

Г. С. Прокудін
С. М. Шарай
М. С. Оліскевич
М. В. Рой

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА МІЖМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВАНТАЖІВ

Національний транспортний університет

Виконано дослідження транспортного процесу обслуговування вхідних потоків замовлень на міжміські перевезення вантажів. З'ясовано, що проблема використання автомобільних транспортних засобів на міжміських маршрутах полягає у тривалих простоях в пунктах завантаження при очікуванні замовлення. З іншого боку, чимало замовлень залишаються відмовленими у зв'язку з відсутністю вільного і доступного транспорту. Застосовано імітаційне моделювання діяльності автомобільного перевізника за умови його взаємодії з партнерами по кооперації. В моделі відображено можливі дії автомобільного підприємства в кооперації з партнерами. При збільшенні кількості замовлень на перевезення перевізник орендує додаткові вантажні автомобілі, які використовуються за принципом «саме вчасно» і «саме там, де потрібно». Замовлення з вхідного потоку мають пріоритет виконання. Першочерговими є ті замовлення, які мають довшу їзду з вантажем, більший обсяг перевезень і не випадковий, циклічний характер виникнення. При залученні додаткових транспортних засобів кількість відмовлених замовлень, а також тривалість їздки з вантажем зростають. Натомість, непродуктивний простій транспортних засобів зменшується. Виявлено закономірність зміни кількості відмов у перевезеннях та тривалості простоїв власного і орендованого парку автопоїздів. Зі збільшенням інтенсивності вхідного потоку замовлень кількість необхідних орендованих транспортних засобів зростає до певної межі. Якість обслуговування клієнтів оцінена коефіцієнтом відмов, мінімальне числове значення якого свідчить про високу якість і про те, що підприємство утримує клієнтів. В імітаційній моделі бралось до уваги наявність допустимого періоду виконання замовлень, та часових вікон. Завдяки наявності таких величин інформація про замовлення, яке виникло, але ще не виконане, служить основою для передислокації транспорту у пункти, де найбільш ймовірно відбудеться його завантаження. При відтворенні транспортного процесу допускається порожній пробіг автомобілів. Для перевірки адекватності моделі використано практичні дані з обслуговування одним перевізником сипких вантажів в південно-східному і центральному регіонах України. Змодельовано ситуацію, коли на даній територіальній транспортній мережі перевізник має 6, 12, 28 власних транспортних засобів, а при зростанні кількості замовлень – орендує додаткові. На основі виявлених закономірностей сформульовано завдання щодо структурної оптимізації транспортного процесу.

Ключові слова: вантажні перевезення, міжміські маршрути, стохастичний вхідний потік, імітаційне моделювання.

Вступ

Перебуваючи у жорстких конкурентних умовах, транспортні підприємства намагаються утримуватись на ринку міжміських вантажних перевезень, скорочуючи витрати і створюючи сприятливі умови для утримання клієнтів. Однак, це не завжди їм вдається через декілька причин. По-перше, переважна більшість транспортних компаній мають парк автомобілів і автопоїздів, розміром, в середньому 8–12 одиниць. Таких налічується понад 80 % [1]. Тому накладні витрати, зайнятість персоналу, використання новітніх транспортних технологій не є їх конкурентними перевагами. По-друге, якщо приймати потік замовлень на перевезення загалом, без фільтрації, прогнозування на обґрунтований період, систематизації, то це є стохастичний нестационарний, неординарний потік. Отже цей потік, переважно, не відповідає умовам найпростішого. Тому важко, а іноді й неможливо спроектувати процес виконання замовлень з бажаними параметрами завантаження автопоїздів. На практиці менеджери автомобільних компаній споряджають автопоїзди на транспортні завдання без врахування параметрів множини замовлень і без прогнозування. Тому транспортні засоби, виконавши одиничне завдання, тривалий час простоюють, або вимушені виконувати їздки з частковим завантаженням. Великі автомобільні перевізники зустрічаються з проблемою недовантаження своїх парків через нерівномірність потоку замовлень, малу пропускну здатність вантажних терміналів, а у більшості випадків – через несистемність планування транспортних циклів. Подібна ситуація характерна і для України [2]. Крім вказаних недоліків, тут можна відмітити низький

фактичний рівень індустріалізації та стандартизації в сегменті транспортного забезпечення. Процеси постачання товарів залежать від попиту з надто коротким передбачуваним розкладом. Характерний також достатньо низький рівень визначеності планування. Недостатність інформації про хронологічну та географічну появу наступних замовлень робить проблемою ефективне використання автотранспортних засобів (АТЗ) і забезпечення відповідності режимів роботи і відпочинку водіїв.

