

этого, учитывает оптимальную очередность объезда потребителей с более меньшими затратами для перевозчика. В дальнейшем спроектированные маршруты могут быть скорректированы в оперативном порядке с учетом работы транспортной системы города.

Литература

1. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок товаров. Учебно-практическое пособие. В.М. Курганов – М.: Книжный мир, 2005. – 432 с.

2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. / Под ред. Проф. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА, 2004.
3. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок: [пособие]/ В.В. Никифоров. – М.: ГроссМедиа: РОСБУХ, 2008. – 192 с.
4. Неруш Ю.М. Логистика: учеб. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ТК Велби, Изд-во проспект, 2007. – 520 с.
5. ESSENTIAL of Supply Chain Management, by Michael Hugos, by «John Wiley & Sons», Inc., Hoboken, New Jersey, 2008. – 254.

Розроблено методик, призначену для розподілу транспортних потужностей спеціалізованих автотранспортних підприємств в залежності від розвитку автотранспортного підприємства та бази клієнтів. Проаналізовано основні вимоги до входної інформації та надано принципи для її формування і наступного аналізу

Ключові слова: розподіл транспортних потужностей, апроксимація багаточленами, кластерний аналіз, дискретне динамічне програмування, функція Белмана

Разработана методика, предназначенная для распределения транспортных мощностей специализированных автотранспортных предприятий в зависимости от развития автотранспортного предприятия и базы клиентов. Проанализированы основные требования к входной информации и представлены принципы для ее формирования и последующего анализа

Ключевые слова: распределение транспортных мощностей, аппроксимация многочленами, кластерный анализ, дискретное динамическое программирование, функция Белмана

The method intended for distribution of transport capacities of the specialised motor transportation enterprises depending on development of the motor transportation enterprise and base of clients is developed. The basic requirements to the entrance information are analysed and principles for its formation and the following analysis are given

Keywords: distribution of transport capacities, approximation by multinomials, cluster analysis, discrete dynamic programming, function of Belman

УДК 656.078

РОЗПОДІЛ ТРАНСПОРТНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ЯК ЗАДАЧА ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

В.О. Вдовиченко

Кандидат технічних наук, доцент*
E-mail: Ktt@khadi.kharkov.ua

О.П. Калініченко

Кандидат технічних наук, доцент*
E-mail: andros_777@mail.ru

О.В. Павленко

Кандидат технічних наук, доцент*
E-mail: ttpov@mail.ru

*Кафедра транспортних технологій
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61001
Контактний тел.: 707-37-20

1. Вступ

Розвиток сучасних автомобільних транспортних підприємств, який спостерігається в Україні, характе-

ризується постійним оновленням та реформуванням. Більша частина великих підприємств мають в своєму складі відділи логістики, транспортно-експедиційної діяльності, сервісної політики.

Разом з тим, спостерігається зведення спеціалізації підприємств до доволі невеликої (вузької) ніші, на якій вони головним чином зосереджують свої як транспортні так і маркетингові потужності. Спеціалізація відбивається на структурі бази клієнтів та на напрямках подальшого розвитку підприємства в цілому. Підбір рухомого складу, його оновлення, виконується з урахуванням найбільш великих клієнтів, їх бажань та вимог до перевезень. Однотипність парків за параметрами типу та вантажності стають особливою рисою вітчизняних автотранспортних підприємств. Це дозволяє їм інтенсифікувати свої зусилля на окремій, вже відомій частині ринку та спрощує процес пошуку нових клієнтів.

Використання схожих автомобілів дає широкі можливості щодо удосконалення процесу розподілу транспортних потужностей. Додаткових можливостей надає і розвиток інформаційної та програмної бази підприємств. Безпечність підприємств комп'ютерами можна назвати доволі високою, однак ступінь їх використання є доволі низькою. Причиною цьому є як невисокий рівень кваліфікації робітників, так і слабкий розвиток програмного забезпечення автотранспортної галузі. Частіше, як свідчить досвід, інформаційні потужності використовують лише для пошуку клієнтів через Інтернет, оформлення супровідної транспортної документації, обліку робіт та обміну інформацією з клієнтами. Деякі підприємства мають інформаційну мережу, яку використовують для управління єдиною базою даних та обміну необхідною інформацією між окремими відділами.

