УДК 004.9:528.9:338.48:719

Denys Herchuk, Postgraduate Student
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-8987-0927 ***e-mail:*** herchuck.denis@gmail.com

Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

CONCEPTUAL MODEL OF A GIS-BASED RECOMMENDATION SYSTEM FOR SUSTAINABLE HERITAGE ROUTES FORMATION

Abstract. *The purpose of the study is to substantiate a conceptual model of a GIS-based recommendation system for generating sustainable routes to cultural and natural heritage sites. The relevance of the research is determined by the need to move from recommending separate popular locations to constructing routes that consider user interests, spatial, temporal, thematic, recreational and environmental constraints. The methodology combines system analysis, conceptual modelling, a geographic information approach and multi-criteria evaluation. The article defines the input data of the system: the user profile, characteristics of heritage sites, spatial data, contextual parameters and sustainability criteria. The proposed model includes modules for the user profile, heritage site database, geographic information analysis, context processing, multi-criteria evaluation, route generation and recommendation explanation. The result is a conceptual scheme in which a route is interpreted as a managed information object that should correspond to user interests, spatial and temporal feasibility, thematic coherence and the principles of sustainable territorial use. The scientific novelty lies in integrating personalized preferences, GIS routing logic, thematic coherence of heritage sites and sustainability criteria into a single mechanism for route generation. The theoretical value consists in clarifying the structure of a GIS-based recommendation system for cultural and nature-based tourism. The practical value lies in the possibility of using the model as a basis for a software prototype, a heritage site database and a route ranking algorithm. Further research should focus on formalizing criterion weights, selecting spatial and contextual data sources, developing an experimental dataset and evaluating recommendation quality in real or simulated tourist scenarios.*
Keywords: *spatial data; tourism planning; points of interest; multi-criteria evaluation; visitor management; personalization.*

Д.В. Герчук

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ СТАЛИХ МАРШРУТІВ ДО ОБ'ЄКТІВ СПАДЩИНИ

Анотація. *Мета дослідження полягає в обґрунтуванні концептуальної моделі геоінформаційної рекомендаційної системи для формування сталих маршрутів до об'єктів культурної та природної спадщини. Актуальність роботи зумовлена потребою переходу від рекомендації окремих популярних локацій до побудови маршрутів, що враховують інтереси користувача, просторові, часові, тематичні та рекреаційно-екологічні обмеження.*

© Д.В. Герчук, 2026

Методика ґрунтується на системному аналізі, концептуальному моделюванні, геоінформаційному підході та багатокритеріальному оцінюванні. Визначено вхідні дані системи: профіль користувача, характеристики об'єктів спадщини, просторові дані, контекстні параметри та критерії сталості. Запропоновано структуру моделі з модулями профілю користувача, бази об'єктів спадщини, геоінформаційного аналізу, контексту, багатокритеріального оцінювання, формування маршруту та пояснення рекомендації. Результатом є концептуальна схема, у якій маршрут розглядається як керований інформаційний об'єкт, що має відповідати інтересам користувача, просторово-часовій здійсненності, тематичній цілісності та принципам сталого використання територій. Наукова новизна полягає в інтеграції персоналізованих вподобань, геоінформаційної логіки маршрутизації, тематичної зв'язності об'єктів спадщини та критеріїв сталості в єдиний механізм формування маршруту. Теоретичне значення полягає в уточненні структури геоінформаційної рекомендаційної системи для культурно-природного туризму. Практичне значення полягає у можливості використання моделі як основи для створення програмного прототипу, бази об'єктів спадщини та алгоритму ранжування маршрутів. Обмеження дослідження пов'язані з відсутністю експериментальної перевірки прототипу. Подальші дослідження передбачають формалізацію вагових коефіцієнтів, добір просторових даних і перевірку якості рекомендацій.

