УДК 656.788

Є. В. НАГОРНИЙ, В. С. НАУМОВ (Харківський національний автомобільно-дорожній університет) А. В. ІВАНЧЕНКО (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

МОДЕЛЬ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ МІЖ УКРАЇНОЮ ТА БІЛОРУССЮ

Описано модель логістичної системи доставки вантажів в міжнародному сполученні (на прикладі України та Білорусі). Запропоновано структурований критерій ефективності логістичної системи.

Ключові слова: логістична система, матеріальний потік, ефективність.

Описана модель логистической системы доставки грузов в международном сообщении (на примере Украины и Беларуси). Предложен структурированный критерий эффективности логистической системы.

Ключевые слова: логистическая система, материальный поток, эффективность.

The model of the logistics system of cargo delivery in international traffic has been described by the example of Ukraine and Belarus. The structured efficiency criterion of the logistics system has been proposed.

Key words: logistic system, material flow, efficiency.

Вступ

Питання підвищення ефективності логістичних систем (ЛС) доставки вантажів в міжнародному сполученні є досить широко обговорюваним в сучасній літературі з логістики [1-4]. При цьому пропонуються як базові концепції, так і окремі моделі систем доставки. Актуальність цього питання пояснюється необхідністю адаптації вже розвинутих теоретичних принципів теорії логістики до конкретних ситуацій. Наступним кроком цього процесу в сучасній науці можна передбачити узагальнення створених моделей.

В даній статті авторами пропонується модель ЛС доставки вантажів між Україною та Білоруссю, основною відмінністю даної ЛС є наявність митного переходу та використання при перевезені переважно автомобільного та залізничного транспорту.

Аналіз публікацій

В [5] указується, що при аналізі підходів до підвищення ефективності, а також при визначенні сутності й типу категорії ефективності, спостерігається відносно велика розмаїтість інтерпретацій самої проблеми ефективності, розглянутої з різних точок зору. У сучасній літературі предметом дискусій на тему ефективності є концепція Logistics Performance Measurement, як основа системного аналізу й оцінки результатів, що досягаються у рамках організаційної структури логістики й логістичних процесів, орієнтованих на створення вартості.

В найбільш загальному виді модель функціонування ЛС прийнято представляти у вигляді кібернетичної моделі (рис. 1).

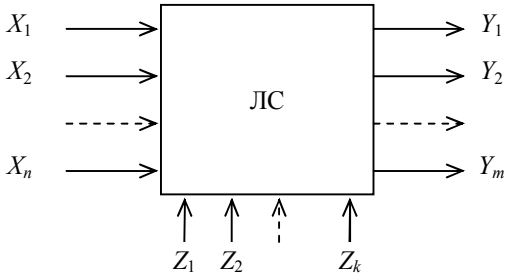


Рис. 1. Кібернетична модель ЛС

У кібернетичній моделі зазвичай виділяються показники, що описують вхідні фактори (регульовані параметри) $X_1, X_2, \ldots, X_n$, група вихідних показників (функції мети) $Y_1, Y_2, \ldots, Y_m$, а також група показників, що описують випадкові впливи зовнішнього середовища на систему $Z_1, Z_2, \ldots, Z_k$.

В [6] при розробці моделі ринку транспортно-експедиційних послуг як макрологістичної системи в якості вхідних параметрів виділені чотири групи показників: X_1 – показники, що характеризують фінансові ресурси, X_2 – група показників, що характеризують трудові ресурси, X_3 – показники, що відображають адміністративно-правовий вплив зовнішнього середовища на систему, X_4 – показники, що характеризують матеріальні ресурси (вхідний матеріалопотік). При цьому функції мети виділені для основних груп учасників ринку: для вантажовласників цільовими функціями є сукупність показників Y_1, що відображають рівень задоволення потреб у транспортно-експедиційних по-

© Нагорний Є. В., Наумов В. С., Іванченко А. В. 2012

слугах; для експедиторів і перевізників – сукупності показників Y_2 й Y_3, що відображають результат їхньої роботи на ринку; окремим комплексом показників Y_4 характеризуються результати просування матеріального потоку.

Факторами, що визначають випадковий вплив зовнішнього середовища на ЛС, можуть бути природні й соціальні катаклізми, стабільність світової фінансової системи, політичний клімат регіону.

Мета і постановка задачі

Метою дослідження є розробка моделі ЛС доставки вантажів між Україною та Білоруссю. Об'єктом дослідження є процес функціонування системи доставки вантажів в міжнародному сполученні, а предметом – зв'язки між елементами ЛС. Для досягнення мети аналізується елементарний склад ЛС, формалізуються потоки між елементами системи та уточнюється вид критерію ефективності.

