

Dziubanovska N.V.

A STRATEGY TO THE INTERNATIONAL TRADE ESTIMATION WITH THE USE OF CANONICAL CORRELATION ANALYSIS

The canonical correlation analysis of the international trade by means of STATISTICA 10 programs package is conducted in this article. The geographical aspects of the European Union countries (land area and number of inhabitants) are chosen as the key factors of influence on the amount of export-import operations. To conduct the canonical correlation analysis the plurality of dependent variables is chosen Y (Y1 – export turnover of the European Union countries, mil. EUR; Y2 – import turnover of the European Union countries, mil. EUR) from the plurality of variables X (X1 – the land area of the European Union countries, km²; X2 – the number of inhabitants of the European Union countries).

As a result of the canonical correlation analysis we got two canonical roots with canonical meaning of correlation coefficient, that describe 100% of dispersion of indicators plurality of international trade and 100% – the plurality of geographical indicators. On an average there can be explained 73,85% of variables dispersion in the left plurality and 58,11% of variableness in the right plurality by using indicator values of international trade and received canonical roots. Considering the importance of correlation coefficient and fulfillment of conditions only the importance of the first canonical root is established. The second canonical root isn't important as far as the p-level=0,009.

Canonical coefficients for the description of correlation dependence between the international trade indicators and factors that are under investigation are counted. The scattering graph of canonical variables is constructed following on from the analysis results.

The availability of high correlation between the indicators of export-import operations of the European Union countries and specific geographical aspects of the European Union countries (as lands area and number of inhabitants) is detected. In addition to the above, it's established that the main influence on the international trade is caused by country number of inhabitants, and the country size has lower impact.

It is substantiated that using the method of canonical correlation can reduce the number of factors that influence the international trade by separating the main and secondary factors.

Keywords: analysis, canonical correlation, export, import, international trade.

УДК 519.866:658.1

Мандра В.В.

кандидат економічних наук,
заступник директора з економіки та фінансів
ДП «Маріупольський морський торговельний порт»

СИСТЕМНО-ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ ВИРОБНИЧО-ЗБУТОВОЇ СИСТЕМИ

У статті розглянуто особливості реалізації транспортно-логістичних операцій під час управління матеріальними та фінансовими потоками виробничо-збутової системи. Визначено ключові чинники, складники матеріальних потоків та показники інформаційних затримок у межах динамічної взаємодії транспортно-збутової, транспортно-вантажної і логістичної систем. Обґрунтовано порядок розрахунку фінансових показників та параметрів фінансових потоків виробничо-збутової системи під час взаємодії з транспортно-логістичним провайдером. Здійснено постановку завдання системно-динамічного моделювання транспортно-логістичних потоків виробничо-збутової системи. Визначено основні математичні залежності в управлінні матеріальними та фінансовими потоками виробничо-збутової системи та напрями практичного застосування системно-динамічного підходу під час планування логістичних операцій виробничого й транспортного підприємств.

Ключові слова: виробничо-збутова система, транспортно-логістичний провайдер, системно-динамічне моделювання, матеріальний потік, фінансовий потік, інформаційна затримка.

В статті розглянуті особливості реалізації транспортно-логістических операцій при управлінні матеріальними і фінансовими потоками виробничо-сбытової системи. Визначені ключові фактори, що складають матеріальні потоки і показники інформаційних затримок в межах динамічного взаємодія транспортно-сбытової, транспортно-грузової і логістическої систем. Обґрунтовано порядок розрахування фінансових показників і параметрів фінансових потоків виробничо-сбытової системи при взаємодія транспортно-логістическим провайдером. Здійснено постановку задачі системно-динамічного моделювання транспортно-логістических потоків виробничо-сбытової системи. Визначені основні математическі залежності в управлінні матеріальними і фінансовими потоками виробничо-сбытової системи і напрямки практичного застосування системно-динамічного підходу при плануванні логістических операцій виробничого і транспортного підприємств.

