

РОЗДІЛ 9

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.8:656.07

Мандра В. В.

ДП «Маріупольський морський торговельний порт»

МОДЕЛЮВАННЯ МЕТАСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

У статті визначено необхідність удосконалення процесів управління транспортними підприємствами України на основі застосування апарату економіко-математичного моделювання. Автором доведено, що для цілей моделювання транспортні підприємства доцільно розглядати як складні динамічні транспортно-вантажні системи. У статті розроблено системно-динамічну модель метасистеми управління транспортним підприємством. Визначено регулюючі критерії відповідної моделі, що засновані на принципах побудови збалансованої системи показників. Представлено діаграму причинно-наслідкових зв'язків та математичний опис виявлених взаємозв'язків моделі управління транспортним підприємством.

Ключові слова: транспортне підприємство, транспортно-вантажна система, збалансована система показників, метасистема, управління підприємством, системно-динамічне моделювання.

Постановка проблеми. Одним з найважливіших факторів, що впливають на соціально-економічний розвиток країни, є розвиток транспорту та пов'язаних сфер економічної діяльності. Зокрема, розвиток певних транспортно-вантажних і логістичних систем значною мірою визначається їх розташуванням та можливістю використання різних видів транспорту, виробничих потужностей тощо.

Незважаючи на вигідне географічне розташування і наявність об'єктивних передумов до розвитку, транспортні підприємства України мають певні труднощі й поступаються у розвитку багатьом країнам світу. Так, згідно з рейтингом Світового Банку з ефективності логістики у 2014 році Україна посіла лише 61 позицію серед 160 країн світу. Відзначимо, що, згідно з даними рейтингу 2014 року, Угорщина посідає 33 місце, Чехія – 32 місце, а Польща – 31 [4]. При цьому слід зазначити, що, згідно з рейтингом, ефективність логістики в Україні за період з 2014 по 2016 роки скоротилася майже на 10%, в результаті чого Україна посіла 80 позицію у рейтингу (рис. 1) [3].

Зазначене вище може свідчити про недостатню ефективність управління транспортними підприємствами України в умовах сучасних викликів. У зв'язку з цим актуальності й практичної значущості набувають питання підвищення ефектив-

ності управління транспортними підприємствами, зокрема такі, що можуть бути розглянуті як складні транспортно-вантажні системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями підвищення ефективності логістичних процесів присвячені труди багатьох зарубіжних і вітчизняних дослідників. Серед вчених слід назвати таких, як Л. Алексеева [12], В. Барінов [11], Е. Єфімова [10], А. Измайлов [1], Н. Лобанов [2], Т. Шульженко [9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проте, незважаючи на велику кількість публікацій з цієї проблематики, недостатньо опрацьованими є питання використання математичного апарату для цілей підвищення керованості й ефективності управління транспортними підприємствами України, зокрема в умовах динамічної зміни зовнішнього й внутрішнього середовища.

Мета статті полягає у здійсненні постановки задачі системно-динамічного моделювання метасистеми управління транспортним підприємством та визначенні ключових показників й залежності відповідної моделі, що забезпечує зміцнення керованості й підвищення ефективності управління відповідною транспортно-вантажною системою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сьогодні у світовій практиці найбільш перспективним напрямом розвитку транспортно-логістичної системи держави є створення і розвиток окремих транспортних підприємств, що дає змогу скоротити час руху продукції на 25–45% [1]. Досвід країн Західної Європи показує істотну роль відповідних транспортно-вантажних систем у формуванні бюджетів державного, регіонального й господарського рівнів. Так, в Голландії діяльність транспортно-логістичних центрів приносить 40% доходу транспортного комплексу, у Франції – 31%, в Німеччині – 25%. У країнах Центральної та Східної Європи ця частка в середньому становить 30%. А всього загальний обіг європейського ринку логістичних послуг сягає понад 600 млрд. [2].

