

УДК 330.4.001.57

Л. М. Бандоріна

кандидат економічних наук, доцент

Л. І. Лозовська

кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національна металургійна академія України, м. Дніпропетровськ

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Розглядаючи можливість практичного використання систем управління логістичними процесами на українських підприємствах, необхідно приділяти увагу не стільки багатому функціоналу програмного забезпечення, що реалізує методологію систем цього класу, скільки розумінню та правильній оцінці підприємствами можливостей таких систем і ефективності їх використання в управлінні виробництвом. Проведений у статті аналіз механізму функціонування транспортно-логістичних систем надає підстави до більш обґрунтованого й систематизованого підходу до моделювання логістичних процесів на підприємстві та прискорення вирішення завдань чіткого й безперебійного виконання всіх логістичних функцій.

Ключові слова: транспортно-логістична система, інформаційна система, підприємство, класифікація логістичних моделей, алгоритм планування вантажних автоперевезень, маршрут.

I. Вступ

Логістика підприємства полягає в організації раціонального процесу просування товарів і послуг від постачальників до споживачів, функціонування сфери обігу продукції, товарів та послуг, управління товарними запасами, створення інфраструктури руху товару. Одним з елементів логістики підприємства є транспортна логістика – система з організації доставки, а саме з переміщення продукції з однієї точки в іншу за оптимальним маршрутом. Сукупність споживачів і виробників послуг, а також системи управління, що використовуються для їх надання, транспортні засоби, шляхи сполучення, споруди та інше майно об'єднуються в транспортно-логістичну систему. Для чіткого функціонування транспортно-логістичної системи потрібна відповідна інфраструктура й технічні засоби. До складу інфраструктури транспортної логістики входять: транспортні шляхи всіх видів транспорту, а також транспортні вузли, будівлі та споруди, що дають змогу здійснювати складування й зберігання товарів разом з їх технічним оснащенням, пристрої та засоби переробки й передачі інформації разом з відповідним програмним забезпеченням. Інфраструктура повинна забезпечувати чітко та безперебійне виконання всіх логістичних функцій.

II. Постановка завдання

З урахуванням масштабності використання транспортно-логістичних систем, що дають змогу підтримувати весь цикл управління

практично для всіх логістичних функцій підприємства, актуальним є аналіз можливостей практичного використання автоматизованих систем управління логістичними процесами на українських підприємствах і методів моделювання транспортного процесу з метою оптимізації витрат та чіткого й безперебійного виконання всіх логістичних призначень.

III. Результати

На сьогодні підприємства намагаються впроваджувати принципи “західного” планування не лише в питаннях логістичних процесів, а й планування загалом. Інтегровані з методологією MRP II/ERP, вони, стикаючись з багатьма проблемами, такими як непристосованість інформаційних систем підприємств до адаптування в нових умовах. Водночас на ряді великих вітчизняних підприємств продовжують застосовувати розроблені більше ніж десять років тому традиційні методи планування. Не слід очікувати, що “традиційні” методи планування будуть швидко забуті, оскільки вони, поперше, глибоко вросли в підприємства за рахунок звичних документів і документообігу (зрозумілих не тільки керівництву підприємства, а й партнерам, вищим та контролюючим органам тощо), по-друге, продовжують використовуватися для опису процесів. Треба погодитись, що IT-технології постійно розвиваються та пропонують нові рішення при дослідженні логістичних процесів на підприємстві. У відповідь на це великі підприємства намагаються модернізувати свої застарілі системи, завдяки чому вони можуть отримати значну кількість переваг і можливостей.

Проведений аналіз існуючих теоретико-практичних розробок у галузі реалізації логістичних процесів на підприємствах виявив велику кількість програмних продуктів, пов'язаних з питаннями транспортної логістики. Проте, часто, незважаючи на багатий функціонал програмного продукту, серед представлених опцій співробітники підприємства не знаходять варіантів вирішення актуальних для них завдань. Також обмежує використання програмних продуктів їх "закритість" (тобто неможливість зміни користувачем формул і алгоритмів, за якими відбуваються обчислення в програмному пакеті), складність у використанні та висока вартість. Для кращого уявлення ситуації на ринку програмного забезпечення розглянемо приклади впровадження автоматизованих систем управління транспортом і визначимо їх основні функціональні можливості.

До комплексу бізнес-рішень "Галактика" входять: система "Галактика ERP" (планування ресурсів підприємства); Галактика Business Intelligence (підтримка прийняття управлінських рішень); ряд спеціальних і галузевих рішень. У 2009 р. корпорація "Галактика" відкрила новий проект у межах концепції вільного програмного забезпечення. До складу вільного ПЗ "Галактика" входить система "Галактика Експрес" – безкоштовна ERP-система, яка підтримує законодавство Росії, України, Білорусі та Казахстану, і лінійка продуктів "Галактика BI" – програмні продукти для роботи з OLAP системами через Інтернет.