Ключові слова: виробничо-сбытова система, транспортно-логістический провайдер, системно-динамічне моделювання, матеріальний потік, фінансовий потік, інформаційна затримка.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку економіки України важливе місце займають транспортно-логістичні центри. Як доведено вченими, у вартості кінцевого продукту близько 30% припадає на транспортні або логістичні витрати. Для деяких видів продукції ця частка досягає 50% [1]. Тобто практика функціонування сучасних виробничих підприємств вимагає власних формування та залучення зовнішніх професійних центрів з управління транспортними та логістичними операціями, які зосереджуються у відповідних організаційних одиницях.

Управління матеріальними та фінансовими потоками є невід'ємною частиною системи ефективного управління економічними системами у цілому, оскільки забезпечує постійний моніторинг динаміки руху товарно-матеріальних цінностей у взаємозв'язку з фінансовими результатами та іншими вартісними показниками розвитку підприємства, тим самим прямо сприяючи підвищенню його ринкової вартості. Тобто управління матеріальними та фінансовими потоками як єдиною системою дає змогу виробничому підприємству отримати ресурси для подальшого розвитку, а в певних умовах і забезпечити взаємовигідну співпрацю з підприємствами-партнерами.

Матеріалі та фінансові потоки є дуже складним об'єктом управління, між якими формується значна кількість детермінованих та стохастичних залежностей, що не дає змоги повністю їх урахувати лише на базі класичних методів економічного та статистичного аналізу. У таких умовах необхідно застосовувати нові інструменти інформаційної підтримки процесів управління та методи системно-динамічного моделювання, що і визначає актуальність цього дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Необхідність запровадження системних інновацій на промислових і транспортних під-

приємствах широко представлена у наукових публікаціях. Зокрема, питання побудови й удосконалення транспортно-вантажних систем, що ґрунтуються на загальній теорії систем, теоріях організацій, операційному менеджменті розглянуто в роботах [2–4]; проблеми управління бізнес-процесами, логістики й управління ланцюгами постачань з урахуванням міждисциплінарних напрямів пошуку засобів підвищення надійності розглянуті у [5; 8]; питання ефективності та конкурентоспроможності транспортних підприємств та логістических комплексів є предметом дослідження авторів [6; 7]. До того ж більшість сучасних розробок у галузі управління потіковими процесами із часовою та інформаційною затримкою ґрунтуються на застосуванні економіко-математичного апарату та методів системно-динамічного моделювання [9–11]. Проте представлені класичні системно-динамічні моделі, зокрема модель виробничо-сбытової системи [9] та комплексу фінансових систем [10; 11], не враховують багатостадійність процесів транспортування та обслуговування клієнтів, велику кількість затримок та додаткових витрат, що і зумовило постановку мети та завдань цього дослідження.

Мета статті. Метою дослідження є постановка завдання системно-динамічного моделювання транспортно-логістических потоків виробничо-сбытової системи на базі узагальнення й формалізації специфічних особливостей функціонування виробничих і транспортних підприємств. Для досягнення сформульованої мети в роботі поставлено та вирішено такі завдання:

- сформульовано вхідні припущення щодо моделювання матеріальних та фінансових потоків, їх взаємодії між виробничими, транспортними підприємствами і транспортно-логістическими провайдерами;

- формалізовані ключові залежності та розроблена діаграма причино-наслідкових зв'язків системно-динамічної моделі управління тран-

спортно-логістичними потоками виробничо-збутової системи;

- визначено контрольно-регулюючі показники діяльності різних типів транспортно-логістичних провайдерів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Першим етапом під час формалізації процесів функціонування будь-якої системи є визначення проблем та методів їх вирішення. Як уже зазначалося раніше, матеріальні та фінансові потоки виробничих та транспортно-логістичних систем є складним об'єктом управління та визначаються значною кількістю нелінійних зв'язків, тому в межах цього дослідження обрано метод системно-динамічного моделювання як провідний інструмент вирішення проблем аналізу та прогнозування відповідних економічних процесів [9].

