

В.В. Аулін, д.т.н., проф.

Д.В. Голуб, к.т.н., доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Методичні аспекти кількісної, якісної та часової оцінки параметрів надійності функціонування транспортних систем

З'ясовано сутність кількісної, якісної і часової оцінки надійності автомобільних транспортних систем та обов'язковий перелік параметрів договору на перевезення вантажів, пасажирів та багажу. На основі вибраних критеріїв дано вирази для оцінки показників надійності транспортних систем. Запропоновано використання методів логічної функції та основних понять булевої алгебри для оцінки показників надійності функціонування транспортних систем.

Виявлено ряд причин низької надійності автомобільних транспортних систем та можливі їх наслідки. З'ясовані характерні порушення параметрів договорів на перевезення вантажів і пасажирів, за які передбачена відповідальність у вигляді штрафу або компенсації завданого збитку. Проведена класифікація можливих відмов автотранспортних систем перевезень з вини виконавців та користувачів транспортних послуг. Наведено умову неприпустимості компенсації низької надійності в роботі перевізника за рахунок замовника.

Зазначено, що, в основному, оцінка надійності транспортних систем проводиться емпіричним шляхом, але найбільш ефективно застосовувати аналітичні шляхи оцінки, які базуються на методах логічних функцій та побудови структурно-функціональних схем надійності. При цьому необхідним є побудова дерева відмов, проведення експертизи, врахування того, що логічні операції типу диз'юнкції та логічного складання істотно підвищують ймовірність появи результуючої події – повної відмови транспортної системи. Показано, що будь-якій логічній змінній привласнюється ваговий коефіцієнт залежно від її питомої ваги. Наводяться відповідні формули вагового коефіцієнта у випадках послідовного і паралельного виконання технологічних операцій. З'ясовано умову виконання заявки на перевезення з урахуванням вагового коефіцієнта, запланованої і ринкової вартості робіт.

Розроблено блок-схему алгоритму оцінки надійності автомобільної транспортної системи перевезень пасажирів і вантажів. В основу алгоритму покладено блоки емпіричної і аналітичної оцінки надійності, враховано параметри структурно-функціональної схеми процесу автомобільних перевезень, побудова дерева відмов.

Ключові слова: транспортна система; автомобільні перевезення; надійність; оцінка; відмова; параметри.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями. Кількісна оцінка надійності транспортної системи базується на підрахунку числа її відмов. Надійність буде максимальною за умови, що число порушень параметрів процесів перевезення вантажів і пасажирів перевізником, замовником або іншим його учасником, буде рівне нулю. Для розробки математичного апарату і методичного забезпечення оцінки надійності пасажирських і вантажних перевезень необхідно сформулювати зміст відмови автомобільної транспортної системи, а загальну класифікацію відмов доповнити кількісними критеріями [1, с. 2; 5, с. 223; 6, с. 205].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Даною проблемою в тому або іншому ступені займалися вітчизняні і закордонні учені: А.В. Вельможин, В.В. Біліченко, П.Ф. Горбачов, В.А. Гудков, Є.І. Зайцев, О.П. Кравченко, В.М. Курганов, О.М. Ларін, О.Г. Мадера, Л.Б. Міротін, Е.В. Нагорний, В.І. Рассоха, І.В. Спірін, У.Е. Демінг, П.П. Думітрашку, Ф.Б. Кросбі, К.Райншке, Е.Ричард, Дж.Х. Харрінгтон, Я.Цибулка та інші.

Курганов В.М. вважає, що одним з сучасних наукових напрямів вирішення проблеми забезпечення надійності процесів перевезень автомобільним транспортом є дослідження надійності їх ланцюгів [5, с. 222]. Мадера О.Г. говорить про те, що надійність обслуговування виступає як синонім гарантованості обслуговування споживача і мінімізації ризиків [6, с. 122]. Оцінювати надійність слід, згідно з підходами, що встановилися, в теорії надійності, ймовірністю відсутності відмов у виконанні доставки пропонує О.М. Ларін [7, с. 152].