Ключові слова: *просторові дані; туристичне планування; об'єкти інтересу; багатокритеріальне оцінювання; управління відвідувачами; персоналізація.*

https://doi.org/10.32347/2411-4049.2026.2.95-104

Вступ

У межах дослідження поставлено завдання обґрунтувати концептуальну модель геоінформаційної рекомендаційної системи, яка формує маршрути до об'єктів культурної та природної спадщини не лише за зручністю чи популярністю, а й з урахуванням сталого використання територій. Такий підхід відповідає розумінню сталого туризму як діяльності, що має враховувати поточні й майбутні економічні, соціальні та екологічні наслідки туристичного розвитку [1]. У контексті Цілей сталого розвитку туризм розглядається як інструмент місцевого розвитку, збереження ресурсів і відповідального використання територіального потенціалу [2]. Для об'єктів спадщини маршрут може або сприяти збереженню культурної та природної цінності території, або посилювати перевантаження найбільш відомих місць [3]. Тому формування маршруту доцільно трактувати як інформаційно-аналітичну задачу, у якій рекомендація враховує інтереси відвідувача, рекреаційне навантаження, доступність локацій, часові обмеження, сезонність і можливість перенаправлення потоку до менш перевантажених, але тематично релевантних об'єктів. Маршрутизація також дає змогу впливати на розподіл туристичного потоку без прямого обмеження доступу до спадщини [4]. Культурні маршрути слід розглядати не як просту послідовність пам'яток, а як територіально пов'язану систему матеріальних, нематеріальних, історичних і природних елементів [5]. Європейська практика культурних маршрутів підкреслює мережевий характер такого підходу, де окремі місця об'єднуються спільною темою, історичною пам'яттю, локальною ідентичністю та міжкультурним діалогом [6]. Саме тому наукове завдання статті полягає

в узгодженні персоналізованої рекомендації, геоінформаційного аналізу маршруту та критеріїв сталого управління відвідуванням культурної й природної спадщини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій доцільно розпочати з оглядів туристичних рекомендаційних систем, які засвідчують перехід від загальних переліків привабливих місць до персоналізованого добору туристичних об'єктів [7]. Такі системи поєднують профіль користувача, просторові характеристики, контекст подорожі та очікувану якість туристичного досвіду [8]. Рекомендації об'єктів інтересу спираються на різнорідні дані, зокрема характеристики користувача, географічне положення, відгуки, популярність і попередні траєкторії [9]. Персоналізоване планування маршрутів поєднує добір об'єктів із їх оптимальним впорядкуванням у межах часових і просторових обмежень [10]. У теорії рекомендаційних систем виділяються підходи, засновані на змісті об'єктів, подібності користувачів і поєднанні різних джерел інформації [11]. Гібридні рекомендаційні системи важливі для маршрутизації, оскільки туристичний вибір залежить не від одного критерію, а від інтересів, відстані, часу, транспорту, привабливості місця та індивідуальних обмежень [12]. Сучасні узагальнення підкреслюють значення оцінювання якості рекомендацій, взаємодії з користувачем і адаптації алгоритмів до конкретної предметної області [13]. Для туристичних маршрутів принциповим є контекстний вимір, адже доречність локації залежить від часу доби, сезону, місця перебування користувача, тривалості подорожі, завантаженості об'єкта та умов доступу [14]. Також актуальним є врахування прогнозованих подій, зокрема скупчення відвідувачів, транспортних затримок або змін погодних умов [15]. Перспективним для таких задач є поєднання геоінформаційного аналізу з багатокритеріальними методами прийняття рішень, зокрема Fuzzy TOPSIS, що дає змогу узгоджувати вподобання туриста, доступність, безпеку, просторові характеристики та критерії сталого розвитку [16]. Дослідження планування подорожей на основі даних про місцезнаходження доводять, що маршрут є складнішою структурою, ніж окрема рекомендація, оскільки потребує визначення набору місць і логіки їх послідовного відвідування [17]. Приклад поєднання байєсівської мережі, методу аналізу ієрархій та геоінформаційних функцій показує можливість формалізованого зіставлення привабливості, просторової доступності й тематичної відповідності [18]. Важливим доповненням є врахування скупчення відвідувачів, оскільки уникнення надмірно завантажених місць покращує досвід користувача і зменшує тиск на популярні об'єкти [19]. У сфері культурного туризму існують рішення, що поєднують рекомендаційний модуль і планувальник подорожі, однак переважно зосереджуються на персоналізації культурного досвіду та обмеженнях користувача [20]. Поєднання рекомендаційної системи з оптимізацією маршруту для місць культурної спадщини підтверджує продуктивність такого підходу, але питання повної інтеграції критеріїв сталості залишається відкритим [21]. Систематичні огляди культурних маршрутів засвідчують активне використання цифрових технологій в управлінні спадщиною, проте потребують чіткішого зв'язку між даними про об'єкти, тематичною структурою маршруту та поведінкою відвідувачів [22]. Сучасні дослідження тематичних маршрутів культурної спадщини на основі багатоджерельних даних і машинного навчання показують потенціал алгоритмічного формування змістовно пов'язаних траєкторій [23].