Рішення "Галактика Управління транспортом" [3] створено на основі багатого досвіду співпраці корпорації "Галактика" з підприємствами транспортної сфери. Можливості рішення дають змогу в єдиному інформаційному просторі виконувати спеціалізовані завдання управління транспортом і комплексно вирішувати основні управлінські завдання (фінансове планування та управління, виробниче планування й управління, ведення обліку, управління логістикою, кадровий менеджмент, управління ремонтами). Основним недоліком системи "Галактика Управління Транспортом" є складний базовий інтерфейс кінцевого користувача, який повинен бути адаптований адміністратором під конкретні вимоги в процесі впровадження, та велика кількість функціоналу, який практично не використовується на підприємстві. Крім того, система надається як підписка, яка коштує 1200 грн за квартал за одне робоче місце. Старт використання коштує приблизно 3000 грн за одне робоче місце.

SAP R/3 (з модулем "Логістика"). Система SAP R/3 складається з набору прикладних модулів, які підтримують різні бізнес-процеси компанії й інтегровані між собою в масштабі реального часу [5]. Система призначена для обліку та планування матеріальних і фінансових ресурсів компанії в ре-

жимі реального часу. Вона орієнтована переважно на великі та середні підприємства.

Модуль SAP LO (загальної логістики) включає в себе інформаційну систему логістики, яка підтримує процеси прийняття рішень на основі аналізу співвідношень між планованими й реальними даними. Інформаційна система логістики є частиною системи "Відкрита база даних", яка аналогічна інформаційній системі персоналу та інформаційній системі фінансів. Система "Відкрита база даних" забезпечує взаємодію оперативних систем (модулі SD, MM, PP тощо), що є джерелами даних, та інформаційної системи для менеджменту. База даних логістики з її інформаційними структурами є основою для аналізу різноманітних параметрів у реальному часі та порівняння їх з контрольними значеннями (Online Analytical Processing або OLAP). У системи SAP R/3 є свої недоліки. Наприклад, не можна скидати з рахунків її "мейнфреймове" минуле. Незважаючи на використання графічного інтерфейсу, деякі вікна нагадують екрани терміналів великих машин і потребують поліпшення. Модульність системи не настільки висока, якою вона могла б бути: базові функції систем обліку й звітності та обліку витрат, управління матеріальними потоками й збуту пов'язані між собою сильніше, ніж можна було б припускати. Ця ситуація не сильно змінилася з виходом версії 4.x. Упровадження системи часто описують як складний та дорогий процес. Однак, частина цих труднощів на етапі впровадження часто спричинена специфічними вимогами кінцевих користувачів, а не самою системою. Проте повне й ефективне відтворення ділових процесів компанії засобами інтегрованого програмного забезпечення – непросте завдання. SAP AG намагається зробити витрати на впровадження системи контрольованими за допомогою розробки Business Engineer (інструменту Бізнес-інжиніринг – конфігурування та впровадження) і методології ASAP (методологія прискореного впровадження системи SAP R/3). Використання цих інструментів сприяє значному прискоренню впровадження системи SAP R/3.

Незважаючи на зазначені недоліки, функціональні можливості системи SAP R/3, а також її "відкритість" і масштабованість, роблять її влучним стратегічним рішенням для організацій, які бажать іти в ногу із сучасними вимогами й відкривати нові можливості.

"БІТ: Управління транспортною логістикою". Ця система займається автоматизованим управлінням логістичною інформацією, пов'язаною з доставкою вантажів, кореспонденції тощо в реальному часі [1]. Її використання може дати значне скорочення витрат на логістику, оперативне планування оптимальних маршрутів, контроль за виконанням замовлень та доставку. Модульність

системи дає змогу впроваджувати її в будь-яких фірмах, сфера діяльності яких включає в себе перевезення вантажів і товарів, причому незалежно від того, користується компанія власним чи найманим транспортом. При роботі на автоматизованому робочому місці планування й супроводу рейсів логіст і/або диспетчер може контролювати розподіл вантажів по автотранспорту, виконання замовлень на доставку, як у дорозі, так і після прибуття транспорту на склад з використанням систем GPS-моніторингу. До складу "БІТ: Управління транспортною логістикою" входять модулі "Місцева доставка", "Автоматичне планування рейсів" (поставляється тільки в сукупності з модулем "Місцева доставка"), "GPS моніторинг".

Переваги використання "БІТ: Управління транспортною логістикою" полягають у такому: можливість інтеграції в будь-яку облікову систему (повна інтеграція в системи на платформі "1С: Підприємство 8.1"; інтеграція з іншими системами за допомогою обміну даними); відкритий код (можливість самостійної модифікації під конкретні потреби); регулярні безкоштовні оновлення (реалізація нових можливостей); унікальний модуль автоматичного планування рейсів (заснований на генетичному алгоритмі оптимізації); модульність структури (можливість купувати тільки необхідні модулі, не переплачуючи за зайвий функціонал); масштабованість системи (можливість докуповувати необхідні модулі та збільшувати кількість користувачів за розвиток бізнесу); можливість вибору з трьох геоінформаційних систем (карти фірми "Інгіт" – геокодування, розрахунок маршрутів, відображення; карти фірми "CityGuide" – геокодування, розрахунок маршрутів, відображення, вбудований класифікатор, щоденне автоматичне оновлення дорожньої ситуації; карти Google – тільки відображення); реалізована ідеологія бізнес-процесів (налагодження системи під свій бізнес-процес натисненням однієї кнопки); широкі можливості аналізу ефективності логістичного підрозділу та/або фірми в цілому (залежно від роду діяльності).

