

Модель оцінки ризику доставки вантажу силами логістики

A model for assessing the risk of cargo delivery by Logistics Forces

Олександр Андрощук * A

* **Corresponding author:** д. тех. н., професор, начальник відділу, e-mail: asa_20_1968@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8786-851X

Руслан Березенський A

к. тех. н., доцент, заступник начальника кафедри, e-mail: Ruslan3438@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1778-816X

Віктор Клименко A

к. тех. н., старший науковий співробітник, e-mail: viktorklymenko1971@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8073-4404

Віктор Меленчук A

к. тех. н., доцент, доцент кафедри, e-mail: viktor.melenchuk@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1236-6731

Володимир Мельник A

начальник кафедри, e-mail: mvv.1947j@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6153-1628

Денис Котов A

ад'юнкт, e-mail: zvyagel.zt@ukr.net, ORCID: 0000-0002-6775-5593

Oleksandr Androschuk * A

* **Corresponding author:** Dr. of Technical Sciences, Professor, Head of Department, e-mail: asa_20_1968@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8786-851X

Ruslan Berezenskyi A

Candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: Ruslan3438@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1778-816X

Viktor Klymenko A

Candidate of technical sciences, senior researcher, e-mail: viktorklymenko1971@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8073-4404

Viktor Melenchuk A

Candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: viktor.melenchuk@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1236-6731

Volodymyr Melnyk A

Head of Department, e-mail: mvv.1947j@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6153-1628

Denys Kotov A

PhD student, e-mail: zvyagel.zt@ukr.net, ORCID: 0000-0002-6775-5593

^A Військова академія м. Одеса, Україна

^A Military Academy, Odesa, Ukraine

Received: April 2, 2023 | Revised: April 10, 2023 | Accepted: April 30, 2023

DOI: 10.33445/sds.2023.13.2.2

Мета роботи: полягає у визначенні перспективної моделі оцінки ризиків доставки вантажів підрозділами Сил Логістики на основі теорії нечіткої логіки.

Метод дослідження: основним методом дослідження є метод синтезу моделі оцінки ризиків доставки вантажів підрозділами Сил Логістики.

Результати дослідження: в роботі сформовані основні теоретичні аспекти впровадження синтезованої моделі нечіткого логічного виводу щодо оцінки ризиків доставки вантажів підрозділами Сил Логістики.

Теоретична цінність: основними результатами дослідження за тематикою статті є: удосконалення методів інтелектуального моделювання логістичних процесів шляхом синтезу моделі нечіткого логічного виводу оцінки ризиків успішного виконання завдань з перевезення вантажів підрозділами Сил Логістики.

Тип статті: теоретична.

Ключові слова: транспортна логістика, інформаційні системи, управління ризиками, нечітка логіка, модель.

Purpose: is to define a prospective model of cargo risk assessment by units of the Logistics Forces based on the theory of fuzzy logic.

Method: the main research method is the method of synthesis of the risk assessment model of cargo delivery by units of the Logistics Forces.

Findings: the main theoretical aspects of the implementation of the synthesized model of fuzzy logical conclusion regarding the assessment of the risks of cargo delivery by the units of the Logistics Forces are formed in the work.

Theoretical implications: the main results of the research on the topic of the article are: improvement of the methods of intellectual modeling of logistics processes through the synthesis of a model of fuzzy logical conclusion of the risk assessment of the successful performance of cargo transportation tasks by the units of the Logistics Forces.

Paper type: theoretical.

Key words: transport logistics, information systems, military logistics, risk management, fuzzy logic, model.

1. Вступ

Розвиток логістики завжди відбувався паралельно з розвитком військ і способів ведення війни, операції і бою. Нові види озброєння, бойової техніки, способи ведення бойових дій висувають свої вимоги до логістики, змушують виробляти більш сучасні форми організації всебічного забезпечення військ (сил) [1-3]. Автомобільна техніка залишається основним засобом транспортної логістики, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, застосовується у всіх елементах порядку, є базою під монтаж комплексів озброєння і військової техніки та їх складовим елементом і визначає бойову готовність військових частин та з'єднань. В умовах

ринкової економіки та з врахуванням досвіду протидії військовій агресії російської федерації, вважається доцільним подальший розвиток логістики, логістичних систем та транспортної логістики у Збройних Силах України з урахуванням процесів логістичної інтеграції до євроатлантичної спільноти. Це, у свою чергу, вимагає подальшого розвитку та удосконалення науково-методичного апарату логістичного забезпечення Сил оборони в цілому. Але будь-яке новітнє впровадження, зміна існуючого, удосконалення того, що формувалося десятиліттями завжди пов'язано з ризиками. Тому, у сучасних умовах трансформації системи логістичного забезпечення військ (сил) з урахуванням особливостей логістичного забезпечення ведення бойових дій по захисту конституційного ладу та територіальної цілісності нашої держави, особливу увагу слід приділяти дослідженню питань управління ризиками.

