



І. Г. Цмоць, О. Р. Турчин

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ТУРИСТИЧНОЮ ФІРМОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ СЛАБКИХ СИГНАЛІВ

Визначено вимоги до системи адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, основними з яких є: збирання та інтеграція різноманітних даних із різних джерел, робота у режимі реального часу, визначення основних груп сигналів впливу на діяльність туристичної фірми та їх оцінювання, обчислення та прогнозування інтегрального показника впливу на діяльність фірми, візуалізація результатів обчислення та прогнозування інтегральних показників впливу на діяльність фірми, виявлення слабких сигналів і їх класифікація, адаптація діяльності фірми до змін зовнішнього середовища шляхом своєчасного ухвалення ефективних управлінських рішень. Запропоновано класифікацію зібраної інформації виконувати за такими ознаками: джерелом походження, формою подання, характером сигналу, часовою актуальністю та типом впливу. Вибрано принципи розроблення системи адаптивного управління (САУ) туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, основними з яких є: інтеграція даних і компонентів інформаційних технологій, системності, модульності, відкритості, сумісності, масштабованості та сезонності. Удосконалено метод адаптивного управління туристичною фірмою, який за рахунок системної класифікації та оцінювання впливів методом аналізу ієрархій, сезонного коригування діяльності та порівнянням порогової величини з різницею між обчисленим та прогнозованим значеннями інтегрального показника впливу на діяльність туристичної фірми забезпечує виявлення загроз на ранніх стадіях і збільшення часу на ухвалення та реалізацію відповідних управлінських рішень. Удосконалено метод адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, який за рахунок моніторингу навколишнього середовища, динамічного оновлення порогу виявлення слабких сигналів та їх інтерпретації забезпечує ефективне управління туристичною фірмою за умов зростання нестабільності зовнішнього середовища. Показано, що запропонований підхід забезпечує виявлення загроз на ранніх стадіях, підвищує точність і своєчасність управлінських рішень, а також сприяє зростанню гнучкості, стабільності та конкурентоспроможності туристичної фірми в динамічному ринковому середовищі. Запропоновано для підвищення точності прогнозування інтегрального показника впливу на діяльність туристичної фірми, виявлення та класифікації слабких сигналів використовувати штучні нейронні мережі.

Ключові слова: адаптивна система управління туристичним підприємством; ранні індикатори змін; туристичне підприємство; сезонне коригування туристичного попиту; метод аналізу ієрархій; управління за умови нестабільності.

Вступ / Introduction

Туристична галузь функціонує за умов високої мінливості зовнішнього середовища та вираженої сезонності попиту, що забезпечує складний фон для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, як зазначено у роботах [12, 18]. Автори [9, 21] у своїх працях вказують на те, що у традиційних підходах до ухвалення рішень переважає реактивна логіка, коли аналіз наявної ситуації зосереджується на вже відомих подіях, що значно знижує адаптивність систем у періоди надзвичайної турбулентності та суворой конкуренції.

У сучасних дослідженнях [16, 22] приділено особливу увагу виявленню слабких сигналів – ранніх, неочевидних індикаторів майбутніх змін у середовищі. Як показано у праці [22], слабкі сигнали проявляються у вигляді нетипових відхилень у ключових показниках та інформаційних потоках задовго до того, як вони стануть

очевидними.

У дослідженнях [12, 13] виявлено, що в контексті туристичного бізнесу такі сигнали можуть проявлятися через нетипові коливання обсягів бронювань, зростання негативних відгуків, коливання валютних курсів або зміни поведінки клієнтів у соціальних мережах. Водночас, у роботі [4] наголошено на потребі урахування природної циклічності: ігнорування сезонності може призводити до хибних висновків, коли стандартні міжсезонні спади бронювань сприймаються як кризові явища, а аномальні зростання попиту – як норма.

Отже, для підвищення адаптивності управлінських систем туристичних підприємств до змін зовнішнього середовища доцільно інтегрувати механізми виявлення слабких сигналів із методами сезонного коригування комплексного показника впливу.

Об'єкт дослідження – управління інформаційними процесами туристичної фірми з урахуванням сезонності.

Інформація про авторів:

Цмоць Іван Григорович, д-р техн. наук, професор, кафедра автоматизованих систем управління. Email: ivan.h.tsmots@lpnu.ua;

<https://orcid.org/0000-0002-4033-8618>

Турчин Олег Романович, магістр, кафедра автоматизованих систем управління. Email: turchynoleg@gmail.com;

<https://orcid.org/0009-0005-6456-2787>

Цитування за ДСТУ: Цмоць І. Г., Турчин О. Р. Адаптивне управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів.

Науковий вісник НЛТУ України. 2025, т. 35, № 4. С. 150–158.

Citation APA: Tsmots, I. H., & Turchyn, O. R. (2025). Adaptive management of a tourism enterprise using weak signals. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(4), 150–158. <https://doi.org/10.36930/40350417>

Предмет дослідження – методи та засоби виявлення слабких сигналів із сезонним коригуванням інтегрального показника впливу в контексті адаптивного управління, що дасть змогу оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища та підвищувати ефективність та обґрунтованість управлінських рішень за умов нестабільності.

Мета роботи – розробити підхід до адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, який забезпечить виявлення потенційних загроз на ранніх стадіях їх появи, збільшить термін для ухвалення ефективних управлінських рішень та їхню своєчасну реалізацію за умов нестабільного зовнішнього середовища.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі *основні завдання дослідження*:

- сформувати вимоги та принципи розроблення системи управління туристичною фірмою із використанням слабких сигналів, що дасть змогу забезпечити раннє виявлення потенційних змін у зовнішньому середовищі та підвищити гнучкість ухвалення управлінських рішень;
- вдосконалити метод виявлення слабких сигналів для туристичної фірми, що дасть змогу підвищити точність ідентифікації критичних факторів на початковому етапі їх прояву з урахуванням сезонної специфіки діяльності;
- вдосконалити метод адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, що сприятиме своєчасному коригуванню стратегій розвитку підприємства за умов динамічного та нестабільного середовища.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних дослідженнях [18, 19] вказано на те, що за умов зростання турбулентності та невизначеності зовнішнього середовища питання підвищення адаптивності управління набуває особливої актуальності. У роботах з методів випереджального реагування ключове місце відводять концепції виявлення слабких сигналів – ранніх, малопомітних індикаторів майбутніх змін, які можуть забезпечити стратегічні переваги організації.

У праці [6] описано багаторівневі моделі інформаційно-аналітичних систем підтримки прийняття рішень, що поєднують аналіз ієрархій та модифіковані шкали вагомості, даючи змогу зважено оцінювати відносну важливість зовнішніх сигналів і будувати агреговані індекси їхнього впливу.

