

ринку нерухомості. Проте треба пам'ятати про досить значну імовірність помилки у розрахунках, оскільки неможливо виявити та передбачити усі фактори, що можуть вплинути на очікуваний результат. Тому нейромережі варто використовувати як додатковий метод дослідження і його результати бажано підкріплювати традиційними методами.

### Література

1. Ярошенко О.І. Використання сучасних інформаційних технологій для прогнозування ринку нерухомості / О.І. Ярошенко // Сучасні інформаційні технології та досвід їх використання в навчальному процесі : матер. Всеукр. школи-семінару, 27 лютого – 1 березня 2008 р. – Чернівці, 2008. – С. 157-159.
2. Ярошенко О.І. Економетричне моделювання вартості земельних ділянок / О.І. Ярошенко, Н.О. Чернова // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці : матер. І Міжнар. наук.-метод. конф., (Чернівці, 1-4 квітня 2009 р). – Чернівці : Вид-во "ДрукАрт", 2009. – С. 445-447.
3. Лапішко М.Л. Основи фінансово-статистичного аналізу економічних процесів : монографія / М.Л. Лапішко. – Львів : Вид-во "Світ", 1995. – 328 с.
4. Лугінін О.С. Економетрія : навч. посібн. [для студ. ВНЗ] / О.С. Лугінін, С.В. Білоусова, О.М. Білоусов; М-во освіти і науки України, Міжнар. ун-т бізнесу і права. – К. : Центр навч. літ-ри, 2005. – 251 с.
5. Лук'яненко І.Г. Економетрика : підручник [для студ. ВНЗ] / І.Г. Лук'яненко, Л.І. Краснікова. – К. : Тов-во "Знання", 1998. – 494 с.
6. Любунь З.М. Основи теорії нейромереж : текст лекцій / З.М. Любунь. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. – 140 с.
7. Горбань А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере / А.Н. Горбань, Д.А. Росиев. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 1996. – 276 с.
8. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов] / Александр Иванович Галушкин. – М. : Изд-во ИПРЖР, 2000. – 415 с.
9. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети: теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М. : Изд-во "Горячая линия-Телеком", 2001. – 382 с.
10. Ежов А.А. Нейрокомпьютеринг и его применения в экономике и бизнесе : учебн. пособ. / А.А. Ежов, С.А. Шумский. – М. : Изд-во МИФИ, 1998. – 224 с.
11. Маханець Л.Л. Застосування нейронних мереж до моделювання факторів ризику в іпотечному кредитуванні / Л.Л. Маханець, О.І. Ярошенко // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем : труды Междунар. школы-симпозиума, (12-16 сентября 2007 г.) – Севастополь, 2007. – С. 129-133.
12. Нейронные сети в MS Excel : метод. указания к практ. занятиям и лаб. работам / сост. В.Х. Федотов. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-т, 2004. – 72 с.

#### **Григоркив В.С., Ярошенко Е.И., Филипчук Н.В. Нейронные сети и их использование для прогнозирования тенденций рынка недвижимости**

Рассмотрены сущность нейронных сетей, методы их проектирования и обучения, преимущества моделей оценки недвижимости, построенных на основе нейронных технологий. Теоретические положения проиллюстрированы на примере нейронной сети, что позволяет осуществлять краткосрочный прогноз цены на жилую недвижимость в Черновцах.

**Ключевые слова:** нейронные сети, прогнозирование, рынок недвижимости.

#### **Hryhorkiv V.S., Yaroshenko O.I., Filipchuk N.V. Neural networks and their application for real estate market trends forecasting.**

The essence of neural networks, methods of it's planning and training, benefits of real estate assessment models, based on neural technologies are considered. The theoretical positions are illustrated by the example of a neural network that allows carrying out a short-term outlook for residential real estate prices in Chernivtsi.

