

Поліщук Інна Вячеславівна

Асистент кафедри програмного забезпечення систем,

<https://orcid.org/0009-0002-6395-4744>

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород

**ІНФОРМАЦІЙНО-ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПЛАТФОРМА
ОЦІНЮВАННЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ ПОВЕДІНКИ ТУРИСТІВ
ЩОДО ПОВТОРНОГО ВІДВІДУВАННЯ РЕГІОНУ**

***Анотація.** Розвиток туризму в Україні після воєнного періоду буде мати важливе значення для економічного, соціально-культурного та інфраструктурного відновлення країни. Це сприяє покращенню якості життя населення, збереженню культурної спадщини, зміцненню міжнародних зв'язків та підтримці морального духу населення. Високий рівень повторних відвідувань сприяє стабільності туристичного потоку, що забезпечує постійний дохід для місцевих бізнесів та збільшує зайнятість у туристичній сфері. Розуміння причин повторних відвідувань дає змогу державі та місцевим органам розробляти ефективні маркетингові стратегії, що спрямовані на залучення туристів, які вже відвідали регіон. Збільшення повторних відвідувань сприяє підвищенню уваги до збереження культурних та історичних пам'яток, що є привабливими для туристів. Повторні відвідувачі часто підтримують місцеві бізнеси, сприяючи їхньому розвитку та стабільності. Мета проведеного дослідження – розроблення інформаційно-інтелектуальної платформи оцінювання прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону. Вперше розроблено нечіткий метод оцінювання прогнозованого рівня повторного відвідування регіону туристами, який враховує висновок особи, що приймає рішення (ОПР) щодо популяризації регіонального туризму в інформаційному просторі. Отримав подальшого розвитку нечіткий метод оцінювання рівня задоволеності подорожі туристами, що ґрунтується на застосуванні багатовимірних функцій належності, який був узагальнений для можливості використання відносно різних туристичних аспектів. Інформаційно-інтелектуальну платформу верифіковано й апробовано на реальних даних в Закарпатській, Львівській та Івано-Франківській областях по 327 респондентів. Наведено приклад оцінювання прогнозованого рівня щодо повторного відвідування Ужгородський район Закарпатської області. Дослідження базується на теорії нечітких множин і нечіткої логіки, що підвищує обґрунтованість управлінських рішень. Всі налаштування моделі протестовані та верифіковані на реальних даних. Подальше дослідження проблематики вбачається в розробленні веб-орієнтованого програмного забезпечення інформаційно-інтелектуальної платформи для використання всіма зацікавленими особами, як туристами, бізнесом, так і органами державної влади.*

Ключові слова: туризм; підтримка прийняття рішень; нечітке моделювання; функції належності; експертне оцінювання

Вступ

Туризм є важливим джерелом доходів для багатьох країн, безпосередньо впливаючи на валовий внутрішній продукт (ВВП). Туризм надає стимулу в розвиток інших галузей економіки, таких як будівництво, виробництво та сільське господарство. Туристичний сектор забезпечує велику кількість робочих місць у готелях, ресторанах, туристичних агентствах, транспортних компаніях та інших пов'язаних з туризмом галузях. Туристи витрачають гроші на місцеві товари та послуги, що забезпечує притік іноземної валюти до країни. Це сприяє зміцненню національної валюти та поліпшенню

платіжного балансу. Туризм сприяє економічному розвитку не лише великих міст, але й віддалених регіонів, створюючи робочі місця і доходи в сільських та менш розвинених районах. Тому розвиток туризму в Україні після воєнного періоду буде мати важливе значення для економічного, соціально-культурного та інфраструктурного відновлення країни. Це сприяє покращенню якості життя населення, збереженню культурної спадщини, зміцненню міжнародних зв'язків та підтримці морального духу людей.

Розуміння факторів, що впливають на рішення туристів повернутися до певного регіону, може допомогти туристичним агентствам, готелям та

іншим учасникам туристичного ринку покращувати свої послуги та розробляти таргетовані маркетингові кампанії. Аналіз даних може виявити слабкі сторони в туристичному сервісі та допомогти в їх усуненні, що сприятиме підвищенню рівня задоволеності туристів і їхньої лояльності до регіону.

Високий рівень повторних відвідувань сприяє стабільності туристичного потоку, що забезпечує постійний дохід для місцевих бізнесів та збільшує зайнятість у туристичній сфері. Розуміння причин повторних відвідувань дає змогу державі та місцевим органам розробляти ефективні маркетингові стратегії, що спрямовані на залучення туристів, які вже відвідали регіон. Розуміння того, які аспекти сервісу найбільше впливають на рішення туристів повернутися, допомагає державі впроваджувати заходи для підвищення якості обслуговування. Збільшення повторних відвідувань сприяє підвищенню уваги до збереження культурних та історичних пам'яток, що є привабливими для туристів. Повторні відвідувачі часто підтримують місцеві бізнеси, сприяючи їхньому розвитку та стабільності. Отже, оцінювання прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону є важливим інструментом для держави, оскільки воно сприяє економічному розвитку, покращенню інфраструктури, підтримці місцевого бізнесу та збереженню культурної спадщини.

Мета статті

Основною метою проведеного дослідження є розроблення інформаційно-інтелектуальної платформи оцінювання прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону.