Постановка завдання системно-динамічного моделювання транспортно-логістичних потоків базується на припущеннях щодо функціонування виробничо-збутової системи (ВЗС):

1. Розглядається одна укрупнена виробничо-збутова система, що описується відповідною виробничою функцією, яка визначається прогнозованими матеріальними та фінансовими витратами. Виробничі потужності та запаси фінансових ресурсів такі, що покривають будь-яку можливу зміну попиту на готовий продукт. До того ж розміри складських приміщень достатні для задоволення попиту, формування необхідним оптових партій матеріалів, готової продукції тощо. Ці припущення справедливі для нормального режиму функціонування і можуть бути скориговані відповідно до вимог зовнішнього середовища [12].

2. Виробничо-збутова система взаємодіє із зовнішнім середовищем через матеріальні, фінансові та інформаційні потоки. Матеріальні потоки пов'язанні із закупкою та постачанням сировини та матеріалів, відвантаженням і транспортуванням готової продукції на внутрішньому та міжнародних ринках.

3. Передбачається, що готова продукція виробничо-збутової системи представлена на світових ринках товарів та послуг. У таких умовах матеріальні та фінансові потоки представлені двома блоками підсистем: внутрішніми перевезеннями та розрахунками – для всіх видів продукції; зовнішньоекономічними взаєминами (міжнародними розрахунками, митними витратами, морськими перевезеннями тощо) – для експортно-імпортних операцій.

4. Транспортне обслуговування виробничо-збутової системи забезпечується транспортно-логістичним провайдером, що може надавати послуги від рівня 1PL до 5PL [12; 13]. Рішення щодо передачі певних функцій транспортно-

логістичному провайдеру визначається ефективністю матеріальних і фінансових потоків відповідної системно-динамічної моделі.

5. Площа складських приміщень, парк транспортних засобів, перелік послуг транспортно-логістичного провайдеру такі, яких достатньо для перевезення будь-якого обсягу готового продукту відповідно до потреб відповідної виробничої системи. Це припущення може бути трансформовано в обмеження, відповідно до якого траєкторія поведінки системи буде змінюватися вже не залежно від попиту, а залежно від можливостей транспортно-логістичного провайдера [14]. Проте організаційно-технічні можливості виробничо-збутової системи щодо транспортування жорстко обмежені та можуть бути розширені лише за рахунок додаткових капітальних вкладень із певним лагом запізнення.

6. Лаг моделювання дорівнює одному місяцю, що визначається вимогами до зведення фінансових результатів та формування звітності. Лаг моделювання можливо змінювати шляхом корегування контрольно-регулюючих коефіцієнтів даної економіко-математичної моделі [15].

7. Асортимент готової продукції виробничо-збутової системи не є об'єктом дослідження та представлений умовним показником «кінцевий продукт». Аналогічно в узагальненому вигляді розглядаються витрати, що пов'язані з виробництвом кінцевого продукту. Відповідні обмеження можна зняти під час практичної апробації моделі в межах інформаційного середовища конкретних виробничих підприємств, транспортних компаній, транспортно-логістичних провайдерів тощо.

Модель транспортно-логістичних потоків виробничо-збутової системи базується на принципах, що сформульовані Дж. Форрестером [9], на моделях управління фінансовими потоками [10; 11] та на власних пропозиціях автора щодо моделювання діяльності транспортно-логістичних систем [16]. Структурну схему запропонованої моделі наведено на рис. 1.

На рис. 1 прийнято такі умовні позначення щодо стрілок: безперервні стрілки – потоки ресурсів (матеріальних, фінансових, виробничих); пунктирні стрілки – потоки управлінської інформації; крапкові стрілки – вплив затримок.

Як видно з рис. 1, на відміну від класичної системно-динамічної моделі управління виробничо-збутовою системою [9] запропонована модель ураховує взаємини між матеріальними, фінансовими та інформаційними потоками під час транспортування та збуту кінцевого продукту ВЗС.