Постановка завдання. Оцінка показників надійності технічних систем передбачає застосування аналітичних методів, методів імітаційного статистичного моделювання та методик різного виду аналізу. Аналіз методів і методик оцінки показників надійності автомобільних транспортних систем свідчить про те, що не всі вони у цьому випадку підходять.

Виявлено, що у порівнянні з технічними системами автомобільні транспортні системи більш складніші, оскільки елементами їх структури є групи людей, взаємозв'язані між собою організованими процесами перевезень вантажів та пасажирів. У зв'язку з цим є необхідність більш детально розглянути методики оцінок надійності автомобільних транспортних систем. Особливий інтерес викликають методики, що дозволяють не тільки проводити розрахунок кількісних, якісних та часових показників надійності, але і на їх основі забезпечують наочне уявлення про роботу автомобільних транспортних систем.

Викладення основного матеріалу. Згідно з укладеним договором, параметри заявки на перевезення вантажів і пасажирів автомобільним транспортом повинні дотримуватися перевізником, щоб забезпечити високу надійність своєї роботи. Заявка на перевезення характеризується вимогами, які формалізовані набором якісних, кількісних і тимчасових параметрів, що визначаються замовником. Кількісними параметрами є будь-які параметри перевезень, що вказані в заявці та в договорі і мають вимірники в абсолютних, відносних і питомих величинах. Прикладом кількісних параметрів можуть бути показники збереження вантажу. Якісні параметри заявки на перевезення не мають кількісного відображення. Це передусім адресат перевезення і умови перевезень вантажу, марка, модель і місце подачі транспортного засобу, список осіб, що перевозяться і ін. дані. Для ідентифікації відмови в роботі транспортної системи важливими є тимчасові параметри: розклад руху, момент подачі під навантаження або час знаходження транспортних засобів в дорозі. В договорі перевезення встановлюються також і межі допустимих відхилень від параметрів заявки. Обов'язковий перелік параметрів заявки і договору на перевезення вантажів і пасажирів представлений в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Обов'язковий перелік параметрів договору на перевезення вантажів [8, с. 27]

Вид параметру	Найменування параметру
Кількісні	Відомості про вантажевідправника, вантажеотримувача
	Дата та терміни дії договору
	Кількість вантажу
	Вага вантажу
	Відстань перевезення
	Вартість перевезення
Якісні	Найменування вантажу
	Клас вантажу
	Вид упаковки
	Початковий пункт відправлення
	Кінцевий пункт призначення
	Спосіб навантаження (розвантаження)
	Найменування навантажувально-розвантажувальних механізмів
	Вид нарахування плати за перевезення
Часові	Час подачі транспортних засобів під навантаження
	Час закінчення навантаження

Як правило, обов'язковий перелік параметрів заявки на перевезення розширяється замовником. Крім індивідуальних вимог, наприклад, наявність кондиціонера і DVD-програвача в салоні автобуса, перелік параметрів заявки може бути доповнений вимогами зі збереження багажу, своєчасності перевезень, інформаційному обслуговуванню, надійності ТЗ і водія, а також іншими параметрами.

Таблиця 2

Обов'язковий перелік параметрів договору на перевезення пасажирів та багажу [9, с. 32]

Вид параметру	Найменування параметру
1	2
Регулярні перевезення	
Кількісні	Відомості про перевізника
	Дата та терміни дії договору
	Кількість і розмір багажу
	Кількість і розмір ручної поклажі
	Вартість проїзду пасажирів
	Вартість провозу багажу
	Вартість провозу ручної поклажі
Якісні	Схема маршруту руху транспортних засобів

Продовження табл. 2

1	2
	Перелік обов'язкових зупинних пунктів на маршруті
Часові	Інтервал руху транспортних засобів на маршруті
	Час руху транспортних засобів по маршруту
	Нерегулярні перевезення
Кількісні	Відомості про фрахтівника та фрахтувальника
	Дата та терміни дії договору
	Кількість і розмір багажу
	Кількість транспортних засобів
	Вартість проїзду
	Вартість подачі транспортних засобів
	Коло осіб, для яких представляється транспортних засобів
Якісні	Тип транспортних засобів
	Маршрут руху транспортних засобів
	Місце подачі транспортних засобів
	Найменування пункту призначення
Часові	Строки виконання перевезення
	Тривалість простою транспортних засобів

Пропонований перелік можливих додаткових параметрів заявки базується на показниках якості автоперевезень, регламентованих ГОСТ Р 51004-96 і ГОСТ Р 51005-96 [2, с. 7; 3, с. 6], оскільки Україна немає єдиної номенклатури державних стандартів в цьому напрямку.

