

УДК 3.33.338

**І.В.Пержан,**

Кременчуцький університет економіки, інформаційних технологій  
і управління, м. Кременчук

## **ОПИС І ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У СУЧАСНІЙ ЛОГІСТИЦІ**

У статті увага приділяється побудові оптимальної моделі транспортного забезпечення, яка найбільш прийнятна для великої компанії.

В данной работе внимание уделяется построению оптимальной структуры модели транспортного обеспечения, которая наиболее соответственна крупной компании.

In the given work the great attention is given to construction of optimum model of transport maintenance which is most comprehensible to the large company.

*Ключові слова:* аутсорсинг, логістика, логістичні процеси, комівояжер.

Оптимізація логістичних процесів у сучасних компаніях йде двома шляхами: одні розвивають ці процеси самостійно, інші звертаються до аутсорсингу. Це два принципово різних шляхи розвитку, вибір на користь одного з них кожна компанія робить, виходячи з своїх можливостей і стратегії на ринку. Які основні вигоди отримує компанія, якщо вона розвиває власну логістичну службу і якщо віддає всю логістику на аутсорсинг? [2,с.21].

Вибір на користь самостійності, по-перше, означає значну економію на витратах (хоч це і приводить до суперечності самому поняттю аутсорсингу). Проте тут слід обмовитися: компанія повинна мати в своєму розпорядженні значний обсяг вільних засобів для інвестування в непрофільну інфраструктуру (наприклад, будівництво сучасного логістичного комплексу площею 10 тис. м<sup>2</sup> коштує приблизно \$5-10 млн. залежно від місця розташування і типів устаткування), бути готовою до значного збільшення кількості персоналу і пов'язаних з цим чинником проблем, бути готовою ефективно управляти бізнес-процесами в непрофільній для себе галузі [3].

По-друге, компанія накопичує безцінний досвід у новій для себе галузі й отримує додаткові ступені незалежності від зовнішніх постачальників послуг. Наявність власної логістичної інфраструктури також підвищує капіталізацію бізнесу. Власна логістика дозволить надавати клієнтам сервіс, що персоналізується (у випадку з аутсорсингом можна отримувати якісний, але стандартизований сервіс). І нарешті, улюблена багатьма можливість з часом диверсифікувати бізнес. Не таємниця, що багато компаній спочатку будували складські комплекси, що перевершували їх потреби, з розрахунку на майбутнє зростання бізнесу, проте бізнес ріс не такими темпами, і тут з'ясовувалося, що можна успішно надавати логістичні послуги стороннім компаніям і заробляти додаткові гроші [3].

Передаючи свої логістичні процеси в управління професійному логістичному провайдеріві, компанії у низці випадків мають економію на

витратах і раціональний розподіл ресурсів підприємства (наприклад, інвестування тих же \$10 млн. у відкриття нових торгових об'єктів, вихід на нові ринки тощо), а також можливість концентрації на власному бізнесі [3].

Важливим чинником є гарантована відсутність втрат. Всі проблеми, пов'язані з втратою товарів внаслідок кримінальної дії, нещасних випадків, стихійних лих тощо, є проблемою провайдера, який, у свою чергу, перекладає ці витрати на свою страхову компанію.

Достатньо складно провести чітку межу, коли компанії вигідніше займатися логістикою самостійно, а коли краще повністю передати цю складову бізнесу на аутсорсинг. Відповідно рішення про те, який шлях вибрати, приймається на підставі економічної доцільності. Якщо при порівняльному аналізі витрат якийсь з варіантів виявляється дешевшим і перспективнішим, цей варіант і слід вибрати [3].

Поки основними піонерами процесу передачі логістичних функцій на сторону, як правило, виступають західні компанії, які вже достатньо давно усвідомили всі переваги аутсорсингу ще на "домашніх" ринках.

Одна частина великих компаній передає або розглядає можливість передачі своїх логістичних процесів на аутсорсинг стороннім компаніям, що спеціалізуються на логістиці. Інша частина розвиває свої власні логістичні проекти. І ті та інші компанії досягли сильних позицій на своїх ринках, що підтверджує право на існування обох моделей. Проте в цій статті ми розглянемо шляхи оптимізації логістичних процесів шляхом розвитку власної інфраструктури.[3]

Для ефективного керування логістичними процесами необхідно вирішити такі питання:

1) упорядковувати інформаційно-аналітичне забезпечення процесу управління;

2) покращити точність, оперативність і глибину економічних розрахунків (при одночасному зниженні їх трудомісткості);

3) вирішувати такі складні завдання, що їх рішення іншими методами або принципово неможливе, або вимагає значних ресурсів. (Прикладом такого завдання може служити оцінка продуктивності складної виробничої системи (на стадії її проектування або модернізації) шляхом імітаційного моделювання процесу її функціонування).

