УДК 656.013

Скиба А.В., магістрант, Нужний В.В., к.т.н.

АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

УТОЧНЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ МАРШРУТІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ СТОРОННІХ КЛІЄНТІВ

У роботі запропоновано уточнення існуючої методики розрахунку маршрутів вантажних автомобільних перевезень в умовах окремого автотранспортного підприємства з урахуванням можливості збереження стабільної роботи підприємства при появі тимчасового стороннього клієнта.

Визначення проблеми

Вітчизняні підприємства автомобільного транспорту переживають складний етап свого розвитку. Нестабільні економічні умови нашої держави примушують працювати підприємства автомобільного транспорту в ринкових умовах, особливістю яких є практично випадкове формування ринку замовлень на вантажні перевезення, тобто суттєвою частиною роботи підприємства є обслуговування сторонніх клієнтів та організацій. Сутність планування та організації перевізного процесу підприємства в сучасних умовах є непристосованою до оперативної реорганізації перевізного процесу з метою відповідного забезпечення перевезення сторонніх клієнтів та організацій. Існуючі методи організації перевізного процесу при появі стороннього клієнта передбачають проведення на підприємстві повного перепланування перевізного процесу з розробкою нових оптимальних маршрутів. У таких умовах виникає необхідність вдосконалення існуючих методів формування автомобільних вантажних перевезень щодо забезпечення ефективного обслуговування сторонніх клієнтів та організацій.

Аналіз останніх досліджень

Протягом останніх років опубліковано ряд досліджень вітчизняних вчених, які присвячені питанням вдосконалення автомобільних вантажних перевезень і визначенню подальшого розвитку підприємств автотранспортного комплексу.

Досить широко питання розвитку автотранспортної галузі розглядаються в роботах А.М. Редзюка [1]. Ці дослідження дозволяють твердити, що, у першу чергу, існує необхідність розробки раціональних маршрутів перевезення при обслуговуванні сторонніх клієнтів.

Згідно з науковими роботами Б.Л. Геронімуса [2] було визначено, що основою успішного функціонування і фінансової доцільності роботи підприємства автомобільного транспорту є практика застосування економіко-математичних методів для розробки раціональних вантажних маршрутів.

На сьогоднішньому етапі для вирішення проблеми, що розглядається, у більшості випадків використовується транспортна задача лінійного програмування [2]. Її сутність складається з того, що в пунктах відправлення A_1, A_2,…, A_n є однорідний вантаж. Обсяг вантажу, який є в пункті A_j складає a_j одиниць. Даний вантаж необхідно доставити в пункти споживання $Б_1$, $Б_2$,…, $Б_m$, причому кількість вантажу, який доставляється в пункт $Б_m$ повинна бути b_j одиниць. Відстані перевезень c_{ij} між усіма пунктами відправлення та отримання вантажів є відомими. Задача полягає в побудові такого плану перевезень, при якому необхідність у вантажі усіх пунктів споживання буде задоволена, всі вантажі з пунктів відправлення будуть перевезені, при цьому буде забезпечений мінімум транспортної роботи в тонно-кілометрах, що відповідає досягненню найменшої середньої відстані перевезення вантажів.

Умови транспортної задачі можна виразити в математичній формі [3, 4]. Якщо позначити кількість вантажу, який перевозиться у кожний пункт споживання з відповідного пункту відправлення, літерою x з двома індексами, перший з яких показує, куди доставляється вантаж, а другий — звідки доставляється.