Контекстно орієнтовані рекомендаційні системи у сфері культурної спадщини розглядають об'єкт не ізольовано, а у зв'язку з користувачем, ситуацією відвідування, цифровим середовищем і змістом культурного досвіду [24]. Отже, наявні дослідження формують достатню основу для розроблення геоінформаційної рекомендаційної системи, однак недостатньо розкривають комплексне поєднання персоналізованого добору, просторово-часового впорядкування, тематичної цілісності та критеріїв сталого управління туристичним потоком.

Метою дослідження є обґрунтування концептуальної моделі геоінформаційної рекомендаційної системи формування сталих маршрутів до об'єктів культурної та природної спадщини, у якій персоналізовані інтереси користувача, просторові характеристики об'єктів, часові обмеження, тематична узгодженість, доступність локацій і критерії сталого туризму розглядаються як складові єдиного багатокритеріального механізму. Досягнення мети передбачає уточнення предметної області, визначення вхідних даних системи, опис функціональних модулів моделі, формалізацію логіки оцінювання туристичних об'єктів і маршрутів, а також пояснення рекомендації через зручність, відповідність інтересам і внесок маршруту в збалансоване використання культурно-природного потенціалу території.

Методика дослідження

Методика дослідження ґрунтується на поєднанні системного аналізу, концептуального моделювання, геоінформаційного підходу та багатокритеріального оцінювання, оскільки предметом статті є не готовий програмний продукт, а архітектурна й алгоритмічна логіка майбутньої геоінформаційної рекомендаційної системи. Геоінформаційний підхід обрано тому, що у роботі з культурними ресурсами він дає змогу пов'язати об'єкти спадщини з їхнім просторовим положенням, доступністю та управлінськими рішеннями щодо території [25]. Багатокритеріальне оцінювання доцільно застосувати за прикладом дослідження Huang і Bian, де поєднання методу аналізу ієрархій, байєсівської мережі та геоінформаційних функцій дозволило формалізувати персоналізований добір туристичних атракцій за кількома ознаками, а не лише за популярністю [18]. Для побудови логіки рекомендації використано підхід, близький до системи CHIP, у якій рекомендаційний модуль і планувальник подорожі працюють разом для формування персоналізованих маршрутів культурного туризму з урахуванням об'єктів і обмежень користувача [20]. Також враховано приклад планувальника маршрутів для місць культурної спадщини, де поєднання рекомендаційної системи з оптимізацією маршруту показало доцільність переходу від простого добору об'єктів до впорядкованої послідовності відвідування [21]. Контекстний компонент методики обрано за прикладом досліджень рекомендаційних систем у сфері культурної спадщини, де об'єкт розглядається не ізольовано, а у зв'язку з користувачем, ситуацією відвідування та цифровим середовищем [24]. Для посилення тематичної складової маршруту враховано підхід до планування культурних маршрутів із використанням багатоджерельних даних і машинного навчання, що дозволило формувати змістовно пов'язані туристичні траєкторії [23].

Результати дослідження

Запропонована концептуальна модель геоінформаційної рекомендаційної системи призначена для формування персоналізованого сталого маршруту до об'єктів культурної та природної спадщини. Її основна функція полягає не в простому доборі найпопулярніших локацій, а в побудові впорядкованої послідовності об'єктів, яка одночасно відповідає інтересам користувача, просторово-часовим обмеженням, тематичній логіці маршруту та критеріям сталого використання територій. Загальну архітектуру запропонованої системи показано на рис. 1.