Виходячи з сформульованих припущень визначмо специфічні для запропонованої моделі

математичні залежності щодо діяльності виробничо-збутової системи, що є основою формалізації системно-динамічних зв'язків під час взаємодії з транспортно-логістичним провайдером.

Загальний попит на кінцевий продукт ВЗС є сумою попиту на внутрішньому ринку і міжнародного попиту. Загальний попит розраховується по формулі:

$$D = D_1 + D_2 + D_3, \quad (1)$$

де D – загальний попит на кінцевий продукт ВЗС;

D_1 – попит на кінцевий продукт ВЗС на внутрішньому ринку;

D_2 – попит на кінцевий продукт ВЗС на зовнішньому ринку;

D_3 – державне замовлення на кінцевий продукт ВЗС.

Державний попит на кінцевий продукт ВЗС є величиною державного замовлення на продук-

цію підприємства. Ця величина у представленій імітаційній моделі спочатку дорівнює нулю, але за необхідності може бути введена в модель, особливо це стосується підприємств, що виробляють стратегічні продукти.

Зміна попиту на кінцевий продукт ВЗС за один період моделювання обчислюється за формулою:

$$\Delta D = \frac{(D - D^E)}{t_{\Delta D}}, \quad (2)$$

де ΔD – зміна попиту на кінцевий продукт ВЗС за один період моделювання;

D – загальний попит на кінцевий продукт ВЗС;

D^E – очікуваний попит на кінцевий продукт ВЗС;

$t_{\Delta D}$ – період часу, за який загальний попит на кінцевий продукт ВЗС набуває очікуваного значення (з урахуванням матеріальних, фінансових та інформаційних затримок).

