

О.І. Артеменко¹, Б.М. Гаць¹, Н.М. Іванущак², Д.І. Угрин³¹ПВНЗ “Буковинський університет”, м. Чернівці,²Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,³Чернівецький факультет НТУ “Харківський політехнічний інститут”

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНИХ ТА ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

© Артеменко О.І., Гаць Б.М., Іванущак Н.М., Угрин Д.І., 2014

Розв’язано низку важливих наукових та науково-прикладних задач, пов’язаних із розробленням інформаційних технологій для моделювання на основі фізичних аналогій об’єктів туристичної галузі та інфокомунікаційної інфраструктури. Проаналізовано процеси інтеграції цих технологій у відповідній інформаційній системі моделювання для дослідження та побудови ефективних туристичних та інфокомунікаційних комплексів. Виконані оригінальні дослідження властивостей інформаційно-комунікаційних локальних та глобальних комп’ютерних мереж на основі відповідних фізичних аналогій.

Ключові слова: туристична інфраструктура, інфокомунікаційні комплекси, простір даних, стохастичний граф, нечітка логіка, клітинні автомати, фрактал, дифузія.

In this research a number of important scientific and applied problems associated with the development of information technology for simulation based on physical analogies for objects of tourism industry and information and communication infrastructure are solved. The processes of integration of these technologies in an appropriate information system modeling for the study and construction of effective tourism and information and communication systems.

Key words: tourism infrastructure, infocommunication systems, data space, stochastic graph, fuzzy logic, cellular automata, fractal, diffusion.

Вступ

Сьогодні туристична галузь України потребує розроблення та реалізації ефективних методів та засобів підтримки прийняття рішень для їх використання всіма учасниками туристичного ринку, зокрема тими, що опікуються розвитком та функціонуванням туристичної інфраструктури, яка загалом визначає інтенсивність процесів розвитку туристичної галузі. В цьому контексті впровадження новітніх інформаційних технологій як фактора суттєвого підвищення якості та ефективності прийнятих із їх використанням управлінських рішень є актуальним і значною мірою соціально та економічно затребуваним у туристичній галузі. Буковина як складова частина Карпатського туристичного регіону України володіє потужним рекреаційним потенціалом, оснований на різноманітті природних рекреаційних ресурсів та багатій історико-культурній спадщині, а також достатньо розвиненій туристичній інфраструктурі. В цих умовах слід якнайповніше використовувати наявні можливості та резерви для збільшення фінансових надходжень до бюджетів усіх рівнів від туризму та надання супутніх послуг.

Мета роботи

Мета роботи полягає у розробленні нових, удосконаленні та адаптації відомих методів і засобів математичного моделювання процесів розвитку ефективної туристичної та інфокомунікаційної інфраструктури регіону, які уможливають дослідження їх структури і параметрів на підставі фрагментарних даних спостережень, моделювання та прогнозування процесів їх розвитку та структуризації на основі фізичних аналогій.

Наукова новизна дослідження полягає у розроблених методах та засобах моделювання об’єктів і комплексів туристичної інфраструктури, інфокомунікаційних комплексів на основі пев-

них фізичних аналогій явищ та процесів. Зокрема, здійснено моделювання та прогнозування процесів розвитку просторової форми інфраструктури туристичних поселень на основі фрактальної теорії та аналогії процесів дифузії з використанням математичного апарату клітинних автоматів. На основі аналогії статистичної фізики розроблено новий метод генерування структури високотехнологічних інфокомунікаційних мереж із заданою функцією щільності розподілу ступенів вузлів з використанням апарату теорії комплексних мереж, що дає можливість відтворювати інфокомунікаційні мережі як стохастичні графи із заданими ймовірнісними властивостями.

Практична значущість роботи

Розроблені в межах науково-дослідної роботи інформаційні технології можуть використовуватись на регіональному та локальному рівнях – для моделювання та аналізу процесів формування і розвитку окремих туристичних об'єктів і цілісних туристичних комплексів [1, 2]. Автори роботи пропонують виконувати моделювання об'єктів і комплексів туристичної інфраструктури та інфокомунікаційних комплексів на основі певних фізичних аналогій явищ та процесів [3]. Зокрема, це аналогії процесів росту кристалів з використанням математичного апарату клітинних автоматів, моделювання та прогнозування процесів розвитку просторової форми інфраструктури туристичних поселень – на основі фрактальної теорії та аналогії процесів дифузії.