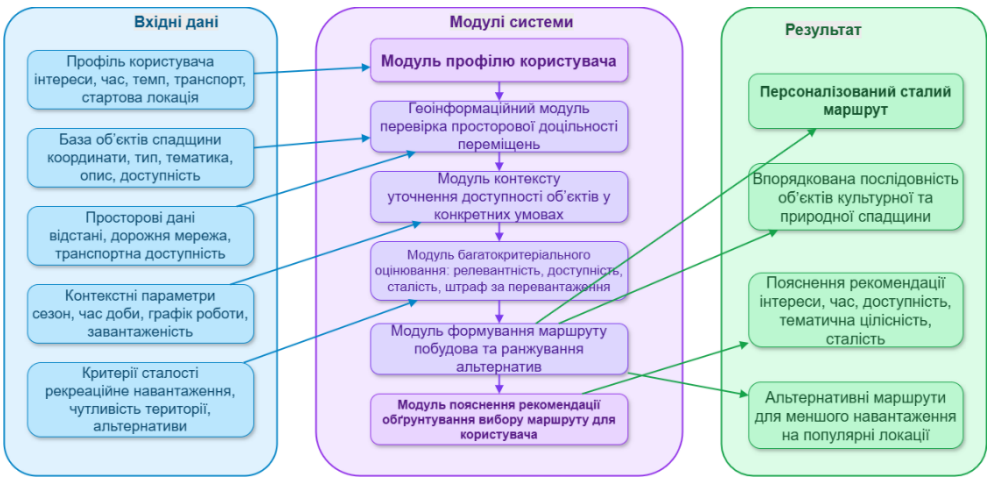

Рис. 1. Архітектура концептуальної моделі геоінформаційної рекомендаційної системи формування сталих маршрутів (побудовано автором)

Вхідними даними моделі є профіль користувача, база об'єктів культурної та природної спадщини, просторові дані, контекстні параметри та критерії сталості. Профіль користувача містить тематичні інтереси, доступний час, бажаний темп подорожі, тип пересування та початкову локацію. База об'єктів спадщини включає координати, тип об'єкта, тематику, опис, орієнтовну тривалість відвідування, рівень доступності та додаткові характеристики. Просторові дані описують відстані між об'єктами, дорожню або пішохідну мережу, транспортну доступність і взаємне розташування локацій. Контекстні параметри враховують сезон, час доби, графік роботи, погодні або організаційні обмеження та потенційну завантаженість об'єктів. Критерії сталості охоплюють рекреаційне навантаження, чутливість території, доцільність відвідування та можливість включення альтернативних менш перевантажених об'єктів.

Обробка даних у моделі відбувається через кілька взаємопов'язаних модулів. Модуль профілю користувача визначає персональні обмеження й інтереси. Геоінформаційний модуль перевіряє просторову доцільність переміщення між об'єктами. Модуль контексту уточнює, чи є об'єкт доступним для відвідування в конкретних умовах. Модуль багатокритеріального оцінювання обчислює інтегральну оцінку кожного об'єкта та маршруту за сукупністю критеріїв: тематична відповідність,

просторова зручність, часова здійсненність, доступність, сталість і штраф за потенційне перевантаження. Модуль формування маршруту будує одну або кілька альтернативних послідовностей об'єктів, після чого модуль пояснення рекомендації показує, чому запропонований маршрут є релевантним, здійсненним і сталим.

Алгоритмічна логіка моделі передбачає послідовний перехід від початкового набору об'єктів до поясненого маршруту. Спочатку система отримує параметри користувача й подорожі, після чого формує набір потенційно релевантних об'єктів. Далі об'єкти фільтруються за просторовими, часовими та організаційними обмеженнями. Після цього для кожного об'єкта розраховується інтегральна оцінка, формується граф можливих переміщень, будуються маршрутні альтернативи, виконується їх ранжування та обирається найкращий варіант.

