

Застосування нечіткої логіки для вдосконалення визначення потоків рекреантів за допомогою «модифікованої гравітаційної» моделі

Запропоновано метод розрахунку показників атрактивності території на базі нечіткої логіки. Вдосконалено «модифіковану гравітаційну» модель, що використовується для прогнозування кількості потенційних рекреантів з допомогою даного методу. Здійснено розрахунки з використанням нової моделі і наведений порівняльний аналіз отриманих результатів.

Ключові слова: атрактивність, нечітка логіка, гравітаційна модель, рекреаційні потоки.

Зазвичай атрактивність територій та потоки рекреантів визначаються або за експертними оцінками, або маркетинговими дослідженнями, які теж не позбавлені недоліків експертних оцінок. Окрім того, названі методи можуть дати об'єктивну картину лише для ідеальних випадків, отже, вони мають бути доповнені більш точними кількісними моделями.

Моделям функціонування рекреаційно-туристичних систем притаманна невизначеність, зумовлена, з одного боку відсутністю точного опису процесів функціонування систем, з іншого – неспроможністю оцінити стани систем абсолютно точно, що утруднює, а часом унеможлиблює використання точних кількісних методів.

Прогнозування кількості потенційних відвідувачів туристично-рекреаційних систем (ТРС) можна визначити, застосувавши модифіковану гравітаційну модель, що дозволяє врахувати вплив віддалі населених пунктів від пунктів привабливості, цінової політики, сезонності та основні чинники привабливості [1]. За цією моделлю потенційна кількість рекреантів визначається як:

$$K_{ij}^{cat}(T) = k \times \left(1 + \frac{\sum_{l=1}^n Att_l^{TPC} Att_l^{cat}}{n_{Att}} \right) \times \frac{(D_{cat,i} m_i)^m n_j^n}{r_{ij}^r} \times P_{cat}(T) P_{TPC}(T) \times \left(1 - \frac{\sqrt{|B_{TPC}^2 - B_{cat}^2|}}{n_{price}} \right) \quad (1)$$

- де K_{ij}^{cat} – кількість рекреантів j -ї ТРС, які прибули з i -го пункту попиту;
- m_i – чисельність населення i -го пункту попиту;
- n_j^n – ємність (максимально можлива місткість) j -ї ТРС;

- r_{ij}^r – віддаль між j -ою ТРС та i -им пунктом попиту;
 k – емпіричний коефіцієнт «притягання» (привабливості);
 m, n, r – емпіричні коефіцієнти;
 D_{cati} – питома вага людей певного сегмента (студенти, середній клас, багатий клас, діти) з i -го пункту попиту;
 $P_{cat}(T)$ – ймовірність того, що люди певного сегмента будуть відпочивати в інтервал часу T ;
 $P_{TPC}(T)$ – ймовірність того, що певна ТРС буде працювати в інтервалі часу T ;
 B_{TPC} – цінова категорія ТРС;
 B_{cat} – жадана категорія ТРС для певної категорії відпочиваючих;
 N_{price} – нормувальний множник, рівний розмірності рейтингової шкали B_{TPC} та B_{cat} ;
 l – тип привабливості;
 Att_l^{TPC} – рейтингова оцінка l -ї «привабливості» ТРС;
 Att_l^{cat} – нормована рейтингова оцінка, що визначає важливість l -ї «привабливості» для рекреанта групи « cat »;

n_{An} – максимально допустиме значення Att_l^{TPC} .

Усі коефіцієнти в (1), за винятком k, m, n, r , мають статистичних характер і були визначені шляхом експертних оцінок провідних фахівців цієї області.

Недоліком моделі (1) є визначення загального показника привабливості:

$$Atr(trs, cat) = \left(1 + \frac{\sum_{l=1}^n Att_l^{TPC} Att_l^{cat}}{n_{Att}} \right) \quad (2)$$

Для розрахунку цього множника запропоновано використати 28 показників привабливості, які визначались з допомогою експертних оцінювань [1]. Величина більшості показників привабливості для різних ТРС майже не різняться. Інші показники, які значно відрізняються один від одного і є визначальними для привабливості певної ТРС, не можуть суттєво вплинути на зміну показника (2). У такому випадку показники всіх ТРС коливаються поблизу певного центра і величина нормованого показника схематично зображена на рисунку 1. Діапазон значень, в яких коливається цей показник, лежить на відрізку [1; 2], причому значення 1 та 2 та їхні околиці є «мертвими» точками, а це означає, що, якою би привабливою не була ТРС, її показник привабливості буде відрізнятися від непривабливої приблизно на 0,4–0,8, що не може суттєво вплинути на остаточні результати. Також важко виконати оцінювання багатьох якісних показників привабливості з високою точністю, а це, в свою чергу, не дає можливості використання класичних математичних методів.

Для моделювання привабливості регіону або певної ТРС найкраще використовувати нечіткі моделі. Це дасть можливість визначати загальний



Рис .1 Схематичне зображення розподілу нормованого показника привабливості

показник привабливості ТРС у ширшому діапазоні, а також краще оцінити інші показники привабливості. На практиці показано, що в багатьох випадках нечітке моделювання дозволяє більш адекватно описати об'єкти з деякою невизначеністю і дає кращі результати порівняно з детермінованими або ймовірнісно-статистичними моделями [2]. У роботах [2–8] було апробовано та доведено адекватність апарату нечіткої логіки в дослідженнях туристичної галузі. Зокрема моделюванню та створенню експертної системи вибору готелю присвячена робота [4]. Прогнозам в туристичній галузі на базі нечіткої логіки та нейромережах присвячені роботи [5; 6]. У роботі [2] досліджувалась конкуренція економічного зростання між регіонами в Китаї.

Тому ми запропонували розрахувати коефіцієнт привабливості за допомогою моделі, що базується на нечіткій логіці, використовуючи замість множника (2) інший – $Atr(trs, cat)_{fuzzy}$.

Математична теорія нечітких множин (fuzzy sets) і нечітка логіка (fuzzy logic) є узагальненнями класичної теорії множин і класичної формальної логіки. Такі поняття були вперше запропоновані американським ученим Лотфі Заде (Lotfi Zadeh) 1965 р. Основною причиною появи нової теорії стала наявність нечітких і наближених міркувань при описі людиною процесів, систем, об'єктів [9].

Характеристикою нечіткої множини виступає функція належності (Membership Function), яка найчастіше позначається через $MF_c(x)$ – ступінь приналежності до нечіткої множини C , що являє собою узагальнення поняття характеристичної функції звичайної множини. Тоді нечіткою множиною C називається множина упорядкованих пар виду $C = \{MF_c(x)/x\}$, $MF_c(x) [0, 1]$. Значення $MF_c(x)=0$ означає відсутність належності до множини, 1 – повну належність.

Для опису нечітких множин вводяться поняття нечіткої й лінгвістичної змінних.

Нечітка змінна описується набором (N, X, A) , де N – це назва змінної, X – універсальна множина (область міркувань), A – нечітка множина на X . Значеннями лінгвістичної змінної можуть бути нечіткі змінні, тобто лінгвістична змінна перебуває на вищому рівні, ніж нечітка змінна. Кожна лінгвістична змінна складається з:

- назви;
- множини своїх значень, що також називається базовою терм-множиною T ; елементів базової терм-множини є назвами нечітких змінних;

- універсальної множини X ;
- синтаксичного правила G , за яким генеруються нові терми із застосуванням слів природної або формальної мови;
- семантичного правила P , що кожному значенню лінгвістичної змінної ставить у відповідність нечітку підмножину множини X .

Існує понад десять типових форм кривих для завдання функцій належності. Найбільше поширення отримали: трикутна, трапецієподібна й гауссівська функції належності.

Основою для здійснення операції нечіткого логічного висновку є база правил, що містить нечіткі висловлювання у формі «Якщо-То», і функції належності для відповідних лінгвістичних термів. При цьому слід дотримуватися таких умов:

- 1) існує хоча б одне правило для кожного лінгвістичного терма вихідної змінної;
- 2) для будь-якого терма вхідної змінної є хоча б одне правило, в якому цей терм використовується як передумова (ліва частина правила).

У протилежному випадку має місце неповна база нечітких правил.

Нехай у базі правил є m правил вигляду:

$$R_1: \text{ЯКЩО } x_1 \text{ це } A_{11} \dots I \dots x_n \text{ це } A_{1n}, \text{ ТО у це } B_1,$$

...

$$R_i: \text{ЯКЩО } x_1 \text{ це } A_{i1} \dots I \dots x_n \text{ це } A_{in}, \text{ ТО у це } B_i,$$

...

$$R_m: \text{ЯКЩО } x_1 \text{ це } A_{m1} \dots I \dots x_n \text{ це } A_{mn}, \text{ ТО у це } B_m,$$

де $x_k, k = 1, \dots, n$ – вхідні змінні;

u – вихідна змінна;

A_{ik} – задані нечіткі множини з функціями належності.

Результатом нечіткого висновку є чітке значення змінної u^* на основі заданих чітких значень $x_k, k = 1, \dots, n$.

У загальному випадку механізм логічного виведення включає чотири етапи: введення нечіткості (фазифікацію), нечіткий висновок, композицію й приведення до чіткості, або дефазифікацію (рис. 2).

Алгоритми нечіткого висновку різняться, головним чином, за виглядом використовуваних правил, логічних операцій і різновидом методу дефазифікації.

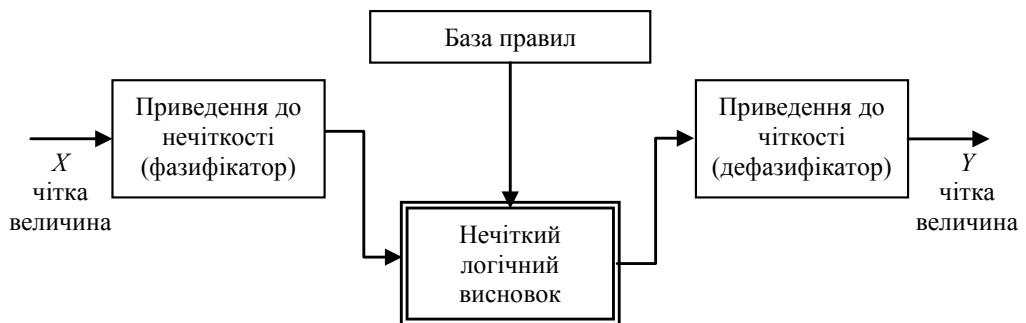


Рис. 2. Система нечіткого логічного виведення

Найпопулярнішими є моделі нечіткого висновку Мамдані, Сугено, Ларсена, Цукамото.

Алгоритми нечіткого висновку різняться, в основному, за виглядом правил нечіткої імплікації. У [10] було доведено можливість використання алгоритмів Мамдані та Сугено для визначення рекреаційного потенціалу. Було показано, що результати, отримані цими методами, не дуже різняться між собою та добре корелюють з оцінками експертів. Тому в подальших розрахунках ми використовували один з цих алгоритмів – алгоритм Сугено з трикутними функціями належності. Вибір цього алгоритму обґрунтований тим, що за наявності експериментальних баз знань доцільним стане використання гібридних нейронних мереж ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), в основі яких лежить метод Сугено [11].

Ну думку експертів [1] найвагомішими групами показників привабливості є: Екологічний стан, Інфраструктура (з підгрупами Готельна інфраструктура та Громадська інфраструктура), Сервісні фактори, Розташування. Для оцінки агрегованих показників експертами було запропоновано наступні вхідні параметри по кожній групі та підгрупі (табл. 1).

Таблиця 1

Опис лінгвістичних змінних та їх термів для всіх груп показників привабливості

Група	Лінгвістична змінна	Опис змінної
<i>E</i> (Екологічний стан)	<i>Ea</i>	Радіація
	<i>Eb</i>	Повітря
	<i>Ec</i>	Вода
	<i>Ed</i>	Озеленення території
<i>Ia</i> (Готельна інфраструктура)	<i>Ia₁</i>	Якісна готельна інфраструктура для різних сегментів споживання
	<i>Ia₂</i>	Розвинена мережа телекомунікацій
	<i>Ia₃</i>	Розвинена інфраструктура спортивних споруд та можливостей занять спортом
	<i>Ia₄</i>	Наявність достатньої інфраструктури розваг на території ТРС
<i>Ib</i> (Громадська інфраструктура)	<i>Ib₁</i>	Якісна інфраструктура транспортних комунікацій – дороги, аеропорти, залізниця, морські та річкові порти
	<i>Ib₂</i>	Розвинена система громадського харчування
	<i>Ib₃</i>	Розвинена система громадського транспорту
	<i>Ib₄</i>	Наявність достатньої інфраструктури розваг в околицях ТРС
<i>C</i> (Сервісні фактори)	<i>Ca</i>	Вартість
	<i>Cb</i>	Оригінальна місцева кухня
	<i>Cc</i>	Розвинена промисловість та виробництво сувенірної продукції
	<i>Cd</i>	Розвинена мережа торгівлі. Наявність груп товарів, особливо привабливих у категорії «ціна–якість»
<i>P</i> (Розташування)	<i>Pa</i>	Віддаль від сіл
	<i>Pb</i>	Віддаль від СМТ та міст
	<i>Pc</i>	Забезпечення під'їздами для авто
	<i>Pd</i>	Забезпечення під'їздами залізницею

Для розрахунку агрегованого показника привабливості ми запропонували використати ієрархічну нечітку систему. По кожній з груп за допомогою алгоритму Сугено знаходяться рекреаційні потенціали. Вони, в свою чергу, слугують вхідними параметрами узагальнювальної нечіткої експертної системи, що визначає коефіцієнт привабливості ТРС (рис. 3). Запропонований підхід дозволяє значно зменшити необхідну кількість продукційних правил.

Для розрахунку загального показника привабливості ТРС з урахуванням важливості проміжних показників для кожної групи населення (середнього класу, студентів, багатого класу та дітей) був застосований метод лінійної згортки, що добре себе зарекомендував у роботах [2; 12].

$$Atr(trs, cat)_{fuzzy} = \sum_i Att(trs)_i \frac{Imp(cat)_i}{\sum_i Imp(cat)_j} \quad (3)$$

- де $Atr(trs, cat)_{fuzzy}$ – загальний показник привабливості ТРС для певної категорії населення;
 $Att(trs)_i$ – проміжний показник привабливості ТРС;
 $Imp(cat)$ – важливість проміжного показника привабливості для певної категорії населення.

Алгоритм розрахунку

Нами запропоновано застосовувати такий алгоритм розрахунку загального показника привабливості ТРС:

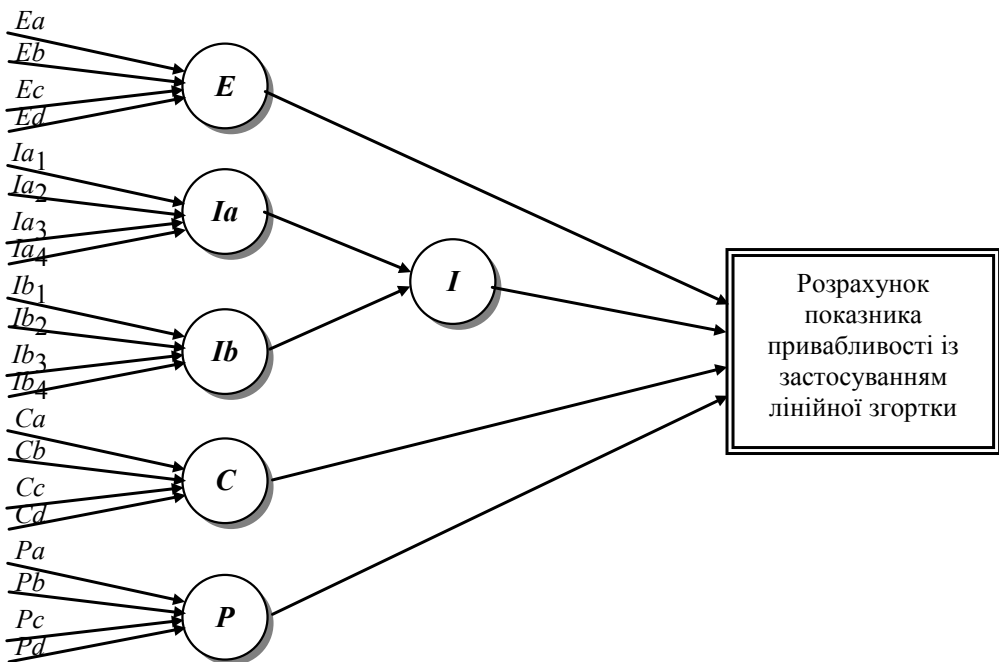


Рис. 3. Схема розрахунку показника привабливості за допомогою нечіткої моделі



Рис 4. Алгоритм розрахунку кількості рекреантів на ТРС

Комп'ютерний експеримент

Для розроблення моделі з нечіткою логікою використовувалось середовище MatLab та toolbox Fuzzy Logic. Терми лінгвістичних змінних, визначених у таблиці 1, наведені в таблиці 2. Для побудови нечітких експертних правил виведення ми використали загальноприйняті міжнародні скорочення для параметрів функції (Z – нуль, близько до нуля, PS – позитивне мале, PM – позитивне середнє, PB – позитивне велике) [13; 14].

Групові показники описуються термами: Z – низький, PM – середній; PB – високий; комплексний показник привабливості описується термами: Z – низький, PS – нижче середнього, PM – вище середнього, PB – високий.

Таблиця 2

Опис термів лінгвістичних змінних для всіх груп показників привабливості

Група	Лінгвістична змінна	Параметри функції	Опис параметра
<i>E</i> (Екологічний стан)	<i>Ea</i>	<i>PB</i>	Радіаційне забруднення відсутнє
		<i>PM</i>	Рівень радіаційного забруднення відповідає допустимим для життя нормам
		<i>Z</i>	Рівень радіаційного забруднення перевищує радіаційні норми
	<i>Eб</i>	<i>PB</i> <i>Z</i>	Екологічно чиста вода без фільтрації Вода з громадських очисних споруд
<i>Eв</i>	<i>PB</i> <i>PM</i> <i>Z</i>	Екологічно чисте повітря (оздоровче) Міське повітря Забруднене повітря	
<i>Eг</i>	<i>PB</i> <i>PM</i> <i>Z</i>	Наявність оздоровчих видів рослин Достатня кількість озеленення без оздоровчих видів рослин Мала кількість рослинності	
<i>Ia</i> (Готельна інфраструктура)	<i>Ia₁</i>	<i>PB</i>	Достатня кількість апартаментів для всіх рівнів споживання
		<i>PM</i>	Достатня кількість апартаментів для декількох рівнів споживання
		<i>Z</i>	Недостатня кількість апартаментів для будь-якого рівня споживання
	<i>Ia₂</i>	<i>PB</i> <i>Z</i>	Добре розвинена телекомунікаційна мережа Слабо розвинена або не розвинена зовсім
	<i>Ia₃</i>	<i>PB</i> <i>Z</i>	Добре розвинена інфраструктура спортивних споруд та можливостей занять спортом Майже відсутня можливість заняття спортом
	<i>Ia₄</i>	<i>PB</i> <i>Z</i>	Добре розвинена інфраструктура розваг Погано розвинена
		<i>PB</i>	Наявність всіх видів транспортних комунікацій
		<i>PM</i>	Середньо розвинена транспортна інфраструктура
		<i>Z</i>	Слабо розвинена транспортна інфраструктура
		<i>PB</i>	Сильно розвинена система громадського харчування
		<i>Z</i>	Слабо розвинена система громадського харчування
		<i>PB</i>	Сильно розвинена система громадського транспорту
		<i>Z</i>	Слабо розвинена система громадського транспорту
<i>PB</i> <i>Z</i>	Достатньо велика кількість центрів розваг Слабо розвинена інфраструктура розваг		

Продовження табл. 2

Група	Лінгвістична змінна	Параметри функції	Опис параметра	
С (Сервісні фактори)	Ca	PВ	Найкраще співвідношення ціна-якість	
		РМ	Ціна є дещо завищеною	
	Z	Дуже висока ціна і поганий сервіс		
	Cb	PВ	Наявна оригінальна місцева кухня	
Z		Відсутня оригінальна місцева кухня		
Cв	PВ	Z	Розвинена промисловість та виробництво сувенірної продукції	
		Z	Слабо або не розвинена промисловість	
Cг	PВ	Z	Розвинена мережа торгівлі	
		Z	Слабо або не розвинена мережа	
Р (Розташування)	Pa	PВ	Якісні дороги поблизу ТРС	
		РМ	Дороги розташовані на деякій відстані від ТРС	
		Z	Неякісні дороги або розташовані далеко від ТРС	
		PВ	Залізнична станція розташована неподалік від ТРС	
	Pб	Z	Z	Залізнична станція розташована далеко від ТРС
			PВ	Розташоване у селі або близьке розташування сіл від ТРС
	Pв	Z	Z	Далеке розташування сіл від ТРС
			PВ	Розташоване у місті (СМТ) або поблизу нього
Pг	Z	Z	Далеке розташування від міст (СМТ)	

Для розрахунків за допомогою нечіткої моделі були використані трикутні функції належності. Трикутна функція належності визначається трійкою чисел (a, b, c) , і її значення в точці x обчислюється відповідно до формули:

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1 - \frac{x-c}{c-b}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

При $(b-a)=(c-b)$ маємо випадок симетричної трикутної функції належності, що може бути однозначно задана двома параметрами із трійки (a, b, c) . Гауссівські функції належності давали менш адекватні результати.

Параметри та вигляд функцій належності наведені в таблиці 3 та на рисунку 5:

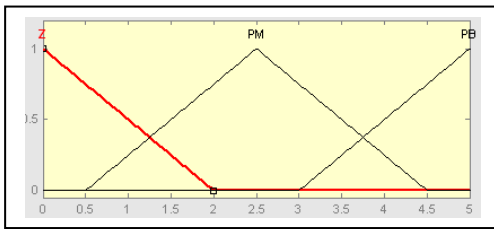
База нечітких продукційних правил для формального відображення емпіричних знань, отримана в результаті експертних оцінок, наданих відділом з питань туризму Чернівецької обласної державної адміністрації.

На основі вищенаведених нечітких правил продукції і структури була розроблена нечітка модель в системі MatLab. Вона дозволяє розрахувати проміжні показники привабливості по кожній ТРС.

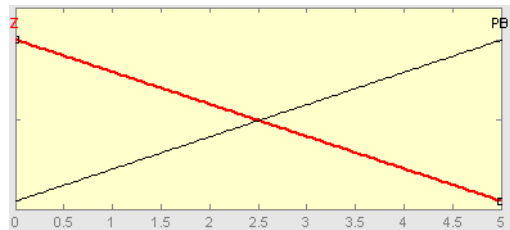
Таблиця 3

Опис параметрів функцій належності для побудови моделі в системі MatLab

Лінгвістична змінна	Терм	Параметри функцій належності
$Ea Eb Ec Ia_1 Ia_3$ $Ia_4 Ib_2 Ca Pv$ (Рис. 5 а)	PB PM Z	[3 5 7] [0,5 2,5 4,5] [-2 0 2]
$Eв Ia_2 Ib_1 Ib_3 Ib_4$ $Cб Cв Cг Pa Pб Pг$ (Рис. 5 б)	PB Z	[0 5 10] [-5 0 5]
E, I, C, P	PB PM PS Z	5 3,33 1,67 0



(а)



(б)

Рис. 5. Трикутні функції належності з трьома (а) і двома (б) параметрами (табл. 3).

На підставі експертних оцінок показників привабливості були виконані розрахунки проміжних показників привабливості для ТРС Мигово, Буковель та Німчич.

Важливість привабливості проміжних показників для груп населення визначають за допомогою експертних оцінок за 5-бальною шкалою (5 – важливо, 0 – не важливо). Використовуючи (8) і показники привабливості, які наведені в таблиці 5, були розраховані проміжні показники привабливості для кожної ТРС і категорії населення (табл. 6).

Як пункти попиту на рекреацію розглядалися всі обласні центри України та населені пункти, чисельність мешканців яких перевищує 100 000. У роботі аналізувалась доцільність розташування ТРС у місцях, де вже розташовані ТРС, що функціонують і спеціалізуються на наданні послуг гірськолижного туризму, з метою аналізу потоків відпочивальників та надання рекомендацій щодо збільшення кількості рекреантів.

Цінова категорія ТРС оцінювалась за п'ятибальною рейтинговою шкалою, де курорту найвищого ґатунку класу «Люкс» відповідав бал «1»; курорту середнього класу – «3», курорту найнижчої цінової категорії відповідав бал «5». Відповідно до експертних оцінок бізнесмени надаватимуть перевагу курортам класу «Люкс», тобто класу «1». Середній клас надаватиме перевагу курортам класу – «3», діти – «4», а студентам будуть до вподоби недорогі ТРС класу «5».

Ймовірність роботи ТРС за місяцями, а також помісячна ймовірність відпочинку певної категорії населення наведена в таблицях 7 та 8 [2]:

Таблиця 4

Експертні оцінки показників привабливості.

	Мигово	Буковель	Німчич
ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН			
Радіація	5,00	5,00	5,00
Вода	5,00	5,00	4,20
Повітря	4,60	5,00	5,00
Озеленення території	5,00	5,00	5,00
ІНФРАСТРУКТУРА			
Готельна інфраструктура			
Якісна готельна інфраструктура для різних сегментів споживання	3,60	5,00	2,40
Розвинена мережа телекомунікацій	3,80	4,60	1,80
Розвинена інфраструктура спортивних споруд та можливостей занять спортом	4,00	5,00	0,60
Наявність достатньої інфраструктури розваг на території ТРС	3,80	5,00	1,60
Громадська інфраструктура			
Якісна інфраструктура транспортних комунікацій	3,80	4,20	1,00
Розвинена система громадського харчування	4,60	5,00	1,80
Розвинена система громадського транспорту	3,80	4,20	0,40
Наявність достатньої інфраструктури розваг в околицях ТРС	3,80	5,00	1,60
Сервісні фактори			
Вартість і якість обслуговування	5	4	3
Оригінальна місцева кухня	3,80	4,20	3,60
Розвинена промисловість та виробництво сувенірної продукції	2,80	3,80	2,60
Розвинена мережа торгівлі	3,40	4,00	2,60
Розташування			
Забезпечення під'їздами для авто	4,20	4,80	0,40
Забезпечення під'їзду залізницею	2,20	2,40	0,60
Віддаленість від сіл	3,80	4,60	3,20
Віддаленість від СМТ та міст	3,80	4,40	1,60

Таблиця 5

Важливість показників привабливості для різних категорій населення

	Середній клас	Студенти	Багатий клас	Діти
Екологічний стан	5	4	5	5
Готельна інфраструктура	3	1	5	2
Громадська інфраструктура	4	3	2	3
Сервісні фактори	2	1	5	1
Розташування	3	3	4	0

Таблиця 6

Проміжні показники привабливості по ТРС

	Мигово	Буковель	Німчич
Екологічний стан	5	5	4,73
Готельна інфраструктура	3,87	4,87	1,29
Громадська інфраструктура	3,73	4,73	0,67
Сервісні фактори	3,33	4	2,93
Розташування	3,27	3,8	0,7

На підставі даних таблиць 6, 7 та 8 були виконані розрахунки ймовірної кількості відпочивальників та прибутку на ТРС Прикарпаття, які зображені на рисунках 6 та 7.

З рисунків видно, що розподіл кількості відпочивальників та прибутку за класами ТРС майже такий самий, як і з використанням моделі без застосування нечіткої логіки. Головною відмінністю між розрахунками є чітко виражене відставання ТРС Німчич від ТРС Мигово та Буковель, що є більш адекватним відображенням дійсності, оскільки кількість відпочивальників на ТРС Німчич набагато менша, ніж на двох інших комплексах, хоча комплекс на Німчичі функціонував ще за часів Радянського Союзу і є достатньо відомим у Західній Україні.

З вищенаведених розрахунків ми можемо зробити висновки, що використання моделі з нечіткою логікою дало можливість наблизити отримані дані до реальних показників, незважаючи навіть на те, що тільки один показник з модифікованої гравітаційної моделі (1) був змодельований за допомогою моделі, що базується на нечіткій логіці. Це дає нам можливість реальніше оцінити всі наявні види туристичної діяльності і розробити реалістичну програму для формування і розвитку туристичної інфраструктури як у регіоні, так і для країни загалом.

Наступними кроками у розрахунках буде використання нечіткого моделювання для всіх множників гравітаційної моделі.

Таблиця 7

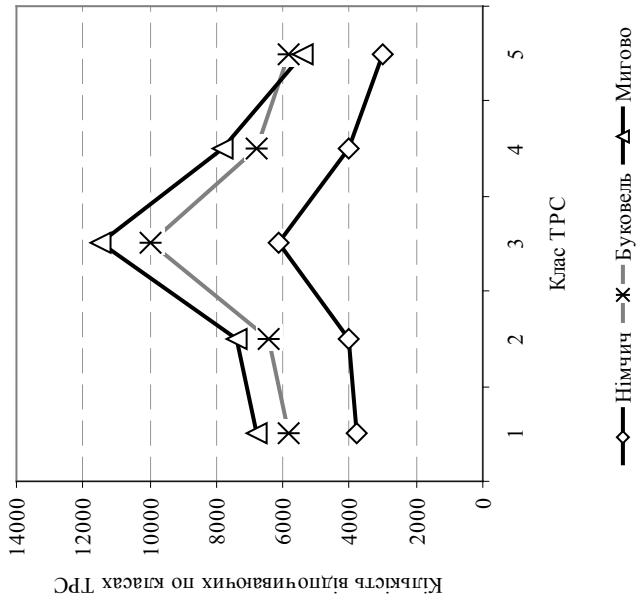
Ймовірність роботи ТРС

	Січ	Лют	Бер	Квіт	Трав	Чер	Лип	Сер	Вер	Жов	Лис	Груд
Німчич	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
Буковель	1	1	0,8	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,6
Мигово	1	1	0,8	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,6

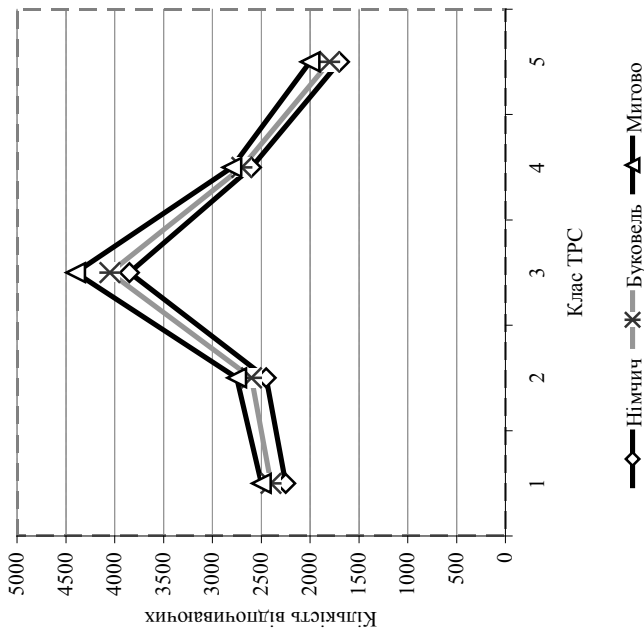
Таблиця 8

Ймовірність відпочинку рекреантів

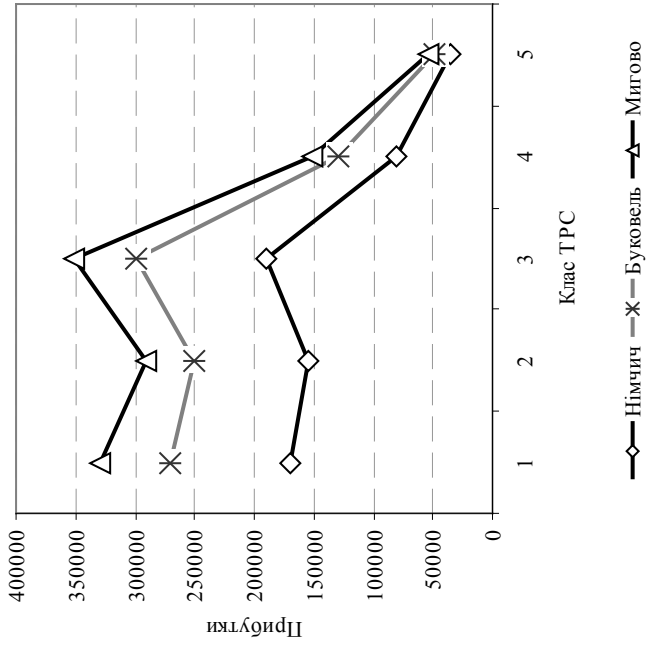
Категорії людей	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Студенти	0,8	0,4	0,1	0,1	0,3	0,9	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,5
Середній клас	0,9	0,9	0,3	0,3	0,5	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,3	0,9
Успішні бізнесмени	0,9	0,9	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,3	0,9
Діти	0,4	0,1	0,4	0,1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,1	0,4	0,1



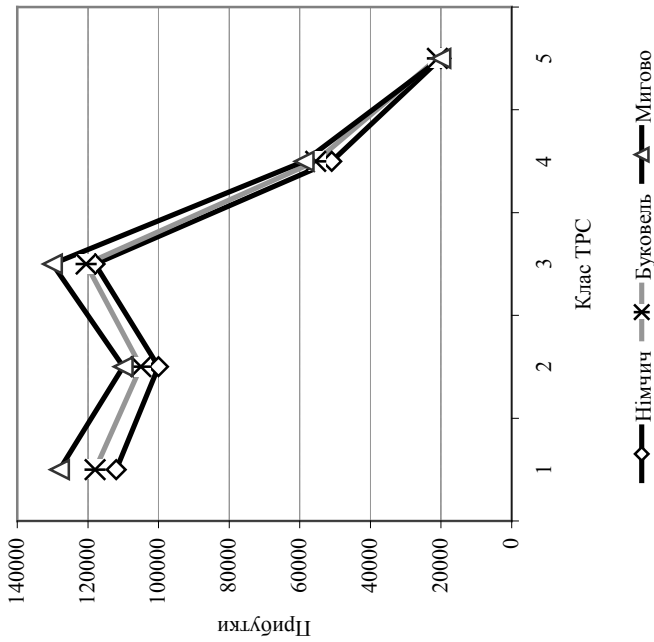
а) Кількість рекреантів за класами ТРС без використання моделі з нечіткою логікою



б) Кількість відпочиваючих по класах ТРС з використанням моделі з нечіткою логікою (а) та з використанням (б).



а) Прибуток по класах ТРС



б) Прибуток по класах ТРС

Рис. 7. Прибуток за класами ТРС без використання моделі з нечіткою логікою (а) та з використанням (б).

Виконаний експеримент показав адекватність застосування нечіткої логіки для здійснення розрахунку кількості рекреантів. Отримані результати адекватніше відображають основні економіко-статистичні характеристики ТРС, ніж розрахунки за класичною гравітаційною моделлю (1).

