

## ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЛАНЦЮГАХ ДОСТАВКИ КОНТЕЙНЕРІВ ЗАЛІЗНИЦЯМИ

Ломотько Д.В., Арсененко Д.В., Сморгісь І.В.,  
Український державний університет залізничного транспорту

*Анотація.* Запропоновано метод відбору нечіткої інформації при формуванні систем підтримки прийняття рішень у ланцюгах доставки контейнерних вантажів. Отримано оцінку раціональної кількості вагонів або автомобілів у ланцюзі. Наповнення бази даних інформацією пропонується здійснити за допомогою елементів когнітивних систем, RFID-міток, GPS-технологій.

*Ключові слова:* транспортна логістика, ланцюг постачання, когнітивні логістичні технології, підтримка рішень, контейнерні перевезення, залізниця.

### Вступ

Значна частина вантажних перевезень транспортною системою України здійснюється залізничним транспортом. Однією з головних постає тенденція до розвитку міжнародної транспортної системи в бік зростання контейнерних перевезень. Ефективну діяльність вітчизняного залізничного транспорту неможливо представити без сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень (СППР) персоналом у підрозділах, які безпосередньо беруть участь у контейнерних перевезеннях. Для цього необхідно створити єдине інформаційне середовище, яке повинно формуватись та використовуватись на базі сучасних методологічних підходів.

### Аналіз публікацій

Стан транспортної інфраструктури приводить до необхідності розвитку корпоративного ринку логістики, застосування сучасних поведінкових моделей формування ланцюгів поставок вантажів у контейнерах. Традиційно ланцюг постачання є множиною послідовно взаємодіючих між собою підсистем постачальників і споживачів ресурсу [1]. Цей факт приводить до необхідності отримувати та обробляти інформацію від різних перевізників та у різних форматах.

Контейнерні перевезення забезпечують застосування великої кількості способів доставки вантажів різної номенклатури. Це дозволяє економити на транспортних витратах, але й потребує реалізувати високоефективну технологію роботи на базі інтелектуальних інформаційних систем [2] в умовах створення автоматизованих контейнерних

терміналів. Формальні правила, норми і технічні регламенти між елементами ланцюга постачання можуть кардинально відрізнятись. У країнах ЄС створено правила включення всіх видів транспорту в логістичні ланцюги постачання, відповідно до директиви про «розумні» транспортні системи 2010/40/ЄС [3] та на основі стандарту ISO 14813-1 [2]. Вони трактують інтелектуальну транспортну систему як таку, в якій застосовуються інформаційні та комунікаційні технології у сфері транспорту та яка має можливість взаємодії з іншими видами транспорту, включаючи інфраструктуру і транспортні засоби інших учасників системи, зокрема системи транспортного регулювання. Стосовно систем вантажних контейнерних перевезень це означає, що для прийняття ефективних рішень в них можуть застосовуватись технології прогнозування технологічної ситуації та моделювання виходячи з накопиченої раніше інформації з реалізацією їх на базі когнітивної інформаційної системи (наприклад, IBM Watson).

Застосування контейнерних перевезень вимагає уніфікації вимог до інфраструктури, техніки і технологій. При здійсненні одноразових вкладень виникає можливість одночасної обробки на терміналах та на шляху прямування всіх типів інтермодальних одиниць, зокрема контейнерів. Важливим показником надійності такої технології є ймовірність безвідмовного прийому, обробки або пропуску контейнеропотоку системою, тобто здатність системи безперервно зберігати свою працездатність. Це можливо тільки шляхом отримання та використання інформації висо-

кого ступеня достовірності про стан контейнерів та про місце їх позиціонування у просторі [4]. Для забезпечення цього одним з підходів є формування ланцюгів доставки контейнерів залізницями як складної когнітивної системи з використання СППР на базі нечіткої логіки.