В одному з досліджень [1] деталізовано адаптивну модель, в якій реалізовано алгоритм обчислення інтегрального показника впливу, що поєднує векторні вагомості, класифікацію сигналів за типами (ризиків, можливості, нейтральні) та короткотермінове прогнозування на підставі часових рядів. У цій моделі застосування порогових механізмів ідентифікації слабких сигналів дає змогу уникнути трактування випадкових коливань як системних відхилень, а візуалізація їхньої динаміки сприяє швидкому реагуванню менеджменту.

У численних роботах дослідників [3, 4, 5] розглянуто специфіку адаптивного управління на малих і середніх туристичних підприємствах, зокрема в контексті обмежених ресурсів та високої сезонності. У цих працях доведено, що для таких умов потрібні гнучкі аналітичні інструменти, здатні одночасно фільтрувати природні циклічні коливання та виявляти нетипові відхилення.

У роботах з питань сезонності вказано на важливість диференціювання трендових і сезонних компонентів у даних: без цього навіть звичайні міжсезонні спади

можуть бути сприйняті як загроза, а неочікуване зростання попиту – як норма [11, 12].

У дослідженнях із машинного навчання описано підходи до автоматизованого виявлення слабких сигналів у потоках великих даних (соціальні мережі, новини, платформи бронювання), що дає змогу оперативно реагувати на зміну поведінки споживачів [8, 15].

Водночас більшість наявних моделей адаптивного управління спочатку створювали для великих промислових структур [6, 22], що обмежує їхню безпосередню застосовність для туристичних фірм малого та середнього бізнесу. Це зумовлює необхідність адаптації методик з урахуванням галузевої специфіки: сезонності, варіативності попиту та ризик-орієнтованих стратегій.

Отже, проведений аналіз літературних джерел демонструє наявність міцної теоретико-методологічної бази для побудови адаптивної системи управління туристичною фірмою, яка інтегрує виявлення слабких сигналів, сезонну корекцію її діяльності та проактивне прогнозування для підтримки стратегічних рішень за умов невизначеності.

Матеріали та методи дослідження. Під час дослідження було застосовано метод аналізу ієрархій (MAI) для оцінювання ступеня впливу різних груп зовнішніх сигналів на функціонування туристичної фірми. З метою врахування особливостей інформаційного середовища підприємства було адаптовано стандартну шкалу важливості Сааті [20], що дало змогу точніше розмежувати вплив окремих категорій сигналів та підвищити точність експертних оцінок.

Аналіз проходив у три послідовні етапи:

1. Формування ієрархічної структури: на верхньому рівні розташовано стратегічну мету – адаптивне управління туристичною фірмою, на другому рівні – п'ять груп сигналів (фінансові, поведінкові, ризикові, операційні, соціальні), а на нижчому – конкретизовані підсигнали.
2. Парні порівняння: елементи кожного рівня ієрархії порівнювали згідно з модифікованою шкалою важливості, що дало змогу обчислити вагомості критеріїв та нормалізувати вектори пріоритетів для забезпечення узгодженості між групами.
3. Розрахунок інтегрального показника впливу (ІПВ): пріоритети груп і підгруп сигналів агрегувалися зваженою сумою, утворюючи єдиний індекс, який використовували як критерій для виявлення потенційних слабких сигналів [1, 16].

Ідентифікація слабких сигналів базувалася на методі порогової диференціації: сигнал вважали слабким, якщо абсолютна різниця між його поточним та прогнозним значеннями перевищувала адаптивно налаштований поріг ϵ , але залишалася в межах, які вказують на початкову стадію змін [1, 22].

Окрім цього, для коригування показників враховано сезонну динаміку попиту. Використано методи аналізу часових рядів і мультиплікативного згладжування для побудови прогнозової моделі, що адаптує інтегральний показник під сезонні коливання [6, 16]. Це дало змогу відокремити регулярні циклічні ефекти від аномалій, що надалі використовують для точнішого виявлення слабких сигналів.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Вимоги та принципи розроблення системи адаптивного управління туристичною фірмою. Для ефективного реалізації управління туристичною фірмою з ви-

користанням слабких сигналів сформульовано вимоги до системи адаптивного управління (САУ), яка має функціонувати в режимі реального часу, опрацьовуючи великі обсяги структурованих і неструктурованих даних із різномірних джерел. Така САУ повинна забезпечувати [12]:

- роботу у режимі реального часу;
- безперервне збирання та інтеграцію різномірних даних із різних джерел;
- оброблення та аналіз інформації про стан внутрішнього та зовнішнього середовища фірми;
- визначення основних груп факторів впливу на діяльність туристичної фірми;
- оцінювання факторів впливу на діяльність туристичної фірми;
- обчислення інтегральних показників впливу на діяльність туристичної фірми;
- прогнозування інтегральних показників впливу на діяльність туристичної фірми;
- візуалізацію обчислених та прогнозованих інтегральних показників впливу на діяльність туристичної фірми;
- виявлення слабких сигналів впливу на діяльність туристичної фірми;
- класифікація сигналів впливу на діяльність туристичної фірми;
- генерування та ухвалення ефективних управлінських рішень.

Важливими характеристиками системи є модульність, масштабованість, відкритість до інтеграції, а також здатність до гнучкої адаптації до динамічних умов середовища. Відповідно до цього, запропоновано структурувати вимоги за такими напрямками:

Джерела даних:

- *внутрішні*: дані про обсяги та структуру продажів, активність користувачів на сайті, текстові та числові відгуки клієнтів;
- *зовнішні*: новинні стрічки, економічні та політичні аналітичні звіти, курси валют, вартість транспортних послуг, активність конкурентів.

Залучення гетерогенних даних дає змогу забезпечити глибокий аналіз середовища, виявити комплексні взаємозв'язки між подіями та їхніми віддаленими наслідками [12].

Вимоги до аналітичного ядра САУ туристичною фірмою:

- виконання попереднього очищення, нормалізація та зниження шуму у вхідних даних;
- виявляти тренди на підставі часових рядів із використанням методів згладжування;
- класифікувати сигнали за типом (ризик, можливість, нейтральний), використовуючи машинне навчання або алгоритми на підставі методу аналізу ієрархій (MAI) [20].

Вимоги до прогнозної підсистеми:

- реалізація сезонного прогнозування з використанням мультиплікативної моделі типу: $Y = T \cdot S \cdot R$, де T – трендова складова, S – сезонна, R – випадкова [6];
- обчислення інтегрального показника впливу з урахуванням відхилень від сезонної бази норм [19].

Вимоги до адаптивності:

- динамічне оновлення порогів спрацьовування сигналів залежно від сезонної фази та волатильності ринку;
- модульна архітектура для забезпечення легкого оновлення та внесення нових компонентів;
- підтримка оброблення в режимі near real-time.