**Keywords:** neural networks, forecasting, real estate market.

УДК 004.[825+942]

Проф. Я.І. Вихлюк, д-р техн. наук;  
ст. викл. О.І. Артеменко – ПВНЗ "Буковинський університет"

### ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПОБУДОВА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ

Розглянуто питання проектування та розроблення експертної системи аналізу рекреаційної привабливості території. Проведено критичний аналіз останніх досліджень технологій аналізу даних у туризмі та обґрунтовано доцільність поєднання інтелектуальних технологій аналізу даних з функціональними можливостями геоінформаційних систем для розв'язання задач підтримки прийняття рішень та прогнозування у туризмі.

**Ключові слова:** нечітка логіка, рекреаційна привабливість, експертна система.

**Вступ.** Туризм може бути основним чинником для поштовху соціально-економічного розвитку регіону. Адже туризм не тільки забезпечує велику кількість робочих місць у сфері обслуговування, але й впливає на розвиток таких галузей господарства, як транспорт, будівництво, торгівля, зв'язок та індустрія розваг. Крім цього, туристичний бізнес має високу рентабельність, а також виявляється менш капіталомістким, ніж інші види підприємницької діяльності [1].

Туризм охоплює багато видів та напрямків. Поєднання в часі і просторі туриста, відповідної послуги, рекреаційного ресурсу та відповідної інфраструктури є непростю задачею. Тому прогнозування просторового розташування, функціонування розвитку і туристично-рекреаційних систем з допомогою математичних та інтелектуальних методів аналізу даних є одним з актуальних напрямків наукових досліджень.

Серед іншого, інформація про перспективні для створення та розбудови туристичної інфраструктури зони, цікавить не тільки інвесторів, але й органи державної та місцевої влади. Адже можливість визначити перспективні напрямки відпочинку дасть змогу виявити привабливі для інвестицій об'єкти, а також стане науковою базою для формування стратегії економічного розвитку туризму в регіонах.

**Мета і актуальність дослідження.** Метою дослідження є побудова на основі розробленого математичного апарату експертної системи (ЕС) аналізу рекреаційної привабливості території, що дасть змогу провести аналіз привабливості території для туристичного бізнесу та туристично-рекреаційних систем регіону з метою наукового обґрунтування стратегії їх розвитку. Актуальність дослідження полягає у вивченні можливостей використання інформаційних технологій для розв'язання задач оцінки, оптимізації та прогнозування в туризмі.

Практична цінність дослідження: побудовано структуру експертної системи, визначено типи та напрямки інформаційних потоків, показано способи реалізації такої експертної системи.

**Постановка задачі.** Аналіз інформаційних технологій, які використовуються у світовій практиці для дослідження та оптимізації туризму, засвідчує, що більшість наукових досліджень зосереджена на моделюванні та оптимізації існуючих туристично-рекреаційних систем [2-4]. Відкритим зали-

шається питання моделювання процесів зародження та динаміки розвитку нових туристично-рекреаційних систем. Основними завданнями є вибір оптимального місця для забудови, прогнозування структури туристичних потоків, вибір оптимальної стратегії функціонування, прогнозування та управління процесами просторового розвитку урбанізації території. Отже, на підставі аналізу зібраної інформації можна вважати задачами, які потребують вирішення шляхом розроблення та удосконалення інформаційних технологій для туризму, є: розрахунок атрактивності території та просторовий розподіл процесів урбанізації.

Привабливість території для туриста визначається багатьма факторами, серед яких є якісні та часто суб'єктивні. Крім цього, для аналізу привабливості великих за площею територій потрібно нагромаджувати статистичну інформацію. Географічні характеристики території можна отримати з баз даних геоінформаційних систем [5, 6]. На відміну від широковикористовуваних класичних методів моделювання привабливості території, апарат нечіткої логіки не тільки дає змогу працювати з параметрами, в яких присутня лінгвістична невизначеність, але й значно спрощує процес отримання результату.

