

УДК 303.4. 519.8:007.005.1

DOI: 10.18524/2413-9998.2022.3(52).275817

Л. М. Івашко,

кандидат економічних наук, доцент,

доцент кафедри менеджменту та інновацій,

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Французький бульвар, 24/26, м. Одеса, 65058, Україна

e-mail: ivashkolm@ukr.net

ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ У ТОРГІВЛІ

У статті розглянуто теоретико-методичні та практичні засади управління логістичними процесами. Окреслено сучасні тенденції розвитку логістики. Показано, що тренди демонструють активне впровадження у процеси управління елементів Логістики 4.0. Аргументовано доцільність застосування економіко-математичних методів та моделей для розв'язання задач логістики. Здійснено огляд процесів електронної комерції, характерних для сьогодення, як у світі, так і в Україні, які безпосередньо спричиняють зміни у логістиці. Сформульовано постановку задачі оптимізації транспортних витрат на доставку товарів від складів інтернет-магазину “Норе” до замовників, зважаючи на фактор нестаціонарності (сезонності). Побудовано та адаптовано економіко-математичну модель задачі управління логістичними процесами, а саме: вибору двох сезонно-орендованих складів з п'яти резервних та оптимізації транспортних витрат на доставку товарів зі складів інтернет-магазину замовникам. Цю оптимізаційну модель реалізовано щодо розв'язання задачі оптимізації логістичних витрат для інтернет-магазину «Норе», враховуючи сезонний попит, транспортні тарифи, місткість складів та прогнозовані обсяги замовлень клієнтів магазину. Також представлено різні способи розв'язання задачі управління логістичними процесами, які дозволяють показати додаткові переваги застосування цих способів та визначити ефективність прийнятого рішення. Отримано розв'язок щодо вибору складів та оптимальний план доставки товарів замовникам з метою мінімізації транспортних витрат. Показано, що за допомогою застосування економіко-математичного моделювання для розв'язання задачі сезонно адаптованого переходу щодо управління логістичними процесами надана можливість здійснити найвдаліший вибір двох додаткових орендованих складів з п'яти резервних, знайти оптимальний план доставки товарів, зменшити загальну протяжність маршруту доставки товарів, а отже, і витрати на перевезення товарів, уникнути дефіциту товарів на складах, своєчасно та з мінімальними витратами задовольнити інтереси замовників товарів інтернет-магазину “Норе”. Представлено

економічну інтерпретацію результатів реалізації моделей та надано рекомендації щодо їх застосування для досягнення мінімізації витрат на перевезення продукції, максимальної гнучкості, швидкості, надійності ланцюжка поставок, тобто для прийняття ефективних управлінських рішень.

Ключові слова: управління логістичними процесами, електронна комерція, оптимізація, економіко-математичне моделювання.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Логістика як наука та практична діяльність стала невід’ємною частиною та інструментом сучасної економіки. За своєю сутністю логістика має універсальний характер. Адже всі суб’єкти об’єднаного ринку займаються логістикою та використовують логістичні методи управління виробництвом та торгівлею.

Універсальність логістики проявляється ще й у тому, що логістична система – це суб’єкт об’єднаного ринку, який породжує або через який проходять економічні потоки. Тому будь-яке підприємство – чи то виробниче, чи сфери обслуговування, чи торгове – це логістична система. І логістика виступає як складова інструментарію управління виробничо-комерційною діяльністю, у якому використовуються спеціальні концепції логістики та економіко-математичні методи.

Як прикладна економічна наука нового науково-практичного спрямування, логістика базується на положеннях економічної теорії, які переважно представлені у математичній формі. Необхідність застосування економіко-математичних методів і моделей у логістиці зумовлена ще й тим, що одним із завдань логістики є сприяння інтенсивнішому прояву розрахункового початку організації процесів товароруху. Тому логістика відображає кількісну сторону потокових економічних процесів. Застосування математичних методів і моделей в економіці – це один з найважливіших та найперспективніших напрямів розвитку економічної теорії та комерційної діяльності, зокрема і логістики.

Як у теорії, так і у практиці логістика досягла такого рівня розвитку, коли застосування математичних методів стало не лише можливим, а й необхідним.

Тому актуальним є дослідження оптимізації управління логістичними процесами із застосуванням методів економіко-математичного моделювання для побудови адаптивної до зовнішніх умов системи логістики підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченням теоретичних аспектів управління логістичними процесами займалися такі дослідники, як: Ломтев А., Мадані Ф., Гуторов О. І., Лебединська О. І., Прозорова Н. В., Сазонець О. М., Церковна А. В., Селезньов А., Ісаченко О., Кочнев О. та інші.

Проблеми застосування економіко-математичних методів та моделей для розв'язання задач, які стоять перед логістичними компаніями, досліджували такі науковці, як: Плоткін Б. К., Делюгін Л. А., Рамазанов С. К., Зайцев М. Г., Варюхін С. Є., Христіановський В. В., Петруня Ю. Є., Чейз Р. Б., Еквілайн Дж., Вентцель О. С., Кремер Н. Ш. та ін.

Однак унаслідок багатогранності та складності задач побудови гнучкої логістичної системи підприємства, а також її управлінням та оптимізації, і сьогодні залишаються питання, які недостатньо досліджені та потребують подальшого розвитку .

Метою статті є дослідження теоретико-методичних і прикладних аспектів управління логістичними процесами підприємства, а також побудова моделі сезонно адаптованого переходу щодо управління транспортними витратами інтернет-магазину.

Виклад основного матеріалу дослідження. У швидкозмінних економічних умовах логістичному бізнесу теж доводиться швидко трансформуватися. Успішне функціонування логістичної системи

у нашому сучасному світі, що стрімко змінюється, значно визначається управлінням.