Технологія функціонування транспортно-логістичної системи, вся її фінансово-економічна та маркетингова діяльність – це генерація технологічно-економічних результатів як відгуків на суперпозицію управлінських рішень осіб, що приймають рішення (ОПР), і зовнішніх ринкових сигналів, які мають недетермінований стохастичний характер [5]. Серед методів експертних оцінок, які часто застосовують у транспортних технологіях, є метод сценаріїв (фреймірування) [6]. Його суть полягає у формуванні набору окремих варіантів розвитку подій (сценаріїв), які охоплюють всі можливі варіанти розвитку транспортної системи. Одним з найбільш відомих методів експертних оцінок є метод Дельфі [7], де на першому етапі експерти називають ймовірні варіанти розвитку стану системи. На другому кожен експерт знайомить зі своєю думкою всіх інших. Середнє значення прогнозу по всій групі експертів вважається загальною думкою. Ці підходи повинні базуватись на великій кількості достовірної інформації, збір та обробка якої викликає певні складності унаслідок причин, що було зазначено вище.

#### Мета і постановка завдання

Однією з найбільш важливих особливостей формування бази знань у галузі транспортно-логістичних технологій є слабоформалізований та нечіткий характер критеріїв вибору технологічних альтернатив, їх параметрів та обмежень. З іншого боку, обсяг технологічної інформації стає настільки великим, що постає питання автоматичного формування масивів даних про перевезення. Внаслідок цього, у багатьох випадках виявляється неможливою побудова адекватної математичної моделі, що призводить до необхідності використання методів експертних оцінок. Тому перспективною є необхідність розробки методів, які дозволяють ефективно збирати технологічну інформацію за рахунок використання когнітивних методів та обробляти отримані дані за допомогою нечіткої логіки.

З метою наповнення бази знань та побудови ефективної СППР у ланцюгах доставки

контейнерів залізницями найбільш часто використовують методи експертних оцінок. Ці думки звичайно виражені частково у кількісній, частково – в якісній формі. Процес підготовки інформації є дуже складним і недостатньо дослідженим у разі його застосування у сфері транспортних технологій. Тому збір та підготовку інформації можливо ефективно здійснювати за допомогою когнітивних технологій.

В той же час, сучасним апаратом обробки експертної інформації є методи, основані на формалізації у вигляді нечітких множин. Останні дозволяють враховувати кількісні характеристики переваги одного технологічного варіанта над іншими, що дає можливість більш якісно сформулювати узагальнене технологічне рішення.

#### Основна частина

Для проведення роботи за методом експертних оцінок звичайно створюють експертну групу. Перспективним апаратом обробки експертної інформації є методи, основані на формалізації нечітких бінарних відношень переваги. Ефективність практичного застосування цих методів визначається можливістю надання експертам і ОПР оперувати парами альтернатив у вигляді бінарних відношень, що спрощує роботу експертів і підвищує надійність експертної інформації. Нечіткі відносини переваги думки експертів дозволяють враховувати інтенсивність переваги одного варіанта над іншими, що, як наведено вище, дає можливість більш адекватно сформулювати узагальнений висновок експертів.

У проблемі підбору експертів можна виділити дві складові – складання списку можливих експертів і вибір з них експертної групи відповідно до компетентності кандидатів.

Розглянемо процес формування експертної групи і оцінки якості інформації при формуванні бази знань нечіткої системи підтримки прийняття рішення (СППР). Згідно [4] включення експерта до складу експертної групи обсягом  $n$  можливо здійснити за критерієм максимальної погодженості на основі обчислення коефіцієнтів взаємної парної рангової кореляції думок  $i$ -го та  $j$ -го експертів. Це пов'язано з тим, що думки експертів можуть значно розходитися в малій експертній групі. Під думками будемо розуміти рангову оцінку експертом технологічного варіанта у ланцюгу доставки контейнерів залізницями.

Обчислення коефіцієнтів взаємної парної рангової кореляції думки  $\beta_i$   $i$ -го та  $\beta_j$   $j$ -го експертів виконано за формулою

$$\mu_{ij} = \frac{\overline{\beta_i \beta_j} - \overline{\beta_i} * \overline{\beta_j}}{\sqrt{\left[ \overline{\beta_i^2} - (\overline{\beta_i})^2 \right] \left[ \overline{\beta_j^2} - (\overline{\beta_j})^2 \right]}}, \quad (1)$$

де  $\overline{\beta_i \beta_j}$  – середня добутку значень;  $\overline{\beta_i}, \overline{\beta_j}$  – середні значення думок експертів;  $\overline{\beta_i^2}, \overline{\beta_j^2}$  – середні значення квадратів думок експертів.