Аналіз літературних джерел і постановка проблеми

Багато досліджень, що зосереджені на нечітких моделях, вказують на зростаючу складність проблем прийняття рішень через інтенсивність даних у цих методах. Наприклад у роботі [1] розроблено математичну модель підтримки прийняття рішень для оцінювання сталого розвитку туристичних територій. Інші дослідники [2] розробили модель на основі нечіткої логіки для аналізу внутрішньої мотивації споживачів різного віку в різних напрямках. Тут доведено, що на туристичну мотивацію впливає вік. Також у роботах [3; 4] доводять важливість диджиталізації бізнес-процесів для сталого туризму на основі теорії нечітких множин.

У роботі [5] розроблено модель переваги послуг, використовуючи Fuzzy-AHP та методи VIKOR для оцінки якості послуг та екологічного планування. Інші дослідники [6] розглядають нечіткі підходи і доводять, що це ефективні інструменти для

управління індустрією туризму. Окампо та інші [7] застосували нечіткий метод Делфі для вибору релевантних показників для сталого туризму, що уможливило повторне відвідування регіону. Мохаммед та інші [8] запропонували модель прийняття рішень, спрямованих на додатки інтелектуального керування даними в електронному туризмі із застосуванням нечіткої математики. У роботі [9] розроблено концептуальну і структурно-логічну моделі бази геопросторових даних гастрономічного туризму, що демонструє важливість застосування цифрових технологій у туризмі.

З огляду досліджень за останній період стає зрозуміло, що нечіткі моделі набувають все більшого значення в процесах прийняття рішень для цифрової туристичної екосистеми. Причому немає комплексного дослідження, що уможливило отримання прогнозованого рівня повторного відвідування регіону туристами. При цьому слід враховувати різні аспекти вибраних територій, пов'язаних з туризмом, рівень туристичного руху щодо інфраструктури та доступності в регіонах та експертний рівень популярності регіону в інформаційному просторі. Тому постає актуальна задача конструювання цифрових інструментів для оцінювання поведінки туристів, які уможливають отримання кількісного та лінгвістичного рівнів, що вказують на прогнозовану можливість повторного відвідування регіону туристами.

Виклад основного матеріалу

Нехай розглядається $R = \{R_1; R_2; \dots; R_n\}$ – множина регіонів (районів) для оцінювання та виведення рівня щодо можливості повторного відвідування регіону туристами $E = \{e_1; e_2; \dots; e_m\}$. Вони відвідали місце призначення й оцінюють рівень задоволеності від подорожі відносно різних туристичних аспектів (групи критеріїв оцінювання) $G_1; G_2; \dots; G_l$. Інформаційно-інтелектуальна платформа оцінювання прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону формально представляється у вигляді оператора:

$$\Delta(R, E, G, M_1, M_2) \rightarrow f, \quad (1)$$

де Δ – оператор, що виводить вихідне значення f при вхідних змінних $\Delta(R, E, G, M_1, M_2)$; M_1 – нечіткий метод оцінювання рівня задоволеності подорожі туристами; M_2 – нечіткий метод оцінювання прогнозованого рівня повторного відвідування регіону туристами.

Значення $f = y(m, L)$: m – кількісний / L – лінгвістичний рівні, що вказують на потенційну можливість повторного відвідування регіону туристами.

На першому етапі інформаційно-інтелектуальної платформи здійснюється оцінювання рівня задоволеності подорожі відносно очікуваного та реального досвіду туристів за допомогою нечіткого методу – M_I .

Моделі підтримки прийняття рішень базуються на системі критеріїв оцінювання альтернативних варіантів у відповідній галузі. Використовуючи ці показники, здійснюється оцінювання об'єкта дослідження, на основі чого особа, що приймає рішення (ОПР), робить висновки та ухвалює рішення. Тому спочатку необхідно правильно визначити систему критеріїв оцінювання та підходи до обробки вхідних даних. Для системи показників оцінювання пропонується множина критеріїв туристичних аспектів, розподілених на групи: $G_1 = (K_{11}; K_{12}; \dots; K_{1g_1})$, $G_2 = (K_{21}; K_{22}; \dots; K_{2g_2})$, ..., $G_l = (K_{l1}; K_{l2}; \dots; K_{lg_l})$. Кожен критерій – це деяке запитання відносно очікуваного та реального досвіду, за яким експерт надає одне із суджень $T_h = \{T_{h1}; T_{h2}; T_{h3}; T_{h4}\}$ стосовно позитивних та негативних туристичних аспектів у місці призначення.

У дослідженні визначено три групи критеріїв.

G_1 – це туристичні аспекти щодо навколишнього середовища, природи і погоди. Ця група складається із таких показників: K_{11} – ландшафт у місці призначення; K_{12} – рівень скупчення людей у місці призначення; K_{13} – рівень шуму в місці призначення; K_{14} – рівень природного середовища, чи навпаки надмірний розвиток або комерціалізація в місці призначення; K_{15} – сприятливість клімату, погоди, температури навколишнього середовища; K_{16} – доступність місць відвідування.

G_2 – туристичні аспекти щодо сфери покупок і бізнес-послуг у місці призначення. До цієї групи критеріїв належать такі: K_{21} – кількість магазинів із сувенірами та подарунками; K_{22} – наявність торговельних центрів та універмагів; K_{23} – рівень періодичності магазинів; K_{24} – доступність (бар'єри) до магазинів.

G_3 – це туристичні аспекти щодо ціноутворення в місці призначення. До цієї групи критеріїв належать такі: K_{31} – рівень співвідношення ціни та якості їжі; K_{32} – рівень співвідношення ціни та якості житла; K_{33} – рівень співвідношення ціни та якості послуг.