Елементарний склад ЛС доставки вантажів між Україною та Білоруссю

При розгляді ЛС доставки вантажів між Україною та Білоруссю як ЛС доставки вантажів у міжнародному сполученні очевидним є виділення двох підсистем – логістичної підсистеми, що представляє сукупність транспортних, торговельних і посередницьких організацій України, а також відповідної логістичної підсистеми підприємств Білорусі. Виділимо наступні групи елементів ЛС:

1) вантажовласники: можуть бути виділені дві підгрупи – відправники вантажу й вантажоодержувачі, однак вантажовласники зазвичай є й відправниками (готової продукції), і одержувачами (сировини);

2) перевізники: можуть бути виділені дві підгрупи – регіональні й міжнародні перевізники, однак у більшості випадків перевізники виконують замовлення на перевезення вантажів як усередині країни, так й у міжнародному сполученні; перевізники, як правило, не виконують функцій по організації транспортного процесу, а займаються безпосередньо транспортуванням;

3) вантажні термінали (3PL логістичні оператори): надають власну інфраструктуру для реалізації процесу просування матеріалопотоку, виконують функції по консолідації, підгрупуванню по напрямках і розукрупненню окремих партій вантажу;

4) експедитори (4PL логістичні оператори): є організаторами процесу просування матеріалопотоку, формують логістичні ланцюги, оптимізуючи процес доставки;

5) митні пункти: є типом елементів, характерних для ЛС доставки вантажів у міжнародному сполученні, є з'єднуючою ланкою між підсистемами ЛС, що представляють сусідні держави.

Кожна із груп елементів утворює відповідну множину, причому вантажовласники, перевізники, експедитори та термінали утворюють підмножини у відповідних підсистемах кожної країни (рис. 2):

$$LS_E = \{S_{CP}, PS_U, PS_B\}, \quad (1)$$

де LS_E – множина елементів ЛС доставки вантажів між Україною й Білоруссю;

S_{CP} – множина митних пунктів на кордоні між Україною й Білоруссю;

PS_U – множина елементів логістичної підсистеми України;

PS_B – множина елементів логістичної підсистеми Білорусі. Множину митних пунктів формалізуємо в такий спосіб:

$$S_{CP} = \{CP_1, CP_2, ..., CP_{N_{CP}}\}, \quad (2)$$

де CP_1, CP_2, … – митні пункти;

N_{CP} – кількість митних пунктів.

Логістичні підсистеми України й Білорусі являють собою сукупності відповідних елементів:

$$PS_U = \{S_{FO}^U, S_C^U, S_{FF}^U, S_{FT}^U\}, \quad (3)$$

$$PS_B = \{S_{FO}^B, S_C^B, S_{FF}^B, S_{FT}^B\}, \quad (4)$$

де S_{FO}^U, S_{FO}^B – множини вантажовласників України й Білорусі відповідно;

S_C^U, S_C^B – множини перевізників України й Білорусі відповідно;

S_{FF}^U, S_{FF}^B – множини 4PL-провайдерів України й Білорусі відповідно;

S_{FT}^U, S_{FT}^B – множини 3PL-провайдерів України й Білорусі відповідно.Множини вантажовласників, перевізників, 4PL- і 3PL-провайдерів містять кінцеве число елементів:

$$\begin{aligned} S_{FO}^U &= \{FO_1^U, FO_2^U, ..., FO_{N_{FO}^U}^U\}, \\ S_{FO}^B &= \{FO_1^B, FO_2^B, ..., FO_{N_{FO}^B}^B\}, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} S_C^U &= \{C_1^U, C_2^U, ..., C_{N_C^U}^U\}, \\ S_C^B &= \{C_1^B, C_2^B, ..., C_{N_C^B}^B\}, \end{aligned} \quad (6)$$

$$S_{FF}^{U} = \{FF_1^{U}, FF_2^{U}, ..., FF_{N_{FF}^{U}}^{U}\},$$
$$S_{FF}^{B} = \{FF_1^{B}, FF_2^{B}, ..., FF_{N_{FF}^{B}}^{B}\}, \quad (7)$$

$$S_{FT}^{U} = \{FT_1^{U}, FT_2^{U}, ..., FT_{N_{FT}^{U}}^{U}\},$$
$$S_{FT}^{B} = \{FT_1^{B}, FT_2^{B}, ..., FT_{N_{FT}^{B}}^{B}\}, \quad (8)$$

де FO_1^U, FO_2^U, …, $FO_{N_{FO}^U}^U$ і FO_1^B, FO_2^B, …, $FO_{N_{FO}^B}^B$ – вантажовласники на території України й Білорусі відповідно;