Тим не менш, існує потенціал, щоб вплинути на структуру теперішніх витрат перевізників позитивним чином. Один із шляхів вирішення сформульованої проблеми, особливо актуальний для малих автопідприємств (АТП), – співпраця з потенційними партнерами, навіть якщо такими є конкуренти в цьому бізнесі. Кооперація може виявитись корисною для АТП, адже вона полягає не тільки в обміні допустимою інформацією, але й взаємному наданні на вигідних умовах в оренду основних засобів, що приводить до досягнення спільної мети – утримання галузі на рівні, здатному забезпечити розвиток вантажообігу, недопущення утворення монополій, а також захоплення ринку автоперевезень більш конкурентоспроможними закордонними перевізниками.

Метою роботи є визначення умов запровадження такої організаційно-технологічної взаємодії автомобільних підприємств, при якій використання транспорту усіх сторін кооперації, а також задоволення потреб у транспортуванні вантажів відправників заданого регіону зростатиме.

Дотичними до сформульованої проблеми конкурентоздатності перевізників є завдання складання розкладу для парку автомобілів. Взаємодію АТЗ підприємств, які не об'єднані спільним виробничим розкладом розглядається в статті [3]. Автори застосовують мультиагентний підхід в симуляції процесів як основний метод дослідження. Отримані результати імітаційного моделювання оцінюють за двома показниками: середній час очікування початку обслуговування та рівень обслуговування (кількість виконаних перевезень/кількість замовлень). Однак, в згаданій статті немає різноманіття стратегій АТП щодо досягнення вищого рівня ефективності експлуатації парків АТЗ, тому у висновках не пропонуються шляхи розв'язання проблеми.

Дослідження [4] показують реальні вигоди від обміну інформаційними ресурсами, наявними у різних ланках логістичних ланцюгів постачання. Однак, вказані авторами статті розробки не можна цілком застосувати для автомобільних перевізників, які конкурують між собою і рідко утворюють ланцюг постачання.

Математичну модель, яка частково дає розв'язок проблеми недовантаження автопоїздів, представлено в публікації [5]. Однак, запропоновані методика і алгоритм не можуть забезпечити бажаної ефективності парку АТЗ в умовах стохастичного вхідного потоку замовлень. У статті також представлено рішення для розподілу зиску в консорціумах логістичних постачальників, де спільне планування поставок вантажними автопоїздами дає змогу скоротити порожній пробіг. Висококонкурентний характер ринків вантажних перевезень потребує дій, які відрізняються між постачальниками за їх характеристиками, навіть у ситуаціях, що мають лише двох учасників. Автори пропонують рішення, яке задовольняє такі властивості. Проте, виконані дослідження стосуються лише проблеми недовантаження автопоїздів. Питання простою і порожнього пробігу, як інші негативні наслідки невдало скоординованих груп транспортних засобів, не розглядаються.

У роботі [6] автори запропонували засоби пошуку ефективного шляху трансформації АТП, особливо при виході з кризових ситуацій. І для цього підтверджується, що найефективнішим методом дослідження є імітаційне моделювання. Однак, в статті не було представлено прикладу застосування імітаційної моделі та підтвердження її адекватності.

У статті [7] пропонуються нові, засновані на обробці статистичної інформації, стратегії прийняття рішення про вибір раціонального зворотного перевезення. Але її автор не врахував, що інформація, яка надходить одному перевізнику з різних джерел (у тому числі – від партнерів і від конкурентів), може бути більш повною, якщо є відповідне поєднання інтересів. Тому ця публікація стосується лише одного суб'єкта транспортного процесу і не може бути застосована для встановлення закономірностей взаємодії АТП.

Ефекти підсилення інформаційних потоків при кооперації партнерів в логістиці поставок розглянуті авторами статті [0]. Однак ця публікація носить лише описовий характер і не розкриває умов досягнення такого ефекту.

Достатньо повний аналіз джерел стосовно кооперації в логістичних ланцюгах подано авторами оглядової статті [9]. Описано 28 факторів, які впливають на ефективність кооперації. Однак, тут відсутні джерела, які вказують на співпрацю підприємств, які не поєднані спільними цілями, або ж виконують єдину виробничу задачу.