Перша група рівнянь показує обмеження вантажів за вантажовідправниками [3, 4]:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + ... + x_{1n} = b_1, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + ... + x_{2n} = b_2, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + ... + x_{3n} = b_3, \\ ..... \\ x_{m1} + x_{m2} + x_{m_3} + x_{m4} + ... + x_{mn} = b_m. \end{cases} \quad (1)$$

Друга група рівнянь показує обмеження вантажів за вантажоодержувачами [3,4]:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + ... + x_{m1} = a_1, \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + ... + x_{m2} = a_2, \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} + ... + x_{m3} = a_3, \\ ..... \\ x_{1n} + x_{2n} + x_{3n} + x_{4n} + x_{5n} + ... + x_{mn} = a_n. \end{cases} \quad (2)$$

Загальне рівняння для знаходження мінімальної середньої відстані перевезення [3, 4]:

$$\begin{aligned} C\min = {} & c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + c_{14}x_{14} + ...c_{1j}x_{1j} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + \\ & + c_{23}x_{23} + c_{24}x_{24} + ... + c_{2j}x_{2j} + c_{31}x_{31} + c_{32}x_{32} + c_{33}x_{33} + c_{34}x_{34} + \\ & + ... + c_{3j}x_{3j} + ... + c_{m1}x_{m1} + c_{m2}x_{m2} + c_{m3}x_{m2} + c_{m3}x_{m3} + c_{m4}x_{m4} + \\ & + ... + c_{mj}x_{mj} + ... + c_{41}x_{41} + c_{42}x_{42} + c_{51}x_{51} + c_{52}x_{52} + c_{53}x_{53} + ... \\ & ... + c_{1n}x_{1n} + c_{2n}x_{2n} + c_{3n}x_{3n} + c_{4n}x_{4n} + c_{5n}x_{5n} + ... + c_{in}x_{in}. \end{aligned} \quad (3)$$

Рівняння (3) показує, що при рішенні даної задачі необхідно отримати мінімум транспортної роботи в тонно-кілометрах, тому що кожен добуток у ньому — це добуток відстані перевезення на кількість вантажу.

Сума поставок від усіх пунктів відправлення вантажу повинна дорівнювати загальній сумі привезеного вантажу в усі пункти споживання, що є необхідною умовою рішення транспортної задачі лінійного програмування [3, 4].

У загальній математичній формі транспортна задача має вигляд [3, 4]:

1) в усі *i*-ті пункти отримання вантажу з *j*-го пункту відправлення може бути перевезено лише a_j одиниць вантажу

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = a_j, \qquad j = 1, 2, ..., n; \quad (4)$$

2) з усіх *j*-х пунктів відправлення *i*-му пункту отримання повинно бути перевезено тільки b_i одиниць вантажу

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = b_i, \qquad i = 1, 2, ..., m. \quad (5)$$

При цьому загальний обсяг транспортної роботи повинен бути мінімальним [3,4]:

$$\sum_{i-1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \to \min, \tag{6}$$

змінні, що шукаються, не можуть бути від'ємними числами, тобто $x_{ij} \geq 0$.

Для сумісності рівнянь (4) та (5) необхідно, дотримуватися балансу, тобто

$$\sum_{j=1}^{n} a_j = \sum_{i=1}^{m} b_i \ . \tag{7}$$

На сьогодні відомо кілька методів розв'язання транспортної задачі лінійного програмування [3, 4]. При виникненні стороннього клієнта або організації системи рівнянь (1) та (2) перетворюються на нові системи, що потребують нового рішення і забезпечують переформування всіх маршрутів та створення нових, в яких задіяний клієнт.

Мета статті

Завданням даної роботи є уточнення існуючої методики розрахунку вантажних перевезень з урахуванням можливості тимчасового обслуговування сторонніх клієнтів та організацій.

Основна частина

Роботу автотранспортного підприємства без наявності стороннього клієнта сформовано в межах оптимального плану перевезень з оптимальними маршрутами та з відповідним забезпеченням перевізного процесу рухомим складом. Ефективне використання рухомого складу передбачає максимальне використання наявних транспортних засобів на підприємстві. У таких умовах при появі стороннього клієнта на підприємстві потрібно провести ряд заходів щодо перепланування перевізного процесу з максимальним збереженням існуючих маршрутів та виділенням відповідного рухомого складу для виконання додаткового плану перевезень.

