному бізнесі вартість продукту складається з вартості виробництва, прибутку виробника та логістичних витрат. Але в С2С логістиці, де продавець також є споживачем, вартість продукту залежить від витрат на його виробництво та доставку клієнту, що може призвести до зниження вартості продукту.

Крім того, С2С логістика дозволяє зменшити кількість посередників, що знижує витрати, пов'язані з комісіями та іншими послугами, пов'язаними з їх діяльністю. С2С логістика також може знизити витрати, пов'язані зі складськими приміщеннями та транспортними засобами, оскільки вона усуває потребу в значних запасах продуктів на складах та замість цього безпосередньо перевозить продукти від виробника до покупця.

#### **5. Висновки і перспективи подальших досліджень.**

С2С логістика може бути корисною стратегією для зниження логістичних витрат, що зменшує вартість продукту та надає конкурентну перевагу на ринку. С2С логістика є актуальним напрямком дослідження з кількох причин:

1. Клієнти стають більш активними гравцями на ринку, що потребує інноваційних логістичних стратегій.
2. С2С логістика дозволяє безпосередній обмін товарів та послуг між споживачами, що сприяє підприємницькій діяльності та зменшує вплив посередників.
3. С2С логістика надає кращу гнучкість та адаптацію в логістичному ланцюзі, покращуючи конкурентоспроможність фірм.
4. У С2С логістиці кількість повернень та витрат, пов'язаних із поверненням товарів, зменшується, що є важливим для підвищення задоволення клієнтів та розвитку довгострокових взаємин з ними.
5. С2С логістика може допомогти організаціям зменшити їхній вплив на довкілля, зменшуючи кількість транспорту та енергії, витрачених на логістику.
6. С2С логістика може знизити логістичні витрати, зменшити вартість продуктів та надати конкурентну перевагу на ринку.

Дослідження С2С логістики має потенціал збільшити ефективність та економічну доцільність логістичних операцій. З урахуванням тенденцій ринку, активної участі споживачів у багатьох типах економічної діяльності та потреби в гнучкості та адаптації в логістиці, С2С логістика набуває все більшої важливості для підприємств.

Проведення досліджень у цій галузі дозволить фірмам краще координувати логістичні процеси, мінімізувати витрати на логістику, забезпечувати відмінний сервіс для клієнтів та захищати навколишнє середовище. Крім того, дослідження С2С логістики може допомогти в ідентифікації нових бізнес-перспектив, розробці нових продуктів та послуг та установленні довготривалих клієнтських зв'язків.

Отже, розуміння та використання С2С логістики стає необхідним для підприємств, що прагнуть досягти успіху на ринку та забезпечити задоволення своїх клієнтів. Дослідження у цій сфері вказують на те, що напрямок С2С логістики є доволі перспективним і таким, що вирішує багато проблем класичних логістичних задач. Окрім дослідницького інтересу, ця галузь становить великий інтерес для бізнесу.

#### **Список використаних джерел:**

1. Ghiani G. Introduction to Logistics Systems Planning and Control / Ghiani G., Laporte G., Musmanno R. – John Wiley & Sons, 2004 – 5 с.



2. Kannan, V.R. Just-in-time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance / Kannan V.R., Tan K.C. // *Omega* – 2002 p. – 30(2) – С. 97-103.
3. Васелевський М. Ефект «Бичачого батога» в ланцюзі поставок [Електронний ресурс] / Васелевський М. // – Режим доступу: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/6f43351e-6b01-4e9a-ae7d-0e46e7b42c51/content> (2003 p.)
4. Kotzab, H. Improving supply chain performance by efficient consumer response? A critical comparison of existing ECR approaches / Kotzab H. // *Journal of Business & Industrial Marketing* – 1999 p. – Vol. 14 No. 5/6 – С. 364-377.
5. Efficient Consumer Response [Електронний ресурс] // – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Efficient\\_Consumer\\_Response](https://en.wikipedia.org/wiki/Efficient_Consumer_Response)
6. Mollenkopf D. The impact of supply chain structure on collaborative innovation / Mollenkopf D., Closs D.J., Stank T.P. // *Journal of Business Logistics* – 2010 p. – 31(2) – С. 369-383.
7. Carter C.R. Sustainable supply chain management: evolution and future directions / Carter C.R., Liane Easton P. // *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* – 2011 p. – Vol. 41 No. 1 – С. 46-62.
8. Tseng M. Sustainable supply chain management: A closed-loop network hierarchical approach / Tseng M., Lim, M., Wong W.P // *Industrial Management & Data Systems* – 2015 p. – Vol. 115 No. 3 – С. 436-461.
9. Wan Y. Environmental impact of C2C e-commerce logistics: a review / Wan Y., Lin Y. // *International Journal of Environmental Research and Public Health* – 2017 p. – 14(9) – С. 1035.
10. Zhang Y. Research on the supply chain collaboration degree of C2C e-commerce enterprises / Zhang Y., Yang R. // *Future Internet* – 2017 p. – 9(2) – С. 26.
11. Last mile (transportation) [Електронний ресурс] // – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Last\\_mile\\_\(transportation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile_(transportation))
12. Green logistics [Електронний ресурс] // – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Green\\_logistics](https://en.wikipedia.org/wiki/Green_logistics)
13. Wang Y. Collaborative Mechanism for Pickup and Delivery Problems with Heterogeneous Vehicles under Time Windows / Wang Y., Yuan Y., Guan X., Wang H., Young L., Xu M. // – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/su11123492> (25.06.2019 p.)
14. Kervola H. Delivering Goods Using a Baby Pram: The Sustainability of Last-Mile Logistics Business Models / Kervola H., Kallionpää E., Liimatainen H. // – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/su142114031> (22.10.2022 p.)
15. Ghiani G. Real-time vehicle routing: Solution concepts, algorithms and parallel computing strategies / Ghiani G., Guerriero F., Laporte G., Musmanno R. // *European Journal of Operational Research* – 2003 p. – 151(1) – С. 1-11.
16. Gmira M. Managing in real-time a vehicle routing plan with time-dependent travel times on a road network. / Gmira M., Genderau M., Lodi A., Potvin J. Y. // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* – 2021 p. – 132 – С. 103379.
17. Chang M. S. Real-time vehicle routing problem with time windows and simultaneous delivery/pickup demands / Chang M. S., Chen S. R., Hsueh C. F. // *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* – 2003 p. – Vol. 5 – С. 2273-2286.
18. Angelelli E. A Real-time Vehicle Routing Model for a Courier Service Problem / Angelelli E., Mansisni R., Speranza M.G. // *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* – 2004 p. – Vol. 544 – С.807-103.
19. Wen L. Finding a minimum cost path between a pair of nodes in a time-varying road network with a congestion charge / Wen L., Catay B., Eglese R. // *European Journal of Operational Research* – 2014 p. – 236 – С. 915-923.