Деталізацію похідних показників якості перевезень вантажів і пасажирів автомобільним транспортом можна здійснити із зазначених таблиць.

Особливу увагу при включенні цих параметрів в заявку або договір на перевезення, варто зосередити на врахуванні їх приналежності до показників надійності перевезень та можливості оцінки до моменту надання послуги.

Оцінка надійності автомобільної транспортної системи проводиться на основі критеріїв, що розраховується, як співвідношення числа виконаних заявок без порушень вимог замовника до загального числа заявок на перевезення, прийнятих до виконання за досліджуваний період:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^M P_j}{M}; \quad (1)$$

де P_j , M – відповідно показник виконання j -ї заявки та загальне число заявок на перевезення вантажів і пасажирів, прийнятих до виконання за даний період.

При цьому пропонується використовувати математичний апарат бінарної логіки або булевої алгебри. Метод булевої алгебри обумовлює необхідність кодування стану виконання кожного параметру заявки на перевезення двійковими змінними: 1 – параметр свідчить про те, що заявку на перевезення виконано, 0 – параметр заявки не виконано. Використовуючи операцію кон'юнкції, можна отримати логічну функцію для визначення показника:

$$P_j = \prod_{i=1}^n K_i; \quad (2)$$

де K_i – показник виконання i -го параметру заявки на перевезення вантажів і пасажирів, що має логічне відображення;

n – загальне число якісних, кількісних і тимчасових параметрів заявки на доставку, встановлених відповідним договором.

З урахуванням кодування двійковими змінними величина показника K_i визначатиметься таким чином:

$$K_i = 1 \text{ при } X_i \in [X_{\text{пер}} \pm \Delta X]; \\ K_i = 0 \text{ при } X_i \notin [X_{\text{пер}} \pm \Delta X]; \quad (3)$$

де X_i – фактичне значення i -го параметру заявки на перевезення вантажів або пасажирів;

$X_{\text{пер}}$ – значення відповідного параметру заявки на перевезення, встановленого договором;

$\pm \Delta X$ – межі допустимого відхилення від встановленого параметру заявки, погоджені із замовником.

Економічні параметри функціонування автомобільної транспортної системи, такі як кінцева вартість перевезень з урахуванням незапланованих витрат перевізника, також обговорюються до його виконання. Відхилення від встановлених економічних параметрів є наслідком недостатньої надійності автомобільної транспортної системи. Тому вони не виконують ролі вимірників надійності. Економічні втрати замовника, якщо вони мають місце, через певну причину $X_i \notin [X_{\text{пер}} \pm \Delta X]$ відшкодовуються штрафами, які направлені на компенсацію завданого збитку, що пред'являються до винуватця виниклої відмови в роботі автомобільної транспортної системи.

Низька надійність автомобільних транспортних систем, вона обумовлюється не тільки недоліками в роботі перевізників, але й обумовлюється можливими відмовами з вини виконавців (табл. 3) та користувачів транспортних послуг (табл. 4).

Таблиця 3

Можливі відмови автомобільної транспортної системи перевезень з вини виконавців транспортних послуг, за які передбачена відповідальність

Вид параметру	Найменування параметру відмови
Кількісні	Незбережуваність вантажу
	Незбережуваність багажу
Якісні	Невивезення вантажу
	Ненадання ТЗ
Часові	Несвоєчасне надання ТЗ або контейнеру
	Прострочення терміну перевезень вантажу
	Прострочення терміну перевезень багажу

Надійність транспортних систем приводить до економічних втрат виконавця, сплати штрафів на компенсацію завданого збитку. Для цього існує строгий перелік порушень параметрів договору на перевезення вантажів і пасажирів, за які передбачена відповідальність у вигляді штрафу або компенсації завданого збитку.