Програмна платформа interLogistics дає змогу створювати інформаційні системи, які автоматизують усю інформаційно-технологічну діяльність компаній, що беруть участь у процесах організації перевезень. Вона побудована за модульним принципом, кожен модуль реалізує власний набір функцій [6]. Основна бізнес-логіка реалізована на стороні сервера, функціональні можливості інформаційної системи можуть нарощуватися за рахунок розробки нових модулів, при цьому немає необхідності змінювати роботу існуючих модулів.

Проведене дослідження існуючих систем управління транспортною логістикою доводить, що основними їх недоліками є склад-

ність, яка вимагає додаткових навичок і знань від користувача, додаткових витрат на впровадження та обслуговування для середніх і малих підприємств, абонентську плату на користування та оновлення. Тому моделювання й розробка експериментальної автоматизованої системи управління логістичними процесами на підприємстві дасть змогу чітко врахувати всі особливості цих процесів у питаннях оптимізації витрат і є актуальною.

Зазначимо, що об'єктом вивчення логістики є матеріальні й відповідні їм фінансові та інформаційні потоки. Ці потоки на своєму шляху від первинного джерела сировини до кінцевого споживача проходять різні виробничі, транспортні, складські ланки. При традиційному підході завдання з управління матеріальними потоками в кожній ланці, вирішуються, значною мірою, відокремлено. Окремі ланки являють собою при цьому так звані закриті системи, ізольовані від систем своїх партнерів технічно, технологічно, економічно й методологічно. Управління господарськими процесами в межах закритих систем здійснюється за допомогою загальновідомих методів планування та управління виробничими й економічними системами. Ці методи продовжують застосовуватися і при логістичному підході до управління матеріальними потоками. Проте перехід від ізольованої розробки значною мірою самостійних систем до інтегрованих логістичних систем вимагає розширення методологічної бази управління матеріальними потоками.

До основних методів, що використовуються для вирішення наукових і практичних завдань у галузі логістики, слід віднести методи системного аналізу, теорії дослідження операцій, кібернетичний підхід і прогностику. Їх застосування дає змогу прогнозувати матеріальні потоки, створювати інтегровані системи управління та контролю за їх рухом, розробляти системи логістичного обслуговування, оптимізувати запаси й вирішувати ряд інших завдань.

До виникнення логістично організованих систем прийняття рішень з питань управління матеріальними потоками значною мірою ґрунтувалося на інтуїції кваліфікованих постачальників, збутовиків, транспортників. Розвиваючи методологічний апарат, сучасна логістика, поряд з розробкою й використанням формалізованих методів прийняття рішень, вишукує можливості широкого застосування досвіду названої категорії професіоналів. Із цією метою розробляються так звані системи експертної комп'ютерної підтримки (експертні системи), що дають змогу персоналу, який не має глибокої підготовки в логістиці, приймати швидкі й досить ефективні рішення.

Широке застосування в логістиці набувають різні методи моделювання, тобто дослідження логістичних систем і процесів шляхом побудови та вивчення їх моделей. При

цьому під логістичною моделлю розуміють будь-який образ, абстрактний чи матеріальний, логістичного процесу або логістичної системи, який використовується як їх прототип.

Суттєвою характеристикою будь-якої моделі є ступінь відповідності моделі модельованому об'єкту. За цією ознакою всі моделі можна поділити на ізоморфні й гомоморфні (рис. 1).

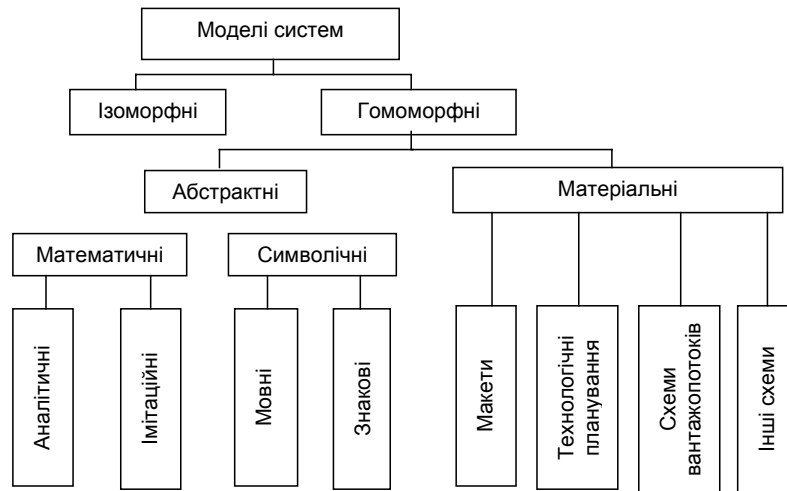


Рис. 1. Класифікація логістичних моделей

Ізоморфні моделі – це моделі, що включають усі характеристики об'єкта-оригіналу та здатні, по суті, замінити його. Якщо можна створити та спостерігати ізоморфну модель, то наші знання про реальний об'єкт будуть точними. У цьому випадку ми зможемо точно передбачити поведінку об'єкта.