У нульові роки обсяг логістичного ринку був величезним, потреба у логістичних послугах – стабільно високою, конкурентів замало – місця вистачало всім. Тому й рости компаніям було легко. Увесь сервіс укладався у межі «просто довести цілим, із невеликою затримкою». У десятих роках на перший план вийшли сервіс і технології, почала відчуватися конкуренція. Сьогодні ринок – кардинально інший, потреби клієнтів теж. Вимоги нового часу – це швидкість, ефективність, швидка відповідь на запит. У деяких напрямках боротьба, як у професійному спорті, йде за хвилини та секунди: хто швидше обробить замовлення і запропонує клієнту найкращий варіант. Критично зросла важливість задоволеності послугою. Сьогодні відгуки в інтернеті охоплюють мільйонні аудиторії [1].

Тому одне з основних завдань логістики – розробка ретельно зваженої обґрунтованої пропозиції, яка б сприяла досягненню зростання ефективності роботи фірми, підвищенню її ринкової частки та отримання переваг перед конкурентами.

Зараз у логістиці, як ніколи, важливо бути готовим вчасно перебудуватись без втрат. На допомогу у такій ситуації приходять різноманітні способи оптимізації логістичної системи, починаючи з побудови оптимальної для кожної компанії структури і закінчуючи створенням системи управління логістичними процесами.

«Не вдаючись у складні визначення, сформульовані у теорії оптимальних процесів, можна сказати, що, стосовно зазначеного випадку, оптимізація – це модифікація системи з метою підвищення її ефективності. Ефективність – це властивість системи виконувати свої завдання, досягати певних цілей у

заданих умовах з певною якістю. Ці показники якості називають критеріями ефективності логістичної системи» [2].

Мінімізація витрат і максимізація доходів – одні з найважливіших напрямків діяльності будь-якої комерційної структури.

Широка сфера логістичних процесів безпосередньо впливає на максимізацію доходів від сукупної діяльності підприємства, вона також може знижувати витрати на неї. Ці два провідних напрямки логістики відображаються як на фінансовому результаті, так і на зміцненні ринкової позиції, досягненні і утриманні переваг у конкурентній боротьбі.

Одними з основних ключових цільових показників у логістиці, на які необхідно орієнтуватися компаніям, все ж таки залишаються:

- безперечне виконання завдань, покладених на логістичну систему;
- зниження загальних логістичних витрат;
- мінімізація інвестицій у логістичну систему;
- поліпшення якості та підвищення надійності логістичного сервісу.

Таким чином, «якщо логістична система успішно реалізує свою цільову функцію (у торговій компанії це може бути переміщення товарів від виробника до споживача з проміжною консолідацією на своєму операційному складі) за відведений на цей час, з мінімальними витратами, то можна сказати, що логістична система компанії функціонує успішно» [2].

У сучасному діловому світі ринок, вимоги клієнтів щодо налаштування, гнучкості та швидкості реагування все більше спонукають виробників розширювати свої логістичні мережі для включення і координації усіх постачальників та оптимізації внутрішніх і зовнішніх логістичних процесів, а також посилення процесів прийняття рішень. Логістика мусить бути максимально

технологічною. Будь-яка оптимізація ґрунтується на цифрових інструментах та аналітиці даних.

Удосконалення процесу управління логістикою вимагає застосування таких способів організації просування матеріальних потоків, які б ґрунтувалися не на суб'єктивних якостях окремих працівників, а на принципах системної концепції (логістики), що мають об'єктивний характер. Вони відображають одночасно математичні та економічні підходи до управління поточковими процесами [3].

Для правильного вибору курсу еволюції бізнесу компанії варто приділити окрему увагу управлінню, особливо його ефективності. Знання певних технік та вміння грамотно використовувати необхідні інструменти, зокрема і економіко-математичне моделювання, здатні створити систему управління, яка відповідає поставленим цілям та вибраній стратегії розвитку. Висока частка витрат на логістику кінцевої ціни товару показує, які резерви поліпшення економічних показників суб'єктів господарювання містить оптимізація управління матеріальними потоками. Таким чином, при розгляді математичних методів та моделей у логістиці вихідним станом є теорія та практика управління.

Оскільки все більша кількість людей вибирають замовлення в Інтернеті, збільшуються очікування клієнтів щодо доставки, а також потреба у ефективних стратегіях останньої ланки ланцюга доставки. Остання ланка – це найдорожча частина логістичного ланцюга поставок, але це також єдина ланка у ланцюжку поставок електронної комерції, у якій клієнти зазвичай взаємодіють у реальному житті. Оптимізація останньої ланки не тільки має потенціал для збільшення прибутку, але також може покращити загальну репутацію компанії через відмінне обслуговування клієнтів.

«Опубліковані результати дослідження, організованого агенцією Reuters та ІТ-компанією Blue Yonder стосовно динаміки змін витрат та інвестицій у сфері електронної комерції свідчать, зокрема, про суттєве зростання інвестицій логістичних та інших компаній у вдосконалення ланцюгів постачання, систем управління ризиками у транспорті та у складському секторі» [4]. Як засвідчує розповсюджений прес-реліз, «стан та вартість виконання ланцюгів постачання зараз хвилює як логістику, так і торгівлю» [4]. Виявляється, підприємства роздрібної торгівлі та постачальники логістичних послуг, що працюють у різних країнах світу, наразі переважно переймаються такими питаннями, як:

- посилення клієнтоорієнтованості бізнесу;
- зростання витрат у сфері електронної комерції;
- фінансові ризики;
- потреба у виході на прямого споживача (D2C);
- вартість останньої ланки ланцюга постачання тощо [4].

