

DOI <https://doi.org/10.15407/csc.2021.02.003>
UDC 006.4:004.8

В.І. ГРИЦЕНКО, член-кореспондент НАН України, директор,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних
технологій та систем НАН та МОН України,
03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна,
vig@irtc.org.ua

Л.І. БАЖАН, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,
зав. відділом економіко-соціальних систем та ІТ, Міжнародний науково-навчальний
центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України,
03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна,
bazmil@ukr.net

КВАЛІМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ СИНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Запропоновано непараметричний метод DEA (Data Envelopment Analysis), який є високоінтелектуальним методом аналізу середовища функціонування з огляду на те, що його методологія базується на інтелектуальній технології бенчмаркінгу – порівняльного аналізу на основі еталонних показників (стандартів). Розроблена на основі методу DEA модель дозволяє оцінювати транспортно-логістичну систему як стійку в деякому проміжку часу, використовуючи нормативну якість виконуваних логістичних послуг.

Ключові слова: логістична послуга, транспортно-логістична система, кваліметрія, синергія.

Актуальність

Вектор цифрової економіки розвитку соціально-економічних систем зумовлює необхідність дослідження різних видів сервісу, що забезпечують якісний рівень життя. Прикметною ознакою поширення цифрових технологій є стрімке проникнення їх у повсякденне життя, що робить його комфортнішим.

Питання розвитку сфери послуг та її цифрової трансформації в рамках транспортно-логістичної системи залізничного транспорту вивчено недостатньо, але це вкрай необхідно для розвитку теоретико-методологічної бази трансформації соціально-

економічних систем цифрової економіки завдяки формуванню сервісної інтеграції.

Цифрова трансформація економіки висуває на перший план одне з найактуальніших завдань забезпечення високої якості виконуваних послуг і процесів. Успішна реалізація цього завдання залежить від багатьох факторів, серед яких важливу роль відіграє просування споживачам готової продукції та ресурсів для її виготовлення. Просування матеріального потоку залежить від своєчасних і якісних послуг, що надаються транспортно-логістичною системою сортувальної станції.

Транспортно-логістична система сортувальної станції являє собою зібраний з окремих

елементів складний механізм, безперебійна робота якого значною мірою визначається вивірною та злагодженою роботою кожного його елемента. Стійкість транспортно-логістичної системи сортувальної станції як предмет самостійного розгляду вивчено недостатньо. А проте стійка транспортно-логістична система може забезпечити найповнішу реалізацію логістичного потенціалу сортувальної станції.

Синергетична взаємодія різних підсистем транспортно-логістичної системи істотно впливає на функціонування сортувальної станції. Динамічний характер процесів, що протікають у взаємодії підсистем, наявність суперечливих критеріїв їхнього функціонування та розвитку, а також високий рівень невизначеності зовнішнього середовища, призводить до необхідності дослідження транспортно-логістичних послуг і контролю за просуванням матеріального потоку в системі з метою узгодження дій сторін: відправника вантажу, що транспортується системою, й одержувача вантажу.

На сучасному етапі розвитку транспортно-логістичних систем стає актуальною задача формування аналітичних залежностей для оцінки ухвалених управлінських рішень при просуванні матеріального потоку. Проте зараз немає єдиного методологічного підходу, що давав би змогу чітко визначити вплив загальних логістичних витрат на основні показники транспортної діяльності та на економічні показники результативності сортувальної станції. Як правило, способи оцінки функціонування транспортно-логістичної системи зводяться до методів порівняння кількісних показників планування та отримання результатів. Такі методи не дають повної якісної оцінки впливу логістичних послуг на показники ефективності всієї системи, а відображають лише динаміку транспортно-логістичних процесів. Це ускладнює пошук рішень, спрямованих на підвищення ефективності роботи сортувальної станції.

Оцінка синергетичного ефекту функціонування транспортно-логістичної системи є

актуальною, оскільки цей аспект проблеми науковцями в нас і за кордоном досліджено недостатньо.

Внаслідок цього необхідність розробки теоретико-методологічних досліджень оцінки синергетичного ефекту функціонування транспортно-логістичної системи на основі кваліметричного підходу для оцінки якості логістичних послуг є незаперечною.

Рівень розробленості теми

Парадигми дослідження проблем транспортної логістики, управління логістичними процесами доволі широко представлено у працях Анікіна Б.О., Бауерсокса Д.Дж., Дибської В.В., Клосса Д.Дж., Крікавського Є.В., Лукінського В.С., Маселко Т.Є., Миротіна Л.Б., Некрасова О.Г., Окландера М.А., Павленко А.Ф., Сергеева В.І., Стоку Р.Дж., та інших.

Якість обслуговування клієнтів транспортно-логістичної системи є важливим показником функціонування сортувальної станції, оскільки є показником її ефективності. Рівень обслуговування клієнтів безпосередньо впливає на частку ринку, на загальні логістичні витрати на рентабельність сортувальної станції.

Велику увагу дослідженню якості послуг під кутом зору логістичних витрат приділили Котлер Ф., Сергеев В.І., Миротин Л.Б., Дибська В.В., Мінько Е.В., Федін С.С., Зубрецька Н.А., Климович А.С. У працях окремих авторів досліджуються лише деякі аспекти керування транспортними потоками, але не відображено їхньої специфіки в умовах цифрової трансформації економіки, де якості логістичного сервісу приділяють особливу увагу.

Попри отримані наукові результати у області теоретичних і методологічних досліджень розвитку та функціонування транспортної логістики, питанню комплексної оцінки показників якості логістичного сервісу, як однієї з базових складових функціонування транспортно-логістичної системи, приділено

недостатньо уваги й вона зводиться лише до визначення рівня логістичних витрат.

Проведення теоретико-методологічних досліджень, спрямованих на забезпечення оцінки якості логістичних послуг транспортно-логістичних систем сортувальної станції в процесі її функціонування є актуальною науково-прикладною проблемою.

Метою даної статті є розробка концепції теоретико-методологічних досліджень забезпечення оцінки якості логістичних послуг стійкості функціонування транспортно-логістичної системи сортувальної станції на основі кваліметричного підходу.

Стійкість транспортно-логістичної системи

Транспортно-логістична система сортувальної станції є складною динамічною системою, що охоплює підсистеми транспортної та логістичної систем із багатьма параметрами управління. Така система має функціонувати згідно з принципами спроможності в часі та збалансованості в дискретному часі за дотримання нормативних умов. Впорядковуючи внутрішнє середовище економічної діяльності за нормативними умовами та за оптимального використання ресурсів (технічних, технологічних, фінансових, інформаційних, людських), система буде стійкою.

Стійкість транспортно-логістичної системи досліджується рідко, хоча лише стійка транспортно-логістична система може забезпечити найповнішу реалізацію логістичного потенціалу транспортної системи. Показник стійкості не визначається однозначно, що породжує непридатність більшості підходів у сферах, які відрізняються від тих, для яких вони були розроблені [1]. Додатковим фактором, що впливає на стійкість системи, є недетермінованість і множинність даних [2].

З огляду на те, що логістичне управління є управлінням потоковими процесами на основі їхньої оптимізації, прикметною рисою транспортно-логістичної системи є наявність потокового процесу.