Нечітке моделювання використовується в ряді досліджень, присвячених туристичній галузі, наприклад: для визначення туристичних потоків у США [7], для створення експертної системи вибору готелю [8]. Визначення оптимального розташування інтернаціональних готелів виконувалось на базі нечіткої логіки в роботі [9]. Модель на основі нечіткої логіки використано також для прогнозування попиту на туристичні послуги [10]. Клітинні автомати використовуються для прогнозування розвитку урбаністичної інфраструктури в програмному забезпеченні iCity [11].

**Розроблення концептуальної моделі експертної системи.** Це дослідження присвячено створенню програмного продукту, який дасть змогу користувачу приймати обґрунтоване та ефективне рішення щодо туристичного підприємства. Користувачами створюваної експертної системи повинні стати підприємці, експерти туристичної галузі, а також службовці регіональних органів влади та місцевого самоврядування, чия робота так чи інакше пов'язана з туризмом. Аналіз предметної області дозволив сформулювати перелік задач, які має вирішувати ефективна експертна система аналізу привабливості території. Розроблена експертна система має вирішувати такі завдання:

- прийняття рішень щодо доцільності інвестування в туризм на даній території;
- прийняття рішень щодо оптимізації переліку туристичних послуг для деякого діючого туристично-рекреаційного об'єкта (ТРО);
- оцінка рекреаційних ресурсів і прийняття рішень щодо можливості їх використання;
- локалізація територій з найбільш сприятливими умовами для забудови туристичними об'єктами;
- прийняття рішень щодо розвитку транспортної та соціальної інфраструктури для сприяння розбудові туристичного бізнесу.

Для розв'язання цих задач використовується математичний апарат м'яких обчислень та програмні засоби геоінформаційних систем, що дозволило створити інформаційні технології автоматизації процесів оцінки та аналізу атрактивності території для галузі туризму.

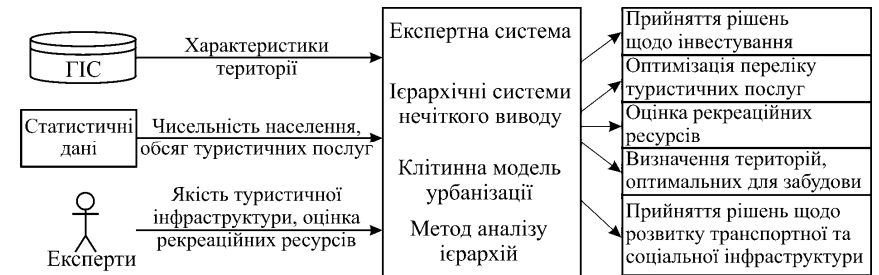


Рис. 1. Концептуальна модель експертної системи аналізу рекреаційної привабливості території

Розроблені інформаційні технології аналізу привабливості території реалізуються у формі експертної системи. При проектуванні експертної системи постає питання виявлення джерел інформації для формування вхідних даних і, відповідно, організації інформаційних потоків вхідних даних до неї. Фактори, необхідні для оцінки привабливості території, можна класифікувати за змістом на: географічні характеристики території, статистичні дані про господарську діяльність на цій території та експертні оцінки туристичних характеристик території.

**Структура експертної системи оцінки привабливості території.** У розробленій експертній системі, структуру якої показано на рис. 2, реалізовано методи автоматизації процесу просторового аналізу рекреаційної привабливості території та процедури побудови цифрових карт сезонної атрактивності території.



Рис. 2. Структура експертної системи для просторового аналізу рекреаційної привабливості території

Як джерело географічних даних використано геоінформаційну систему MapInfo. Для роботи зі статистичними та експертними даними реалізовано можливість завантаження готових баз даних у вигляді таблиць та текстових файлів. З використанням створеної експертної системи отримано результати просторового розподілу привабливості та рекреаційного потенціалу території Карпатського регіону. Аналіз привабливості території можна здійснювати для елементарних ділянок (конкретних ТРО), територій довільної площі, населених пунктів, адміністративних районів та областей.