Експерти прогнозують, які тренди визначатимуть розвиток логістичного ринку у наступні роки: демпінг на логістичному ринку і вихід із ринку слабких компаній; розвиток колаборації, кооперації, об'єднання сервісів; відмова від закупівлі автомобілів; збільшення попиту на послугу «збірні вантажі»; розвиток внутрішніх вантажоперевезень та логістичних ланцюжків; замовлення перевезень із мобільного пристрою і поява окремої галузі «мобільні перевізники»; безконтактна кур'єрська доставка; розвиток доставки посилок дронами та безпілотниками; переведення більшості співробітників на постійній основі на віддалену роботу; поява попиту на доставку товарів у віддалені населені пункти; зміна автотранспорту на залізничний та авіа; дотримання санітарних норм; упровадження у логістику телемедицини; переведення усіх світових логістичних заходів на онлайн-формат; використання нових ІТ-технологій; наявність запасного антикризового плану; важливість доставки «останньої

милі»; екологічність; e-commerce, як точка зростання логістики [1; 5-11].

Зазначені тренди показують, що у процеси управління логістикою активно упроваджуються елементи Індустрії 4.0.

З широкою парадигмою Індустрія 4.0 (або розумне виробництво) з'явився специфічний потік досліджень впливу та застосування технологій Індустрії 4.0 на логістику під двома різними назвами: «Розумна логістика» або «Логістика 4.0» [12; 13]. «Парадигма 4.0» є результатом розширеного використання Інтернету (речей, послуг і осіб (IoTSP)), який дозволяє спілкуватися у режимі реального часу між продуктами, машинами, послугами та людьми, а також використанням передових цифрових інструментів. Тому Logistics 4.0 спирається на застосування технологічних додатків, які дозволяють ефективно планувати ресурси та ефективно керувати складськими та транспортними системами для забезпечення ефективності передачі даних і матеріалів між відділами [14].

У літературі широко зазначається, що нова парадигма Industry 4.0 принесе кілька можливостей для значного покращення різних аспектів внутрішньої та зовнішньої логістики, таких як ефективність, стійкість або чутливість до клієнтів [15]. Ключові компоненти Індустрії 4.0, зокрема, кібер-фізичні системи (CPS) та промисловий Інтернет речей (IIoT), можуть підтримувати відстеження у режимі реального часу і відстеження матеріалів всередині та за межами підприємств, отже, дозволяють покращити управління внутрішньою і зовнішньою логістикою [16].

Також експерти вважають, що сьогодні одна із пріоритетних точок зростання логістики – це e-commerce, зокрема, потенціал мають як маркетплейси, так і окремі інтернет-магазини.

«Респонденти засвідчують, що продажі в Інтернеті за останні роки зросли у середньому на 120% , зокрема, і в Україні. За

різними оцінками, приблизно 70% населення України користуються інтернетом. Для порівняння, у 2010 році цей показник становив 30%. Звикаючи до інтернету, люди звикають до використання тих послуг, які він дає – покупки в онлайні одна з них» [17].

За даними дослідження компанії CBR, наприкінці 2020 року в Україні 10,6 млн людей регулярно купували в інтернеті – це майже третина населення. Мова йшла про постійних клієнтів інтернет-магазинів і торгових майданчиків [17].

Українці виявляють інтерес до e-commerce як покупці, так і продавці. Це побічно доводить статистика Google. Українські користувачі стали активно шукати що продавати в інтернеті. Експерти компанії ІВМ підрахували, що «пандемія прискорила перехід від офлайн до інтернет-магазинів приблизно на п'ять років. Магазины, які раніше працювали тільки в офлайн, почали освоювати інтернет – вони принесли в e-commerce нові ніші та розширили аудиторію покупців» [17]. Наприклад, стала поширеною покупка продуктів в інтернеті, хоча раніше це було, переважно, офлайн-заняття.

Разом з продажами збільшилося навантаження на служби доставки. У головних поштових операторів України «Нова Пошта» та «Укрпошта» кількість посилок збільшилася на 25-35% [17].

Практика виконання замовлень без відвідування клієнтом магазину стала новою сферою пильної уваги для всіх ритейлерів, яка потребує постійного втілення новаторських рішень. Цикл взаємодії з клієнтом може розпочатися в онлайн-режимі, але, зрештою, закінчиться доставкою на адресу клієнта. Стандарти, установлені новаторами у сфері виконання замовлень, наприклад, торговою мережею Walmart, яка запровадила сервіс доставки товарів додому, що охоплює доставку придбаних товарів і

лікарських засобів та повернення придбаних товарів у магазини, дедалі сильніше впливатимуть на всіх учасників галузі, навіть на тих, які не є безпосередніми конкурентами.

Споживачі розраховують на об'єктивну інформацію про статус замовлення та доставки, а деякі з них також бажають майже негайного виконання замовлення. Ця практика обслуговування надзвичайно швидко стає ключовим фактором, який тісно пов'язаний зі сприйняттям сервісу та якості. Це підтверджують аналітичні дані дослідження споживчих настроїв, яке оприлюднене у 2021 році: 42% респондентів у світі стверджують, що швидка і надійна доставка для них – один із топ-трьох найважливіших критеріїв онлайн-шопінгу [18]. Хоча споживачам не складно дати оцінку виконанню замовлення – або його доставка була швидкою та надійною, або ні – формування думки про сервіс доставки замовлень залежить від численних неявних факторів.

Події останніх років виявили недоліки більшості ланцюгів постачань: нездатність реагувати на широкомасштабні збої та неочікувані коливання споживчої поведінки. Для підвищення ефективності ланцюгів постачань можуть знадобитися інвестиції у технології штучного інтелекту та інший цифровий інструментарій, які дозволять отримати повне розуміння всіх етапів і забезпечити їх поєднання у єдиний комплекс – вкрай важливі компоненти ланцюга постачання майбутнього [18].