Внаслідок дослідження літератури з питань функціонування логістичних систем на транспорті було зроблено наступне визначення стійкості транспортно-логістичної системи.

Одним із принципів транспортно-логістичної системи має бути принцип стійкості й адаптивності. Транспортно-логістична система має стійко працювати попри припустимі відхилення параметрів і чинників зовнішнього середовища. Такими факторами є коливання ринкового попиту на кінцеву продукцію (обсяги транспортування різномірної продукції), зміни умов поставок чи закупівель матеріальних ресурсів, варіації транспортних тарифів тощо. За значних коливань стохастичних факторів зовнішнього середовища транспортно-логістична система має пристосовуватися до нових умов, змінюючи програму функціонування, параметри та критерії оптимізації.

Отже, такий показник, як стійкість транспортно-логістичної системи, характеризує систему, здатну приймати управлінські рішення, що повертають її до стану рівноваги після впливу зовнішніх і внутрішніх факторів із новими якісними показниками, які забезпечують високі результативні показники: прибуток та рентабельність системи.

Як зазначено в [3, с.46], «логістика має перебувати й діяти в економіці, що стрімко змінюється, глобалізується і конкурує». Цифрова економіка змінює стан суспільства, підвищує вимоги клієнтів щодо якісного обслуговування.

Поняттям базової послуги транспортно-логістичної системи визначається перевезення залізничним транспортом отриманого у відправника вантажу з пункту відправлення до пункту призначення. У термінах логістики — це прямий логістичний ланцюжок доправлення вантажів, або простий транспортний ланцюг. Базова послуга вантажного залізничного перевезення здійснюється з додатковими опціями: перевезення вантажу за розкладом з узгодженим часом відправлення та прибуття; перевезення вантажу на особливих умовах, вивантаження-навантаження тощо.

Метою транспортно-логістичної системи транспорту є мінімізація витрат або збереження їх на заданому рівні при доправленні вантажу в потрібне місце, в певній кількості й асортименті [4].

Однією з головних властивостей транспортно-логістичної системи є її адаптивність. Здатність транспортно-логістичної системи до адаптації є необхідною в умовах невизначеності навколишнього середовища. Широкий вибір пропонованих товарів і послуг в умовах ринку підвищує рівень невизначеності попиту на них.

Синергія транспортно-логістичної системи

Транспортно-логістичній системі притаманий принцип інтеграції, що означає об'єднання в ціле систем транспортної та логістичної підсистем. Принцип інтеграції спрямовано на вивчення інтеграційних властивостей і закономірностей у логістичних системах. Інтегративні властивості проявляються внаслідок поєднання елементів до цілого, поєднання функцій у часі та просторі. Транспортно-логістична система як упорядкована сукупність елементів з певними зв'язками має особливі системні властивості, які не властиві окремим елементам, але уможливають отримання синергетичного ефекту.

Синергетичний зв'язок — це зв'язок, який при спільних діях незалежних елементів системи забезпечує загальний ефект, що перевищує суму ефектів цих же елементів, що діють незалежно, тобто посилюється зв'язок елементів системи [5].

Логістична синергія — це ефект, що виникає в процесі взаємного посилення зв'язків внутрішнього середовища із зовнішнім на рівні вхідних і вихідних матеріальних, фінансових та інформаційних потоків [6].

Внутрішньо-системні зв'язки є розвиненішими, ніж зв'язки із зовнішнім середовищем. Вони здебільшого мають циклічний характер, відображають послідовність передачі

матеріального й інформаційного потоків між складовими ланками логістичного ланцюга.

Ефект, що виникає в процесі взаємного посилення зв'язків між транспортною та логістичною системами, є синергією. Такий ефект виникає між транспортно-логістичною системою та зовнішнім середовищем на рівні вхідних і вихідних матеріальних та інформаційних потоків. Синергія може бути позитивною та негативною. Коли транспортно-логістична система виконує всі висунуті до неї вимоги, синергія буде позитивною. Вона полягає в поліпшенні рівномірності виробництва або реалізації продукції, в ритмічності поставок товару, в підвищенні технологічної та організаційної дисципліни.

Синергія транспортної та логістичної підсистем забезпечує ефективність транспортно-логістичної системи, що визначається як відношення отриманих результатів від виконання таких завдань:

- забезпечення необхідного обсягу та належної якості транспортних послуг;
- підвищення економічності роботи;
- скорочення термінів доставки вантажів;
- забезпечення регулярності відправлення та прибуття вантажів;
- максимізації збереження вантажів.

Ефективність логістичних послуг у транспортному процесі пов'язана зі зниженням загальних витрат на процес транспортування та зі зменшенням питомої ваги витрат на процес транспортування від загальних логістичних витрат.

Важливу роль відіграє також стандартизація логістичних послуг, що створює умови підвищення ефективності транспортування вантажів внаслідок забезпечення якісного обслуговування.

Логістичний сервіс

Розвиток ринку транспортно-логістичних послуг характеризується збільшенням ролі якісної складової логістичних послуг. Тому якість логістичного сервісу стає одним із ключових факторів успіху сортувальної станції.

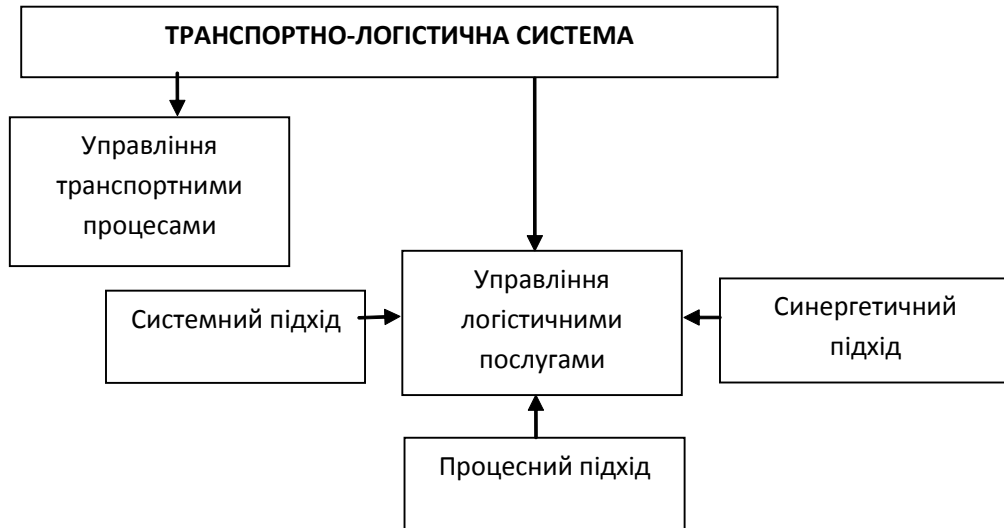


Рис. 1. Схема управління логістичними послугами

Традиційними функціями логістики є транспортування, вантажоперевезення, управління запасами, закупівлями та замовленнями, складування, які інтегрувалися в систему логістичного сервісу транспортно-логістичної системи на базі загальної інформаційної платформи.

Логістичний сервіс є сукупністю операцій у галузі управління та оптимізації матеріальних, інформаційних і фінансових потоків на всіх стадіях транспортно-логістичного процесу, які забезпечують максимальне задоволення потреб клієнтів.