Вимоги до візуалізації результатів:

- інтерактивні панелі управління із візуалізацією інтегрального показника, виявлених сигналів і ризиків;

- просторові та часові графіки динаміки попиту, ризикових факторів та інших показників впливу на діяльність фірми;
- система автоматичних повідомлень з короткими аналітичними висновками для керівництва.

Сформульовані вимоги є основою для побудови САУ, здатної забезпечити ефективне управління туристичною фірмою за допомогою вчасного реагування на слабкі сигнали та прогнозування їхнього впливу на бізнес.

Принципи побудови системи адаптивного управління. Адаптивне управління туристичною фірмою за умов динамічного середовища потребує створення такої системи, яка не тільки реагує на події постфактум, а й здатна завчасно виявляти потенційні ризики та можливості. Для цього потрібно врахувати як технологічні, так і концептуальні засади побудови інформаційно-аналітичної платформи, що працює в режимі реального часу з великим масивом даних із різномірних джерел, як описано у публікації [12].

Ключові принципи побудови САУ туристичною фірмою:

- *системність* – комплексний підхід до аналізу ситуації з урахуванням внутрішніх і зовнішніх даних;
- *інтеграція* – поєднання ІТ-компонентів, каналів зв'язку та алгоритмів аналізу в єдину архітектуру;
- *модульність* – гнучка структура з можливістю оновлення або заміни окремих блоків без зупинки всієї системи;
- *відкритість* – підтримка стандартів REST, WebSocket та інших API для інтеграції з новими джерелами інформації;
- *сумісність* – інтеграція з наявними CRM, ERP та BI-системами;
- *масштабованість* – здатність до розширення ресурсів із метою оброблення великих даних у near real-time;
- *сезонна адаптивність* – автоматичне налаштування алгоритмів залежно від фази сезону.

Архітектура системи:

- *модулі збирання даних*: інтеграція з платформами бронювання, вебаналітики, соціальних мереж, новинних і погодних сервісів;
- *компоненти оброблення*: інструменти очищення, нормалізації, збереження та агрегування даних;
- *аналітичне ядро*: алгоритми для виявлення слабких сигналів, сезонної динаміки й побудови прогнозів;
- *інтерфейси обміну*: API-інтеграція з іншими системами підприємства;
- *виконавчі сервіси*: модулі рекомендацій, динамічного ціноутворення, оповіщення персоналу.

Уся система функціонує в реальному часі, забезпечуючи безперервний обмін даними між компонентами, що гарантує актуальність аналітики та вчасне прийняття рішень.

Основні задачі системи:

- *моніторинг середовища* – оперативне відстеження змін у внутрішніх і зовнішніх показниках діяльності фірми;
- *оброблення й аналіз* – фільтрація шумів, сезонна нормалізація та класифікація сигналів за характером;
- *прогнозування* – виявлення тенденцій і розрахунок інтегрального впливу із врахуванням сезонності;
- *підтримка рішень* – формування адаптивних стратегічних і оперативних рішень на підставі слабких сигналів;
- *інформування* – автоматизоване сповіщення менеджменту про важливі зміни та потенційні ризики.

Вдосконалення методу виявлення слабких сигналів. Туристична сфера надзвичайно чутлива до глобальних і локальних змін у зовнішньому середовищі. Саме тому для адаптивного управління туроператором важливо своєчасно виявляти слабкі сигнали – ранні, малопомітні ознаки майбутніх тенденцій. У контексті туриз-

му такими сигналами можуть бути найрізноманітніші прояви: зменшення онлайн-бронювань, хвиля негативних відгуків клієнтів, новини про політичну нестабільність у країні призначення, зміни уподобань мандрівників тощо [15]. Водночас, щоб уникнути помилкової інтерпретації звичних сезонних змін як слабких сигналів, система порівнює фактичні значення показників не з абсолютними, а з очікуваними для відповідного періоду. Наприклад, падіння бронювань у січні порівнюють не з грудневими даними, а з типовими значеннями для січня за попередні роки. Тільки значні відхилення від такої бази вважають аномальними та потенційно небезпечними.

За характером впливу слабкі сигнали для туристичної фірми можна класифікувати на кілька груп – попит, пропозиція, ціна, поведінкові, ризики. Класифікацію сигналів реалізовано за допомогою багатопланової перцептронної мережі відповідно до загальних принципів створення нейронних мереж [10]. Для наочності наведено класифікацію слабких сигналів у табл. 1.

Табл. 1. Класифікація слабких сигналів у туристичній сфері за характером впливу /
Classification of weak signals in the tourism sector by type of impact

Тип сигналу	Джерело даних	Приклад слабого сигналу	Потенційний вплив
Попит	Вебаналітика, CRM	Зниження онлайн-бронювань на 20 % порівняно з минулим роком; масовий негатив в онлайн-відгуках	Зменшення прибутку, необхідність активного маркетингу
Пропозиція	Галузеві новини, GDS, оголошення	Оголошення про відкриття нового готелю; скасування популярних авіарейсів	Перерозподіл клієнтів між компаніями; коригування планів розширення
Ціна	Фінансові джерела, біржові дані	Ослаблення гривні на 15 %; зростання середньої вартості готелів на 10 %	Зміна привабливості напрямів для внутрішніх і зовнішніх туристів
Поведінкові	Соціальні мережі, опитування	Спілеск запитів на "екотуризм"; новий тренд "digital nomad" серед мандрівників	Потреба в адаптації продуктів до нових вподобань клієнтів
Ризики	ЗМІ, державні звіти	Повідомлення про політичні протести/епідемію у країні призначення	Миттєве зменшення потоку туристів, репутаційні ризики

Якість функціонування туристичної фірми залежить як від зовнішніх, так і внутрішніх факторів впливу. Зовнішні фактори (такі як політична ситуація, валютні коливання чи природні катаклізми) зазвичай є некерованими або тільки частково контрольованими [20]. Водночас внутрішні фактори пов'язані з організацією внутрішніх бізнес-процесів, які можуть бути адаптовані або оптимізовані в межах системи управління. Між внутрішніми та зовнішніми факторами існує взаємозв'язок: зовнішні ризики можуть проявлятися у вигляді внутрішніх проблем, таких як зниження продажів, логістичні ускладнення чи погіршення якості обслуговування клієнтів [15].