Пропонується удосконалити існуючу методику розрахунків вантажних перевезень наступним чином:

– по-перше, розробляється модель оптимального перевізного процесу підприємства в умовах постійних клієнтів за допомогою існуючих математичних співвідношень (1)...(7);

– по-друге, в існуючий план перевезень вводиться сторонній клієнт у вигляді постійного та за допомогою існуючих математичних співвідношень (1)...(7) формується нова модель перевізного процесу з відповідними маршрутами;

– по-третє, з метою збереження стабільної роботи підприємства в умовах тимчасової присутності стороннього клієнта з другої моделі перевізного процесу довпроваджуються нові маршрути, де задіяний сторонній клієнт, а інші маршрути приймаються за першою моделлю;

– по-четверте, створена комплексна модель перевізного процесу піддається зворотній перевірці з метою корегування обсягів перевезень маршрутів першої моделі, що пов'язані з відповідними пунктами у нових маршрутах для стороннього клієнта.

Вказані етапи уточнення методики забезпечуються відповідним математичним апаратом. Розрахунки пропонується проводити паралельно з метою спостереження відмінностей існуючих залежностей від оновлених.

Обмеження вантажів за вантажовідправниками без та з урахуванням наявності стороннього клієнта:

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+...+x_{1n}=b_1, \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}+...+x_{2n}=b_2, \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}+...+x_{3n}=b_3, \\ ..... \\ x_{m1}+x_{m2}+x_{m3}+x_{m4}+...+x_{mn}=b_m; \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+...+x_{1(n+k)}=b_1, \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}+...+x_{2(n+k)}=b_2, \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}+...+x_{3(n+k)}=b_3, \\ ..... \\ x_{(m+p)1}+x_{(m+p)2}+x_{(m+p)3}+x_{(m+p)4}+...+x_{(m+p)(n+k)}=b_{(m+p)}, \end{cases} \quad (8)$$

де k — додаткова кількість пунктів відправлення, що створює сторонній клієнт;

p — додаткова кількість пунктів споживання, що створює сторонній клієнт.

Залежності (8) наглядно вказують на можливість виникнення значної кількості варіантів впливу стороннього клієнту на формування перевізного процесу підприємства, що кількісно характеризується значеннями k та p.

Аналогічна ситуація відбувається з обмеженням вантажів за вантажоодержувачами без та з урахуванням наявності стороннього клієнту:

$$\begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31}+x_{41}+x_{51}+...+x_{i1}=a_1, \\ x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}+x_{52}+...+x_{i2}=a_2, \\ x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}+x_{53}+...+x_{i3}=a_3, \\ ..... \\ x_{1n}+x_{2n}+x_{3n}+x_{4n}+x_{5n}+...+x_{in}=a_j; \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31}+x_{41}+x_{51}+...+x_{(m+p)1}=a_1, \\ x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}+x_{52}+...+x_{(m+p)2}=a_2, \\ x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}+x_{53}+...+x_{(m+p)3}=a_3, \\ ..... \\ x_{1(n+k)}+x_{2(n+k)}+x_{3(n+k)}+x_{4(n+k)}+x_{5(n+k)}+...+x_{(m+p)n}=a_{(n+k)}. \end{cases} \quad (9)$$

Інші розрахунки виконуються відповідно залежностям (3) –-(7). Вказані математичні операції проводять одночасно з наступними операціями та розрахунками.

Проводиться початкове закріплення вантажоодержувачів за вантажовідправниками. Спочатку вибирають та відмічають найменшу відстань у кожному рядку, потім теж саме роблять зі стовпцями. Клітину, яка має дві відмітки, завантажують, тобто записують у неї кількість вантажу в першу чергу. Далі завантажують клітини, які відмічені один раз. Нерозподілений вантаж записують у невідмічені клітини, які розташовані на перетині незадовільного рядка та стовпця. Кількість вантажу, яка завантажується у кожну клітину, визначається найменшою кількістю вантажу у відповідного вантажовідправника або потребою у вантажі відповідного вантажоодержувача.

