

ДО ПИТАННЯ ПЛАНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ З УРАХУВАННЯМ ЛОГІСТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонований логістичний метод визначення сумісності збірних вантажів з урахуванням випадкових факторів, що дозволяє оцінювати можливість спільного транспортування різних груп вантажів за змінними параметрами. Це забезпечує більш надійне планування автомобільних перевезень та контроль за ризиками у транспортному процесі.

Ключові слова: вантаж, автомобіль, логістичні рішення, планування, перевезення, ймовірність подій, ризики.

Abstract

A logistic method for determining the compatibility of groupage cargoes, taking into account random factors, which allows assessing the possibility of joint transportation of different groups of cargoes according to variable parameters, has been proposed. This provides more reliable planning of road transportation and control over risks in the transport process.

Keywords: cargo, car, logistic solutions, planning, transportation, probability of events, risks.

Вступ

Планування автомобільних перевезень вантажів є одним із ключових елементів ефективного функціонування транспортно-логістичних систем [1]. В умовах зростання обсягів перевезень, підвищених вимог до якості та економічності транспортних процесів особливої актуальності набуває застосування логістичних принципів [2]. Особливу увагу слід приділяти перевезенню збірних вантажів, оскільки їх сумісність та координація доставок впливають на ефективність використання рухомого складу та загальні витрати транспортного процесу [3]. Логістичний підхід забезпечує узгодженість дій усіх учасників транспортного процесу та підвищує надійність доставки вантажів [3]. Тому дослідження питань планування автомобільних перевезень, зокрема збірних вантажів, з урахуванням логістичних принципів є важливим і своєчасним.

Метою роботи є розроблення підходу до планування автомобільних перевезень збірних вантажів з урахуванням впливу випадкових факторів на їх сумісність.

Результати дослідження

У логістиці автомобільних перевезень особливу увагу приділяють збірним вантажам, оскільки їх ефективне планування та перевезення визначають продуктивність транспортно-логістичної системи [4]. Системність передбачає розгляд перевезень вантажів як єдиної транспортно-логістичної системи. Комплексність враховує технічні, технологічні, організаційні та економічні фактори для узгодженої роботи всіх елементів процесу при перевезенні різномірних вантажів. Інтеграція забезпечує координацію перевезень зі складуванням, управлінням запасами та інформаційними потоками, що особливо важливо при формуванні збірних вантажів. Оптимальність полягає у виборі маршрутів і режимів руху для мінімізації витрат або підвищення ефективності, враховуючи специфіку комбінованого перевезення вантажів. Адаптивність дозволяє оперативно коригувати плани залежно від змін обсягів перевезень, дорожніх умов чи попиту на доставку. Економічна доцільність забезпечує раціональне використання ресурсів при організації перевезень різномірних вантажів. Ймовірність (стохастичність) враховує випадкові коливання параметрів процесу та передбачає

використання статистичних даних і сценарного планування для підвищення надійності доставки збірних вантажів.

Практична реалізація наведених вище принципів здійснюється через логістичні рішення (рис. 1), які вже застосовуються або перебувають на стадії розробки та аналізуються у працях науковців з транспортних технологій [4,5].



Рис. 1. Логістичні організаційно-технічні рішення при плануванні доставки вантажів

Наведені вище логістичні рішення для планування ефективної доставки вантажів відносно різноманітні. Перші є організаційними та передбачають формування раціональної організаційної структури логістичного каналу на основі вибору логістичних посередників. Розвиток мікрологістичних систем дає можливість формувати наступні транспортні процеси: обирати раціональні транспортні засоби та маршрути руху, сортувати вантажі на складі, виконувати оперативну доставку збірних вантажів різним клієнтам тощо.

Друга група засобів з покращення технології доставки вантажів включає використання в процесі перевезень різних технічних засобів та інформаційних продуктів. До технічних засобів належать сучасні автомобілі та пакувальні матеріали для вантажів, а також застосування для переміщення на невеликі відстані дронів та роботів. Цифрові платформи та мобільні додатки, блокчейн, системи управління складами (WMS) та системи управління транспортом належать до сучасних інформаційних технологій, що широко застосовуються в логістиці.