Важливість використання достовірних прогнозів при організації взаємодії кооперованих логістичних підприємств доводить автор дисертаційного дослідження [10]. Запропоновані в роботі

результати було частково використано стосовно загальної проблеми.

Деякі застереження щодо побічних негативних ефектів від об'єднання перевізників в спільну виробничу задачу були також взяті до уваги зі статті [11].

Увесь проаналізований попередній науковий доробок свідчить про те, що проблема нескоординованості дій різних перевізників залишається актуальною. Для її вирішення необхідно проаналізувати вхідні потоки замовлень на перевезення за умови, що провізні спроможності парку автомобілів, які обслуговують їх, можуть динамічно змінюватись. Також необхідно відобразити за допомогою імітаційного моделювання динаміку вхідного потоку і стан транспортної системи, яка його обслуговує за певними тактичними діями.

Результати дослідження

У зв'язку з тим, що процеси виникнення і обслуговування замовлень на міжміські перевезення вантажів мають стохастичний характер, найбільш придатними для їх аналізу є засоби імітаційного моделювання [2, 6]. Оскільки жодна з відомих методик відображення транспортних процесів для досягнення поставленої мети не підходить, то нами було розроблено і використано імітаційну модель із застосуванням мультиагентного підходу. Також було враховано можливість удосконаленого відображення транспортної мережі [12]. Перебіг моделі є циклічним. У цій моделі вхідні потоки замовлень на міжміські перевезення характеризуються такими випадковими параметрами: $Y_{z,j}$, $W_{z,j}$ – початковий і кінцевий пункти доставки вантажів, де z – номер замовлення, j – номер циклу моделювання; k_1 – кількість їздок між зазначеними пунктами, які потрібно виконати в рамках цього замовлення; $WF_{z,j}$ – розмір часового вікна, впродовж якого потрібно виконати замовлення; τ_z – період повторення замовлення z . Транспортні засоби мають випадкову координату $X_{i,j}$ тільки на початковому циклі, а потім перебувають у тому пункті, де виконано останнє розвантаження. Якщо автомобіль не задіяний на j -му циклі, то його координата залишається незмінною. Циклічно, в кожному транспортному пункті виконується перевірка кількості готових до виконання замовлень і кількості вільних автомобілів. Критеріями координації парку є мінімальна кількість відмовлених замовлень, за умови максимального пробігу автомобілів з вантажем. Кожен автомобіль залучається до перевезення за такими правилами і пріоритетами. Перевага надається замовленням, які мають найдовші їздки з вантажами, з більшими обсягами перевезень і ті, які мають більшу інтенсивність надходження. Кожен j -й цикл відповідає періоду формування множини заявок на перевезення (один робочий день).

Проаналізовано ймовірні спільні дії між АТП на предмет обміну матеріальними та інформаційними ресурсами з метою отримати короткотривалу, або перспективну вигоду. Кооперація різних перевізників може існувати у таких рішеннях:

- 1) надати партнеру інформацію про наявність готових замовлень в разі неможливості їх виконати власними силами;
- 2) отримати від партнера інформацію про додаткові замовлення, які можна виконати власним парком АТЗ;
- 3) взяти в оренду АТЗ у партнера для виконання замовлень, які залишились без виконання, але мають допустимі часові вікна для цього;
- 4) здати в оренду партнеру власні АТЗ, які не задіяні впродовж поточного циклу і / або не будуть задіяні в майбутньому.

Зауважимо, що всі перелічені рішення базуються на прогнозах вхідного потоку замовлень, результатах виконання попередніх циклів імітаційного моделювання та прийнятих пріоритетах вибору. Щоб відобразити це у моделі, було використано припущення про те, що періодичність надходження замовлень τ_z є детермінованою величиною, що залежить від обсягів перевезення по кожному замовленню, і визначає наступний пункт завантаження і розвантаження за виразами:

$$Y_{z,j+\tau_z} = Y_{z,j}, \quad (1)$$

$$W_{z,j+\tau_z} = W_{z,j}, \quad (2)$$

де j – номер циклу імітаційного моделювання.

При цьому має виконуватись умова

$$\tau_z \geq WF_{z,j}, \quad (3)$$

оскільки часові вікна замовлень, які надходять з одного джерела і до одного і того ж стоку, не можуть перетинатись.