Запитання та відповіді експертів для запропонованої задачі:

1. Які ПОЗИТИВНІ аспекти ОЧІКУВАЛИ відчуті? Відповідь – $T_{h1} = \{\text{Не очікував (ла)}; \text{Очікував (ла)}\}$.

2. Які ПОЗИТИВНІ аспекти насправді ВІДЧУЛИ? Відповідь – $T_{h2} = \{\text{Не мав (ла) досвіду}; \text{Мав (ла) досвід}\}$.

3. Які НЕГАТИВНІ аспекти ОЧІКУВАЛИ відчуті? Відповідь – $T_{h3} = \{\text{Не очікував (ла)}; \text{Очікував (ла)}\}$.

4. Які НЕГАТИВНІ аспекти насправді ВІДЧУЛИ? Відповідь – $T_{h4} = \{\text{Не мав (ла) досвіду}; \text{Мав (ла) досвід}\}$.

Експерт відповідає на запитання за запропонованими критеріями оцінювання в контексті очікуваних та реальних позитивних і негативних аспектах від подорожі. При цьому, вибираючи той варіант відповіді, що близький до істини. Залежно від деталізації цілей оцінювання системний аналітик може набудувати як групи критеріїв, так і самі критерії. У результаті вхідні дані від експерта e представляють у вигляді табл. 1.

Таблиця 1 – Вхідні дані від експерта e

Група критеріїв	Критерій	Позитивні аспекти		Негативні аспекти	
		Очікуваний досвід	Реальний досвід	Очікуваний досвід	Реальний досвід
G_1	K_{11}	$(T_{11})_{11}$	$(T_{12})_{11}$	$(T_{13})_{11}$	$(T_{14})_{11}$
	K_{12}	$(T_{11})_{12}$	$(T_{12})_{12}$	$(T_{13})_{12}$	$(T_{14})_{12}$

	K_{1g_1}	$(T_{11})_{1g_1}$	$(T_{12})_{1g_1}$	$(T_{13})_{1g_1}$	$(T_{14})_{1g_1}$
...
G_l	K_{l1}	$(T_{l1})_{l1}$	$(T_{l2})_{l1}$	$(T_{l3})_{l1}$	$(T_{l4})_{l1}$
	K_{l2}	$(T_{l1})_{l2}$	$(T_{l2})_{l2}$	$(T_{l3})_{l2}$	$(T_{l4})_{l2}$

	K_{lg_l}	$(T_{l1})_{lg_l}$	$(T_{l2})_{lg_l}$	$(T_{l3})_{lg_l}$	$(T_{l4})_{lg_l}$

У табл. 1 $(T_{hk})_{hg_h}$ – лінгвістичні оцінки h -ї групи критеріїв; k – номер судження експерта; g_h – кількість критеріїв для h -ї групи критеріїв, $h = \overline{1, l}$, $k = \overline{1, 4}$.

Отже, на вході інформаційно-інтелектуальної платформи по кожному експерту отримується множина його суджень за вибраними групами критеріїв туристичних аспектів відносно очікуваного та реального досвіду щодо позитивних і негативних вражень від подорожі у відвідуваному регіоні.

Для отримання однієї оцінки рівня задоволеності подорожі потрібно здійснити нечіткий логічний висновок. Для цього пропонується врахувати логіку психологічних властивостей

поведінки індивіда, а саме: невідповідність очікувань реальному досвіду, що призводить до зниження бажання повторного відвідування місця призначення, поширення негативних відгуків в інформаційному просторі, зниження залучення нових споживачів туристичних послуг. Тому всі експертні судження розглядають у вигляді булевих змінних:

$$\begin{cases} \delta_{h1} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_{h1} = \{\text{Очікував(ла)}\}; \\ 0, & \text{якщо } T_{h1} = \{\text{Не очікував(ла)}\}; \end{cases} \\ \delta_{h2} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_{h2} = \{\text{Мав(ла) досвід}\}; \\ 0, & \text{якщо } T_{h2} = \{\text{Не мав(ла) досвіду}\}; \end{cases} \\ \delta_{h3} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_{h3} = \{\text{Очікував(ла)}\}; \\ 0, & \text{якщо } T_{h3} = \{\text{Не очікував(ла)}\}; \end{cases} \\ \delta_{h4} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_{h4} = \{\text{Мав(ла) досвід}\}; \\ 0, & \text{якщо } T_{h4} = \{\text{Не мав(ла) досвіду}\}; \end{cases} \end{cases} \quad (2)$$

Тут оцінка для позитивних аспектів щодо очікуваного досвіду – δ_{h1} , а δ_{h2} для реального досвіду. Інші дві оцінки для негативних аспектів щодо очікуваного досвіду та реального досвіду відповідно δ_{h3}, δ_{h4} .

Далі обчислюють суму набраних балів у розрізі груп критеріїв:

$$S_{hk} = \sum_{p=1}^{g_h} (\delta_{hk})_{hp}, \quad h = \overline{1, l}; \quad k = \overline{1, 4}. \quad (3)$$

Для врахування очікуваного та реального досвіду подорожі з урахуванням позитивних та негативних аспектів вводять в розгляд два рівні α, β . Для формалізації визначення рівнів α, β потрібно здійснити верифікацію моделі на реальних даних. Пропонується система логічних висловлювань – “Якщо, Тоді, Інакше” зі значеннями вхідних змінних S_{hk} та одним із можливих значень рівнів α, β відповідно. Очікувано вважається, що значні розбіжності між бажаним і дійсним мають негативний ефект щодо можливості повторного відвідування регіону туристами. Базуючись на психології споживачів туристичних послуг, впливає такий висновок: розбіжності у позитивних аспектах дають вищу вихідну оцінку, а у негативних навпаки – знижують. Далі цей висновок формалізується шляхом побудови правил належності на основі проведених експериментів на реальних даних оцінювання 327 респондентів [1].

