

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ РОЗПОДІЛЬЧИМИ СИСТЕМАМИ

КОЛОМИЦЕВА А. О.

кандидат економічних наук

ЯКОВЕНКО В. С.

аспірант

Донецьк

Ефективність господарської діяльності сучасних підприємств, як правило, залежить від усього спектра показників ефективності логістичної діяльності та інтегрованих форм логістичного управління бізнес-процесами: від надійності поставки до ціни одиниці торгівельного запасу. У свою чергу, економічна ефективність оптово-торгівельного підприємства залежить від управлінських рішень у системі закупівля – транспортування – підтримка складських запасів – поставки. У стохастичній нестійкій фазі процесу постачання і підтримки запасів торгівельним підприємством оптимальні розміри поставок і запасів не розраховуються, а прагнення забезпечити гранично можливий попит обсягами вхідних поставок і запасів спричиняється не оптимальністю їхніх розмірів і структури з погляду обробки вантажів на наявних у підприємства складських площах. Із цієї причини запаси стають іммобільними (хоча по своїй суті торговельні запаси повинні бути ліквідними), і, як наслідок, знижується ступінь готовності постачальника до зміни параметрів замовлення. При цьому, внаслідок стохастичності споживання товарних запасів та виходячи з умов формування мережевого формату торгівлі, логістичні витрати не покриваються обсягами продажів і реалізації, а для оптово-торгівельного підприємства ресурси, що перебувають у запасах, є джерелом надходження витрат, величина якого повинна покривати всі понесені витрати й забезпечувати прибуток. Отже, проблема постає в обґрунтуванні таких управлінських рішень логістики запасів і поставок, які б забезпечували безперечну якість логістичного сервісу і оптимізацію витрат у процесі руху потоків матеріальних ресурсів.

Нерозвиненість логістичного аутсорсингу забезпечення матеріальними й товарними ресурсами виробництва економічно розвинутого регіону, недостатня пропрацьованість проблеми ефективності управління рухом матеріальних і товарних запасів оптово-торгівельного підприємства з урахуванням особливостей дислокації запасів, визначила актуальність даного дослідження й необхідність рішення представленої проблеми з використанням сучасних засобів економіко-математичного моделювання.

Управління логістичними витратами в системах закупівля – транспортування – запаси – поставка товарних запасів торгівельним підприємством мере-

жевого формату торгівлі достатньо вивчено. Ця тема знайшла відбиття в працях вітчизняних і закордонних учених, таких як Б. О. Анікін, М. П. Гордон, А. Е. Горева, А. П. Долгов, Є. І. Зайцев, М. Є. Залманов, К. В. Інютин, О. А. Корольов, М. Р. Ліндерс, Д. Вотерс, Н. Д. Фасоляка, Х. Е. Фірон, М. А. Чернишов й інших. Регіональний аспект розвитку логістики розглянутий у роботах Н. В. Афанасьєвої, І. С. Кородюка, С. Б. Карнаухова, М. А. Кизима, Д. Д. Костоголодова, А. Л. Носова й інших.

Математичним методам моделювання й обґрунтування управлінських рішень у логістиці присвячені роботи, результати яких активно використовуються логістичними й виробничо-торговельними підприємствами. Однак фази несталіх процесів створення й розвитку оптово-торговельних підприємств системи мережевого формату торгівлі й дистриб'юторських компаній залишаються, як і раніше, важко реалізованими на практиці.

Мета статті полягає в розробці комплексного підходу до моделювання діяльності логістичної розподільчої системи та визначенні оптимальних параметрів управління нею за умови поєднання системно-динамічної та процесної ідеології моделювання систем.

Діяльність логістичної розподільчої системи розглянемо на прикладі функціонування дистриб'юторської компанії, що входить до регіональної торговельної мережі та відповідає ознакам мережевого формату торгівлі на українському ринку споживчих товарів. Основні задачі, що потребують подальшого удосконалення на оперативному рівні прийняття рішення, зводяться до такого (рис. 1):

- ✦ визначення оптимальних параметрів і системи розміщення складських запасів;
- ✦ формування принципів оптимального управління розміром товарних запасів з урахуванням попиту та умов зберігання;
- ✦ обґрунтування системи використання визначеної кількості ресурсів складського господарства (людських, матеріальних, транспортних);
- ✦ розробка системи ефективного завантаження вантажівок за критерієм об'ємності та вантажності;
- ✦ визначення для кожного екіпажу оптимального маршруту об'їзду роздрібних торговельних точок.