Перелічені дії по кооперації перевізників були відображені в моделі так. Додаткова інформація про збільшення кількості замовлень на майбутні періоди змодельована збільшенням інтенсивності

стохастичного вхідного потоку при введенні більшого значення максимальної кількості замовлень Z_{\max} . Далі генератор випадкових чисел вирівнює інтенсивність вхідного потоку до стаціонарного значення. Якщо кількість замовлень зростає, то перевізник не може не відреагувати на такі зміни і, найбільш ймовірно, може застосувати дію 3. Залучення додаткових АТЗ на правах оренди відображено в моделі збільшенням їх чисельності, але так, що додаткові автомобілі додаються саме в той момент часу і саме в той пункт, де очікується відвантаження. Інакше збільшення парку частково втрачає зміст. Таким чином, якщо на деякому j -му циклі моделювання виникає додаткове замовлення з координатами $Y_{z,j}$, $W_{z,j}$, то воно може бути виконане з високою ймовірністю, оскільки в пункт відвантаження з'явиться орендований автомобіль для якого

$$X_{i,j} = Y_{z,j}. \quad (4)$$

Ризик невиконання z -го додаткового замовлення пов'язаний з тим, що в пункт $Y_{z,j}$ може надійти інше замовлення, яке має вищий пріоритет. Залучення додаткових автомобілів на кожному циклі не зменшує ймовірності того, що власні АТЗ перевізника залишаться невикористаними, навіть якщо вони виконують незавантажену їзду до пункту ймовірного завантаження.

Дії 1 та 4 перевізника не відображались імітаційною моделлю, оскільки вони пов'язані, перш за все, з фінансовою вигодою АТП, тобто кошторисний показник транспортних процесів у цих дослідженнях не застосовувався.

Для перевірки адекватності імітаційної моделі використано відому з практики вантажних перевезень інформацію про масові перевезення сипких вантажів в південно-східних областях України автопоїздами-самоскидами на міжміських маршрутах. Ця інформація стосується середньої тривалості транспортних циклів, чисельності парку одного перевізника та його конкурентів в даному регіоні, методів організації транспортних процесів, які розглядалися, обсягів замовлень (кількості їздок з вантажами автомобілями максимальної допустимої вантажності), допустимих періодів затримки у виконанні замовлень. Застосовуючи ці дані, було виконано імітаційне моделювання експлуатації парку АТЗ із залученням додаткових орендованих автопоїздів, при збільшенні обсягу замовлень. Для оцінювання якості обслуговування клієнтів застосовано показник співвідношення кількості замовлень:

$$\eta_z = \frac{Z_r}{Z_\Sigma}, \quad (5)$$

де Z_r – кількість замовлень, у виконанні яких клієнтам було відмовлено через відсутність готових для перевезень АТЗ, або через їх нижчий пріоритет; Z_Σ – загальна кількість замовлень, які надійшли до АТП безпосередньо від клієнтів і від партнерів по кооперації.

При збільшенні кількості замовлень їх частка, яка не приймається до виконання, асимптотично наближається до сталого значення, що дорівнює, приблизно, 0,8...0,95 (рис. 1). Описується це явище добре узгодженим з емпіричними значеннями рівнянням регресії (6). Коефіцієнт згоди R^2 є досить високий – 0,758. Подальше збільшення як кількості замовлень, так і кількості орендованих АТЗ, збільшують коефіцієнт кількості відмовлених, асимптотично наближаючись до максимального сталого значення 0,95 замовлень. Подані на рис. 1 полігон емпіричних значень і теоретична крива стосуються парку власних автомобілів, що складається з 6 одиниць. Кількість орендованих транспортних засобів N_a коливається залежно від потоку замовлень в межах від 4 до 32 АТЗ (рис. 2). Такі ж залежності отримано при розмірах власного парку 12 та 28 одиниць. Відповідні рівняння регресії:

$$y = 0,3407 + 0,2472 \cdot \log_{10} x, \quad (6)$$

$$y = 0,3399 + 0,2476 \cdot \log_{10} x, \quad (7)$$

$$y = 0,3372 + 0,2468 \cdot \log_{10} x, \quad (8)$$

де y – коефіцієнт кількості відмовлених замовлень; x – загальна кількість замовлень.