Розроблена авторами інформаційна технологія моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури регіону дає змогу аналізувати процеси започаткування та ведення туристичного бізнесу, використання природних та рекреаційних ресурсів відповідної території; забезпечує можливість формування варіантів науково обґрунтованих стратегій розвитку регіональної туристичної інфраструктури [4].

У роботі наведено оригінальний метод оцінювання рекреаційної привабливості території за допомогою систем виведення на основі нечіткої логіки, який, на відміну від географічних методів, дає змогу враховувати якісні характеристики об'єктів, множину видів туризму та сезонні особливості туристичного відпочинку. Розроблено метод оцінювання сезонної рекреаційної привабливості території на місцевому та регіональному рівнях, засоби автоматизації картографічного подання просторового розподілу сезонної рекреаційної привабливості території, які дозволили визначити перспективні для розвитку туризму місця Карпатського регіону, туристичну спеціалізацію території та сформувані пакет туристичних послуг [5].

Запропонований авторами метод розрахунку рекреаційного потенціалу території дозволяє здійснити аналіз розміщення наявних і перспективних центрів рекреації та туризму, визначити актуальні напрями розвитку рекреації в регіоні.

Автори удосконалили клітинну модель урбанізації для моделювання процесів просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури, модифікувавши алгоритм асинхронних клітинних автоматів, що надає можливість обґрунтовувати та оптимізувати розбудову туристичних об'єктів, а також доповнювати їх відповідною соціальною та транспортною інфраструктурою [6].

Інформаційна технологія, в якій реалізовано розроблені авторами методи оцінювання рекреаційної привабливості території, рекреаційного потенціалу території та моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури на регіональному рівні, дає змогу формувати науково обґрунтовані варіанти покращення ведення туристичного бізнесу та використання природних і рекреаційних ресурсів території [7].

Автори розробили інформаційну технологію прогнозування розвитку інфраструктури об'єктів туристичної галузі, яка інтегрує методи прогнозування просторових характеристик об'єктів туристичної інфраструктури, розширює аналітичні можливості для підготовки відповідних рішень за рахунок проблемно-орієнтованої адаптації математичних моделюючих програмних пакетів з автоматизованим поданням геопросторових даних та їх опрацюванням, що дає змогу забезпечити комплексний підхід у прийнятті відповідних рішень [8].

Упровадження інформаційної технології моделювання процесів розвитку об'єктів інфраструктури туристичної галузі дає змогу розв'язати задачі розрахунку привабливості території для розвитку об'єктів інфраструктури, прогнозування динаміки розвитку просторової форми інфра-

структури туристичних містечок, передбачення майбутніх сценаріїв розвитку регіону, які потрібні для потенційних інвесторів, органів державного управління з метою вироблення рекомендацій щодо розвитку туристичної галузі регіону загалом [9].

Автори розробили метод прогнозування зміни просторової форми інфраструктури об'єктів туристичної галузі за рахунок мультимодельного підходу, який інтегрує моделі на основі фрактальної теорії, а саме: броунівського зміщення серединної точки плоскої сітки, рекурсивних самоафінних фракталів, фрактальних поверхонь, броунівських фрактальних рельєфів і дифузії, тобто клітинна модель урбанізації, випадкового дощу, неперервної та комбінованої дифузійно-обмеженої агрегації, що дає змогу отримувати комплексну оцінку просторових характеристик території: форми, внутрішньої структури та симетрії.

У процесі дослідження розроблено метод розрахунку просторового розподілу належності території до урбанізованої на основі навчання гібридної нейронної мережі, що дає змогу оцінювати, з погляду атрактивності, довільну територію щодо можливості розбудови туристичної інфраструктури та візуалізувати результати моделювання на картах ГІС [10].

Створені авторами програмні засоби для реалізації інформаційної технології моделювання просторового розвитку туристичної інфраструктури регіону істотно полегшують процеси планування економічних, інженерно-технічних, екологічних та соціальних заходів локального та регіонального рівнів. З використанням розробленої авторським колективом інформаційної технології проведено комп'ютерне моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури території Карпатського регіону [11]. Сформовано базу сезонних карт рекреаційної привабливості та рекреаційного потенціалу Чернівецької області та Карпатського регіону. Отримано територіальні розподіли рекреаційної привабливості різних видів туристичної діяльності [12].