Таблиця 4

Можливі відмови автомобільної транспортної системи перевезень з вини користувачів транспортних послуг, за які передбачена відповідальність

Вид параметру	Найменування параметру відмови
Кількісні	Пошкодження орендованого ТЗ
Якісні	Непред'явлення вантажу для перевезення
	Відмова від користування ТЗ
	Неправильне зазначення в транспортній накладній відомостей про вантаж
	Відправлення забороненого багажу
Часові	Затримка ТЗ під навантаженням-розвантаженням
	Затримка ТЗ або контейнерів понаднормово

Перелік і розміри штрафів встановлені Статутом автомобільного транспорту України [10, с. 17], проте міра відповідальності за виниклі в роботі транспортної системи відмови може бути розширена відповідно до чинного законодавства.

Компенсація низької надійності в роботі перевізника, замовника або іншого учасника процесів перевезень за рахунок заявника, яка може виявлятися у вигляді вимог оплати незапланованих витрат призводять до здорожчання послуги. Неприпустимість цього визначається умовою:

$$\sum_{i=1}^n B(X_o) \leq C_p; \quad (4)$$

де $B(X_o)$ – витрати виконавця на досягнення значення відповідного параметра заявки на перевезення, встановленого договором, грн.;

C_p – середньоринкова вартість аналогічної транспортної послуги, грн.

При визначенні середньоринкової вартості аналогічної транспортної послуги необхідно враховувати схожість умов, в яких можливе виконання процесів перевезень вантажів і пасажирів силами інших перевізників (вид транспорту, марка і модель рухомого складу, спосіб навантаження-розвантаження і інші

фактори), а також величину додаткових витрат стороннього перевізника, виражену в грошових одиницях [4, с. 20; 7, с. 153].

На практиці при формуванні складних транспортно-технологічних схем перевезень вантажів або пасажирів гостру актуальність набувають питання, пов'язані з прогнозуванням надійності, визначенням ймовірності виникнення відмов автомобільної транспортної системи до початку здійснення перевезень. Априорно надійність автомобільної транспортної системи можна оцінити за допомогою аналізу дерева несправностей (відмов). Це вимагає розробки алгоритму дій:

- проводять деталізацію можливих відмов в роботі учасників процесу перевезень, тобто позначають на дереві відмов вершини 2-го, 3-го, n-го рівнів;
- визначають ймовірність появи вершин n-го рівня в структурі дерева відмов;
- за допомогою логічних операцій «і» та «або» розраховують ймовірність виникнення результуючої події – настання повної відмови автомобільної транспортної системи, і перетворення її в оцінку надійності.

Основною проблемою для проведення аналітичної оцінки надійності транспортної системи є визначення ймовірності появи вершин n-го рівня. Визначити ймовірність виникнення таких детальних відмов, ґрунтуючись на інструментальних методах вимірювань неможливо. Для оцінки надійності в цьому випадку необхідне використання методу експертних оцінок.

При розробці структурно-функціональної схеми надійності автомобільної транспортної системи, побудові дерева відмов і проведенні експертизи необхідно враховувати те, що логічні операції типу «і» (диз'юнкція або логічне складання) істотно підвищують ймовірність появи результуючої події – повної відмови транспортної системи, тобто припинення процесу перевезень. Тому ймовірність появи вершини n-го рівня дерева відмов повинна прагнути до нуля. Ймовірність виникнення результуючої події можна перетворити в оцінку надійності транспортної системи згідно виразу:

$$P(S) = 1 - Q(\bar{S}); \quad (5)$$

де $P(S)$ – оцінка надійності транспортної системи або ймовірність працездатного її стану;

$Q(\bar{S})$ – ймовірність повної відмови транспортної системи.