N_{FO}^U, N_{FO}^B – кількість вантажовласників у логістичних підсистемах України й Білорусі відповідно;

C_1^U, C_2^U, …, $C_{N_C^U}^U$ і C_1^B, C_2^B, …, $C_{N_C^B}^B$ – перевізники на території України й Білорусі відповідно;

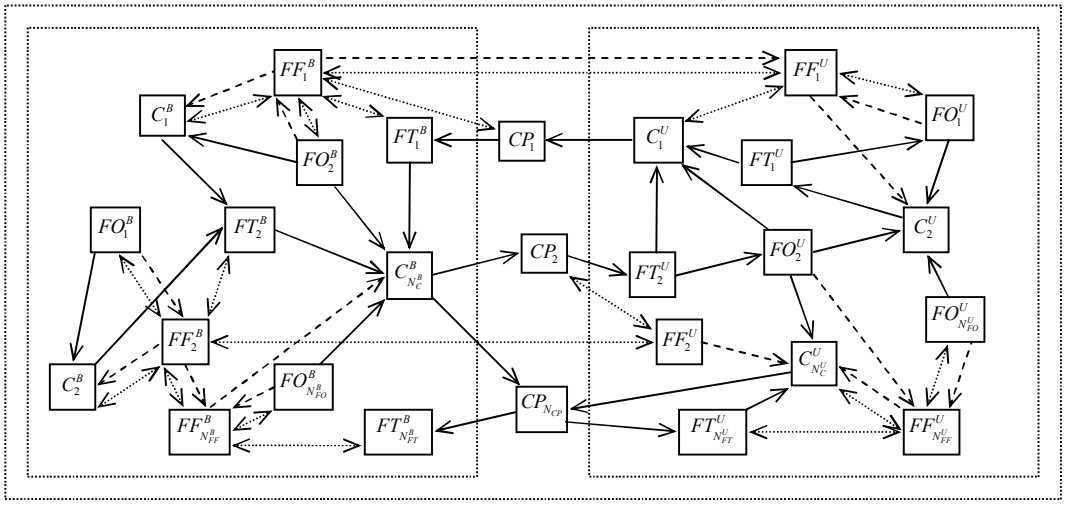
N_C^U, N_C^B – кількість перевізників у логістичних підсистемах України й Білорусі відповідно;

FF_1^U, FF_2^U, …, $FF_{N_{FF}^U}^U$ і FF_1^B, FF_2^B, …, $FF_{N_{FF}^B}^B$ – експедитори на території України й Білорусі відповідно;

N_{FF}^U, N_{FF}^B – кількість експедиторів у логістичних підсистемах України й Білорусі відповідно;

FT_1^U, FT_2^U, …, $FT_{N_{FT}^U}^U$ і FT_1^B, FT_2^B, …, $FT_{N_{FT}^B}^B$ – вантажні термінали на території України й Білорусі відповідно;

N_{FT}^U, N_{FT}^B – кількість терміналів у логістичних підсистемах України й Білорусі відповідно.



→ – матеріальний потік; ⇢ – інформаційний потік; ⇢ – фінансовий потік

Рис. 2. Зв'язки між елементами ЛС

Зв'язок між елементами системи прийнято розглядати на трьох рівнях – матеріальному, інформаційному й фінансовому. Відповідно, виділяється три типи потоків, що циркулюють у системі – матеріальні, фінансові й інформаційні (рис. 2). Формально потоки, що функціонують у ЛС, можна описати у вигляді відображень на декартові добутки відповідних множин елементів. При цьому слід виділити потоки, що функціонують усередині підсистем і між ними.

Матеріальні потоки всередині підсистем описуються показниками, що представляють собою відображення на множину речовинних чисел $\Box$:

$$F_M^U : S_{FO}^U \times S_C^U \times S_{FT}^U \mapsto \Box,$$
$$F_M^B : S_{FO}^B \times S_C^B \times S_{FT}^B \mapsto \Box, \quad (9)$$

де F_M^U, F_M^P – показники, що характеризують матеріальні потоки всередині підсистем ЛС.

Аналогічно формалізуємо інформаційні й фінансові потоки:

$$F_I^U : S_{FO}^U \times S_{FF}^U \times S_C^U \times S_{FT}^U \mapsto \Box,$$
$$F_I^B : S_{FO}^B \times S_{FF}^B \times S_C^B \times S_{FT}^B \mapsto \Box, \quad (10)$$

$$F_F^U : S_{FO}^U \times S_{FF}^U \times S_C^U \times S_{FT}^U \mapsto \Box,$$
$$F_F^B : S_{FO}^B \times S_{FF}^B \times S_C^B \times S_{FT}^B \mapsto \Box, \quad (11)$$

де F_I^U, F_I^B і F_F^U, F_F^B – показники, що характеризують інформаційні й фінансові потоки усередині підсистем відповідно.