В основі гомоморфних моделей лежить неповна, часткова відповідність моделі досліджуваному об'єкту. При цьому деякі сторони функціонування реального об'єкта не моделюються зовсім. У результаті спрощується побудова моделі та інтерпретація результатів дослідження. При моделюванні логістичних систем абсолютна подібність не має місця [2, с. 43].

Наступною ознакою класифікації є матеріальність моделі. Відповідно до цієї ознаки всі моделі можна поділити на матеріальні й абстрактні.

Матеріальні моделі відтворюють основні геометричні, фізичні, динамічні та функціональні характеристики досліджуваного явища або об'єкта. До цієї категорії належать, зокрема, зменшені макети підприємств оптової торгівлі, що дають змогу вирішити питання оптимального розміщення обладнання та організації вантажних потоків.

Абстрактне моделювання нерідко є єдиним способом моделювання в логістиці. Його поділяють на символічне та математичне.

До символічних моделей належать мовні та знакові. Мовні моделі – це словесні моделі, в основі яких лежить набір слів (словник), очищених від неоднозначності. Цей словник називають “тезаурус”, де кожному слову може відповідати лише єдине поняття, тоді як у звичайному словнику одному слову можуть відповідати кілька понять.

Якщо ввести умовне позначення окремих понять, тобто знаки, а також домовитися

про операції між цими знаками, то можна дати символічний опис логістичного об'єкта у вигляді знакової моделі.

Математичним моделюванням називають процес встановлення відповідності даному реальному об'єкту деякого математичного об'єкта. Активне використання математичного апарату в логістиці ґрунтується на оволодінні необхідною базою математичних знань. Математичні теореми й докази являють собою суворі логічні міркування, що не допускають множинного трактування. Математичний апарат також вміщує силу логічних побудов й умовиводів, що надає можливість удосконалювати методику досліджень складних логістичних процесів, які мають місце на підприємстві. У логістиці широко застосовують два види математичного моделювання: аналітичне та імітаційне.

Аналітичне моделювання – це математичний прийом дослідження логістичних систем, що дає змогу отримувати точні рішення. Аналітичне моделювання здійснюють у такій послідовності етапів.

1. Формування математичних законів, що пов'язують об'єкти логістичної системи. Запис цих законів у вигляді деяких функціональних співвідношень (алгебраїчних, диференціальних тощо).

2. Розв'язання рівнянь, отримання теоретичних результатів.

3. Зіставлення отриманих теоретичних результатів з практичними (перевірка на адекватність).

Найбільш повне дослідження процесу функціонування логістичної системи можна провести, якщо відомі явні залежності, що пов'язують шукані характеристики з початковими умовами, параметрами й змінними системи. Однак такі залежності вдається

отримати тільки для порівняно простих логістичних систем. При ускладненні цих систем, їх дослідження аналітичними методами нашоветується на певні труднощі, що є істотним недоліком методу. У цьому разі, щоб використовувати аналітичний метод, необхідно суттєво спростити первинну модель, щоб мати можливість вивчити хоча б загальні властивості логістичної системи.

До переваг аналітичного моделювання належить велика сила узагальнення й можливість багаторазового використання.

Іншим видом математичного моделювання є імітаційне моделювання.

Як уже зазначалося, логістичні системи функціонують в умовах невизначеності навколишнього середовища. При управлінні матеріальними потоками слід враховувати фактори, багато з яких мають випадковий характер. У цих умовах створення аналітичної моделі, яка встановлює чіткі кількісні співвідношення між різними складовими логістичних процесів, може виявитися або неможливим, або занадто дорогим.

При імітаційному моделюванні закономірності, що визначають характер кількісних відношень усередині логістичних процесів, залишаються невідомими. У цьому плані логістичний процес залишається для експериментатора "чорним ящиком", але можуть бути реалізовані такі цілі: а) зрозуміти поведінку логістичної системи; б) вибрати стратегію, що забезпечує найбільш ефективне функціонування логістичної системи.

Умови, за яких рекомендовано застосовувати імітаційне моделювання логістичної системи, такі:

1) не існує закінченої математичної постановки цієї логістичної задачі, або ще не розроблені аналітичні методи розв'язання сформульованої математичної моделі;

2) аналітичні моделі існують, але логістичні процедури настільки складні й трудомісткі, що імітаційне моделювання дає більш простий спосіб розв'язання логістичної задачі;

3) аналітичні розв'язки існують, але їх реалізація неможлива через недостатню математичну підготовку наявного персоналу.

Таким чином, основною перевагою імітаційного моделювання є те, що ці моделі дають змогу досить просто враховувати випадкові впливи та інші фактори, які створюють труднощі при аналітичному дослідженні логістичних процесів. При імітаційному моделюванні відтворюється процес функціонування системи в часі. Причому імітуються елементарні явища, які становлять процес зі збереженням їх логічної структури й послідовності протікання в часі.