2. Теоретичні основи дослідження

У роботах [4-6] розглянуто загальні питання щодо системи військової логістики та логістики країн – членів НАТО. Аналіз зарубіжного досвіду застосування військових логістичних підходів та особливості транспортної логістики як структурного елемента системи логістичного забезпечення висвітлено в роботі [7]. Проблематика питань моделювання процесів транспортної логістики для оптимізації функціонування транспортних і матеріальних потоків у підсистемах військової логістики за критерієм максимуму досягнення мети бойових дій розглянута в роботі [8].

У той же час, на сучасному етапі становлення військової логістики Збройних Сил України, як підсистеми логістики держави, проблемі дослідження теоретичних (фундаментальних) засад її функціонування не приділяється достатньої уваги. Тому синтез нових та удосконалення існуючих методів управління ризиками в системі транспортної логістики з доставки вантажів, особливо військового призначення, є актуальним частковим завданням як в теоретичному, так і у практичному значенні.

3. Постановка проблеми

Дослідження наукового завдання ефективного управління ризиками в системі військової складової транспортної логістики держави можливе шляхом застосування сучасних підходів до інтелектуального моделювання логістичних процесів на основі математичних моделей з нечіткою логікою.

Очікуваним результатом оцінки ризиків доставки вантажу є зменшення обсягів втрат, потреби в трудових та матеріальних ресурсах за незмінного рівня фінансування.

4. Результати

Здійснення оцінки ризиків є складовою діяльності учасників логістичного забезпечення, та передбачає оперативну обробку значної кількості різноманітної інформації. Це потребує застосування математичних моделей та методів з подальшим впровадженням у відомчі інформаційно-комунікаційні системи.

Формулювання математичної задачі з оцінки ризику вантажних перевезень Силами логістики, виходячи з їх особливостей, пропонується зробити шляхом оцінки об'єкта (чорної скриньки), на вході якого множина вхідних змінних $A = \{a_i\}$ та однією вихідною змінною B :

$$B_j = f_A(a_1, a_2, \dots, a_n). \quad (1)$$

Як вхідні змінні виберемо ознаки ризику j -го перевезення. Вихідна змінна B_j є показником ступеня ризику реалізації перевезення (наприклад доставка/не доставка вантажу, вчасна/невчасна доставка вантажу тощо).

Перш за все більш детально розглянемо завдання, які постають перед підрозділами логістичного забезпечення Збройних Сил України (Сил оборони). Завданням перевезення можна вважати доставку вантажу, особового складу тощо, коли його необхідно перевезти з точки T_A у точку T_B . Необхідно прийняти раціональне рішення: стосовно організації завдання перевезення: планування перевезення, вибору маршруту на підставі оцінки ризику тощо. Як правило, відповідне рішення приймається на підставі інформації про: характеристики транспортних засобів, які перевозять вантажі; самі вантажі, що перемішуються; характеристики доріг; характеристики безпеки району тощо. Особа, що приймає рішення, інформацію отримує в оперативному або плановому порядку.

Основою для прийняття рішення, з врахуванням ризиків, щодо завдань з перевезення вантажів є інструктивно-керівний матеріал та прецеденти, що відбулися у минулому, які трансформуються у досвід. Необхідно формалізувати правила перевезень на підставі цього досвіду. При цьому вихідні дані є в більшості випадків не формалізованими та слабоформалізованими.

Для цього запропоновано підхід, який був поданий у роботі [9]. Сутність полягає у застосуванні нечіткого логічного виведення для побудови моделі щодо оцінки ризику проектів з перевезень вантажів, які переміщуються з одного місця в інше, згідно з постановкою математичної задачі (1). Нечіткий логічний вивід, згідно з [10], полягає у апроксимації залежності "входи-виходи" на основі лінгвістичних залежностей "ЯКЩО-ТО". Наприклад, якщо автотранспортний засіб має велику вантажність, вантаж має великий об'єм та велику вагу, а дорожнє покриття має високу якість, то ризик не доставки вантажу є низьким.