У процесі дослідження розроблена інформаційна система (ІС) "Траверс", яка системно акумулювала запропоновані авторами інформаційні технології і яка зорієнтована на процеси підтримки прийняття рішень розбудови наявних та розміщення нових елементів інфраструктури туристичної галузі. ІС є потенційно корисною для органів державної влади, інвесторів, щоб визначити привабливі для розвитку туристичного бізнесу території. Вона надає можливість здійснювати відбір даних, аналіз інвестиційної привабливості території, прогнозування інфраструктури туристичних об'єктів та майбутніх сценаріїв їхнього розвитку, визначати перспективні території для розміщення та розвитку об'єктів туристичної галузі, надавати вхідні дані для моделей.

З використанням розроблених інформаційних технологій, поданих у формі цілісної системи, проведено комп'ютерне моделювання та прогнозування зміни просторової форми інфраструктури туристичних поселень Карпатського регіону, зокрема селищ Ворохта, Яремче, Славське.

Важливим фактором підвищення ефективності функціонування об'єктів та комплексів туристичної галузі є сучасні інфокомунікаційні технології. Для їх запровадження необхідно виконувати системний аналіз, статистичне дослідження властивостей локальних та глобальних комп'ютерних мереж, розроблення нових, удосконалення та адаптацію відомих методів і засобів математичного моделювання, які уможливають дослідження структури і параметрів комп'ютерних мереж на основі фрагментарних даних спостережень, моделювання процесів їх розвитку та структуризації в межах формалізму комплексних мереж [13, 14].

Реалізація сучасних концептів трансформації сфери надання якісних туристичних послуг та сервісів ґрунтується на якнайповнішому використанні потенційних можливостей інформаційно-комунікаційного середовища на локальному, регіональному та глобальному рівнях.

Автори запропонували використовувати математичні формалізми та концепції складних мереж для моделювання комунікаційних об'єктів і систем у тих випадках, коли методи, засоби та способи дослідження (за допомогою спостереження та активного експерименту) є недоцільними або неможливими [15].

Автори розробили оригінальну математичну модель генерування структури локальних інфокомунікаційних комп'ютерних мереж із заданою функцією щільності розподілу ступенів вузлів із використанням апарату теорії комплексних мереж, що дало можливість адекватно відтворювати ці мережі як стохастичний граф із заданими ймовірнісними властивостями [16]. На основі запро-

понованого у роботі алгоритму моделювання здійснено прогнозування еволюційної динаміки перспективного розвитку та становлення реальних комп'ютерних мереж на наступні прогнозні періоди.

Запропоновані математичні моделі відтворення сценаріїв кібератак використано для оцінювання уразливості змодельованих стохастичних графів та розв'язання задачі про стійкість безмасштабних комп'ютерних мереж стосовно до випадкових та спрямованих атак [17]. Розроблено узагальнену модель еволюції мережевого ансамблю в умовах дестабілізуючих загроз.

У контексті моделювання процесів розвитку інфокомунікаційних комплексів, зорієнтованих, зокрема, на туристичну діяльність, актуальною є задача інтеграції різноманітних та різноформатних даних. З метою побудови ефективної системи прийняття рішень у туристичній сфері автори розв'язали науково-прикладну задачу інтеграції розрізненої різнотипової інформації [18]. Сучасні підходи інтеграції даних за функціональністю поділяють на інтеграцію веб-застосувань та інтеграцію на основі технологій сховищ даних. Специфіка туристичної галузі вказує на те, що для отримання актуальної, повної та достовірної інформації щодо об'єктів туристичної сфери необхідним є поєднання обох типів інтеграції. Такий підхід дав змогу сформулювати вимоги до інтеграції засобів зберігання та опрацювання даних, які слугували концептуальним базисом формування нової інформаційної технології – технології просторів даних (ПД) [19].

Застосування авторами методології системного аналізу засобів і методів організації ПД у галузі туризму дало підстави для розроблення відповідних каталогів з метою ефективної реалізації процесів подальшої інтеграції даних [20].

Удосконалено методи інтеграції даних за допомогою попереднього визначення структури та узгодження джерел даних, що дозволило опрацювати різноформатні дані в просторах даних туристичної галузі.

Автори запропонували введення спеціального оператора автоматичного визначення структур джерел даних порівнянням структур даних із джерел даних, що є в просторах даних, зі структурами джерел даних, які завантажуватимуться, що дало можливість уніфікувати форму запитів до джерел даних та формувати послідовності коректних відповідей на сформовані запити.

Розроблена архітектура простору даних туристичної галузі з використанням технологій реляційних баз та сховищ даних дозволяє адаптувати наявні моделі даних для використання у просторах даних.

