

## REFERENCES

Adamyk, O. V. "Vykorystannia instrumentiv tekhnologii OLTP ta OLAP dlia obliku i analizu vykonannia koshtorysu biudzhetykh ustanov" [The use of tools, technologies OLTP and OLAP to the analysis of execution of estimate of budgetary institutions]. *Nauka moloda*, no. 23 (2015): 120-129.

Adamyk, O. V. *Upravlinski informatsiini systemy v analizi i audyti* [Managerial information systems in analysis and audit]. Ternopil: TNEU, 2005.

Benko, M. M. "Osoblyvosti ta strukturna skhema orhanizatsii bukhhalterskoho obliku v avtomatyzovani formi" [Features and structural scheme of accounting organization in an automated manner]. *Biznes Inform*, no. 4 (2011): 100-102.

Ivakhnenkov, S. V. *Informatsiini tekhnologii v orhanizatsii bukhhalterskoho obliku ta audytu* [Information technologies in accounting and auditing]. Kyiv: Znannia-Pres, 2003.

Klymenko, O. V. *Informatsiini systemy i tekhnologii v obliku* [Information systems and technologies in accounting]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 2008.

Khorunzhak, N. M. *Teoriia ta metodolohiia obliku u biudzhetykh ustanovakh v umovakh informatyzatsii suspilstva* [Theory and methodology of accounting in budgetary institutions in the conditions of Informatization of society]. Ternopil: TNEU, 2013.

Osmiatchenko, V. O. "Stan ta rozvytok kompiuternykh tekhnologii bukhhalterskoho obliku. Ekonomichni nauky. Seriia «Oblik i finansy»" [The state and development of the computer technology of accounting. *Economic sciences*. Series "Accounting and Finance"]. vol. 1, no. 6 (24) (2009): 195-206.

Podolskiy, V. I., Shcherbakov, N. S., and Komissarov, V. L. *Kompiuternyy audit* [Computer audit]. Moscow: Yuniti-Dana, 2004.

УДК 004.7:658.5:658.7

# КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ БАГАТОЦІЛЬОВОЇ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ У СФЕРІ ЛОГІСТИКИ

© 2016 СКИЦЬКО В. І.

УДК 004.7:658.5:658.7

## Скицько В. І. Концептуальні аспекти багатоцільової багатокритеріальної оптимізації та прийняття рішень з урахуванням ризику у сфері логістики

У роботі описано багатоцільові багатокритеріальні задачі закупівельної, виробничої, розподільчої (або збутової), транспортної, інформаційної, електронної, мобільної логістики; наведено ризику, які потрібно враховувати у прийнятті рішень у цих функціональних областях логістики; зазначено проблеми, які можуть мати місце під час вирішення досліджуваних задач; наведено інструментарій математичного моделювання, який використовується для розв'язку класу розглянутих задач. У багатоцільових багатокритеріальних логістичних задачах цілі можуть бути однаковими та повинні бути узгоджені з основною метою логістики, а їх критерії є унікальними для кожної із задач. Зазначені у роботі логістичні задачі можуть залежати одна від одної, а прийняті рішення в одній функціональній області можуть впливати на рішення в інших функціональних областях логістики, що відображено у структурній схемі.

**Ключові слова:** багатоцільова оптимізація, багатоцільове прийняття рішень, багатоцільові багатокритеріальні задачі, логістика, ризик.

**Рис.:** 1. **Бібл.:** 23.

**Скицько Володимир Іванович** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіко-математичного моделювання, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03680, Україна)

**E-mail:** skitsko.kneu@gmail.com

УДК 004.7:658.5:658.7

## Скицько В. И. Концептуальные аспекты многоцелевой многокритериальной оптимизации и принятия решений с учетом риска в сфере логистики

В работе описано многоцелевые многокритериальные задачи закупочной, производственной, распределительной (или сбытовой), транспортной, информационной, электронной, мобильной логистики; приведены риски, которые нужно учитывать в принятии решений в этих функциональных областях логистики; указаны проблемы, которые могут иметь место при решении исследуемых задач; приведен инструментальный математического моделирования, который используется для решения класса рассматриваемых задач. В многоцелевых многокритериальных логистических задачах цели могут быть одинаковыми и должны соответствовать основной цели логистики, а их критерии являются уникальными для каждой из задач. Указанные в работе логистические задачи могут зависеть друг от друга, а принятые решения в одной функциональной области могут влиять на решения в других функциональных областях логистики, что отражено в предложенной структурной схеме.

**Ключевые слова:** многоцелевая оптимизация, многоцелевое принятие решений, многоцелевые многокритериальные задачи, логистика, риск.