Перевірку можливості дотримання даної нерівності (4) для вершин детальних рівнів зручно проводити за допомогою вагових коефіцієнтів логічних змінних дерева відмов, що виконують роль заявок на роботи і ресурси, при виконанні операцій транспортного процесу елементами системи. Логічній змінній (фактору) привласнюється ваговий коефіцієнт залежно від її питомої ваги в процесі перевезень. У разі послідовного виконання технологічних операцій ваговий коефіцієнт г-ої логічної змінної дорівнює:

$$K_{\text{ваг},r} = \frac{T_r}{T}; \quad (6)$$

де T_r – час виконання г-ої технологічної операції процесу перевезень, год.;

T – тривалість процесу перевезень, год.

Ваговий коефіцієнт г-ої логічної змінної при паралельному виконанні технологічних операцій визначається по формулі:

$$K_{\text{ваг},r} = \frac{T_r}{\sum_{r=1}^f T_r}; \quad (7)$$

де $\sum_{r=1}^f T_r$ – сумарна тривалість технологічних операцій, год.;

f – кількість даних технологічних операцій.

При багатократному виконанні елементом транспортної системи заявок на стандартні роботи $K_{\text{ваг},r}$ приймаються виходячи з досвіду минулих років. При введенні в процеси перевезень нової технологічної операції ваговий коефіцієнт $K_{\text{ваг},r}$ для кожної логічної змінної перераховується. З використанням вагових коефіцієнтів перевірка можливості дотримання нерівності (4) на виконання заявки проводиться за умовою:

$$Z_{\text{пл}} \cdot K_{\text{ваг},r} \leq C_{\text{р},r}; \quad (8)$$

де $Z_{\text{пл}}$ – запланована вартість робіт, виконуваних елементом автомобільної транспортної системи в межах завдання на доставку, грн.;

$C_{\text{р},r}$ – середньоринкова вартість виконання аналогічних робіт, грн.

У разі потреби виконання елементом автомобільної транспортної системи великого числа технологічних операцій, визначення вагових коефіцієнтів логічних змінних дерева відмов трудомістким і вимагає великих витрат часу. Для цього доцільно всі заявки на виконувани технологічні операції розбити

на групи, і привласнити вагові коефіцієнти кожній групі заявок. Розбиття заявок на групи здійснюється з урахуванням питомої ваги кожної операції.

Для цього пропонується використовувати метод аналізу Парето:

- всі технологічні операції, виконувані в межах процесу перевезень, ранжуються у порядку спадання часу їх виконання згідно з технологічним регламентом;
- підсумовується наростаючим підсумком питома вага кожної технологічної операції;
- отримана послідовність відображається у вигляді графіка або таблиці.

Кожній групі заявок привласнюється свій ваговий коефіцієнт, рівний сумарній питомій вазі групи операцій в процесі перевезень.

Оцінка надійності автомобільної транспортної системи з використанням запропонованих кількісних параметрів представлена у вигляді розробленого алгоритму (рис. 1). Основу алгоритму складають блоки емпіричної і аналітичної оцінки надійності. Залежно від вимог замовника перевезень, а також наявності початкових даних вибирається необхідний блок оцінки. Емпірична оцінка, також як і аналітичний розрахунок, може бути проведений до початку перевезень. Проте для цього необхідний досвід спільної роботи замовника і перевізника.