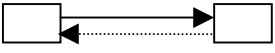
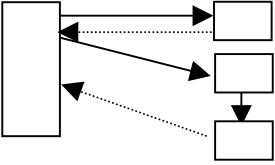
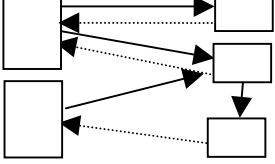
Імітаційне моделювання має ряд істотних недоліків. Наприклад, дослідження за допомогою цього методу є витратним, оскільки для побудови моделі й експериментування над нею необхідний висококваліфікований спеціаліст-програміст, велика кількість машинного часу, адже метод ґрунтується на статистичних випробуваннях і вимагає численних прогонів програми. Крім того, існує велика можливість помилкової імітації. Процеси в логістичних системах мають імовірнісний характер і піддаються моделюванню тільки при введенні певних припущень.

Дослідження, проведені в цьому напрямі, показали, що при вирішенні завдань з оперативного планування вантажних перевезень основними економіко-математичними моделями є моделі транспортної задачі і задач маршрутизації. Розвиток систем доставки вантажів показує, що подальша інтенсифікація процесу перевезення можлива тільки за рахунок упровадження принципу фіксованого часу доставки вантажів споживачам, тобто застосування логістичного принципу "якраз вчасно". Аналіз організації транспортного процесу на промислових підприємствах виявив можливість використання трьох основних схем (табл. 1) [4, с. 181].

Перша схема організації перевезень, найбільш проста з погляду планування, "один-до-одного" і не вимагає від автотранспортного підприємства рішення ні транспортної задачі, ні завдання маршрутизації.

Таблиця 1

Схеми організації перевізного процесу

Умовна назва схеми	Схема транспортного процесу
1. Один-до-одного	
2. Один-до-багатьох	
3. Багато-до-багатьох	

Планування діяльності автотранспортного підприємства в разі організації перевезення за схемою 2 ("один-до-багатьох") вимагає розв'язання задачі маршрутизації, яка включає в себе:

- задача "ув'язки" поїздок, якщо між вантажовідправниками й вантажоодержувачами перевезення здійснюється тільки за маятниковими маршрутами;
- задача комівояжера, якщо між вантажовідправниками й вантажоодержувачами перевезення здійснюється за розвізними (збірними або збірно-розвізними) маршрутами;
- двох названих вище типів задач, якщо при організації перевізного процесу використовують як маятникові, так і розвізні (збірні або збірно-розвізні) маршрути.

При організації руху за схемою "багато-до-багатьох" потрібно на першому етапі розв'язати транспортну задачу, потім задачу маршрутизації (другий етап). Враховуючи можливі варіанти схеми організації руху автомобіля на маршруті та часові обмеження, що накладаються на перевезення, загальний алгоритм планування на автотранспортному підприємстві можна подати у вигляді схеми (рис. 2). У блоці 1 формується база даних, що включає відомості про транспортні засоби, про вантажовідправників і вантажоодержувачів, про обмеження, що накладаються, витрати на пере-

міщення тощо. На основі отриманої інформації визначається схема організації перевезень. У блоці 2 перевіряється умова використання при перевезенні вантажу схеми "багато-до-багатьох". Якщо умова виконується, то вирішується транспортна задача. Економіко-математична модель класичної транспортної задачі в загальному вигляді має вигляд [4, с. 182]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i \quad (i = \overline{1, n}), \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, m}), \quad (5)$$

$$\forall x_{ij} \geq 0, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j, \quad (7)$$

де i – кількість постачальників;

j – кількість споживачів;

a_i – обмеження за пропозицією;

b_j – обмеження за попитом;

c_{ij} – елементи цільової функції;

x_{ij} – обсяг вантажу між i -тою та j -тою точками.



Рис. 2. Загальний алгоритм планування вантажних автоперевезень

Критерієм оптимальності в транспортній задачі можуть виступати мінімум транспортної роботи в тонно-кілометрах, витрати часу або вартість перевезення.

У блоці 4 визначається, за якими маршрутами – маятниковим або розвізним (збірним або збірно-розвізним) – буде перевозитися вантаж від кожного відправника до одержувачів, закріпленими за ним після розв'язання транспортної задачі. У блоці 5 перевіряється умова використання при перевезенні вантажу схеми “один-до-одного”. Якщо умова не виконується, то перевезення між вантажовідправниками і вантажоодержувачами здійснюється за схемою 2 (“один-до-багатьох”), при якій потрібно розв'язувати задачу маршрутизації.

Математична постановка задачі залежить від типу маршруту, яким перевозяться вантажі. Нехай число пунктів, пов'язаних між собою автомобільними дорогами, дорівнює n і c_{ij} – відстань від пункту i до пункту j , $i, j = \overline{0,1}$, де значення 0 відповідає базовому

пункту. У кожному пункті з номером $\overline{1,n}$ автомобіль повинен побувати рівно один раз, і після розвезення всіх вантажів йому необхідно повернутися в базовий пункт. Задача полягає у визначенні порядку відвідування

автомобілем пунктів з номерами $\overline{1,n}$ так, щоб сумарна відстань, яку проходить автомобіль, була мінімальною.

Для математичного формулювання розглянутої задачі вводяться змінні x_{ij} , які можуть набувати таких значень:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо автомобіль з пункту з номером} \\ & i \text{ переїжджає до пункту з номером } j; \\ 0, & \text{в іншому випадку,} \end{cases}$$

де $i, j = \overline{0,n}$, $i \neq j$.