Усі рівняння регресії мають високе значення коефіцієнта згоди з емпіричними даними, не меншим, ніж 0,75, що свідчить про їх узгодженість.

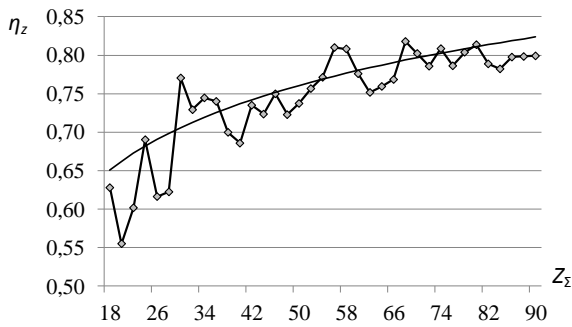


Рис. 1. Залежність коефіцієнта відмов від кількості замовлень

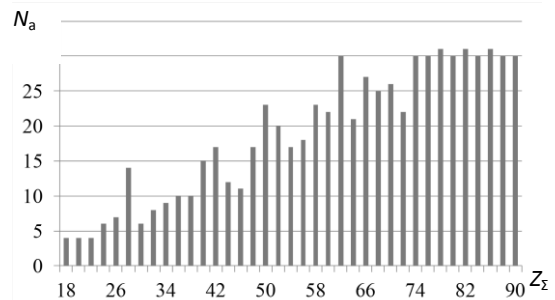


Рис. 2. Залежність кількості орендованих АТЗ від кількості замовлень при використанні 6 власних АТЗ

Ефективність експлуатації власних і орендованих АТЗ при зростанні максимального числа замовлень і орендованих АТЗ дещо збільшується. Про це свідчить зменшення сумарної тривалості простоїв T_s АТЗ на міжміських маршрутах (рис. 3).

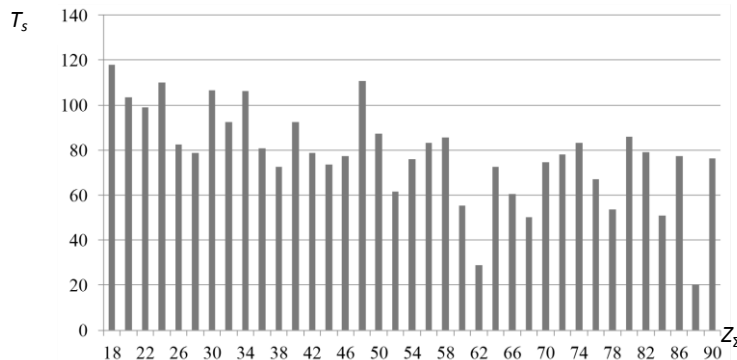


Рис. 3. Залежність тривалості простою власних і орендованих АТЗ від кількості замовлень

На отриманій гістограмі помітні коливання цього показника, а також те, що мінімальні значення простою досягаються при випадкових збігах обставин. Все це означає, що ефективна експлуатація власного і орендованого парку потребує ретельнішого опрацювання і використання доступної інформації. Наявність таких періодичних значень Z_{Σ} , при яких очікується мінімальне значення сумарного простою T_s , а також їх збіг з оптимальними показниками η_z і N_a означає, що транспортний процес може мати найбільш сприятливі структури, при яких транспортні засоби експлуатуються найбільш ефективно і з максимальним задоволенням попиту вантажовласників.

Висновки

Встановлено, що залучення додаткових АТЗ при збільшенні кількості замовлень приводить до зворотного ефекту, а саме – збільшення кількості відмов. Це спостерігається до певної межі (орієнтовно 80 % замовлень), після якої вхідний потік більшої інтенсивності обслуговується стабільно. З іншого боку, використання орендованих транспортних засобів, які цілеспрямовано скеровуються в пункти завантаження, знижує загальний час простоїв сукупного парку. Обидві закономірності дають підстави вважати, що найбільш дієвим заходом із покращення експлуатації парку магістральних автопоїздів при обслуговуванні стохастичного вхідного потоку є збільшення кількості і підвищення достовірності інформації про планові перевезення. Для вирішення проблеми завантаження АТЗ на міжміських маршрутах за умови найбільш повного задоволення вимог вантажовласників, потрібно виконати структурну оптимізацію транспортного процесу при змінній інтенсивності вхідного потоку замовлень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ch. Yee Ming, W. Bo-Yuan "Vehicle-based interactive management with multi-agent approach," *Journal of Industrial Engineering and Management*, ISSN 2013-0953, vol. 2, no. 2, pp. 360-386, 2009. doi.org/10.3926/jiem.v2n2.p360-386 – Режим доступу : <http://hdl.handle.net/10419/188400>.
- [2] Н. Моспан, «Формування стратегій автотранспортних підприємств по обслуговуванню разових замовлень на перевезення вантажів у міжміському сполученні» дис. канд. техн. наук., фак. трансп. сист., ХНАДУ, Харків, 2018.
- [3] A. Apfelst, S. Dashkovskiy, B. Nieberding "Modeling, Optimization and Solving Strategies for Matching Problems in Cooperative Full Truckload Networks," *IFAC – PapersOnLine*, 2016. – [Online]. Available:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316300040>.