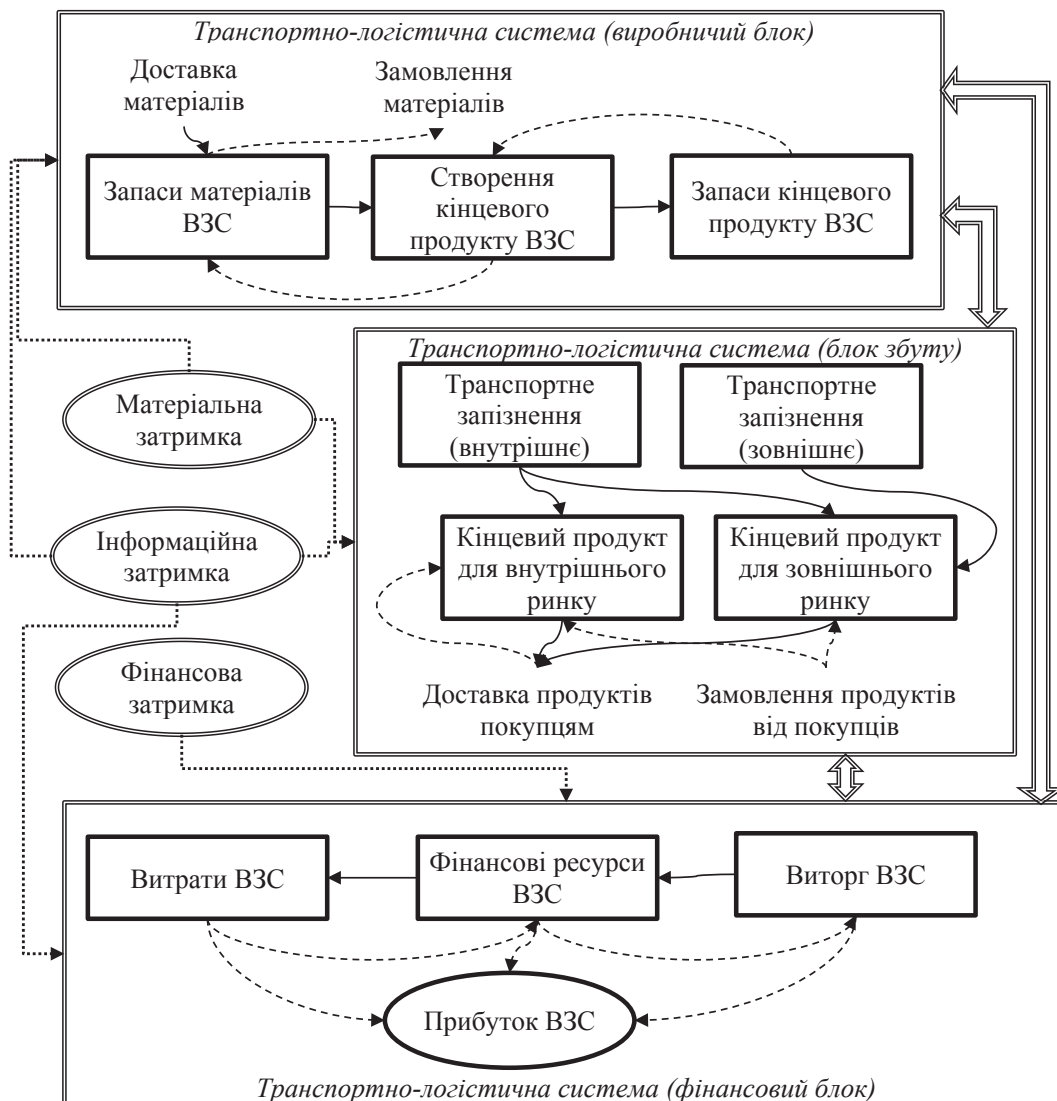


Рис. 1. Схема організації виробничо-збутової системи з урахуванням транспортно-логістичного та фінансового складників

Бажаний рівень запасів кінцевого продукту ВЗС для покриття попиту на внутрішньому і зовнішньому ринках (Q^E) обчислюється за формулою:

$$Q^E = D^E t_Q, \quad (3)$$

де t_Q – період часу, за який фактичний рівень запасів створеного кінцевого продукту ВЗС набуває бажаного рівня (з урахуванням матеріальних, фінансових та інформаційних затримок).

Виробнича функція ВЗС за один період моделювання представлена такою динамічною залежністю:

$$Y = D^E + \left(\frac{Q^E - Q}{T^Q} \right), \quad (4)$$

де Y – рівень виробництва кінцевого продукту ВЗС за один період моделювання;

Q – фактичний рівень запасів кінцевого продукту ВЗС;

T^Q – часовий параметр, який визначається з урахуванням тривалості виробничого процесу щодо кінцевого продукту ВЗС.

Для запасів кінцевого продукту ВЗС, які спрямовані на покриття попиту на внутрішньому ринку Q_1 і зовнішньому ринку Q_2 , визначаються такі умови прогнозування:

$$\begin{cases} Q_1 = D_1 \\ Q_2 = D_2 \end{cases}. \quad (5)$$

Виторг за результатами продажу кінцевого продукту ВЗС на внутрішньому ринку (R_1) обчислюється за формулою:

$$R_1 = Q_1 W_1. \quad (6)$$

де W_1 – ціна одиниці готового продукту ВЗС на внутрішньому ринку;

Q_1 – запаси кінцевого продукту ВЗС, що спрямовані на покриття попиту на внутрішньому ринку.

Виторг, що пов'язаний із продажем кінцевого продукту ВЗС на зовнішньому ринку (R_2) обчислюється за формулою:

$$R_2 = Q_2 W_2. \quad (7)$$

де W_2 – ціна одиниці кінцевого продукту ВЗС (Q_2) на зовнішньому ринку.

Сукупні витрати, що пов'язані з виробництвом та збутом кінцевого продукту ВЗС, який зорієнтований на експорт (C_2) розраховуються за формулою:

$$C_2 = k_2 Q_2 + v_2 + L_2(Q_2), \quad (8)$$

де Q_2 – запаси кінцевого продукту ВЗС, що зорієнтовані на експорт;

k_2 , v_2 – відповідні коефіцієнти змінних та постійних витрат для кінцевих продуктів ВЗС, що спрямовані на експорт;

$L_2(Q_2)$ – функція, що визначає рівень транспортно-логістичних витрат для продуктів Q_2 .