Вищезначені задачі мають відомі математичні рішення, однак комплексне використання цих методів ускладнюється відсутністю досвіду використання синтезу процесного та системно-динамічного моделювання управління бізнес-процесами в розподільчих логістичних системах та унеможливає їх використання аналітиками дистриб'юторських компаній. Крім окреслених задач, що дійсно дозволяють оперативно вирішувати завдання оптимального управління логістичними сис-

темами за допомогою системно динамічного моделювання, існують задачі, що розроблені у межах процесної ідеології моделювання або так званого дискретно-подійного моделювання, котре так само з'явилась у 60-х роках ХХ ст. Так, зазвичай цей вид моделювання використовують задля візуалізації у реальному часі (у вигляді анімації, чи flash-роликів) процесів, котрі відбуваються у складському господарстві дистриб'юторської компанії, та моделювання бізнес-процесів на мікрорівні. Цей вид моделювання дає змогу побудувати бізнес-карти та оптимізувати процеси, за допомогою критеріїв, що дозволяють оперативно коригувати основні процеси діяльності дистриб'юторської компанії.

У розгляді основних рішень вище означених задач слід почати з оптимізації запасів багатонаменклатурного складу. Так, насамперед, використання класичної моделі Уілсона, що має такий вигляд,

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{h}}, \quad (1)$$

де Q – оптимальний обсяг однієї партії по позиціях (шт.); D – вартість розміщення та виконання однієї поставки від постачальника (гр. од.); S – попит на позицію (шт. за період); h – витрати на зберігання однієї одиниці позиції (гр. од. за період), у реальній діяльності підприємства неможливе з двох причин: *по-перше* – дуже