Результатом роботи моделі є не окремий рекомендований об'єкт, а маршрут як впорядкована система локацій. Такий маршрут має відповідати п'ятьом умовам: бути цікавим для користувача, просторово логічним, здійсненним у межах доступного часу, тематично цілісним і прийнятним з позиції сталого використання культурно-природних ресурсів. Саме така інтеграція персоналізації, геоінформаційного аналізу, тематичної зв'язності та критеріїв сталості становить основну відмінність запропонованої моделі.

Послідовність роботи моделі подано на рис. 2.

По своїй суті запропонована модель спирається на наявні підходи, але поєднує їх у ширшу концептуальну схему. У дослідженні персоналізованого планування маршрутів маршрут розглядається як послідовність об'єктів інтересу, що формується з урахуванням переваг користувача, часу, відстані та інших обмежень [10]. Запропонована модель використовує цю логіку, але доповнює її тематичною цілісністю культурної та природної спадщини й критеріями сталості. У роботі Huang і Bian персоналізована рекомендація туристичних атракцій поєднує онтологію туризму, метод аналізу ієрархій, байєсівську мережу та геоінформаційні функції, що дало змогу формувати рекомендації з урахуванням поведінки користувача й просторового відображення результатів [18]. Запропонована модель зберігає ідею багатокритеріального добору, але переносить її з рівня окремих атракцій на рівень сталого маршруту.

Близьким до запропонованої моделі є підхід GIS-based personalized tourism recommendation, де поєднання геоінформаційних технологій і аналізу асоціативних правил дало змогу враховувати інтереси користувача, просторову близькість, картографічну візуалізацію та потенційно більш збалансований розподіл туристичної активності [26]. Розвиток цього підходу безпосередньо пов'язаний із використанням геоінформаційних технологій у туристичному плануванні, оскільки GIS дає змогу поєднувати просторовий аналіз, оцінювання POI, візуалізацію туристичних ресурсів і підтримку управлінських рішень щодо сталого розвитку дестинацій [27]. Для персоналізованої складової маршрутизації показовим є приклад системи SigTur/E-Destination, у якій геоінформаційні дані поєднуються з онтологічним описом туристичних активностей, профілем користувача, мотиваціями подорожі та механізмами змістової й колаборативної фільтрації [28]. Узагальнення підходів до інтелектуальних туристичних рекомендаційних систем підтверджує, що такі системи можуть не лише рекомендувати окремі

атракції, а й підтримувати планування маршруту, враховувати контекст подорожі, часові обмеження, просторове переміщення та методи штучного інтелекту [29]. Окремого значення для маршрутів до об'єктів культурної та природної спадщини набуває врахування функціональності та рівнів доступності POI, оскільки практична можливість відвідування локації є не менш важливою, ніж її тематична привабливість або популярність [30]. Водночас запропонована модель додатково вводить культурно-природну специфіку об'єктів, тематичну узгодженість маршруту та оцінювання рекреаційного навантаження. Система CHIP демонструє можливість поєднання рекомендаційного модуля й планувальника подорожі для культурного туризму, формуючи персоналізовані маршрути на основі об'єктів інтересу та обмежень користувача [20]. У запропонованій моделі цей підхід розширено за рахунок геоінформаційного модуля, контекстного аналізу та критеріїв сталого використання спадщини.