Чистий прибуток від експорту кінцевого продукту ВЗС (P_2) визначається так:

$$P_2 = (R_2 - C_2) \cdot \tau_2, \quad (9)$$

де R_2 – виторг від продажу кінцевого продукту ВЗС на зовнішньому ринку;

τ_2 – агрегований податок на прибуток від експортних операцій.

Тепер уточнимо порядок розрахунку загальних витрат на виробництво кінцевого продукту ВЗС, що зорієнтовані на внутрішній ринок, без урахування витрат на здійснення транспортування та інших витрат, що пов'язані з організацією матеріальних та фінансових потоків транспортно-логістичних центрів. Розрахунок можна провести за формулою:

$$C_1 = k_1 Q_1 + v_1 + L_1(Q_1), \quad (10)$$

де C_1 – сукупні витрати, що пов'язані з виробництвом та збутом кінцевого продукту ВЗС, який зорієнтований на внутрішній ринок;

Q_1 – запаси кінцевого продукту ВЗС, що зорієнтовані на внутрішній ринок;

k_1 , v_1 – відповідні коефіцієнти змінних та постійних витрат для кінцевих продуктів ВЗС, що зорієнтовані на внутрішній ринок;

$L_1(Q_1)$ – функція, що визначає рівень транспортно-логістичних витрат для продуктів.

Виторг від продажу кінцевих продуктів ВЗС на внутрішньому ринку (R_1) розраховується так:

$$R_1 = Q_1 W_1, \quad (11)$$

де W_1 – ціна одиниці кінцевого продукту ВЗС (Q_1) на внутрішньому ринку.

Чистий прибуток від продажу кінцевого продукту ВЗС на внутрішньому ринку (P_1) розраховується так:

$$P_1 = (R_1 - C_1) \cdot \tau_1, \quad (12)$$

де R_1 – виторг від продажу готового продукту ВЗС на внутрішньому ринку;

τ_1 – агрегований податок на прибуток для кінцевих продуктів ВЗС, що реалізуються на внутрішньому ринку.

Зауваження: у формулах (9) та (12) не враховуються детальні особливості оподаткування продуктів на внутрішньому та зовнішньому ринках, а враховується лише можлива різниця під час розрахунку податку на прибуток. У подальшому це обмеження легко зніметься під час практичної реалізації моделі за рахунок заміни показників τ_1 і τ_2 на відповідну функцію від обсягів продажу – $\tau_1(Q_1)$ і $\tau_2(Q_2)$.

Особливість діяльності сучасних виробничо-збутових систем передбачає можливість залучення посередників у вигляді транспортно-логістичних провайдерів. Відповідна підсистема управління заснована на класичному підході до класифікації транспортно-логістичних провайдерів [13] та передбачає врахування у моделі таких витрат:

$LPL^1(Q)$ – витрати на транспортування, збут, маркетинг та організацію логістичних операцій для продуктів ВЗС, що здійснюються на базі

власних транспортно-логістичних можливостей ВЗС;

$LPL^2(Q)$ – витрати на транспортування продуктів ВЗС, що здійснюються за рахунок залучення 2PL-провайдерів;

$LPL^3(Q)$ – витрати на транспортування та організацію логістичних операцій для продуктів ВЗС, що здійснюються за рахунок залучення 3PL-провайдерів;

$LPL^4(Q)$ – витрати на транспортування, збут, маркетинг та організацію логістичних та інших операцій для продуктів ВЗС, що здійснюються за рахунок залучення 4PL-провайдерів або 5PL-провайдерів.