У контексті використання слабких сигналів в адаптивному управлінні туристичною фірмою, інформацію доцільно класифікувати за такими ознаками:

- За джерелом походження:
 - внутрішні:** дані з CRM, статистика бронювань, звернення клієнтів;
 - зовнішні:** новинні стрічки, соціальні мережі, погодні сервіси, макроекономічні індикатори.
- За формою подання:
 - структуровані:** електронні таблиці, бази даних, звіти;
 - неструктуровані:** тексти відгуків, дописи в соцмережах, зображення, відео.
- За характером сигналу:
 - прямі (явні):** зниження кількості бронювань, зміни у цінових пропозиціях;
 - непрямі (приховані):** негативні коментарі, зменшення активності користувачів.
- За часовою актуальністю:
 - оперативні (реального часу):** зміни в запитах на сайті, трафік, новини;

З погляду реалізації механізму виявлення слабких сигналів у туризмі, використовують дані з різних джерел. По-перше, це вебаналітика – дані онлайн-бронювань, трафік на сайтах туроператора, пошукові запити Google Trends, mckinsey.com. По-друге, відповідно до звіту McKinsey & Company (2023), аналіз постів, хештегів і відгуків у соцмережах дає змогу прогнозувати майбутні тенденції в туризмі [14]. По-третє, важливим є моніторинг ЗМІ та новин – новинарні стрічки та публікації про політичні, економічні або природні події. Окрім цього, корисними є макроекономічні індикатори (валютні курси, інфляція, показники економічного розвитку країни-джерела туристів), а також обговорення на профільних форумах і платформах (туристичні блоги, TripAdvisor). Не варто забувати і про внутрішні CRM-системи турфірми, які містять інформацію про реальні бронювання, скарги й запити клієнтів, що також можуть містити ранні сигнали про зміну тренду попиту.

- історичні:** сезонна статистика, повторювані поведінкові шаблони.

5. За типом впливу:

- попит:** запити на певні напрями, перегляди сторінок турів;
- пропозиція:** оновлення ринку, наявність готельних місць;
- ціни:** валютні коливання, акційні пропозиції;
- ризики:** політична чи економічна нестабільність, стихійні події.

Етапи реалізації методу виявлення слабких сигналів для туристичної фірми. Метод виявлення слабких сигналів реалізовано у п'яти послідовних етапах, які поєднують системну класифікацію впливів, оцінювання методом аналізу ієрархій, сезонне коригування, інтеграцію пріоритетів і короткотермінове прогнозування [19].

Етап 1. Формування вхідної інформаційної бази. У межах дослідження було реалізовано триетапну процедуру оброблення даних. Відповідно до підходу, викладеного в роботі [19], на першому етапі здійснювали збирання і попереднє формування вхідної інформаційної бази, що охоплювало агрегування даних із CRM-системи (бронювання, відгуки клієнтів), вебаналітики, соціальних мереж, новинних стрічок, а також підключення до API валютних курсів і погодних сервісів. Наступним кроком стало визначення ключових груп сигналів впливів: фінансових (*F*), пов'язаних із попитом (*P*), ризиків (*R*), операційної ефективності (*O*) та сезонних факторів (*S*). Завершальним етапом було побудовано базове дерево ієрархій, у якому ці п'ять груп сигналів формують другий рівень структури, а детальні підкритерії – третій рівень, як зображено на рис. 1.

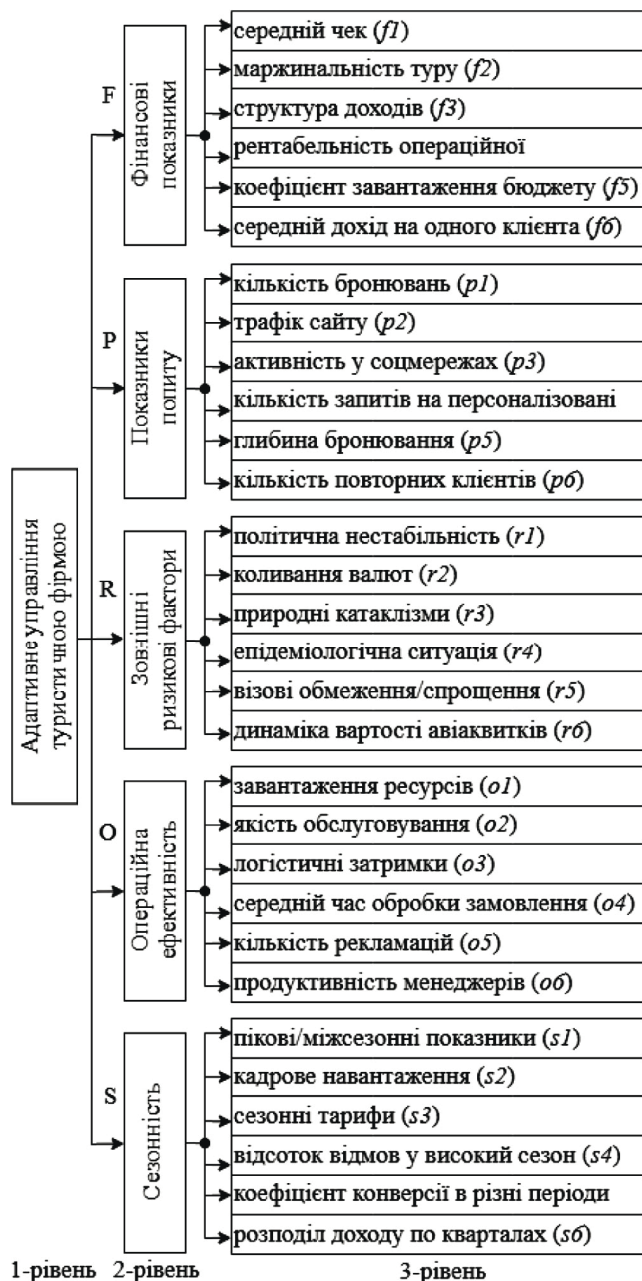


Рис. 1. Базове дерево ієрархії для туристичної фірми / Basic hierarchy tree for a tourism enterprise

Етап 2. Парні порівняння та обчислення локальних пріоритетів. На цьому етапі до інтегрального показника впливу на діяльність туристичної фірми вводять сезонне коригування, що дає змогу врахувати періодичні коливання, властиві саме для туристичної сфери. Для туристичного ринку характерна виражена сезонність, тому під час обчислення інтегрального показника $I_v(t)$, який акумулює вплив різних груп сигналів F , P , R , O , S , важливо коригувати його значення на підставі сезонної компоненти.

Для цього на підставі історичних даних формується сезонна база норм – середні значення інтегрального показника за аналогічні періоди попередніх років. Алгоритм коригування ґрунтується на підходах, викладених у роботах [6, 16], з урахуванням специфіки туристичної діяльності. Отже, розраховують скоригований показник $I_v^{corr}(t)$, який усуває спотворення, спричинені сезонними піковими навантаженнями або спадами.

Модифіковану шкалу вагомості, наведену в табл. 2, застосовують для порівняння кожної пари груп сигна-

лів, що забезпечує точніше визначення впливовості кожної групи у загальній системі управління. Як показано в роботі [19], де вже наведено приклади матриць МАІ, на підставі цих парних порівнянь формуються відповідні вагомості для подальшого обчислення інтегрального показника.