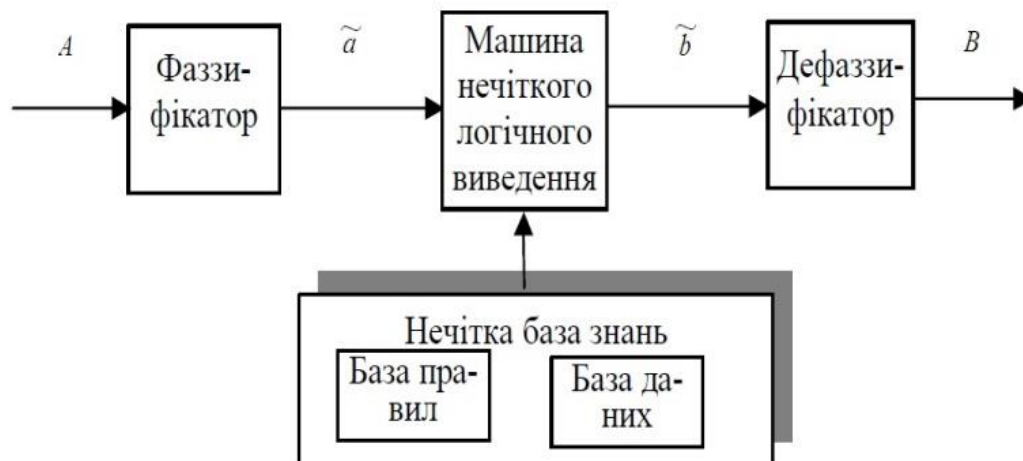


Рисунок 1 – Типова архітектура системи нечіткого логічного виводу

Формалізація моделі передбачає вибір та інтерпретацію вхідних та вихідних змінних відповідної системи нечіткого логічного виводу.

Змістовна інтерпретація нечіткої моделі передбачає вибір і специфікацію вхідних та вихідних змінних відповідної системи нечіткого логічного виводу рис. 1. [10]. В запропонованій моделі вхідними змінними вибрано ознаки ризику (індикатори), а вихідна змінна ε ступенем ризику завдання з доставки вантажу.

Нечітка модель матиме наступні три вхідних та одну вихідну змінну:

- рівень технічного стану транспортного засобу (далі – ТЗ), що перевозить вантаж (вихідна змінна "ТСТЗ") – (a_1) : технічний стан ТЗ визначається: коефіцієнтом технічної

готовності ТЗ, пробігом ТЗ; запасом ходу; вантажопідйомністю ТЗ тощо. Зрозуміло, що чим вищою є оцінка, тим більш імовірно, що вантаж буде доставлено вчасно;

- швидкісний показник руху ТЗ (вхідна змінна "ШПРТЗ") – (a_2) : середньотехнічна швидкість руху; час простою ТЗ під вантажними операціями; плече підвозу тощо. Чим вищою є оцінка, тим більш імовірно, що ТЗ доставить вантаж вчасно;

- ступінь безпеки шляху (вхідна змінна "СБШ") – (a_3) : якість шляхового покриття (руйнування, ґрунтова поверхня тощо); наявність диверсійно-розвідувальних груп у районі перевезень. Чим вищою є оцінка, тим більш імовірно, що вантаж бути доставлено вчасно.

Для різних завдань з перевезень, надалі, моделі можуть містити інші показники.

Вихідною змінною є ступінь реалізації проекту, наприклад, ступінь ризику вчасної доставки вантажу (вихідна змінна "СРВДВ") – (B) [11]: "матеріально-технічні засоби", "особовий склад", "ракетно-артилерійське озброєння" тощо. Її значення впливає на рішення стосовно вибору ТЗ, вибору укладки вантажу, вибору маршруту руху тощо.

У нечіткій моделі оцінки ризику успішного виконання завдання з перевезення щодо вчасної доставки вантажів до пункту призначення всі змінні подаються як лінгвістичні, універсальна множина яких $LZ_u = \{lz_1, lz_2, \dots, lz_n\}$ вимірюється у різних шкалах, наприклад від 0 до 1 або від 0 до 10, водієм (керівною особою) на підставі її знань та досвіду. У якості терм-множини першої вхідної змінної "ТСТЗ" будемо використовувати множину $TM_1 = \{\text{"низький"}, \text{"середній"}, \text{"високий"}\}$ рівень технічного стану. Побудову функцій належності термів "низький", "середній", "високий", що використовуються, наприклад, для оцінки лінгвістичної змінної "ТСТЗ", можна здійснити за допомогою методу статистичної обробки експертної інформації.