Таким чином, функція транспортно-логістичних витрат ВЗС визначається так:

$$L(Q) = LPL^1(Q) + LPL^2(Q) + LPL^3(Q) + LPL^4(Q), \quad (13)$$

З урахуванням особливостей запропонованої моделі, зокрема залежності (8), (10), розраховуємо транспортно-логістичні витрати для кінцевих продуктів ВЗС:

$$L_1(Q_1) = LPL^1_1(Q_1) + LPL^2_1(Q_1) + LPL^3_1(Q_1) + LPL^4_1(Q_1), \quad (14)$$

$$L_2(Q_2) = LPL^1_2(Q_2) + LPL^2_2(Q_2) + LPL^3_2(Q_2) + LPL^4_2(Q_2) + LPL^5_2(Q_2) + LPL^6_2(Q_2) + LPL^7_2(Q_2) + LPL^8_2(Q_2), \quad (15)$$

де $LPL^i_1(Q_1)$ – витрати PL-провайдеру рівня n , що пов'язані із забезпеченням транспортно-логістичних послуг для кінцевого продукту Q_1 на внутрішньому ринку;

$LPL^i_2(Q_2)$ – витрати PL-провайдеру рівня n , що пов'язані із забезпеченням транспортно-логістичних послуг для кінцевого продукту Q_2 на внутрішньому ринку та під час здійснення зовнішньоекономічних операцій;

$LPL^i_2(Q_2)$ – витрати PL-провайдеру рівня n , що пов'язані із забезпеченням транспортно-логістичних послуг для кінцевого продукту Q_2 під час здійснення зовнішньоекономічних операцій.

Тобто, виходячи з сутності залежностей (14) та (15), а також базових припущень, що проілюстровані на рис. 1, кінцевий продукт ВЗС, що зорієнтований на експорт, може повністю або частково супроводжуватися витратами, що

пов'язані з реалізацією транспортно-логістичних операцій на внутрішньому ринку. Відповідні уточнення дають змогу визначити оптимальний рівень взаємодії ВЗС із транспортно-логістичними провайдерами.

Таким чином, у межах запропонованої моделі з'являється можливість оцінити рівномірність матеріальних потоків; витрат на транспортування та збут кінцевого продукту ВЗС; урахувати пов'язаний вплив матеріальних, фінансових та інформаційних затримок. Тобто реалізація моделі дає змогу підвищити ефективність системи стратегічного планування за рахунок детального врахування нелінійних взаємин між окремими підсистемами транспортно-логістичного ланцюгу та оперативного корегування відповідних планів.

Висновки. Запропоновано принципи побудови та структура системно-динамічної моделі управління транспортно-логістичними потоками виробничо-збутової системи. Визначено порядок розрахунку та прогнозування окремих показників діяльності ВЗС (попиту, витрат, фінансових результатів), а також порядок урахування та диференціації транспортно-логістичних потоків і відповідних витрат.

Перспективами подальшого розвитку представленої моделі в галузі управління матеріальними та фінансовими потоками виробничо-збутових систем та транспортно-логістичних центрів є більш детальний розгляд особливостей вітчизняного продуктового, транспортного та фінансового ринків, зокрема коливання цін, зміни організаційних та фіскальних умов виробництва та збуту, коливання валютних курсів, можливостей залучення та необхідність погашення кредитів тощо.

Практична апробація запропонованої моделі дасть змогу визначити пріоритети в розвитку вітчизняних транспортних підприємств та транспортно-логістичних центрів, а також напрямки їх взаємодії з виробниками кінцевого продукту.

Список використаних джерел:

1. Мандра В.В. Аналіз світового досвіду управління транспортно-логістичним центром / В.В. Мандра // Економічний аналіз ; редкол.: В.А. Дерій (гол. ред.) [та ін.]. – Тернопіль : Економічна думка, 2016. – Т. 24. – № 2. – С. 92–97.
2. Булавко В.Г. Формирование транспортно-логистической системы республики Беларусь / В.Г. Булавко, П.Г. Никитенко. – Минск : Беларуская навука, 2009. – 357 с.
3. Журавлев Н.П. Транспортно-грузовые системы : [учебник] / Н.П. Журавлев, О.Б. Маликов. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2006. – 368 с.
4. Туранов Х.Т. Транспортно-грузовые системы : [учеб. пособ.] / Х.Т. Туранов, М.В. Корнеев. – Екатеринбург : УрГУПС, 2008. – 422 с.
5. A benefit analysis: The advantages of multi-modal speech-directed solutions. Zebra Technologies, 2016. – 12 p.
6. Dragović-Radinović V. et. al. Container port throughput performance – case study: far east, north west European and Mediterranean ports / Vesna Dragović-Radinović, Branislav Dragović, Maja Škurić, Emir Čikmirović and Ivan Krapović // Research in Transport and Logistics. – 2009. – Vol. 79. – P. 29–34.