На рис. 3 показано схему потоків даних для процесу оцінки рекреаційної привабливості території. Для розрахунку показника рекреаційної привабливості території використано ієрархічну систему нечіткого виводу на базі алгоритму Мамдані. Рекреаційна привабливість визначається за 17 входними параметрами, серед яких є географічні характеристики території та експертні оцінки наявних рекреаційних ресурсів [12].



Рис. 3. Схема потоків даних процесу оцінки атрактивності території

Оцінка рекреаційного потенціалу території виконується експертною системою також з допомогою ієрархічної системи нечіткого виводу (рис. 4). Параметрами для оцінки рекреаційного потенціалу території є:

- рівень забезпечення території засобами розміщення;
- рівень забезпечення території закладами громадського харчування;
- забезпеченість території спортивними та розважальними закладами;
- рівень транспортної інфраструктури;
- сезонна рекреаційна атрактивність певної території.

Для оцінки рекреаційного потенціалу території використано алгоритм Сугено [13].

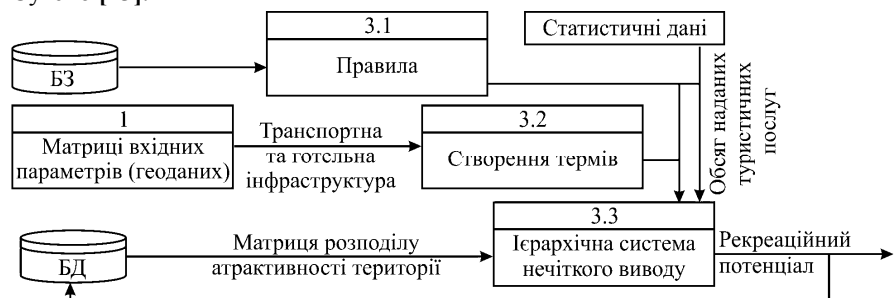


Рис. 4. Схема потоків даних інформаційно-технологічних процесів оцінки рекреаційного потенціалу території

Для прогнозування геометричного росту туристичної інфраструктури під впливом потенціального поля рекреаційної привабливості території використовується модель клітинної урбанізації – Cellular Urban Model (CUM), що базується на теорії клітинних автоматів. CUM – це багатопарова система матриць певного семантичного змісту. Це дає змогу дослідити тенденції розвитку туристичної інфраструктури території регіону. Моделювання виконувалося на двовимірному полі клітинок розміром 525×525. Клітинки взаємодіють у потенціальному полі, роль якого відіграє сезонний показник рекреаційної привабливості території. Агрегація відбувається на існуючих атракторах (населені пункти, туристично-рекреаційні об'єкти). З часом можуть виникати нові атрактори в місцях з дуже високим рівнем потенціального поля – поява нових туристично-рекреаційних об'єктів [14].

Туристична інфраструктура розвивається там, де можна отримати дохід від ведення туристичного бізнесу. Тобто нові елементи інфраструктури будуть виникати на територіях з високим рівнем рекреаційної привабливості та довкола них. Початковим станом системи вважається наявне просторове розташування елементів туристичної інфраструктури та населених пунктів. Схему потоків даних процесу побудови прогнозних сценаріїв просторового розвитку туристичної інфраструктури показано на рис. 5.



Рис. 5. Схема потоків даних інформаційно-технологічного процесу прогнозування просторового розвитку туристичної інфраструктури

Тематичні карти сезонного розподілу привабливості території дають змогу виявити найбільш привабливі для туризму території, нецікаві або невірні використовувані ТРО, а також перспективні для організації туристичної діяльності ділянки (рис. 6).