**Скицько Владимир Иванович** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономико-математического моделирования, Киевский национальный экономический университет им. В. Гетьмана (пр. Победы, 54/1, Киев, 03680, Украина)

**E-mail:** skitsko.kneu@gmail.com

UDC 004.7:658.5:658.7

## Skitsko V. I. The Conceptual Aspects of the Multi-Purpose Multi-Criteria Optimization and Decision-Making with Allowance for Risk in the Sphere of Logistics

The publication describes the multi-purpose multi-criteria task of procurement, production, distribution (sales), transport, information, electronic, and mobile logistics; the risks that must be taken into consideration in the decision-making process in these functional areas of logistics have been provided; problems that may occur when solving the tasks studied have been specified; the mathematical modeling instrumentarium, which is used to solve the class of the considered tasks, has been provided. In the multi-purpose multi-criteria logistics tasks, objectives may be similar and must conform with the basic goal of logistics, though their criteria are unique for each task. The logistics tasks specified in the publication can depend on each other, the decisions taken in the same functional area can influence decisions in other functional areas of logistics, as has been reflected in the proposed structural diagram.

**Keywords:** multipurpose optimization, multi-objective decision-making, multipurpose multi-criteria tasks, logistics, risk.

**Fig.:** 1. **Bibl.:** 23.

**Skitsko Volodymyr I.** – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of economic and mathematical modeling, Kyiv National Economic University named after V. Hetman (54/1 Peremohy Ave., Kyiv, 03680, Ukraine)

**E-mail:** skitsko.kneu@gmail.com

**М**айже усі дії в бізнесі можна віднести до сфери логістики (різних видів логістики). Наприклад, процеси, які пов'язані з генеруванням, передачею, зберіганням інформації, можна віднести до сфери інформаційної логістики, а у випадку, коли інформація має електронний вид, можна говорити про електронну логістику; будь-які дії із сукупністю виробів (насамперед, їх переміщення) можуть стосуватися складської, транспортної, розподільчої та інших логістик; операції з фінансовими потоками можна віднести до фінансової логістики тощо. Отже, будь-яке підприємство можна розглядати як сукупність взаємопов'язаних різних видів логістик, а коректніше, як логістичну систему, яка складається з відповідних різних логістичних підсистем. Окрім того, взаємодія різних підприємств також може розглядатися як логістична система вищого економічного рівня – логістичний ланцюг постачання.

У логістиці існує велика кількість різноманітних задач, які можна віднести до задач багатокритеріального та багатоцільового прийняття рішень та оптимізації. Окрім того, багатовекторність притаманна самій сутності логістики. Основна мета логістики, яка полягає у доставці деякому конкретному споживачеві необхідної продукції в необхідній йому кількості та відповідної якості в узгоджене місце за домовлений інтервал часу за мінімальних витрат на таку доставку [1], сама по собі зумовлює виникнення багатоцільової задачі [2], в якій можна виокремити, наприклад, такі цілі: *перша ціль* – досягти мінімально можливого рівня витрат на доставку; *друга* – термін доставки не повинен перевищувати нормативний строк доставки; *третя* – утримувати допустимий рівень реклаमाцій тощо.

Приймати виважені управлінські рішення в умовах невизначеності, конфліктності та зумовлених ними ризику, враховувати множину різних (інколи, несумісних) критеріїв та цілей може допомогти використання інструментарію теорії багатокритеріального аналізу та прийняття рішень, частиною якої є багатоцільові методи прийняття рішень [3]. Сьогоднішній розвиток методів та засобів вирішення багатоцільових багатокритеріальних задач зумовлений, зокрема, збільшенням обчислювальних потужностей звичайних комп'ютерів (ноутбуків, смартфонів тощо), які використовуються для їх програмної реалізації [4], що дозволяє вирішувати значно складніші задачі, ніж це було кілька років тому назад. Вирішуючи такі задачі, потрібно враховувати співвідношення між ступенем ґрунтовності (виваженості, якості) деякого прийнятого управлінського рішення та інтервалом часу, за який воно (рішення) приймається, тому що загальновідома фраза «час – це гроші» особливо актуальна для сьогоднішнього бізнесу.

Широкий спектр задач логістики, з одного боку, та широкий ряд методів та моделей багатоцільової оптимізації та прийняття рішень, з іншого боку, потребують узгодженості один з одним, формалізації логістичних задач, вибору ефективного інструментарію вирішення таких задач тощо. Таким чином, існує потреба у формулюванні концептуальних аспектів багатоцільового багатокритеріального прийняття рішень та оптимізації у сфері логістики.

Серед доступних джерел, в яких висвітлено різні аспекти використання економіко-математичних методів та моделей в логістиці, значну частину складають навчальні посібники, зокрема [2; 5–7], а також наукові роботи, в яких досліджуються різні окремі задачі логістики, зокрема [8–11]. У цих та інших роботах висвітлено різні аспекти використання економіко-математичних методів та моделей в логістиці (насамперед, транспортної логістики, управління матеріальним потоком тощо), проте проблемі вирішення багатоцільових багатокритеріальних задач приділено мало уваги. Це можна пояснити як складністю таких задач, так і складністю інструментарію їх вирішення. Проте складність логістичних задач надалі буде лише зростати, і одним із ефективних способів їх вирішення є саме багатоцільова багатокритеріальна оптимізація та прийняття рішень.