Розвиток математичних апаратів, наявність програмної реалізації складних операцій та алгоритмів дають можливість більш ефективно використовувати наявну інформаційно-комп'ютерну базу. Складність використання громіздких математичних апаратів нівелюється високою потужністю персональних комп'ютерів та високою швидкістю обробки інформації.

Динамічне програмування відноситься до розвинутих та складних математичних апаратів. Його використання частіше зумовлено динамічною складовою процесів та переходом системи з одного стану в інший. Схожість клієнтів та автопарку автотранспортного підприємства дає можливість використовувати апарат динамічного програмування як основу для побудови моделей розподілу транспортних потужностей. Головною задачею дослідження є формування методики, заснованої на динамічному програмуванні, яка, з урахуванням розвитку відносин в часі між клієнтом та підприємством, надасть оптимальне рішення щодо розподілу рухомого складу. Можливість програмної реалізації та побудова простих процедур розрахунків дають можливість впроваджувати методику такого рівня в технологічний процес спеціалізованих автотранспортних підприємств.

2. Аналіз літературних джерел

Аналіз літературних джерел свідчить, що розподілом транспортних потужностей вчені вже займалися, однак при цьому динамічна складова не враховувалась. Всі математичні моделі (та їх програмна реалізація) були статичними та надавали результати лише в даний час при заданих параметрах системи. Зміна параметрів системи транспортного обслуговування в часі вважалось статистичною величиною. Без-

умовно, все це відбивалось на повноті та ефективності таких систем.

Разом з тим, існуючі системи розподілу транспортних потужностей дають умовно оптимальні рішення, дозволяють приблизно оцінити результати наступних дій при стабільності середніх статистичних величин. Стабільність ринку дає можливість максимально повно використовувати можливості таких моделей.

Методика, запропонована в роботі [1], передбачає оптимізацію парку через закріплення окремої його частини за разовими заявками. Закріплення виконується з урахуванням статистичних параметрів разових заявок, їх частоти, щільності та ін. Разом з тим, не враховується доцільність розподілу автомобілів за наявними клієнтами з високим потенціалом для зростання. Доцільним для подальшого розвитку методики можна назвати порівняння майбутніх прибутків від розвитку окремих великих клієнтів та обслуговування разових заявок.

Інший підхід ілюструють роботи [2]. На відміну від аналізу статистичних даних окремих типів заявок, в роботах оцінюється їх якісна характеристика. З її урахуванням формується оптимальне закріплення автомобілів за заявками при накладанні обмежень за обсягами вивезення та завезення вантажів. Оптимальний план діє лише в даний час, та при появі нової заявки переробляється. Позитивною рисою методики є високий рівень якості обслуговування клієнтів та максимальна повнота врахування їх вимог. Однак неврахування динаміки розвитку окремих клієнтів та динаміки прибуткової частини для підприємства призводить до однобічності запропонованої методики. В результаті, доцільною її можна назвати лише у випадку залучення нових клієнтів або для обробки разових заявок.

Класичний, однак також статичний метод наведено в роботі [3]. За допомогою побудови задачі лінійного програмування, при накладанні обмежень на ступінь заповнення рухомого складу, виконується пошук оптимального закріплення. При невеликому рівні заповнення накладаються штрафні функції, які можна інтерпретувати як прибуткові частини автотранспортного підприємства. Задача вважається оптимальною в випадку вивезення (завезення) всіх поданих обсягів. Недоліком, як і у попередніх методиках, є статичність ситуації. Рішення оптимальне лише при незмінних параметрах потоків системи.

Аналіз літературних джерел свідчить про відсутність динамічних систем розподілу транспортних потужностей та необхідності їх розробки. Динамічні системи повинні включати як сам модуль, який виконує процес розподілу, так і модуль аналізу розвитку окремих клієнтів та динаміки прибутків від їх обслуговування.

3. Постановка задачі

Задача носить наступні обмеження:

- наявність однотипного парку рухомого складу (або його частини);
- наявність однотипної клієнтури, яка різниться лише за обсягами перевезення;
- динамічність розвитку клієнтури (обсягів);
- прибутки від окремих клієнтів різняться;
- закріплення автомобілів за клієнтами носить доволі постійний характер;

Основою для розрахунків системи є тренди розвитку окремих підприємств та тренди прибуткової частини від перевезень (також за окремими клієнтами). Якщо прибуткова частина є сталою величиною, це значно спрощує наступні розрахунки. Значно спрощується і пошук оптимального рішення.