Великі логістичні компанії почали максимально використовувати онлайн сервіси. У деяких випадках були прискорені плани щодо діджиталізації низки процесів. Там, де це було можливо, відбулося максимальне переведення усіх активностей в онлайн-формат. Така ж ситуація спостерігалася і на поштових відділеннях, де, наприклад, паперовий документообіг був замінений електронним.

Для логістичних операторів у сьогоднішніх умовах рекомендується продовжувати свою діяльність у межах полегшення процесів доставки до споживачів, а також шукати більш гнучкі підходи до роботи у кризових умовах. Антикризові заходи в економіці мають бути спрямовані на забезпечення стійкості ланцюгів постачань.

Пожвавлення продажів B2C збільшило попит на транспортування товарів до логістичних центрів і кінцевих клієнтів. Клієнти масово звернулися до онлайн-покупок. Це дуже добре відчули логістичні компанії, які тепер мають навантаження значно більше, ніж раніше.

Висока частка витрат на логістику кінцевої ціни товару показує, які резерви поліпшення економічних показників суб'єктів господарювання містить оптимізація управління матеріальними потоками. Зараз у логістиці важливо бути готовим перебудуватися без витрат.

Ритейлери стикаються з викликами через порушення у світових ланцюгах постачання. Серед проблем, які намагаються розв'язати логісти та ритейлери варто виділити таку, як планувати і запасатися заздалегідь. Традиційно компанії та інтернет-магазини планують ланцюги постачання ще задовго до сезону. Підготовка починається завчасно. Важливо заздалегідь спрогнозувати об'єми продажів, спираючись на дані минулого сезону, закупити товарні запаси й підготувати склади до пікових навантажень. Проте через неоднозначність ситуації та коливання попиту прогнозувати продажі стає важче.

Наразі компаніям критично важливо ретельно планувати складські запаси, щоб задовольнити попит споживачів і підвищити обсяги продажів. А з іншого боку, страхові запаси створюють нові виклики – витрати на утримання продукції зростають.

Оскільки ритейлери вимушені створювати більше запасів, ніж це було раніше, до прогресуючого розвитку електронної комерції, гостро постала задача нестачі складських площ [5].

Таку саму ситуацію спостерігаємо й в інших країнах. Для порівняння: «згідно зі звітом Cushman&Wakefield, в Америці також доволі низький показник вакантності – 4,3% , а на складах поблизу портів він ще нижчий – близько 1% » [19]. Під час підготовки до «чорної п'ятниці» навіть Amazon зіткнувся із задачею необхідності нарощування площ розподільчих центрів, складів, щоб задовільнити споживачів через ажіотаж та величезний сезонний попит.

Нове дослідження глобальної компанії Cushman & Wakefield, яка надає послуги з нерухомості, показує, що:

- «остання ланка ланцюга поставок електронної комерції може становити 50 або більше% від загальних витрат ланцюга поставок;
- Cushman & Wakefield вважає, що витрати на нерухомість (тобто на розподільчі центри, склади) складають лише 4,3% від загальних витрат на логістику, тоді як на транспорт припадає 50,3% ;
- міські розподільчі центри та склади, незважаючи на значно вищу орендну плату, мають стабільно нижчі витрати на «останню ланку»;
- у середньому на 20 хвилин ближче їзди від міського депо до першого пункту доставки створює середню економію 2 млн євро за рік» [19].

Висновки експертів доводять, що логістична премія за міську землю того варта, оскільки можлива величезна економія за рахунок загальних транспортних витрат. Не дивно, що орендна плата за міську землю відображає зрілість ринку електронної комерції у будь-якому місці. Орендна плата за міські склади значно зросте у великих містах Європи через подальший розвиток

логістичних центрів. «Великий потенціал зростання орендної плати для складів останньої ланки тепер ставить логістику на той самий рівень доходів, що і традиційне використання міської землі [19].

Починаючи з 2020 року, електронна комерція вже адаптує складські операції шляхом зміни внутрішнього та зовнішнього розподілу простору. Конкуренція за найкраще місце для складів буде зростати, тому що докорінний переворот, зокрема, у роздрібній торгівлі триває.

Тимчасовість плавно витісняє сталість. Підлаштування під швидкозмінне середовище стає однією з основних стратегій у новій нормальності. Компаніям варто швидше орієнтуватися у несподіваних ситуаціях і прораховувати можливі варіанти результату подій, аби вибрати найкращий у мінімальні терміни.

Розглянемо можливості застосування економіко-математичного моделювання із урахуванням фактора нестационарності (сезонності) на прикладі оптимізації транспортних витрат інтернет-магазину.

Невеликий інтернет-магазин «Норе» займається реалізацією товарів широкого вжитку сезонного характеру. У минулі роки власнику вдалося знайти замовників на ці сезонні товари, які підтвердили готовність співпрацювати з ним і у цьому році. Магазин має власний склад. Власник інтернет-магазину «Норе» вирішив завчасно підготуватися до сезону. Адже поза сезоном ціни на товари значно нижчі, ніж у сезон. Неоднозначність у ланцюгах постачання може спричинити збої у роботі інтернет-магазину. Тому дуже важливо підготуватися до сезону заздалегідь: спрогнозувати попит, створити складські запаси, подбати про потужності для зберігання (склади), почати планувати маркетингову кампанію та залучати додаткові ресурси для вирішення задач логістики своєчасно.

Власник, спрогнозувавши обсяги продажів на основі даних за минулий сезон та заручившись договорами зі своїми постійними замовниками, вирішив закупити товарні запаси сезонної продукції і знайти склади для пікових навантажень. Інтернет-магазин має 7 постійних замовників на товар, для яких відомі обсяги замовлень (див. табл. 1).