*Мета* статті полягає в аналізі та уточненні існуючих концептуальних аспектів багатоцільової багатокритеріальної оптимізації та прийняття рішень з урахуванням ризику у сфері логістики.

**Л**огістика є сферою діяльності, яка може провадитися на різних економічних рівнях, а рішення, які в ній приймаються, є рішеннями щодо управління логістичними системами відповідного рівня [12]. Логістична система є адаптивною системою із зворотним зв'язком, що виконує різні логістичні функції та операції, складається з декількох підсистем та взаємодіє із зовнішнім середовищем [13; 14]. Логістичну систему можна розглядати як динамічну систему, яка функціонує для досягнення певної мети та яку можна віднести до кібернетичних систем [15]. У межах логістичних підсистем виокремлюють логістичні ланки, які представляють собою сукупність логістичних елементів [13]. Складові логістичної системи (підсистеми, ланки, елементи) взаємодіють між собою та із зовнішнім середовищем, виконуючи різні логістичні операції, сукупність яких утворює деяку логістичну функцію [16]. Відповідно до логістичних функцій можна виокремити такі функціональні області логістики: закупівельна логістика, виробнича логістика, розподільча (або збутова) логістика, транспортна логістика, інформаційна логістика, складська логістика, сервісна логістика, логістика запасів [1; 17], маркетингова логістика, фінансова логістика, логістика повернень, електронна логістика, мобільна логістика. Функціональні області логістики пов'язані з відповідними підсистемами логістичної системи. Проте у логістичному ланцюгу постачання (який можна вважати логістичною системою мезоекономічного рівня [18]) функціональні області логістики можуть відповідати різним підприємствам, які є учасниками даного ланцюга. Зокрема, виробнича логістика може відповідати підприємству, яке безпосередньо займається виробництвом продукції, розподільча логістика може відповідати мережі супермаркетів, через яку здійснюється продаж продукції кінцевому споживачеві тощо.

Розглянемо далі основні функціональні області логістики, які пов'язані з рухом матеріальних та інформаційних логістичних потоків, та наведемо задачі, які можна віднести до задач багатокритеріальної та багато-

цільової оптимізації та прийняття рішень з урахуванням ризику.

*Закупівельна логістика* пов'язана із закупкою необхідних для функціонування підприємства матеріальних ресурсів. У випадку логістичного ланцюга постачання межами дії даної функціональної області можна вважати частину матеріального потоку від постачальника матеріальних ресурсів (сировини, матеріалів, комплектуючих тощо) до підрозділів виробництва [7]. Для підприємств торгівлі сутність закупівельної логістики полягає в закупці продукції, з метою її подальшого продажу, а також ресурсів матеріально-технічного забезпечення функціонування підприємства (наприклад, стелажі, холодильники, засоби прибирання, паливно-мастильні матеріали, комп'ютерна техніка і т. п.). Метою закупівельної логістики є задоволення потреб виробництва (у торгівлі – потреб споживачів) у необхідних матеріальних ресурсах (у торгівлі – необхідних товарах) заданої якості та потрібного обсягу у потрібний час, у потрібному місці, від надійного постачальника (у торгівлі – може бути й виробника), за мінімально можливими ціною та витратами на доставку [1; 7]. Іншими словами, функціонування закупівельної логістики повинно сприяти досягненню оптимальної періодичності постачань та оптимальної структури матеріального потоку за якомога менших сукупних витрат на постачання [15]. Завдання закупівельної логістики, з якими детально можна ознайомитися, зокрема, в [1], можна поділити на дві групи: перша буде визначати, що потрібно закупити, в якому обсязі та коли (задача визначення потреб у матеріальних ресурсах); друга – у кого потрібно здійснювати закупки (задача вибору постачальника). При вирішенні завдань першої групи, наприклад для виробничого підприємства, необхідно визначити, зокрема, таке [7]: обсяг сировини та кількість комплектуючих, що потрібні для виробництва; необхідна площа складів для зберігання сировини та комплектуючих; витрати на закупівлю, доставку та зберігання сировини та комплектуючих; періодичність закупівель.

**Е**фективність прийнятих рішень у закупівельній логістиці цілком залежить від адекватного аналізу діяльності підприємства [7]. Задачі визначення потреб у матеріальних ресурсах пов'язані з функціонуванням виробничої логістики, і в цьому випадку можна говорити про багатокритеріальну та багатоцільову оптимізацію, яка буде полягати в досягненні заданого плану виробництва за обмеженого обсягу різних ресурсів. Окрім того, багатовекторність цієї задачі визначається тим, що за звичайних умов функціонування будь-яке підприємство намагається отримати якомога більший обсяг прибутку за якомога меншого розміру витрат.