Функції належності термів розраховуються за виразом :

$$\mu_j(lz_i) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K a_{j,i}^k \quad (2)$$

де K – кількість експертів;

$a_{j,i}^k$ – результат опитування k -го експерта про наявність в елемента lz_i універсальної множини властивостей нечіткої множини лінгвістичних термів, $k = 1 \dots K$, $j = 1 \dots l$, $i = 1 \dots l$. Вважатимемо, що експертні оцінки є бінарними, тобто: $a_{j,i}^k \in \{0,1\}$, де 1 (0) указує на наявність (відсутність) в елемента властивостей нечіткої множини \tilde{l}_j .

Апроксимацію отриманих функцій належності трапецієвидними та трикутною у середовищі FisPro 3.5 подано на рис. 2.

У якості терм-множини другої змінної "ШПРТЗ" до перевезення вантажів використовувати аналогічну множину $TM_2 = \{\text{"низький"}, \text{"середній"}, \text{"високий"}\}$ швидкість руху ТЗ; третьої змінної "СБШ" – множину $TM_3 = \{\text{"низький"}, \text{"середній"}, \text{"високий"}\}$ ступінь безпеки.

У якості терм-множини вихідної змінної "СРВДВ" $TM_B = \{\text{"низький"}, \text{"середній"}, \text{"високий"}\}$ ступінь ризику доставки вантажу вчасно будемо використовувати множину із функціями належності, що подані на рис. 3.

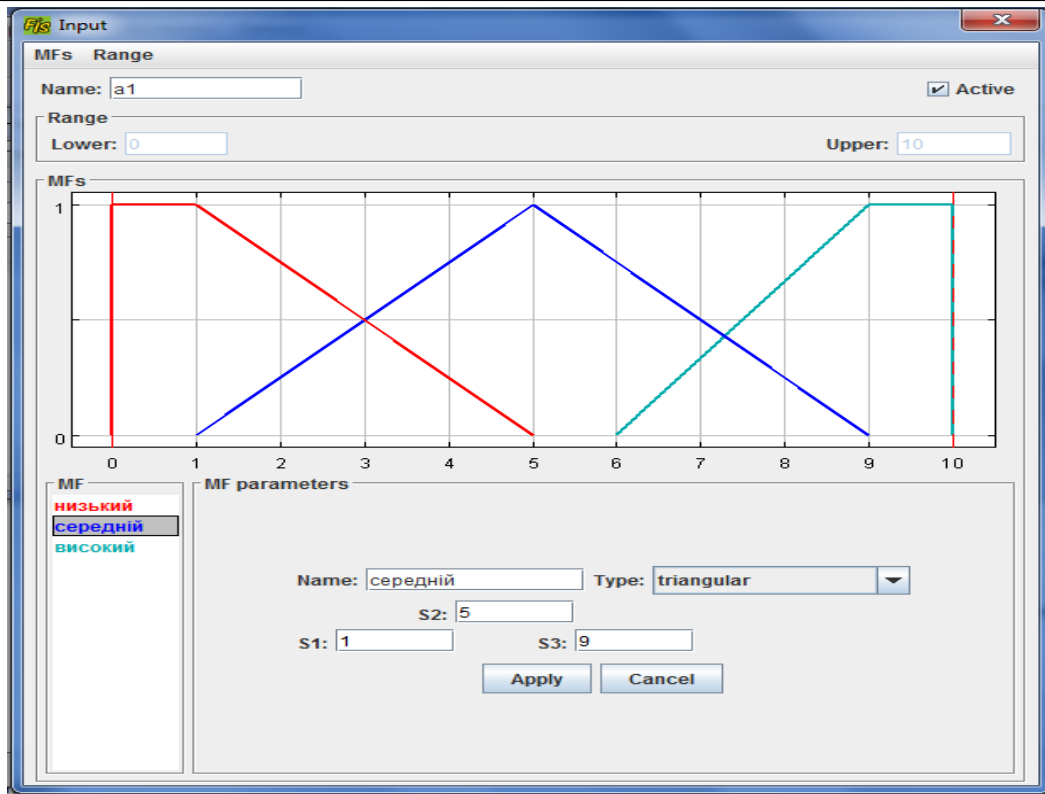


Рисунок 2 – Скрін-шот середовища FisPro 3.5 “Функції належності термів змінної “ТСТЗ”

Нечітка база знань будується на підставі опитування експертів. Для оцінки ризику вчасної доставки вантажу застосовуються правила, які витікають з досвіду експертів. Для визначення кількості правил, необхідних для опису q вхідних змінних, з використанням s термів, застосовується вираз $Rule = q^s$. У нашому прикладі $Rule$ дорівнює 27. Фрагмент бази знань подано в табл. 1.