**Reference:**

1. Ghiani G. Introduction to Logistics Systems Planning and Control / Ghiani G., Laporte G., Musmanno R. - John Wiley & Sons, 2004 - 5 с.
2. Kannan, V.R. Just-in-time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance / Kannan V.R., Tan K.C. // *Omega* - 2002 - 30(2) - P. 97-103.
3. Vaselevsky M. The effect of the "bull whip" in the supply chain [Electronic resource] / Vaselevsky M. // - Access mode: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/6f43351e-6b01-4e9a-ae7d-0e46e7b42c51/content> (2003)
4. Kotzab, H. Improving supply chain performance by efficient consumer response? A critical comparison of existing ECR approaches / Kotzab H. // *Journal of Business & Industrial Marketing* - 1999 - Vol. 14 No. 5/6 - pp. 364-377.
5. Efficient Consumer Response [Electronic resource] // - Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Efficient\\_Consumer\\_Response](https://en.wikipedia.org/wiki/Efficient_Consumer_Response)
6. Mollenkopf D. The impact of supply chain structure on collaborative innovation / Mollenkopf D., Closs D.J., Stank T.P. // *Journal of Business Logistics* - 2010 - 31(2) - P. 369-383.
7. Carter C.R. Sustainable supply chain management: evolution and future directions / Carter C.R., Liane Easton P. // *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* - 2011 - Vol. 41 No. 1 - pp. 46-62.
8. Tseng M. Sustainable supply chain management: A closed-loop network hierarchical approach / Tseng M., Lim, M., Wong W.P // *Industrial Management & Data Systems* - 2015 - Vol. 115 No. 3 - pp. 436-461.
9. Wan Y. Environmental impact of C2C e-commerce logistics: a review / Wan Y., Lin Y. // *International Journal of Environmental Research and Public Health* - 2017 - 14(9) - P. 1035.
10. Zhang Y. Research on the supply chain collaboration degree of C2C e-commerce enterprises / Zhang Y., Yang R. // *Future Internet* - 2017 - 9(2) - P. 26.
11. Last mile (transportation) [Electronic resource] // - Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Last\\_mile\\_\(transportation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile_(transportation))
12. Green logistics [Electronic resource] // - Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Green\\_logistics](https://en.wikipedia.org/wiki/Green_logistics)
13. Wang Y. Collaborative Mechanism for Pickup and Delivery Problems with Heterogeneous Vehicles under Time Windows / Wang Y., Yuan Y., Guan X., Wang H., Young L., Xu M. // - Access mode: <https://doi.org/10.3390/su11123492> (June 25, 2019)
14. Kervola H. Delivering Goods Using a Baby Pram: The Sustainability of Last-Mile Logistics Business Models / Kervola H., Kallionpää E., Liimatainen H. // - Access mode: <https://doi.org/10.3390/su142114031> (October 22, 2022)
15. Ghiani G. Real-time vehicle routing: Solution concepts, algorithms and parallel computing strategies / Ghiani G., Guerriero F., Laporte G., Musmanno R. // *European Journal of Operational Research* - 2003 - 151(1) - pp. 1-11.
16. Gmira M. Managing in real-time a vehicle routing plan with time-dependent travel times on a road network. / Gmira M., Genderau M., Lodi A., Potvin J. Y. // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* - 2021 - 132 - P. 103379.
17. Chang M. S. Real-time vehicle routing problem with time windows and simultaneous delivery/pickup demands / Chang M. S., Chen S. R., Hsueh C. F. // *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* - 2003 - Vol. 5 - pp. 2273-2286.
18. Angelelli E. A Real-time Vehicle Routing Model for a Courier Service Problem / Angelelli E., Mansisni R., Speranza M.G. // *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* - 2004 - Vol. 544 - P.807-103.
19. Wen L. Finding a minimum cost path between a pair of nodes in a time-varying road network with a congestion charge / Wen L., Catay B., Eglese R. // *European Journal of Operational Research* - 2014 - 236 - pp. 915-923.