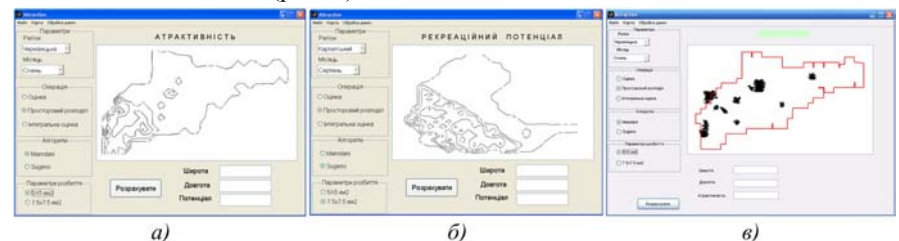


Рис. 6. Процес оброблення даних просторового розподілу рекреаційної привабливості (а), рекреаційного потенціалу (б) та прогнозованої туристичної інфраструктури території (в) у створеній експертній системі

Аналіз отриманих у числових експериментах для Карпатського регіону результатів дає змогу оптимізувати господарську та адміністративну діяльність на місцях та в регіоні загалом. Результати досліджень можуть бути використані як наукове підґрунтя під час формування стратегії розвитку регіону, його районів та окремих населених пунктів. Наприклад, для розв'язання задачі прийняття рішення щодо інвестування в туристичну інфраструктуру на певній території, потрібно проаналізувати показники рекреаційної привабливості та рекреаційного потенціалу. Як експеримент оцінимо привабливість території навколо населеного пункту с. Мигово (рис. 7).

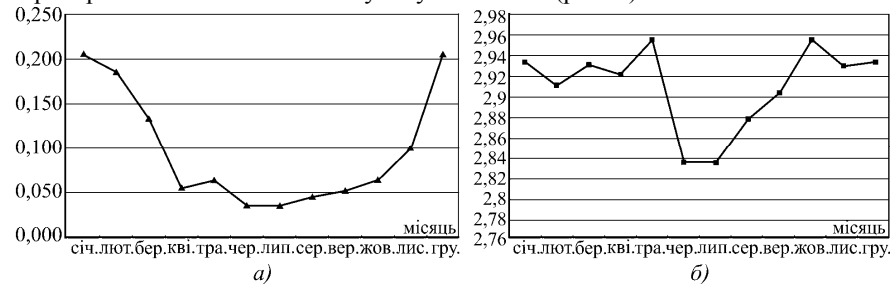


Рис. 7. Сезонна рекреаційна привабливість (а) та рекреаційний потенціал (б) території с. Мигово

Як видно з графіків, територія має високу привабливість у зимові місяці, тому інвесторам доцільно вкладати гроші у розвиток туристичної інфраструктури, що орієнтована на гірськолижний туризм. Представлення результатів моделювання привабливості території, рекреаційного потенціалу та прогнозування розподілу туристичної інфраструктури у вигляді тематичних цифрових карт передбачає можливість їх інтеграції до геоінформаційних систем як окремого елемента георозподіленої бази даних. Це дає змогу збільшити коло користувачів інформації, а також полегшує обробку результатів.

**Висновки.** У роботі показано структуру та принципи роботи експертної системи оцінки рекреаційної привабливості території.

Розроблено методику автоматизації потоків даних для розрахунку показника рекреаційної привабливості території з допомогою алгоритму, який працює на основі нечіткої логіки. Запропонований алгоритм може використовуватись для визначення рекреаційної привабливості довільних територій: районів, областей, економічних зон тощо.

Розроблено методи автоматизації потоків даних для розрахунку рекреаційного потенціалу території з використанням алгоритму Сугено. Отримані з допомогою створеної експертної системи результати дають змогу визначити найбільш перспективні для розвитку туристичної інфраструктури райони.

Розроблено методи автоматизації потоків даних для побудови прогнозних сценаріїв розвитку туристичної інфраструктури регіону на основі асинхронних клітинних автоматів. Розроблено алгоритм побудови прогнозних карт розвитку туристичної інфраструктури регіону.

Створена експертна система допоможе інвесторам туристичної галузі та органам місцевої влади більш ефективно розподіляти інвестиційні потоки в області, регіоні, країні загалом.