Перевірка оптимальності отриманого розподілу виконується за відомим методом потенціалів [3, 4].

Після того, як оптимальний план перевезень буде отримано, необхідно скласти сумісний план перевезень, для того щоб визначити маршрути перевезень вантажів. Для цього необхідно накласти один на одного початковий та оптимальний плани перевезень. Клітини, в яких буде два завантаження, будуть відповідати маятниковим маршрутам. Кільцеві маршрути, які виходять за пороги обмежень, розбиваються на більш прості кільцеві і маятникові маршрути.

Для складання кільцевих маршрутів використовуються контури подібно контурам, які використовувалися при перерозподілі постачань вантажу.

Такі ж самі розрахунки необхідно зробити для підприємства з урахуванням сторонніх клієнтів та організацій.

Далі необхідно поєднати оптимальний план перевезень вантажів для постійних клієнтів з оптимальним планом перевезень для сторонніх клієнтів та організацій. З отриманої матриці необхідно виписати маятникові та кільцеві маршрути, які також будуть проходити через сторонніх клієнтів. Тобто нас вже не будуть цікавити постійні маршрути перевезень, тому що для їх здійснення автотранспортному підприємству не потрібно буде міняти свою роботу. Обслуговування сторонніх клієнтів та організацій потребує від підприємства оперативного реагування, тому що заявки на перевезення надходять у випадковій послідовності.

Для нових маршрутів необхідно розрахувати роботу рухомого складу на них за відомими методиками [3, 4], з урахуванням необхідності корегування обсягів перевезення маршрутів, що пов’язані з відповідними пунктами у нових маршрутах для стороннього клієнту.

Для простих маятникових маршрутів необхідно розрахувати наступні показники та характеристики:

– час одного оберту;
– час роботи автомобіля на маршруті;
– кількість обертів за годину роботи на маршруті;
– після округлення кількості обертів до цілого числа виконується корегування часу на маршруті і часу в наряді;
– продуктивність автомобіля за час роботи на маршруті;
– загальний пробіг з вантажем;
– загальний пробіг;
– загальний коефіцієнт використання пробігу;
– експлуатаційна кількість автомобілів.

Для кільцевих маршрутів необхідно розрахувати наступні показники та характеристики:

– час одного оберту;
– час роботи автомобіля на маршруті;
– кількість обертів за годину роботи на маршруті;
– після округлення кількості обертів до цілого числа виконується корегування часу на маршруті і часу в наряді;
– продуктивність автомобіля за час роботи на маршруті;
– загальний пробіг з вантажем;
– загальний пробіг;
– загальний коефіцієнт використання пробігу;
– експлуатаційну кількість автомобілів;
– середня довжина їздки з вантажем.

Вказані розрахунки потрібно виконувати тільки для нових маршрутів, що спроектовані для обслуговування сторонніх клієнтів.

Висновок

У роботі запропоновано уточнення існуючої методики розрахунку маршрутів вантажних автомобільних перевезень в умовах окремого автотранспортного підприємства з урахуванням можливості збереження стабільної роботи підприємства при появі тимчасового стороннього клієнта. Уточнена методика передбачає створення сумісного плану перевезень, який є результатом поєднання оптимальних планів перевезення для постійних і сторонніх клієнтів. Подальші дослідження необхідно сконцентрувати на експериментальній перевірці запропонованої методики.

Список літератури

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія/ Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут / За заг. ред. А. М. Редзюка. — К.: ДП "ДержавтотрансНДІпроект", 2005. — 400 с.

2. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. — М.: Транспорт, 1982. — 192 с.

3. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки (Основы теории транспортного процесса): Учеб. пособие для вузов. — К.: Вища школа, 1979. — 392 с.

4. Кожин А.П. Математические методы в планировании и управлении автомобильными перевозками. — М.: Высш. школа, 1979. — 304 с.

Стаття надійшла до редакції 25.10.07
© Скиба А.В., Нужний В.В., 2007