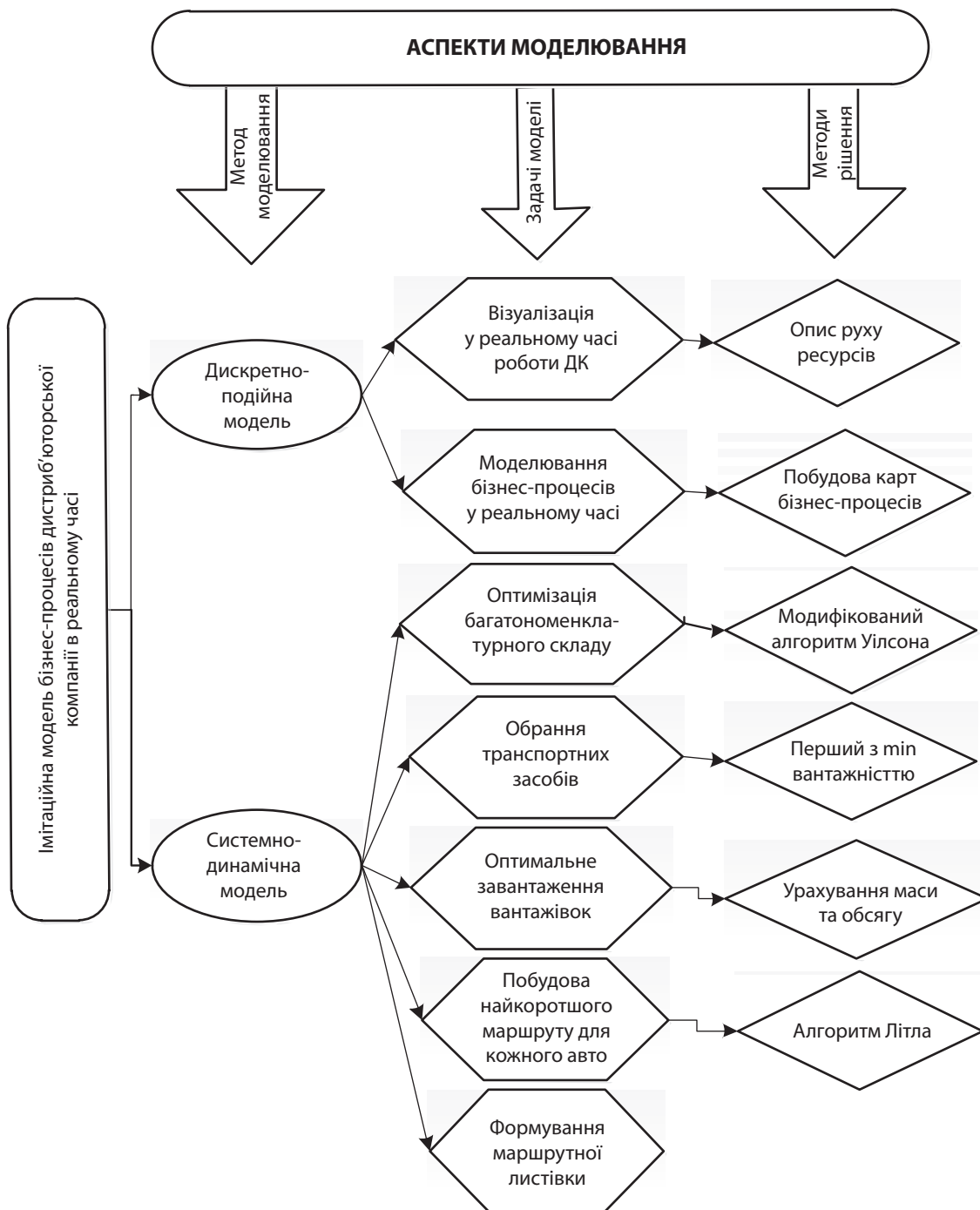


Рис. 1. Концепція моделювання логістичних процесів розподільчих систем

складно визначити наведені параметри (часто виникають інші залежності та параметри); *по-друге* – зазвичай складно уявити складське господарство, де представлена лише одна номенклатурна одиниця, що явно демонструють дистриб'юторські компанії продуктів харчування. Тому згодом удосконалення наукового підходу до управління запасами призвело до необхідності формування багатоніменклатурної залежності з такою постановкою: враховується будь-яка кількість N видів i -го товару ($i = \overline{1, N}$), по кожному з котрих планується свій запас. При цьому постачання усього товару загальне, тобто у партії замовлення містяться усі види товарів, що аналізуються, однак для кожного виду i -го товару розмір замовлення індивідуальний.

Наведемо спочатку показники та умовності, котрі використовуються задля оптимізації багатоніменклатурних складів [5]:

- ✦ відсутність запасів по кожному з видів i -го товару неприпустимо ($i = \overline{1, N}$);
- ✦ попит на i -й товар постійний; D_i – річне споживання;
- ✦ поставки загальні; T_0 – інтервал повторного замовлення;
- ✦ витрати на зберігання одиниці i -го товару C_{hi} ;
- ✦ накладні витрати однієї поставки C_0 (загальні для партії замовлення);
- ✦ обсяг замовлення i -го товару q_i (у партії загальної поставки);
- ✦ кожнорічна кількість поставок $- 1 / T_0$;
- ✦ середній рівень річного запасу i -го товару $q_i / 2$;
- ✦ вектор попиту i -товарів $- D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$;
- ✦ вектор витрат на зберігання i -товарів $- C_h = (C_{h1}, C_{h2}, \dots, C_{hN})$.

Згідно з наведеними вище означеннями існують такі залежності, які можливо використовувати у діяльності багатоніменклатурних складських господарюючих одиницях:

Величина сумарних річних витрат дорівнює

$$C_0 \cdot \left(\frac{1}{T}\right) + \sum_{i=1}^N C_{hi} \cdot \left(\frac{q_i}{2}\right). \quad (2)$$

Функція мінімізації сумарних витрат має вигляд:

$$C_0 \cdot \left(\frac{1}{T_0}\right) + \frac{T_0}{2} \cdot (\overline{D} \cdot \overline{C}_h) \rightarrow \min_{T_0 > 0}. \quad (3)$$

Інтервал повторного замовлення (загального):

$$T_0^* = \sqrt{\frac{2C_0}{D \cdot C_h}}. \quad (4)$$

Економічний розмір замовлення:

$$q_i^* = D_i \cdot \sqrt{\frac{2C_0}{D \cdot C_h}}. \quad (5)$$

Наступна задача, рішення якої потребують оптимальні принципи управління розподільчими системами, – оптимізація маршруту руху вантажівок. Слід зазначити, що критеріїв оптимізації існує безліч. Так, наприклад: мінімізація пробігу автівки, мінімізація часових витрат, постачання точно у строк, мінімізація витрат