Проблема вибору постачальника є однією із ключових в закупівельній логістиці, а процес вибору може складатися з такого: пошук потенційних постачальників; їх аналіз та вибір; оцінювання результатів роботи з постачальниками [1]. Задачу вибору постачальника можна віднести до багатокритеріальної задачі, тому що при виборі постачальника потрібно враховувати низку критеріїв, які можна згрупувати, наприклад для підприємств

торгівлі за такими групами [19]: товар та його ціна (популярність та репутація торгової марки, якість товару, асортимент тощо); поставки (транспортні витрати, вчасність, зручність замовлення тощо); бюджет (кроки, які може зробити постачальник продукції для просування власної продукції на ринку); професіоналізм персоналу постачальника, з яким безпосередньо працює підприємство; емоційні атрибути (довіра та впевненість, задоволення, легкість у роботі тощо). На думку авторів [7], критерії вибору постачальника можна поділити на основні (ціна та якість продукції; терміни постачання) та додаткові (оцінювання результатів співпраці з вже існуючими угодами постачання; віддаленість постачальника; гнучкість цінової політики; спроможність поставки продукції власним транспортом постачальника; здатність забезпечити постачання запасних частин впродовж гарантійного терміну; місце постачальника на ринку тощо).

**П**ри прийнятті рішень у закупівельній логістиці відповідальними особами необхідно враховувати низку ризиків, які пов'язані з можливими відхиленнями в постачанні матеріальних ресурсів та прояв яких може вплинути на функціонування, зокрема, виробничої логістики: незадовільна якість сировини чи брак в комплектуючих частинах, який може виявитися під час виробництва чи при експлуатації готової продукції; несвоєчасна доставка; зміна закупівельних цін тощо.

*Виробнича логістика* стосується лише підприємств, які виготовляють деяку продукцію в фізичному чи електронному (цифровому) вигляді. Метою виробничої логістики є оптимізація матеріальних і супутніх потоків усередині підприємства, що створює додаткову вартість [1; 15]. У межах виробничої логістики відбувається трансформація матеріального потоку: сировина (або комплектуючі частини) перетворюється в напівфабрикати, які потім перетворюються в готову продукцію [1]. Основними задачами, які вирішуються в межах виробничої логістики, є вибір технології виробництва, визначення оптимального обсягу партії виробництва, оптимізація часу використання обладнання, оптимізація набору обладнання для кожної виробничої ділянки, оптимізація графіку запуску деталей у виробництво, оптимізація якості продукції тощо [2; 15]. Ці задачі можна вважати задачами багатоцільової багатокритеріальної оптимізації та прийняття рішень. Наприклад, оптимальний обсяг партії виробництва повинен досягатися з одночасним досягненням максимально можливого прибутку виробничого підприємства, оптимального завантаження складів виробництва сировиною, напівфабрикатами та готовою продукцією, оптимального використання виробничих потужностей підприємства тощо.

Під час прийняття рішень у сфері виробничої логістики необхідно враховувати різні виробничі ризики. Наприклад, при виборі обладнання необхідно брати до уваги можливий прояв ризиків, які пов'язані зі збоями у роботі цього обладнання, що можуть бути зумовлені різними причинами (недостатня кваліфікація персоналу, поломка деякого вузла обладнання, вихід з ладу в результаті використання неякісної сировини, невідповідність обладнання сучасним вимогам і т. п.).



*Розподільча (або збутова) логістика* вирішує завдання щодо руху матеріальних та інших потоків у процесі продажу товарів [1]. Однією з основних задач даної логістики є пошук способів та методів якомога повного задоволення потреб ринку (або попиту, який сформований маркетинговою діяльністю підприємства) шляхом більш ефективної організації транспортно-експедиційного обслуговування, зокрема, з метою доставки товару у потрібне місце у потрібний час [1; 7]. У межах даної задачі можна сформулювати такі завдання: вибір схеми розподілу матеріального потоку, формування каналів розподілу, розміщення розподільчих центрів тощо [1]. Одне з основних місць в каналі розподілу займають посередники (дилери, дистриб'ютори, комісіонери тощо), а тому виникає багатокритеріальна задача їх вибору. До критеріїв вибору посередників відносять, зокрема: рівень обізнаності посередника щодо товару постачальника; надійність; наявність власних складських приміщень з обслуговуючою технікою та готовність зберігати товар постачальника тощо [7]. Згідно з цим та іншими критеріями обирають типи посередників з подальшим визначенням їх кількості, що залежить від інтенсивності, ексклюзивності та селективності розподілу продукції [7]. Окрім того, між посередниками може існувати співробітництво, конфлікти чи конкуренція [7], що зумовлює низку ризиків та необхідність їх врахування у прийнятті відповідних рішень щодо, зокрема, формування сукупності посередників, визначенні їх пріоритетності при розподілі продукції тощо.

*Транспортна логістика* забезпечує фізичне переміщення матеріальних ресурсів у просторі та часі згідно вимог споживачів цих ресурсів [13]. Основну задачу транспортної логістики можна сформулювати таким чином: переміщення необхідного обсягу матеріальних ресурсів у необхідне місце оптимальним маршрутом за певний час з найменшими витратами [7]. До багатоцільових багатокритеріальних задач можна віднести, зокрема, такі задачі: вибір виду та типу транспортного засобу; вибір перевізників та логістичних партнерів тощо [13]. Наприклад, при виборі виду транспорту можна враховувати такі критерії: час доставки, частота відправлень, надійність дотримання встановленого графіка доставки, здатність перевозити різні вантажі, здатність доставити вантаж у будь-яку точку країни чи світу (просторова доступність), вартість перевезень [1; 13]. Приймаючи управлінські рішення у сфері транспортної логістики, потрібно зважати й на відповідні транспортні ризики.