Досвід практичного застосування ЕММ у проектних рішеннях охоплює такі завдання, як: [1,с.12]

1) оптимізація товаропровідних мереж;

2) управління складськими запасами;

3) виробниче і бюджетно-фінансове планування;

4) календарне планування.

При рішенні цих і інших практичних завдань було розроблено кілька універсальних інструментів моделювання та аналізу складних процесів і

систем, зокрема:

1) модуль аналізу чутливості для MS Excel (дозволяє аналізувати ступінь і характер впливу коливань вхідних параметрів модельованої системи на її поведінку в умовах невизначеності);

2) модуль імітаційного моделювання (дозволяє моделювати функціонування різних складних систем на ЕОМ з використанням методу Монте-Карло).

Крім того, на базі широкого проектного досвіду й аналізу проблем транспортного забезпечення найбільших компаній був створений спеціалізований програмний продукт – Програма оптимізації транспортних потоків, обговоренню якої і присвячена остання частина цієї статті.

*Програма оптимізації транспортних потоків.* Не підлягає сумніву, що побудова оптимальної моделі транспортного забезпечення великої компанії є комплексним завданням, що вимагає:

1) глибокої перебудови системи ціноутворення і мотивації постачальників транспортних послуг (традиційно заснованою на машино-годиннику та тонно-кілометрах і не орієнтованою на результат і якість послуг);

2) вибудовування адекватної системи обліку, планування, управління і контролю транспортно-логістичних процесів;

3) застосування ефективних логістичних схем виконання робіт (тобто оптимізації розподілу і маршрутів руху транспортних засобів, а також розміщення відповідних об'єктів інфраструктури). Як показує досвід, актуальність використання ефективних транспортно-логістичних схем виникає лише у міру вибудовування адекватної системи ціноутворення, обліку і контролю, що підкреслює комплексний характер даної проблематики.

Тоді як рішення перших двох груп проблем лежить у площині організаційних перетворень і налагодження ефективної системи інформаційного забезпечення, то оптимізація транспортних потоків припускає застосування спеціальних математичних алгоритмів, які, – разом з відповідними інтерфейсами користувача – і лежать в основі описуваної нижче Програми оптимізації транспортних потоків [6].

*Основні характеристики і функції.* Програма оптимізації транспортних потоків (далі - Програма) може бути використана для вирішення таких завдань:

1) створення і ведення бази даних по структурі мережі автомобільних доріг у масштабах міста, області або зони функціонування великої виробничої компанії;

2) побудова оптимальних маршрутів руху транспорту між будь-якими двома заданими пунктами (розрахунок транспортних плечей);

3) автоматична генерація маршрутних листів;

4) побудова оптимальних маршрутів об'їзду декількох заданих пунктів з

поверненням у початковий пункт («завдання комівояжера»);

5) оптимізація розподілу транспортних засобів і спецтехніки по обслуговуваних об'єктах;

6) оптимізація процесу руху бригад обслуговування по територіально розподілених обслуговуваних об'єктах;

7) оптимізація закріплення виробничих об'єктів за обслуговуючими їх підрозділами (бригадами, ланками, цехами і т.д.);

8) оптимізація розміщення складів, баз та інших об'єктів матеріально-технічного забезпечення і обслуговування [5].

Інтерфейс користувача і база даних Програми реалізовані в середовищі MS Excel, так що для її практичного застосування достатньо елементарних навиків роботи з електронними таблицями Excel. За необхідності база даних може бути перенесена на іншу платформу (наприклад, MS Access).

Основні обчислювальні процедури (алгоритми) Програми реалізовані на MS FORTRAN PowerStation 4.0 у вигляді окремої (динамічно завантажуваної) бібліотеки, що забезпечує їм необхідну швидкодію.

Далі вищеперелічені функції Програми розглядаються детальніше.

*Ведення бази даних.* Програма включає необхідні засоби заповнення і ведення спеціальної бази даних по об'єктах заданої транспортної мережі і відстанях між ними, а також по таких характеристиках транспортної мережі, як обмеження по вазі і габаритах транспорту. База даних створюється і ведеться в окремій робочій книзі MS Excel.

