

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича
Приватний вищий навчальний заклад «Буковинський університет»

О.І. Артеменко, Я.І. Виклюк, Б.М. Гаць, Н.М. Івануцак,
В.В. Пасічник, Д.І. Угрин, Н.Б. Шаховська

СЕРІЯ «КОМП'ЮТИНГ»

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ
РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНИХ
ТА ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ
КОМПЛЕКСІВ
НА ОСНОВІ ФІЗИЧНИХ АНАЛОГІЙ**

МОНОГРАФІЯ

За науковою редакцією лауреата державної премії України
в галузі науки і техніки, д.т.н., професора В. В. Пасічника

Львів
«Новий Світ – 2000»
2020

УДК 338.483
ББК 65.433-01
І 74

Відтворення цієї книги або будь-якої її частини заборонено без письмової згоди видавництва. Будь-які спроби порушення авторських прав будуть переслідуватися у судовому порядку.

Авторський колектив:

О.І. Артеменко, Я.І. Вихлюк, Б.М. Гаць, Н.М. Іванущак, В.В. Пасічник,
Д.І. Угрин, Н.Б. Шаховська

*Рекомендовано Вченою радою Чернівецького національного
університету імені Ю. Федьковича
(Протокол №12 від 23 грудня 2014 року)*

*Рекомендовано Вченою радою Приватного вищого навчального
закладу «Буковинський університет»
(Протокол №3 від 11 грудня 2014 року)*

Рецензенти:

Г.Г. Цегелик – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів Львівського національного університету ім. І. Франка;

С.А. Лупенко – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Комп'ютерна інженерія» Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя;

С.Г. Семенов – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри обчислювальної техніки та програмування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

І 74 Інформаційні технології моделювання процесів розвитку туристичних та інфокомунікаційних комплексів на основі фізичних аналогій: монографія / О.І. Артеменко, Я.І. Вихлюк, Б.М. Гаць [та ін.] ; за ред. В.В. Пасічника. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. – 334 с.

ISBN 978-966-418-282-6

У монографії розглянуто комплекс інформаційних технологій моделювання на основі фізичних аналогій об'єктів туристичної галузі, інфокомунікаційної інфраструктури та процесів формування і розвитку як окремих туристичних об'єктів, так і цілісних туристичних комплексів на регіональному та локальному рівнях. Комплекс складається з трьох компонентів: множини інформаційних технологій моделювання та прогнозування просторового розвитку інфраструктури об'єктів туристичної галузі, оцінювання рекреаційної привабливості території; методів і засобів моделювання структури і дослідження зміни параметрів комп'ютерних мереж; програмно-алгоритмічної системи формування та функціонування просторів даних туристичної галузі.

УДК 338.483
ББК 65.433-01

© Артеменко О.І., Вихлюк Я. І.
Гаць Б.М. та ін., 2020
© «Новий Світ – 2000», 2020

ISBN 978-966-418-282-6

Зміст

ВСТУП.....	7
СЛОВО НАУКОВОГО РЕДАКТОРА	9
РОЗДІЛ 1.	
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ В ГАЛУЗІ ТУРИЗМУ: СТАН ДОСЛІ-	
ДЖЕНЬ	14
1.1. Інформаційні технології в туризмі	14
1.2. Інформаційні технології моделювання процесів урбанізації.....	16
1.3. Роль геоінформаційних технологій у моделюванні туристичних комплексів	18
1.4. Задачі моделювання об'єктів туристичної інфраструктури	20
1.5. Задачі аналізу даних туристичної сфери	28
Висновки до першого розділу	37
РОЗДІЛ 2.	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ.....	38
2.1. Теоретичні основи гравітаційної моделі	38
2.2. Модифікована гравітаційна модель.....	41
2.3. Постановка задачі математичного моделювання просторового розподілу поселень ...	47
2.4. Моделювання урбанізації території методом броунівського зміщення серединної точки квадратної ґратки	51
2.4.1. Методи моделювання броунівського руху	51
2.4.2. Моделювання траєкторії броунівського руху методом зміщення серединної точки.....	52
2.4.3. Методи моделювання деформації пласкої ґратки.....	55
2.4.4. Методи моделювання зростання фракталу на деформованій ґратці	57
2.5. Метод побудови самоафінних рекурсивних стохастичних фракталів.....	58
2.6. Метод побудови стохастичних фрактальних рельєфів	63
2.7. Метод побудови стохастичних броунівських поверхонь	66
2.8. Порівняльний аналіз підходів до моделювання просторового розподілу урбанізованих систем	67
2.9. Огляд досліджень у напрямі моделювання дендритного зростання	69
2.10. Модифікований метод «випадкового дощу»	70
2.10.1. Основні положення методу «випадкового дощу».....	70
2.10.2. Алгоритм моделювання.....	72
2.11. Метод неперервної стохастичної дифузно-обмеженої агрегації	72
2.12. Комбінований метод неперервної дифузно-обмеженої агрегації.....	73
2.13. Порівняльний аналіз підходів до моделювання просторового розподілу урбанізованих систем	74
2.14. Вплив випаровування на фрактальні властивості та динаміку зростання атракторів ...	76
2.14.1. Методи моделювання зворотних процесів агрегації	76
2.14.2. Дослідження динамічних параметрів моделі урбанізації	77
2.14.2.1. Дослідження залежності фрактальної розмірності, кількості агрегованих частинок від кількості ітерацій алгоритму	77
2.14.2.2. Дослідження симетрії.....	80
2.14.2.3. Вплив величини порогу збудження на симетрію фракталу	81
2.14.2.4. Вплив величини порогу збудження на основні характеристики кристала.....	83

2.15. Зведений аналіз аналогій.....	85
Висновки до другого розділу	87

РОЗДІЛ 3.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ

ОБ'ЄКТІВ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ	89
3.1. Розрахунок просторових розподілів належності території до урбанізованої та фрактальної структури урбанізованих систем	89
3.1.1. Методи отримання вхідних параметрів з геоінформаційних систем.....	89
3.1.2. Особливості визначення вхідних параметрів моделі просторових розподілів належності території до урбанізованої.....	91
3.2. Методи розрахунку і побудови просторових розподілів належності території до урбанізованої	94
3.3. Моделювання дифузії на основі клітинних автоматів	101
3.3.1. Метод неперервних асинхронних клітинних автоматів	102
3.3.2. Теорія дискретної дифузії.....	103
3.3.3. Використання принципу далекодії	103
3.3.4. Моделювання дискретної дифузії.....	104
3.3.5. Модифікація моделі клітинної урбанізації.....	108
3.4. Онтологія побудови інформаційної системи прогнозування розвитку інфраструктури об'єктів туристичної галузі.....	110
3.5. Концептуальна модель блоків інформаційної системи для розрахунку просторових розподілів належності території до урбанізованої	112
3.6. Концептуальна модель блоків інформаційної системи для розрахунку просторових форм	116
3.7. Побудова просторових розподілів належності території до урбанізованої туристичних поселень Карпатського регіону	119
3.7.1. Побудова просторових розподілів належності території до урбанізованої туристичних поселень Карпатського регіону.....	119
3.8. Моделювання динаміки розвитку інфраструктури просторових систем.....	123
3.8.1. Моделювання просторової форми інфраструктури туристичних містечок Карпатського регіону методом CUM	123
3.8.2. Прогнозування динаміки розвитку інфраструктури смт Славське	128
Висновки до третього розділу	130

РОЗДІЛ 4.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ

ОБ'ЄКТІВ ТУРИСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ	132
4.1. Постановка задачі оцінювання рекреаційної привабливості території	134
4.2. Метод оцінювання рекреаційної привабливості території	137
4.3. Метод оцінювання рекреаційного потенціалу території.....	140
4.4. Програмно-алгоритмічне забезпечення моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури	153
4.4.1. Задача моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури на регіональному рівні.....	153
4.4.2. Клітинна модель розвитку об'єктів туристичної інфраструктури регіону....	154
4.4.3. Структура інформаційної технології моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури.....	156
4.4.4. Моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної	

інфраструктури.....	158
Висновки до четвертого розділу	161

РОЗДІЛ 5.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ

ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ ФІЗИЧНИХ АНАЛОГІЙ	162
5.1. Аналіз структури та методів дослідження інфокомунікаційних комплексних мереж ...	162
5.2. Характеристики складних мереж.....	164
5.3. Огляд наявних моделей та способів генерації складних мереж	169
5.4. Статистичний підхід до опису складних мереж	178
5.5. Ймовірнісна модель процесів розвитку та структуризації комп'ютерної мережі ...	179
5.6. Метод генерації комп'ютерної мережі для заданого закону розподілу ступенів вершин	181
5.7. Програмна реалізація моделі комп'ютерної мережі у вигляді стохастичного графа із заданими ймовірнісними характеристиками.....	183
5.8. Визначення оптимальної стратегії захисту локальних мереж від спрямованих атак.....	186
5.9. Динамічна модель розповсюдження вірусів у комп'ютерних мережах	190
Висновки до п'ятого розділу	193

РОЗДІЛ 6.