Основним завданням *інформаційної логістики* є організація інформаційних потоків. Для виконання цього завдання на підприємствах використовуються різні логістичні інформаційні системи [20]. Проте стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних засобів та технологій сприяв появі *електронної та мобільної логістики* [21; 22], що зумовило ускладнення існуючих та появу нових задач, які можна вважати багатоцільовими багатокритеріальними. Наведемо деякі з них.

1. *Вибір інформаційної системи*, яка повинна забезпечити всебічну інформаційну підтримку якомога ширшого кола логістичних бізнес-процесів підприєм-

ства. При виборі такої системи необхідно враховувати велику кількість різних критеріїв (які можуть бути переформульовані у цілі, які потрібно досягти), зокрема: частка завдань підприємства, які можуть бути вирішені при впровадженні нової інформаційної системи; необхідний рівень співробітників (користувачів) для роботи з новою системою; можливість внесення змін у модулі системи без зупинки роботи підприємства з метою підвищення її функціональних можливостей та адаптації до нових умов ведення бізнесу; апаратні вимоги; можливість інтеграції даної інформаційної системи з інформаційними системами інших учасників логістичного ланцюга постачання з метою безперервного та постійного обміну даними між ними; вартість системи тощо. Крім вибору самої системи, існує задача вибору компанії-продавця чи представника розробника такої системи в країні. І така задача також може бути сформульована як багатоцільова багатокритеріальна задача вибору.

2. *Вибір компанії, які надають послуги мобільного зв'язку, доступу до Інтернету, хостингу, використання хмарних технологій*. У цьому випадку критеріями вибору можуть бути: надійність компанії (яка може бути суб'єктивно оцінена підприємством враховуючи період існування компанії, її розмір, мережу представництв), вартість послуг, обслуговування, клієнтоорієнтованість тощо.

3. *Вибір способу автоматичної ідентифікації продукції*. У логістиці велике значення має процес ідентифікації товарно-матеріальних цінностей, який має бути точним і займати мало часу, що, своєю чергою, повинно сприяти швидкому просуванню матеріального потоку до кінцевої точки споживання. Для цього на упаковці наносять інформацію про товар у вигляді тексту для інформування людини та у вигляді рисунку (штрихового коду) для швидкого зчитування спеціальними пристроями. Крім того, для розпізнавання продукції може використовуватися радіочастотна ідентифікація (RFID). Вибір способу автоматичної ідентифікації продукції залежить від низки чинників, які мають бути враховані менеджментом підприємства, зокрема: повнота інформації, яка може бути закодована; здатність зчитати код при його частковому пошкодженні тощо.

Вирішувати зазначені задачі та приймати рішення у сфері інформаційної, електронної та мобільної логістики потрібно з урахуванням кібер-ризиків, значимість якого з кожним роком лише зростає, зокрема, через збільшення обсягу «цифрової» інформації в бізнесі та використання Інтернету для передачі даних. Зокрема, при виборі логістичної інформаційної системи як критерій можна використовувати спроможність системи протистояти можливому прояву різних загроз: умисне чи ненавмисне знищення або зміна даних у системі, несанкціоноване оновлення програмного забезпечення, несанкціоноване встановлення нових модулів системи тощо.

Зазначені вище задачі можуть залежати одна від одної, а прийняті рішення в одній функціональній області можуть впливати на прийняття рішень в інших функціональних областях логістики (рис. 1). На рис. 1 наведено ключові багатоцільові багатокритеріальні задачі, показано залежності між ними та функціональними областями логістики. Крім того, на рис. 1 окреслено межі