Табл. 2. Модифікована шкала вагомості / Modified importance weight scale

Ваго- мість	Визначення	Приклад у туризмі
1	Однакова важли- вість	Попит на напрям і середній чек у ста- більний сезон
3	Помірна перевага одного фактора	Ціна туру трохи важливіша за кількі- сть доступних місць у низький сезон
5	Істотна перевага	Попит на напрям значно важливіший за наявність кешбек-програми
7	Висока перевага	Політична стабільність регіону кри- тичніша за помірні коливання курсу валют
9	Абсолютна пере- вага	Наявність доступних рейсів є виріша- льним для запуску нового продукту
2, 4, 6, 8	Проміжні оціню- вання для уточ- нення пар	Наприклад, відгуки клієнтів трохи важливіші за показник конверсії сайту, але не істотно

Етап 3. Визначення вагомості та обчислення векторів пріоритетів для підкритеріїв. На цьому етапі виконують визначення вагомості підкритеріїв для кожної групи сигналів впливу, представлених на третьому рівні дерева ієрархії. Для цього застосовують метод парних порівнянь із використанням модифікованої шкали вагомості, адаптованої для потреб туристичної галузі. Процедура парних порівнянь дає змогу експертно оцінити відносну значущість кожного підкритерію у межах відповідної групи сигналів (F – фінансові показники, P – показники попиту, R – зовнішні ризикові фактори, O – операційна ефективність, S – сезонність).

У роботі [19] автори формалізували процедуру формування матриці попарних порівнянь для кожної групи сигналів та застосували метод нормалізації для обчислення векторів пріоритетів w_{ij} , де i – група сигналів, j – підкритерій у межах відповідної групи. Результатом цього етапу є набір вагомості підкритеріїв, які надалі використовують для обчислення інтегрального показника впливу на діяльність туристичної фірми. Це дає змогу більш тонко враховувати різні аспекти впливу з урахуванням специфіки туристичного бізнесу.

Етап 4. Введення сезонного коригування діяльності та обчислення інтегрального показника. У туристичній сфері сезонний чинник значно впливає на формування як попиту, так і пропозиції. Ігнорування сезонних коливань може призводити до хибної інтерпретації змін інтегрального показника впливу I_v та помилкових управлінських рішень. Для усунення цього ефекту доцільно запровадити механізм сезонного коригування діяльності.

Побудова сезонної бази норм. Формується сезонна база норм на підставі історичних даних за кожним місяцем чи кварталом. Для кожної групи сигналів i (F , P , R , O , S) визначають середні значення показників за відповідні сезонні періоди. Це дає змогу створити базовий профіль сезонних коливань [19]:

$$S_i(t) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N I_i(t_j), \quad (1)$$

де: $S_i(t)$ – сезонна норма для t -го періоду; N – кількість аналогічних сезонних періодів у ретроспективі (наприк-

лад, за 3 роки); $I_i(t_j)$ – значення i -го показника у t -му періоді $|\Delta I| > \varepsilon$.

Алгоритм коригування інтегрального показника. На другому етапі потрібно виконати коригування поточних значень інтегрального показника відносно сезонної бази [19]:

$$\tilde{I}_i(t) = \frac{S_i}{I_i}, \forall i \in 5. \quad (2)$$

Це дає змогу усунути сезонну складову і виділити трендові та аномальні зміни. Сезонна база норм фільтрує типові коливання, властиві галузі. Слабкі сигнали виявляються тільки за істотних відхилень від очікувань з урахуванням сезонності, що дає змогу уникнути хибних спрацювань і фіксувати тільки нетипові зміни, які можуть свідчити про нові тренди чи загрози. Інтегральний показник з урахуванням сезонного коригування розраховують як:

$$I_e(t) = \sum_{i=1}^5 w_i \cdot \tilde{I}_i(t), \quad (3)$$

де: w_i – вагомість i -тої групи сигналів (визначено за допомогою МАІ); $\tilde{I}_i(t)$ – сезонно скориговані значення i -тої групи сигналів.

Порівняння з класичним підходом. У класичному підході без урахування сезонності інтегральний показник обчислюється за формулою [11]:

$$I_e^{\text{class}}(t) = \sum_{i=1}^5 w_i \cdot I_i(t). \quad (4)$$

Такий підхід не дає змоги коректно ідентифікувати слабкі сигнали, якщо природні сезонні коливання значно переважають ефект аномальних змін. У такому разі уведення сезонного коригування діяльності забезпечує: підвищення чутливості до реальних змін ринкової ситуації, зменшення впливу періодичних коливань на рішення, можливість більш коректної ідентифікації слабких сигналів.

Практичне використання. Після обчислення сезонно скоригованого інтегрального показника $I_e(t)$, на його основі виконують [2, 19]:

1. Оперативне моніторингове оцінювання. Поточні значення $I_e(t)$ порівнюють з історичною базою сезонних норм і відстежують їх відхилення у реальному часі.
2. Короткотермінове прогнозування. Для прогнозу інтегрального показника на наступний квартал використовують модель експоненційного згладжування, що поєднує сезонні та трендові компоненти.
3. Виявлення аномалій як потенційних слабких сигналів. Аномаліями вважають випадки, коли абсолютна різниця $\Delta I_t = |I_t^{\text{сф}} - \hat{I}_t|$ перевищує адаптивний поріг ε , але залишається в межах, характерних саме для слабких сигналів.
4. Класифікація інтенсивності сигналу. За значеннями ΔI_t система розрізняє низький, середній і високий рівні слабого сигналу, що дає змогу пріоритизувати подальші управлінські дії.

Отже, цей метод дає змогу підвищити адаптивність системи управління туристичною фірмою до змін у зовнішньому середовищі.

Етап 5. Короткотермінове прогнозування інтегрального показника. У туристичній сфері сезонний чинник значно впливає на формування як попиту, так і пропозиції. Ігнорування сезонних коливань може призводити до хибної інтерпретації змін інтегрального показника впливу I_v та помилкових управлінських рішень.

Для усунення цього ефекту доцільно запровадити механізм сезонного коригування діяльності. Впровадження сезонного коригування діяльності підвищує точність визначення слабких сигналів, знижує кількість хибних спрацювань у пікові та міжсезонні періоди й дає змогу туристичній фірмі краще реагувати на реальні зміни попиту й загрози ринку.

Для своєчасного виявлення слабких сигналів важливо не тільки фіксувати поточні зміни інтегрального показника впливу $I_e(t)$, а й прогнозувати його динаміку на короткотермінову перспективу. Це дає змогу ідентифікувати потенційні негативні або позитивні тренди до того, як вони проявляться у бізнес-результатах.