паливно-мастильних матеріалів та ін. Якщо говорити про мінімізацію пробігу автівки, тобто пошук найкоротшого маршруту між точками роздрібної торгівлі (клієнтами), слід визначити, що при цьому можливо досягти економії, як палива, так і часу. Однак виникає резонне питання про наявність заторів на найкоротших маршрутах (різні компанії використовують однакові мапи міста). На це запитання існує обґрунтована відповідь: кожна вантажівка має свій маршрут, кожного дня він різний, тобто недоцільно вважати провиною компаній-дистриб'юторів наявність заторів у місті. Виходячи з наведених аргументів найчастіше використовується метод мінімізації маршруту за відстанню. Існує достатньо багато методів пошуку найкоротшого маршруту [6], серед яких найефективніший за швидкістю та точністю є алгоритм Літла або гілок і кордонів.

Типова структура рішення має такий вигляд [4]:

$$\max F = \sum_{j=1}^N c_j x_j; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^N a_{ij} x_j = b_i (i = \overline{1, m}); \quad (7)$$

$$x_j \geq (j = \overline{1, n}); \quad (8)$$

$$x_j - \text{цілі} (j = \overline{1, n}). \quad (9)$$

Метод засновано на гіпотезі, що оптимальний нецілий план дає значення функції більший, ніж усі наступні плани переходу. Алгоритм метода полягає у такому: пошук рішення задач лінійного програмування без урахування цілочисельності; побудова додаткового обмеження на дробову компоненту плану; пошук рішення задач з обмеженнями на компоненту; побудова (у разі необхідності) додаткових обмежень задля пошуку оптимуму чи встановлення нерозв'язності задачі.

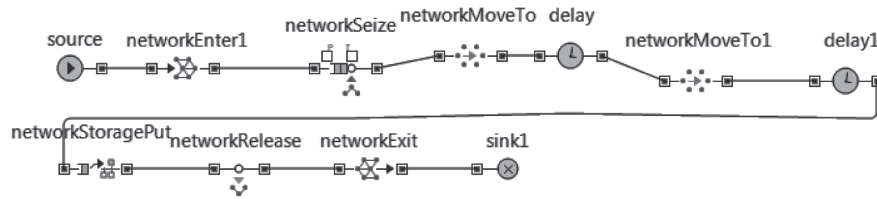
Таким чином, комплексне вирішення завдань оптимального управління діяльністю дистриб'юторських компаній можливо у системі оперативного управління діяльністю компанії, на основі системно-динамічного підходу завдяки поєднанню розглянутих вище завдань моделювання в єдину комплексну інтегровану модель, результати роботи якої дозволять визначити синтезоване оптимальне рішення щодо оптимальних параметрів функціонування розподільчої логістичної системи.

Задля цілісного представлення діяльності компанії у вигляді моделі вихідні параметри моделі системної динаміки можливо застосувати у візуалізації діяльності складського господарства та пошуку оптимальної кількості складських ресурсів. Так, діяльність вантажників по завантаженню вантажівок і складських стелажів у ідеології процесного моделювання у продукті AnyLogic компанії XJ Technologies має такий вигляд (рис. 2).

Наведена структура моделі містить дані про кількісні характеристики попиту та постачання на склад, що постають попередніми результатами роботи системно-динамічної моделі.

Процес формування заявок попиту та їх обробки у часовому t -ресурсному вимірі, із застосуванням тієї ж самої концепції моделювання у прикладному пакеті AnyLogic наведено на рис. 3.

Робочий_час



Позначки:

Source – sink 1 – початок (отримання замовлення) і кінець першого кроку моделювання (визначеного процесу);
network – динаміка потоків процесів роботи дистрибуторської компанії (центра);
delay – часова затримка, викликана динамікою потоків процесів діяльності компанії

Рис. 2. Графічний вигляд моделі завантаження вантажівок і стелажів вантажниками з використанням прикладного пакета AnyLogic і запропонованої концепції моделювання