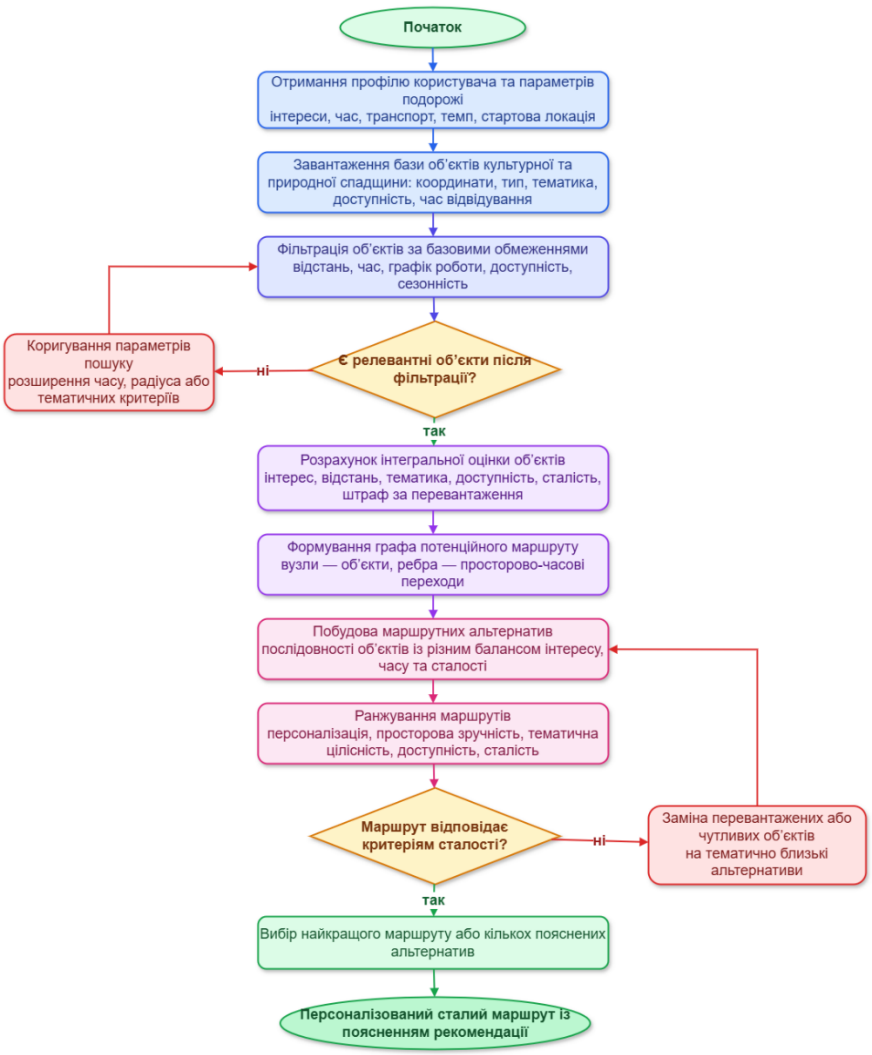

Рис. 2. Блок-схема алгоритму формування персоналізованого сталого маршруту (побудовано автором)

Поєднання рекомендаційної системи з оптимізатором маршруту для відвідування місць культурної спадщини також підтверджує доцільність переходу від списку об'єктів до впорядкованого маршруту; у такому підході маршрут будується з урахуванням переваг користувача, часових меж і кількості відвіданих об'єктів [21]. Запропонована модель відрізняється тим, що до критеріїв вибору додає не лише користувацьку корисність, а й сталість маршруту. У дослідженні тематичних маршрутів культурної спадщини на основі багатоджерельних даних і машинного навчання показано потенціал алгоритмічного формування змістовно пов'язаних туристичних траєкторій [23]. Запропонована модель використовує цей напрям як підставу для врахування тематичної цілісності, але доповнює його просторово-часовою здійсненністю, доступністю об'єктів і зменшенням ризику надмірної концентрації відвідувачів.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У результаті дослідження сформовано концептуальне бачення геоінформаційної рекомендаційної системи, у якій маршрут до об'єктів культурної та природної спадщини розглядається не як технічна послідовність точок, а як керований інформаційний об'єкт із власною просторовою, часовою, тематичною та сталою логікою. Такий підхід дозволяє змістити акцент із рекомендації окремих популярних локацій на формування збалансованого маршруту, що враховує індивідуальний запит користувача та водночас не ігнорує обмеження території, доступність об'єктів і ризик надмірного туристичного навантаження.

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні моделі, де персоналізація, геоінформаційна маршрутизація, тематична цілісність культурно-природної спадщини та критерії сталості поєднані в єдиний механізм багатокритеріального формування маршруту. На відміну від підходів, орієнтованих переважно на інтерес користувача, просторову близькість або оптимізацію часу, запропонована модель вводить сталість як внутрішній критерій рекомендації, а не як зовнішнє пояснення після побудови маршруту. Це відповідає визначеній у концепції статті дослідницькій прогалині, де менш розробленим залишається саме комплексне поєднання вподобань користувача, просторово-часової логіки, тематичної зв'язності та сталого використання ресурсів спадщини.