Водночас в Україні частка окремих логістичних систем у загальному обсязі ринку транспортних послуг країни становить за різними даними

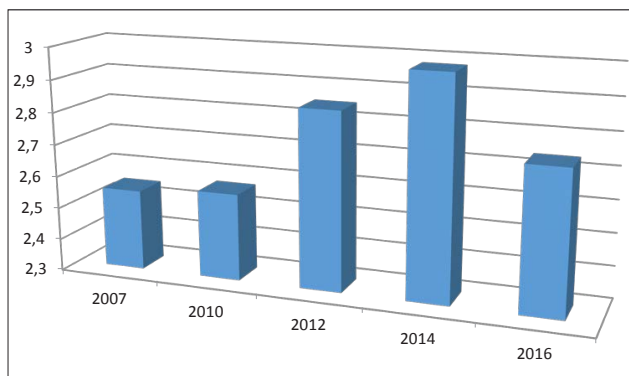


Рис. 1. Динаміка показнику ефективності логістики (LPI) в Україні згідно з рейтингом Світового Банку за 2007–2016 рр.

Джерело: укладено автором на підставі даних [3; 4; 5; 6; 7]

близько 1–3%, що додатково уповільнює розвиток вітчизняної економіки. У зв'язку з цим особливого інтересу з точки зору наукового й практичного дослідження набувають питання підвищення ефективності й керованості окремих транспортних підприємств у напрямі активізації логістичних й транспортно-вантажних операцій.

Проведений аналіз дав змогу зробити висновок, що транспортним підприємствам України притаманні всі характерні риси складних транспортно-вантажних систем, зокрема [8, с. 323]:

1. Динамічність, що супроводжується постійною зміною зовнішніх умов функціонування.
2. Наявність великої кількості прямих і зворотних зв'язків, які не завжди є очевидними. Тобто необхідно враховувати всі значущі взаємозалежності, що значною мірою ускладнює процес управління.
3. Невизначеність у функціонуванні, що є наявністю ряду чинників, що впливають на поведінку системи і результати управління.
4. Нелінійний характер поведінки самої системи і чинників, що на неї впливають.
5. Емерджентність, що виражається у реакції всієї системи на зміну її окремих елементів. При цьому така реакція може бути непередбачуваною.
6. Цілісність, що припускає значимість вкладу кожного елемента в досягнення цілей системи. Таким чином, з метою забезпечення ефективного

управління необхідно враховувати всі елементи системи.

7. Холізм, що передбачає необхідність забезпечення координованості цілей економічної системи та її окремих елементів.

8. Гомеостатичність, що припускає протистояння системи змінам і прагнення системи до самозбереження.

9. Інерційність. В процесі управління надзвичайно важливо враховувати лаг запізнювання в реагуванні системи як на дії, так і на зовнішні збурення.

10. Адаптивність. Для транспортно-вантажної системи характерна більшою мірою пасивна адаптивність, що припускає зміну системи під впливом змін зовнішнього середовища, і обмеженість щодо зміни зовнішнього середовища. Через те, що зовнішнє середовище характеризується складністю, динамічністю і високим ступенем невизначеності, для досягнення цілей управління пасивна адаптація системи передбачає необхідність враховувати не тільки внутрішні взаємозалежності й поведінку елементів системи, але й зовнішні зв'язки.