Алгоритм короткотермінового прогнозування. Для прогнозування інтегрального показника на квартал уперед застосовують метод екстраполяції часових рядів із урахуванням сезонного коригування [21]:

$$\hat{I}_i(t)(t + \Delta t) = I_e(t) + \sum_{k=1}^K \alpha_k \cdot \Delta I_e(t - k \cdot \Delta t), \quad (5)$$

де: $\hat{I}_i(t)(t + \Delta t)$ – прогнозоване значення на період $t + \Delta t$; $\Delta I_e(t - k \cdot \Delta t)$ – зміна інтегрального показника за попередній період; α_k – коефіцієнти вагового згладжування для k -го лагу; K – кількість лагів, що враховують; Δt – дискретність ряду (місяць або квартал).

Виявлення слабого сигналу. На підставі прогнозованого значення інтегрального показника впливу визначають наявність або відсутність слабого сигналу за допомогою критерію порогового відхилення [19]:

$$|\Delta I_e(t)| > \varepsilon, \quad \Delta I_e(t) > \varepsilon, \quad (6)$$

де: $\Delta I_e(t) = I_e(t) - \hat{I}_e(t)$ – фактичне відхилення від прогнозу; ε – адаптивно налаштований поріг чутливості системи.

Якщо умова виконується, фіксується слабкий сигнал впливу. Інтенсивність сигналу додатково класифікується за рівнем відхилення:

- низький рівень – $\varepsilon < \Delta I_e(t) \leq 1.5\varepsilon$;
- середній рівень – $1.5\varepsilon < \Delta I_e(t) \leq 2.5\varepsilon$;
- високий рівень – $|\Delta I_e(t)| > 2.5\varepsilon$.

Для виявлення слабких сигналів у діяльності туристичної фірми будують графіки реальних і прогнозних значень інтегрального показника впливу на діяльність фірми. Графіки реальних і прогнозних значень інтегральних показників впливу на діяльність туристичної фірми наведено на рис. 2.



Рис. 2. Реальні та прогнозні значення інтегрального показника впливу на діяльність туристичної фірми / Graphs of actual and forecasted values of impact integral indicators for a tourism enterprise

У межах цієї моделі слабкий сигнал визначають за рівнем порогового значення ε , що означає: абсолютне відхилення реального значення інтегрального показника впливу $I_e(t)$ від прогнозного залишається незначним,

але перевищує допустимий рівень стабільності. При цьому значення сигналу зазвичай перебуває в межах середнього між мінімумом і максимумом $I_e(t)$ у заданому періоді спостереження.

Такий підхід дає змогу трактувати виявлені розбіжності не як наслідок недостатньої точності прогнозової моделі, а саме як прояв слабких сигналів – ранніх ознак нової тенденції, що не вписується у сезонну норму або очікувану динаміку. Це особливо важливо для туристичної сфери, де навіть незначні зміни в попиті, зовнішньому середовищі чи поведінці клієнтів можуть свідчити про майбутні стратегічні зміни. Для встановлення адаптивних порогів реагування використано статистичний підхід до оцінювання волатильності, обґрунтований у сучасних дослідженнях з ризик-менеджменту [17].

Як видно з рис. 2, слабкий сигнал фіксується саме в той момент, коли розбіжність $|\Delta I| > \varepsilon$ – тобто починається відхилення від прогнозованої траєкторії інтегрального показника. Такий сигнал слугує тригером для подальшого аналітичного аналізу причин і потенційного коригування управлінських дій.

Інтерпретація виявленого сигналу. Методика, яку запропонували автори [19], передбачає класифікацію сигналів за такими ознаками:

- *характер сигналу:* потенційна можливість або загроза;
- *момент надходження* сигналу є випадковою функцією, тому доводиться аналізувати всю функцію, приймаючи рішення про наявність сигналу за її максимумом;
- *джерело походження:* мікросередовище, макросередовище, внутрішнє середовище фірми;
- *сила сигналу* – насамперед надійне під'єднання пристроїв до локальної чи глобальної мережі;
- *зміст сигналу:* виробничо-технологічний, соціально-культурний, економічний, політичний, конкурентний, ринковий, міжнародний.

Як зазначено в роботах [11, 22], чим раніше фірма ідентифікує слабкий сигнал за допомогою такого підходу, тим більше часу вона має для розроблення та реалізації відповідних управлінських заходів.

Удосконалення методу адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів. Адаптивне управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів ґрунтується на діагностиці всього, що відбувається всередині фірми, досліджуванні зовнішніх процесів і на підставі цього планування майбутнього. Особливістю адаптивного управління з використанням слабких сигналів є аналіз можливих наслідків управління шляхом використання прогнозу. Адаптивне управління туристичною фірмою орієнтоване на роботу за умов зростання нестабільності зовнішнього середовища та передбачає використання слабких сигналів для виявлення додаткових шансів, напрошування запасу гнучкості, збільшення часового ресурсу на прийняття і реалізацію відповідних заходів на загрози, які насуваються. Адаптивне управління туристичною фірмою ґрунтується на припущенні того, що будь-які несприятливі явища або перспектива росту можливостей виникають не раптово, а зумовлені появою сигналів-провісників або "слабких сигналів". Слабкі сигнали це ранні і неточні ознаки настання важливих подій, які з часом стають більш достовірним та перетворюються на сильні сигнали. Головним завданням адаптивного управління з використанням слабких сигналів є забезпечення внутрішньої стабільності ту-

ристичної фірми за умов постійно змінного зовнішнього середовища.

Основними етапами реалізації запропонованого методу адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів є:

- 1) Збирання, інтеграція, зберігання та аналіз інформації про зовнішнє та внутрішнє середовище туристичної фірми.
- 2) Визначення наступних груп сигналів впливів на туристичну фірму: фінансових (F), попиту (P), ризиків (R), операційної ефективності (O) та сезонних факторів (S).
- 3) Побудова дерева ієрархій для туристичної фірми.
- 4) Модифікація та адаптація шкали вагомості до роботи туристичної фірми.
- 5) Визначення вагомості та обчислення векторів пріоритетів для підкритеріїв.
- 6) Введення сезонного коригування діяльності та обчислення інтегрального показника.
- 7) Обчислення інтегрального сигналу впливу на діяльність туристичної фірми.
- 8) Прогнозування інтегрального сигналу впливу на діяльність туристичної фірми.
- 9) Обчислення різниці між обчисленим та прогнозним інтегральним сигналом впливу на діяльність туристичної фірми.
- 10) Порівняння отриманої різниці з порогом та визначення слабого сигналу.
- 11) Аналіз та інтерпретація виявленого слабого сигналу.
- 12) Ухвалення управлінського рішення для туристичної фірми.

Розвитком методу адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів є генерування множини можливих управлінських рішень, прогнозування та аналіз можливих наслідків реалізації кожного варіанта управлінського рішення. Реалізація такого підходу значно підвищить ефективність адаптивного управління туристичною фірмою.