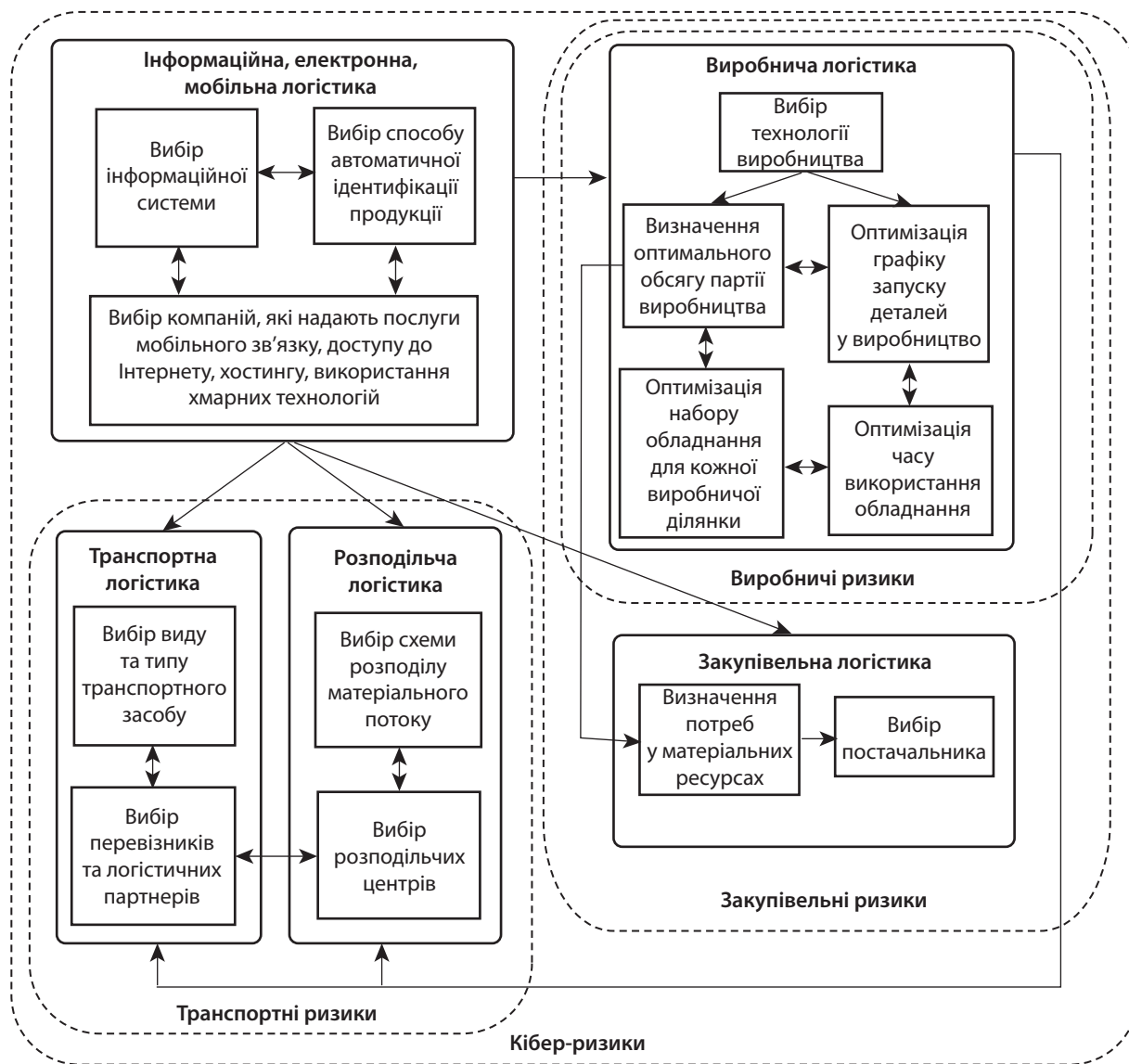


Рис. 1. Структурна схема зв'язків багатоцільових багатокритеріальних логістичних задач оптимізації та прийняття рішень в умовах ризику

Джерело: авторська розробка.

впливу ризиків. Наприклад, через широке розповсюдження та проникнення інформаційно-комунікаційних технологій у всі логістичні процеси можна вважати, що для усіх функціональних областей логістики можливий прояв кібер-ризиків.

Цілі багатоцільових багатокритеріальних логістичних задач можуть бути однаковими та повинні бути узгоджені з основною метою логістики, а їх (задач) критерії є унікальними для кожної із них. Вирішення деякої логістичної задачі зумовлює досягнення цілей як функціональної області логістики (логістичної підсистеми), до якої відноситься досліджувана задача, так і логістики (логістичної системи) в цілому. За відсутності можливості одночасного вирішення логістичних задач може виникнути багатоцільова багатокритеріальна задача щодо їх упорядкування за пріоритетом їх розв'язку.

У процесі вирішення багатокритеріальних задач у сфері логістики можуть виникнути такі проблеми: визначення області компромісу, вибір схеми компромісу

та відповідного їй принципу оптимальності, нормалізація критеріїв, урахування пріоритету [23].

Окрім того, задачі прийняття багатоцільових багатокритеріальних рішень у сфері логістики можна звести до таких задач [23]:

- ✦ прийняття рішень на множині цілей (до даного типу задач можна віднести усі логістичні задачі тому, що вони обов'язково повинні підпорядковуватися одночасному досягненню основної мети логістики);
- ✦ задачі розподілу ресурсів (до даного типу задач можна віднести, наприклад, задачі розподільчої логістики щодо розподілу продукції серед посередників, розподільчих центрів з урахуванням різних вимог посередників та споживачів);
- ✦ задачі оптимізації на множині умов функціонування (тут потрібно враховувати, що зміна умов функціонування деякої логістичної підсистеми може зумовити зміни критеріїв оціню-

вання в задачах інших логістичних підсистем, які пов'язані з даною);

- ✦ урахування динаміки; ієрархічні моделі (до даного типу задач можна віднести задачі вибору посередників, постачальників, транспортного засобу, інформаційної системи).