Таким чином, сучасне транспортне підприємство можна розглядати як транспортно-вантажну систему, поведінка якої відповідає всім ознакам складних систем, що свідчить про наявність великої кількості взаємних зв'язків між її

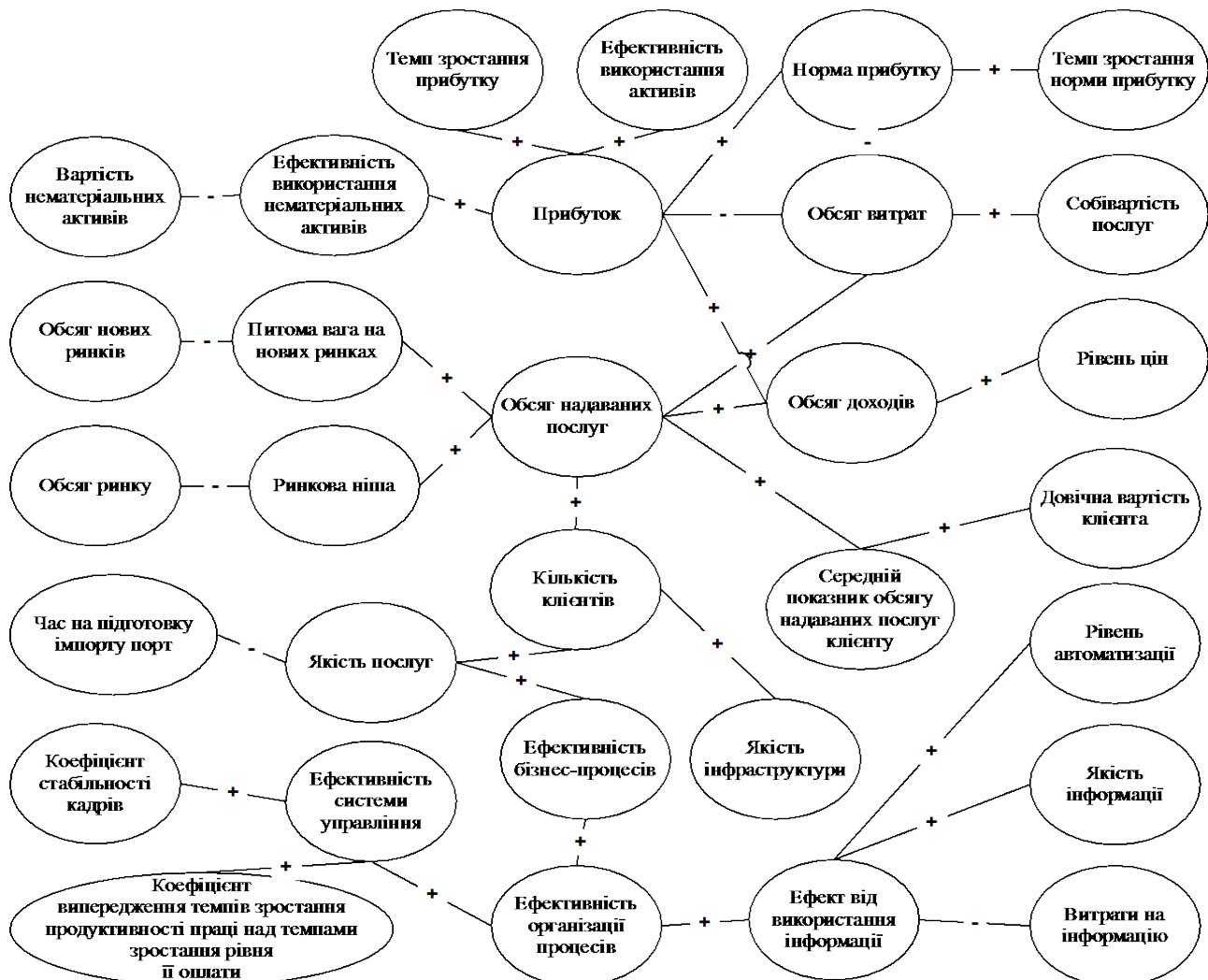


Рис. 2. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків системно-динамічної моделі метасистеми управління транспортним підприємством

елементами, наявність часових лагів, складність прогнозування поведінки системи та її реакції на управлінські заходи. Все це робить інтуїтивне управління вкрай неефективним. У зв'язку з цим та з метою підвищення ефективності управління транспортно-вантажною системою необхідним і виправданим є застосування апарату економіко-математичного моделювання, зокрема системно-динамічного моделювання.