Об'єктом логістичного сервісу виступають різні споживачі матеріального потоку. Основним критерієм, що дає змогу оцінити систему сервісу і з позиції постачальника, і з позиції одержувача послуг, є рівень сервісу, або рівень логістичного обслуговування.

Для розвитку логістичного сервісу використовується кілька логістичних стратегій: скорочення загальних логістичних витрат, покращення якості логістичних послуг, скорочення інвестицій у логістичну інфраструктуру, логістичний аутсорсинг.

Теоретичною основою сучасного управління логістичними послугами є системний, синергетичний та процесний підходи (рис. 1).

Системний і синергетичний підходи утворюють теоретичну базу управління системою логістичного сервісу як складною цілісною динамічною системою. Транспортні послуги забезпечують ефективність результативності функціонування транспортно-логістичної системи.

Системний підхід передбачає врахування всіх аспектів управління транспортно-логістичною системою в їхньому взаємозв'язку та цілісності, визначення істотних зв'язків між елементами та характер цих зв'язків. Управління націлено на досягнення глобальної мети просування матеріального потоку від постачальника до клієнта в задані терміни з найменшими витратами і спрямовано на встановлення основних системотворчих чинників, що впливають на процеси транспортування та логістичного обслуговування.

Синергетичний підхід, ґрунтуючись на впливах зовнішнього середовища, що збудовують транспортно-логістичну систему, представляє собою розвиток системного підходу в напрямку управління складною відкритою нелінійною динамічною транспортно-логістичною системою. Внаслідок цього вдосконалюється управління логістичним сервісом завдяки забезпеченню

та самоорганізації транспортно-логістичної системи, що веде до зниження рівня ентропії (міри невизначеності) в процесі прийняття рішень, адаптації до мінливих умов зовнішнього середовища за допомогою збереження стійкості розвитку системи.

Процесний підхід згідно зі стандартом ДСТУ ISO 9001:2015 «передбачає систематичне визначення процесів і їх взаємодій та керування ними з тим, щоб досягати запланованих результатів відповідно до політики у сфері якості та стратегічного напрямку організації» [7, с. 6].

Логістичний процес є певним чином організована в часі послідовність виконання логістичних операцій, яка уможливує досягнення заданої на плановий період мети транспортно-логістичної системи.

Процесний підхід дає змогу системі планувати її процеси та їхню взаємодію. Стосовно управління процесний підхід дозволяє оперативніше розв'язувати посталі проблеми та впливати на результат. На відміну від функціонального підходу, управління процесами дає змогу сконцентруватися не на роботі кожного з підрозділів, а на результатах функціонування всієї системи як цілого.

Функціонування транспортно-логістичної системи охоплює процеси, що вимагають виконання логістичної послуги. Ідеться про:

- процеси входу в систему та виходу з неї;
- послідовність виконання та взаємодія процесів;
- критерії та методи, необхідні для якісного результативного виконання та контролю процесів;
- необхідні для встановлених процесів ресурси.

Виконання зазначених вимог поліпшить управління процесами та якістю логістичних послуг.

Якість логістичного сервісу

Подаємо деякі пояснення термінів, які не є характерними для системних досліджень.

Сервіс (обслуговування) — це діяльність з надання послуг, що супроводжує або забезпечує виконання певного процесу.

Транспортний сервіс є процесом просування матеріального потоку транспортною мережею, яка включає в себе, крім перевезення вантажу, виконання складських, вантажно-розвантажувальних і комерційних операцій.

Логістичний сервіс є комплексом послуг, що надаються в процесі просування матеріального потоку. Об'єктом логістичного сервісу виступають різні споживачі матеріального потоку. Основним критерієм оцінки системи сервісу і з позиції постачальника, і з позиції одержувача послуг, є рівень сервісу, або рівень логістичного обслуговування.

Рівень сервісу — це кількісна характеристика відповідності фактичних значень показника якості та кількості логістичних послуг, які визначаються нормативними документами.

Логістичний сервіс здійснюється із застосуванням різних засобів комунікацій і новітніх інформаційних технологій:

- контроль над операціями з вантажем, що відбуваються на маршруті проходження вантажу;
- процес організації та планування доставки вантажу з мінімальними фінансовими витратами;
- надання необхідної інформації клієнту.

Логістична послуга — це результат, який отримують після виконання певного процесу, який вимагає виконання хоча б однієї операції між транспортно-логістичною системою та клієнтом. Елемент логістичної послуги є нематеріальним і вимагає кількісної та якісної оцінки.

Визначення якості формулюється залежно від галузі дослідження. У загальному вигляді якість — це міра, якою сукупність притаманних характеристик системи відповідає вимогам нормативного документа [6]. В області логістики якість можна визначити як послідовне задоволення запитів та очікувань клієнтури відповідно до нормативного документа.

Зараз, попри важливість логістичного сервісу, немає єдиних ефективних критеріїв оцінки його якості, що можна пояснити

особливістю цього сервісу порівняно з іншими характеристиками продуктів і послуг.

Управління якістю логістичних послуг, як процесом, базується на наступних необхідних вимогах:

- забезпечення оперативної інформації про якість логістичної послуги;
- своєчасне прийняття управлінських рішень щодо забезпечення якості логістичних послуг.

На виконання якісних логістичних послуг транспортно-логістичної системи впливають і внутрішні, і зовнішні чинники.

До внутрішніх факторів належать внутрішньосистемні чинники: розвиток потенціалу транспортної інфраструктури системи, потенціалу логістичної інфраструктури, розвиток інформаційно-комунікаційних технологій і технологій цифрової економіки.

До зовнішніх факторів належать вимоги ринку, конкуренція на ринку, законодавчі та нормативні акти, вимоги клієнтури транспортно-логістичної системи.

Вимоги ринку характеризуються потребами в просуванні матеріальних ресурсів споживачам, що забезпечується визначеним рівнем попиту на послуги.

Конкуренція характеризується типом, зростанням, ємністю ринку транспортних і логістичних послуг.

Законодавчі та нормативні акти є найважливішим фактором зовнішнього середовища й залежать від рівня гармонізації з міжнародними стандартами.

Одним із найважливіших і складних завдань забезпечення якості послуг є забезпечення гармонійного поєднання факторів й умов виконання їх. Швидка зміна факторів зумовлює необхідність швидкого реагування на їхню зміну, щоб забезпечити високий рівень логістичних послуг функціонування транспортно-логістичної системи.

Забезпечення високого рівня якості логістичних послуг залежить від можливості адаптації внутрішнього середовища до змін зовнішнього середовища, можливістю управ-

ляти цими змінами та протистояння негативному впливу зовнішніх і внутрішніх факторів.

Показники якості логістичних послуг і критерії функціонування транспортно-логістичної системи

Серед різних концепцій транспортно-логістичної системи необхідно виокремити концепцію, орієнтовану на споживача, та концепцію загального управління якістю.

Концепція, орієнтована на споживача, зводиться до необхідності цілковитого задоволення вимог споживачів внаслідок поставки необхідного їм продукту заданої якості в певній кількості та в потрібне місце і час.

Концепція загального управління якістю ґрунтується на таких основоположних принципах як:

- орієнтація системи обслуговування на споживача, від задоволення потреб і очікувань якого залежить ринковий успіх системи;
- безперервне поліпшення діяльності в області забезпечення якості обслуговування споживачів;
- системне вирішення завдань забезпечення якості на всіх стадіях процесу виконання завдань.

З огляду на те, що головними параметрами вимірювання якості сервісу є відчутність, надійність, відповідальність, закінченість, доступність, безпека, ввічливість, комунікабельність, взаєморозуміння з клієнтами, у дослідженні краще спиратися на критерії, які показуватимуть результативність транспортно-логістичної системи в кількісному виразі.

Комплексний показник результативності транспортно-логістичної системи визначається обсягами логістичної роботи (послуг), виконаними технічними засобами, технологічним обладнанням або персоналом, задіяними в логістичній системі, за одиницю часу, або питомими витратами ресурсів у логістичній системі.

Критеріями використання логістики в транспортній системі є 6 правил:

- 1R (*right product*) — належний товар;

- 2R (*right quality*) — належної якості;
- 3R (*right quantity*) — у належній кількості;
- 4R (*right time*) — у належний час; (1)
- 5R (*right place*) — у належне місце;
- 6R (*right cost*) — за належної ціни.

Виконання цих критеріїв має свідчити про стійкість транспортно-логістичної системи в процесі функціонування.

Ефект, що виникає в процесі взаємного посилення зв'язків між логістичними підсистемами, спричиняє логістичну синергію. Логістична синергія може бути позитивною (в разі виконання всіх правил логістики) або негативною.

Через велику різноманітність видів вантажів, що підлягають обробці транспортно-логістичною системою, та умов, висунутих клієнтами в процесі оформлення замовлень на транспортування вантажу, завдання забезпечення високої результативності системи слабо формалізується.

Критерії є неоднозначними, вимірюються в різних одиницях і в різних шкалах для кожного виду вантажу й мають одне або кілька пріоритетів важливості, а тому реалізація цього завдання: доставка вантажу при виконанні головних правил логістики з найменшими можливими витратами є складною й вимагає нетривіального підходу.

Кваліметричний підхід

У процесі керування якістю логістичних послуг, які характеризуються різноманітними властивостями, багатофункціональною структурною складністю, виникає суперечність між невизначеністю апріорної інформації про багатовимірні показники якості послуг та дедалі вищими вимогами до достовірності оперативних оцінок таких показників.

Розв'язання цієї проблеми полягає в тому, щоб здійснити структурну формалізацію процесу надання логістичних послуг під час просування матеріального потоку ланцюгом транспортування й оцінити якість наданих послуг в аспекті базових методів і завдань кваліметрії.

У кваліметрії, яка є розділом метрології та вивчає вимірювання показників (послуг), розрізняють кілька груп показників якості, які безпосередньо стосуються логістичних послуг транспортно-логістичної системи. До цих груп належать [8]:

- показники призначення, які характеризують основні властивості та функції логістичних послуг;
- показники надійності, які мають властивість логістичної послуги зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів;
- показники технологічності, які характеризують сукупність властивостей пристосованості логістичної послуги в процесі її виконання до досягнення оптимальних витрат;
- показники уніфікації, які характеризують рівень використання в логістичній послугі стандартизованих правил її виконання.

Відповідно до принципів стандартів серії ДСТУ ISO 9001:2015 управління якістю продукції спрямовано на забезпечення задоволеності споживача та безперервне покращення якості логістичних послуг [9].

Кваліметрія розглядається як вимірювання й оцінка якості. Її методологія та проблематика концентрується на комплексній і кількісній оцінці якості об'єктів будь-якої природи, в тому числі й логістичної послуги.

Під кількісною оцінкою в кваліметрії розуміють певну функцію відношення показника якості даної продукції або послуги до показника якості продукції або послуги, прийнятої за еталон або стандарт. Як правило, ця величина є безрозмірною або вираженою у відсотках. Кваліметрія є актуальною й базисною для логістики, яка спрямована на подолання проблем управління якістю послуг.

Якість логістичних послуг є поняттям доволі складним і неоднозначним. Існує багато розробок і досліджень в області логістики в різних галузях, але досі немає досліджень критеріїв якості та методів її оцінки в галузі транспортно-логістичної системи залізничного транспорту.

Сутність кваліметричного підходу як наукової парадигми до моделювання оцінки синергетичного ефекту функціонування транспортно-логістичної системи полягає в інтегральній оцінці якості логістичних послуг у процесі просування матеріального потоку залізничним транспортом.

Застосування кваліметричних інструментів знайшло відображення в області дослідження управління якістю педагогіки, соціології, психології, фармацевтики, в різних галузях економіки та бібліотекознавства. На транспорті, як правило, розглядалися завдання вибору транспорту для доправлення вантажу, завдання маршрутизації, мінімізація витрат і максимізація результативних показників при просуванні мережею матеріального потоку.

Оцінка якості виконання логістичних послуг у транспортно-логістичній системі, судячи з досліджених наукових джерел, не дали позитивного результату. У загальному вигляді розглядаються логістичні послуги на транспорті або ж на підприємстві з позиції оцінки витрат, ефективності функціонування логістичної системи підприємства і відповідних їй логістичних бізнес-процесів. Водночас кваліметричний підхід до оцінки й подальшого керування якістю логістичних послуг транспортної системи створює умови для стійкого функціонування транспортно-логістичної системи під впливами зовнішнього та внутрішнього середовищ у співвідношенні з межею якості.

У складі методів оцінки якості послуг використовується статистичний метод, за яким значення показників якості послуги визначаються з використанням правил математичної статистики.

Неоднорідність і висока обчислювальна складність, зумовлена слабко структурованими критеріями ефективного функціонування транспортно-логістичної системи, створює умови неможливості точної оцінки якості логістичних послуг за допомогою статистичних методів моделювання. Виникає необхідність розв'язання проблеми підвищення стійкості

транспортно-логістичної системи за умови якісного виконання логістичних послуг за допомогою інших методів моделювання.

Метод оцінки якості логістичних послуг транспортно-логістичної системи

Параметричні методи оцінки ефективності економічних систем ґрунтуються на мікро-економічній теорії функції виробництва, що визначає залежність результатів від витрат ресурсів. Параметри цієї функції, яка визначає криву ефективності, визначають за допомогою класичних інструментів економетричного оцінювання.

Методи, що застосовуються при параметричному підході, різняться між собою переважно принципами визначення випадкових помилок, які спричиняють відхилення від визначеної кривої ефективності.

Наприкінці ХХ ст. з'явилися нові тренди у вимірюванні ефективності, які мають якісний характер, що зумовлено багатьма зовнішніми факторами. Це ускладнює вимірювання ефективності з огляду на те, що з'явилися такі нефінансові метрики, як швидкість доправлення вантажу, вчасно доправлений вантаж, якісне доправлення вантажу тощо. Такі вимірювання ускладнюються можливостями транспортної системи та іншими операційними можливостями під час приймання вантажу до відправлення й отримання його. Функціонування транспортно-логістичної системи при збільшенні кількості метрик і типів вимірювань ефективності ускладнюють вимір оцінки своєї діяльності під час ухвалення управлінських рішень.

Оцінку ефективності функціонування економічної системи здійснюють за допомогою параметричних методів за умови, що ефективність можна виміряти за допомогою кількісних показників. Поширеним методом вимірювання ефективності є обчислення співвідношення виходів і входів ресурсних потоків, прибутку і витрат, кількості доправлених вчасно вантажів і кількості ви-

трачених ресурсів (технічних, технологічних, людських). Для оцінки якісних показників, як правило, залучаються експерти. З огляду на багатовимірність отримуваних рішень експертна оцінка ефективності функціонування транспортно-логістичної системи є недостатньо достовірною.

Непараметричні методи не враховують впливу випадкових факторів. Також ці методи не враховують функціональної залежності між витратами та результатами. На підставі емпіричних даних за допомогою математичних методів визначається форма кривої ефективності.

Наприкінці ХХ ст. з'явилася нова високоінтелектуальна технологія оцінки ефективності функціонування економічної системи. Сутність такої технології полягає в оцінці ефективності функціонування складної системи з безліччю входів і виходів та здійснюється аналіз її діяльності в навколишньому середовищі

До складу інфраструктури транспортно-логістичної системи входять транспортні засоби, термінальні комплекси, склади, транспортні комунікації, об'єкти транспортно-логістичного сервісу, телекомунікаційна інфраструктура [10].

Поєднання низки несприятливих зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на інфраструктуру, зумовлює необхідність розробки моделі оцінки ефективності транспортно-логістичної системи за шістьма показниками відповідно до шести R правил логістики, згаданих раніше: інформованість персоналу ($1R$), належна якість ($2R$), гнучкість логістичного сервісу ($3R$), швидкість виконання замовлення ($4R$), надійність надання логістичних послуг ($5R$), цінність логістичних послуг ($6R$).

Для подолання проблеми оцінки синергетичного ефекту якісного функціонування транспортно-логістичної системи пропонується розглянути застосування методу *DEA* (*Data Envelopment Analysis*). Однією з таких причин є особлива чутливість транспортно-логістичної системи до змін ринкових умов, що зумовлює

необхідність аналізувати великий масив логістичних показників, здатних об'єднуватися в модулі ухвалення логістичних рішень.

Ефективність економічної системи вимірюється методом *DEA*, який у нашій науковій літературі має назву «метод аналізу середовища функціонування» або «оболонковий метод». За допомогою цього методу ефективність функціонування системи визначається через порівняння досліджуваної групи показників з якісними показниками, що є еталонними для даної системи, або ж стандартизованими згідно з нормативними документами.

Застосовуючи метод *DEA*, залежно від того, що необхідно визначити: максимальне збільшення результатів функціонування чи максимальну мінімізацію витрат ресурсів, можна розрахувати технічну та технологічну ефективність, орієнтовану на витрати ресурсів, або технічну та технологічну ефективність, орієнтовану на результати. Величина показника технічної ефективності, яку вперше було запропоновано Дебре-Фареллом [11, 12], є орієнтованою на затрати ресурсів й показує, наскільки в середньому слід зменшити витрати системи, щоб вона стала ефективною за збереження тієї ж величини отриманих результатів.

Ефективність функціонування економічної системи залежить від того, чи перебуває досліджуваний показник на межі виробничої можливості, що означає повне використання системою наявних ресурсів і водночас неможливе збільшення ресурсів для функціонування будь-якої логістичної послуги. У методі *DEA* показники, що лежать на межі сукупних виробничих можливостей, вважаються ефективними, а коефіцієнт їхньої ефективності дорівнює одиниці. Для показників, які лежать нижче межі сукупних виробничих можливостей, визначаються як коефіцієнти ефективності, що мають значення менше одиниці й показують рівень їхньої неефективності. Отже, показник ефективності має значення в межах від нуля до одиниці, а метод *DEA* дає можливість заздалегідь визначити шляхи збільшення результату функціонування економічної системи під час ухвалення управлінських рішень.

Використовуючи метод *DEA* для оцінки ефективного функціонування транспортно-логістичної системи сортувальної станції залізничного транспорту необхідно визначити технологічну ефективність, орієнтовану на витрати ресурсів, або технічну ефективність, орієнтовану на результати функціонування.

Величина показника технічної ефективності, орієнтована на витрати ресурсів, показує, наскільки в середньому слід зменшити витрати транспортно-логістичної системи, щоб вона стала ефективною за збереження тієї ж величини отриманих результатів. Величина показника технічної ефективності, орієнтована на результати, показує, наскільки в середньому слід збільшити функціонування транспортно-логістичної системи, щоб вона стала ефективною за тієї ж величини витрат ресурсів.

Теоретичні та методологічні аспекти управління якістю організації сфери послуг на основі кваліметричного моделювання

DEA є високоінтелектуальним методом аналізу середовища функціонування з огляду на те, що його методологія базується на інтелектуальній технології бенчмаркінгу. Є безліч визначень бенчмаркінгу. Найприйнятнішим є визначення бенчмаркінгу як безперервного процесу вимірювання показників підвищення конкурентоспроможності системи на підставі порівняння з еталонними показниками.

На практиці сформувалося п'ять різновидів бенчмаркінгу: загальний, функціональний, внутрішній, конкурентний, бенчмаркінг-процесу. При дослідженні транспортно-логістичної системи розглядається внутрішній бенчмаркінг, за якого виконання логістичних послуг порівнюється з еталонними (стандартизованими), що дає змогу оцінити якість.

У логістиці бенчмаркінг сприяє швидкому, низьковитратному виявленню та попередженню проблемних ситуацій у логістичних системах, пов'язаних зі сферами, наближеними до споживача, до виконання замовлень і транспортування. Методологія методу *DEA*

базується на фундаментальних положеннях математичної економіки: теорії виробничої функції, моделі виробництва Леонтьєва і оптимальності Парето.

Основною ідеєю методу є знаходження підмножини точок, які створюють межу ефективності, та аналіз розташування досліджуваних об'єктів щодо цієї межі. Якщо точка, що відповідає досліджуваному об'єкту, розташована на межі ефективності, то функціонування такого об'єкта вважається ефективним і дорівнює 1. Якщо точки, що відповідають досліджуваному об'єкту, розташовані не на межі ефективності, вони є неефективними. Рівень неефективності такого об'єкта визначається рівнем віддаленості точки від отриманої межі ефективності.

Перевага цього методу полягає в тому, що оцінювання ефективності функціонування системи здійснюється не за якимсь одним обраним критерієм, а за всіма факторами, що впливають на систему в сукупності. Крім того, цей метод є наочним, оскільки при виході за межу ефективності видно, які вхідні або вихідні показники необхідно коригувати, щоб отримати якісне виконання логістичних послуг відповідно до вимог клієнтів

Одним із підходів до подолання проблем, пов'язаних із якісною оцінкою ефективності функціонування транспортно-логістичної системи, може бути розгляд ефективності окремих логістичних сервісів, що слугуватимуть ключем до підвищення ефективності системи загалом. Надання кожної логістичної послуги сервісу може бути представлено як окреме виробництво зі своїми ресурсами та результатами.

Особливий інтерес являє випадок, коли потрібно дати порівняльну оцінку ефективності функціонування транспортно-логістичної системи залежно від виконуваних логістичних послуг, які є багатовимірними, неоднозначними при визначенні їхньої метрики, неоднорідними та різної пріоритетності кожного в процесі виконання.