Обговорення результатів дослідження. У дослідженні [11] підтверджено ефективність інтеграції методу аналізу ієрархій (АНР), модифікованої шкали вагомості та концепції слабких сигналів у процесі адаптивного управління туристичними підприємствами. На відміну від класичних систем стратегічного моніторингу, які орієнтуються переважно на ретроспективний аналіз даних, запропонована модель забезпечує раннє виявлення неочевидних змін у зовнішньому середовищі, що критично важливо для своєчасного коригування управлінських стратегій, як описано у [8, 22].

У роботі [12] наголошено на високій чутливості туристичного сектору до геополітичних, економічних та епідеміологічних коливань: навіть незначні флуктуації валютних курсів або регіональні кризи можуть призводити до істотних змін у попиті та поведінці споживачів. Автори [5, 7] зазначили, що інтеграцію алгоритмів оброблення гетерогенних даних із CRM-систем, новинних агрегаторів та соціальних мереж з адаптивними методами прогнозування розглядають як ключовий чинник забезпечення гнучкості та конкурентоспроможності підприємств.

Запропонована модель розвиває багаторівневі підходи, описані в дослідженнях [6, 16], адаптуючи їх до специфіки туристичної галузі, де поряд із класичними економічними індикаторами надзвичайно важливими є поведінкові та соціальні сигнали. У працях [7, 15] зазначено потребу їхньої спеціалізованої класифікації, а використання модифікованої шкали вагомості дало змогу формувати точніші вектори пріоритетів у межах багаторівневої структури факторів.

У дослідженні [18] показано, що для коректного прогнозування в туристичному бізнесі потрібно враховувати сезонні тренди. Завдяки адаптивній нормалізації часових рядів модель запобігає хибній інтерпретації сезонних коливань як аномалій, що дає змогу диференційовано реагувати на сигнали залежно від фази туристичного циклу [12].

На відміну від традиційних ВІ-рішень, описаних у працях [4, 9], які переважно базуються на ретроспективному аналізі, ця модель працює в режимі near-real-time з вбудованим механізмом прогностичної аналітики та динамічною візуалізацією інтегрального показника впливу. Це істотно скорочує часовий лаг між виявленням потенційних ризиків і прийняттям управлінських рішень, підвищуючи їхню оперативність та обґрунтованість [2, 21].

Отже, проведене обговорення результатів дослідження підтверджує доцільність проведення саме цього дослідження. Хоча в деяких роботах [8, 16] розглядають аспекти виявлення слабких сигналів або використання методів прогнозування у сфері туризму, комплексне поєднання аналізу гетерогенних даних у режимі реального часу, адаптивного врахування сезонних коливань, багаторівневого оцінювання факторів та використання методу аналізу ієрархій із модифікованою шкалою вагомості у контексті туристичного підприємства поки наразі залишалося недостатньо дослідженим. Отримані наші результати дослідження заповнюють цю прогалину, пропонуючи інструментарій, здатний не тільки оперативно реагувати на динамічні зміни середовища, а й прогнозувати їх, що істотно підвищує ефективність управлінських рішень у туристичній сфері.

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – удосконалено метод адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, який завдяки системній класифікації впливів, оцінюванню їхньої вагомості методом аналізу ієрархій, застосуванню сезонного коригування діяльності фірми та динамічному оновленню порогових значень забезпечує виявлення потенційних загроз на ранніх стадіях їх появи, підвищення точності сигналів та збільшення часу для ухвалення і реалізації ефективних управлінських рішень за умов нестабільності зовнішнього середовища.

Практична значущість результатів дослідження – розроблений метод адаптивного управління на підставі виявлення слабких сигналів можна впровадити у системи управління туристичних фірм, які функціонують за умов високої сезонної мінливості та інформаційної турбулентності, забезпечуючи своєчасне реагування на зовнішні збурення, підвищення гнучкості, стабільності та конкурентоспроможності підприємства на динамічному ринку.

Висновки / Conclusions

Розроблено підхід до адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, який забезпечує виявлення потенційних загроз на ранніх стадіях їх появи, збільшує термін для ухвалення ефективних та обґрунтованих управлінських рішень та їхню своєчасну реалізацію за умов нестабільного зовнішнього середовища. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. Сформульовано вимоги до системи адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, основними з яких є: збирання та інтеграція різноманітних даних із різних джерел; робота у режимі реального часу; визначення основних груп сигналів впливу на діяльність туристичної фірми та їх оцінювання; обчислення та прогнозування інтегрального показника впливу на діяльність фірми; візуалізація результатів обчислення та прогнозування інтегральних показників впливу на діяльність фірми; виявлення слабких сигналів і їх класифікація; адаптація діяльності фірми до змін шляхом своєчасного ухвалення ефективних управлінських рішень.
2. Запропоновано САУ туристичною фірмою з використанням слабких сигналів виконувати на підставі таких принципів: системності, інтеграції даних та ІТ-компонентів, модульності, відкритості, сумісності, масштабованості та сезонності.
3. Удосконалено метод адаптивного управління туристичною фірмою, який за рахунок системної класифікації та оцінювання впливів методом аналізу ієрархій, сезонного коригування діяльності та порівнянням порогової величини з різницею між обчисленим та прогнозним значеннями інтегрального показника впливу на діяльність туристичної фірми забезпечує виявлення загроз на ранніх стадіях і збільшення часу на ухвалення та реалізацію відповідних управлінських рішень.
4. Розроблено метод адаптивного управління туристичною фірмою з використанням слабких сигналів, який за рахунок моніторингу навколишнього середовища, динамічного оновлення порогу виявлення слабких сигналів та інтерпретації слабого сигналу забезпечує ефективне управління туристичною фірмою за умов зростання нестабільності зовнішнього середовища.
5. Подальші етапи дослідження будуть спрямовані на підвищення точності прогнозування інтегрального показника впливу на діяльність туристичної фірми, виявлення і класифікації слабких сигналів у спосіб використання нейронних мереж.