Системно-динамічне моделювання стратегічного управління функціонуванням транспортного підприємства з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх ризиків передбачає розробку укрупненої моделі метасистеми, зокрема системи управління. Процес моделювання передбачає реалізацію таких дій:

- 1) аналіз діяльності відповідної транспортно-вантажної системи;
- 2) визначення меж її функціонування;
- 3) аргументація гіпотез щодо причинно-наслідкових зв'язків;
- 4) перевірка гіпотез;
- 5) опис моделі мовою системно-динамічного моделювання;

Таблиця 1

Система показників фінансової складової системно-динамічної моделі метасистеми управління транспортним підприємством

№	Показник	Умовне позначення	Метод розрахунку
1	Прибуток	$F_{1,t}$	$F_{1,t} = F_{7,t} - F_{8,t}$, де $F_{7,t}$ – обсяг доходів за період; $F_{8,t}$ – обсяг витрат за період.
2	Темп зростання прибутку	$F_{2,t}$	$F_{2,t} = \frac{F_{1,t}}{F_{1,t-1}} \times 100\%$, де $F_{1,t}$ – прибуток за період t ; $F_{1,t-1}$ – прибуток за період $t - 1$.
3	Норма прибутку	$F_{3,t}$	$F_{3,t} = \frac{F_{1,t}}{F_{8,t}}$.
4	Темп зростання норми прибутку	$F_{4,t}$	$F_{4,t} = \frac{F_{3,t}}{F_{3,t-1}} \times 100\%$.
5	Собівартість послуг	$F_{5,t}$	$F_{5,t} = \sum_{i=1}^n VC_i + \frac{1}{S_{4,t}}$, FC де VC_i – змінні витрати за період t ; FC – постійні витрати за період t ; n – кількість статей змінних витрат; m – кількість статей постійних витрат; $S_{4,t}$ – обсяг надаваних послуг за період t .
6	Ефективність використання активів	$F_{6,t}$	$F_{6,t} = \frac{F_{7,t}}{A_t}$, A_t – середня за період вартість активів.
7	Обсяг доходів	$F_{7,t}$	$F_{7,t} = \sum_{k=1}^l P_{t,k} \times S_{4,t,k}$, де l – кількість різновидів послуг; $P_{t,k}$ – вартість k -ї послуги у період t ; $S_{4,t,k}$ – обсяг надаваних послуг k -го виду за період t .
8	Обсяг витрат	$F_{8,t}$	$F_{8,t} = \sum_{k=1}^l F_{5,t,k} \times S_{4,t,k}$, де $F_{5,t,k}$ – собівартість послуг k -го виду у період t .

6) планування експерименту з моделлю на основі сучасних інформаційних технологій;

7) проведення експерименту й інтерпретація результатів.

Проаналізувавши діяльність ДП «Маріупольський морський торговельний порт» та деяких інших транспортних підприємств України, сформулювали певні гіпотези щодо загальних причинно-наслідкових зв'язків їх функціонування, що представлені у вигляді відповідної діаграми (рис. 2).

Таким чином, було запропоновано системно-динамічну модель метасистеми управління транспортним підприємством як складною транспортно-вантажною системою. Зокрема, модель (рис. 2) може бути декомпонована на 3 складові за склад-

Таблиця 2

Система показників складової споживчої цінності системно-динамічної моделі метасистеми управління транспортним підприємством