При плануванні логістичних рішень важливим є використання ймовірнісних методів аналізу ризиків у процесі транспортування. Виконане оцінювання ризику виникнення комбінацій продукції обмеженої сумісності, що можуть негативно вплинути на її якість, безпечність або умови перевезення. Для моделювання подій, що трапляються рідко та випадково використаний Пуансонівський закон розподілу випадкової величини. Випадковою величиною вважаємо кількість виявлених випадків несумісного розміщення вантажів у транспортному засобі в межах одного рейсу. Пуансонівський закон описує кількість подій, що трапляються у фіксованому інтервалі часу або простору випадково та незалежно одна від одної за сталої інтенсивності.

Нижче наведено аналітичне дослідження закону розподілу для трьох пар вантажів. Позначимо X — кількість випадків несумісного розміщення певної пари вантажів в одному рейсі. Обрані наступні

інтенсивності за рейс: $\lambda=0,02$ (мінімальний ризик); $\lambda=0,05$ (низький ризик); $\lambda=0,15$ (помірний ризик).
 Формула Пуасонівської ймовірності:

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Розрахована ймовірність випадків розміщення при $\lambda=0,02$:

$$P(0)=e^{-0,02}=0,980199; \quad P(1)=0,02 e^{-0,02}=0,019604;$$

$$P(2)=(0,02^2/2) \cdot (e^{-0,02})=0,000196; \quad P(\geq 3)=1-(P(0)+P(1)+P(2))\approx 0,000001.$$

Ймовірність принаймні однієї несумісності на рейс дорівнює $1-P(0)\approx 0,019801$ або 1,98%.
 Розрахована ймовірність випадків розміщення для $\lambda=0,05$:

$$P(0)=e^{-0,05} = 0,951229; \quad P(1)=0,05 e^{-0,05} = 0,047561$$

$$P(2)=(0,05^2/2) \cdot e^{-0,05}=0,001189; \quad P(\geq 3)=1-(P(0)+P(1)+P(2))\approx 0,000021.$$

Ймовірність принаймні однієї несумісності дорівнює $1-P(0)\approx 0,048771$ або приблизно 4,88%.
 Розрахована ймовірність випадків розміщення для $\lambda=0,15$:

$$P(0)=e^{-0,15}=0,860708; \quad P(1)=0,15 e^{-0,15}=0,129106;$$

$$P(2)=(0,15^2/2) \cdot e^{-0,15}=0,009679; \quad P(\geq 3)=1-(P(0)+P(1)+P(2))\approx 0,000507.$$

Ймовірність принаймні однієї несумісності дорівнює $1-P(0)\approx 0,139292$ або 13,93%.

Нижче наведений графік Пуасонівського розподілу (рис. 2) для трьох інтенсивностей ($\lambda=0,02$; $\lambda=0,05$; $\lambda=0,15$).