Для вирішення задач багатоцільової оптимізації можуть використовуватися градієнтні, лінійні, нелінійні, нечіткі, еволюційні методи, а до методів прийняття багатоцільових рішень можна віднести метод аналізу ієрархій, метод аналізу співвідношень [3].

## ВИСНОВКИ

У даній роботі описані багатоцільові багатокритеріальні логістичні задачі функціональних областей логістики, які пов'язані з протіканням матеріальних та інформаційних потоків, наведені основні ризики, які потрібно враховувати у прийнятті рішень, та запропонована структурна схема зв'язків між такими задачами. Наразі для вирішення таких задач використовується певний інструментарій. Проте зростаюча складність та слабкоструктурованість багатоцільових багатокритеріальних логістичних задач вимагають удосконалення існуючого та розробку нового інструментарію їх вирішення, що може бути предметом досліджень у подальшому. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. Балабанова Л. В., Германчук А. М. Логістика: підручник. Львів: Видавництво ПП «Магнолія 2006», 2013. 368 с.
2. Лубенцова В. С. Математические модели и методы в логистике: учеб. пособие./под ред. В. П. Радченко. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. 157 с.
3. Бідюк П. І., Гожий О. П., Коршевнік Л. О. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. Миколаїв; Київ, 2012. 379 с.
4. Гожий А. П., Кобылинский И. А. Разработка фреймворка для решения задач многокритериального анализа и принятия решений. *Праці Одеського політехнічного університету*. 2013. Вип. 1 (40). С. 162–168.
5. Плоткин Б. К., Делюкин Л. А. Экономико-математические методы и модели в логистике: учеб. пособие. С.-Петербург: Изд-во СПбГЭУФ, 2010. 96 с.
6. Мастяева И. Н. Математические методы и модели в логистике. Москва: Московская финансово-промышленная академия, 2004. 59 с.
7. Тихомирова А. Н., Сидоренко Е. В. Математические модели и методы в логистике: учеб. пособие. Москва: НИЯУ МИФИ, 2010. 320 с.
8. Мороз Л. І. Моделювання матеріально-фінансових потоків внутрішньовиробничих логістичних систем з генерацією. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2009. № 640. С. 355–361.
9. Сухомлінов А. І. Моделювання матеріального потоку у виробничій логістиці. *Системи обробки інформації*. 2013. Вип. 2. С. 294–298.
10. Коломицева А. О., Яковенко В. С. Моделювання процесів оптимального управління логістичними розподільчими системами. *Бізнес Інформ*. 2012. № 7. С. 18–21.
11. Павленко О. В. Аналіз ефективності багатоцільової моделі системи транспортно-експедиційного обслуговування. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2008. № 5/5 (35). С. 30–33.

12. Плетнева Н. Г. Теория и методология управления логистическими системами в условиях неопределенности: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: спец. 08.00.05. Санкт-Петербург, 2008. 37 с.

13. Смирнов І. Г., Косарева Т. В. Транспортна логістика: навч. пос. Київ: Центр навчальної літератури, 2008. 224 с.

14. Економіка логістики: навч. посіб./Є. В. Крикавський, О. А. Похильченко, Н. В. Чернописька та ін. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2014. 640 с.

15. Тридід О. М., Азаренкова Г. М., Мішина С. В., Борисенко І. І. Логістика: навч. посіб. Київ: Знання, 2008. 566 с.

16. Організація та проектування логістичних систем: підручник/М. П. Денисенко, П. Р. Левковець, Л. І. Михайлова та ін. Київ: Центр навчальної літератури, 2010. 336 с.

17. Гаджинский А. М. Логистика: учебник. 16-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2008. 484 с.

18. Крикавський Є. В., Чернописька Н. В. Логістичні системи: навч. посіб. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2009. 264 с.

19. Качалов И. Успех в рознице: три взгляда с трех сторон (продолжение). *Практический маркетинг*. 2003. № 10. URL: <http://www.cfin.ru/press/practical/2003-10/03.shtml>

20. Павленко А. Ф., Кривещенко В. В. Логістичні інформаційні системи. *Формування ринкової економіки: зб. наук. праць*. Спец. вип. «Маркетингова освіта в Україні». Київ: КНЕУ, 2011. С. 291–299.

21. Скільцько В. І. Електронна логістика як складова сучасного бізнесу. *Бізнес Інформ*. 2014. № 7. С. 309–314.

22. Skitsko V. I. E-logistics and M-logistics in information economy. *Logforum*. 2016. Vol. 12, No. 1. P. 7–16. URL: [http://www.logforum.net/pdf/12\\_1\\_1\\_16.pdf](http://www.logforum.net/pdf/12_1_1_16.pdf)

23. Вітлінський В. В., Верченко П. І., Сігал А. В., Наконечний Я. С. Економічний ризик: ігрові моделі: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2002. 446 с.