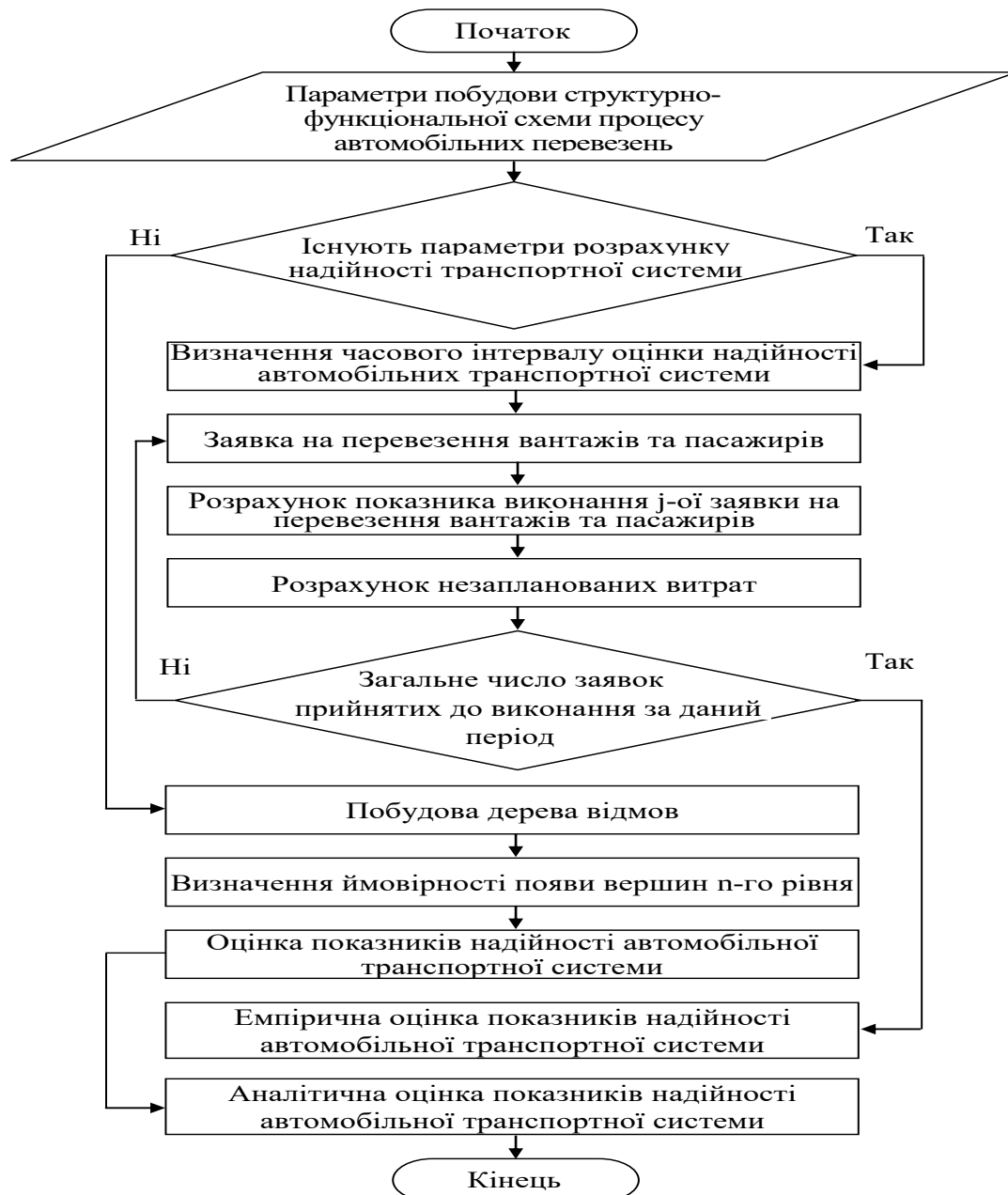


Рис. 1. Блок-схема розробленого алгоритму оцінки параметрів надійності автомобільної транспортної системи перевезень пасажирів і вантажів

Часовий інтервал або крок оцінки встановлюється довільно і може визначатися періодом планування у перевізника (змінa, доба, тиждень, місяць), або у разі разової заявки на перевезення – часом її виконання. Перед початком роботи будується структурно-функціональна схема надійності автомобільної транспортної системи з вказівкою щодо якості структурних елементів всіх учасників процесу перевезень.

На підставі структурно-функціональної схеми надійності проводиться перевірка числа виконаних заявок без порушень вимог замовника. Вона проводиться до моменту, коли кількість розглянутих заявок не буде рівною загальному числу заявок на перевезення, прийнятих до виконання за даний період. Після того, як перевірка виконання всіх заявок завершена, проводиться визначення емпіричної оцінки ймовірності безвідмовної роботи за формулою (1).

Другий блок алгоритму – блок аналітичної оцінки починає працювати у разі, коли відсутні початкові дані для розрахунку ймовірності безвідмовної роботи, або початкових даних недостатньо для об'єктивної оцінки надійності. Це відбувається у разі відсутності досвіду спільної роботи учасників процесу перевезень вантажів або пасажирів.