Теоретичне значення одержаного результату полягає в уточненні структури геоінформаційної рекомендаційної системи для задач культурно-природного туризму. Практичне значення полягає в тому, що запропонована модель може бути використана як основа для подальшого створення програмного прототипу, бази об'єктів спадщини, модуля оцінювання маршрутів і засобів пояснення рекомендацій користувачу. Перспективи подальших досліджень пов'язані з формалізацією вагових коефіцієнтів критеріїв, вибором джерел просторових і контекстних даних, розробленням алгоритму ранжування маршрутів, створенням експериментального набору даних і перевіркою якості рекомендацій на реальних або модельних туристичних сценаріях. Це узгоджується з ідеєю першої постановочної публікації, яка не потребує готового програмного продукту, але має закласти основу для подальшої реалізації прототипу та експериментальної оцінки системи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ \ REFERENCES

[1] UN Tourism. (n.d.). *Sustainable development*. https://www.untourism.int/sustainable-development
[2] United Nations. (n.d.). *Sustainable tourism*. https://sdgs.un.org/topics/sustainable-tourism
[3] UNESCO World Heritage Centre. (n.d.). *Sustainable tourism toolkit*. https://whc.unesco.org/en/sustainabletourismtoolkit/
[4] UNESCO World Heritage Centre. (n.d.). *Managing visitor behaviour (Guide 8)*. UNESCO World Heritage Sustainable Tourism Toolkit. https://whc.unesco.org/document/198420
[5] International Council on Monuments and Sites (ICOMOS). (n.d.). *Charters and doctrinal texts*. https://www.icomos.org/charters-and-doctrinal-texts/
[6] Council of Europe. (n.d.). *Cultural Routes of the Council of Europe programme*. https://www.coe.int/en/web/cultural-routes/about
[7] Solano-Barliza, A., Arregocés-Julio, I., Aarón-Gonzalvez, M., Zamora-Musa, R., De-La-Hoz-Franco, E., Escorcia-Gutierrez, J., & Acosta-Coll, M. (2024). Recommender systems applied to the tourism industry: a literature review. Cogent Business & Management, 11(1). https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2367088
[8] Sarkar, J. L., Majumder, A., Panigrahi, C. R., Roy, S., & Pati, B. (2022). Tourism recommendation system: a survey and future research directions. Multimedia Tools and Applications, 82(6), 8983–9027. https://doi.org/10.1007/s11042-022-12167-w
[9] Wang, Z., Höpken, W., & Jannach, D. (2025). A survey on point-of-interest recommendations leveraging heterogeneous data. Information Technology & Tourism, 27(1), 29–73. https://doi.org/10.1007/s40558-024-00301-3
[10] Halder, S., Lim, K. H., Chan, J., & Zhang, X. (2024). A survey on personalized itinerary recommendation: From optimisation to deep learning. Applied Soft Computing, 152, 111200. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.111200
[11] Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 17(6), 734–749. https://doi.org/10.1109/tkde.2005.99
[12] Burke, R. (2002). Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. User Modeling and User-Adapted Interaction, 12(4), 331–370. https://doi.org/10.1023/a:1021240730564
[13] Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (Eds.). (2022). Recommender Systems Handbook. Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2197-4
[14] Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2010). Context-Aware Recommender Systems. In Recommender Systems Handbook (pp. 217–253). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-85820-3_7
[15] Li, C., & Zheng, W. (2025). Nipping trouble in the bud: A proactive tourism recommender system. Information & Management, 62(1), 104062. https://doi.org/10.1016/j.im.2024.104062
[16] Buasri, N., & Sangpradid, S. (2025). Enhancing tourist experience: a Fuzzy Topsis approach to destination recommendation systems. GeoJournal of Tourism and Geosites, 58(1), 233–242. https://doi.org/10.30892/gtg.58120-1405
[17] Lim, K. H., Chan, J., Karunasekera, S., & Leckie, C. (2018). Tour recommendation and trip planning using location-based social media: a survey. Knowledge and Information Systems, 60(3), 1247–1275. https://doi.org/10.1007/s10115-018-1297-4
[18] Huang, Y., & Bian, L. (2009). A Bayesian network and analytic hierarchy process based personalized recommendations for tourist attractions over the Internet. Expert Systems with Applications, 36(1), 933–943. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.10.019
[19] Wang, X., Leckie, C., Chan, J., Lim, K. H., & Vaithianathan, T. (2016). Improving Personalized Trip Recommendation by Avoiding Crowds. In Proceedings of the 25th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management (pp. 25–34). ACM. CIKM'16: ACM Conference on Information and Knowledge Management. https://doi.org/10.1145/2983323.2983749

