

УДК 656

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ В СКЛАДІ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Кічка О.І.

## SYSTEM ANALYSIS TRANSPORT - WAREHOUSE COMPLEX IN STRUCTURES LOGISTICS SYSTEM

Kichkina O.I.

*В статті на підставі системного аналізу визначені властивості транспортно-складського комплексу, фактори, що впливають на його діяльність, на рівні функціонального опису систем формалізовані вхідні та вихідні функції, оператори стану системи, технологічного та інформаційного перетворення, а також функція ефективності транспортно-складської системи. Визначені відмінності регіональних транспортно-складських комплексів від виробничих. Обґрунтовано необхідність використання апарату нечіткого моделювання для відображення процесів в регіональних транспортно-складських комплексах.*

**Ключові слова:** Логістична система, системний аналіз, транспортно-складська система, функціональний рівень формалізації процесів, вхідна функція, вихідна функція, оператори технологічного та інформаційного перетворення.

**Постановка проблеми.** Основною ланкою, що забезпечує ритмічний і своєчасний рух матеріального потоку в логістичній системі, є транспортно-складський комплекс. Розвиток та удосконалення транспортно-складських комплексів, створення нових обумовлено і гарантується «Концепцією створення та функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні» [1]. Згідно цієї концепції одним з пріоритетних напрямів розвитку транспортної мережі в Україні і інтеграції її в міжнародні транспортні коридори є удосконалення і розвиток інфраструктури і зокрема транспортно-складських комплексів.

Проведений аналіз сучасних тенденцій розвитку логістичних кластерів дає підстави для пошуку нових форм організації та управління транспортно-логістичними системами у складі регіональних логістичних систем. Недостатня ефективність формування і реалізації логістичних процесів в забезпеченні вантажоруху обумовлюється відсутністю комплексного підходу і системного взаємозв'язку між

окремими ланками технологічних і управлінських підсистем транспортно-складського комплексу. Тому актуальною задачею і базою для поглибленого дослідження процесів у транспортно-складському комплексі є системний аналіз технологічних та управлінських операцій в ньому.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Загальні проблеми формування транспортно-логістичних систем глибоко проаналізовані багатьма зарубіжними вченими, серед яких Д. Бауерсокс, Д. Клосс, Д. Ламберт, С. Ленглі, К. Мельцер, І. Шнайдер та ін. Проблеми транспортно-складського комплексу в різний час вирішували учені України та країн СНД, серед яких А.М. Гаджинський, В.І. Бережний, Є.В. Бережна, О.О. Смахов, Ю.М. Неруш, І.В. Ніколаєнко та ін.

Аналіз публікацій показав, що більшість публікацій стосуються взаємодії транспорту і складу у певних галузях та підприємствах окремих виробництв. Організація функціонування і управління регіональним транспортно-складським комплексом із різноманітними групами вантажу має свої особливості і потребує системного аналізу зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на його діяльність.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є системний аналіз зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на діяльність регіонального транспортно-складського комплексу, його властивостей, вхідних та вихідних потоків та формалізація процесів у транспортно-складських комплексах. Вибір апарату моделювання процесів у регіональних транспортно-складських комплексах.

**Результати досліджень.** З позицій системного аналізу транспортно-складську систему можна представити двома підсистемами: технологічна та підсистема управління. Кожна з цих підсистем в свою чергу складається з системи рухомих динамічних елементів-транзактів, і системи елементів, що

здійснює функціональні операції з транзактами.[2] Так транзактами в технологічній підсистемі є вантажна одиниця, а функціональними елементами - обладнання та обслуговуючі робітники. У підсистемі управління транзактами виступають незмінні в процесі передачі сигнали і повідомлення, функціональними елементами - існуючі засоби управління.

Для аналізу, дослідження та управління будь-якою системою необхідно знати не тільки склад і структуру системи, але і досить реально визначити властивості, функції системи та цілі функціонування. [3] Макровластивості транспортно-складської системи визначають ряд її особливостей, які необхідно враховувати в управлінні та організації логістичних систем:

- В транспортно-складському процесі споживча вартість предметів праці не змінюється, але вартість предметів праці збільшується на величину транспортно-складських витрат. Дана властивість дозволяє приймати транспортно-складську систему як один з найважливіших джерел підвищення економічності та ефективності логістичної системи.