Наступна система співвідношень утворює математичну модель й відображає закономірність функціонування системи розвезення вантажів по n пунктах з базового пункту:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1,n}, \quad i \neq j; \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1,n}, \quad j \neq i; \quad (9)$$

$$U_i - U_j + n \cdot x_{ij} \leq n - 1, \quad i = \overline{1,n}, \quad j \neq i, \quad (10)$$

де U_i та U_j – довільні значення.

Умови (8), (9) виключають цикли (петлі) на маршруті, оскільки приїзд автомобіля в кожен пункт і виїзд з кожного пункту відбувається рівно один раз. Умова (10) не допускає розщеплення замкнутого з $n+1$ ланок маршруту автомобіля на кілька замкнутих

маршрутів меншого числа ланок. Як цільова функція у розглянутій задачі виступає довжина маршруту автомобіля, яка підлягає мінімізації:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (11)$$

Як цільову функцію можна розглядати не тільки довжину маршруту, а й пов'язані з нею економічні показники. Наприклад, витрати на перевезення, а також показники якості обслуговування (час доставки вантажів).

Сформульована задача відома як задача комівояжера. Існує безліч математичних методів, що дають змогу знайти як точний, так і наближений розв'язок поставленого завдання. Серед методів, що дають точний розв'язок, найбільшого поширення набув метод “гілок і меж”.

Наближений метод Кларка-Райта для розв'язання задачі комівояжера заснований на понятті “вигоди”, яка з'являється від об'єднання двох маятникових маршрутів в один кільцевий. Використання цього методу дає можливість урахувати розташування автотранспортного підприємства.

Складений маршрут не враховує випадкового характеру складових перевізних процесу; їх кількісна оцінка може бути отримана з використанням моделювання (блок 7).

Для внутрішнього міського перевезення необхідно визначити час на рух автомобіля з вантажем (t_{bi}) та без вантажу (t_{xi}) на i -тій ділянці; час на завантаження у j -того постачальника (t_{nj}) та на розвантаження у l -того споживача (t_{pl}), що відповідно включають час очікування навантаження й розвантаження. Сума всіх складових становить час у наряді (T_n):

$$T_n = \sum t_{nj} + \sum t_{bi} + \sum t_{pl} + \sum t_{xi}. \quad (12)$$

Логістичний підхід до моделювання часу на виконання транспортних послуг вимагає ув'язки роботи автомобільного транспорту з режимом роботи постачальників і споживачів вантажу, тобто необхідно враховувати час початку і закінчення обідніх (технологічних) перерв у роботі клієнтів. Тому формула (12) має бути відкоригована й подана у вигляді:

$$T_n = \sum t_{nj} + \sum t_{bi} + \sum t_{pl} + \sum t_x + \sum \eta_j + \sum \psi_l, \quad (13)$$

де η_j – випадкова складова, що враховує обідні (технологічні) перерви j -того постачальника;

ψ_l – випадкова складова, що враховує обідні (технологічні) перерви l -того споживача.

Включення складових η_j і ψ_l зумовлено можливими перетинами, частковими накладками складових перевізних процесу та часу обідніх (технологічних) перерв постачальника чи споживача. Так, наприклад, завантаження автомобіля в постачальника не

буде виконуватися, якщо на момент прибуття час, що залишився до обіду, менше від самого часу завантаження або якщо автомобіль прибув під час обідньої перерви. Аналогічні простой, пов'язані з технологічними (обідніми) перервами, можуть виникнути й у пункті розвантаження.

При міжнародних перевезеннях загальний час перебування автомобіля в рейсі визначається за такою формулою [4, с. 65]:

$$T_o = \sum_{i=1}^A t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^B \tau_j + \sum_{k=1}^C \Theta_k, \quad (14)$$

де $t_{i,i+1}$ – час руху між i -м та $(i+1)$ -м пунктами;

τ_j – час оформлення митних документів

у j -тому пункті;

Θ_k – час завантаження, розвантаження та складування в k -тому пункті;

A, B, C – кількість ділянок руху автомобіля, пунктів митного оформлення та пунктів завантаження-розвантаження відповідно.

Формула (14) для розрахунку часу рейсу не враховує специфіки міжнародних перевезень: по-перше, обмеження режиму праці та відпочинку водія або екіпажу згідно з європейськими стандартами; по-друге, заборони (або обмеження) на рух великовантажних автомобілів по території деяких європейських країн у вихідні та святкові дні; по-третє, необхідність проведення ремонтно-профілактичних робіт. Таким чином, формула (14) для загальної тривалості рейсу повинна бути відкоригована з урахуванням вищевказаних факторів і подана у вигляді:

$$T_o = \sum_{i=1}^A t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^B \tau_j + \sum_{k=1}^C \Theta_k + \sum_{l=1}^D \varphi_l + \sum_{m=1}^E \psi_m + \sum_{n=1}^F \eta_n, \quad (15)$$

де φ_l – випадкова складова, що відображає збільшення часу рейсу для проведення ремонтно-профілактичних робіт та з інших причин;

ψ_m – випадкова складова, що відображає обмеження, пов'язані з європейськими стандартами;

η_n – випадкова складова, що відображає заборони на рух великовантажних автомобілів;

D, E, F – відповідно кількість випадків простою автомобіля з урахуванням зазначених факторів.