Створені структури даних для опису елементів ПД туристичної галузі уможливають ефективні обчислення даних [21]. Удосконалені алгоритми інтеграції даних із розрізнених джерел із попереднім визначенням структури джерел даних та їх узгодженням дають можливість не тільки поліпшити якість інформації у ПД, але й коректно інтерпретувати результати моделювання [22].

Розроблено програмно-алгоритмічну систему просторів даних галузі туризму, в якій втілено та апробовано результати наукових досліджень. Зокрема, їх впроваджено під час розроблення інформаційно-аналітичної системи збору та опрацювання інформації для Чернівецької та Львівської обласних державних адміністрацій, що дало змогу автоматизувати процеси інтеграції даних та формування ефективних процесів підтримки прийняття рішень.

Висновки

У роботі автори розв'язали такі задачі:

1. Розроблено інформаційну технологію моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури на регіональному рівні з застосуванням моделі на основі дискретної дифузії, що дало змогу істотно покращити можливості прогнозування перебігу процесів започаткування і ведення туристичного бізнесу та використання природних рекреаційних ресурсів території.

2. Удосконалено клітинну модель урбанізації для моделювання процесів просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури на регіональному рівні за допомогою модифікації алгоритму асинхронних клітинних автоматів, що дало можливість обґрунтовано здійснювати розбудову туристичних об'єктів, а також доповнювати їх відповідною соціальною, транспортною та інфокомунікаційною інфраструктурою.

3. Розроблено інформаційну технологію прогнозування розвитку інфраструктури об'єктів туристичної галузі та створено на її основі інформаційну систему, за допомогою якої розраховується привабливість інфраструктури, внутрішні характеристики, структура, динаміка розвитку туристичних поселень Карпатського регіону та перспективні місця започаткування та розвитку об'єктів туристичного бізнесу.

4. Розроблено метод прогнозування зміни просторової форми інфраструктури об'єктів туристичної галузі на основі мультимодельного підходу, який інтегрує моделі на основі фракталів і дифузії, що дає змогу отримувати комплексну оцінку просторових характеристик території за рахунок використання аналогії між ростом кристалів і розростанням туристичних поселень: форми, внутрішньої структури та симетрії.

5. Запропоновано концепцію комп'ютерного моделювання процесів утворення та росту фрактальних кластерів комп'ютерних мереж за алгоритмом обмеженої дифузії агрегації та методів теорії стохастичних графів.

6. Розроблено програмне забезпечення візуалізації стохастичних графів для аналізу складних мереж і спрощення процесів аналізу реальних даних, яке є ефективним інструментом для розв'язання задач, пов'язаних з дослідженням динаміки розвитку комплексних мережеподібних систем.

7. Розроблено метод моделювання структури і параметрів складних мереж на основі фрагментарних даних спостережень, який застосовано для аналізу, оцінювання і розвитку процесів стійкості та надійності комплексних мережеподібних систем.

8. Обґрунтовано використання моделі дифузії з обмеженою агрегацією для дослідження фрактальної геометрії комп'ютерних мереж, яка дає можливість відстежувати динаміку формування та розвитку реальних мереж від моменту їх зародження.

9. Розроблено методи та засоби інтеграції розрізнених даних у туристичній сфері з метою підвищення ефективності функціонування об'єктів туристичної галузі, що дозволило зменшити затрати часу на формування статистичних звітів, а також збільшити кількість клієнтів туристичних фірм, бази даних яких входять у відповідний простір даних.

10. Розроблено загальну архітектуру ПД на основі реляційного підходу для туристичної галузі, алгоритми інтеграції різнотипових даних із розрізнених джерел на базі модифікованих операторів консолідації та федералізації.