[4] B. Hezarkhani, M. Slikker, T. Van Woensel "A competitive solution for cooperative truckload delivery," *OR Spectrum*, no. 38 : pp. 51 – 80, 2016. <http://doi.org/10.1007/s00291-015-0394-y>.

[5] L. Zahra, M. Muriati, S. Shahnorbanun, Ali Taei Zadeh Information "Sharing in Supply Chain Management" in *4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI 2013) Procedia Technology*, 2013, pp. 298-304.

[6] В. В. Біліченко, В. О. Огневий «Трансформаційні процеси та стратегії розвитку автотранспортних підприємств» *Вісник ЖДТУ*, № 3(46), т. 2, с. 12-17. 2008.

[7] С. Аземша «Статистическое моделирование работы грузовых автомобилей на международных маршрутах при различных стратегиях принятия обратной загрузки,» *Transport and Telecommunication*, vol. 8, no 1, pp. 53-61. 2007.

[8] A. Zainah, M. Rosidah "Procedia The Effect of Trust and Information Sharing on Relationship Commitment," *Supply Chain Management – Social and Behavioral Sciences*, no 130, pp. 266-272. 2014.

[9] Manoj Hudnurkar, Suresh Jakhar, Urvashi Rathod "Factors affecting collaboration in supply chain: A literature Review," *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, no 133, pp. 189-202. 2014.

[10] L. Li "Coordinated model predictive control of synchromodal freight transport systems" M.S. thesis, Dept. Electron. Eng., Delft University of Technology, Delft, China, 2016. <http://doi.org/10.4233/uuid:ab6c6692-5689-4a29-90bb-e3fa86a46b17>.

[11] М. Васелевський, Є. Крикавський «Інтеграція цілей в ланцюгу поставок промислової продукції,» *Вісник Хмельницького національного університету*, № 6, т. 2, с. 177-182. 2011.

[12] G. Prokudin, O. Chupaylenko, O. Dudnik, A. Dudnik and D. Omarov "Improvement of the Methods for Determining Optimal Characteristics of Transportation Networks," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, no 6/3 (84), pp. 54-61. 2016. <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85211>.

Прокудін Георгій Семенович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: p_g_s@ukr.net.

Шарай Світлана Михайлівна – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: sharay_s@voliacable.com.

Оліскевич Мирослав Стефанович – канд. техн. наук, доцент, докторант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: myroslav@3g.ua.

Рой Максим Петрович – аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: roymax@mail.ru.

Національний транспортний університет, м. Київ.