Розраховане значення часу рейсу дає змогу визначити гарантований термін доставки вантажу споживачеві. Кількість часових складових, що включаються під час рейсу, зростає при інтермодальних або змішаних перевезеннях. У цьому разі вимога до дотримання строків перевезення продиктована не тільки клієнтом, а й специфікою організації такого перевезення (наприклад, запізнення на пором призводить до незапланованих багатогодинних простоїв).

Особливістю розрахунку часу рейсу в наряді за формулами (13) і (15) є обмеження, які пов'язані з європейськими стандартами, режимом роботи складів тощо, і випадковий характер часових складових перевізного процесу.

У блоці 8 наведеного алгоритму визначено співвідношення змодельованих значень часу перебування автомобіля в рейсі з вимогами клієнтів за термінами доставки вантажу. Якщо умова не виконується, то потрібно відкоригувати маршрут, час роботи складів, вантажопідйомність рухомого складу на цьому маршруті й знову змодельовати час руху.

Експериментальна автоматизована система управління логістичними процесами реалізована на базі Visual Basic. NET – найсучаснішої мови програмування (рис. 3–4).

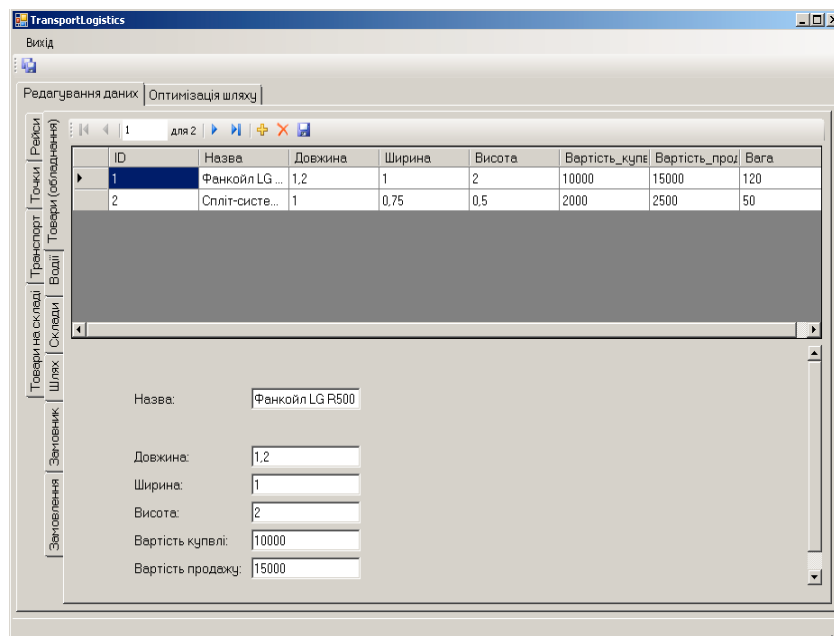


Рис. 3. Діалогове вікно "Редагування даних"

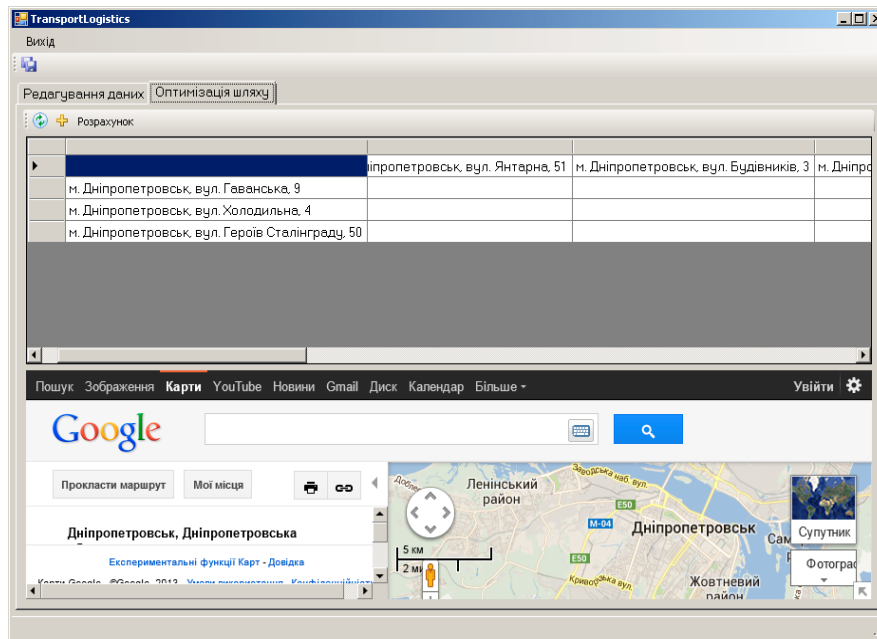


Рис. 4. Діалогове вікно “Оптимізація шляху”

Станом на початок 2013 р. новою є версія VB.NET 2012 [7]. Працює ця мова на базі .NET-фреймворку (за допомогою CLR), для роботи з яким також розроблена мова програмування C# (до 2005 р. існувала мова J#, а з 2010 р. додана мова F#). VB.NET є об'єктно-орієнтованою мовою, у якій підтримуються всі основні принципи ООП, за винятком множинного успадкування. Усі керовані мови платформи NET Framework, такі як Visual Basic і C#, забезпечують повну підтримку об'єктно-орієнтованого програмування, включаючи інкапсуляцію, успадкування й поліморфізм. Програма Visual Basic.NET побудована із стандартних блоків. Вихідний файл містить у собі визначення й реалізацію класів, структур, модулів та інтерфейсів.