№	Показник	Умовне позначення	Метод розрахунку
1	Питома вага на ринку (ринкова ніша)	$S_{1,t}$	$S_{1,t} = \frac{S_{4,t}}{V_t}$, $S_{4,t}$ – обсяг надаваних послуг за період t ; V_t – обсяг ринку у період t .
2	Питома вага на нових ринках	$S_{2,t}$	$S_{2,t} = \frac{Sn_{4,t}}{Vn_t}$, де $Sn_{4,t}$ – обсяг надаваних послуг на новому ринку за період t ; Vn_t – обсяг нового ринку у період t .
3	Кількість клієнтів	$S_{3,t}$	$S_{3,t} = S_{3,t-1} + K_t \times V_t$, де $S_{3,t-1}$ – кількість клієнтів у період t ; K_t – коефіцієнт конверсії; V_t – кількість потенційних клієнтів (обсяг ринку).
4	Обсяг надаваних послуг	$S_{4,t}$	$S_{4,t} = \bar{S}_{4,t,g} \times S_{3,t}$, де $\bar{S}_{4,t,g}$ – середній показник обсягу надаваних послуг одному клієнту за період t .
5	Грузообіг	$S_{5,t}$	$S_{5,t} = M_t \times L_t$, де M_t – маса перевезеного вантажу за період t ; L_t – відстань перевезення перевезеного вантажу за період t .
6	Довічна вартість клієнта	$S_{6,t}$	$S_{6,t} = \bar{S}_{4,t,g} \times T_l$, де T_l – період лояльності.
7	Якість послуг	$S_{7,t}$	$S_{7,t} = \sum_{q=1}^r w_q \times s_{7,t,q}$, де $s_{7,t,q}$ – складові споживчої цінності якості послуг у період t ; w_q – вагові коефіцієнти складових споживчої цінності якості послуг у період t .
8	Якість інфраструктури	$S_{8,t}$	$S_{8,t} = f(t)$, де $f(t)$ – функція залежності від часу.
9	Час на підготовку імпорту порт	$S_{9,t}$	$S_{9,t} = f(N_{i,t}, Z_{i,t})$, де $f(N_{i,t}, Z_{i,t})$ – функція залежності від складової ефективності наванчання та розвитку і зовнішніх факторів.
10	Рівень цін	$S_{10,t}$	$S_{10,t} = F_{3,t} \times (1 + F_{3,t})$.

никами збалансованої системи показників на рівні метасистеми, а саме фінансова складова; складова споживчої цінності; складова навчання та розвитку.

З огляду на мету цього дослідження інтерес і практичну цінність має математичний опис

Таблиця 3

Система показників складової навчання та розвитку системно-динамічної моделі метасистеми управління транспортним підприємством

№	Показник	Умовне позначення	Метод розрахунку
1	Ефективність використання нематеріальних активів	$N_{1,t}$	$N_{1,t} = \frac{F_{1,t}}{Cn_{1,t}},$ де $Cn_{1,t}$ – вартість нематеріальних активів у період t .
2	Ефективність системи управління	$N_{2,t}$	$N_{2,t} = f(N_{3,t}, N_{4,t}, O_{i,t}),$ де $f(N_{3,t}, N_{4,t}, O_{i,t})$ – функція залежності від $N_{3,t}$, $N_{4,t}$ і складової ефективності операційного елементу системи управління (ефективність бізнес-процесів).
3	Коефіцієнт випередження темпів зростання продуктивності праці над темпами зростання заробітної плати	$N_{3,t}$	$N_{3,t} = \frac{I_{v,t}}{I_{z,t}},$ де I_v – індекс вироблення у період t ; $I_{z,t}$ – індекс середньорічної зарплати у період t .
4	Коефіцієнт стабільності кадрів	$N_{4,t}$	$N_{4,t} = \frac{R_{s,t}}{R_t},$ де $R_{s,t}$ – число працівників із стажем роботи на підприємстві (зроків і більше) на момент часу t ; R_t – середньоблікова чисельність працівників за період t .
5	Якість інформації	$N_{5,t}$	$N_{5,t} = f(N_{6,t-n}, N_{8,t}),$ де $f(N_{6,t-n}, N_{8,t})$ – функція залежності від витрат на інформацію із часовим лагом та рівня автоматизації поточного періоду t .
6	Витрати на інформацію	$N_{6,t}$	$N_{6,t} = \sum_{r=1}^p N_{6,t,r},$ де $N_{6,t,r}$ – складові витрат на інформацію у період t .
7	Ефективність використання інформації	$N_{7,t}$	$N_{7,t} = \frac{N_{5,t}}{N_{6,t}}$
8	Рівень автоматизації	$N_{8,t}$	$N_{8,t} = N_{8,t-1} + K_a \times I_{t-n},$ де $N_{8,t-1}$ – рівень автоматизації у період $t-1$; K_a – коефіцієнт автоматизації; I_{t-n} – обсяг інвестицій в автоматизацію у період $t-n$; n – часовий лаг.
9	Ефективність організації процесів	$N_{9,t}$	$N_{9,t} = f(N_{2,t}, N_{7,t}),$ де $f(N_{2,t}, N_{7,t})$ – функція залежності від ефективності системи управління та ефективності використання інформації у період t .