7. IDG Connect. The Future for Cloud-Based Supply Chain Management Solutions. White paper. IDC Connect, Oracle, 2016. – 14 p.
8. Schreiber Z. State of Online Logistics Sales 2015. Opportunities in B2B Logistics ecommerce. Freightos, 2016. – 17 p.
9. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер ; пер. с англ. под общ. ред. Д.М. Гвишиани. – М. : Прогресс, 1971. – 340 с.
10. Лысенко Ю.Г. Имитационное моделирование экономических систем / Ю.Г. Лысенко, Г.С. Овечко, А.В. Овечко [и др.]. – Донецк : Юго-Восток, Лтд, 2006. – 259 с.
11. Zherlitsyn D.M. Formalization of the dynamic relations between the financial indicators of enterprises / Zherlitsyn D.M., Zhytar M.O., Kuzheliev M.O. // Independent Auditor. – 2016. – № 16(II). – P. 18–26.
12. Иванов Д.А. Управление цепями поставок / Д.А. Иванов – Санкт-Петербург : Политехнический университет, 2010. – 659 с.
13. Kovács Z. et al. Characteristics of logistics service providers and their services / Kovács, Zoltán, László Szabó, and Beáta Sz B. Pató // Studia Universitatis Babeş Bolyai-Oeconomica. – 2016. – Т. 61. – № 1. – С. 62–79.
14. Шехтер Д. Логистика. Искусство управления цепочками поставок / Д. Шехтер, Г. Сандер ; пер. с англ. под науч. ред. проф. В.И. Сергеева. – М. : Претекст, 2008. – 230 с.
15. Строгалев В.П. Имитационное моделирование / В.П. Строгалев, И.О. Толкачева. – М. : МГТУ им. Баумана, 2015. – 296 с.
16. Мандра В.В. Имитационное моделирование процессов транспортной логистики / В.В. Мандра, О.В. Снегин // Уральський науковий вісник (Оралды ғылым жаршысы). Серія «Економічні науки». – 2013. – № 29. – С. 10–16.

Mandra V.V.

SYSTEM DYNAMICS MODELING OF THE TRANSPORT AND LOGISTICS FLOWS OF THE PRODUCTION AND SALES SYSTEM

The purpose and object of research. The purpose is the formulation of the problem of System Dynamics modeling of transport and logistics flows of the production and sales system on the basis of generalization and formalization of the specific features of the industrial and transport enterprises functioning.

Research methodology. This article is based on the theoretical principles and methods of the system analysis and System Dynamics approach to the management of complex social and economic systems; and modern approaches to the management of transport and logistics system.

Value results. The theoretical approach is used in order to improve the stability and the efficiency of the transport and logistics system management. The article is a starting point for further research and practical tools of transport and logistics processes management for the production and sales system management.

Conclusions. The article describes the features of the of transport and logistics operations implementation in the management of material and financial flows of the production and sales system. It identifies the key factors that make up the material flow and performance of the information delays within the dynamic interaction of transport and distribution, transportation and cargo, logistics systems. The key procedures for calculating the financial indicators and parameters of financial flows of the production and sales system in cooperation with the transport and logistics service provider are identified. The formulation of the problem of System Dynamic modeling of transport and logistics flows of the production and sales system is implemented. The basic mathematical relationships in the management of material and financial flows of the production and sales system are defined. The directions of the practical application of System Dynamic approach in the planning of logistics operations, production and transport companies are offered.

Keywords: production and sales system, transport and logistics providers, System Dynamics simulation, material flow, cash flow, information delays.