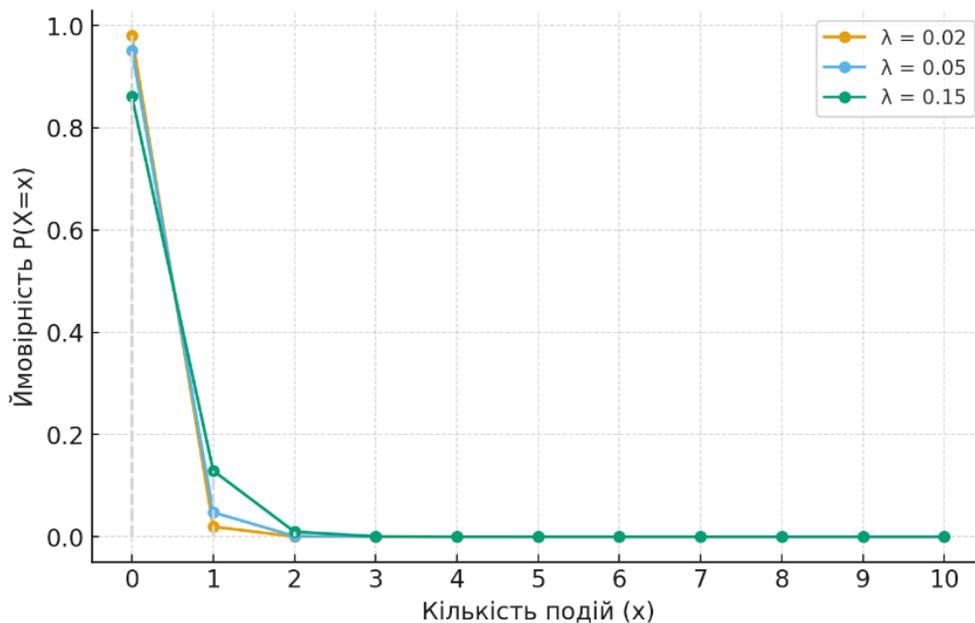


Рис. 2. Графік Пуасонівського розподілу для трьох інтенсивностей

Криві показують, що при збільшенні λ ймовірність більших чисел подій зростає, а для малих λ розподіл сильно зосереджений біля 0. Сумісні або відносно сумісні вантажі мають низькі λ та відповідно низьку ймовірність помилок комплектації (приблизно 1–5% для принаймні однієї помилки). Найбільш несумісні пари мають вищий ризик. Тому, запропоновані наступні практичні рекомендації для таких пар вантажів:

1. При $P(\geq 1) < 5\%$ - достатній стандартний контроль (візуальна перевірка, список компоновки).
2. При $5\% \leq P(\geq 1) < 10\%$ - підсилити контроль (маркування місць, контрольна перевірка до закриття кузова);
3. При $P(\geq 1) \geq 10\%$ - впровадити жорсткі заходи.
Таким чином для помірно сумісних вантажів слід впровадити наступні заходи:
 - зонування кузова (фізичний бар'єр або палети-розділювачі);
 - окрема тарілка/піддон і спеціальна упаковка;
 - обов'язкова інструкція для вантажників та двоетапна перевірка (вантажник + контролер);
 - ведення статистики та періодичний перегляд λ .

Висновки

Аналіз за законом Пуассона показав, що вантажі з $\lambda = 0,02-0,05$ мають низький ризик несумісного розміщення (2–5%), тоді як вантажі з $\lambda = 0,15$ — значно вищий ($\approx 14\%$). Це дозволяє адаптувати контрольні заходи: стандартні для низькоризикових, посилені для середніх і суворі для вантажів з високим ризиком компрометації. Для підвищення надійності рекомендується зонування кузова, спеціальна упаковка та двоетапна перевірка. Подальші дослідження доцільно спрямувати на врахування комбінацій більшої кількості пар вантажів, вплив сезонних факторів та транспортно-експлуатаційних умов на ймовірність помилок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Марченко В. М. Логістика транспортного виробництва: монографія. К.: Довіра-прес, 2022. 352 с.
2. Пономарьова Ю. В. Логістика [2-ге вид., перероб. та доп.]. К. : Центр навчальної літератури, 2017. 328 с.
3. Оліскевич М. Організація автомобільних перевезень. Частина перша. Л., 2017. 336 с.
4. Козар Л. М. Методи транспортної логістики: навч. посіб. /К 59 Л. М. Козар, Є. В. Романович, Г. М. Афанасов. Х. : УкрДАЗТ, 2015. 174 с.
5. Чухрай Н.І. Логістичне обслуговування: Підручник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. 292 с.

Макарова Тамара Володимирівна — к.е.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tomamakarova@ukr.net

Осовський Нікіта Олегович — здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти групи 1ТТ-24м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Слінченко Владислав Володимирович — здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти групи 1ТТ-24м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Makarova Tamara V. — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tomamakarova@ukr.net

Osovsky Nikita O. — second (master's) level higher education group 1TT-24m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Slinchenko Vladyslav Volodymyrovych — second (master's) level higher education group 1TT-24m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia