

DOI: 10.15276/ETR.04.2025.12
DOI: 10.5281/zenodo.17065595
UDC: 658.012.2
JEL: C61, D81, Z32

МАТЕМАТИЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ТУРИСТИЧНИХ ПОСЛУГ

MATHEMATICAL TOOLS FOR RESEARCHING THE MARKET OF TOURIST SERVICES

Zoia M. Sokolovska, Doctor of Economic Sciences, Professor
Odesa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine
ORCID: 0000-0001-5595-7692
Email: nadin_zs@te.net.ua

Antonina O. Shykhronova
Odesa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine
Email: antonina.shikhronova@gmail.com

Received 05.06.2025

Соколовська З.М., Шихранова А.О. Математичні інструменти дослідження ринку туристичних послуг. Науково-методична стаття.

Стаття розглядає математичні інструменти дослідження ринку туристичних послуг. Пропонується застосування підходів економіко-математичного моделювання, заснованих на методах оптимізації та нечіткої логіки, для розв'язання актуальних завдань функціонування туристичних операторів і агенцій. Представлено постановки задач, пов'язаних з вибором ефективних туристичних маршрутів на базі оптимізації завантаження турів з мінімізацією витрат / максимізацією прибутку та з врахуванням ресурсних обмежень. Наведена модель Марковиця, пристосована до оптимізації інвестиційного портфелю туристичної компанії. Наведена модель оцінки інвестиційних альтернатив туристичної компанії на стратегічну перспективу з використанням методів нечіткої логіки. Можливості застосування моделей в процесах прийняття рішень проілюстровані фрагментами розрахунків, здійснених за матеріалами туристичної компанії Eurotrips. Результати роботи можуть бути використані при побудові систем підтримки прийняття рішень у туристичній галузі.

Ключові слова: ринок туристичних послуг, туристичні оператори, туристичні агенції, економіко-математичне моделювання, методи оптимізації, нечітка логіка, прийняття рішень

Sokolovska Z.M., Shykhronova A.O. Mathematical Tools for Researching the Market of Tourist Services. Scientific and methodical article.

The article discusses mathematical tools for researching the market of tourist services. It is proposed to use approaches of economic and mathematical modeling, based on optimization methods and fuzzy logic, to solve urgent problems of the functioning of tourist operators and agencies. The formulation of tasks related to the choice of effective tourist routes on the basis of optimization of tour loading with minimization of costs / profit maximization and taking into account resource limitations are presented. The Markowitz model is given, adapted to the optimization of the investment portfolio of a travel company. A model for evaluating investment alternatives of a travel company for a strategic perspective using fuzzy logic methods is presented. The possibilities of using models in decision-making processes are illustrated by fragments of calculations made based on the materials of the travel company Eurotrips. The results of the work can be used in building decision support systems (DSS) in the tourism industry.

Keywords: tourist services market, tour operators, travel agencies, economic and mathematical modeling, optimization methods, fuzzy logic, decision-making

Ринок туристичних послуг є важливим сегментом вітчизняної економіки, що значно впливає на розвиток інших галузей, зокрема, транспорту, готельно-ресторанного бізнесу та культури. За сучасних умов туристична галузь зазнала суттєвого руйнування та значних збитків. Згідно аналізу, проведеному в [1], основними викликами туристичної індустрії під час війни є наступні:

- Фінансові труднощі, спричинені інфляцією та скороченням доходів населення, що в свою чергу позначилося на скороченні надходжень в бюджет від туристичних компаній.
- Обмеження мобільності внаслідок воєнного стану.
- Кадровий дефіцит та міграція.
- Руйнування інфраструктури.

За результатами аналізу американських експертів [2], у 2024 році українська туристична галузь змогла б принести 1,75 млрд. доларів в умовах миру. Натомість за умов війни отримано 700 млн. (негативні наслідки понад 1 млрд. доларів). За прогнозами експертів до 2034 року втрати індустрії можуть зрости до 1,5 млрд. доларів щорічно. Проведене дослідження підтвердило й наявність кадрової проблеми: замість прогнозованих 1,3 млн. робочих місць туризм забезпечує зайнятість 600 тис. осіб (700 тис. – втрачені через війну можливості).

Однак, попри значні труднощі й перешкоди, галузь поступово починає відновлюватися. Так, за даними Державного агентства розвитку туризму, у 2024 році туристична сфера принесла бюджетові України 273,1 млрд. гривень [3]. Також зросла сума туристичного збору: у 2024 році вона збільшилася майже на 23% у порівнянні з 2023 р. До бюджетів місцевих громад надійшло 222,6 млн. грн. порівняно з 178,9 млн. грн. у 2022 році.

Перше дослідження туристичної галузі з початку війни було проведено у 2024 році [4]. Було задіяно 268 компаній з 23 областей України та Києва. Отримані результати довели, що лише 13% компаній змогли наростити обсяг послуг порівняно з довоєнним періодом; 10% бізнесів припинили свою роботу; 77% відчули значне падіння обсягів. Майже половина компаній не мала фінансових резервів.

У 2024 році обсяги податкових надходжень від туристичного бізнесу зросли майже по всіх регіонах країни порівняно з 2023 роком. За регіонами у колі лідерів згідно [5] є наступні:

- місто Київ – 982 млн. грн. або 34,2% загальних податкових надходжень від турбізнесу;
- Львівська область – 440 млн. грн. або 15,3%;
- Київська область – 284,1 млн. грн. або 9,9%;
- Івано-Франківська область – 248,5 млн. грн. або 8,7%;
- Одеська область – 160,5 млн грн або 5,6%.

Наведені п'ять регіонів забезпечили у 2024 році 73,7% податкових надходжень від туризму.

За визначенням експертів подальші перспективи розвитку українського туризму базуються на трьох основних аспектах: державній підтримці, іноземних інвестиціях та міжнародному співробітництві.

Водночас, в умовах сучасних викликів, пов'язаних з війною, економічною нестабільністю та глобальною конкуренцією, туристичні оператори змушені адаптуватися до швидкозмінного середовища. Це вимагає впровадження інноваційних підходів до управління їхньою діяльністю, зокрема, застосування потужного математичного апарату та сучасних інформаційних технологій. Ефективне використання цих інструментів дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення, зменшувати ризики та забезпечувати стабільність бізнесу в умовах невизначеності.

Однак, основною проблемою на практиці є недостатнє використання математичних методів та моделей у процесах планування, управління та прогнозування діяльності туристичних компаній – основних суб'єктів туристичного ринку. Це призводить до неефективного розподілу ресурсів, зниження конкурентоспроможності та низької адаптивності до кризових ситуацій.

Застосування математичного апарату до розв'язання задач на всіх рівнях управління туристичною індустрією передбачає ретельного обґрунтування його доцільності й необхідності, що потребує окремого розгляду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблемам розвитку туристичної галузі присвячена значна кількість літературних джерел, серед яких [6-7].

В роботі [6] розкриваються питання, пов'язані з внутрішнім туризмом в Україні. Аналізується сучасний стан галузі з урахуванням негативних впливів воєнного стану; актуальні тенденції розвитку внутрішнього туристичного ринку. Це

надає певне уявлення про стан справ та напрямки подальшого відновлення ринку у майбутньому.

Дослідженню стратегій диверсифікації туристичних послуг в контексті цифрового суспільства та глобальних ринків присвячена робота [7]. В статті проведено аналіз номенклатури й стану туристичних послуг, притаманних вітчизняному та глобальному туристичним ринкам. Визначені переваги диверсифікації, як тренду розвитку туристичної галузі зі спрямуванням на розширення ринку, ефективне використання ресурсів, зниження ризиків. Акцент зроблено на визначенні диверсифікаційних стратегій, як необхідних інструментів забезпечення конкурентоспроможності туристичних компаній та досягнення їх сталого розвитку.

Проблематику, пов'язану з державною політикою управління розвитком туристичних кластерів, розвиває робота [8]. В роботі обґрунтовано методико-прикладні положення реалізації політики розвитку кластерів, як провідного тренду у відновленні потенціалу вітчизняного туризму. Робота містить конкретні пропозиції. Наприклад, авторами пропонується інституційно-функціональна структура туристичного кластеру; визначені етапи технологічного процесу формування та надання туристичних послуг. В наведеному контексті йдеться також про розвиток конкретних регіонів України.

Проблемам розвитку національних парків, зокрема, маркетинговій політиці щодо їх функціонування, присвячена робота [9].

Однак, питанням використання математичних методів та економіко-математичному моделюванню приділяється явно недостатня увага. Здебільшого застосування математичного інструментарію спостерігається на мезо- та макрорівнях. Йдеться про розв'язання проблем галузі або загальних проблем вітчизняного та/або зарубіжного туристичного ринку.

Так, в роботі [10] підіймаються питання моделювання розвитку вітчизняної туристичної індустрії із залученням індексного підходу та кластерного аналізу. Авторами пропонується оригінальний регіональний індекс розвитку туристичного сектора країни, а також удосконалення структури індексу з врахуванням особливостей окремих регіонів. Прикладні розрахунки індексів на рівні країни/регіонів здійснено за матеріалами довоєнного розвитку вітчизняної туристичної галузі. Результати кластерного аналізу, представлені в роботі, спиралися на розраховані субіндекси регіонального туристичного розвитку.

Використання наведених інструментів дозволило визначити обґрунтовані оцінки розвитку туризму в різних регіонах країни, що, безумовно, станеться у пригоді в процесі прийняття рішень відповідальними органами у повоєнному відновленні вітчизняної індустрії туризму. Позитивом роботи є також визначені перспективи удосконалення досліджень – застосування факторного аналізу, зокрема, методу головних компонент.

Дуже відносно до робіт, в яких мова йде про застосування математичних інструментів, можна віднести [11]. Хоча автор підіймає питання оптимізації бізнес-процесів підприємств у сфері туристичного бізнесу та навіть визначає деякі параметри оптимізації, матеріал можна сприймати, як конкретну постановку, тільки в концептуальному плані. Водночас, вже те, що ставиться питання проведення експрес-діагностики діяльності туристичних підприємств; окреслюється коло показників аналізу бізнес-процесів, наводяться критерії їх оптимізації – є позитивним моментом і може розцінюватися як попередній крок до чіткої математичної постановки задачі.

Важливі аспекти з точки зору залучення математичного інструментарію підіймаються в роботі [12]. На базі використання апарату нечіткої логіки пропонується інтегрована структура системи підтримки прийняття рішень (DSS), спрямована на аналіз бар'єрів та потенційних сценаріїв, які можуть виникнути в конкретній області. Авторами пропонується алгоритмічні новачки щодо застосування математичного апарату. Зокрема, вводиться використання інтервальних нечітких множин другого типу для кількісної оцінки нечіткої інформації в процесах прийняття рішень. Розроблена алгоритмічна база для визначення ієрархічної системи бар'єрів та оцінки можливих сценаріїв, що притаманні процесам визначення рішень. В якості однієї з галузей використання авторами розглядається готельно-туристичний бізнес.

Таким чином, дослідження вносить суттєвий внесок як в теорію, так і в практику застосування нечітких методів в процесах прийняття рішень. Останнє – за рахунок пропозицій щодо експлуатації й управління готельно-туристичною сферою.

Нечіткі методи використовуються для визначення ключових інвестиційних стратегій в сфері стійкого туризму в роботі [13]. За допомогою даного математичного апарату авторами запропоновані оригінальні алгоритми ранжирування інвестиційних альтернатив.

Проблемам створення DSS з наступним прикладним застосуванням в туристичному бізнесі присвячені також роботи [14, 15].

В [14] наводиться модель групової системи підтримки прийняття рішень (GDSS) у туристичному секторі. На регіональному рівні досліджується проблема нерівномірного розподілу потоків туристів та, відповідно, доходів у регіонах. На основі аналізу бази знань системи здійснюється оцінка стратегій розвитку туризму із визначенням відповідних ризиків пов'язаних з цим рішенням. Відповідно до цього для оцінки альтернативних рішень використано методи Analytic Hierarchy Process (AHP) та метод Борда. Позитивом системи є визначення негативних впливів на можливі рішення з наступним наданням рекомендацій щодо уникнення несприятливих наслідків.

Застосування методів нечіткої логіки в розробці DSS для подорожей туристів з інвалідністю присвячена робота [15]. Архітектурною відмін-

ністю системи є наявність двох рівнів: рівень даних (база реальних поїздок туристів з обмеженими можливостями) і рівень знань (математичні моделі для оцінки доступності). Прикладним позитивом системи є забезпечення персоналізованого планування подорожей і сприяння інклюзивному, стійкому туризму.

Факторному аналізу з використанням диференціального обчислення присвячені дослідження зі специфічних питань функціонування сфери туризму. Так, в роботі [16] представлено модифіковану версію моделі TALC Батлера, що містить темпи росту, залежні від індексу. Це забезпечує краще відображення динаміки між готовністю громадської охорони здоров'я та туристичними потоками.

В якості одного з сучасним трендів досліджень останніх років можна назвати просторово-часове моделювання. Напрямок використовується для прогнозування комплексу різноманітних показників, що притаманні туристичній індустрії. Зокрема, він є ефективним інструментом прогнозування туристичного попиту. Водночас, фахівцями визначається, що здебільшого моделі прогнозування ігнорують динамічну природу просторової залежності, а також просторову неоднорідність. Цей недолік усувається в роботі [17]. В прогнозній моделі пропонується просторово-часова згортовка мережа. Результати проведеного емпіричного дослідження довели перевагу запропонованої моделі відносно базової. Доводиться, що залучення динамічних просторових залежностей та просторової неоднорідності може значно підвищити ефективність прогнозування.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Проведений аналіз літературних джерел за досліджуваною проблемою доводить, що туристичній галузі притаманна велика кількість задач, які потребують розв'язання із залученням математичних методів та моделей. Однак, застосування математичного інструментарію, особливо серед вітчизняних дослідників, носить обмежений характер. Водночас, навіть експрес-огляд існуючих проблем доводить необхідність та можливість застосування для їх вирішення різноманітного математичного апарату.

Останнім часом намічається тенденція у більш глибокому використанні методів нечіткої логіки. Наявні приклади як автономного застосування конкретних груп методів, так і доведення математичної бази до її повної прикладної реалізації – розробки систем підтримки прийняття рішень (DSS). Трансформуються й удосконалюються згідно сучасним потребам класичні моделі, зокрема, на базі диференціального обчислення та численних методів. Не знижується потреба у проведенні розгорнутого факторного аналізу, реалізованого з залученням простих та/або потужних математичних інструментів. Серед методів аналітичного моделювання велика ніша належить методам оптимізації, які завжди можуть статися у пригоді для розв'язання задач,

притаманних складним економічним системам різного спрямування.

Однак, не зважаючи на достатню теоретичну й алгоритмічну розробленість багатьох класів математичних методів, їх застосування в досліджуваній галузі є явно недостатнім та розповсюджується, як вже було наголошено, здебільшого на макро- та мезорівні.

Що стосується багатьох суб'єктів ринку туристичних послуг, то одна з найважливіших ланок – туристичні компанії (туристичні оператори та туристичні агенції) – є найменш охопленою у даному контексті.

Метою статті є представлення можливостей застосування методів оптимізації та нечіткої математики в моделюванні діяльності туристичних компаній (туристичних операторів та агенцій).

Виклад основного матеріалу дослідження

Перед туристичними компаніями часто постають задачі визначення найкращого результату, як вектору-орієнтиру у забезпеченні подальшої діяльності. Для розв'язку таких задач доцільно використання методів оптимізації. Далі пропонуємо декілька узагальнених постановок оптимальних задач, що є типовими для суб'єктів туристичної галузі, та можуть бути легко пристосовані до специфіки конкретних компаній – туристичних операторів / туристичних агенцій.

Отримані результати оптимізації проілюстровані фрагментами розрахунків, виконаних за матеріалами туристичних компаній Join UP!, Eurotrips Ukraine, Adriatic Travel.

Функціонування в умовах висококонкурентного туристичного ринку вимагає від компаній ефективного управління ресурсами для забезпечення сталого розвитку / позитивної динаміки прибутків, утримання активних ринкових позицій. Це, в свою чергу, передбачає прийняття стратегічних рішень щодо розвитку туристичних напрямків, планування маркетингових кампаній та забезпечення високого рівня рентабельності.

Задача оптимізації продажів туристичних путівок дозволяє знайти найкраще поєднання цін і кількості туристів на різні напрямки. Її реалізація допомагає компанії визначити, як оптимально розподілити обмежені ресурси, такі як транспорт, персонал та рекламні бюджети, щоб забезпечити максимальний прибуток. У розрахунках враховуються різні параметри: витрати, потенційний попит, змінні ціни, а також ресурсні обмеження. Для кожного напрямку існує статистика щодо динаміки продажів (очікувана кількість туристів); вартість путівок, яка може варіюватися в залежності від попиту; витрати, пов'язані з організацією кожного маршруту (транспорт, проживання, харчування, тощо); накладні витрати агентства, які включають управлінські витрати, рекламу, тощо.

Згідно з цим постановочною задачею максимізації прибутку компанії виглядає наступним чином:

Цільова функція – загальний прибуток (Z):

$$Z = \sum_{i=1}^n (X_i \cdot P_i - X_i \cdot V_i - F_i) - N \rightarrow \max,$$

де X_i – кількість туристів напрямку i ,

P_i – ціна путівки напрямку i ,

V_i – змінні витрати на одного туриста напрямку i ,

F_i – фіксовані витрати на маршрут i ,

N – накладні витрати агентства.

Змінні витрати на одного туриста – це витрати, які залежать від кількості туристів. Вони включають вартість транспорту (автобусний квиток, авіапереліт, трансфери); проживання туристів у готелях; харчування (сніданки, обіди, вечері); екскурсійне обслуговування; туристичне страхування.

Фіксовані витрати – це витрати, які залишаються постійними незалежно від кількості туристів. Вони включають організаційні витрати на маршрут (маркетинг, створення програми туру, адміністративні витрати); оплата гідів або персоналу; оренда транспорту (навіть якщо не всі місця заповнені) та загальні витрати туроператора на підтримку напрямку.

Дохід туристичної агенції за конкретним напрямком (Dox_i) та загальний дохід (Dox) дорівнюють:

$$Dox_i = X_i \cdot P_i; \quad Dox = \sum_{i=1}^n (X_i \cdot P_i).$$

Витрати за конкретним напрямком (W_i) та загальні змінні витрати за всіма напрямками (W) дорівнюють:

$$W_i = X_i \cdot V_i + F_i; \quad W = \sum_{i=1}^n (X_i \cdot V_i + F_i).$$

Прибуток з напрямку (Z_i) дорівнює: $Z_i = Dox_i - W_i$

Обмеження :

1. Кількість туристів для кожного напрямку не перевищує максимальний попит: $0 \leq X_i \leq D_i$,

де D_i – максимальний попит напрямку i .

2. Загальна кількість туристів не перевищує ресурсних можливостей туроператору:

$$\sum_{i=1}^n X_i \leq K,$$

де K – ресурсні можливості туроператора (максимальна кількість туристів, яку може обслужити туроператор).

3. Ціни путівок варіюються в заданих межах:

$$P_{\min, i} \leq P_i \leq P_{\max, i}.$$

4. Кількість туристів X_i повинна бути цілим числом ($X_i \in \mathbb{Z}$).

Задача розв'язувалася за матеріалами туристичної компанії «Eurotrips». Розглядалися основні 4 напрямки (туристичні маршрути): напрямок 1 – тур до Карпат; напрямок 2 – тур до Іспанії; напрямок 3 – тур до Туреччини; напрямок 4 – тур до Італії. Розрахунки представлені на рис. 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		Таблиця 1 - Вхідні дані									
3		Напрямок	Очікуваний попит (макс. туристів)	Ціна путівки (грн.)	Туристів (х)	Змінні витрати на 1 туриста (грн.)	Фіксовані витрати маршруту (грн.)		Загальний дохід	Загальні витрати	Прибуток
4		1	80	5800	40	4200	40000		232000	208000	24000
5		2	90	21300	90	15700	150000		1917000	1563000	354000
6		3	120	18500	120	10000	100000		2220000	1300000	920000
7		4	100	20800	100	14100	180000		2080000	1590000	490000
8					350						
9		Накладні витрати агентства (грн.)		500000							
10		Обмеження на загальну кількість туристів через ресурси туроператора (осіб)		350							
11											
12		Ціна путівки варіюється в межах:		Мінімум	Максимум						
13		Напрямок 1		5000	5800						
14		Напрямок 2		18000	21300						
15		Напрямок 3		17000	18500						
16		Напрямок 4		18000	20800						
17											
18		Загальний прибуток		1288000							

Рисунок 1. Результати оптимізації за рахунок максимізації прибутку туроператору «Eurotrips»

Джерело: власна розробка авторів

Результати оптимізації довели, що максимальний прибуток компанії за наведеними напрямками може дорівнювати 1 288 000 грн. за червень-серпень. Кількість туристів, згідно наданих обмежень складає: для першого напрямку – 40 туристів при максимальному очікуваному попиті в 80 туристів, для другого – 90 осіб при максимальних 90 туристів, для третього – 120 осіб при максимальних 120 туристів та для четвертого – 100 туристів при максимальних 100 осіб.

Наступна задача спрямована на розвиток результатів попередньої з точки зору врахування туристичної задоволеності при обранні та розвитку конкретних туристичних напрямків.

Задача оптимізації завантаження турів для максимізації туристичної задоволеності при обмеженому бюджеті.

Постановка задачі є наступною:

Цільова функція – середня оцінка задоволеності туристів (Z):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i * S_i)}{\sum_{i=1}^n X_i} \rightarrow \max,$$

де X_i – кількість туристів на напрямку i ;

S_i – оцінка задоволеності за напрямком i : очікувана середня оцінка туристів для i -го напрямку (шкала від 1 до 10).

Обмеження :

1. Кількість туристів на кожному з напрямків не перевищує встановленого максимуму ($D_{\max, i}$):

$$X_i \leq D_{\max, i}.$$

2. Кількість туристів на кожному з напрямків не повинна бути меншою за вказаний мінімум чисельності ($D_{\min, i}$):

$$X_i \leq D_{\min, i}.$$

3. Витрати компанії за всіма напрямками не можуть перевищувати встановлену вищу межу бюджету компанії (B):

$$\sum_{i=1}^n (X_i * V_i) \leq B,$$

де V_i – змінні витрати на одного туриста напрямку i .

4. Кількість туристів X_i повинна бути цілим числом ($X_i \in Z$).

Результатом розв'язання задачі є визначення найефективніших напрямків розвитку туризму та розподіл ресурсів для максимального впливу на клієнтів. Проведені розрахунки довели наступні результати, представлені на рис. 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2									
3		Напрямок	Оцінка задоволеності (S)	Витрати на туриста (V, грн)	Мінімальна кількість туристів (Dmin)	Максимальна кількість туристів (Dmax)	Кількість туристів (X)	Змінні витрати (X * V)	Сума задоволеності (X * S)
4		Карпати (1)	9,5	4200	40	80	65	273000	617,5
5		Іспанія (2)	9	15700	85	90	85	1334500	765
6		Туреччина (3)	7,5	10000	110	120	110	1100000	825
7		Італія (4)	9,5	14100	90	100	90	1269000	855
8							350	3976500	3062,5
9									
10		Максимальна кількість туристів			350				
11		Загальний бюджет			4000000				
12		Середня оцінка задоволеності			8,750				

Рисунок 2. Результати завантаження турів за критерієм максимальної туристичної задоволеності

Джерело: власна розробка авторів

Таким чином, згідно умовам задачі, найбільш ефективним напрямком є туристичний маршрут у Карпати: 65 туристів з діапазону (40; 80) осіб; оцінка задоволеності маршрутом – 9,5; також ефективним є туристичний маршрут до Італії: 90 туристів з діапазону (90; 100) осіб; оцінка задоволеності маршрутом – 9,5.

Організація турів за визначеними напрямками потребує ретельного розрахунку компанією витрат на їх організацію, що висуває ще одну задачу оптимізації.

Задача мінімізації витрат туристичної компанії з урахуванням логістики та сезонності.

Цільова функція – загальні витрати туроператора за всіма напрямками за рік (Z):

$$Z = \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n (X_{ij} * (V_{1ij} + V_{2ij} + V_{3ij})) * KF_j \rightarrow \min,$$

де X_{ij} – кількість туристів на i -му напрямку впродовж j -го сезону;

V_{1ij} , V_{2ij} , V_{3ij} – відповідно, транспортні витрати, витрати на проживання та екскурсійні витрати на одного туриста за i -м напрямком в j -му сезоні;

KF_j – коефіцієнт сезонності: значення j -го сезону.

Обмеження:

1. Загальні витрати туроператора для кожного з сезонів не можуть перевищувати максимально встановленого бюджету (B_{jmax}):

$$Z_j = \sum_{i=1}^n (X_{ij} * (V_{1ij} + V_{2ij} + V_{3ij})) * KF_j \leq B_{jmax}, \quad j=1, 4.$$

2. Обмеження кількості туристів згідно мінімального навантаження на рейси за конкретними напрямками з врахуванням сезону (H_{ij}):

$$X_{ij} \geq H_{ij}; \quad i=\overline{1,n}; \quad j=\overline{1,4}.$$

3. Обмеження кількості туристів згідно максимального навантаження на готелі за конкретними напрямками з врахуванням сезону (H_{ij}):

$$X_{ij} \geq H_{2ij}; \quad i=\overline{1,n}; \quad j=\overline{1,4}.$$

4. Кількість туристів для кожного напрямку не перевищує максимальний попит за j сезон:

$$0 \leq X_{ij} \leq D_{ij},$$

де D_{ij} – максимальний попит напрямку i за j сезон.

5. Загальна кількість туристів не перевищує ресурсних можливостей туроператора:

$$\sum_{i=1}^n X_i \leq K_j.$$

де K_j – ресурсні можливості туроператора за j сезон (максимальна кількість туристів, яку може обслужити туроператор).

6. Кількість туристів X_{ij} повинна бути цілим числом ($X_{ij} \in \mathbb{Z}$).

Отриманий оптимальний варіант представлено на рис. 3.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1												
2	Напрямок	Туристи	Транспорт (грн)	Проживання (грн)	Екскурсій (грн)	Весна	Літо	Осінь	Зима	Рейси (мін.)	Готелі (макс.)	
3	Карпати	40	1500	2000	800	1,00	1,00	1,10	1,45	20	60	
4	Іспанія	40	11500	9000	1800	1,00	1,50	1,00	0,80	40	90	
5	Туреччина	30	9500	5000	1200	1,00	1,40	0,95	0,90	30	115	
6	Італія	40	12000	8500	2000	1,00	1,50	1,00	0,80	40	75	
7		150										
8												
9	Максимальний бюджет на сезон:				Витрати Карпати весна		172000	Витрати Туреччина весна		471000		
10	Весна	2000000		Витрати Карпати літо		172000		Витрати Туреччина літо		659400		
11	Літо	3300000		Витрати Карпати осінь		189200		Витрати Туреччина осінь		447450		
12	Осінь	2000000		Витрати Карпати зима		249400		Витрати Туреччина зима		423900		
13	Зима	1800000										
14					Витрати Єгипет весна		892000	Витрати Італія весна		900000		
15	Витрати весна	2435000		Витрати Єгипет літо		1338000		Витрати Італія літо		1350000		
16	Витрати літо	3519400		Витрати Єгипет осінь		892000		Витрати Італія осінь		900000		
17	Витрати осінь	2428650		Витрати Єгипет зима		713600		Витрати Італія зима		720000		
18	Витрати зима	2106899,99										
19	Загальні витрати	10489950										
20												
21	Кількість туристів від	150	до	350								

Рисунок 3. Результати мінімізації витрат туристичної компанії з урахуванням логістики та сезонності

Джерело: власна розробка авторів

Таким чином, мінімальні загальні витрати, враховуючи напрямки та їх відповідні сезонні коефіцієнти складають 10 489 950 грн.

Розвиток обраних туристичних напрямків потребує залучення та ефективний розподіл інвестиційних ресурсів, залучених компанією. У

зв'язку з цим доцільно застосувати для оптимізації інвестиційних потоків відому модель Марковиця [18]. В даному контексті – оптимізація інвестиційного портфеля в умовах ризику.

Постановка задачі виглядатиме наступним чином:

Ризик (мінливість доходу від вкладення в конкретні туристичні напрямки і від року до року) оцінюється дисперсією річного доходу. Ступінь взаємозалежності зміни доходів від реалізації двох різних туристичних напрямків оцінюється коваріацією від їх річного доходу.

Цільова функція – рівень ризику інвестиційного портфеля туристичної агенції ($\sigma^2_{\text{портфеля}}$):

$$\sigma^2_{\text{портфеля}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij} \rightarrow \min,$$

де ω_i – частка інвестицій у напрямок i ;

σ_{ij} – коваріація між доходами напрямків i та j .

Очікуваний дохід інвестиційного портфеля визначається як

$$\sum_{i=1}^n \bar{E}_i \omega_i,$$

де $\bar{E}_i$ – середній дохід від одиниці вкладень у i -й туристичний напрям.

Обмеження :

1. Наявні кошти повинні бути вкладені повністю:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1.$$

2. Сумарний очікуваний дохід портфеля повинен бути не нижчим за E^* :

$$\sum_{i=1}^n \bar{E}_i \omega_i \geq E^*.$$

3. Частка інвестицій у кожний напрямок не

повинна перевищувати C_i^* :

$$\omega_i \leq C_i^*; C_i^* = \frac{C_i}{C},$$

де C – обсяг вкладених коштів.

4. Частки інвестицій у кожний напрям повинні бути невід'ємними:

$$\omega_i \geq 0.$$

На рис. 4 представлено вхідну інформацію стосовно розподілу часток інвестиційних ресурсів між трьома туристичними напрямками (Іспанія, Туреччина, Італія) впродовж року / 12 місяців.

Розв'язання задачі здійснено засобами модулю Excel «Пошук рішень».

На рис. 5 представлено результати оптимізації.

На основі розрахунків оптимального розподілу інвестиційного портфеля туристичного оператора, частки інвестицій становлять: по напрямку 1 (39,9%) – значна частка, завдяки найвищому очікуваному доходу, незважаючи на дещо більший ризик; по напрямку 2 (11,2%) – найменша частка через відносно низький очікуваний дохід і середній рівень ризику; по напрямку 3 (48,9%) – найбільша частка, оскільки напрямок забезпечує прийнятне співвідношення між дохідністю та ризиком. Загальний ризик портфеля склав 0,008. Це демонструє, що оптимальний розподіл інвестицій дозволив ефективно зменшити вплив ризику на загальну прибутковість.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1									
2	Місяць	Іспанія	Туреччина	Італія					
3	1	0,04	0,03	0,02					
4	2	0,04	0,02	0,02					
5	3	0,06	0,04	0,08					
6	4	0,08	0,04	0,08					
7	5	0,11	0,1	0,12					
8	6	0,15	0,15	0,15					
9	7	0,32	0,3	0,28					
10	8	0,28	0,3	0,28					
11	9	0,28	0,25	0,25					
12	10	0,2	0,1	0,25					
13	11	0,1	0,05	0,15					
14	12	0,05	0,03	0,3					
15	Середній дохід	=СРЗНАЧ(С3:С14)	=СРЗНАЧ(Д3:Д14)	=СРЗНАЧ(Е3:Е14)					
16									
17									
18	Коваріації	1	2	3					
19		=КОВАР(С3:С14;С3:С14)	=КОВАР(С3:С14;Д3:Д14)	=КОВАР(С3:С14;Е3:Е14)	РИЗИК	=С19*С22*2+Д20*2+Е21*Е22*2+2*Д19*С22*Д22+2*Е19*С22*Е22*2+Е20*Д22*Е22			
20		=КОВАР(Д3:Д14;С3:С14)	=КОВАР(Д3:Д14;Д3:Д14)	=КОВАР(Д3:Д14;Е3:Е14)					
21		=КОВАР(Е3:Е14;С3:С14)	=КОВАР(Е3:Е14;Д3:Д14)	=КОВАР(Е3:Е14;Е3:Е14)					
22	Частка	0,39904870669164	0,111630582740738	0,489320710567622	=СУММ(С22:Е22)	1			
23	Обмеження	0,75	0,75	0,75					
24	Очікуваний дохід	=С15*С22	=Д15*Д22	=Е15*Е22	=СУММ(С24:Е24)	0,13			

Рисунок 4. Вхідні дані для розв'язання задачі оптимізації інвестиційного портфеля туристичної компанії за цільовою функцією оптимізації ризику

Джерело: власна розробка авторів

Рекомендаціями є наступні:

- збільшення акценту на напрямок 3, оскільки він забезпечує найкраще співвідношення дохідності та ризику;
- частково інвестувати в напрямок 1 для максимізації прибутковості;

— відстеження ризиків зі зменшенням інвестицій в напрямок 2, оскільки його дохідність є найнижчою, а ризик не значно менший за інші.

Обґрунтованість результатів за умов використання методів аналітичного моделювання (в даному контексті, методів оптимізації) залежить від достовірності наявної вхідної інформації.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Місяць	Іспанія	Туреччина	Італія		
3		1	0,04	0,03	0,02		
4		2	0,04	0,02	0,02		
5		3	0,06	0,04	0,08		
6		4	0,08	0,04	0,08		
7		5	0,11	0,1	0,12		
8		6	0,15	0,15	0,15		
9		7	0,32	0,3	0,28		
10		8	0,28	0,3	0,28		
11		9	0,28	0,25	0,25		
12		10	0,2	0,1	0,25		
13		11	0,1	0,05	0,15		
14		12	0,05	0,03	0,3		
15		Середній дохід	0,14	0,12	0,17		
16							
17							
18		Коваріації	1	2	3		
19			0,009652083	0,009722917	0,007029167	РИЗИК	0,008376543
20			0,009722917	0,010602083	0,006770833		
21			0,007029167	0,006770833	0,009841667		
22		Частка	0,399048707	0,111630583	0,489320711	1	1
23		Обмеження	0,75	0,75	0,75		
24		Очікуваний дохід	0,056864441	0,013116593	0,080737917	0,150718951	0,13

Рисунок 5. Результати оптимізації інвестиційного портфелю туристичної компанії за критерієм мінімізації ризику
Джерело: власна розробка авторів

Однак, в сучасних умовах підвищеної ентропії зовнішнього та внутрішнього середовища функціонування суб'єктів туристичного ринку часто необхідно приймати рішення при відсутності такої інформації. Туристичним компаніям необхідно враховувати неточність/нечіткість/відсутність вхідних даних. За такими обставинами доцільним є використання інструментарію нечіткої логіки.

Застосування математичного апарату проілюструємо на прикладі задачі аналізу доцільності інвестування у розвиток конкретних напрямків діяльності туристичної компанії, що остання здійснює з метою покращання ринкових позицій та підвищення власної конкурентоспроможності. Обрано два нечіткі методи – адитивної та максимінної згортки відповідно до протилежності результатів, які можна отримати з їх використанням. Алгоритмічно адитивна згортка спрямована на надання оптимістичного результату, тоді як максимінна спрямована на песимістичний результат. Визначення методів достатньо відомо та наведено у спеціальній літературі (наприклад, в [19-20]), тому подальше подання матеріалу спирається на особливості поставленої задачі, не зупиняючись на алгоритмічних деталях.

Компанії необхідно оцінити найбільш прийнятні стратегічні альтернативи свого розвитку на перспективу за обраними критеріями ефективності в умовах нечіткої інформації.

Оцінюються три альтернативи:

- Альтернатива А1 – активна маркетингова кампанія для просування преміум-пропозицій та залучення нової аудиторії з високою платоспроможністю.
- Альтернатива А2 – інвестиції в автоматизацію процесів бронювання та впровадження цифрових інструментів (мобільний додаток, плат-

форма бронювання), що покращить обслуговування клієнтів і знизить витрати.

- Альтернатива А3 – розширення послуг через партнерство з авіалініями та готелями для пропонування туристичних пакетів «під ключ», що дозволить отримати додаткові знижки та розширити клієнтську базу.

Для діагностування альтернатив використовуються наступні основні критерії:

- C_1 – Відповідність стратегічним цілям туроператора.
- C_2 – Вплив на конкурентну позицію на ринку.
- C_3 – Зростання ринку туристичних послуг.
- C_4 – Перспектива освоєння нових ринків.
- C_5 – Залучення нових категорій клієнтів.
- C_6 – Узгодженість з маркетинговими можливостями туроператора.
- C_7 – Період повернення інвестицій.
- C_8 – Реалістичність фінансового забезпечення проекту.
- C_9 – Обсяги інвестицій.
- C_{10} – Стійкість комерційного успіху.

Для оцінки відносної важливості критеріїв використовується лінгвістична змінна $W = \{\text{Дуже важливий}; \text{Важливий}\}$.

Критерії одержали наступні лінгвістичні оцінки відносної важливості:

$W = \{W_{C_1} = \text{Дуже важливий}; W_{C_2} = \text{Дуже важливий}; W_{C_3} = \text{Важливий}; W_{C_4} = \text{Дуже важливий}; W_{C_5} = \text{Важливий}; W_{C_6} = \text{Важливий}; W_{C_7} = \text{Дуже важливий}; W_{C_8} = \text{Дуже важливий}; W_{C_9} = \text{Важливий}; W_{C_{10}} = \text{Дуже важливий}\}$.

Значення термів множини задані нечіткими числами, що мають трикутний вид функції належності (рис. 6), (по осі Y – функція належності μ ; по осі X – W_i)

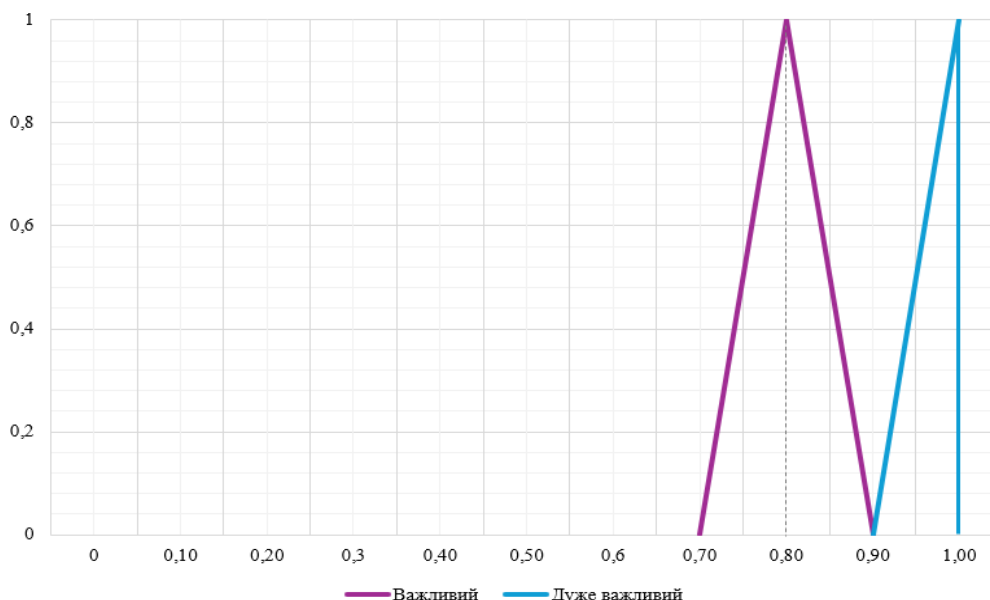


Рисунок 6. Функції належності коефіцієнтів важливості
Джерело: власна розробка авторів

Для оцінки ступеня відповідності альтернатив обраним критеріям використовується лінгвістична змінна R . R = «Ступінь відповідності» = {Висока; Середня; Низька; Дуже низька}.

Використовується трикутний розподіл функцій належності R . Відповідно до цього функції належності термів мають наступний вид:

Висока = {0.0/0.6; 1.0/0.8; 0.0/1.0};

Середня = {0.0/0.4; 1.0/0.6; 0.0/0.8};

Низька = {0.0/0.2; 1.0/0.4; 0.0/0.6};

Дуже низька = {0.0/0.0; 1.0/0.2; 0.0/0.4}.

Функції належності в графічному виді наведені на рис. 7 (по осі Y – функція належності μ ; по осі X – R_i).

Оцінки досліджуваних альтернатив представлені в табл. 1.

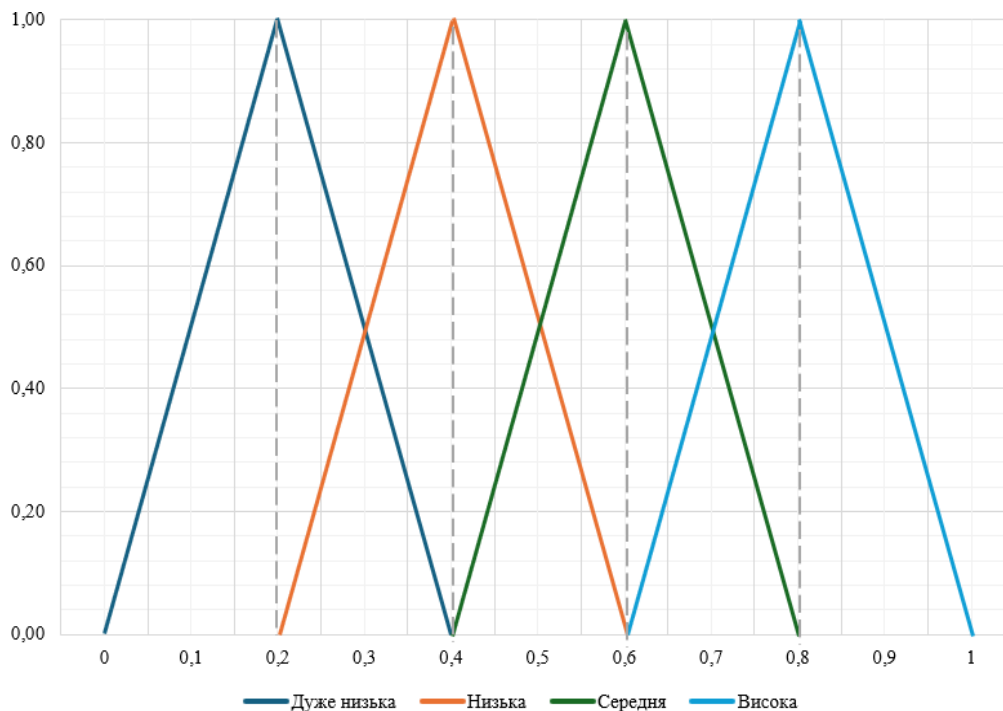


Рисунок 7. Функції належності критеріальної оцінки
Джерело: власна розробка авторів

Таблиця 1. Оцінки досліджуваних альтернатив

Критерій	Альтернативи		
	A1	A2	A3
C ₁	Висока	Середня	Низька
C ₂	Висока	Низька	Середня
C ₃	Низька	Висока	Середня
C ₄	Середня	Середня	Висока
C ₅	Низька	Висока	Низька
C ₆	Середня	Висока	Низька
C ₇	Дуже низька	Низька	Висока
C ₈	Висока	Низька	Середня
C ₉	Низька	Висока	Середня
C ₁₀	Висока	Середня	Низька

Джерело: власна розробка авторів

Відповідно до того, що сутність методу – упорядкування деяких m альтернатив (у даній задачі – 3 альтернативи) по n критеріях (10 критеріїв у розглянутому випадку), необхідно обчислити зважені оцінки альтернатив. Отже, ліва, права границі і вершина функцій належності для кожної з альтернатив дорівнюють, відповідно, наступному (рис. 8).

$$R_1' = 3,22; R_1'' = 7,54; R_1^* = 5,44;$$

$$R_2' = 3,3; R_2'' = 7,8; R_2^* = 5,56;$$

$$R_3' = 3,0; R_3'' = 7,32; R_3^* = 5,2;$$

Отримані функції належності наведено на рис. 9.

Коефіцієнт важливості		Критеріальна оцінка		Альтернатива A1	
Важливий лівий	0,7	Дуже низька лівий	0,0	Ліва границя	3,22
Важливий правий	0,9	Дуже низька правий	0,4	Права границя	7,54
Важливий центр	0,8	Дуже низька центр	0,2	Вершина	5,44
Дуже важливий лівий	0,9	Низька лівий	0,2		
Дуже важливий правий	1,0	Низька правий	0,6	Альтернатива A2	
Дуже важливий центр	1,0	Низька центр	0,4	Ліва границя	3,30
		Середня лівий	0,4	Права границя	7,80
		Середня правий	0,8	Вершина	5,56
		Середня центр	0,6		
		Висока лівий	0,6	Альтернатива A3	
		Висока правий	1,0	Ліва границя	3,00
		Висока центр	0,8	Права границя	7,32
				Вершина	5,20

	C	D	E	F	G	H	I	J
58	Коефіцієнт важливості			Критеріальна оцінка			Альтернатива A1	
59	Важливий лівий	0,7		Дуже низька лівий	0		Ліва границя	=G68*D62+G68*D62+G62*D59+G65*D62+G62*D59+G59*D62+G68*D62+G62*D59+G68*D62
60	Важливий правий	0,9		Дуже низька правий	0,4		Права границя	=G69*D63+G69*D63+G63*D60+G66*D63+G63*D60+G66*D60+G60*D63+G69*D63+G63*D60+G69*D63
61	Важливий центр	0,8		Дуже низька центр	0,2		Вершина	=G70*D64+G70*D64+G64*D61+G67*D64+G64*D61+G67*D61+G61*D64+G70*D64+G64*D61+G70*D64
62	Дуже важливий лівий	0,9		Низька лівий	0,2			
63	Дуже важливий правий	1		Низька правий	0,6		Альтернатива A2	
64	Дуже важливий центр	1		Низька центр	0,4		Ліва границя	=G65*D62+G62*D62+G68*D59+G65*D62+G68*D59+G68*D59+G62*D62+G62*D62+G68*D59+G65*D62
65				Середня лівий	0,4		Права границя	=G66*D63+G63*D63+G69*D60+G66*D63+G69*D60+G69*D60+G63*D63+G63*D63+G69*D60+G66*D63
66				Середня правий	0,8		Вершина	=G67*D64+G64*D64+G70*D61+G67*D64+G70*D61+G70*D61+G64*D64+G64*D64+G70*D61+G67*D64
67				Середня центр	0,6			
68				Висока лівий	0,6		Альтернатива A3	
69				Висока правий	1		Ліва границя	=G62*D62+G65*D62+G65*D59+G68*D62+G62*D59+G62*D59+G68*D62+G65*D62+G65*D59+G62*D62
70				Висока центр	0,8		Права границя	=G63*D63+G66*D63+G66*D60+G69*D63+G63*D60+G63*D60+G69*D63+G66*D63+G66*D60+G63*D63
71							Вершина	=G64*D64+G67*D64+G67*D61+G70*D64+G64*D61+G64*D61+G70*D64+G67*D64+G67*D61+G64*D64

Рисунок 8. Алгоритм розрахунку границь функцій належності

Джерело: власна розробка авторів

Таким чином, згідно з оптимістичним підходом (який надає застосування даного методу), найбільш прийнятною для туристичної компанії є альтернатива 2 – інвестиції в автоматизацію процесів бронювання та впровадження цифрових інструментів, що покращить обслуговування клієнтів і знизить витрати. Далі за зменшенням ступеня прийнятності альтернативи розміщуються наступним чином – альтернатива 1; альтернатива 3.

Метод максимінної згортки спрямований на мінімізацію ризиків. Для кожної з альтернатив обирається найгірше (мінімальне) значення серед усіх критеріїв, а з альтернатив вибирається та, у якій це значення найбільше. Згідно з цим алгоритмом для кожної альтернативи визначаємо її мінімальну оцінку серед усіх критеріїв (табл. 1).

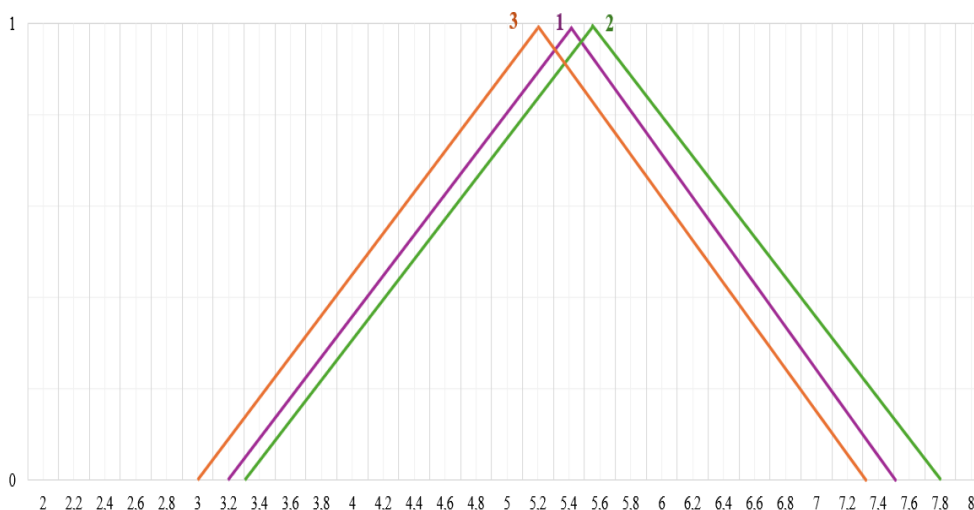


Рисунок 9. Функції належності досліджуваних альтернатив

Джерело: власна розробка авторів

Наступний крок – знайдення для кожної альтернативи найнижчої оцінки за всіма критеріями. За результатами застосування методу найбільш прийнятними альтернативами є А2 та А3. До того ж, альтернатива А2 виглядає більш привабливо з погляду на довгострокову стратегію розвитку. Враховуючи, що найбільш прийнятною альтернативою для підприємства є інвестиції в автоматизацію процесів бронювання та впровадження цифрових інструментів, а також на основі аналізу показників, що свідчать про невеликий розрив між оцінками альтернатив, можна припустити, що виникнення суттєвих негативів під час реалізації інвестиційного проєкту може стати загрозою для успішного виконання всього проєкту. Отже, доцільно додатково запропонувати паралельні заходи, які можуть статися у пригоді при виникненні таких негативних ситуацій, а саме:

- Оптимізація внутрішніх процесів – аналіз бізнес-процесів для виявлення можливостей зменшення витрат без додаткових інвестицій.
- Залучення стратегічного партнера – пошук фінансування або ресурсів через співпрацю з інвесторами чи великими гравцями ринку.
- Розширення асортименту послуг – додавання бюджетних туристичних пропозицій або спеціалізованих турів (екологічних, гастрономічних), щоб залучити нових клієнтів.

Висновки

Проведені дослідження доводять, що застосування економіко-математичного моделювання значно підвищує ефективність управління туристичною діяльністю.

Поєднання методів оптимізації та нечіткої логіки, як математичного апарату різної природи, дозволяє поглянути на проблеми туристичної

індустрії в комплексі, з різних точок зору – «кількісної» та «якісної». Розроблені моделі дозволяють оптимізувати рішення туристичних компаній відносно завантаження маршрутів, формування пакетів послуг, планування ресурсів. Використання нечіткої логіки сприяє формалізації суб'єктивних критеріїв туристів (таких як комфорт, вартість і тривалість) та інтеграції їх у відповідні моделі. Наведені постановки є достатньо типовими та можуть бути трансформовані під умови конкретної туристичної компанії шляхом введення додаткових обмежень та незначної модифікації.

Розглянуті приклади використання математичних інструментів оптимізації та нечіткої логіки не претендують на охоплення всього спектру проблем, притаманних функціонуванню туристичних компаній. Однак, доводять можливості застосування наведеного апарату в їх повсякденній діяльності. Адже розроблені модельні додатки забезпечують гнучкість і адаптивність процесу прийняття рішень, що є критично важливим при плануванні діяльності туристичних фірм в умовах швидких змін ринку. Результати досліджень можуть бути інтегровані в інформаційні системи управління туристичними послугами.

Разом із цим дослідження відкриває перспективи для подальших розробок: можна очікувати подальшу інтеграцію моделей з реальними даними про туристичні потоки, використання алгоритмів машинного навчання для автоматизації прогнозів та розробку інтерфейсів для інтерактивного аналізу результатів.

Апробація запропонованих математичних інструментів підкреслює їх високу релевантність для вирішення практичних завдань туристичного бізнесу та створює основу для подальших досліджень та прикладної реалізації.

Abstract

The market of tourist services is an important segment of the domestic and world economy, which significantly affects the development of related industries, in particular, transport, hotel and restaurant business and culture. In the face of modern challenges related to war, economic instability and global competition, travel companies are

forced to adapt to a rapidly changing environment. This requires the introduction of innovative approaches to the management of their activities.

Despite numerous studies in the field of tourism, the direction of using mathematical tools to solve numerous applied problems arising in the activities of tourism market subjects is still insufficiently developed. The analysis of the application of various mathematical apparatus in the management of the tourism industry proves the greater concentration of researchers on the macro- and meso- levels of the management hierarchy. In this context, much less attention is paid to the micro level.

The functioning of travel companies in conditions of uncertainty and unstable market environment faces many problems that require the involvement of a special mathematical apparatus. Among the priorities is the optimization of routes and resource provision for tour operators, taking into account factors such as variable demand, seasonality, transport logistics and budget constraints. An unsolved problem is the formalization of a multi-criteria choice of tourist packages, taking into account indicators of different nature. Modern information systems of travel companies for the most part do not take into account the potential of mathematical modeling.

The paper proposes the use of optimization methods and fuzzy logic to solve urgent problems of the functioning of tour operators and agencies. Mathematical formulations of problems related to the selection of effective tourist routes on the basis of optimization of tour loading with minimization of costs / profit maximization and taking into account resource limitations are presented. The Markowitz model is given, adapted to the optimization of the investment portfolio of a travel company. A model for evaluating investment alternatives of a travel company for a strategic perspective using methods of fuzzy logic is proposed.

The possibilities of using models in decision-making processes are illustrated by fragments of calculations made based on the materials of the travel company Eurotrips. The results obtained confirm that the use of analytical modeling in combination with the methods of fuzzy logic significantly increases the efficiency of tourism management. The results of the study can be used in building decision support systems in the tourism industry.

Список літератури:

1. Туристична галузь України під час війни: виклики, загрози, шляхи виходу з кризи: монографія. / за заг. редакцією д. е. н., проф. М.Ю. Барна. Львів: ЛТЕУ. 2024. 280 с.
2. Випробування війною. Опитування туристичного бізнесу в 2024 році. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://omore.city/articles/391576/stan-turizmu-v-ukraini-2024>.
3. Державне агентство з розвитку туризму. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tourism.gov.ua/blog/do-byudzhetu-gromad-u-2024-roci-nadiyshlo-mayzhe-273-mln-grn-turistichnogo-zboru>.
4. Огляд туристичної галузі в Україні: виклики, нові напрямки та перспективи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hub.kyivstar.ua/articles/oglyad-turistichnoyi-galuzi-v-ukrayini-vikliki-novi-napryamki-ta-perspektivi>.
5. Податки від туризму за регіонами. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://skilky-skilky.info/podatky-vid-turyzmu-za-rehionamy-u-kyievi-zrostannia-u-2-gazy>.
6. Зарубіна А.В., Онойко Ю.Ю., Щербатюк Н.І. Сучасні тенденції розвитку внутрішнього туризму. // Економіка та суспільство. 2023. Вип. 48. DOI: 10.32782/2524-0072/2023-48-32.
7. Халатур С.М., Жиленко К.М. Стратегії диверсифікації туристичних послуг у контексті цифрового суспільства та глобальних ринків. // Бізнес Інформ. 2024. №9. С. 274-280. DOI: 10.32983/2222-4459-2024-9-274-280.
8. Яблонь В.Д. Туристичні кластери як інструмент упровадження державної політики розвитку туризму. // Бізнес Інформ. 2025. №1. С. 373-379. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-1-373-379.
9. Соломчук С. О. Економічні особливості маркетингу сталого туризму в національних парках. // Бізнес Інформ. 2025. №2. С. 548-554. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-2-548-554.
10. Чала Т.Г., Сгоров В.Р. Моделювання розвитку туристичної індустрії в Україні: індексний підхід з використанням РІРТС і регіональна перспектива. // Бізнес Інформ. 2025. №1. С. 96-106. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-1-96-106.
11. Кожухівська Р. Б. Оптимізація бізнес-процесів туристичних підприємств. // Бізнес Інформ. 2021. №1. С. 185-190. DOI: 10.32983/2222-4459-2021-1-185-190.
12. Wu Q., Tan W., Zhou L., Devenci M., Pamucar D., Pedrycz W. (2025) An integrated decision support framework for exploring the barriers and potential application scenarios in metaverse hospitality. // Journal of Industrial Information Integration. Volume 45, May 2025, 100825. DOI: 10.1016/j.jii.2025.100825.
13. Shahbaz Muhammad, Yüksel Serhat, Eti Serkan, Dinçer Hasan, Khamdamov Shoh-Jakhon (2025). A fuzzy decision-making model for enhancing sustainable tourism investments in climate-vulnerable destinations. // Journal of Environmental Management. Volume 380, April 2025, 125151. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.125151.

14. Putu Sugiartawan, Sri Hartati, Aina Musdholifah (2020). Modeling of a Tourism Group Decision Support System using Risk Analysis based Knowledge Base. // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 11, No. 7, 2020. pp. 354-363. DOI: 10.14569/IJACSA.2020.0110747.
15. Gavurova, B. ., & Polishchuk, V. (2025). Decision-making support system for travel planning for people with disabilities based on fuzzy set theory. // *Oeconomia Copernicana*, 2025(16). pp. 417-462. DOI: 10.24136/oc.3503.
16. Rodrigo M., Ajala I., Irhanida A.K. (2025). A tourism area life cycle model with an index-dependent growth rate for modelling the poststagnation stage. // *Annals of Tourism Research Empirical Insights* Volume 6, Issue 1, May 2025, 100177. DOI: 10.1016/j.annale.2025.100177.
17. Pan M., Liao Z., Wang Z., Ren C., Xing Z., Li W. (2025). Tourism forecasting: A dynamic spatiotemporal model. // *Annals of Tourism Research* Volume 110, January 2025, 103871. DOI: 10.1016/j.annals.2024.103871.
18. Markowitz Harry M., Kenneth Blay (2013). *Risk-Return Analysis: The Theory and Practice of Rational Investing* (Vol. One). McGraw Hill Professional, 2013. 272 p.
19. Zimmermann H.J., Zadeh L.A., Gaines. *Fuzzy Sets and Decision Analysis*. North Holland, New York, 1984. 522 p.
20. Song C., Xu Z. (2022) *Techniques of Decision Making, Uncertain Reasoning and Regression Analysis Under the Hesitant Fuzzy Environment and Their Applications*. Springer. 2022. 176 p.

References:

1. Barna, M.Y. (Ed.). (2024). *Tourism industry of Ukraine during the war: Challenges, threats, ways out of the crisis: Monograph*. Lviv: LTEU [in Ukrainian].
2. Trials of war. Survey of the tourism business in 2024. (2024). Retrieved from: <https://omore.city/articles/391576/stan-turizmu-v-ukraini-2024> [in Ukrainian].
3. State Agency for Tourism Development of Ukraine. (2024). Retrieved from: <https://www.tourism.gov.ua/blog/do-byudzhetu-gromad-u-2024-roci-nadiyshlo-mayzhe-273-mln-grn-turistichnogo-zboru> [in Ukrainian].
4. Review of the tourism industry in Ukraine: Challenges, new directions and prospects. (2024). Retrieved from: <https://hub.kyivstar.ua/articles/oglyad-turistichnoyi-galuzi-v-ukrayini-vikliki-novi-napryamki-ta-perspektivi> [in Ukrainian].
5. Taxes from tourism by regions. (2024). Retrieved from: <https://skilky-skilky.info/podatky-vid-turyzmu-za-rehionamy-u-kyievi-zrostannia-u-2-razy> [in Ukrainian].
6. Zarubina, A.V., Onoiko, Y.Y., & Shcherbatyuk, N.I. (2023). Current trends in the development of domestic tourism. *Economy and Society*, 48. DOI: 10.32782/2524-0072/2023-48-32 [in Ukrainian].
7. Khalatur, S. M., & Zhilenko, K. M. (2024). Strategies of diversification of tourist services in the context of the digital society and global markets. *Business Inform*, 9, 274-280. DOI: 10.32983/2222-4459-2024-9-274-280 [in Ukrainian].
8. Yablon, V.D. (2025). Tourist clusters as a tool for implementing the state tourism development policy. *Business Inform*, 1, 373-379. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-1-373-379 [in Ukrainian].
9. Solomchak, S.O. (2025). Economic features of sustainable tourism marketing in national parks. *Business Inform*, 2, 548-554. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-2-548-554 [in Ukrainian].
10. Chala, T.H., & Yehorov, V.R. (2025). Modeling the development of the tourism industry in Ukraine: An index approach using PIPTS and regional perspective. *Business Inform*, 1, 96-106. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-1-96-106 [in Ukrainian].
11. Kozhukhivska, R.B. (2021). Optimization of business processes of tourism enterprises. *Business Inform*, 1, 185-190. DOI: 10.32983/2222-4459-2021-1-185-190 [in Ukrainian].
12. Wu, Q., Tan, W., Zhou, L., Devci, M., Pamucar, D., & Pedrycz, W. (2025). An integrated decision support framework for exploring the barriers and potential application scenarios in metaverse hospitality. *Journal of Industrial Information Integration*, 45, 100825. DOI: 10.1016/j.jii.2025.100825 [in English].
13. Shahbaz, M., Yüksel, S., Eti, S., Dinçer, H., & Khamdamov, S.-J. (2025). A fuzzy decision-making model for enhancing sustainable tourism investments in climate-vulnerable destinations. *Journal of Environmental Management*, 380, 125151. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.125151 [in English].
14. Putu, S., Sri, H., & Aina, M. (2020). Modeling of a tourism group decision support system using risk analysis-based knowledge base. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(7), 354-363. DOI: 10.14569/IJACSA.2020.0110747 [in English].
15. Gavurova, B., & Polishchuk, V. (2025). Decision-making support system for travel planning for people with disabilities based on fuzzy set theory. *Oeconomia Copernicana*, 16, 417-462. DOI: 10.24136/oc.3503 [in English].

16. Rodrigo, M., Ajala, I., & Irhanida, A. K. (2025). A tourism area life cycle model with an index-dependent growth rate for modelling the post-stagnation stage. *Annals of Tourism Research Empirical Insights*, 6(1), 100177. DOI: 10.1016/j.annale.2025.100177 [in English].
17. Pan, M., Liao, Z., Wang, Z., Ren, C., Xing, Z., & Li, W. (2025). Tourism forecasting: A dynamic spatiotemporal model. *Annals of Tourism Research*, 110, 103871. DOI: 10.1016/j.annals.2024.103871 [in English].
18. Markowitz, H.M., & Blay, K. (2013). *Risk-return analysis: The theory and practice of rational investing* (Vol. 1). McGraw Hill Professional [in English].
19. Zimmermann, H.J., Zadeh, L.A., & Gaines, B. (1984). *Fuzzy sets and decision analysis*. New York: North Holland [in English].
20. Song, C., & Xu, Z. (2022). *Techniques of decision making, uncertain reasoning and regression analysis under the hesitant fuzzy environment and their applications*. Springer [in English].

Посилання на статтю:

Соколовська З.М. Математичні інструменти дослідження ринку туристичних послуг / З.М. Соколовська, А.О. Шихранова // *Економіка: реалії часу*. Науковий журнал. – 2025. – № 4 (80). – С. 118-131. – Режим доступу: <https://economics.net.ua/files/archive/2025/No4/118.pdf>. DOI: 10.15276/ETR.04.2025.12. DOI: 10.5281/zenodo.17065595.

Reference a Journal Article:

Sokolovska Z.M. *Mathematical Tools for Researching the Market of Tourist Services* / Z.M. Sokolovska, A.O. Shykhranova // *Economics: time realities. Scientific journal*. – 2025. – № 4 (80). – P. 118-131. – Retrieved from: <https://economics.net.ua/files/archive/2025/No4/118.pdf>. DOI: 10.15276/ETR.04.2025.12. DOI: 10.5281/zenodo.17065595.



This is an open access journal and all published articles are licensed under aCreative Commons "Attribution" 4.0.