## Література

1. Развитие туристического бизнеса региона : монография / за ред. д-ра экон. наук, проф. И.М. Школи. – Чернівці : Вид-во "Книги-XXI", 2007. – 292 с.
2. Chao-Hung Wang. Constructing and applying an improved fuzzy time series model: Taking the tourism industry for example / Chao-Hung Wang, Li-Chang Hsu // Expert Systems with Applications, 2007.
3. Wen-Bao Lin. An empirical of service quality model from the viewpoint of management / Wen-Bao Lin // Expert Systems with Applications. – 2007. – No. 32. – P. 364-375.
4. Wen-Bao Lin. The exploration of customer satisfaction model from a comprehensive perspective / Wen-Bao Lin // Expert Systems with Applications. – 2007. – No. 33. – P. 110-121.
5. Li X. Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS / Li X., Yeh A.G. O. // International Journal of Geographical Information Science. – 2002. – № 16. – P. 323-343.
6. Gambolati G. GIS Simulations of the Inundation Risk in the Coastal Lowlands of the Northern Adriatic Sea / G. Gambolati, P. Teatin, M. Gonella // Mathematical and Computer Modelling. – 2002. – № 35. – P. 693-972.
7. Cathy H.C. Image assessment for a destination with limited comparative advantages / Cathy H.C. Hsu, Kara Wolfe, Soo K. Kang // Tourism Management. – 2004. – № 25. – P. 121-126.
8. Ngai E.W.T. Design and development of a fuzzy expert system for hotel selection / E.W.T. Ngai, F.K.T. Wat // Omega. – 2003. – № 31. – P. 275-286.
9. Tsung-Yu Chou. A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection / Tsung-Yu Chou, Mei-Chyi Chen, Chia-Lun Hsu // International Journal of Hospitality Management 2007.
10. Chao-Hung Wang. Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid grey theory / Chao-Hung Wang // Tourism Management. – 2004. – № 25. – P. 367-374.
11. D. Stevens. iCity: A GIS/CA modelling tool for urban planning and decision making / D. Stevens, S. Dragicevic, K. Rothley // Environmental Modelling & Software. – 2007. – № 22 – P.761-773.
12. Виклюк Я.І. Розрахунок рекреаційної привабливості території з використанням нечіткої логіки / Я.І. Виллюк, О.І. Артеменко // Комп'ютеринг. – 2009. – Т. 8, Вип. 2. – С. 109-118.
13. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. / С.Д. Штовба. – М. : Изд-во "Горячая линия – Телеком", 2007. – 288 с.
14. Виллюк Я. Прогнозування розвитку туристичної інфраструктури з допомогою асинхронних клітинних автоматів / Я. Виллюк, О. Артеменко // Комп'ютерні науки та інженерія : матер. IV Міжнар. конф. молодих вчених CSE-2010. – 2010. – С. 92-93.

### Виллюк Я.І., Артеменко О.І. Проектирование и построение экспертной системы анализа рекреационной привлекательности территории

Рассмотрены вопросы проектирования и разработки экспертной системы анализа рекреационной привлекательности территории. Проведен критический анализ последних исследований технологий анализа данных в туризме и обоснована целесообразность сочетания интеллектуальных технологий анализа данных с функциональными возможностями геоинформационных систем для решения задач поддержки принятия решений и прогнозирования в туризме.

**Ключевые слова:** нечеткая логика, рекреационная привлекательность, экспертная система.

### Vyklyuk Ya.I., Artemenko O.I. Design and development of expert system for analysis of territory recreation attractiveness

The paper describes design and development of an expert system for analysis of recreation attractiveness. The paper includes a critical review of recent researches of using data mining in tourism and reasoning the expediency of combination data mining technologies and functional facilities of geographic information systems for decision support and forecasting in tourism.

**Keywords:** fuzzy logic, recreation attractiveness, expert system.