«Норе» має один власний склад місткістю 12000 од. товару. Але у даний час власний склад магазину не може повністю задовольнити обсяг попиту на товар з боку цих клієнтів, тому інтернет-магазин планує розширення місць зберігання товару. Оскільки сукупний попит клієнтів нині оцінюється як 24 тис. од. товару, то магазин веде переговори про оренду двох додаткових складів місткістю 7 та 7,4 тис. од. товару кожен.

Таблиця 1

Обсяги замовлень клієнтів, од.

Потреба у товарі, од						
Замовни к 1	Замовни к 2	Замовни к 3	Замовни к 4	Замовни к 5	Замовни к 6	Замовни к 7
2400	2880	2040	6000	3600	5280	1800

Усього знайдено для оренди 5 зручних резервних складів відповідної місткості, умов зберігання товару та прийнятної орендної плати. Зі знайдених у різних районах міста 5 складів потрібно вибрати 2 склади. Будь-які два з них та наявний власний склад забезпечать необхідний клієнтам обсяг зберігання товару. Відомі відстані від власного складу та резервних складів до кожного із клієнтів інтернет-магазину (див. табл. 2).

Усі постійні клієнти готові співпрацювати з інтернет-магазином «Норе» та закуповувати товар зазначеної кількості у нього. Власнику інтернет-магазину потрібно визначити, які 2 резервних склади з представлених 5 слід вибрати для оренди з метою

мінімізації транспортних витрат на доставку товару замовникам. Отже, для вирішення задачі управління логістичними процесами – мінімізації витрат на доставку товару від складів до замовників зважаючи на сезонний фактор продукції – власнику інтернет-магазину «Норе» варто застосувати таку оптимізаційну задачу лінійного програмування, як транспортну.

Таблиця 2

Відстань від складів до замовників, км

	Замов- ник 1	Замов- ник 2	Замов- ник 3	Замов- ник 4	Замов- ник 5	Замов- ник 6	Замов- ник 7
Власний склад	116,6	172,7	66	272,8	202,4	196,9	391,6
Резервний склад 1	114,4	88	79,2	183,7	242	194,7	377,3
Резервний склад 2	168,3	341	218,9	304,7	128,7	84,7	116,6
Резервний склад 3	89,1	259,6	93,5	311,3	85,8	119,9	303,6
Резервний склад 4	160,6	34,1	133,1	150,7	292,6	233,2	403,7
Резервний склад 5	250,8	259,6	281,6	125,4	337,7	236,5	267,3

Але крім мінімізації транспортних витрат власнику потрібно прийняти рішення щодо вибору двох додаткових складів з резервних п'яти. Це можна зробити, або розв'язавши послідовно 5 транспортних задач (для 10 можливих комбінацій двох додаткових складів з власним), або поєднавши задачу вибору двох складів із п'яти можливих з мінімізацією витрат на транспортні перевезення від них до клієнтів. Доцільність обох способів розв'язання задачі продиктована можливістю, крім знаходження мінімальних витрат на доставку товару і вибору додаткових складів,

продемонструвати економічну ефективність між найгіршим та найкращим варіантом розміщення резервних складів.

Складемо економіко-математичну модель задачі на основі даних таблиць 1 і 2. Для цього введемо позначення:

x_{ij} – кількість одиниць товару, яке планується перевезти з i -го складу j -му клієнту;

$A_i, i = \overline{1; m}, m = 3$ – склади;

$B_j, j = \overline{1; n}, n = 8$ – клієнти інтернет-магазину;

c_{kj} – відстань від i -го складу до j -го клієнта (км);

a_i – місткість i -го складу;

b_j – обсяг замовлення j -го клієнта;

Z – загальна (сумарна) протяжність маршруту перевезень товару.

Маємо відкриту (незбалансовану) транспортну задачу. Тому що:

$$\sum_{i=1}^m a_i = 26400 > \sum_{j=1}^n b_j = 24000.$$

Рівняння балансу є обов'язковою умовою розв'язання транспортної задачі. Тому, коли у вихідних умовах дана відкрита задача,

то її необхідно привести до закритої форми. Якщо запаси постачальників перевищують потреби споживачів, то вводиться фіктивний споживач з необхідним обсягом споживання. Варіанти, що пов'язують фіктивні пункти із реальними, мають нульові оцінки. Після упровадження фіктивних споживачів задача розв'язується як замкнута.

Тому введемо фіктивного замовника з обсягом замовлення:

$$b_8 = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j = 26400 - 24000 = 2400.$$

Цільова функція економіко-математичної моделі задачі мінімізації транспортних витрат інтернет-магазину матиме вигляд:

$$Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^8 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Система обмежень закритої транспортної задачі запишеться так:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^8 x_{ij} = a_1, i = 1 \\ \sum_{j=1}^8 x_{ij} = a_2, i = 2 \\ \sum_{j=1}^8 x_{ij} = a_3, i = 3 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_1, j = 1 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_2, j = 2 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_3, j = 3 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_4, j = 4 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_5, j = 5 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_6, j = 6 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_7, j = 7 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_8, j = 8 \end{array} \right. \quad (2)$$

$$x_{ij} \geq 0.$$

Адаптуємо економіко-математичну модель (формули 1–2) на основі даних таблиць 1 і 2 для оптимізації транспортних витрат інтернет-магазину.

Підставивши дані щодо місткості складів та обсягів замовлень клієнтів отримаємо таку модель (3–4):

$$Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^8 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^8 x_{ij} = 12000, i = 1 \\ \sum_{j=1}^8 x_{ij} = 7400, i = 2 \\ \sum_{j=1}^8 x_{ij} = 7000, i = 3 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 2400, j = 1 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 2880, j = 2 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 2040, j = 3 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 6000, j = 4 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 3600, j = 5 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 5280, j = 6 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 1800, j = 7 \\ \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 2400, j = 8 \\ x_{ij} \geq 0 \end{array} \right. \quad (4)$$

Економіко-математичну модель (формули 3–4) сезонно адаптивного переходу щодо управління логістичними процесами реалізуємо у середовищі Excel.