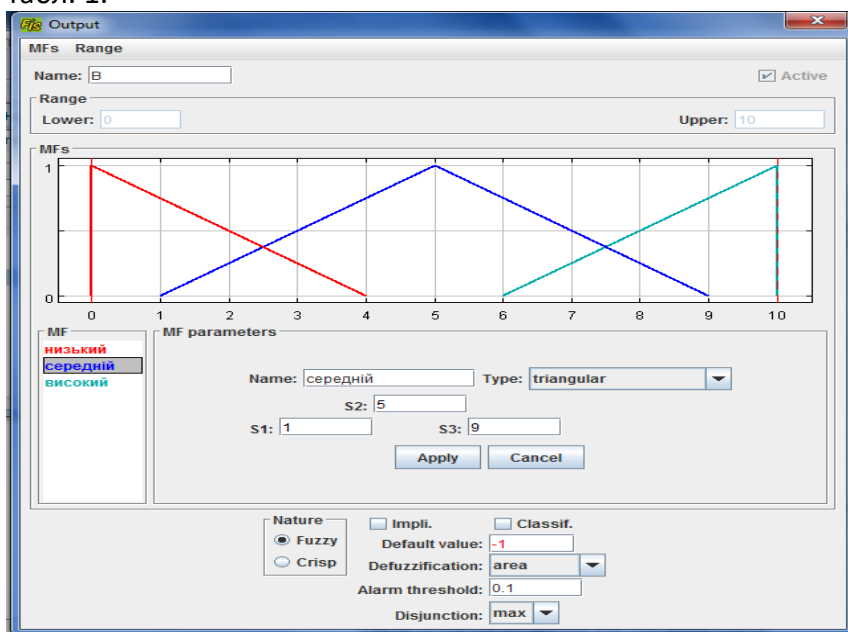


Рисунок 3 – Скрін-шот середовища FisPro 3.5 “Функції належності термів змінної “СВДВ”

Таблиця 1 – Евристичні правила щодо оцінки ризику доставки вантажів

ЯКЩО			ТО
a_1 – ТСТЗ	a_2 – ШПРТЗ	a_3 – СБШ	B – СРВДВ
...
Низький	Висока	Низька	Високий
Низький	Висока	Середня	Середній
Низький	Висока	Висока	Середній
Середній	Низька	Низька	Середній
Середній	Низька	Середня	Низький
...
Середній	Висока	Середня	Високий
Середній	Висока	Висока	Високий
Високий	Низька	Низька	Високий
Високий	Низька	Середня	Високий
Високий	Низька	Висока	Високий
...

Як схему нечіткого виводу будемо використовувати метод Мамдані, тому методом активації буде *min*, який розраховується за виразом :

$$\mu_{A \rightarrow B}(a, b) = \mu_A(a) \wedge \mu_A(b) = \min(\mu_A(a), \mu_A(b)), \quad (3)$$

Наступний крок – визначення методу агрегування підумов. У якості методу агрегування будемо використовувати операцію *min* - кон'юнкції, тому що в усіх правилах як логічна зв'язка для підумов застосовується лише нечітка кон'юнкція (операція «І»). Для акумуляції закінчень правил пропонується використовувати *max* – диз'юнкції, які також застосовуються у випадку схеми нечіткого логічного виведення методом Мамдані. Виберемо центроїдний метод у якості методу дефазифікації за виразом :

$$\bar{B} = \frac{\sum_{i=1}^n b_i \mu(b_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(b_i)}, \quad (4)$$

Реалізацію моделі нечіткого логічного виводу, рис. 4, будемо виконувати з використанням пакету FisPro 3.5 (програмний модуль "Оцінка ризиків завдань з доставки вантажу"). Вид графічного інтерфейсу редактора для трьох вхідних змінних і однієї вихідної змінної зображено на рис. 5.