G. Proculdin
S. Sharai
M. Oliskevych
M. Roi

Modeling of motor vehicles in inter-local transportation of cargoes interaction

National Transport University

The transport process of servicing the incoming flow of orders for long-distance freight transportation has been carried out. It was found that the problem of motor vehicles using on long-distance routes is that there are prolonged downtime at loading points while waiting for an order. On the other hand, many orders remain refused due to the lack of free and available transport. Imitation modeling of the activity of the truck carrier is applied, provided that it interacts with the cooperative partners. The model reflects possible actions of the automobile enterprise in cooperation with partners. As the number of transportation orders increases, the carrier leases additional trucks that are used on a "just in time" and "exactly where needed" principle. Inbound orders have a priority of execution. Priority orders are those, which have a longer ride, more traffic, and have a non-random, cyclical nature. When ordering additional vehicles, the number of refused orders increase, as well as the duration of the rides with the cargo. Instead, the unproductive downtime of vehicles is decreasing. The regularity of the change in the number of refusals in transportation and the duration of downtime of its own and rented fleet of road trains have been revealed. The number of leased vehicles required increases to a certain extent with the intensity of the inbound order flow. The quality of customer service is estimated by the refuse rate, the minimum numerical value of which indicates high quality and that the company takes care of customers. The simulation model also took into account the availability of valid orders, so called time windows. Due to the availability of such volume of order information that has arisen, but has not yet been fulfilled, it is the basis for the relocation of the transport to the points, where it is most likely to be loaded. During the reproduction of the transport process an idle run of trucks is allowed. To verify the adequacy of the model, we used practical data on single bulk carrier service in the south-east and central regions of Ukraine. The situation is modeled when the carrier has 6, 12, 28 own vehicles on this territorial transport network, and with the increase in the number of orders - leases additional ones. On the basis of the revealed patterns, the task of structural optimization of the transport process is formulated.

Key words: freight, long-distance routes, stochastic inlet flow, simulation.

Prokudin Georgiy – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of International Transport and Customs Control, e-mail: p_g_s@ukr.net.

Sharay Svitlana – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of International Transportation and Customs Control, e-mail: sharay_s@voliacable.com.

Oliskevych Myroslav – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Doctoral Student of the Department of International Transport and Customs Control, e-mail: myroslav@3g.ua.

Roy Maxym – Post-Graduate student of the Department of International Transport and Customs Control, e-mail: roymax@mail.ru.

Г. С. Прокудин
С. М. Шарай
М. С. Олискевич
М. П. Рой

Моделирование взаимодействия автомобильных транспортных компаний на междугородных перевозках грузов

Национальный транспортный университет

Выполнены исследования транспортного процесса обслуживания входящих потоков заказов на междугородные перевозки грузов. Выяснено, что проблема использования автомобильных транспортных средств на междугородных маршрутах заключается в длительных простоях в пунктах загрузки при ожидании заказа. С другой стороны, немало заказов встречают отказы в связи с отсутствием свободного и доступного транспорта. Применено имитационное моделирование работы автомобильного перевозчика при условии его взаимодействия с партнерами по кооперации. В модели отражены возможные действия автомобильного предприятия в кооперации с партнерами. При увеличении количества заказов перевозчик арендует дополнительные грузовые автомобили, которые используются по принципу «как раз вовремя», и «именно там, где нужно». Заказы из входящего потока имеют приоритет выполнения. Первоочередными являются те заказы, которые имеют длинную грузовую езду, больший объем перевозок и неслучайный, циклический характер возникновения. При привлечении дополнительных транспортных средств количество отказанных заказов, а также длительность поездок с грузом растут. Зато, непродуктивный простой транспортных средств уменьшается. Выявлена закономерность изменения количества отказов в перевозках и продолжительности простоев собственного и арендованного парка автопоездов. С увеличением интенсивности входящего потока заказов количество необходимых арендованных транспортных средств возрастает до определенного предела. Качество обслуживания клиентов оценено коэффициентом отказов, минимальное числовое значение которого свидетельствует о высоком качестве сервиса и о том, что предприятие удерживает клиентов. В имитационной модели принималось во внимание также наличие допустимого периода выполнения заказов, то есть временных окон. Благодаря наличию таких величин информация о заказе, который возник но еще не выполнен, служит основой для передислокации транспорта в пункты, где наиболее вероятно состоится его загрузка. При воспроизведении транспортного процесса допускается порожний пробег автомобилей. Для проверки адекватности модели использованы практические данные по обслуживанию одним перевозчиком сыпучих грузов в юго-восточном и центральном регионах Украины. Смоделирована ситуация, когда на данной территориальной транспортной сети перевозчик работает с 6, 12, 28 собственными транспортными средствами, а при росте количества заказов – арендует дополнительные. На основе выявленных закономерностей сформулированы задачи по структурной оптимизации транспортного процесса.

Ключевые слова: грузовые перевозки, междугородние маршруты, стохастический входной поток, имитационное моделирование.

Прокудин Георгий Семенович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: p_g_s@ukr.net.

Шарай Светлана Михайловна – канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: sharay_s@voliacable.com.

Олискевич Мирослав Стефанович – канд. техн. наук, доцент, докторант кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: myroslav@3g.ua.

Рой Максим Петрович – аспирант кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: roymax@mail.ru.