Проаналізуємо результати реалізованої моделі сезонно адаптивного переходу щодо управління логістичними процесами, а також зробимо спробу надати інтернет-магазину «Норе» рекомендації щодо управління логістичними процесами за допомогою оптимізації транспортних витрат з урахуванням чинника сезонності.

Для того, щоб загальна (сумарна) протяжність шляху доставки товару від трьох складів інтернет-магазину до семи клієнтів була мінімальною і склала 3008588 км необхідно: вибрати для оренди другий та четвертий склади з 5 резервних; розподілити доставку товару таким чином: із власного складу поставити 2400 од товару клієнту 1, 2040 од. – клієнту 3, 1880 од. – клієнту 4, 3280 од. –

клієнту 5; зі складу 2 – 320 од клієнту 5, 5280 од. – клієнту 6, 1800 од. – клієнту 7; зі складу 5 – 2880 од клієнту 2 та 4120 од. клієнту 4.

При розв'язуванні задачі методом послідовного перебору 2 складів з 5 резервних отримуємо можливість оцінити найкращий та найгірший варіанти вибору, а також переконатися, що при будь-якому варіанті розв'язання задачі оптимальні плани та значення цільових функцій співпадають. Порівняння значень цільових функцій показує, що вони рівні. До того ж співпадають і оптимальні плани доставки товарів зі складів інтернет-магазину замовникам.

У найгіршому випадку вибору складів (першого та п'ятого) загальна протяжність маршруту доставки товарів складе 3708188 км, а у найкращому (другого та четвертого складів) – 3008588 км. Порівняння значення цільових функцій показало, що загальна протяжність маршруту доставки товарів у найгіршому випадку перевищує загальну протяжність маршруту доставки товарів найкращого випадку на 23% .

Отже, за допомогою застосування економіко-математичного моделювання для розв'язання задачі сезонно адаптованого переходу щодо управління логістичними процесами отримуємо можливість здійснити найвдаліший вибір двох додаткових складів з п'яти резервних, знайти оптимальний план доставки товарів, зменшити загальну протяжність маршруту доставки товарів, а отже і витрати на перевезення товарів, уникнути дефіциту товарів на складах, своєчасно та з мінімальними витратами задовольнити інтереси замовників товарів інтернет-магазину «Норе».

Висновки. Здійснене дослідження демонструє такі суттєві результати та напрямки покращення діяльності підприємств щодо оптимізації управління логістичними процесами з урахуванням фактора сезонності.

Розглянуто важливу задачу управління логістичними процесами про вибір додаткових орендованих складів у сезон підвищеного попиту та знаходження оптимального плану доставки товарів.

Запропоновано сезонно адаптований перехід щодо управління процесом логістики для інтернет-магазину «Норе»; розроблено алгоритм такого переходу на прикладі інтернет магазину «Норе» з одним основним складом та можливістю вибору двох додаткових для задоволення інтересів споживачів у сезон підвищеного попиту; запропоновано план оптимізації маршруту доставки товарів із цих складів замовникам, який мінімізує транспортні витрати.

Показано ефективність застосування запропонованого алгоритму управління логістичним процесом.

Обґрунтовано, що концепція логістичних процесів полягає у тому, що зміни в одному елементі викликають ланцюгову реакцію змін в інших елементах.

Сезонно адаптована модель переходу щодо управління процесом логістики може бути застосована для оптимізації витрат на доставку будь-яких товарів при збільшенні кількості клієнтів інтернет-магазину, а також вибору додаткових приміщень у сезон підвищеного попиту будь-якої категорії товарів.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що застосування підприємствами наданих рекомендацій щодо використання методів економіко-математичного моделювання для управління логістичними процесами дозволить: мінімізувати транспортні витрати та уникнути дефіциту товару на складах і у замовників; скоротити кількість порожнього (холостого) пробігу, що також сприятиме значному зниженню обсягів шкідливих викидів в атмосферу, і тому компанія йтиме в ногу з трендом екологічності логістики.

Результати дослідження можуть бути використані керівниками та співробітниками логістичних компаній, власниками інтернет-магазинів тощо.

Список використаної літератури

1. Мадани Ф. Логистика как стиль жизни. URL: <https://www.kommersant/doc/4956261?query=%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0> (дата звернення: 31.01.2022).
2. Ломтев А. Оптимизация логистической системы, управление логистическими процессами, цели, критерии, риски. URL: <https://mir-klimata.info/vestnik-ukc-arip-optimizaciya-logisticheskoy-sistemy-upravlenie-logisticheskimi-processami-celi-kriterii-riski/ВестникУКЦАПИК> (дата звернення: 20.01.2022).
3. Кігель В. Р. Оптимізація логістичних рішень. URL: https://library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/kigel-00_18.pdf (дата звернення: 01.02.2022).
4. Свіжий дайджест останніх новин ринку логістики. URL: <https://www.mainfreight.com/uk-ua/market-update-ukraine-10-september-2021> (дата звернення: 14.02.2022).
5. Аналітичний звіт «Перспективи 2020: Логістика». Як електронна комерція, технології та дефіцит робочої сили вже змінюють роботу складу. URL: <https://www.cushmanwakefield.com.ua/en/logistics-2020> (дата звернення: 10.02.2022).
6. Світові тенденції розвитку логістики. URL: https://lubbook.org/book_607_glava_3_Tema_3_Sv%D1%96tov%D1%96tenden%D1%81%D1%96%EF%BF%BD.html (дата звернення: 28.01.2022).
7. Основні тенденції застосування аутсорсингу на ринку логістичних послуг в Україні. URL: <http://calculino.info/ru/usefull/articles/id208457-Основні%20тенденції%20застосування%20аутсорсингу%20на%20ринку%20логістичних%20%20послуг> (дата звернення: 08.05.2021).
8. Waretka Ваш цифровий складський провайдер. URL: <https://wareteka.com.ua> (дата звернення: 08.02.2022).
9. Логистические тренды 2020–2021 года. Жизнь после пандемии. URL: http://bamar.org/information/smi/2021_01_19_137680 (дата звернення: 04.02.2022).
10. "Нова пошта" створила в Україні міжнародну авіакомпанію: озвучені цілі та плани. URL: <https://focus.ua/uk/economics/494732-novaya-pochta-sozdala>

v-ukraine-mezhdunarodnuyu-aviakompaniyu-ozvucheny-celi-i-planu (дата звернення: 08.02.2022).