Розроблений метод допоможе спрогнозувати кількість рекреантів, які захочуть відвідати туристичний комплекс, та прибуток, а це, в свою чергу, дозволить оптимізувати комплекс послуг та надасть інвесторам можливість ефективніше вибирати територію для розміщення готелів або оптимально вибирати об'єкт інвестування. Отже, для подальших розрахунків пропонується всі показники з (1) обчислювати за допомогою моделей з нечіткою логікою.

Список використаних джерел

1. Розвиток туристичного бізнесу регіону: Монографія / За ред. д.е.н., проф. Школи І.М. – Чернівці: Книги-XXI, 2007. – 292 с.
2. Shengquan Ma, Jing Feng, Huhua Cao. Fuzzy model of regional economic competitiveness in GIS spatial analysis: Case study of Gansu, Western China // Fuzzy Optim Decis Making, 2006. – #5, p. 99–111
3. Cathy H.C. Hsu, Kara Wolfe, Soo K. Kang. Image assessment for a destination with limited comparative advantages // Tourism Management, 2004. – #25., p. 121–126
4. E.W.T. Ngai, F.K.T. Wat. Design and development of a fuzzy expert system for hotel selection // Omega, 2003. – #31, p. 275–286
5. Chao-Hung Wang, Li-Chang Hsu. Constructing and applying an improved fuzzy time series model: Taking the tourism industry for example // Expert Systems with Applications, 2007. In Press
6. Chao-Hung Wang. Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid grey theory // Tourism Management, 2004. – #25, p. 367–374
7. Tsung-Yu Chou, Mei-Chyi Chen, Chia-Lun Hsu. A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection // International Journal of Hospitality Management. In Press
8. Wen-Bao Lin An empirical of service quality model from the viewpoint of management // Expert Systems with Applications, 2007. – #32, p. 364–375
9. Lotfi A. Zadeh «Fuzzy Sets» // Information and Control, 1965. – #8.
10. Виклюк Я.І. Побудова fuzzy-моделі для визначення рекреаційного потенціалу євро регіону «Верхній Прут» // Вестник НТУ «ХПИ». Сб. Науч. трудов. Тем. Вып. «Системный анализ, управление и информационные технологии». – 2007. – № 41. – С. 191-203.
11. Виклюк Я.І. Використання нечіткої логіки для визначення рекреаційного потенціалу території // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі». – 2008 (в друці).
12. Сидоренко А.Н. Логико-лингвистический метод расчета ставки дисконтирования для принятия решений по управлению портфелем ценных бумаг // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – №6. – С. 15-20.
13. Дьяконов В.П., Круглов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 Simulink 5/6 Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики // Сер. «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456 с.
14. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH // СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
15. Боголюбов В.С., Орловская В.П. Экономика туризма. – М.: Академия, 2005. – 192 с.

Евдокименко В.К., Вихлюк Я.И., Ляхов С.А. Использование нечеткой логики для совершенствования расчета потоков рекреантов с помощью «модифицированной гравитационной» модели.

Предложен метод расчета показателей атрактивности территории на базе нечеткой логики. Усовершенствована «модифицированная гравитационная» модель, которая используется для расчета количества потенциальных рекреантов предложенным методом. Проведены расчеты с использованием новой модели и представлен сравнительный анализ полученных результатов.

Ключевые слова: атрактивность, нечеткая логика, гравитационная модель, рекреационные потоки.

Yevdokymenko V.K., Vykhlyuk Ya.I., Lyakhov S.O. Use of Fuzzy Logic for the Improvement of the Calculation of the Flows of Visitors with the Help of «Modified Gravitational» Model.

Method of territory attraction calculation based on fuzzy logics was proposed. Improvement of «modified gravitation» model which is used for forecasting of the quantity of possible visitors in tourist centers has been carried out. Calculations were made with using a new model and comparative analysis of results has been represented.

Key words: attractiveness, fuzzy logics, gravitational model, recreational flows.

Надійшло 16.04.2008 р.

УДК 338.45:004

В.В. Иванова

Особливості формування та функціонування інформаційних ринків

Розглядаються особливості окремих секторів та об'єктів інформаційного ринку, визначається їх роль у формуванні ринкових відносин та інформаційному забезпеченні інноваційного вектора сучасного етапу розвитку економіки, на якому головну роль відіграє людський капітал. Розглядаються витратний аспект інформаційної продукції в електронному вигляді та особливості її просування до споживача. Відзначається пріоритетний вплив якісних характеристик об'єктів інформаційного ринку на попит. Розглядається взаємозалежність розвитку окремих секторів ринку.

Ключові слова: інформаційний ринок, попит, інформація, ефективність, інформаційні ресурси

Інформаційний простір України, одним із чинників формування якого є інформаційний ринок, забезпечує умови для генерування знань, що набуває особливої актуальності на сучасному етапі розвитку економіки – економіки, що заснована на знаннях.

Інформаційний ринок виходить у нинішніх умовах на перший план, бо є одним із джерел постачання найважливіших ресурсів для сучасного етапу розвитку економіки – інформаційних, а також інформаційних продуктів, послуг та комунікацій для роботи з ними. У Законі «Про Національну програму інформатизації» серед основних її завдань визначається «формування та підтримка ринку інформаційних продуктів і послуг» [1].

© В.В. Иванова, 2008.