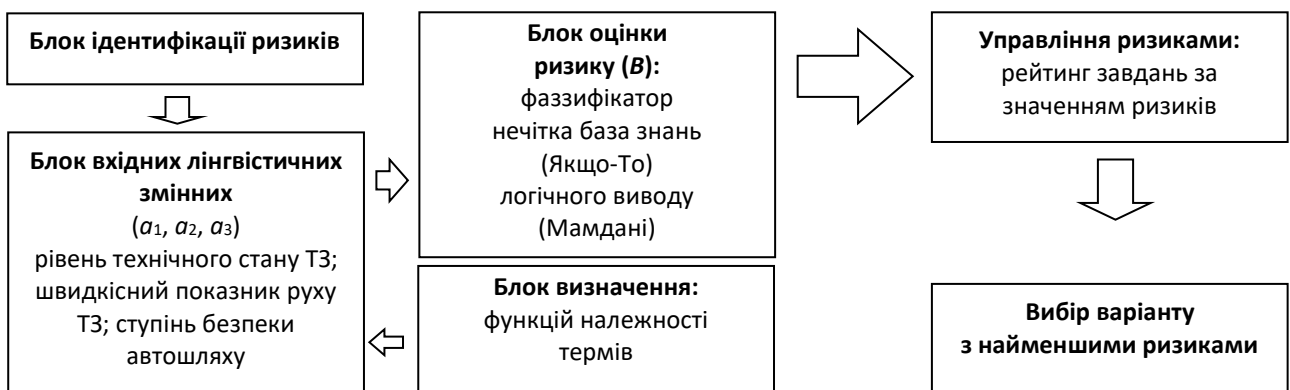


Рисунок 4 – Модель оцінки ризику завдань з перевезення вантажу

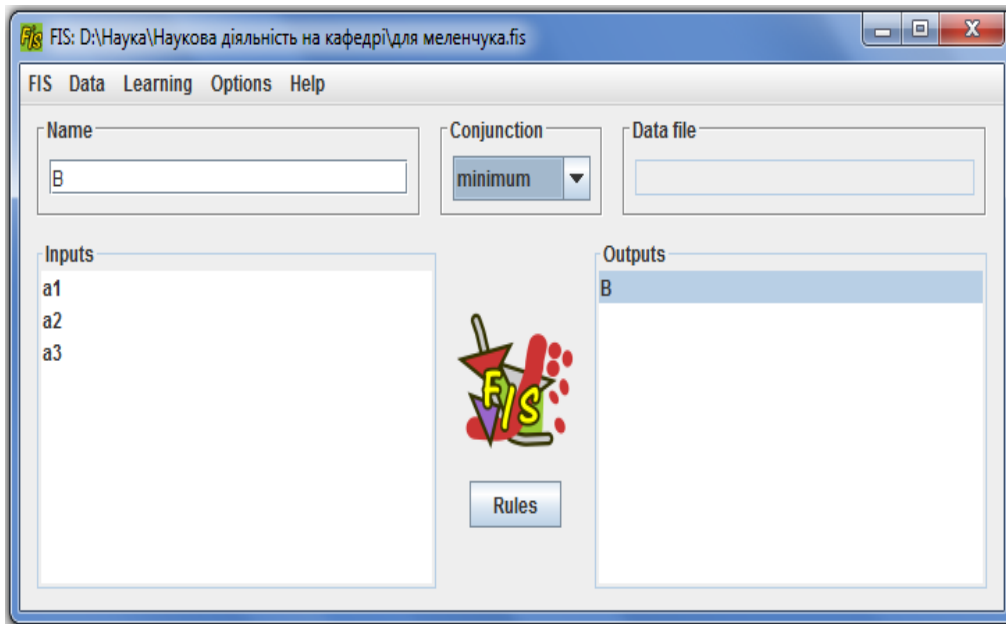


Рисунок 5 – Скрін-шот середовища FisPro 3.5 визначення вхідних і вихідних змінних системи нечіткого виведення “Оцінка ризику успішності завдань з доставки вантажу”

Виконаємо аналіз побудованої моделі аналізу ризиків успішного виконання завдань з перевезення вантажів. Сформулюємо правила, запишемо такі значення вхідних змінних: вхідна змінна “ТСТЗ” (a_1) дорівнює 7 балів, вхідна змінна “ШПРТЗ” (a_2) – 8 балів, значення змінної “СБШ” (a_3) – 3 бали. Можна передбачити високий ступінь вчасної доставки вантажів. В результаті отримуємо значення вихідної змінної “СРВДВ” (B), яке дорівнює 6,05, така оцінка вказує на високий ступінь вчасної доставки вантажу до точки призначення.