Потоки, що циркулюють між підсистемами, є відображеннями для наступних декартових добутків:

$$F_M^M : S_C^B \times S_{CP} \times S_C^U \mapsto \Box, \quad (12)$$

$$F_I^M : S_{FF}^B \times S_{FF}^U \mapsto \square \,, \qquad (13)$$

$$F_F^M : S_{FF}^B \times S_{FF}^U \mapsto \square \,, \qquad (14)$$

де F_M^M, F_I^M і F_F^M – показники, що характеризують матеріальні, інформаційні й фінансові потоки між підсистемами в складі ЛС.

Відзначимо, що наведений в (9)-(14) формальний опис потоків, що циркулюють у ЛС, є спрощеним, не відображає всі можливі контакти між елементами системи, однак відображає зв'язки, необхідні для реалізації основних варіантів логістичних ланцюгів. Наприклад, не враховані інформаційні потоки між митними пунктами й іншими типами елементів ЛС, хоча, звичайно, існує передача інформації (документів) від перевізників представникам митних органів. Також не враховуються інформаційні потоки між елементами різних підсистем (крім експедиторів), хоча існує обмін інформацією між вантажоодержувачем і відправником вантажу (як правило, до початку реалізації процесу доставки партії вантажу).

Процес переміщення вантажу в ЛС реалізується в логістичних ланцюгах, серед яких можна виділити основні види:

– найпростіший логістичний ланцюг LL^{1F}:

$$LL^{1F} = \{FO^B; C^B; FF^B; FO^U; CP\}, \qquad (15)$$

де FO^B – вантажовласник-відправник;

C^B – перевізник у регіоні відправника;

FF^B – експедитор у регіоні відправника;

FO^U – вантажовласник-одержувач;

CP – митний пункт;

– ланцюг типу LL^{2F} (з двома експедиторами):

$$LL^{2F} = \{FO^B; C^B; FF^B; FO^U; C^U; FF^U; CP\}, \qquad (16)$$

де C^U – перевізник у регіоні одержувача; FF^U – експедитор у регіоні одержувача;

– ланцюг типу LL^{1T}:

$$LL^{1T} = \{FO^B; C_1^B; C_2^B; FF^B; FT^B; FO^U; CP\}, \qquad (17)$$

де $C_1{}^B$ – перевізник у регіоні відправника, що забезпечує доставку вантажу на термінал;

$C_2{}^B$ – перевізник у регіоні відправника, що забезпечує доставку вантажу в міжнародному сполученні;

FT^B – вантажний термінал у регіоні відправника.

– ланцюг із двома терміналами LL^{2T}:

$$LL^{2T} = \{FO^B; C_1^B; C_2^B; FF^B; FT^B; FO^U; FF^U; C^U; FT^U; CP\}, \qquad (18)$$

де FT^U – вантажний термінал у регіоні одержувача.

Критерій ефективності ЛС

В якості критерію ефективності ЛС доставки вантажів у міжнародному сполученні можна запропонувати суму витрат всіх учасників процесу просування матеріалопотоку без урахування витрат, пов'язаних з функціонуванням митних пунктів:

$$E_{LS} = E_{PS}^U + E_{PS}^B, \qquad (19)$$

де E_{PS}^U, E_{PS}^B – сумарні витрати елементів ЛС для підсистем Білорусі й України відповідно, \$/період часу.

Сумарні витрати для логістичних підсистем складуть відповідно:

$$E_{PS}^U = \sum_{i=1}^{N_{FO}^U} E_{FOi}^U + \sum_{i=1}^{N_C^U} E_{Ci}^U + \sum_{i=1}^{N_{FF}^U} E_{FFi}^U + \sum_{i=1}^{N_{FT}^U} E_{FTi}^U, \qquad (20)$$

$$E_{PS}^B = \sum_{i=1}^{N_{FO}^B} E_{FOi}^B + \sum_{i=1}^{N_C^B} E_{Ci}^B + \sum_{i=1}^{N_{FF}^B} E_{FFi}^B + \sum_{i=1}^{N_{FT}^B} E_{FTi}^B, \qquad (21)$$

де E_{FOi}^U, E_{Ci}^U, E_{FFi}^U, E_{FTi}^U і E_{FOi}^B, E_{Ci}^B, E_{FFi}^B, E_{FTi}^B – витрати вантажовласників, перевізників, експедиторів і вантажних терміналів відповідно, \$/період часу.