1. Гаць Б. М. *Інформаційна система прогнозування розвитку інфраструктури в туристичній галузі [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / Нац. ун-т "Львівська політехніка"; Б. М. Гаць. – Львів, 2013. – 20 с.* 2. Угрин Д. І. *Методи та засоби інтеграції даних туристичної сфери [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 01.05.03 "Математ. та програмне забезпечення обчисл. машин і систем" / Д. І. Угрин – Львів, 2010. – 20 с.* 3. Івануцак Н. М. *Математичні моделі розвитку структур комп'ютерних мереж [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 01.05.02. "Математ. моделювання та обчисл. методи" / Н. М. Івануцак. – Львів, 2013. – 20 с.* 4. Артеменко О. І. *Інформаційна технологія моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / Нац. ун-т "Львівська політехніка"; О. І. Артеменко. – Львів, 2013. – 20 с.* 5. Вижлюк Я.І. *Використання методів нечіткої логіки для визначення рекреаційної привабливості території адміністративно-територіальних одиниць / Я.І Вижлюк, О.І Артеменко, П.М. Брижак // Східно-Європейський журнал прогресивних технологій. / Харків: Технологічний центр, 2010. – № 2/4 (44). – С. 4–10.* 6. Артеменко О.І. *Математичне моделювання рекреаційної привабливості території з використанням ієрархічної системи нечіткої логіки / О.І. Артеменко // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: зб. наук.-техн. праць.– Львів, 2011. – Вип. 21.05. – С. 345–351.* 7. Вижлюк Я.І. *Проектування та побудова експертної системи аналізу рекреаційної привабливості території / Я.І. Вижлюк, О.І. Артеменко.// Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: зб. наук.-техн. праць.– Львів, 2012. – Вип. 22.05. – С. 331–337.* 8. Вижлюк Я.І. *Онтологія створення інформаційної системи прогнозування*

розвитку інфраструктури в туристичній галузі / Я.І. Вихлюк, Б.М. Гаць // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – №1/2 (55). – С. 19–23. 9. Вихлюк Я.І. Імітаційне моделювання фінансових зловживань у туристичній галузі / Я.І. Вихлюк, Б.М. Гаць // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2009. – Вип. 19.9. – С. 248–255. 10. Вихлюк Я.І. Можливості формалізації корупційної діяльності в туристичній галузі / Я.І. Вихлюк, Б.М. Гаць // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія “Проблеми моделювання та автоматизації динамічних систем” – 2008. – Випуск 7(150). – С. 224–234. 11. Вихлюк Я.І. Імітаційне моделювання роботи туристичного комплексу на прикладі грошових потоків / Я.І. Вихлюк, Б.М. Гаць // Збірник наукових праць Севастопольського національного університету ядерної енергії та промисловості. – 2009. – № 3. – С. 174–185. 12. Вихлюк Я.І. Методи побудови густини потенціального поля рекреаційної привабливості території / Вихлюк Я.І., Артеменко О.І. // Штучний інтелект./ Інститут штучного інтелекту НАН України і МОН України – Донецьк, 2009. – № 2.– С. 151–160. 13. Пасічник В. В. Моделювання складних мереж / В. В. Пасічник, Н. М. Івануцак // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2010. – № 672 : Комп’ютерні науки та інформаційні технології. – С. 120–128. 14. Пасічник В. В. Дослідження та моделювання складних мереж / В. В. Пасічник, Н. М. Івануцак // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 2/3(44). – С. 43–48. 15. Пасічник В. В. Дослідження, моделювання та проектування складних мереж / В. В. Пасічник, Н. М. Івануцак // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2010. – № 685 : Комп’ютерні системи проектування теорія і практика. – С. 3-12. 16. Пасічник В. В. Імітаційне моделювання процесу росту локальних комп’ютерних мереж / В. В. Пасічник, Н. М. Івануцак // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 5. – С. 238–245. 17. Пасічник В. В. Структуризація та динамічні властивості складних комп’ютерних мереж / В. В. Пасічник, Н. М. Івануцак // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 4/9 (46). – С. 1621. 18. Шаховська Н.Б. Інтеграція розрізаних даних про клієнта з використанням інтелектуального агента визначення структури джерела / Шаховська Н.Б., Угрин Д.І. // Моделювання та інформаційні технології: зб. наук. праць. – 2009. – №50. – С. 165–173. 19. Шаховська Н.Б. Опрацювання даних для інформаційних технологій туристичного бізнесу / Шаховська Н.Б., Угрин Д.І. // Відбір і обробка інформації: міжвід. зб. наук. праць фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка. –2008. – №29(105). – С.106–113. 20. Шаховська Н.Б. Шляхи вирішення інтеграції даних у туристичному бізнесі / Шаховська Н.Б., Угрин Д.І. // Інформаційні технології: Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 6/2(36). – С. 30–35. 21. Угрин Д.І. Опрацювання характеристик відсутності та неповноти інформації у сховищах даних туристичного бізнесу / Угрин Д.І. // Комп’ютерні науки та інформаційні технології: Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2007.– № 604.– С. 57–64. 22. Угрин Д.І. Аналіз систем накопичення та обробки даних туризму / Угрин Д.І. // Комп’ютерні науки та інформаційні технології: Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2008. – № 616. – С. 175–182.