*Розрахунок транспортних плечей.* За наявності необхідних даних Програма забезпечує побудову маршруту мінімальної протяжності між будь-якими двома пунктами транспортної мережі, що задовольняє обмеженням по вазі і габаритам транспорту. Схема оптимального маршруту виводиться в окрему таблицю Excel з вказівкою протяжності і часу руху як по всьому маршруту, так і на окремих його ділянках.

*Генерація і зберігання маршрутних листів.* Разом з оптимізацією транспортних плечей (тобто маршрутів руху транспорту між двома заданими пунктами), у функції Програми входить також складання складних маршрутів, що передбачають об'їзд відразу декількох пунктів з навантажувально-розвантажувальними роботами і, можливо, іншими технологічними операціями в кожному з них. Графіки руху (маршрутні листи), що складаються таким чином, можуть зберігатися в базі даних (у спеціальному реєстрі маршрутних листів).

*Пошук замкнутих маршрутів (завдання комівояжера).* «Завдання комівояжера» полягає у визначенні черговості об'їзду заданих пунктів транспортної мережі (з поверненням у початковий пункт), що мінімізує сумарну протяжність отриманого замкнутого маршруту (при заданих обмеженнях на вагу і габарити транспортного засобу). Рішення завдання комівояжера (тобто схема оптимального маршруту) виводиться Програмою

на окремий лист Excel.

Ця функція Програми може бути використана для оптимізації маршрутів: розвезення матеріально-технічних ресурсів або людей по об'єктах доставки; об'їзду обслуговуваних об'єктів.

*Розподіл транспортних засобів і спецтехніки.* Завдання розподілу транспортних засобів і спецтехніки реалізоване в наступній постановці. Є декілька одиниць транспортних засобів або спецтехніка однієї марки, якій належить виконати певний обсяг робіт (це може бути завезення/вивіз матеріально-технічних ресурсів або інші технологічні операції, що вимагають прибуття техніки на обслуговувані об'єкти). Для кожного з транспортних засобів задається час і місце виходу на маршрут, а для кожної з обслуговуваних об'єктів - час і тривалість операцій, які повинні бути виконані на цьому об'єкті, а також максимально допустима затримка виконання кожній з операцій. Крім того, задаються характеристики транспортних засобів (максимальна загальна вага, габарити, середня швидкість руху), а також кілька вартісних параметрів: транспортні витрати (вартість 1-ої машино-години пробігу і простою техніки) і вартість 1-ої години затримки виконання операції (для простоти передбачається, що остання величина однакова для всіх операцій). Програма складає графік руху техніки по обслуговуваних об'єктах, мінімізуючи сукупні транспортні витрати і витрати невчасного обслуговування.

*Управління рухом бригад обслуговування по обслуговуваних об'єктах.* Завдання оптимізації процесу руху бригад обслуговування по обслуговуваних об'єктах реалізоване в наступній постановці. Є декілька недіючих виробничих об'єктів, кожний з яких для відновлення функціонування потребує певного обслуговування (скажімо, в капітальному або поточному ремонті). При цьому передбачається, що кожен об'єкт проводить деяку продукцію або послуги, й упущена вигода від його простою (яка враховується при оптимізації процесу обслуговування) вимірюється вартістю втрат цієї продукції (послуг). Далі обслуговування виробничих об'єктів (тобто виконання відповідних видів робіт) здійснюється спеціальними бригадами обслуговування, яким для цього доводиться переїздити від одного обслуговуваного об'єкта до іншого. Тривалість і питома вартість (бригадо-години) виконання кожного виду робіт передбачаються відомими. Дана процедура оптимізації складає графік руху бригад і виконання робіт, що мінімізує сумарні витрати на переїзди бригад, виробництво робіт і втрати продукції (унаслідок простою обслуговуваних об'єктів) [4].

*Закріплення об'єктів за підрозділами, які їх обслуговують.* У Програмі оптимізації транспортних потоків реалізований один із стандартних алгоритмів так званого кластерного аналізу, який розбиває задану безліч об'єктів (у термінології Програми – секторів обслуговування) на задане

число підмножин компактно розташованих об'єктів.