Усереднені коефіцієнти взаємної парної рангової кореляції можуть набувати значень  $\mu_{ij} \in [-1; 1]$ . Якщо величина  $\mu_{ij} = 1$ , то оцінки  $i$ -го та  $j$ -го експертів повністю співпадають, якщо  $\mu_{ij} = -1$  – оцінки взаємно протилежні. В той же час при  $\mu_{ij} = 0$  зв'язку між думками експертів нема.

На підставі значень побудованої матриці коефіцієнтів взаємної парної рангової кореляції  $M = \|\mu_{ij}\|$  можна сформувати групу експертів з урахуванням вимоги погодженості думок. Якщо група експертів задовольняє цій вимозі, то коефіцієнти їх парних рангових кореляцій більше нуля, а сума цих коефіцієнтів є максимальною. Таким чином,  $M$  являє собою бінарне відношення думок на кінцевій множині експертів  $n$ .

Поставимо групі експертів у відповідність вектор

$$E = \{\alpha_i\}, i \in [1, n], \quad (2)$$

де  $\alpha_i$  – являє собою одиночну функцію Хевісайда,  $\alpha_j \in [0, 1]$ , яка показує участь експерта у групі ( $\alpha_j = 1$ ) або неможливість участі ( $\alpha_j = 0$ ). Таким чином, формалізацію процесу відбору експертів для формування бази знань СППР при виборі технологічного рішення у ланцюгу доставки контейнерів залізницями буде зведено до знаходження вектору  $E$ , який максимізує бінарне відношення думок експертів

$$N = \sum_{i \in n} \sum_{j \in n} \alpha_i \alpha_j \mu_{ij} \rightarrow \max; \quad (3)$$

$$\begin{cases} \forall \alpha_i \in E; \forall \alpha_j \in E; \\ \mu_{ij} \in [-1; 1]; i \neq j; \\ \sum_{i \in n} \sum_{j \in n} \alpha_i \alpha_j \geq 2. \end{cases}$$

Статистичні методи перевірки погодженості часто залежать від математичної природи відповідей експертів, якщо відповіді – результати незалежних парних порівнянь. Пошук «середньої» думки експертної групи стосовно технологічних процесів транспортування контейнерів, можна здійснювати, наприклад, за допомогою відомого методу із застосуванням медіани Кемені [5]. Обчислення медіани Кемені можливо здійснити за допомогою методів цілочисельного програмування, наприклад, основаних на методі гілок і границь або випадкового пошуку.

В якості джерел інформації про транспортно-логістичний процес доставки контейнерних вантажів можна використати дані, які автоматично надаються у СППР через систему датчиків, RFID-міток, позиціонування за допомогою GPS-технологій. Такий підхід до використання елементів когнітивних технологій призводить до появи великої кількості багатовимірної й частково невизначеної інформації. У цьому випадку правильність відбору інформації можна подати нечіткою множиною, яка являє собою множину результатів рішень

$$\Lambda = f[B_i, R_i(T_i), T_i], \quad (4)$$

де  $B_i$  – множина правил, факторів, процедур, стратегій прийняття рішень по  $i$ -ій задачі;  $R_i(T_i)$  – множина врахованих факторів у вигляді лінгвістичних змінних;  $T_i$  – тривалість вирішення  $i$ -ї задачі.

Функція  $f[B_i, R_i(T_i), T_i]$  не може бути виражена аналітично тому, що її ключовим параметром є величина  $B_i$ . По суті,  $B_i$  є думкою експертів стосовно технологічних процесів перевезень вантажів у контейнерах, яку оснований на зібраних автоматично даних. Критерієм, за яким формується експертна група, може бути критерій максимальної погодженості думок її членів, що розглянуто вище і наведено у вигляді формул (1)–(3), якщо тривалість знаходження рішення СППР не є обмеженою. Якщо тривалість рішення задачі має істотне значення, то до (3) необхідно ввести додаткове обмеження  $T = \text{Arg} \min_H \sum_{i \in N} T_i$ ,  $N$  – кількість задач, які потребують вирішення.