Блок аналітичної оцінки складається з ряду послідовних операцій, пов'язаних з побудовою дерева відмов, визначенням ймовірності появи детальних відмов в роботі автомобільної транспортної системи, розрахунку ймовірності настання повної відмови і його перетворенням в оцінку надійності.

Реалізація цієї частини алгоритму пов'язана з необхідністю проведення експертної оцінки для визначення ймовірності виникнення в роботі транспортної системи детальних відмов. Оскільки більш точні методи отримання інформації для цього не застосовні, проведення експертизи і подальший розрахунок є єдиним способом аналітичної оцінки надійності транспортної системи.

За підсумками зазначеної перевірки параметрів, виконавцю заявки на процес перевезення необхідно розробити і реалізувати ряд заходів щодо підвищення надійності своєї роботи із застосуванням методів структурного і функціонального резервування автомобільної транспортної системи. Методи структурного резервування, засновані на оптимізації числа структурних елементів транспортної системи, а методи функціонального резервування полягають у створенні та оптимізації резервів виробничих ресурсів і ресурсів іншого виду, задіяних в процесі перевезень, і які є в розпорядженні у перевізника. Реалізацію цих методів перевізнику необхідно проводити відповідно до методології забезпечення надійності автомобільної транспортної системи.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Виявлено ряд причин низької надійності автомобільних транспортних систем та можливі їх наслідки. З'ясовані характерні порушення параметрів договорів на перевезення вантажів і пасажирів, за які передбачена відповідальність у вигляді штрафу або компенсації завданого збитку. Проведена класифікація можливих відмов автотранспортної системи перевезень з вини виконавців та користувачів транспортних послуг. Наведено умову неприпустимості компенсації низької надійності в роботі перевізника за рахунок замовника.

З'ясовано сутність кількісної, якісної та часової оцінки надійності автомобільних транспортних систем перевезень вантажів і пасажирів та отримані вирази для оцінки параметрів надійності автомобільної транспортної системи на основі критеріїв.

Зазначено, що, в основному, оцінка параметрів надійності транспортних систем проводиться емпіричним шляхом, але найбільш точно її проводити аналітичним шляхом, базуючись на методах логічних функцій та побудовою структурно-функціональних схем надійності.

Розроблено блок-схему алгоритму оцінки параметрів надійності автомобільної транспортної системи перевезень пасажирів і вантажів, в основу якого алгоритму покладено блоки емпіричної і аналітичної оцінки надійності, враховано параметри структурно-функціональної схеми процесу автомобільних перевезень, побудову дерева відмов.

У перспективі подібний підхід передбачає автоматизацію системних досліджень надійності функціонування транспортних систем, а також їх ефективності. Практична реалізація такого підходу стримується великою мірою невизначеності відображень. У результаті накопичення системних досліджень проблеми підвищення надійності транспортних систем, систематизації різних підходів до метасистемного опису предметної області, міра розмитості (нечіткості) відображень може бути значно знижена. Це дасть реальний шлях до вирішення вказаної проблеми і розробки відповідного математичного апарату.

Список використаної літератури:

1. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем : монографія / В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко. – Кропивницький : Видавництво ТОВ «КОД», 2017. – 370 с.
2. ГОСТ 51004-96 : Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества. – М. : Госстандарт России ; Изд-во стандартов, 1999. – 12 с.
3. ГОСТ Р 51005-96 : Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества. – М. : Госстандарт России ; Изд-во стандартов, 1997. – 12 с.
4. Единое экономическое пространство: цифры и факты // Автомобильный транспорт. – 2012. – № 8. – С. 18–23.