Результати кластерного аналізу можуть використовуватися при закріпленні виробничих об'єктів за обслуговуючими їх підрозділами (бригадами, ланками, цехами і т.д.). А оскільки процедура кластеризації направлена на мінімізацію відстаней між об'єктами усередині кластерів, то закріплення кожного з кластерів за окремим обслуговуючим підрозділом дозволяє мінімізувати переміщення між виробничими об'єктами в процесі їх обслуговування.

Закріплення обслуговуваних об'єктів за підрозділами, які їх обслуговують, можна доповнити формуванням маршрутів об'їзду обслуговуваних об'єктів (для кожної із зон). Це можна зробити за допомогою описаної вище процедури пошуку замкнених маршрутів, після чого для кожного маршруту можна, за необхідності, скласти належний маршрутний лист.

*Оптимізація розміщення об'єктів МТО.* Оптимізація розміщення об'єктів (баз) матеріально-технічного забезпечення зводиться до відшукування такого варіанту їх розташування, який забезпечував би мінімізацію середнього транспортного плеча між ними і обслуговуваними ними об'єктами з урахуванням можливих відмінностей обслуговуваних об'єктів за обсягами споживання відповідних матеріально-технічних ресурсів, а також обмежень окремих ділянок транспортної мережі по вазі і габаритах транспортних засобів. При цьому передбачається оптимізація розміщення числа нових баз, що задається користувачем, як "з нуля" (за відсутності раніше розміщених баз аналогічного призначення), так і на додаток до існуючих або, можливо, замість них.

Для кожної з баз розраховується середнє і максимальне транспортне плече (відстань і час у дорозі) до обслуговуваних об'єктів, а також сукупний обсяг обслуговування. Схема оптимального розміщення баз обслуговування виводиться в окрему таблицю MS Excel.

Досвід аналізу різних варіантів розміщення об'єктів матеріально-технічного забезпечення показав, що основну складність часто складає не стільки відшукування найоптимальнішого варіанту розміщення (він може бути очевидний), скільки розрахунок його економічної ефективності. Річ у тому, що в умовах нерівномірного розподілу на місцевості численних обслуговуваних об'єктів і обсягів споживання ресурсу, що поставляється, обслуговуваними об'єктами оцінка середнього транспортного плеча доставки, яке вийде в результаті перетворень (і від якого і залежить ефект), виявляється не дуже простим завданням. Тим часом, розрахунок саме цього показника (середнього плеча доставки) прямо передбачений в Програмі. Актуальність адекватної оцінки транспортного плеча доставки обумовлена тим, що його навіть незначне скорочення може давати істотну економію – не стільки на паливно-мастильних матеріалах і чисельності використовуваного для доставки матеріалів транспортного парку, скільки на простоях бригад

ремонту і на втратах продукції.

*Оптимізація транспортного парку.* Ця функція не «зав'язана» на структуру транспортної мережі і тому реалізована у вигляді окремого модуля (тобто до складу Програми оптимізації транспортних потоків не входить).

Вирішується завдання оптимізації складу транспортного парку, необхідного для забезпечення транспортування людей або ТМЦ по декількох маршрутах із заданими обсягами перевезень у рамках обмежень по кількості і місткості транспортних засобів різних марок (мета - мінімізація витрат на перевезення або на оренду транспортних засобів).

Застосування економіко-математичних методів і алгоритмів, реалізованих у Програмі оптимізації транспортних потоків, дозволяє вирішувати широкий спектр завдань оптимізації транспортно-логістичних процесів, які можна умовно розбити на такі групи:

✓ завдання маршрутизації: оптимізація транспортних плечей (маршрутів руху між двома заданими точками) і замкнених маршрутів (маршрутів об'їзду декількох заданих пунктів);

✓ завдання розміщення: оптимізація розміщення складів, баз і інших об'єктів матеріально-технічного забезпечення;

✓ завдання диспетчеризації: оптимізація графіків руху транспорту, спецтехніки, бригад (ланок) обслуговування об'єктів;

✓ завдання кластеризації: розбиття заданого регіону розміщення виробничих або інших територіально розподілених об'єктів на зони компактно розташованих об'єктів (наприклад, з метою із закріплення за обслуговуючими підрозділами) [1,с.14].

### **Список використаних джерел:**

1. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – 2007. – №5. – С.11-17.
2. Степченко Я. Дистрибуция и логистика. – 2004. – №8. – С. 21-23.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.spbgid.ru/index.php?news=60267>.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.iteam.ru/publications/logistics/section\\_79/article\\_3040/](http://www.iteam.ru/publications/logistics/section_79/article_3040/).