11. Івашко Л. М., Холод П. І. Тенденції розвитку логістики. *Управління та адміністрування в умовах протидії гібридним загрозам національній безпеці*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 7 грудня 2021 року. Харків, 2021. С. 208–210. URL: https://files.duit.edu.ua/uploads/%D0%A1%D0%B0%D0%B9%D1%82/3_%D0%9D%D0%90%D0%A3%D0%9A%D0%90/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0-%D1%81%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8/%D0%A1onference/conference-07-12-2021-warn-new.pdf (дата звернення: 10.12.2021).
12. Cimini C., Lagorio A., Romero D., Cavalieri S., Stahre J. (2020). Smart Logistics and The Logistics Operator 4.0 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896320335837?via%3Dihub> (дата звернення: 15.02.2022).
13. Müller, J. M. and Voigt, K. I. (2018). “The Impact of Industry 4.0 on Supply Chains in Engineer-to-Order Industries An Exploratory Case Study”. IFAC-PapersOnLine, Vol. 5111, pp. 122–127.
14. Barreto, L.; Amaral, A. and Pereira, T., (2017) “Industry 4.0 Implications in Logistics: An Overview”. *Procedia Manufacturing Engineering Society International Conference, MESIC 2017, 28–30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain*, Vol. 13, pp. 1245–1252. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/185628365.pdf> (дата звернення: 01.02.2022).
15. Strandhagen, J. O.; Vallandingham, L. R.; Fragapane, G.; Strandhagen, J. W.; Stangeland, A. B. H. and Sharma, N. (2017). “Logistics 4.0 and Emerging Sustainable Business Models”. *Advances in Manufacturing*, 5(4), pp. 359–369.
16. Hofmann, E. and Rüsçh, M., (2017) “Industry 4.0 and the Current Status as well as Future Prospects on Logistics”. *Computers in Industry*, Vol. 89, pp. 23–34. URL: http://admpg.com.br/2019/anais/arquivos/07282019_180722_5d3e16be96908.pdf (дата звернення: 01.02.2022).
17. Селіщев М. E-commerce 2021 – як розвивається інтернет-ринок в Україні. URL: <https://horoshop.ua/ua/blog/e-commerce-2021-v-ukraine/> (дата звернення: 14.02.2022).
18. Майбутнє споживчих ринків. URL: <https://www.pwc.com/ua/uk/survey/2021/future-of-consumer-markets-ukr.pdf> (дата звернення: 14.02.2022).
19. Last Link: Quantifying the Cost. URL: <https://www.cushmanwakefield.com/ua/en/last-link> (дата звернення: 21.02.2022).

Стаття надійшла 01.11.2022 р.

Larysa Ivashko,
PhD in Economics,
Associate Professor,
Department of Management and Innovation,
Odesa I. I. Mechnikov National University
24/26 French Blvd., Odesa, 65058, Ukraine
e-mail: ivashkolm@ukr.net

OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROCESS MANAGEMENT IN TRADE

The article considers the theoretical and methodological and practical principles of logistics processes management. Current trends in logistics development are outlined. It is shown that the trends demonstrate active implementation in the management processes of the elements of Logistics 4.0. The expediency of using economic-mathematical methods and models to solve logistics tasks is reasoned. An overview of e-commerce processes, typical for today, both in the world and in Ukraine, which directly cause changes in logistics, is made. The problem of optimization of transport costs for delivery of goods from the warehouses of the online store "Hope" to customers, taking into account the non-stationarity (seasonality) factor is defined. The economic-mathematical model of the problem of logistics processes management has been built and adapted as follows: selection of two seasonally-leased warehouses from five reserve ones and optimization of transport costs for delivery of goods from warehouses of the online store to customers. This optimization model was implemented to solve the problem of optimizing logistics costs for the online store "Hope", taking into account seasonal demand, transport tariffs, warehouses capacity and forecasted sales volumes. Various ways to solve the problem of logistics process management, which allows us to show the additional benefits of using these methods and determine the effectiveness of the decision taken are considered as well. The solution for the choice of warehouses and the optimal plan for delivery of goods to customers in order to minimize transportation costs is obtained. It is shown that with the use of economic and mathematical modeling to solve the problem of seasonally adaptive transition for logistics process management, it is possible to make the best choice of two additional leased warehouses from the five reserve ones, to find the optimal delivery plan, to reduce the total length of delivery route and, consequently, the costs of transportation of goods, to avoid shortages of goods in warehouses, in a timely manner and with minimal costs to satisfy the interests of customers of online store "Hope" goods. The economic interpretation of the results of the models implementation is presented and recommendations for their use are provided to achieve

minimization of transportation costs, maximum flexibility, speed, reliability of the supply chain, ie to make effective management decisions.

Key words: logistics process management, e-commerce, optimization, economic and mathematical modeling.