Для формування СППР скористаємось апаратом нечітких множин. Нечітке висловлення експерта або слабкоформалізовані дані, що отримано автоматично, можна подати

конструкціями виду  $\langle R_i(T_i) \in R'_i(T_i) \rangle$ , де  $R'_i(T_i)$  – конкретне значення лінгвістичної змінної, якому відповідає нечітка множина на універсальній множині  $R^*$ .

$$\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \wedge R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle \Rightarrow \langle (R_1(T_i), R_2(T_i)) \in (R'_1(T_i) \cap R'_2(T_i)) \rangle; \quad (5)$$

$$\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \vee R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle \Rightarrow \langle (R_1(T_i), R_2(T_i)) \in (R'_1(T_i) \cup R'_2(T_i)) \rangle; \quad (6)$$

$$\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \text{ тобто } R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle \Rightarrow \langle (R_1(T_i), R_2(T_i)) \in (R'_1(T_i) \rightarrow R'_2(T_i)) \rangle \quad (7)$$

де  $R'_1(T_i) \bullet R'_2(T_i)$  – значення лінгвістичних змінних  $(R_1(T_i), R_2(T_i))$ , які відповідають вихідному висловлюванню  $\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \bullet R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle$  й якому для лінгвістичних змінних  $R_1(T_i)$  та  $R_2(T_i)$  ставиться у відповідність нечітка множина із функцією приналежності

$$\begin{aligned} \mu_{R'_1(T_i) \bullet R'_2(T_i)}(R_1^*(T_i), R_2^*(T_i)) &= \\ &= \mu_{R'_1(T_i)}(R_1^*(T_i)) \bullet \mu_{R'_2(T_i)}(R_2^*(T_i)). \end{aligned}$$

Форму і характер функції приналежності запропоновано встановити методом експертних оцінок.

Тоді за допомогою логіко-лінгвістичних методів можлива формалізація СППР щодо технологічних варіантів у ланцюгах доставки контейнерів залізницями. Вхідні і вихідні параметри СППР розглянемо як сукупність лінгвістичних висловлювань виду (5)–(7), що дозволяє отримати нечітку базу знань  $\Lambda$ . Вона відображає функціональний взаємозв'язок нечітких змінних і є основою для побудови узагальненого нечіткого висновку, який задано на універсальній множині. Відношення  $\Lambda$  побудовано за композиційним правилом висновків Заде [8]

$$\begin{aligned} \mu_{R'_i(T_i)}(R_i^*(T_i)) &= \\ &= \bigcup_{R_i(T_i) \in R_i^*(T_i)} \left[ \mu_{R_i(T_i)}(R_i'(T_i)) \cap \mu_{R_i(T_i)}(R_i^*(T_i)) \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Правило висновків (8) задає закон функціонування нечіткої СППР оцінки ефективності технологічних варіантів у ланцюгах доставки контейнерів залізницями. Нечіткий висновок запропоновано здійснити загально-

Для отримання нечітких висновків будемо використовувати правила перетворень нечітких висловлювань відповідно кон'юнктивної, диз'юнктивної та імплікативної форми [4]

відомим чином у чотири етапи: фазифікація, безпосередній нечіткий висновок, акумуляція результатів і дефазифікація методом «центру мас».

З метою перевірки можливості використання запропонованого підходу до побудови СППР в якості вихідних даних було прийнято реальні дані підприємства зі значними обсягами переробки вантажів у контейнерах. Середній обсяг переробки вантажів у контейнерах становить від 100 до 300 TEU на місяць. Необхідно, залежно від обсягів переробки вантажів у контейнерах та кількості готових маневрових локомотивів у експлуатації, встановити раціональну кількість навантажувальних засобів (вагонів або автомобілів) на добу.