Динаміка розвитку окремих підприємств може приймати як лінійний так і нелінійний характер, та будується на основі апроксимації багаточленами динамічного ряду обсягів перевезень. Альтернативою апроксимації може бути помісячний кластерний аналіз ранжирувань обсягів перевезень. Він також дає представлення про динаміку перевезень та її сезонну складову.

Порівняння динаміки розвитку підприємства за відомі періоди дають можливість аналітично описати розвиток підприємства з точки зору збільшення (зменшення) обсягів замовлень, а прибуткова частина - оптимально розподілити рухомий склад з максимальним прибутком для підприємства. Додатково існує можливість для наступного вибору рухомого складу під оновлення.

Математично задача описується наступним чином: існує множина замовників з однаковими параметрами (для підприємств, які займаються перевезеннями різних видів вантажів)

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}, \tag{1}$$

де n - кількість замовників однотипних перевезень, од.

Існує відповідна кількість однотипного рухомого складу, яка складає m одиниць.

Для пошуку рішень надається визначена кількість періодів зміни обсягів перевезень (або прибутків від перевезень), яка описується множиною

$$T = \{t_1, t_2, \dots, t_k\}, \tag{2}$$

де k - кількість періодів, од.

Обсяг вантажу, який може перевезти один автомобіль для s_i клієнту в період часу t_j дорівнює $q(s_i, t_j)$. З урахуванням динаміки зростання обсягів перевезень для s_i клієнту в період часу t_j , загальний обсяг перевезень дорівнює $z(s_i, t_j)$. Кількість автомобілів, які закріплено за s_i клієнтом в період часу t_j для вивезення обсягу, дорівнює $a(s_i, t_j)$. При цьому прибуток від перевезень, розрахований на 1 тону перевезеного вантажу, залежить від типу клієнту та є змінною в часі величиною і дорівнює $p(s_i, t_j)$. Зауважимо, що перехід від загального прибутку до прибутку від однієї перевезеної тони виконується діленням загального прибутку на загальну кількість перевезених тонн. Цей показник призначено для вибору доцільності закріплення з точки зору підприємства (максимізація прибутку). Частіше він також підданий змінам, отже його динаміку також необхідно аналізувати.

В результаті опису всіх елементів задачі, можна сформулювати її в вигляді цільової функції та системи обмежень. Цільова функція носить наступний вид

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k p(s_i, t_j) \cdot a(s_i, t_j) \cdot q(s_i, t_j) \rightarrow \max. \tag{3}$$

При наявності обмежень

$$\begin{cases} z(s_i, t_j) \leq q(s_i, t_j) \cdot a(s_i, t_j) \\ \sum_{i=1}^n a(s_i, t_j) \leq m \\ a(s_i, t_j) \in Z \\ i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k; \end{cases} \tag{4}$$

Необхідно розподілити m автомобілів таким чином, щоб цільова функція (3) була максимальною.

Перше обмеження описує загальний обсяг перевезення вантажів. Він не може перевищувати майбутній обсяг (з урахуванням динаміки). Друге обмеження відповідає за кількість закріплених автомобілів, яка є меншою за загальний парк рухомого складу підприємства. Третє обмеження відповідає за цілочисельність кількості закріплених автомобілів.

Реальна розмірність задачі є доволі високою. Так, кількість нерівностей першого типу (обмеження за вивезенням) складає $n \times k$ одиниць. Кількість нерівностей другого типу (обмеження за парком) дорівнює k одиниць. Загальна кількість обмежень дорівнює $n \times k + k$. В залежності від кількості однотипних клієнтів та розподілі за періодами, задачу можна як ускладнювати, так і спрощувати. Складність побудованої задачі може бути зменшена за рахунок групування як клієнтів, так і інтервалів дослідження. Ступінь складності задачі залежить лише від необхідної точності результатів.

4. Рішення задачі

Аналіз задачі дозволяє віднести її до дискретного динамічного програмування. В цьому випадку доцільно використовувати функцію Белмана [4, 5]. Цей метод є одним з найбільш простих методів рішення неперервних задач оптимізації. Альтернативою є послідовний перебір можливих рішень (перебір значень $a(s_i, t_j)$) в діапазоні від 0 до m та порівняння одержаних результатів. Він є більш містким, однак дає всю множину умовно оптимальних рішень. Вибір з декількох планів найбільш доцільного виконує безпосередньо керівництво автотранспортного підприємства.