Розглядаючи критерій ефективності на рівні логістичного ланцюга, одержуємо відповідно суму витрат елементів даного логістичного ланцюга:

$$E_{LL}^{1F} = E_{FO}^B + E_C^B + E_{FF}^B + E_{FO}^U, \qquad (22)$$

$$E_{LL}^{2F} = E_{FO}^B + E_C^B + E_{FF}^B + E_{FO}^U + E_C^U + E_{FF}^U, \qquad (23)$$

$$E_{LL}^{1T} = E_{FO}^B + E_{C1}^B + E_{C2}^B + E_{FF}^B + E_{FT}^B + E_{FO}^U, \qquad (24)$$

$$E_{LL}^{2T} = E_{FO}^B + E_{C1}^B + E_{C2}^B + E_{FF}^B + E_{FT}^B + E_C^U + E_{FF}^U + E_{FT}^U + E_{FO}^U, \qquad (25)$$

де E_{LL}^{1F} – сумарні витрати для 1F-варіанта логістичного ланцюга, \$/період часу;

E_{LL}^{2F} – сумарні витрати для 2F-варіанта логістичного ланцюга, \$/період часу;

E_{LL}^{1T} – сумарні витрати для 1T-варіанта логістичного ланцюга, \$/період часу;

E_{LL}^{1F} – сумарні витрати для 2T-варіанта логістичні ланцюга, \$/період часу.

Виходячи з тези, що один логістичний ланцюг реалізує одну заявку вантажовласника на перевезення партії вантажу, можна сказати, що

сума витрат по всіх реалізованих логістичних ланцюгах є критерієм ефективності ЛС, представленим в (19). Тобто критерій ефективності ЛС можна записати у вигляді

$$E_{LS} = \sum_{i=1}^{N_Z} E_{LLi}\,, \qquad (26)$$

де N_Z – кількість реалізованих заявок вантажовласників, що є елементами ЛС, протягом певного періоду часу.

Висновки

При розгляді ЛС доставки вантажів між Україною й Білоруссю як ЛС доставки вантажів у міжнародному сполученні очевидним є виділення двох підсистем – логістичної підсистеми, що представляє сукупність транспортних, торговельних і посередницьких організацій України, а також відповідної логістичної підсистеми підприємств Білорусі. При розробці моделей підвищення ефективності ЛС вантажів у міжнародному сполученні доцільно виділяти наступні групи елементів: вантажовласники, перевізники, вантажні термінали (3PL логістичні оператори), експедитори (4PL логістичні оператори), митні пункти.

В якості критерію ефективності ЛС доставки вантажів у міжнародному сполученні запропонована сума витрат всіх учасників процесу просування матеріалопотоку без урахування витрат, пов'язаних з функціонуванням митних пунктів. Оскільки елементи ЛС при реалізації потреби вантажовласників у переміщенні вантажів утворюють логістичні ланцюги, то ЛС також є сукупністю логістичних ланцюгів як підсистем. підсистем. Виходячи з тези, що один логістичний ланцюг реалізує одну заявку вантажовласника на перевезення партії вантажу, можна сказати, що сума витрат по всіх реалізованих логістичних ланцюгах є сумою витрат всіх елементів ЛС. Використання критерію ефективності ЛС у такій формі дозволяє визначити завдання підвищення ефективності ЛС у цілому як сукупність завдань по підвищенню ефективності процесу доставки в окремих ланцюгах.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бродецкий, Г. Л. Моделирование логистических систем. Оптимальные решения в условиях риска. [Текст] / Г. Л. Бродецкий. – М.: Вершина, 2006. – 376 с.

2. Шапиро, Дж. Моделирование цепи поставок [Текст] / Дж. Шапиро. – С.-Пб.: Питер, 2006. – 720 с.

3. Модели и методы теории логістики [Текст] / Под ред. В. С. Лукинского. – С.-Пб.: Питер, 2007. – 448 с.

4. Крикавський, Є.В. Логістична системи [Текст] / Є. В. Крикавський, Н. В. Чорниська. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. – 264 с.

5. Piotr, Blaik. Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania [Text] / Piotr Blaik. – Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2010. – 476 s.

6. Наумов, В. С. Модель рынка транспортно-экспедиционных услуг [Текст] / В. С. Наумов // Науч.-техн. сб.: Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техника, 2009. – Вып. 90. – С. 435 – 440.

Надійшла до редколегії 25.09.2012.
Прийнята до друку 26.09.2012.