- У русі матеріально-речового потоку транспортно-складський процес є допоміжним, в той же час транспортно-складський процес є основним джерелом інформації про стан і динаміку виробничого процесу, попиту в сфері споживання. Ця властивість дозволяє судити про техніко-економічні і функціонально-надійні характеристики логістичної системи, а також слугує основою для прогнозування та управління.

- Усі ланки логістичного ланцюга зв'язуються в єдину систему через транспортно-складський процес, за допомогою якого відбувається організація матеріально-речових та інформаційних зв'язків, а також перетворення впливу зовнішніх збурень, що стабілізує систему. Дана властивість становить основу економічної ефективності логістичної системи.

- Транспортно-складська система являє собою систему з досить складною структурою, складність якої обумовлена множиною транзактів і функціональних елементів, а також значною розгалуженістю структури. Ця множина являє собою єдине ціле і виходячи з принципів системного аналізу зумовлює неминучість емерджентності властивостей системи, специфічних системних закономірностей, основою з яких є надійність системи.

- Транспортно-складський процес має просторово-часову спрямованість. Рух транзактів в системі проходить від вхідних полюсів до вихідних, які, в свою чергу, є вихідними і вхідними відповідно інших підсистем логістичної системи. Дана властивість дозволяє характеризувати транспортно-складську систему як основну сполучну ланку між підсистемами логістичної системи і зовнішнім середовищем, яка визначає інтенсивність матеріальних та інформаційних потоків.

- Транспортно-складський процес має низку загальних закономірностей, незалежно від характеру матеріально-речового потоку, що дозволяє розроби-

ти єдину методику управління з точки зору системного підходу.

Перераховані властивості дозволяють зробити твердження, що транспортно-складська система є підсистемою логістичної системи і розгляд її поза логістичної системи без урахування принципів і методів системного аналізу неможливий і може призвести до невірних технологічних рішень.

Розгляд, дослідження будь-якої системи (і логістичної у тому числі) з метою ефективного управління нею може бути здійснено на різних рівнях: абстрактному, функціональному, теоретико-множинному, динамічному, евристичному і т. д. [4]. З точки зору функціонального рівня опису систем досить мати уявлення про вид функцій, що описують вхідні потоки, вихідні потоки і оператор перетворення вхідних потоків у вихідні.

Беручи до уваги все вище сказане, можемо стверджувати, що зовнішня функція транспортно-складської підсистеми являє собою взаємні впливи логістичної системи на неї і навпаки. Відповідно до цього можна класифікувати зовнішню функцію як вхідну ( $F_{вх}$ ) і вихідну ( $F_{вих}$ ), кожна з яких виражається сукупністю впливів. Так вхідна функція ( $F_{вх}$ ) може бути представлена сукупністю наступних впливів: вимоги на прийом, відвантаження, перевезення вантажних одиниць (транзактів); інформація про характеристику вантажу, про джерела отримання, про інтервали надходження, про обмеження, терміни поставки, попит на певний тип транзакту і т. ін.

Вихідна функція ( $F_{вих}$ ) являє собою поточні та прогнозні реакції транспортно-складської системи, і може бути виражена у вигляді інформації про готовність прийняти вантажну одиницю (транзакт); вимоги транзактів; інформацію про готовність прийняти новий транзакт; інформацію про час руху транзакту і про ступінь його збереження і т. д.

Вихідна функція транспортно-складської системи визначається оператором

$$F(t) = H\{t, q(t), f(t)\},$$

де  $t \in \{T\}$  – множина моментів часу;  
 $q(t)$  – стан системи в момент часу  $t$ ;  
 $f(t)$  – вхідна функція в момент часу  $t$ ;  
 $H$  – оператор виходів системи.