Тоді в транспортно-логістичній системі в якості входів виступають матеріальні по-

токи, їхні обсяги, вид вантажу із зазначенням відправника й отримувача. У процесі оформлення замовлення на виконання транспортування вантажу вказується за потреби пріоритетність одного з критеріїв (1).

Математична модель оцінки функціонування транспортно-логістичної системи розглядається з точки зору якісного виконання логістичної послуги n , де N — кількість логістичних послуг, які є входами оцінюваної системи. В результаті отримуємо m виходів з системи, $m = \overline{1, M}$. При цьому кількість входів і виходів з системи не завжди може збігатися з огляду на кількісні характеристики матеріального обсягу. Тому $N = M$, якщо потік не дробиться. В іншому разі, $N \leq M$.

У якості виходів розглядається транспортування обробленого матеріального потоку отримувачу. Матеріальний потік супроводжується інформаційними та фінансовими потоками, що є складовою частиною процесу логістичних послуг.

Завдання полягає у подоланні проблем знаходження порівняльної ефективності окремих сервісів логістичних послуг із застосуванням методу *DEA*.

У транспортно-логістичній системі виконується n логістичних послуг $n = \overline{1, N}$, кожна з яких характеризується ресурсами i -го виду (інформаційних, фінансових і людських). Тоді вхідний матеріальний потік k -го виду, $k = \overline{1, K}$ являє величину x_{ni}^k . Усі матеріальні потоки, що входять до системи в період часу t являють множину $X_{nt}^k = \{x_{nit}^k\}$.

Множина $Y_{mt}^k = \{y_{mjt}^k\}$, $m = \overline{1, M}$ визначає якісну оцінку на m -му виході з системи матеріального потоку в період часу t , x_{ni}^k , y_{mj}^k отримують в результаті моніторингу за надходженням та просуванням у системі матеріального потоку.

На цей час перед транспортно-логістичною системою стоїть завдання оптимізації бізнес-процесів при транспортуванні матеріального

потоку з умовою підвищення належної якості логістичного сервісу. Це зумовлено необхідністю підвищення узгодженості всіх учасників транспортно-логістичного процесу на всьому протязі ланцюгів поставок. Як наслідок, логістична координація, й у рамках самої системи, й у взаємодії з іншими учасниками ланцюга поставок і суб'єктами зовнішнього середовища знижує витрати, покращує обмін інформацією, знижує рівень невизначеності та підвищує якість обслуговування споживачів.

Критерій ефективності функціонування транспортно-логістичної системи визначається відношенням величини виходу до входу, що в методі *DEA* означає неокласичну виробничу функцію, що визначається як максимальний випуск при заданих кількостях витрат [13].

$$F = Y_{nt}^k / X_{nt}^k .$$

Оскільки величини x_{nit}^k , y_{mjt}^k є різнорідними, необхідно провести їхню нормалізацію, а потім ввести вагові коефіцієнти відповідно v_{ni}^k , ω_{mj}^k для оцінки якості виконання логістичних послуг на вході та виході з системи.

Усі вагові коефіцієнти відповідають показникам вхідного потоку й забезпечують перетворення кожного входу та виходу на безрозмірну числову форму.

Пріоритетність виконання логістичних послуг враховується на вимогу клієнта при формуванні вагових коефіцієнтів. Для розрахунку вагових коефіцієнтів виконання логістичних послуг на вході та виході із системи використовується один із методів кореляційного аналізу: ранжування критеріїв за рівнем їхньої важливості, визначення усереднених експертних оцінок вагових коефіцієнтів, метод аналізу ієрархій.

Ефективність функціонування транспортно-логістичної системи знаходиться в результаті розв'язання оптимізаційної задачі на підставі моніторингу входу та виходу матеріального потоку в системі та виконуваних логістичних послуг при обробці замов-

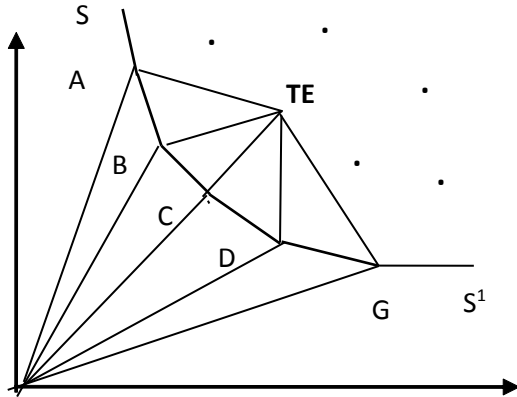


Рис. 2. Технічна ефективність у моделі DEA яка орієнтована на вхід

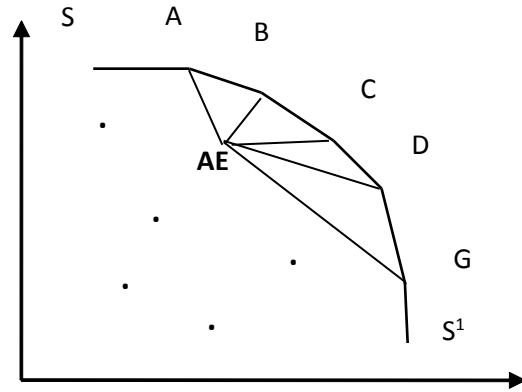


Рис.3. Технічна ефективність у моделі DEA, яка орієнтована на вихід

лень на транспортування вантажів. Задача є нелінійною, розв'язується для кожного матеріального потоку в певний період часу.

$$\max E_t^k = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \omega_m^k y_{mjt}^k}{\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I v_n^k x_{nit}^k}, \quad k = \overline{1, K}; \quad t = \overline{1, T} \quad (2)$$

при обмеженнях

$$\sum_{m=1}^M \omega_m^k y_{mjt}^k / \sum_{n=1}^N v_n^k x_{nit}^k \leq 1; \quad (3)$$

$$k = \overline{1, K}; \quad i = \overline{1, I}; \quad j = \overline{1, J}; \quad t = \overline{1, T};$$

$$0 \leq v_n^k \leq 1; \quad (4)$$

$$0 \leq \omega_m^k \leq 1.$$

Змінні v_{nt}^k, ω_{mt}^k є оцінками якісних показників логістичних послуг при просуванні матеріального потоку в транспортно-логістичній системі. Рівень ефективності в задачі (2)–(4) представлено як відношення зваженої суми вихідних змінних до зваженої суми вхідних змінних. Отже, формалізована задача (2)–(4) полягає в максимізації ефективності функціонування транспортно-логістичної системи за умови якісного надання логістичних послуг.

Теоретичні основи методології DEA було розроблено групою авторів [14], які обґрунтували конструкцію базових моделей DEA, що складається з двох лінійних моделей:

- технічної ефективності, що відображає здатність системи максимізувати результат свого функціонування;

- аллокативної ефективності, яка показує, наскільки оптимальною є комбінація використаних ресурсів за наявних витрат на них.

Дві ці складові утворюють загальну оцінку ефективності функціонування системи. Отже в методі DEA будуються два види моделей [15]:

- моделі оцінки ефективності входу (тобто використання ресурсів), які називаються моделями, орієнтованими на вхід (*input*);

- моделі оцінки ефективності виходу (тобто проходження обробленого матеріального потоку в транспортно-логістичній системі), які називаються моделями, орієнтованими на вихід (*output*).