У результаті отримано нечітку множину  $\hat{R}_1(T_i) \bullet \hat{R}_2(T_i) = \langle \text{Кількість навантажувальних засобів} \rangle$ , а нечітка база знань  $\Lambda$  СППР щодо технологічних варіантів у ланцюгах доставки контейнерів залізницями буде мати вигляд (для спрощення тривалість рішення  $i$ -ї задачі вважається незначною та умовно не враховується)

$$\Lambda = \begin{cases} B_1 : \langle R_{11} \wedge R_{12} \rangle \rightarrow \langle R'_{11} \wedge R'_{12} \rangle \\ B_2 : \langle R_{21} \wedge R_{22} \rangle \rightarrow \langle R'_{21} \wedge R'_{22} \rangle \\ B_3 : \langle R_{31} \wedge R_{32} \rangle \rightarrow \langle R'_{31} \wedge R'_{32} \rangle \end{cases} \quad (9)$$

Приклад отриманої результуючої функції виконання (8) на множині (9) при кількості готових локомотивів 2 та обсязі роботи 100 TEU наведено на рис. 1, кумулятивне значення складає 3,83 одиниці навантажувальних засобів на добу.

Кумулятивні значення результуючої функції нечіткого висновку для СППР при різних кількостях готових локомотивів та обсягах роботи наведено на рис. 2.

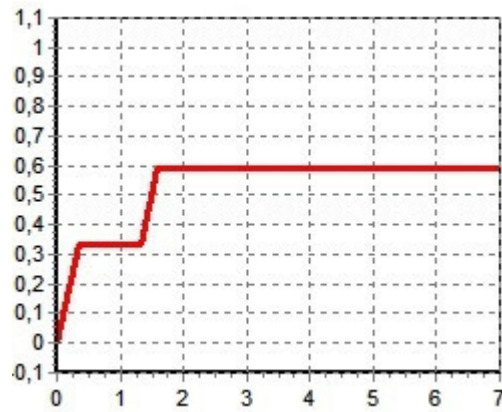


Рис. 1. Результуюча функція нечіткого висновку для СППР при кількості готових локомотивів 2 та обсязі роботи 100 TEU

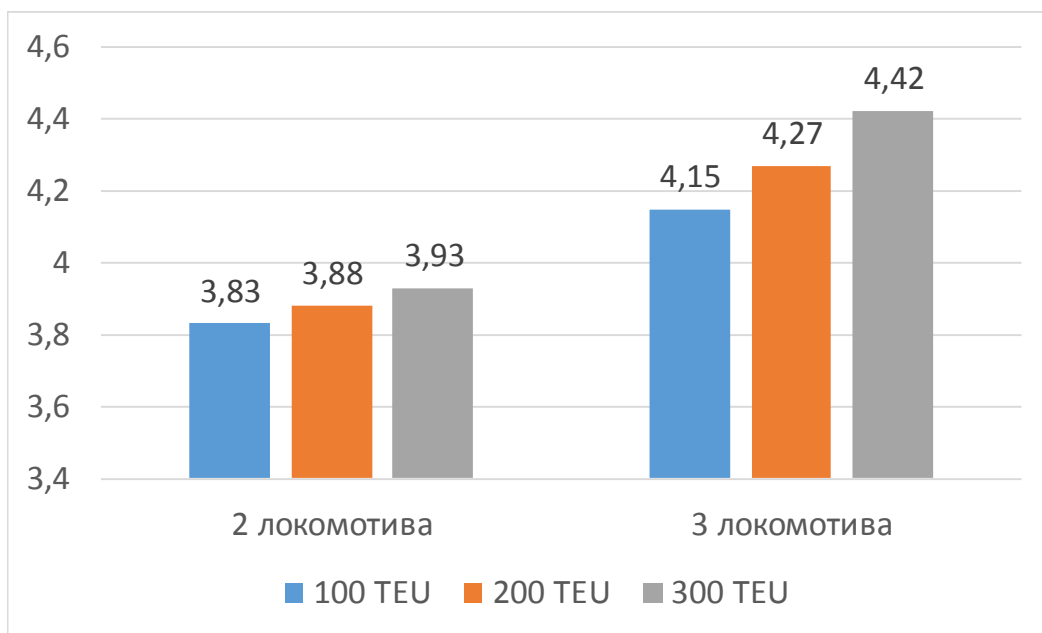


Рис. 2. Кумулятивні значення результуючої функції нечіткого висновку для СППР при різних кількостях готових локомотивів та обсягах роботи

Отриманий результат свідчить про можливість створення нечіткої бази СППР щодо технологічних варіантів у ланцюгах доставки контейнерів залізницями та про достатню ефективність її використання ОПР на реальних контейнерних терміналах. Запропонований підхід є досить універсальним, має можливість розширення і уточнення шляхом введення нових термів і висловлювань.