Для одержання складових задачі даних, необхідно проводити аналіз вхідних даних. Після аналізу будуються залежності, які описують зміну показників від часу: можливий прибуток на одиницю перевезеної тони, можливі обсяги вивезення від клієнтів, можливий обсяг перевезень одним автомобілем. Відповідно до залежностей, обираються значення показників та складаються обмеження та цільова функція. Високу складність має пошук третьої величини.

В результаті вирішення задачі, формується оптимальний план (якщо використовується перебір оптимальних планів) закріплення автомобілів за клієнтами з урахуванням динаміки обсягів перевезення, динаміки прибуткової частини та провізних можливостей автопарку.

5. Висновки

В роботі запропоновано новий підхід розподілу транспортних потужностей між клієнтами підприємства. Враховано динамічну складову процесу

розвитку як клієнтів, так і підприємства. Особливої уваги описаний метод набуває внаслідок динамічної складової процесу закріплення та можливості побудови декількох умовно оптимальних планів.

Додаткових досліджень потребують задачі пошуку залежностей, які описують зміну всіх показників від часу. Аналізу вимагає також і залежність ефективності методики від кількості інтервалів часу при розбитті. Необхідно провести дослідження можливості використання методики з декількома істотно різними клієнтами та різними автомобілями.

Література

1. Бекетов О.Ю. Розрахунок раціональної структури парку рухомого складу [Текст] / Бекетов О.Ю., Наумов В.С. // Вісник ХНАДУ - 2003. - №22 - С.65 - 68.

2. Нагорний Є.В. Методика вибору споживачем центру транспортного сервісу при нечіткому представленні переваг на множині альтернатив [Текст] / Нагорний Є.В., Андросенко В.В. // Автомобільний транспорт - 2004. - №14 - С.72 - 74.
3. Панов С.А. Совершенствование перевозок на автомобильном транспорте [Текст] / Панов С.А. - М.: Наука, 1973. - 153 с.
4. Кузин Л.Т. Основы кибернетики. Том 1. Математические основы кибернетики. Учеб. пособие для студентов вузов. [Текст] / Кузин Л.Т. - М.: «Энергия», 1973 - С. 316 - 332.
5. Глушков В.М. Энциклопедия кибернетики. Том 1. [Текст] / Глушков В.М. - К.: «Главная редакция Украинской советской энциклопедии», 1974. - С. 152 - 153.

Рассмотрены проблемы использования адаптивных подходов разработки программных систем (ПС), предложена их классификация. Сформулирована задача структурной адаптации ПС, приведены существующие методы её решения, предложен кибернетический подход на платформе пост объектно-ориентированных технологий

Ключевые слова: программная система, адаптация, кибернетический подход

Розглянуто проблеми застосування адаптивних підходів розробки програмних систем (ПС), запропоновано їх класифікацію. Сформульовано задачу структурної адаптації ПС, наведено існуючі методи її вирішення, запропоновано кибернетичний підхід на платформі пост об'єктно-орієнтованих технологій

Ключові слова: програмна система, адаптація, кибернетичний підхід

Adaptive approaches for software design were reviewed and classified. Problem of structure adaptation was formulated, existing methods of it's solution were cited, cybernetic approach based on post object-oriented technologies was proposed

Key words: software system, adaptation, cybernetic approach

1. Актуальность проблем использования адаптивных технологий разработки и сопровождения ПС

Анализ источников по методологическим проблемам программной инженерии показывает, что в

последние несколько лет в этой научно-прикладной области наметилась тенденция разработки программных систем (ПС) с повышенной функцией живучести (см., напр., в [1-2]), т.е. таких ПС, которые обладали бы способностью к эволюции в процессе их эксплуа-

УДК 681.518:658.512

СТРУКТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ: АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ И НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ЕЕ РЕШЕНИЮ

Н.В. Ткачук

Доктор технических наук, профессор*

Контактный тел.: (057) 707-60-86

E-mail: tka@kpi.kharkov.ua

К.А. Нагорный

Ассистент*

*Кафедра автоматизированных систем управления

НТУ «Харьковский политехнический институт»,

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, 61002

Контактный тел.: (057) 707-60-86

E-mail: k.nagorny@gmail.com