IV. Висновки

Запропонована ієрархія моделей формує єдиний підхід до формалізації методів розв'язання задач транспортної логістики та теорії організації перевезень; охоплює основні типи транспортних задач стосовно автомобільних перевезень у просторі (розподільна задача, маршрутизація) і в часі; дає змогу здійснити трирівневу оптимізацію в міру редукування кількості розглянутих об'єктів (постачальники, споживачі) і послідовного включення додаткових факторів, пов'язаних з конкретними маршрутами перевезень.

Головними перевагами експериментальної автоматизованої системи управління логістичними процесами на підприємстві є гнучка система регулювання, оптимізація доставки й транспортування устаткування споживачеві і (або) між регіональними складами, в тому числі оптимальному заванта-

женні/вивантаженні обладнання та витратних матеріалів, можливість контролю. Грамотна організація цих процесів дає змогу зменшити час простою обладнання та транспорту, оптимально розподілити завантаження транспортних засобів, максимально збільшити швидкість доставки, а отже, встановлення, пуску і налагодження устаткування. Все це зумовлює можливість економії трудових ресурсів, часу й сировини.

Список використаної літератури

1. БІТ: Управління транспортною логістикою [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.1cbit.ru/1csoft/index.php?SECTION_ID=622.
2. Гаджинский А. М. Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А. М. Гаджинский. – 2-е изд. – Москва: Информационно-внедренческий центр “Маркетинг”, 1999. – 228 с.
3. Галактика. Управление предприятием [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.galaktika.ru>.
4. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики / В. С. Лукинский. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – 448 с.
5. Система SAP R/3 с модулем “Логистика” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sap.com>.
6. Програмна платформа interLogistics. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.integprog.ru>.
7. Visual Basic.NET [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ru.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic_NET.

Стаття надійшла до редакції 13.06.2014.

Бандорина Л. Н., Лозовская Л. И. Анализ механизма функционирования транспортно-логистических систем

Рассматривая возможность практического использования систем управления логистическими процессами на украинских предприятиях, необходимо уделять внимание не столько богатому функционалу программного обеспечения, которое реализует методологию систем данного класса, сколько пониманию и правильной оценке предприятиями возможностей таких систем и эффективности их использования в управлении производством. Проведенный в статье анализ механизма функционирования транспортно-логистических систем дает основания для более обоснованного и систематизированного подхода к моделированию логистических процессов на предприятии и ускорения решения задач четкого и бесперебойного выполнения всех логистических функций.

Ключевые слова: транспортно-логистическая система, информационная система, предприятие, классификация логистических моделей, алгоритм планирования грузовых перевозок, маршрут.

Bandorina L., Lozovskaya L. Analysis of the Mechanism of Transportation and Logistics Systems

When the possibility of practical employment of logistics management systems is considered for Ukrainian companies, the emphasis should be placed not on the rich capabilities of the software in question rather than on the understanding and correct assessment of the scope of such systems as well as their effectiveness for production management. This article comprises an analysis of transport and logistics systems operation which gives ground to more deep and systematic approach to logistics modeling in companies and a quicker solution for clear and smooth performance of all logistics activities.

Transport logistics (a delivery system to move items from one location to another via the optimal route) is one of the most important parts of the enterprise logistics, therefore appropriate infrastructure and technical means are crucial for its clear operation. The transport logistics infrastructure includes: transport routes for all types of transport; transport hubs, buildings, installations, and their equipment which allow stockpiling and storage of goods; devices and means for processing and transmission of information together with corresponding software. The infrastructure must ensure clear and smooth performance of logistics operations.

Proposed hierarchy of models provides a unified approach to formalizing the methods for solving the problems of transport logistics and transportation management theory; the hierarchy is able to cover the principal types of problems in road transport in both time and range domains; it also allows implementing a three-level optimization by reducing the number of considered objects (producers and consumers) and by gradual engagement of additional factors related to the specifics of the transportation routes. Main advantages of the experimental automated logistic process management system are flexible control system, optimization of shipping of the equipment to customers and/or hauling it between regional warehouses, including the optimization of loading/unloading of the equipment and consumables, and the possibility of control. Efficient management of these processes allows to reduce the downtime of the vehicles and the equipment, to balance the load between vehicles in an optimal way, to increase the delivery speed (and thus the speed of installation and commissioning) of the equipment as much as possible. All this makes possible to save labor, time, and materials.

Key words: transport and logistics system, information system, enterprise, the classification of logistic models, the scheduling algorithm freight, route.