[20] Binucci, C., Biondi, G., Di Giacomo, E., Didimo, W., Fortuni, A., & Liotta, G. (2024). *CHIP: A recommender system and a travel planner for cultural tourism*. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 3865). https://ceur-ws.org/Vol-3865/12_paper.pdf
[21] Cardoso, P. J. S., Guerreiro, P., Pereira, J. A. R., & Veiga, R. J. M. (2018). A Route Planner Supported on Recommender Systems Suggestions. In Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (pp. 144–151). ACM. DSAI 2018: 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion. https://doi.org/10.1145/3218585.3218660
[22] Iakovaki, E., Konstantakis, M., Teneketzis, A., & Konstantakis, G. (2023). Analyzing Cultural Routes and Their Role in Advancing Cultural Heritage Management within Tourism: A Systematic Review with a Focus on the Integration of Digital Technologies. Encyclopedia, 3(4), 1509–1522. https://doi.org/10.3390/encyclopedia3040108
[23] Zou, H., Zhang, G., Sun, C., Landrum, L., Tang, Y., Hu, Y., Cheng, W., & Li, A. (2025). Thematic cultural heritage tourism trail planning integrating multi-source data and machine learning in Wuhan China. Npj Heritage Science, 13(1). https://doi.org/10.1038/s40494-025-02081-3
[24] Casillo, M., Colace, F., Conte, D., Lombardi, M., Santaniello, D., & Valentino, C. (2021). Context-aware recommender systems and cultural heritage: a survey. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 14(4), 3109–3127. https://doi.org/10.1007/s12652-021-03438-9
[25] Box, P. (1998). *Geographic information systems and cultural resource management: A manual for heritage site managers*. UNESCO Principal Regional Office for Asia and the Pacific. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116270
[26] Puttinaovarat, S., Chai-Arayalert, S., & Saetang, W. (2026). GIS-Based Personalized Tourism Recommendation Using Association Rule Mining to Support Sustainable Tourism. Sustainability, 18(6), 3145. https://doi.org/10.3390/su18063145
[27] Šoltésová, M., Iannaccone, B., Štrba, Ľ., & Sidor, C. (2025). Application of GIS Technologies in Tourism Planning and Sustainable Development: A Case Study of Gelnica. ISPRS International Journal of Geo-Information, 14(3), 120. https://doi.org/10.3390/ijgi14030120
[28] Moreno, A., Valls, A., Isern, D., Marin, L., & Borràs, J. (2013). SigTur/E-Destination: Ontology-based personalized recommendation of Tourism and Leisure Activities. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 26(1), 633–651. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.02.014
[29] Borràs, J., Moreno, A., & Valls, A. (2014). Intelligent tourism recommender systems: A survey. Expert Systems with Applications, 41(16), 7370–7389. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.06.007
[30] Santos, F., Almeida, A., Martins, C., Gonçalves, R., & Martins, J. (2019). Using POI functionality and accessibility levels for delivering personalized tourism recommendations. Computers, Environment and Urban Systems, 77, 101173. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.08.007

Стаття надійшла до редакції 04.02.2026, надійшла після рецензування 17.03.2026, прийнята 10.04.2026

The article was received 04.02.2026, received after revision 17.03.2026, accepted 10.04.2026

Герчук Денис Васильович
аспірант, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
Адреса робоча: 03186, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-8987-0927 ***e-mail:*** herchuck.denis@gmail.com