виявлених взаємозв'язків моделі метасистеми управління транспортним підприємством. Так, до фінансової складової належать такі показники: прибуток; темп зростання прибутку; норма прибутку; темп зростання норми прибутку; собівартість послуг; ефективність використання активів; обсяг доходів; обсяг витрат.

Метод розрахунку наведених показників, що входять до фінансової складової, представлено у табл. 1.

До складової споживчої цінності моделі метасистеми управління транспортним підприємством належать такі динамічні показники, як питома вага на ринку (ринкова ніша); питома вага на нових ринках; кількість клієнтів; обсяг надаваних послуг; грузообіг; довічна вартість клієнта; якість послуг; якість інфраструктури; час на підготовку імпорту порт; рівень цін.

Метод розрахунку наведених показників, що входять до складової споживчої цінності, представлено в табл. 2.

До складової навчання та розвитку системно-динамічної моделі метасистеми управління транспортним підприємством належать такі показники: ефективність використання нематеріальних активів; ефективність системи управління; коефіцієнт випередження темпів зростання продуктивності праці над темпами зростання заробітної плати; коефіцієнт стабільності кадрів; якість інформації; витрати на інформацію; ефективність використання інформації; рівень автоматизації; ефективність організації процесів.

Метод розрахунку наведених показників, що входять до складової навчання та розвитку моделі метасистеми управління транспортно-вантажною системою, представлено в табл. 3.

Таким чином, здійснено постановку задачі системно-динамічного моделювання метасистеми управління транспортним підприємством. Відповідна модель може бути адаптована для систем управління транспортно-вантажними системами різних рівнів, зокрема міжнародного, регіонального, локального рівнів, а також для цілей моделювання діяльності транспортно-логістичних центрів. Таку адаптацію може бути виконано шляхом уточнення характеру функцій залежності $f(x)$, параметрів кореляційно-регресивних моделей та значень коефіцієнтів конверсії, автоматизації, а також вагових коефіцієнтів складових споживчої цінності якості послуг.

Висновки. В роботі доведено доцільність застосування апарату економіко-математичного моделювання для підвищення ефективності управління транспортно-вантажними системами як специфічного за принципами управління транспортного підприємства, а також розроблено модель метасистеми управління транспортним підприємством.

Постановка задачі моделювання метасистеми управління транспортним підприємством представлена у роботі діаграмою причинно-наслідкових зв'язків та математичним описом виявлених взаємозв'язків, поданих за складовими збалансованої системи показників, до яких вони належать. Такий підхід дає змогу здійснювати ефективне управління на стратегічному рівні, здійснювати делегування відповідальності за окремими складовими, а також відстежувати ступінь досягнення системою стратегічних цілей.

Розроблена модель є унікальною і може бути застосована для цілей підвищення ефективності стратегічного управління транспортно-вантаж-

ними системами, логістичними й транспортно-логістичними центрами різних рівнів.