В свою чергу стан системи визначається оператором стану ( $Q$ ), який залежить від моменту часу  $t$ , вхідного сигналу  $x(t)$  і початкового стану  $q(t_0)$ :

$$q(t) = Q\{t, q(t_0), x(t)\}.$$

Функціонування транспортно-складської системи в найбільш узагальненій формі можна представити оператором функціонування, який представляє собою добуток

$$G = Q \times H.$$

Важливе значення має оператор, що визначає вихідну реакцію транспортно-складської підсистеми в залежності від її стану і вхідного впливу мегасистеми (логістичної системи) або середовища - оператор технологічного перетворення

$$P_T \{t, q(t), f(t)\}.$$

Цей оператор визначає технологічний процес транспортно-складської систем, тобто. перетворення вхідного потоку у вихідний, під впливом зовнішніх збуджувань. Природно припустити, що чим менше вплив зовнішніх збуджень на вихідний потік, тим більш сталий технологічний процес і вище його якість.

Вплив на якість технологічного процесу можна також визначити оператором інформаційного перетворення

$$I \{t, q(t), f(t)\}.$$

Отже, чим різноманітніший діапазон транзактів, що обслуговуються і менша кількість вимог, що пред'являють до інших підсистем логістичної системи, тим вище якість організації і управління транспортно-складською підсистемою.

Ефективність транспортно-складської підсистеми можна кількісно вимірювати ступенем пристосування її до виконання комплексу задач, що стоять перед нею для досягнення кінцевої цілі логістичної системи. Ефективність транспортно-складської системи впливає на ефективність всіх підсистем логістичної системи через інформаційну складову і регулювання матеріально-речового потоку.

Таким чином, ефективність транспортно-складської системи залежить від зовнішніх впливів мегасистеми, вхідного потоку вимог, якості технологічних перетворень, інформаційного забезпечення, і, в свою чергу, впливає на ефективність всієї логістичної системи.

У загальному випадку показник ефективності транспортно-складської системи залежить від втрат в самій транспортно-складській системі; організаційних витрат в ній; втрат в логістичній системі через збоїв транспортно-складської системи; організаційних витрат в логістичній системі на запобігання наслідків збоїв транспортно-складської системи.

Однак для дослідження різних варіантів транспортно-складських систем при здійсненні вибору та прийняття рішення в логістичній системі доцільно використовувати градієнт ефективності, що виражає відносне збільшення ефективності до витрат на вдосконалення системи в напрямку оптимального досягнення мети.

Можна визначити функцію ефективності транспортно-складської системи

$$\Phi(t): X(t) \times Y(t) \rightarrow C(t),$$

де  $X(t)$  – потік вхідних транзактів в момент часу  $t$ ;

$Y(t)$  – потік вимог, що був обслужений;

$C(t)$  – оціночна функція.

Тоді виходячи з положення, що функціонально-динамічний опис моделі являє собою перетворення вхідних потоків транзактів в вихідний потік обслужених вимог, макрофункцію системи можна представити як взаємопов'язану пару множини оціночних функцій в момент часу і множини станів транспортно-складської системи, що визначаються описаними вище операторами.

Все вище сказане стосується транспортно-складської системи в межах обробки, зберігання та переміщення вантажів у складських комплексах здебільше виробничих систем, в яких більш менш визначені параметри вхідних потоків, час технологічних та інформаційних перетворень. Якщо розглянути транспортно-складську систему у більш широкому розумінні, а саме як взаємодію транспортної системи доставки вантажів от виробника до споживача і складської системи (як то термінали регіональних логістичних систем), то визначені функції і оператори потребують розширення, уточнення і врахування більшого спектру властивостей і факторів впливу.

Враховуючи специфіку такого роду транспортно-складських комплексів і аналізуючи статистику руху вантажів, номенклатури вантажів і часу переробки вантажів в регіональних складських розподільчих терміналах можна відзначити, що найчастіше характер параметрів процесів і потоків в такій системі носить невизначений характер. В цьому випадку застосування розмитих множин, нечітких та лінгвістичних змінних для моделювання процесів обробки вантажів у регіональних транспортно-складських комплексах є найбільш адекватним апаратом формалізації.

Отже наступним завданням є визначення лінгвістичних (терм-множин, синтаксичних та семантичних процедур) та нечітких змінних (області їх визначення, функцій приналежності) в нечіткій системі, що відображає регіональний транспортно-складський комплекс.