ПРОСТОРИ ДАНИХ.....	195
6.1. Причини виникнення просторів даних	196
6.2. Використання інформаційного простору як абстрактної алгебричної системи.....	202
6.3. Формалізація інформаційних продуктів простору даних та операцій над ними ...	205
6.3.1. Операції над простором даних	206
6.3.2. Предикати над елементами простору даних	212
6.3.3. Метод опрацювання напівструктурованих даних у просторі даних	212
6.3.4. Формування алгебричних виразів.....	214
6.3.5. Реляційна модель – підсистема алгебричної системи «простір даних»	214
6.4. Визначення корисності даних з джерела для якості прийняття рішення.....	215
6.5. Алгоритм інтегрування даних.....	217
6.6. Метод консолідації даних	222
6.7. Метод отримання відповіді на запит користувача до простору даних.....	226
6.8. Метамова описання джерел даних та встановлення відповідності між їхніми структурами даних	229
6.9. Розроблення формалізму трансформації запиту користувача мовою доступу джерела даних	232
6.10. Оптимізація запиту метамовою користувача простору даних.....	237
6.11. Концептуальне означення якості консолідованих даних простору даних. Архітектура системи оцінювання якості консолідованих даних	239
6.12. Метод оцінювання якості консолідованих даних	244
6.13. Керування елементами простору даних на основі значення функції якості та рівнів довіри	245
6.14. Алгоритм визначення відповідності рішення еталонному	247
6.15. Архітектура, принципи функціонування	248
6.16. Розроблення мовних засобів	252
6.17. Інтеграція даних	254
6.18. Проблеми, що призводять до інтеграції даних	254

6.19. Поняття інтеграції даних	255
6.20. Технології інтеграції даних	256
6.20.1. Консолідація даних	257
6.20.2. Федералізація даних	260
6.20.3. Розповсюдження даних	261
6.20.4. Гібридний підхід	262
6.21. Реалізація технологій інтеграції	262
6.22. Засоби інтеграції даних	263
6.22.1. Засоби інтеграції застосувань за допомогою проміжного шару	265
6.22.2. Проміжне ПЗ як засіб інтеграції застосувань з Web	267
6.22.3. Засоби інтеграції бізнес-застосувань від SQL Server	270
6.22.4. Засоби інтеграції бізнес-застосувань від Oracle	273
6.22.5. Інтеграція застосувань на платформах J2EE і MS.NET	274
Висновки до шостого розділу	281

РОЗДІЛ 7.

МЕТОДИКА ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ ТУРИСТИЧНОЇ СФЕРИ	282
7.1. Постановка задач дослідження	282
7.2. Дослідження алгоритмів інтеграції даних туристичної сфери	283
7.3. Обґрунтування схеми інтеграції даних	284
7.4. Розроблення алгоритму роботи оператора визначення структури джерела	285
7.5. Розроблення модифікованого алгоритму консолідації	289
7.6. Розроблення модифікованого алгоритму федералізації	293
7.7. Розроблення алгоритму отримання відповіді на запит користувача до простору даних	296
7.8. Розроблення Схеми каталогу даних простору даних	297
7.9. Побудова схем даних каталогу та локального сховища даних	298
7.10. Опис метаданих	304
7.11. Опис програмних засобів	308
7.12. Результати застосування модифікованого алгоритму консолідації для Відділу з питань туризму управління культури і туризму	310
7.13. Аналіз якості методів інтеграції даних	312
Висновки до сьомого розділу	314
Перелік використаних джерел	315

Вступ

У монографії розглянуто комплекс інформаційних технологій для моделювання на основі фізичних аналогій об'єктів туристичної галузі, інфокомунікаційної інфраструктури та процесів формування і розвитку як окремих туристичних об'єктів, так і цілісних туристичних комплексів на регіональному та локальному рівнях. Комплекс складається з трьох компонентів: множини інформаційних технологій моделювання та прогнозування просторового розвитку інфраструктури об'єктів туристичної галузі, оцінювання рекреаційної привабливості території; методів і засобів моделювання структури і дослідження зміни параметрів комп'ютерних мереж; програмно-алгоритмічної системи формування та функціонування просторів даних туристичної галузі.

Наукова значимість роботи полягає в розробленні інструментарію моделювання об'єктів і комплексів туристичної інфраструктури та інфокомунікаційних комплексів на основі фізичних аналогій явищ та процесів. Зокрема це аналогії процесів росту кристалів з використанням математичного апарату клітинних автоматів, а моделювання та прогнозування процесів розвитку просторової форми інфраструктури туристичних поселень – на основі фрактальної теорії та аналогії процесів дифузії.