Виходячи з мети дослідження, а також враховуючи етапи системно-динамічного моделювання, що наведено в роботі, перспективою подальшого

розвитку вважаємо опис моделі мовою прикладних систем системно-динамічного моделювання, планування та проведення експерименту з моделлю на основі даних конкретного транспортного підприємства.

Список використаних джерел:

1. Измайлов А. Техническое обеспечение транспортной логистики в технологиях производства сельскохозяйственной продукции: автореф. дисс. ... докт. техн. наук / А. Измайлов. – М. – 2007. – 31 с.
2. Лобанов Н. Транспортно-логистические центры: зарубежный опыт / Н. Лобанов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lobanov-logist.ru/library/355/57650>.
3. Рейтинг Всемирного банка логистической эффективности стран мира за 2016 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lpi.worldbank.org/international/global/2016>.
4. Рейтинг Всемирного банка логистической эффективности стран мира за 2014 год: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lpi.worldbank.org/international/global/2014>
5. Рейтинг Всемирного банка логистической эффективности стран мира за 2012 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lpi.worldbank.org/international/global/2012>.
6. Рейтинг Всемирного банка логистической эффективности стран мира за 2010 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lpi.worldbank.org/international/global/2010>.
7. Рейтинг Всемирного банка логистической эффективности стран мира за 2007 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lpi.worldbank.org/international/global/2007>.
8. Методология моделирования жизнеспособных систем в экономике: [монография] / [Ю. Лысенко, В. Тимохин, р. Руденский и др.]. – Донецк: Юго-Восток. – 2009. – 350 с.
9. Шульженко Т. Управление логистическими функциями в цепях поставок: теория и методология: дисс. ... докт. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)» / Т. Шульженко. – СПб. – 2012. – 358 с.
10. Ефимова Е. Теоретические и методические аспекты повышения эффективности логистических услуг: на примере Калининградской области: дис. ... канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / Е. Ефимова. – М. – 2009. – 158 с.
11. Баринов В. Совершенствование логистического процесса управления закупочной деятельностью предприятий: дис. ... канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / В. Баринов. – Саратов. – 2013. – 383 с.
12. Алексеева Л. Обеспечение устойчивого функционирования и развития логистической системы: дисс. ... канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / Л. Алексеева. – СПб. – 2007. – 160 с.

Мандра В. В.

ГП «Мариупольский морской торговый порт»

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Резюме

В статье определена необходимость совершенствования процессов управления транспортными предприятиями Украины на основе применения аппарата экономико-математического моделирования. Автором доказано, что для целей моделирования транспортные предприятия целесообразно рассматривать в качестве сложных динамических транспортно-грузовых систем. В статье разработана системно-динамическая модель метасистемы управления транспортным предприятием. Определены регулирующие критерии предложенной модели, основанные на принципах построения сбалансированной системы показателей. Представлены диаграмма причинно-следственных связей и математическое описание выявленных взаимосвязей модели управления транспортным предприятием.

Ключевые слова: транспортное предприятие, транспортно-грузовая система, сбалансированная система показателей, метасистема, управление предприятием, системно-динамическое моделирование.

Mandra V. V.

SE “Mariupol Sea Commercial Port”

MODELLING OF THE META-SYSTEM OF THE TRANSPORT COMPANY MANAGEMENT

Summary

The necessity for the improvement of management processes in Ukraine's transport companies based on economic and mathematical modelling is identified in the paper. The author proved that for the purposes of modelling, transport companies should be considered as complex dynamic cargo transportation and handling systems. The system dynamics model for the meta-system of transport company management is developed in the work. The regulatory criteria of an appropriate model based on the principles of building a balanced scorecard are undefined. The causality chart and mathematical description of relationships identified in the model of transport company management are presented.

Key words: transport company, cargo transportation and handling system, balanced scorecard, meta-system, enterprise management, system dynamics simulation.