### Висновки

Таким чином, запропонований підхід до вирішення завдання формування систем підтримки прийняття рішень з використанням когнітивних технологій у ланцюгах доставки контейнерів залізницями сприяє підвищенню ефективності логістичних технологій за ра-

хунок максимізації отриманого ефекту від прийнятих оперативних рішень. Для пошуку раціональної технології роботи логістичного ланцюга доставки контейнерних вантажів вперше використано апарат нечіткої логіки. Запропонований метод оцінки та відбору нечіткої інформації при формуванні СППР вперше для умов перевезень за участю залізниць враховує і оптимізує як сам процес створення експертної групи, так і формалізацію відбору інформації та формування функцій приналежності нечітких множин, які характеризують технологічні показники контейнерних перевезень.

Для оцінки ефективності створено СППР, за допомогою якої отримано оцінку раціональної кількості навантажувальних засобів

(вагонів або автомобілів) на добу на основі нечіткої бази знань. Приклад використання запропонованого підходу показав можливість його практичного застосування в сучасних умовах транспортного ринку. На базі розглянутої моделі з єдиних методологічних позицій можна створити відповідну мережу СППР на залізницях, автотранспортних підприємствах та контейнерних терміналах. В якості джерел інформації про транспортно-логістичний процес доставки контейнерних вантажів можливо використати дані, які автоматично надаються у СППР за допомогою елементів когнітивних систем, наприклад, через систему датчиків, RFID-міток, позиціонування за допомогою GPS-технологій.

### Література

1. Bart W. Wiegman, Peter Nijkamp, Piet Rietveld, Container Terminals In Europe: Their Position in Marketing Channel Flows, IATSS Research, Volume 25, Issue 2, 2001, Pages 52-65 [Електрон. ресурс] / ISSN 0386-1112. – Режим доступу: [http://dx.doi.org/10.1016/S0386-1112\(14\)60070-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0386-1112(14)60070-4).
2. Intelligent transport systems [Електрон. ресурс] / ISO 14813-1: 2015 (en). – Режим доступу: <https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso:14813:-1>.
3. Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport Text with EEA relevance OJ L 207, 6.8.2010, p. 1–13.
4. Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В. Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation [Електрон. ресурс] / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Т. 6. – №. 3 (78). – С. 11–17. – Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.54496>.
5. Недосекин А.О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // Современные аспекты экономики, №11, 2002.
6. Ван Хорн Дж. Основы управления финансами. – М.: Финансы и статистика, 1996.
7. Sahakian C.E. The Delphi Method. – The Corporate Partnering Institute, 1997. (ISBN: 1891765051).
8. Ломотько Д.В. Формування нечіткої бази знань та системи підтримки прийняття рішення у підрозділах залізниць // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – №2. – С. 52–58.

### References

1. Bart W. Wiegman, Peter Nijkamp, Piet Rietveld, Container Terminals In Europe: Their Position in Marketing Channel Flows, IATSS Research, Volume 25, Issue 2, 2001, Pages 52-65 [Electronic resource] / ISSN 0386-1112. - Access mode: [http://dx.doi.org/10.1016/S0386-1112\(14\)60070-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0386-1112(14)60070-4).
2. Intelligent transport systems [Electronic resource] / ISO 14813-1: 2015 (en). Access mode: <https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso:14813:-1>.
3. Directive 2010/40 / EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on a framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other transport modes Text with EEA relevance OJ L 207, 6.8.2010, p. 1-13.
4. Lomotko D.V., Kovalev A.O., Kovaleva O.V. Formation of the fuzzy support system for decision-making on the merchantability of rolling stock in its allocation [Electronic resource] / Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2015 T. 6. No. 3 (78). P. 11-17. - Access mode: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.54496>.
5. Nedosekin A.O. The simplest assessment of the risk of an investment project // Modern aspects of economics, No. 11, 2002 [in Russian].
6. Van Horn J. Fundamentals of Financial Management. - M.: Finance and Statistics, 1996 [in Russian].
7. Sahakian C.E. The Delphi Method. - The Corporate Partnering Institute, 1997. (ISBN: 1891765051).
8. Lomotko D.V. Formation of a fuzzy knowledge base and decision support system in railway departments // Information and control systems on railway transport № 2, 2006. 52-58 [in Ukrainian].