Для позитивних аспектів рівень α визначається таким чином:

ЯКЩО $S_{h1} = S_{h2}$ ТОДІ $\alpha = 1$ ІНАКШЕ

ЯКЩО $S_{h1} < S_{h2}$ ТОДІ $\alpha < 1$, ІНАКШЕ

ЯКЩО $S_{h1} > S_{h2}$ ТОДІ $\alpha > 1$.

Для негативних аспектів рівень β визначається так:

ЯКЩО $S_{h3} = S_{h4}$ ТОДІ $\beta = 1$ ІНАКШЕ

ЯКЩО $S_{h3} < S_{h4}$ ТОДІ β має бути значно більше 1, ІНАКШЕ

ЯКЩО $S_{h3} > S_{h4}$ ТОДІ β має бути трошки більше 1.

Використовуючи реальний досвід щодо задоволеності подорожі, а також з огляду на психологію міркувань людини, виводять вихідні оцінки щодо очікуваного та дійсного. Логіка така. Турист отримує більше розчарування від подорожі, якщо в позитивних аспектах реальний досвід не виправдає очікування. Для виведення кількісної нормованої оцінки, в межах групи критеріїв, вводять в розгляд функцію належності, враховуючи реальний досвід туристів та змінюючи направленість цілі для негативних аспектів:

$$\mu_h = \frac{1}{2} * (\lambda_h(S_{h2}) + (1 - \lambda_h(S_{h4}))), \quad (4)$$

$$\text{де } \lambda_h(S_{h2}) = \begin{cases} 0, & S_{h2} < 0; \\ \left(\frac{S_{h2}}{g_h}\right)^\alpha, & 0 \leq S_{h2} < g_h; \\ 1, & S_{h2} \geq g_h. \end{cases} \quad \text{та}$$

$$\lambda_h(S_{h4}) = \begin{cases} 0, & S_{h4} < 0; \\ \left(\frac{S_{h4}}{g_h}\right)^\beta, & 0 \leq S_{h4} < g_h; \quad h = \overline{1, l}. \\ 1, & S_{h4} \geq g_h. \end{cases}$$

Для позитивного досвіду максимальна задоволеність прямує до 1.

Нехай ОПР відомо або може задати вагові коефіцієнти $\{v_1; v_2; \dots; v_l\}$ і вони є з деякого інтервалу, наприклад [1; 10] кожній групі критеріїв оцінювання. Важливість груп критеріїв пояснюється тим, що кожен із туристичних аспектів по-різному впливає на прогнозування поведінки учасників туристичного руху щодо повторного відвідування регіону. Для порівняння даних потрібно визначити нормовані вагові коефіцієнти:

$$\overline{v}_h = \frac{v_h}{\sum_{h=1}^l v_h}; \quad h = \overline{1, l}; \quad \overline{v}_h \in [0; 1]. \quad (5)$$

На наступному кроці для отримання одного рівня задоволеності від подорожі відносно різних туристичних аспектів будується середня згортка:

$$\varphi(R) = \sum_{h=1}^l \overline{v}_h \cdot \mu_h. \quad (6)$$

У результаті отримують один рівень задоволеності від подорожі відносно різних

туристичних аспектів з інтервалу $[0; 1]$ для деякого експерта e в регіоні R . Таку процедуру оцінювання повторюють для всіх учасників туристичного руху. У результаті на основі нечіткого методу оцінювання рівня задоволеності подорожі – M_1 , для регіону R отримують набір рівнів по туристах: $\varphi(R(e_1)), \varphi(R(e_2)), \dots, \varphi(R(e_m))$.

На завершальному кроці обчислюють одне узагальнене значення на основі рівнів задоволеності по всіх туристах у досліджуваному регіоні R :

$$q(R_j) = \frac{1}{u(R_j)} \sum_{i=1}^{u(R_j)} \varphi(R(e_i)), \quad j = \overline{1, n}, \quad (7)$$

де $u(R_j)$ – кількість туристів у деякому регіоні R_j .

Узагальнене значення в межах регіону $q(R_j) \in [0; 1]$ характеризує рівень задоволеності від подорожі відносно різних туристичних аспектів по всіх туристах.

Нехай для деякого вибраного регіону існує експертний рівень туристичного руху відносно інфраструктури та доступності. Значення такого рівня позначається $d(R_j) \in [0; 1]$, воно обумовлює рівень задоволеності подорожі відносно очікуваного та реального досвіду стосовно інфраструктури та доступності туристичного руху в регіоні R_j . Чим більше значення оцінки, тим краща інфраструктура, зовнішня та внутрішня доступність, з погляду туристів. Також така оцінка може бути введена і лінгвістичними змінними, наприклад $EL = \{EL_1; EL_2; \dots; EL_5\}$: високий рівень – EL_1 ($d(R) \in (0,7; 1]$); рівень вище середнього – EL_2 ($d(R) \in (0,5; 0,7]$); середній рівень – EL_3 ($d(R) \in (0,4; 0,5]$); низький рівень – EL_4 ($d(R) \in (0,2; 0,4]$); дуже низький рівень – EL_5 ($d(R) \in [0; 0,2]$).