References

1. Ahmad, N., Li, S., Hdia, M., Bélas, J., & Hussain, W. M. H. W. (2023). Assessing the COVID-19 pandemic impact on tourism arrivals: The role of innovation to reshape the future work for sustainable development. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(2), article ID 100344. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100344>
2. Bzhalava, L., Kaivo-oja, J., Avarmaa, M., & Hassan, S. S. (2025). Evaluating the growth potential of digital business weak signals through the lens of entrepreneurs. *Futures*, 168, article ID 103582. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2025.103582>
3. Cajiao, D., Benayas, J., Tejado, P., & Leung, Y.-F. (2021). Adaptive management of sustainable tourism in Antarctica: A rhetoric or working progress? *Sustainability*, 13(14), article ID 7649. <https://doi.org/10.3390/su13147649>
4. Champlin, C., Eapen, A., Vitkutė, R., Groot, J., & Forgaci, C. (2024). Amplifying weak signals: A method-building approach for inclusive climate resilience strategy making. *Frontiers in Computer Science*, 6, article ID 1265342. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1265342>
5. Chorna, N., Korzh, N., Onyshchuk, N., Kizium, A., & Antoniuk, K. (2025). Organizational, financial and marketing aspects of using adaptive management in tourism enterprises operations during times of crisis. *International Journal of Organizational Leadership*, 14(S1), 201–214. <https://doi.org/10.33844/ijol.2025.60473>
6. Dalir, S. (2024). Innovative strategies to tackle seasonality issue in hospitality and tourism industry. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 36(5), 1690–1709. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-09-2023-1382>
7. Dimitriadou, A., Gogas, P., & Papadimitriou, T. (2024). Tourism and uncertainty: A machine learning approach. *Current Issues in*

- Tourism. Advance online publication*, 27(16), 2014–2030. <https://doi.org/10.1080/13683500.2024.2370380>
8. Ebadi, A., Auger, A., & Gauthier, Y. (2022). Detecting emerging technologies and their evolution using deep learning and weak signal analysis. *Journal of Informetrics*, 16(4), article ID 101344. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2022.101344>
 9. Gilmore, N., Koskinen, I., Burr, P., Obbard, E., & Sproul, A. (2023). Identifying weak signals to prepare for uncertainty in the energy sector. *Heliyon*, 9(11), article ID e21295. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21295>
 10. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. URL: <https://www.deeplearningbook.org>
 11. Jewpanya, P., Nuangpirom, P., Nakkiew, W., Pitjarnit, S., & Jaichomphu, P. (2025). Optimizing tourist destination selection using AHP and fuzzy AHP based on individual preferences for personalized tourism. *Sustainability*, 17(3), article ID 1116. <https://doi.org/10.3390/su17031116>
 12. Li, J., Xu, L., Tang, L., Wang, S., & Li, L. (2018). Big data in tourism research: A literature review. *Tourism Management*, 68, 301–323. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.03.009>
 13. Marine-Roig, E., & Anton Clavé, S. (2015). Tourism analytics with massive user-generated content: A case study of Barcelona. *Journal of Destination Marketing & Management*, 4(3), 162–172. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2015.06.004>
 14. McKinsey & Company. (2023). Destination readiness: Preparing for the tourist flows of tomorrow. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/travel/our-insights/destination-readiness-preparing-for-the-tourist-flows-of-tomorrow>
 15. Salim, M. A. M., Shariffuddin, N. S. M., Eppang, B. M., Widjaja, H. R., Azinuddin, M., Mat Som, A. P., & Madkhali, H. (2024). Navigating uncertainty through resilience, absorptive capacity and adaptive performance in shaping SME exit intentions in the tourism industry. *Journal of Tourism and Services*, 15(29), 43–60. <https://doi.org/10.29036/jots.v15i29.909>
 16. Simeoni, F., Cassia, F., & Ugolini, M. M. (2019). Understanding the weak signals of demand in a mature tourist destination: The contribution of a sustainable approach. *Journal of Cleaner Production*, 219, 775–785. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.072>
 17. So, M. K. P., Chu, A. M. Y., Lo, C. C. Y., & Ip, C. Y. (2021). *Volatility and dynamic dependence modeling: Review, applications, and financial risk management*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 14(5), article ID e1567. <https://doi.org/10.1002/wics.1567>
 18. Su, Z., Xian, K., Lu, D., Wang, W., Zheng, Y., & Khotphat, T. (2023). Rural tourism households adapting to seasonality: An exploratory sequential mixed-methods study. *Sustainability*, 15(19), article ID 14158. <https://doi.org/10.3390/su151914158>
 19. Tsmots, I. V., & Nazarkewych, H. V. (2023). Methods of adaptive management of a smart enterprise using weak signals. *Informatsiini Systemy ta Merezi*, 14, 357–372. <https://doi.org/10.23939/sisn2023.14.357>
 20. Williams, A. M., & Baláž, V. (2015). Tourism risk and uncertainty: Theoretical reflections. *Journal of Travel Research*, 54(3), 271–287. <https://doi.org/10.1177/0047287514523334>
 21. Wu, D. C., Zhong, S., Wu, J., & Song, H. (2024). Tourism and hospitality forecasting with big data: A systematic review of the literature. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 49(3), 615–634. <https://doi.org/10.1177/10963480231223151>
 22. Zhao, D., Tang, Z., & He, D. (2024). A systematic literature review of weak signal identification and evolution for corporate foresight. *Kybernetes*, 53(10), 3160–3188. <https://doi.org/10.1108/K-03-2023-0343>

I. H. Tsmots, O. R. Turchyn

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ADAPTIVE MANAGEMENT OF A TOURISM ENTERPRISE USING WEAK SIGNALS

This paper proposes an enhanced conceptual model for adaptive management in tourism enterprises through the identification and analysis of weak signals – early, often ambiguous indicators of potential external changes. Recognizing the inherent volatility, pronounced seasonality, and information asymmetry within the tourism industry, the research addresses the limitations of reactive decision-making frameworks and substantiates the development of a proactive, data-driven support system. The research outlines a set of functional requirements for an automated decision support system tailored to tourism enterprises. These include the aggregation, preprocessing, and normalization of heterogeneous data streams (e.g., customer bookings, online reviews, social media trends, macroeconomic dynamics, geopolitical developments), enabling the construction of a composite impact index as a central diagnostic tool. The model introduces a novel seasonal adjustment mechanism, which corrects the composite index based on historical norms, thereby reducing false positives arising from expected cyclical variations. A modified scale of importance weights with fuzzy intermediate values is developed and calibrated to better reflect the operational and behavioural complexity of tourism environments. Using the Analytic Hierarchy Process (AHP), the model facilitates a multilevel assessment of influence factors across the next five domains: financial, behavioural, risk-related, operational, and social. Paired comparisons and consistency checks ensure the reliability of calculated priority vectors. The weak signal detection method is implemented via threshold differentiation, where deviations are assessed relative to seasonally adjusted expectations allowing for the identification of subtle but meaningful anomalies that may indicate latent threats or emerging opportunities. This approach increases the temporal lead for managerial response and improves the precision of signal interpretation. The findings demonstrate that the proposed system contributes to organizational resilience and strategic adaptability. By enabling early recognition of environmental changes and facilitating more informed and timely decisions, the model enhances the competitiveness of tourism enterprises in an increasingly uncertain and dynamic market landscape.

Keywords: adaptive tourism enterprise management system; early indicators of change; tourism enterprise; seasonal adjustment of tourism demand; method of hierarchy analysis; management in conditions of instability.