Для вирішення поставленого завдання нечіткого моделювання використовуємо систему нечіткого логічного виводу Мамдані. Параметри нечіткої моделі: логічні операції (min) – для нечіткого логічного “І”, max – для нечіткого логічного “АБО”), метод імплікації (min), метод агрегування (max) і метод дефаззифікації (centroid). Побудуємо функції належності термів для кожної з трьох вхідних і однієї вихідної змінної. Уведемо двадцять сім правил для системи нечіткого виводу згідно з табл. 1.

У наступному проекті значення вхідних змінних: $a_1 = 5$, $a_2 = 4$, $a_3 = 4$. У результаті вихідна змінна B набуває значення 3,45, що вказує на низький ступінь вчасної доставки вантажу за іншим варіантом.

Порівняння результатів розробленої моделі для двох варіантів свідчить, що граничне значення вихідної змінної “СРВДВ”, яке впливає на рішення щодо вчасної доставки вантажу, може бути вибране в межах 5 балів.

5. Висновки

Таким чином, в даній статті запропонований синтез моделі нечіткого логічного виводу щодо оцінки ризику вчасної доставки вантажів, які здійснюються підрозділами логістики тактичного рівня, яка, на відміну від існуючих, надає можливість: використання слабоформалізованої та неформалізованої інформації (кількісних, якісних та інших показників); урахування недостатньої інформації про значення ознак; використання знань фахівців (експертів) з транспортної логістики (автотранспорту та автомобільного господарства), управління логістикою, які подаються у вигляді нечітких правил виводу; отримання кількісної оцінки ризику, що досліджується під час управління ризиками; розроблений програмний модуль,

який на підставі моделі у складі автоматизованих інформаційних систем військової логістики, надає змогу скоротити час на оцінку ризиків успішного виконання завдань з перевезення вантажів в тактичній ланці.

При цьому, практичне впровадження розробленої моделі дозволить адаптувати існуючі методи роботи з явними та неявними знаннями і формалізувати досвід, накопичений експертами у транспортній логістиці військового призначення.

National and Military Security

6. Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

7. Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Ролін І.Ф., Купрієнко Д.А., Марущенко В.В. Концептуальний підхід до планування та ведення сухопутних операцій за стандартами НАТО. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки. 2022. № 1,2 (87). С. 142–168.
<https://doi.org/10.32453/3.v87i1-2.1087>
2. Доктрина "Сили Логістики". Військова керівна доктринальна публікація військовим організаційним структурам, що визначає погляди та основні положення щодо логістичного забезпечення ЗСУ. Київ: КСЛ ЗСУ, 2021. 31 с. URL: <https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/12/Доктрина-Сил-логістики.pdf>
3. Доктрина з організації переміщень та перевезень (транспортувань) у Збройних Силах України. Військова керівна публікація військовим організаційним структурам з організації переміщень та перевезень (транспортувань) у Збройних Силах України. Київ: КСЛ ЗСУ, 2020. 36 с. URL: [https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/04/ВКП-4-0003.01-Доктрина-з-організації-](https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/04/ВКП-4-0003.01-Доктрина-з-організації-переміщення-та-перевезення-у-ЗСУ.pdf)

References

1. Rolin I., Kuprienko D., Marushchenko V. A conceptual approach to planning and conducting ground operations according to NATO standards. *Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Service of Ukraine. Series: military and technical sciences*. 2022. No. 1,2 (87). P.142–168.
<https://doi.org/10.32453/3.v87i1-2.1087>
2. Doctrine "Forces of Logistics". A military guiding doctrinal publication for military organizational structures, which defines the views and basic provisions regarding the logistical support of the Armed Forces of Ukraine. 2021. Available from: <https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/12/Доктрина-Сил-логістики.pdf>
3. Doctrine on the organization of movements and transportation (transportation) in the Armed Forces of Ukraine. Military guidance publication for military organizational structures on the organization of movements and transportation (transportation) in the Armed Forces of Ukraine. 2020. Available from: [https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/04/ВКП-4-0003.01-Доктрина-з-організації-](https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/04/ВКП-4-0003.01-Доктрина-з-організації-переміщення-та-перевезення-у-ЗСУ.pdf)
4. Allied Joint Doctrine for Logistics, Edition B Version 1, December 2018. Available from:

- [переміщення-та-перевезення-у-ЗСУ.pdf](#)
4. Allied Joint Doctrine for Logistics, Edition B Version 1, December 2018. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/907825/doctrine_nato_logistics_ajp_4.pdf
 5. Joint Logistics February 2019, Incorporating Change May 2019. URL: https://www.ics.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp4_0ch1.pdf
 6. NATO Logistics Handbook October 1997. Chapter 7: NATO Principles and Policies For Logistics. URL: <https://www.nato.int/docu/logi-en/1997/lo-704.htm>
 7. Бедрій Я., Тарнавський Є. Військова логістика : навч. посіб. Херсон : Олді-плюс, 2020. 242 с. URL: https://spadok.org.ua/books/Bedri_Viyskova_logist_2017_242.pdf
 8. Основи військової логістики. Прогнозні моделі забезпечення : навч. посіб. *National and Military Security* л. / О. В. Гуляк та ін. Одеса : Вид. Військова академія, 2019. 262 с.
 9. Меленчук В. М. (2016). Модель оцінки ризиків проектів / програм / портфелів транспортної логістики із застосуванням нечіткого логічного виведення. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 13, 48-55. URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/343>
 10. Штовба С. Д. (2007). Проектирование нечетких систем средствами MatLab. Москва : Горячая линия-Телеком, 288 с.
 11. Меленчук В. М. Моделі та методи управління ризиками проектів матеріально-технічного забезпечення автотранспортних підрозділів Збройних Сил України: дис....кан. тех. наук : 05.13.22 / Львів. Держ. ун-т безпеки життєдіяльності. Львів, 2019. 179 с. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/1>
 - https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/907825/doctrine_nato_logistics_ajp_4.pdf
 5. Joint Logistics February 2019, Incorporating Change May 2019. Available from: https://www.ics.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp4_0ch1.pdf
 6. NATO Logistics Handbook October 1997. Chapter 7: NATO Principles and Policies For Logistics. Available from: <https://www.nato.int/docu/logi-en/1997/lo-704.htm>
 7. Bedrii, Ya. & Tarnavskiy, E. (2017). *Viiskova lohistyka [Military logistics]*. Kherson: OLDI-PLUS (in Ukr.). Available from: https://spadok.org.ua/books/Bedri_Viyskova_logist_2017_242.pdf
 8. Gulyak, O. V., Demyanchuk, B. O., Maslii, O. M., Lisovenko, D. V., Makhankov, V. A. & Obertas, S. F. (2019). *Osnovy viiskovoi lohistyky. Prohnozni modeli zabezpechennia [Basics of military logistics. Predictive models of provision]*. Odesa : Military academy.
 9. Melenchuk, V. M. (2016). Model otsinky ryzykiv proektiv/prohram/portfeliv transportnoi lohistyky iz zastosuvanniam nechitkoho lohichnoho vyvedennia [Risk assessment model of transport logistics projects/programs/portfolios using fuzzy logic inference]. *Visnyk Lvivskoho derzhavnogo universytetu bezpeky zhyttiediialnosti [Bulletin of the Lviv State University of Life Safety]*. Lviv: LDUZD, 48-55 (in Ukr.). Available from: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/343>
 10. Shovba, S. D. (2007). *Proektyrovanye nechetkykh system sredstvamy MatLab [Designing fuzzy systems using MatLab]*. Moscow: Horiachaia lynyia-Telekom (in Russ.).
 11. Melenchuk, V. M. (2019). Modeli ta metody upravlinnia ryzykamy proektiv materialno-tekhnichnoho zabezpechennia avtotransportnykh pidrozdiliv Zbroinykh Syl Ukrainy [Models and methods of risk management of logistical support projects

[23456789/5579/3/Дисертація%20Меленчука%20В.М.PDF](https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/5579/3/Дисертація%20Меленчука%20В.М.PDF)

12. Заде Л. (1976). Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Москва : Мир, 166 с.

of motor vehicle units of the Armed Forces of Ukraine]. *Kandydats'ka dysertatsiia [Candidate's dissertation]*. Lviv: LDUZD (in Ukr.). Available from: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/5579/3/Дисертація%20Меленчука%20В.М.PDF>

12. Zade L. (1976). *Poniatye lynchvystycheskoi peremennoi i eho prymerenye k pryniatyiu pryblyzhennikh reshenyi [The concept of a linguistic variable and its application for making approximate decisions]*. Moscow: Mir (in Russ.).