Прямі зарубіжні аналоги розробленого комплексу авторам не відомі. Результати зарубіжних досліджень подаються зазвичай у вигляді розрізнених компонентів, які спроможні вирішувати окремі задачі, не охоплюючи при цьому комплексну цілісну множину потреб туристичної галузі. Відомостей щодо програмних продуктів із подібною функціональністю у авторів немає.

Розроблені інформаційні технології пройшли апробацію на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях. Результати роботи опубліковані у наукових статтях у ряді провідних фахових наукових журналах. Результати роботи впроваджено у низці ІТ-компаній, туристичних установ, фірм, організацій, органів влади та навчальний процес ряду українських університетів.

Практичне використання наукових результатів та запропонованого підходу є важливою складовою реалізації Концепції Державної цільової програми розвитку туризму та курортів на період до 2022 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2013 р. № 638-р.

За структурою монографія складається з семи розділів.

В першому розділі розглянуто стан та перспективи розвитку інформаційних технологій моделювання процесів в туристичній галузі.

Другий розділ присвячений теоретичним аспектам математичного моделювання процесів та об'єктів туристичної галузі.

У третьому та четвертому розділі мова йде про інформаційні технології просторового моделювання об'єктів туристичної галузі. Зокрема, про особливості моделювання процесів розвитку туристичних об'єктів на місцевому рівні. Також тут розглядаються інформаційні технології моделювання розвитку об'єктів туристичної інфраструктури на регіональному рівні.

П'ятий розділ присвячений інформаційним технологіям моделювання процесів розвитку інфокомунікаційних комплексів на основі фізичних аналогій.

У шостому розділі розглядаються простори даних як технологічна основа для організації та аналізу даних в туристичній галузі.

У цьому розділі мова йде про засоби інтеграції даних туристичної галузі.

Результати висвітлених в монографії досліджень були висунуті молодіжним творчим колективом в складі Артеменко О.І., Гаць Б.М., Іванущак Н.М., Угрин Д.І. на здобуття премії президента України для молодих вчених, яку їм було присуджено указом Президента України № 936/2014 від 16 грудня 2014 року.

Слово наукового редактора

На сьогодні туристична галузь України потребує розробки та реалізації ефективних методів та засобів підтримки прийняття рішень для їх використання всіма учасниками туристичного ринку, і зокрема тих, що опікуються розвитком та функціонуванням туристичної інфраструктури, яка загалом визначає інтенсивність процесів розвитку туристичної галузі. В цьому контексті впровадження новітніх інформаційних технологій як фактору 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, що базується 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 полягає у розробленні нових, удосконаленні та адаптації існуючих методів і засобів математичного моделювання процесів розвитку ефективної туристичної та інфокомунікаційної інфраструктури регіону, які уможливають дослідження їх структури і параметрів на основі фрагментарних даних спостережень, моделювання та прогнозування процесів їх розвитку та структуризації на основі фізичних аналогій.

Зокрема, авторами монографії 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 аналогій 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.

Розроблені авторами 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.

Описані в рамках монографічної 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. При цьому авторами роботи запропоновано проводити моделювання об'єктів і комплексів туристичної інфраструктури та інфокомунікаційних комплексів на основі певних фізичних аналогій явищ та процесів. 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 проводити аналіз процесів започаткування та ведення туристичного бізнесу, використання природних та рекреаційних ресурсів відповідної території; забезпечує можливість формування варіантів науково-обґрунтованих стратегій розвитку регіональної туристичної інфраструктури.

У роботі наведено оригінальний метод оцінювання рекреаційної привабливості території з допомогою систем виведення на основі нечіткої логіки, який, на відміну від географічних методів, дозволяє враховувати якісні характеристики об'єктів, множини 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 сформулювати пакет туристичних послуг.

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

Авторами удосконалено клітинну модель урбанізації для моделювання процесів просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури шляхом модифікації алгоритму асинхронних клітинних автоматів, що надає можливість обґрунтовувати та оптимізувати розбудову туристичних об'єктів, а також доповнювати їх відповідною соціальною та транспортною інфраструктурою.

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, дозволяє формувати науково обґрунтовані варіанти покращення ведення туристичного бізнесу та використання природних і рекреаційних ресурсів території.

Авторами розроблено 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 опрацювання, що дозволяє забезпечити комплексний підхід у прийнятті відповідних рішень.

Впровадження 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 інфраструктури туристичних містечок, передбачення майбутніх сценаріїв розвитку регіону, які потрібні для потенційних інвесторів, органів державного управління з метою вироблення рекомендацій щодо розвитку туристичної галузі регіону в цілому.