Для агрегування даних $(q(R_j); d(R_j))$ використовуються багатовимірні функції належності. Дані $(q(R_j); d(R_j))$ характеризуються невизначеністю виду «середнє значення» в просторі оцінок $[0; 1]$. Для цього в двовимірному просторі можна використовувати конусоподібну функцію належності з одиничним вектором у центрі основи [11]:

$$\eta(R_j) = \begin{cases} 1 - \theta_j, & \text{якщо } \theta_j < 1, \\ 0, & \text{в іншому випадку,} \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{де } \theta_j = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(q(R_j) - 1)^2 + (d(R_j) - 1)^2}.$$

На другому етапі виводиться прогнозований рівень щодо повторного відвідування регіону туристами, враховуючи експертний рівень

популяризації регіонального туризму в інформаційному просторі.

Для цього розроблено M_2 – нечіткий метод оцінювання прогнозованого рівня повторного відвідування регіону туристами.

Нехай ОПР на основі своїх знань та міркувань встановлює рівень популяризації регіонального туризму в інформаційному просторі окремо по регіонах. Для цього пропонується використовувати терм-множину лінгвістичних змінних, наприклад: $IP = \{ip_1; ip_2; ip_3\}$. Цю множину представляють у вигляді трикутних функцій належності, що розбиті на числовому проміжку $[0; 1]$, наприклад: ip_1 – низький, ip_2 – середній, ip_3 – високий. Розбиття лінгвістичних змінних на числовому проміжку $[0; 1]$ таке: $ip_1 \in [0; a_2]$, $ip_2 \in [a_2; a_3]$, $ip_3 \in [a_2; 1]$. У такому випадку аналітична форма запису трикутних функцій належності буде мати вигляд:

$$\mu_j^{ip_1} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \varepsilon_j \leq 0, \\ \frac{\varepsilon_j}{a_1}, & \text{якщо } 0 < \varepsilon_j \leq a_1, \\ \frac{a_2 - \varepsilon_j}{a_2 - a_1}, & \text{якщо } 0 < \varepsilon_j < a_2, \\ 0, & \text{якщо } \varepsilon_j \geq a_2. \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_j^{ip_2} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \varepsilon_j \leq a_1, \\ \frac{\varepsilon_j - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{якщо } a_1 < \varepsilon_j \leq a_2, \\ \frac{a_3 - \varepsilon_j}{a_3 - a_2}, & \text{якщо } a_2 < \varepsilon_j < a_3, \\ 0, & \text{якщо } \varepsilon_j \geq a_3. \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_j^{ip_3} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \varepsilon_j \leq a_2, \\ \frac{\varepsilon_j - a_2}{a_3 - a_2}, & \text{якщо } a_2 < \varepsilon_j \leq a_3, \\ \frac{1 - \varepsilon_j}{1 - a_3}, & \text{якщо } a_3 < \varepsilon_j < 1, \\ 0, & \text{якщо } \varepsilon_j \geq 1. \end{cases} \quad (11)$$

Де

$$\varepsilon_j = (IP_j; \eta(R_j)) = \begin{cases} a_1 \cdot \eta(R_j) & \text{якщо } R_j \in ip_1; \\ a_2 \cdot \eta(R_j) & \text{якщо } R_j \in ip_2; \\ a_3 \cdot \eta(R_j) & \text{якщо } R_j \in ip_3. \end{cases} \quad (12)$$

Тоді кількісний рівень, що вказує на потенційну можливість повторного відвідування туристами такий:

$$m(R_j) = \begin{cases} \mu_j^{ip_1} & \text{якщо } ip_1; \\ \mu_j^{ip_2} & \text{якщо } ip_2; \\ \mu_j^{ip_3} & \text{якщо } ip_3. \end{cases} \quad j = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Далі визначається лінгвістичний рівень L на основі отриманого значення $m(R_j) \in [0;1]$ шляхом зіставлення до одної змінної терм-множин $L = \{l_1; l_2; \dots; l_5\} : m \in (0,8; 1] - l_1 =$ “висока можливість повторного відвідування регіону туристами”; $m \in (0,6; 0,8] - l_2 =$ “ можливість повторного відвідування регіону туристами вище середнього”; $m \in (0,4; 0,6] - l_3 =$ “середня можливість повторного відвідування регіону туристами”; $m \in (0,2; 0,4] - l_4 =$ “низька можливість повторного відвідування регіону туристами”; $m \in [0; 0,2] - l_5 =$ “ дуже низька можливість повторного відвідування регіону туристами”.

На виході інформаційно-інтелектуальної платформи отримують кількісний та лінгвістичний рівні, що вказують на прогнозовану можливість повторного відвідування регіону туристами.

Результати дослідження

Інформаційно-інтелектуальну платформу оцінювання рівня прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону верифіковано й запробовано на реальних даних від 327 респондентів, що збиралися з жовтня по грудень 2023 р. в Закарпатській, Львівській та Івано-Франківській областях [10]. Респонденти мали заповнити анкету щодо туристичного досвіду в різних вибраних сферах. Анкета складалася з 16 груп питань, у загальній кількості 320. Відібрані респонденти мали різні демографічні характеристики. Було проведено експерименти на основі всієї множини даних. У статті наведено приклад оцінювання на фрагментах даних.

Респонденти відповіли на запитання згідно запропонованих критеріїв оцінювання щодо очікуваного та реального досвіду, позитивних та негативних туристичних аспектів у місці призначення, вибираючи той варіант, що близький до істини, надаючи одне із суджень $T_h = \{T_{h1}; T_{h2}; T_{h3}; T_{h4}\}$.

На першому етапі здійснюється оцінювання рівня задоволеності подорожі відносно очікуваного та реального досвіду за допомогою запропонованого нечіткого методу – M_1 .

Наприклад, для ілюстрації обчислення вхідні дані по експерту e_1 після подорожі в Ужгородському районі Закарпатської області [10]. Всі експертні судження розглядаються у вигляді булевих змінних за (2). Далі обчислюється сума набраних балів окремо по групах критеріїв за формулою (3). Вхідні дані по експерту e_1 та обчислені його результати наводять у табл. 2 – 4.

Після цього відбувається виведення кількісної нормованої оцінки в межах групи критеріїв, враховуючи реальний досвід учасників туристичного руху, використовуючи функції належності за формулою (4).

Таблиця 2 – Вхідні експертні дані для групи G_1

Критерій	Позитивні аспекти		Негативні аспекти	
	Очікуваний досвід	Реальний досвід	Очікуваний досвід	Реальний досвід
K_{11}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Не очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{12}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{13}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{14}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{15}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{16}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
S_1	6	6	5	5

Таблиця 3 – Вхідні експертні дані для групи G_2

Критерій	Позитивні аспекти		Негативні аспекти	
	Очікуваний досвід	Реальний досвід	Очікуваний досвід	Реальний досвід
K_{21}	Не очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Не очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{22}	Не очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід
K_{23}	Не очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Не очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{24}	Не очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
S_2	0	4	2	1

Таблиця 4 – Вхідні експертні дані для групи G_3

Критерій	Позитивні аспекти		Негативні аспекти	
	Очікуваний досвід	Реальний досвід	Очікуваний досвід	Реальний досвід
K_{31}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{32}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
K_{33}	Очікував (ла)	Мав (ла) досвід	Очікував (ла)	Не мав (ла) досвіду
S_3	3	3	3	0

Нехай ОПР визначив значення рівнів α, β таким чином:

ЯКЩО $S_{h1} = S_{h2}$ ТОДІ $\alpha = 1$ ІНАКШЕ, ЯКЩО $S_{h1} < S_{h2}$ ТОДІ $\alpha = \frac{3}{5}$ ІНАКШЕ, ЯКЩО $S_{h1} > S_{h2}$ ТОДІ $\alpha = \frac{6}{5}$.

ЯКЩО $S_{h3} = S_{h4}$ ТОДІ $\beta = 1$ ІНАКШЕ, ЯКЩО $S_{h3} < S_{h4}$ ТОДІ $\beta = \frac{8}{5}$ ІНАКШЕ, ЯКЩО $S_{h3} > S_{h4}$ ТОДІ $\beta = \frac{7}{5}$.

$$\lambda_1(S_{12}) = 1; \lambda_1(S_{14}) = \left(\frac{0}{6}\right)^{7/5} = 0;$$

$$\mu_1 = \frac{1}{2} * (1 + (1 - 0)) = 1.$$

$$\lambda_2(S_{22}) = \left(\frac{4}{4}\right)^{3/5} = 1; \lambda_2(S_{24}) = \left(\frac{1}{4}\right)^{7/5} = 0,109;$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2} * (1 + (1 - 1,109)) = 0,946.$$

$$\lambda_3(S_{32}) = 1; \lambda_3(S_{34}) = \left(\frac{0}{3}\right)^{7/5} = 0;$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} * (1 + (1 - 0)) = 1.$$

Нехай ОПР задає вагові коефіцієнти по кожній групі критеріїв {7; 10; 9}. За формулою (5) визначають нормовані вагові коефіцієнти: $\bar{v}_1 = 0,27$; $\bar{v}_2 = 0,38$; $\bar{v}_3 = 0,35$. Далі для отримання одного рівня задоволеності від подорожі відносно різних туристичних аспектів будують функцію належності за формулою (6): $\varphi = 0,27 \cdot 1 + 0,38 \cdot 0,946 + 0,35 \cdot 1 = 0,979$.

Згідно з наявною вибіркою даних Ужгородський район Закарпатської області відвідало 65 туристів. Одне узагальнене значення на основі рівнів задоволеності по всіх туристах обчислюється за формулою (7): $q = 0,798$.

Нехай для регіону Ужгородського району Закарпатської області експертний рівень туристичного руху відносно інфраструктури та доступності має $d = 0,8$. Далі для агрегування даних ставиться у відповідність значення двовимірної конусоподібної функції належності за формулою (8):

$$\eta = 1 - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(0,798 - 1)^2 + (0,8 - 1)^2} = 0,858.$$

На другому етапі виводиться прогнозований рівень щодо повторного відвідування регіону туристами, враховуючи експертний рівень популяризації регіонального туризму в

інформаційному просторі, на основі нечіткого методу M_2 .

Нехай ОПР на основі своїх знань та міркувань встановив рівень популяризації регіонального туризму в інформаційному просторі, як ip_2 – середній. Розбиття лінгвістичних змінних на числовому проміжку [0;1] пропонується таке: $ip_1 \in [0;0,6]$, $ip_2 \in [0,4;0,8]$, $ip_3 \in [0,6;1]$. За формулою (12) обчислюють змінну $\varepsilon = 0,6 \cdot 0,858 = 0,515$. Тоді кількісний рівень, що вказує на потенційну можливість повторного відвідування туристами визначається за формулою (13): $m = 0,575$. Тоді лінгвістичний рівень: $m \in (0,4; 0,6] - l_3 =$ “середня можливість повторного відвідування регіону туристами”.