References

1. Madani F. (2021) Logistika kak stil' zhizni. [Logistics as a lifestyle]. Retrieved from: <https://www.kommersant/doc/4956261?query=%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0> [in Russian].
2. Lomtev A. (2019) Optimizaciya logisticheskoy sistemy, upravlenie logisticheskimi processami, celi, kriterii, riski [Optimization of the logistics system, management of logistics processes, goals, criteria, risks]. Retrieved from: <https://mir-klimata.info/vestnik-ukc-apik-optimizaciya-logisticheskoy-sistemy-upravlenie-logisticheskimi-processami-celi-kriterii-riski/Вестник УКЦ АПИК> [in Russian].
3. Kihel V. R. (2007). Optymizatsiia lohistychnykh rishen. [Optimization of logistics solutions]. Retrieved from: <https://library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/kigel-0018.pdf> [in Ukrainian].
4. Svizhyi daidzhest ostannikh novyn rynku lohistyky. [Fresh digest of the latest logistics market news]. Retrieved from: <https://www.mainfreight.com/uk-ua/market-update-ukraine-10-september-2021> [in Ukrainian].
5. Analitychnyi zvit «Perspektyvy 2020: Lohistyka». Yak elektronna komertsii, tekhnolohii ta defitsyt robochoi syly vzhe zmyniuiut robotu skladu. [Analytical report "Prospects 2020: Logistics". As e-commerce, technology and labor shortages are already changing the work of the warehouse]. Retrieved from: <https://www.cushmanwakefield.com.ua/en/logistics-2020> [in Ukrainian].
6. Svitovi tendentsii rozvytku lohistyky [World trends in logistics development]. Retrieved from: https://lubbook.org/book_607_glava_3_Tema_3._Sv%D1%96tov%D1%96tenden%D1%81%D1%96%EF%BF%BD.html [in Ukrainian].
7. Osnovni tendentsii zastosuvannia outsorsynhu na rynku lohistychnykh posluh v Ukraini [The main trends in the use of outsourcing in the market of logistics services in Ukraine]. Retrieved from: <http://calculino.info/ru/usefull/articles/id208457-Основні%20тенденції%20застосування%20аутсорсингу%20на%20ринку%20логістичних%20послуг> [in Ukrainian].
8. Waretaka Vash tsyfrovyyi skladskyi provaidner [Waretaka Your digital warehouse provider]. Retrieved from: <https://wareteka.com.ua/> [in Ukrainian].
9. Logisticheskije trendy 2020–2021 goda. ZHizn' posle pandemii. [Logistics trends 2020–2021. Life after the pandemic]. Retrieved from: http://bamap.org/information/smi/2021_01_19_137680/ [in Russian].
10. "Nova poshta" stvorila v Ukraini mizhnarodnu aviakompaniiu: ozvucheni tsili ta plany. [Nova Poshta has created an international airline in Ukraine: announced goals and plans]. Retrieved from: <https://focus.ua/uk/economics/494732->

- novaya-pochta-sozdala-v-ukraine-mezhdunarodnuyu-aviakompaniyu-ozvucheny-celi-i-plany [in Ukrainian]
11. Ivashko L., Holod P. (2021). Tendentsii rozvytku lohistyky. [Trends in logistics development]. Proceedings from materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Upravlinnia ta administruvannia v umovakh protydivi hibrydnym zahrozam natsionalnii bezpetsi” – “Management and administration in the face of hybrid threats to national security”. (pp. 208-210). Kharkiv. Retrieved from: https://files.duit.edu.ua/uploads/%D0%A1%D0%B0%D0%B9%D1%82/3_%D0%9D%D0%90%D0%A3%D0%9A%D0%90/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8/%D0%A1onference/conference-07-12-2021-warn-new.pdf [in Ukrainian].
 12. Cimini C., Lagorio A., Romero D., Cavaliere S., Stahre J. (2020). Smart Logistics and The Logistics Operator 4.0 Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896320335837?via%3Dihub>.
 13. Müller, J. M. and Voigt, K. I. (2018). “The Impact of Industry 4.0 on Supply Chains in Engineer-to-Order Industries An Exploratory Case Study”. *IFAC-PapersOnLine*, vol. 5111, pp. 122–127.
 14. Barreto, L.; Amaral, A. and Pereira, T. (2017) “Industry 4.0 Implications in Logistics: An Overview”. *Procedia Manufacturing Engineering Society International Conference, MESIC 2017, 28–30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain*, Vol. 13, pp. 1245–1252. Retrieved from: <https://core.ac.uk/download/pdf/185628365.pdf>
 15. Strandhagen, J. O.; Vallandingham, L. R.; Fracapane, G.; Strandhagen, J. W.; Stangeland, A. B. H. and Sharma, N. (2017). “Logistics 4.0 and Emerging Sustainable Business Models”. *Advances in Manufacturing*, vol. 5(4), pp. 359–369.
 16. Hofmann, E. and Rüsçh, M. (2017) “Industry 4.0 and the Current Status as well as Future Prospects on Logistics”. *Computers in Industry*, Vol. 89, pp. 23–34. Retrieved from: http://admpg.com.br/2019/anais/arquivos/07282019_18072_2_5d3e16be96908.pdf.
 17. Selishchev M. (2021). E-commerce 2021 – yak rozvyvaietsia internet-rynok v Ukraini [E-commerce 2021 – how the Internet market is developing in Ukraine]. Retrieved from: <https://horoshop.ua/ua/blog/e-commerce-2021-v-ukraine/> [in Ukrainian]
 18. Maibutnie spozhyvchykh rynki. [The future of consumer markets]. Retrieved from: <https://www.pwc.com/ua/uk/survey/2021/future-of-consumer-markets-ukr.pdf> [in Ukrainian]
 19. Last Link: Quantifying the Cost. Retrieved from: <https://www.cushmanwakefield.com.ua/en/last-link>