У базовій моделі DEA *input* враховуються співвідношення вхідних і вихідних параметрів усіх логістичних послуг, які обслуговують матеріальний потік, для отримання якомога вищого значення ефективності E . При цьому оцінка всіх задіяних у дослідженні логістичних послуг здійснюється так, щоб

вона максимізувала величину ефективності, не перевищуючи значення 1. Цьому відповідає кусочно-лінійна лінія SS^1 на рис. 2.

A, B, C, D, G — точки входу матеріального потоку, для якого необхідне виконання певного набору логістичних послуг транспортно-логістичної системи, SS^1 — межа ефективності системи, на якій відображені нормативні документи для організації контролю виконання логістичних послуг системи.

Як нормативні документи використовують стандарти, в яких відображено загальні принципи, норми та характеристики для логістичних послуг. Стандарт на логістичну послугу встановлює вимоги, яким має задовольняти група конкретних транспортно-логістичних послуг для того, щоб забезпечити відповідність послуги її призначенням. На сучасному етапі великого значення набувають стандарти на управлінські процеси в рамках систем забезпечення якості послуг — керування документацією фінансового та інформаційного потоків, технологічним процесом вивантаження-навантаження вантажів, транспортування вантажу, підготовкою кадрів та ін., що відповідає стандартам системи менеджменту якості.

Завдання граничних умов (обмежень) є необхідним етапом методу аналізу середовища функціонування, в якому виконуються послуги. Число граничних умов має бути достатнім для виконання логістичних послуг.

Результатом розв’язання задачі (2)–(4) є вагові коефіцієнти вхідних і вихідних параметрів, що забезпечують знаходження показника ефективності в інтервалі від 0 до 1. При цьому оптимальне значення цільової функції (2) не залежить від одиниць вимірювання параметрів.

Розв’язання завдання (2)–(4) зводиться до розв’язання двоїстих базових задач лінійного програмування.

Формально, базова модель *DEA input*, яка є моделлю оцінки ефективності «входу» (тобто використання ресурсів), має вигляд:

$$\min TE_t^k = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I v_n^k x_{nit}^k ; k = \overline{1, K}; t = \overline{1, T}; \quad (5)$$

за обмежень

$$\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I v_n^k x_{nit}^k = 1; k = \overline{1, K}; t = \overline{1, T}, \quad (6)$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I v_n^k x_{nit}^k \leq \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \omega_m^k y_{mjt}^k ; k = \overline{1, K}; t = \overline{1, T}, \quad (7)$$

$$0 \leq v_n^k \leq 1;$$

$$0 \leq \omega_m^k \leq 1. \quad (8)$$

Модель (5)–(8) відповідно до [16] є задачею лінійного програмування завдяки її еквівалентності лінійній формі, а оптимальне значення (5) лінійної задачі незалежно від значень вхідних і вихідних змінних за умови, що змінні є відповідними для кожного завдання для n -ої логістичної послуги моделі (2)–(4). Завдання розв’язується для кожного k -го виду вантажу в момент надходження в систему обслуговування. Як наслідок, отримуємо показник ефективності n -ї логістичної послуги при виконанні k -го виду матеріального потоку

$$\lambda_n^k = \{v_n^{*k}, x_{nit}^{*k}\}.$$

Базову модель *DEA output*, яка є моделлю оцінки ефективності «виходу» (тобто якісного виконання послуг), графічно представлено на рис. 3:

$$\max AE = \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \omega_m^k y_{mjt}^k ; k = \overline{1, K}; t = \overline{1, T} \quad (9)$$

за обмежень

$$\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I v_n^{*k} x_{nit}^{*k} \leq \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \omega_m^k y_{mjt}^k ; k = \overline{1, K}; t = \overline{1, T} \quad (10)$$

$$0 \leq v_n^{*k} \leq 1;$$

$$0 \leq \omega_m^k \leq 1. \quad (11)$$

Рівень ефективності функціонування транспортно-логістичної системи визначається як співвідношення *output/input*

$$E = \prod_{k=1}^K \frac{AE^k}{TE^k} \leq 1 \text{ для кожного періоду часу.}$$

Моделі (5)–(8) і (9)–(11) дають змогу виміряти якість виконання логістичних послуг транспортно-логістичної системи за допомогою побудови у вигляді кусково-лінійної оболонки нормативних даних, згенерованих в окремі групи для кожної логістичної послуги. Отримана оцінка функціонування системи, яка базується на стандартах та нормативних документах, властивих сортувальної станції, є свідченням її якості.

Висновки

Вперше розроблено методологію кваліметричного підходу до моделювання оцінки синергетичного ефекту функціонування транспортно-логістичної системи. Кваліметричний підхід в даному випадку полягає в оцінці логістичних послуг на основі непараметричного методу. Новий підхід до оцінки якості функціонування транспортно-логістичної системи базується на методі *DEA* (методі аналізу середовища функціонування), який за допомогою множинного перетворення «вхід – вихід» обчислює скалярну міру ефективності або якість управління системою.

Запропоновано векторний критерій якості границі ефективності в методі *DEA*. Критерій будується на основі стандартизованих та нормативних даних логістичних послуг, які визначають якість їхнього ви-

конання. Використання поняття якості як критерію дає змогу підвищити рівень обґрунтованості рішень з оцінки ефективності функціонування транспортно-логістичної системи.

Метод *DEA* є ефективним засобом розв'язання завдання багатовимірної класифікації логістичних послуг під час оцінювання ефективності транспортно-логістичної системи як складної динамічної економічної системи.

Межа ефективності, побудована на підставі нормативних документів формування ефективних логістичних послуг системи, дає змогу здійснювати точнішу оцінку ефективності функціонування транспортно-логістичної системи.

Розроблені на основі методу *DEA* базові моделі оцінки ефективності функціонування транспортно-логістичної системи дають змогу оцінювати її як стійку систему в певному проміжку часу, використовуючи нормативну якість виконуваних логістичних послуг.

Використання технології бенчмаркінгу дає можливість приводити систематичне порівняння результативності логістичних послуг на основі об'єктивних критеріїв, що веде до постійного підвищення результативності функціонування транспортно-логістичної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Орлова Д. Е. Устойчивость решений при обеспечении функционирования организационно-технических систем. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. 6 (1). С. 325–336.
2. Каличева Н. Є. Роль транспорту у забезпеченні ефективності функціонування маркетингово-товарно-логістичної схеми підприємства. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2016. 56. С. 41–45.
3. Куприяновский В. П., Дунаев О. Н., Федорова Н. О., Намиот Д. Е., Куприяновская Ю. В. Интеллектуальная мобильность в цифровой экономике. International Journal of Open Information Technologies. 2017. 5 (2). С. 46–63.
4. Шумаев В. А. Основы логистики : учеб. пособие. М. : Юридический институт МИИТ, 2016. 314 с.
5. Шевцова Г. З. Принципи організації синергетичного менеджменту підприємств. Формування ринкової економіки : зб. наук. праць. Спец. вип. «Економіка підприємства: теорія і практика». К. : КНЕУ, 2008. Ч. II. С. 681–690.
6. Скільцько В. Концептуальні засади управління логістичними системами з врахуванням синергії та синергетики. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2015. С. 53–58.

7. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. Видання офіційне. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 30 с.
8. Полякова Л. В., Аристов В. М. Общая теория измерений : учеб. пособие. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеев, 2013. 44 с.
9. Зубрецька Н. А. Концептуальна модель системи інформаційного забезпечення якості промислової продукції. Вісник КНУТД. 2012. 3. С. 68–74.
10. Сергеев В. И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. М. : Инфра-М, 2005. 976 с.
11. Debreu G. The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*. 1951. 19 (3). P. 273–292. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1906814>.
12. Farrell M. J. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Statistical Society*. 1957. Ser. A. 120 (3). P. 253–290. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>.
13. Fare R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *American Economic Review*. 1994. 84 (1). P. 66–83.
14. Banker R., Charnes A., Cooper W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 1984. 30. P. 1078–1092.
15. Charnes A. A., Cooper W. W., Seaford L. N. Multiplicative model for efficiency analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*. 1982. 16 (5). P. 223–224.
16. Cooper W. W., Seiford L. M., Zhu J. Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. 2011. P. 1–39. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_1.

Надійшла 06.04.2021

REFERENCES

1. Orlova D. Ye., 2018. “Ustoychivost resheniy pri obespechenii funktsionirovaniya organi-zatsionno-tehnicheskikh system”, *Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*, 6 (1), pp. 325–336. (In Russian).
2. Kalycheva N. Ye., 2016. “Rol transportu u zabezpechenni efektyvnosti funktsionuvannya mar-ketynhovo-tovarno-lohistychnoyi skhemy pidpryyemstva”, *Visnyk ekonomiky transportu i promyslo-vosti*, 56, pp. 41–45. (In Ukrainian).
3. Kupryyanovskyy V. P., Dunaev O. N., Fedorova N. O., Namyot D. E., Kupryyanovskaya Yu. V., 2017. “Yntellektualnaya mobylnost v tsyvrovoy ekonomyke”, *International Journal of Open Information Technologies*, 5 (2), pp. 46–63. (In Russian).
4. Shumaev V. A., 2016. *Osnovy lohistyky*, Textbook, Yurydycheskyy ynstitut MYYT, Moscow, 314 p. (In Russian).
5. Shevtsova H. Z., 2008. “Pryntsyry orhanizatsiyi synerhetychnoho menedzhmentu pidpryyemstv”, *Formuvannya rynkovoyi ekonomiky*, Zb. nauk. Prats, Spets. vyp. “Ekonomika pidpryyemstva: teoriya i praktyka”, KNEU, Kyiv, II, pp. 681–690. (In Ukrainian).
6. Skitsko V., 2015. “Kontseptualni zasady upravlinnya lohistychnymy systemamy z vrakhuvan-nyam synerhiyi ta synerhetyky”, *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shev-chenka*, pp. 53–58. (In Ukrainian).
7. DP “UkrNDNTS”, 2016. *DSTU ISO 9001:2015, Systemy upravlinnya yakisty. Vymohy*. Vydannya ofitsiyne. DP “UkrNDNTS”, Kyiv, 30 p. (In Ukrainian).
8. Polyakova L. V., Arystov V. M. 2013. *Obshchaya teoriya yzmerenyu*, Textbook, RKHTU ym. D. Y. Mendeleev, Moscow, 44 p. (In Russian).
9. Zubretska N. A., 2012. “Kontseptualna model systemy informatsiynoho zabezpechennya yakosti promyslovyi produktsiyi”, *Visnyk KNUVD*, 3, pp. 68–74. (In Ukrainian).
10. Serheev V. Y., 2005. *Korporativnaya lohistyka. 300 otvetov na voprosy professyonalov*, Infra-M, Moscow, 976 p. (In Russian).
11. Debreu G., 1951. “The Coefficient of Resource Utilization”, *Econometrica*, 19 (3), pp. 273–292. DOI: [10.2307/1906814](http://dx.doi.org/10.2307/1906814).

12. Farrell M. J., 1957. “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Statistical Society, Ser. A*, 120 (3), pp. 253–290. DOI: 10.2307/2343100.
13. Fare R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z., 1994. “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries”, *American Economic Review*, 84 (1), pp. 66–83.
14. Banker R., Charnes A., Cooper W. W., 1984. “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, 30, pp. 1078–1092.
15. Charnes A. A., Cooper W. W., Seaford L. N., 1982. “Multiplicative model for efficiency analysis”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 16 (5), pp. 223–224.
16. Cooper W. W., Seiford L. M., Zhu J., 2011. “Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations”, *Handbook on Data Envelopment Analysis*, pp. 1–39. DOI: 10.1007/978-1-4419-6151-8_1.

Received 06.04.2021

V.I. Gritsenko, Corresponding Member of the Ukrainian Academy of Sciences, Director, International Research and Training Centre for Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Acad. Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine, vig@irtc.org.ua

L.I. Bazan, PhD Econ., Senior Research Associate, International Research and Training Centre for Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Acad. Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine, bazmil@ukr.net

QUALIMETRIC APPROACH TO MODELING ESTIMATES OF THE SYNERGY EFFECT OF FUNCTIONING TRANSPORTATION AND LOGISTICS SYSTEM

Formulation of the problem. The digital economy, being customer-oriented, highlights the provision of high quality services and processes. The successful solution of this problem depends on many factors, among which is the assessment of the logistics services quality by the transport system.

Purpose. For the sustainable development of the transport and logistics system, it is necessary to develop a concept for ensuring the assessment of the quality of logistics services based on a qualimetric approach to obtain a synergistic effect of the system’s functioning

Methodology. The methodology and problems of qualimetry concentrate on a comprehensive and quantitative assessment of the quality of objects of any nature, including logistics services. To solve the problem of assessing the synergistic effect of the qualitative functioning of the transport and logistics system, a nonparametric DEA (Data Envelopment Analysis) method is proposed, which is a highly intelligent method for analyzing the functioning environment due to the fact that its methodology is based on the intelligent technology of benchmarking — comparative analysis based on reference indicators (standards)

Results. The transport and logistics system, as an ordered set of elements with the certain connections. It has the special systemic properties that are not inherent in individual elements, but allow for a synergistic effect in the process of functioning. The effect of logistic synergy arises in the process of mutual strengthening of relations between the internal and external environment at the level of input and output material and information flows. Quality management of logistics services is based on the provision of operational information about the quality of logistics services and timely management decisions to ensure this quality. In accordance with the principles of the standards, product quality management is aimed at ensuring customer satisfaction and continuously improving the quality of logistics services.

Conclusions. To find a general assessment of the efficiency of the functioning of the transport and logistics system based on the DEA method, the following were developed: a model for assessing the effectiveness of an input (i.e., use of resources), oriented to the input, and a model for assessing the efficiency of an output (i.e. logistic system), that is output-oriented. The model developed on the basis of the DEA method for assessing the efficiency of the functioning of the transport and logistics system allows to evaluate it as a stable system in a certain period of time, using the normative quality of the performed logistics services .

Keywords: *logistics service, transport and logistics system, qualimetry, synergy.*