Аналогічно встановлюється потенційна можливість повторного відвідування регіону туристами у всіх решта регіонах.

Висновки

У роботі розроблено інформаційно-інтелектуальну платформу оцінювання прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону. Вперше розроблено нечіткий метод оцінювання прогнозованого рівня повторного відвідування регіону туристами, який враховує висновок ОПР щодо популяризації регіонального туризму в інформаційному просторі. Набув подальшого розвитку нечіткий метод оцінювання рівня задоволеності подорожі туристами, що ґрунтується на застосуванні багатовимірних функцій належності, який був узагальнений для можливості використання відносно різних туристичних аспектів. Метод використовує нечітку логіку щодо психологічних властивостей поведінки людей, коли очікуване не відповідає дійсності.

Інформаційно-інтелектуальну платформу верифіковано й апробовано на реальних даних в Закарпатській, Львівській та Івано-Франківській областях по 327 респондентів. Наведено приклад оцінювання прогнозованого рівня щодо повторного відвідування Ужгородський район Закарпатської області.

Дослідження базується на теорії нечітких множин і нечіткої логіки, що підвищує обґрунтованість управлінських рішень. Цінність моделі полягає в тому, що вона враховує експертні оцінки позитивних і негативних туристичних аспектів у місці призначення щодо очікуваного та реального досвіду туристів, а також експертний рівень популяризації регіонального туризму в інформаційному просторі. Всі налаштування

моделі протестовані та верифіковані на реальних даних. Платформа на основі задоволеності туристів від відвідування регіону надає кількісний і лінгвістичний рівні, які вказують на потенційну можливість повторного відвідування регіону.

Подальше дослідження проблематики вбачається в розробленні веб-орієнтованого програмного забезпечення інформаційно-інтелектуальної платформи для використання всіма зацікавленими особами (туристами, бізнесом і органами державної влади).

Список літератури

- Ziyadin S., Borodin A., Streltsova E., Sueubayeva S., Pshembayeva D. Fuzzy logic approach in the modeling of sustainable tourism development management. *Polish Journal of management studies*. 2019. 19 (1). 492–504. DOI: 10.17512/pjms.2019.19.1.37.
- Vujičić M. D., Kennell J., Morrison A., Filimonau V., Štajner Papuga I., Stankov U., Vasiljević D. A. Fuzzy modelling of tourist motivation: An age-related model for sustainable, multi-attraction, urban destinations. *Sustainability*. 2020. 12 (20). 8698. DOI: 10.3390/su12208698.
- Tseng M. L., Wu K. J., Lee C. H., Lim M. K., Bui T. D., Chen C. C. Assessing sustainable tourism in Vietnam: A hierarchical structure approach. *Journal of cleaner production*. 2018. 195. 406–417. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.198
- Тімінський О. Г., Войтенко О. С., Райчук І. В. Аналіз моделей і методів діджиталізації бізнес-процесів. *Управління розвитком складних систем*. 2021. № 46. С. 38 – 47. DOI: 10.32347/2412-9933.2021.46.38-47.
- Zhijun C., Hsieh T. S., Huang C. H., Ghaffari M. Sustainable tourism supply chain assessment using hybrid decision-making methods under fuzzy uncertainty. *Mathematical Problems in Engineering*. 2022. 1–12. DOI: 10.1155/2022/2673972
- de Paula L. B., Gil-Lafuente A. M., Alvares D. F. A contribution of fuzzy logic to sustainable tourism through a case analysis in Brazil. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 2021. 40 (2). 1851–1864.
- Ocampo L., Ebisa J. A., Ombe J., Escoto M. G. Sustainable ecotourism indicators with fuzzy Delphi method – A Philippine perspective. *Ecological indicators*. 2018. 93. 874–888. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.05.060
- Mohammed R. T., Alamoodi A. H., Albahri O. S., Zaidan A. A., AlSattar H. A., Aickelin U., Albahri A. S., Zaidan B. B., Ismail A. R., Malik R.Q. A decision modeling approach for smart e-tourism data management applications based on spherical fuzzy rough environment. *Applied Soft Computing*. 2023. 143. 110297. DOI: 10.1016/j.asoc.2023.110297
- Лепетюк В. Б., Травкіна О. А. Застосування ГІС-технологій для формування бази геопросторових даних гастрономічного туризму України. *Управління розвитком складних систем*. 2022. № 51. С. 69 – 80. DOI: 10.32347/2412-9933.2022.51.69-80.
- Дані 327 респондентів для оцінювання прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону. URL: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1L0s1MvL9PkJgYHT_hicAIEof1zNsfUXE/edit?usp=sharing&ouid=110688046638619396256&rtfpof=true&sd=true (дата звернення: 03.08.2024).
- Polishchuk V., Kelemen M., Włoch I., Polishchuk A., Sharkadi M., Mlavets Yu. Conceptual Model of Presentation of Fuzzy Knowledge. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 3018. P. 1–12. DOI: http://ceur-ws.org/Vol-3018/Paper_1.pdf

Стаття надійшла до редколегії 10.10.2024

Polishchuk Inna

Assistant of the Department of Software Systems,

<https://orcid.org/0009-0002-6395-4744>

Uzhhorod National University, Uzhhorod

INFORMATIONAL-INTELLECTUAL PLATFORM FOR ASSESSMENT OF THE FORECASTED BEHAVIOR OF TOURISTS REGARDING RE-VISIT TO THE REGION