## REFERENCES

- Balabanova, L. V., and Hermanchuk, A. M. *Lohistyka* [Logistics]. Lviv: Mahnoliia 2006, 2013.
- Bidiuk, P. I., Hozhyi, O. P., and Korshevniuk, L. O. *Kompiuterni systemy pidtrymky pryiniattia rishen* [Computer systems of decision support]. Mykolaiv; Kyiv, 2012.
- Denysenko, M. P. et al. *Orhanizatsiia ta proektuvannia lohistrychnykh system* [The organization and design of logistics systems]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 2010.
- Gozhyi, A. P., and Kobylinskiy, I. A. "Razrabotka freimvorka dlya resheniya zadach mnogokriteriialnogo analiza i prinyatiya resheniy" [Development of a framework for solving problems of multicriteria analysis and decision-making]. *Pratsi Odeskoho politekhnichnoho universytetu*, no. 1 (40) (2013): 162-168.
- Gadzhinskiy, A. M. *Logistika* [Logistics]. Moscow: Dashkov i Ko, 2008.
- Kolomytseva, A. O., and Yakovenko, V. S. "Modeliuvannia protsesiv optymalnoho upravlinnia lohistrychnymy rozpodilichymy systemamy" [Modeling of optimal control of logistic distribution systems]. *Biznes Inform*, no. 7 (2012): 18-21.
- Krykavskiy, Ye. V. et al. *Ekonomika lohistyky* [Economy logistics]. Lviv: Vyd-vo NU «Lvivska politekhnika», 2014.
- Krykavskiy, Ye. V., and Chornopyska, N. V. *Lohistrychni systemy* [Logistics system]. Lviv: Vyd-vo NU «Lvivska politekhnika», 2009.
- Kachalov, I. "Uspek v roznitse: tri vzgliada s trekh storon (prodolzhenie)" [Success in retail: three views from three sides (continued)]. *Prakticheskiy marketing*. <http://www.cfin.ru/press/practical/2003-10/03.shtml>

- Lubentsova, V. S. *Matematicheskiye modeli i metody v logistike* [Mathematical models and methods in logistics]. Samara: Samarskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 2008.
- Mastyayeva, I. N. *Matematicheskiye metody i modeli v logistike* [Mathematical methods and models in logistics]. Moscow: Moskovskaya finansovo-promyshlennaya akademiya, 2004.
- Moroz, L. I. "Modeliuvannya materialno-finansovykh potokiv vnutrishnyovyrobnychyykh lohistychnyykh system z heneratsiieiu" [Modeling of financial and material flows intralogistic systems generation]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*, no. 640 (2009): 355-361.
- Pavlenko, O. V. "Analiz efektyvnosti bahatotsilyovoi modeli systemy transportno-ekspedytsiinoho obsluhovuvannya" [Analysis of the effectiveness of a multi-purpose model system of transport-forwarding service]. *Vostochno-yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohiy*, no. 5/5 (35) (2008): 30-33.
- Plotkin, B. K., and Deliukin, L. A. *Ekonomiko-matematicheskiye metody i modeli v logistike* [Economic-mathematical methods and models in logistics]. St. Petersburg: Izd-vo SPbGEUF, 2010.
- Pletneva, N. G. "Teoriya i metodologiya upravleniya logisticheskimi sistemami v usloviyakh neopredelennosti" [Theory and methodology of logistics systems under conditions of uncertainty]. *Avtoref. dis. ... d-ra ekon. nauk: 08.00.05*, 2008.
- Pavlenko, A. F., and Kryveshchenko, V. V. "Lohistychni informatsiini systemy" [Logistics information system]. In *Formuvannya rynkovoï ekonomiky*. Spetsialnyi vypusk «Marketynhova osvita v Ukraini», 291-299. Kyiv: KNEU, 2011.
- Sukhomlinov, A. I. "Modeliuvannya materialnoho potoku u vyrobnychii lohistytsi" [Modeling of material flow in production logistics]. *Systemy obrobky informatsii*, no. 2 (2013): 294-298.
- Smyrnov, I. H., and Kosareva, T. V. *Transportna lohistyka* [Transport logistics]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 2008.
- Skitsko, V. I. "Elektronna lohistyka yak skladova suchasnoho biznesu" [Electronic logistics as a component of modern business]. *Biznes Inform*, no. 7 (2014): 309-314.
- Skitsko, V. I. "E-logistics and M-logistics in information economy". Logforum. [http://www.logforum.net/pdf/12\\_1\\_1\\_16.pdf](http://www.logforum.net/pdf/12_1_1_16.pdf)
- Tikhomirova, A. N., and Sidorenko, E. V. *Matematicheskiye modeli i metody v logistike* [Mathematical models and methods in logistics]. Moscow: NIYaU MIFI, 2010.
- Trydid, O. M. et al. *Lohistyka* [Logistics]. Kyiv: Znannia, 2008.
- Vitlinskyi, V. V. *Ekonomichnyi ryzyk: ihrovi modeli* [Economic risk: game models]. Kyiv: KNEU, 2002.