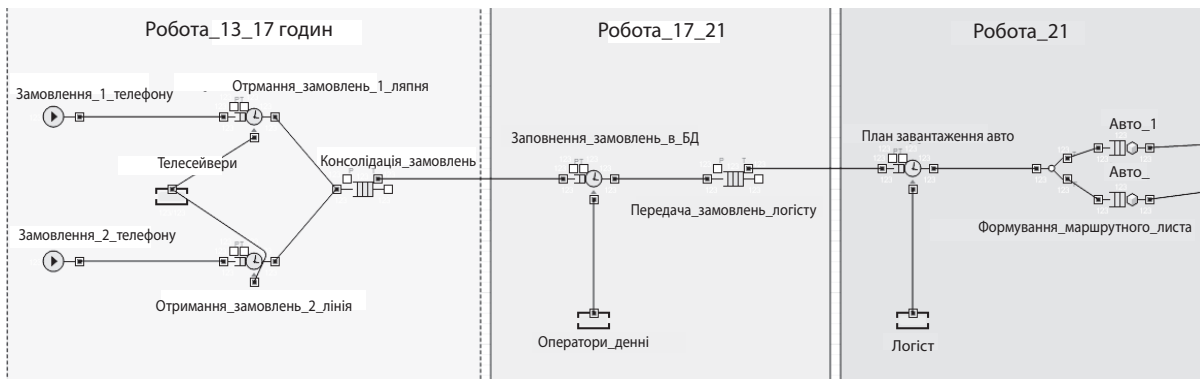


Рис. 3. Процес формування заявок та їх обробка у дискретно-подійному моделюванні

ВИСНОВКИ

Таким чином, запропонований комплексний підхід до моделювання оптимальних параметрів управління логістичними розподільними системами дозволяє вдосконалити систему показників, що формує:

- ✦ ефективну роботу працівників дистрибуторської компанії та можливість реалізації завдань стратегічного розвитку компанії;
- ✦ налагоджену й контрольовану систему бізнес-процесів, безпосередньо пов'язаних із системою показників, і прозорість, що забезпечує оптимальні принципи управління логістичними об'єктами;
- ✦ єдиний інформаційний простір системи зі швидким доступом до даних і ефективну організаційну комунікацію виконавців робіт;
- ✦ систематизацію й моніторинг інформації щодо операторів розподільчого процесу – головного ресурсу розподільчої системи.

У дослідженні доводиться, що подальший розвиток комплексу засобів математичного моделювання для структурних логістичних елементів і підсистем, об'єднаних постановкою й змістом розв'язуваних транспортних завдань, має сприяти виведенню дистрибуторських компаній на рівень 3PL-, а згодом – і 4 PL-Провайдерів логістичних послуг.

Оцінка перспектив ґрунтується на тому, що, існуючи в сучасному світі, 3PL-провайдери здатні виконувати різні види логістичної діяльності – від окремих операцій до комплексних логістичних послуг, включаючи складування, транспортування вантажів, управління замовленнями, фізичний розподіл та ін., управління ло-

гістичними ланцюжками клієнта, включаючи оптимізацію бізнес-процесів протягом всього ланцюга поставок. Функціональне поле 4PL-провайдерів утвориться шляхом якісного розширення логістичних функцій і використання системно-динамічного підходу до управління ключовими бізнес-процесами, координації дій основних учасників ланцюга поставок, включаючи формування ефективного ланцюга поставок і обмін даними між учасниками ланцюга в режимі реального часу за допомогою сучасних інформаційних систем і технологій. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Бобарыкин В. А. Математические методы решения автотранспортных задач / В. А. Бобарыкин. – М., 2008. – 84 с.
2. Бажин И. И. Проектно-логистическое управление ресурсным обеспечением / И. И. Бажин, В. В. Сысов. – Нижний Новгород : Издатель Гладкова О. В., 2008. – 222 с.
3. Бережной В. И. Методы и модели управления материальными потоками микрологистической системы автотранспортного предприятия / В. И. Бережной, Е. В. Бережная. – Ставрополь : Интеллект-сервис, 2009. – 155 с.
4. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. – Киев : Вища школа, 2007. – 447 с.
5. Губенко В. К. Логистическая централизация материальных потоков: теория и методология логистических распределительных центров / В. К. Губенко. – Донецк, 2007. – 495 с.
6. Яковенко В. С. Синтез математических методов для оптимизации маршрутов дистрибуторских компаний // Вісник економіки транспорту і промисловості, 2011. – № 36. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vetp/2011_36/11yvdis.pdf