Авторами розроблено 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 дифузно-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 точки зору атрактивності, довільну територію щодо можливості розбудови туристичної інфраструктури та візуалізувати результати моделювання на картах ГІС.

Створені авторами програмні засоби для реалізації інформаційної технології моделювання просторового розвитку туристичної інфраструктури регіону суттєво 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. Сформовано базу сезонних карт рекреаційної привабливості та рекреаційного потенціалу Чернівецької області та Карпатського регіону. Отримано територіальні розподіли рекреаційної привабливості різних видів туристичної діяльності.

У процесі дослідження розроблена інформаційна система (ІС) «Траверс», яка системно акумулювала запропоновані авторами інформаційні технології і яка зорієнтована на процеси підтримки прийняття рішень розбудови існуючих та розміщення нових елементів інфраструктури туристичної галузі. ІС є потенційно корисною для органів державної влади, інвесторів при визначенні привабливих для розвитку туристичного бізнесу територій. 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 проводити системний аналіз, статистичне дослідження властивостей локальних та глобальних комп'ютерних мереж, розроблення нових, удосконалення та адаптацію існуючих 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 рамках формалізму комплексних мереж.

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

Як показано в роботі, для розв'язання такого класу задач слід застосовувати оригінальний математичний апарат, що базується на відповідних фізичних аналогіях, переході до ймовірнісного моделювання та полягає в багатократному проведенні випробувань побудованої ймовірнісної моделі і подальшому статистичному опрацюванні результатів моделювання з метою визначення шуканих характеристик аналізованого процесу у вигляді оцінок його параметрів.

Авторами запропоновано використовувати математичні формалізми та концепції складних мереж для моделювання комунікаційних об'єктів і систем у тих випадках, коли методи, засоби та способи дослідження (з допомогою спостереження та активного експерименту) є недоцільними або неможливими.

Виходячи із статистичних закономірностей, яким підпорядковані графи, що зображають локальні комп'ютерні мережі (ЛКМ), автори засвідчили: останні належать до систем без масштабування зміни характерних величин мережі, а зростання та переважне приєднання цих безмасштабних складних мереж відбувається за степеневим законом розподілу ймовірностей, чим зумовлений вибір моделі Барабаші-Альберт у ролі прототипу моделювання ЛКМ.

Авторами розроблено 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. На основі запропонованого 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. 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 авторами вирішено науково-прикладну задачу інтеграції розрізної різнотипової інформації. Сучасні підходи інтеграції даних за своєю функціональністю поділяються 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 дозволив сформулювати вимоги до інтеграції засобів зберігання та опрацювання даних, які слугували концептуальним базисом формування нової інформаційної технології – технології просторів даних (ПД).

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

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

Авторами запропоновано введення спеціального оператора автоматичного визначення структур джерел даних шляхом порівняння структур даних із джерел даних, що є в просторах даних, із структурами джерел даних, які завантажуватимуться, що уможливило 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 існуючі моделі даних для використання у просторах даних.

Створені структури даних для опису елементів ПД туристичної галузі дозволяють здійснювати ефективні обчислення даних. Удосконалені алгоритми інтеграції даних із

розрізних джерел шляхом попереднього визначення структури джерел даних та їх узгодження дають можливість не тільки підвищити якість інформації у ПД, але й коректно інтерпретувати результати моделювання.

Розроблено програмно-алгоритмічну систему просторів даних галузі туризму, в якій втілено та апробовано результати наукових досліджень. Зокрема, вони були впроваджені при розробленні 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.

У роботі розв'язано низку важливих наукових та науково-прикладних задач, пов'язаних із розробкою 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.

Колектив авторів сформовано з науковців-викладачів Львівської політехніки, Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича, Приватного вищого навчального закладу «Буковинський університет», Чернівецького факультету НТУ «ХПІ». Така творча наукова коаліція, як підтверджує практика, є ефективною формою організації комплексних системних наукових досліджень.

Вихід монографії в освітньо-науковій серії «Комп'ютинг» є знаковою подією, адже дотепер зазначена серія позиціонувалась у її читачів як освітянська.

Як головний редактор серії висловлюю сподівання, що проект буде активно розвиватись і в напрямі подання актуальних наукових результатів в галузі комп'ютингу.

Звертаюсь до читачів освітньо-наукової серії з побажаннями миру та добра з надією на подальшу творчу взаємодію та співпрацю. Очікуємо ваших відгуків, зауважень та побажань, які слугуватимуть поліпшенню якості наших видань в майбутньому.

*З повагою,
д.т.н., професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки
Володимир Пасічник*