5. Курганов В.М. Надежность транспортно-логистических систем / В.М. Курганов // Логистика: современные тенденции развития : материалы IX Междунауч. науч.-практ. конф. 15, 16 апреля 2010 г. / ред. кол. В.С. Лукинский и другие. – СПб. : СПбГИЭУ, 2010. – С. 222–224.
6. Развитие транзитного потенциала автотранспортных систем регионов: научная монография / О.Н. Ларин, А.П. Приходько, В.Д. Шепелёв и другие. – М. : ВИНТИ РАН, 2010. – 344 с.
7. Мадера А.Г. Анализ рисков в социально-экономических системах / А.Г. Мадера // Логистика: современные тенденции развития : материалы IX Междунауч. науч.-практ. конф. 15, 16 апреля 2010 г. / ред. кол. В.С. Лукинский и другие. – СПб. : СПбГИЭУ, 2010. – С. 152–157.
8. Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні : Затвердж. Міністерством транспорту України : станом на 14.10.1997. – № 363. – 47 с.
9. Правила організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом в Україні : Затвердж. Міністерством транспорту України : станом на 15.07.2013 : № 480. – 42 с.
10. Статут автомобільного транспорту УРСР : Постанова від 25.01.1978 : № 52 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/401-69-п>.

References:

1. Aulin, V.V., Holub, D.V., Hrynkiv, A.V. and Lysenko, S.V. (2017), *Metodolohichni i teoretychni osnovy zabezpechennya ta pidvyshchennya nadiynosti funktsionuvannya avtomobilnykh transportnykh system*, monohrafiya, Vydavnytstvo TOV «KOD», Kropyvnytsky, 370 p.
2. Gosstandart Rossii (1999), GOST 51004-96 *Uslugi transportnye. Passazhirskie перевозки. Nomenklatura pokazateley kachestva*, Izd-vo standartov, M., 12 p.
3. Gosstandart Rossii (1997), GOST R 51005-96 *Uslugi transportnye. Gruzovye перевозки. Nomenklatura pokazateley kachestva*, Izd-vo standartov, M., 12 p.
4. (2012), «Edinoe ekonomicheskoe prostranstvo: tsifry i fakty», *Avtomobil'nyy transport*, No. 8, Pp. 18–23.
5. Kurganov, V.M. (2010), «Nadezhnost' transportno-logisticheskikh sistem», *Logistika: sovremennye tendentsii razvitiya*, materialy IX Mezhdunam. nauch.-prakt. konf. 15, 16 aprelya, in Lukinskiy, V.S. and others (ed.), SPbGIEU, SPb, Pp. 222–224.
6. Larin, O.N., Prihod'ko, A.P., Shepelev, V.D. and others (2010), *Razvitiya tranzitnogo potentsiala avtotransportnykh sistem regionov: nauchnaya monografiya*, VINITI RAN, M., 344 p.
7. Madera, A.G. (2010), «Analiz riskov v sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh», *Logistika: sovremennye tendentsii razvitiya*, materialy IX Mezhdunam. nauch.-prakt. konf. 15, 16, in Lukinskiy, V.S. and others (ed.), SPbGIEU, SPb., Pp. 152–157.
8. Ministerstvo transportu Ukrai'ny (1997), *Pravyla perevezen' vantazhiv avtomobil'nyim transportom v Ukrai'ni*, stanom na 14 zhovtnja, No. 363, 47 p.
9. Ministerstvo transportu Ukrai'ny (2013), *Pravyla organizacii' perevezen' pasazhyriv ta bagazhu avtomobil'nyim transportom v Ukrai'ni*, stanomv na 15 Lipnja, No. 480, 42 p.
10. Ministerstvo transportu Ukrai'ny (1978), Statut avtomobil'nogo transportu URSR, Postanova stanom 25 sichnja, No. 52, available at: <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/401-69-п>

Аулін Віктор Васильович – доктор технічних наук, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Наукові інтереси:

- автомобільний транспорт;
- транспортні системи та технології на транспорті;
- логістика.

Тел.: +38 (052) 239–04–73;

+38 (095) 055–74–11.

E-mail: AulinVV@gmail.com.

Голуб Дмитро Вадимович – кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет.

Наукові інтереси:

- автомобільний транспорт;
- транспортні системи та технології на транспорті;
- логістика.

Тел.: +38 (052) 239–04–73;

+38 (066) 516–80–74.

E-mail: dimchik529@gmail.com.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2018.