Abstract. The development of tourism in Ukraine after the war period will be important for the economic, socio-cultural, and infrastructural recovery of the country. This helps to improve the quality of life of the population, preserve the cultural heritage, strengthen international ties, and support the morale of the population. A high level of repeat visits contributes to the stability of the tourist flow, which provides constant income for local businesses and increases employment in the tourism sector. Understanding the reasons for repeat visits allows the state and local authorities to develop effective marketing strategies to attract tourists who have already visited the region. The increase in repeat visits contributes to increasing attention to preserving cultural and historical monuments attractive to tourists. Repeat visitors often support local businesses, contributing to their growth and sustainability. The purpose of the conducted research is to develop an information-intellectual platform for evaluating the predicted behavior of tourists regarding repeated visits to the region. For the first time, a fuzzy method of estimating the predicted level of repeated visits to the region by tourists has been developed, which considers the conclusion of the decision-maker (DM) regarding the promotion of regional tourism in the information space. A fuzzy method of evaluating tourists' travel satisfaction level, based on the application of multidimensional membership functions, was further developed, which was generalized for the possibility of

using relatively different tourist aspects. The information and intellectual platform were verified and tested on real data in Zakarpattia, Lviv, and Ivano-Frankivsk regions for 327 respondents. An example of the assessment of the predicted level for a repeat visit to the Uzhhorod district of Zakarpattia region is given. The research is based on the theory of fuzzy sets and fuzzy logic, increasing management decisions' validity. All model settings are tested and verified on real data. Further research of the problem is seen in developing web-oriented software of an information-intellectual platform for use by all interested persons, tourists, businesses, and state authorities.

Keywords: *Tourism; Decision support; Fuzzy modeling; Membership functions; Expert assessment*

References

- Ziyadin, S., Borodin, A., Streltsova, E., Suicubayeva, S. & Pshembayeva, D. (2019). Fuzzy logic approach in the modeling of sustainable tourism development management. *Polish Journal of management studies*, 19 (1), 492–504. <https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.37>.
- Vujičić, M. D., Kennell, J., Morrison, A., Filimonau, V., Štajner Papuga, I., Stankov, U. & Vasiljević, D. A. (2020). Fuzzy modelling of tourist motivation: An age-related model for sustainable, multi-attraction, urban destinations. *Sustainability*, 12(20), 8698. <https://doi.org/10.3390/su12208698>.
- Tseng, M. L., Wu, K. J., Lee, C. H., Lim, M. K., Bui, T. D., & Chen, C. C. (2018). Assessing sustainable tourism in Vietnam: A hierarchical structure approach. *Journal of cleaner production*, 195, 406–417. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.198>.
- Timinsky, A., Voitenko, O., & Raichuk, I. (2021). Analysis of models and methods of business processes digitalization. *Management of Development of Complex Systems*, 46, 38–47. [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.38-47](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.38-47).
- Zhijun, C., Hsieh, T. S., Huang, C. H. & Ghaffari, M. (2022). Sustainable Tourism Supply Chain Assessment Using Hybrid Decision-Making Methods under Fuzzy Uncertainty. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022 (1), 2673972. <https://doi.org/10.1155/2022/2673972>.
- de Paula, L. B., Gil-Lafuente, A. M. & Alvares, D. F. (2021). A contribution of fuzzy logic to sustainable tourism through a case analysis in Brazil. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40 (2), 1851–1864.
- Ocampo, L., Ebisa, J. A., Ombe, J. & Escoto, M. G. (2018). Sustainable ecotourism indicators with fuzzy Delphi method—A Philippine perspective. *Ecological indicators*, 93, 874–888. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.060>.
- Mohammed, R. T., Alamooodi, A. H., Albahri, O. S., Zaidan, A. A., AlSattar, H. A., Aickelin, U., ... & Malik, R. Q. (2023). A decision modeling approach for smart e-tourism data management applications based on spherical fuzzy rough environment. *Applied Soft Computing*, 143, 110297. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110297>
- Lepetyuk, V. B. & Travkina, O. A. (2022). Application of GIS technologies for the formation of geospatial data base of gastronomic tourism of Ukraine. *Management of Development of Complex Systems*, 51, 69 – 80. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.51.69-80>.
- Data of 327 respondents to assess the predicted behavior of tourists regarding repeated visits to the region. URL: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1L0s1MvL9PkJgYHT_hicAlEof1zNsfUXE/edit?usp=sharing&oid=110688046638619396256&rtfpof=true&sd=true (accessed on: 27.09.2024).
- Polishchuk, V., Kelemen, M., Włoch, I., Polishchuk, A., Sharkadi, M. & Mlavets, Yu. (2021). Conceptual Model of Presentation of Fuzzy Knowledge. *CEUR Workshop Proceedings*, 3018, 1–12. URL: http://ceur-ws.org/Vol-3018/Paper_1.pdf

Посилання на публікацію

- APA Polishchuk, I. (2024). Informational-intellectual platform for assessment of the forecasted behavior of tourists regarding re-visit to the region. *Management of Development of Complex Systems*, 60, 183–191, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.183-191](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.183-191).
- ДСТУ Поліщук І. В. Інформаційно-інтелектуальна платформа оцінювання прогнозованої поведінки туристів щодо повторного відвідування регіону. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 60. С. 183 – 191, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.183-191](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.183-191).