Такі нечіткі системи мають декілька переваг відносно чітко визначених. А саме:

можливість оперувати даними, що безперервно змінюються у часі, або які неможливо визначити однозначно;

можливість формалізувати нечітко критерії порівняння або оцінювання (наприклад «краще», «прийнятний» і т. ін.);

можливість оцінити якість вхідних і вихідних даних та ступеню їх достовірності;

можливість швидкого реагування на ситуацію в моделях складних динамічних систем, відсутність необхідності точних даних та визначення чіткого функціональних залежностей, використання порівняльного аналізу вихідних значень.

**Висновки.** Особливістю транспортно-складських комплексів в регіональних логістичних системах є не просто тимчасове накопичення вантажів, а виконання певних технологічних операцій, логістичних послуг, інформаційного супроводження, при цьому необхідність в транспортно-складських комплексах може виникати на початку, в середині та наприкінці руху вантажних потоків. Системний аналіз транспортно-складських комплексів дав можливість визначити на функціональному рівні вхідні та вихідні функції, оператори стану системи, технологічного та інформаційного перетворення, а також функцію ефективності транспортно-складської системи. На підставі аналізу визначені відмінності транспортно-складських комплексів виробничих логістичних систем від регіональних. Обґрунтовано вибір апарату нечіткого моделювання для відображення процесів в регіональних транспортно-логістичних комплексах.

#### Л і т е р а т у р а

1. Постанова кабінету міністрів від 4 серпня 1997 р. N 821 Про затвердження Концепції створення та функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні, Інд.34
2. Директор С. Рорер Р. Введение в теорию систем. М., Мир, 1974
3. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем (Математические основы). М. Мир, 1976
4. Экономическая кибернетика: Учебное пособие; ДонГУ.-Донецк: ДонГУ, 1999. – 397 с

#### R e f e r e n c e s

1. Postanova kabinetu ministriv vid 4 serpnja 1997 r. N 821 Pro zatverdzhennja Konceptii stvorennja ta funkcionuvannja nacional'noї mrezhzi mizhnarodnih transportnih koridoriv v Ukraїni, Ind.34
2. Direktor S. Rorer R. Vvedenie v teoriju sistem. M., Mir, 1974
3. Mesarovich M., Takahara Ja. Obshhaja teorija sistem (Matematicheskie osnovy). M. Mir, 1976
4. Jekonomicheskaja kibernetika: Uchebnoe posobie; DonGU.-Doneck: DonGU, 1999. – 397 s

**Кичкина Е.И. Системный анализ транспортно-складского комплекса в составе логистической системы.**

*В статье на основе системного анализа определены макросвойства транспортно-складского комплекса, факторы, влияющие на его деятельность, на уровне функционального описания систем формализованы входные и выходные функции, операторы состояния системы, технологического и информационного преобразования, а также функция эффективности транспортно-складской системы. Определены различия региональных транспортно-складских комплексов от производственных. Приведены основные преимущества нечетких систем по сравнению с четко определенными. Обоснована необходимость использования аппарата нечеткого моделирования для отображения процессов в региональных транспортно-складских комплексах.*

**Ключевые слова:** Логистическая система, системный анализ, транспортно-складская система, функциональный уровень формализации процессов, входная функция, выходная функция, операторы технологического и информационного преобразования.

**Kichkina E.I. System analysis of transport and storage complex in logistic system.**

*In this article have been determined the properties of transport and storage complex, the factors involved in its operating on the level of functional description of the system, have been formalized income and outcome functions, system status operators, technical and informational transformations and also the functions of transport and storage complex effectiveness. Here have been determined differences between regional and manufacturing transport and storage complexes. The main advantages of illegible systems compare to definite systems have been adduced. In this article also have been justified the necessity of illegible modeling apparatus applying for processes reflection in regional transport and storage complexes.*

**Keywords:** Logistics system, system analysis, transport and storage systems, the functional level of formalization processes, input function, the output function, operators of technological and information transformation.

**Кічкіна О.І.** – к.т.н., доцент, в.о. зав. кафедрою транспортних систем ЧНУ ім. В.Далія, e-mail: [ki4kinaoi@ukr.net](mailto:ki4kinaoi@ukr.net)

Рецензент: д.т.н. проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

Стаття надана 01.04.2015