**Lomotko D.V.**, Post-Graduate, Ukrainian State University of Railway Transport

**Arsenenko D.V.**, Post-Graduate, Ukrainian State University of Railway Transport

**Smorkis I.V.**, Post-Graduate, Ukrainian State University of Railway Transport

### FORMATION OF SUPPORT SYSTEMS OF DECISION MAKING USING COGNITIVE TECHNOLOGIES IN THE CHAINS OF CONTAINERS DELIVERY BY RAILWAY

**Abstract. Problem.** The article considers the main world trends is the development of international container transportation. Effects of intra-rail transport activities are aimed at modern information support systems for decision-making (DSS) in container transportation. **Goal.** For the purpose of

filling the knowledge base and building an efficient DSS in the containers delivery railways chains, expert assessment methods are most often used. Using cognitive technologies has been offered. **Methodology.** Container transportation allows saving on transport costs, but also there is a need to create technology based on intelligent information systems. EU countries set up rules for inclusion of all modes of transport in the delivery chain, in accordance with the directive on "intelligent" transport systems 2010/40/EU. The modern apparatus of information processing is a cognitive method, which is based on fuzzy sets. **Results.** The process of formation of the expert group during the formation of the knowledge base of the fuzzy DSS of the container transport logistics chain is considered. Data obtained using cognitive technologies is used as information sources on the transport-logistic process of container delivery. **Originality.** The method of evaluation and selection of fuzzy information in the formation of decision support systems in the container delivery chains is proposed. Rational logistics chain technology was searched for for the first time. The DSS has been improved and a rational number of load materials (cars) has been received. Data that is automatically provided for in the DSS with the elements of cognitive systems, via RFID tags, GPS positioning technology is offered to be used as the sources of information on the transport-logistic process. **Practical value.** The verification of DSS was tested on the real enterprise. An example has shown that rational value is 3.83 units of load equipment per day with two locomotives and the work volume of 100 TEU.

**Key words:** transport logistics, supply chain, cognitive logistic technologies, decision support, container transportation, railway.

**Аннотація.** Предложен метод оценки и отбора нечеткой информации при формировании систем поддержки принятия решений (СППР) в

цепях доставки контейнерных грузов. Для поиска рациональной технологии работы логистической цепи доставки контейнерных грузов впервые использован аппарат нечеткой логики. Для оценки эффективности создана СППР, с помощью которой получена оценка рационального количества погрузочных средств (вагонов или автомобилей) в сутки на основе нечеткой базы знаний. В качестве источников информации о транспортно-логистическом процессе доставки контейнерных грузов предложено использовать данные, которые автоматически предоставляются в СППР с помощью элементов когнитивных систем, через систему датчиков, RFID-меток, позиционирования с помощью GPS-технологий.

**Ключевые слова:** транспортная логистика, цепь поставок, когнитивные логистические технологии, поддержка решений, контейнерные перевозки, железная дорога.

**Ломотько Денис Вікторович**, д.т.н, професор, Український державний університет залізничного транспорту, кафедра транспортних систем та логістики, Україна, м. Харків, пл. Фейербаха, 7, +(38)057-7301955, [TSL@kart.edu.ua](mailto:TSL@kart.edu.ua)

**Арсененко Данила Володимирович**, аспірант, Український державний університет залізничного транспорту, кафедра транспортних систем та логістики, Україна, м. Харків, пл. Фейербаха, 7, +(38)057-7301955, [TSL@kart.edu.ua](mailto:TSL@kart.edu.ua)

**Сморкись Ігор Васильович**, аспірант, Український державний університет залізничного транспорту, кафедра транспортних систем та логістики, Україна, м. Харків, пл. Фейербаха, 7, +(38)057-7301955, [TSL@kart.edu.ua](mailto:TSL@kart.edu.ua)