

3. Мороз Л.В. Швидкодіючий гібридний CORDIC-обчислювач тригонометричних функцій / Л.В. Мороз, Я.І. Грабовський, Т.М. Микитів, Т.Р. Борецький, Ю.М. Костів, С.С. Войтузік // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : ПБВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.8. – С. 352-357.

4. Madiseti A. A 100 MHz, 16-b, direct digital frequency synthesier with 100-dBc supurious-free dynamic range / A. Madiseti, A.Y. Kwentus, A.N. Willson // IEEE Journal of Solid-State Circuits. – 1999. – Vol. 34, № 8. – Pp. 1034-1043.

5. Kuhlmann M. P-CORDIC: A Precomputation Based Rotation / M. Kuhlmann and K.K. Parhi // EURASIP Journal on Applied Signal Processing. – 2002. – Vol. 50. – No. 1. – Pp. 936-943, 2002. [Electronic resource]. – Mode of access <http://dx.doi.org/10.1155/S1110865702205028>.

6. Juang T.-B. Para-CORDIC: Parallel CORDIC Rotation Algorithm / T.-B. Juang, S.-F. Hsiao, and M.-Y. Tsai // IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers. – 2004. – Vol. 51, No. 8. – Pp. 1515-1524, Aug.

7. Juang T. Low Latency Angle Recoding Methods for the Higher Bit-Width Parallel CORDIC Rotator Implementations / T. Juang // IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs. – 2008. – Vol. 55. – No. 11. – Pp. 1139-1143, Nov.

8. Moroz Leonid. Simple Hybrid Scaling-Free CORDIC Solution for FPGAs " / Leonid Moroz, Shinobu Nagayama, Taras Mykytiv, Ihor Kirenko, Taras Boretskyy // International Journal of Reconfigurable Computing. – 2014. – Vol. Article ID 615472, 4 pages, 2014. [Electronic resource]. – Mode of access <http://dx.doi.org/10.1155/2014/615472>.

9. Мороз Л.В. Теорія та швидкодіючі апаратно-програмні засоби ітераційних методів обчислення функцій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-р техн. наук / Л.В. Мороз; НУ "Львівська політехніка". – Львів, 2013. – 40 с.

10. Мороз Л.В. Ітераційні формули для CORDIC-методу / Л.В. Мороз // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць Української академії друкарства. – Львів : Вид-во УкрАД. – 2012. – № 28. – С. 111-120.

11. Мороз Л.В. Удосконалення методу CORDIC для обчислення тригонометричних функцій засобами програмованої логічної інтегральної схеми / Л.В. Мороз, Т.Р. Борецький, М.М. Сколоздр // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : ПБВ НЛТУ України. – 2015. – № 5. – С. 292-301.

12. Мороз Л.В. Перекодування кута CORDIC-методу / Л.В. Мороз // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць Української академії друкарства. – Львів : Вид-во УкрАД. – 2015. – № 33. – С. 51-55.

13. Мороз Л.В. Модифікований CORDIC-методу обчислення синуса-косинуса / Л.В. Мороз, Т.Р. Борецький, Т.Л. Луковський // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць Української академії друкарства. – Львів : Вид-во УкрАД. – 2015. – № 33. – С. 56-63.

14. Greg Dr. Tumbush, Starkey Labs, Colorado Springs, CO / Dr. Greg // Signed Arithmetic in Verilog 2001 – Opportunities and Hazards 5p. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.uccs.edu/~gtumbush/published_papers/Tumbush%20DVCOn%2005.pdf

15. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/artix-7.html>

16. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.xilinx.com/support/documentation/ip_documentation/cordic/v6_0/pg105-cordic.pdf

Мороз Л.В., Борецький Т.Р., Костів Ю.М. Синусо-косинусный FPGA-вычислитель на основе CORDIC-метода перекодировки угла

Приведены оптимизированные алгоритмы вычисления функций синуса-косинуса средствами программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС), выявлены их преимущества и недостатки по сравнению с классическими реализациями и получены основные характеристики реализованных методов. Использование методов оптимизации вычисления синуса и косинуса в средствах ПЛИС дают возможность улучшить основные характеристики алгоритма в их аппаратной реализации по сравнению с классическим методом, в том числе в виде мегафункции, с помощью которой существенно уменьшается количество тактов, латентность, количество необходимых блоков и увеличивается минимальная тактовая частота.

Ключевые слова: CORDIC, IP Core, ПЛИС, алгоритм, латентность, мегафункция.

Moroz L.D., Boretskyy T.R., Kostiv U.M. Sine-cosine CORDIC-based Method of Angle Transcoding for FPGA

The optimized algorithms for calculating the sine-cosine functions by using FPGA tools are presented; their advantages and disadvantages compared to classical implementations are shown; main characteristics of the implemented methods are obtained. Usage of optimization methods in calculating sine and cosine in FPGA tools allow improving the main characteristics of the algorithm in their hardware implementation compared to the classical and megafunction method, where substantially reduces the number of clock cycles, latency, number of required blocks and increases the minimum clock frequency.

Keywords: CORDIC, IP Core, FPGA, algorithm, latency, megafunction.

УДК 004.9

**Проф. В.В. Пасічник¹, д-р техн. наук;
доц. О.І. Артеменко², канд. техн. наук**

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Проаналізовано дослідження та розробки в галузі інформаційних технологій для галузі туризму та моделювання процесів розвитку урбаністичної інфраструктури. Сформовано класифікацію інформаційних технологій для різних ланок туристичної галузі. Обґрунтовано доцільність поєднання інтелектуальних технологій аналізу даних з функціональними можливостями геоінформаційних систем для розв'язання задач підтримки прийняття рішень та прогнозування розвитку туристичної інфраструктури регіону. Показано, що актуальною є потреба в розробленні інформаційної технології, яка дасть змогу аналізувати просторовий розподіл рекреаційних ресурсів регіону та сприяти прийняттю науково обґрунтованих рішень щодо інвестування в туристичну інфраструктуру регіону.

Ключові слова: туризм, інформаційні технології, туристична інфраструктура, моделювання просторового розвитку об'єктів, урбанізація.

Вступ. Туристичний бізнес – це один з небагатьох видів господарської діяльності, який має високу рентабельність та акумулює значні трудові ресурси [1]. За прогнозами експертів, незважаючи на глобальну економічну кризу, відбуватиметься щорічне зростання туристичної галузі на 2-5 % [2]. Річні надходження від світової туристичної галузі становлять понад трлн дол. США [3]. У цих умовах Україна повинна використовувати наявні можливості для збільшення власних доходів від туризму.

Для реалізації програми розвитку туризму в Україні [4] передусім необхідна матеріально-технічна база з розвинутою туристичною інфраструктурою, особливо це стосується регіонів. Розвиток туристичної інфраструктури неможливий без впровадження технологічних інновацій.

Мета і задачі дослідження. Актуальність роботи полягає у вивченні стану та можливостей використання інформаційних технологій моделювання для прогнозування просторового розвитку туристичної інфраструктури регіону.

Метою дослідження є аналіз стану та виявлення можливих напрямів розвитку інформаційних технологій моделювання просторового розвитку в ту-

¹ НУ "Львівська політехніка";

² ПВНЗ "Буковинський університет", м. Чернівці

ристинній галузі, систематизація та класифікація туристичних інформаційних технологій за їх призначенням відносно учасників туристичного ринку.

Практична цінність роботи полягає у висвітленні переваг та недоліків актуальних продуктів на ринку сучасних інформаційних технологій для галузі туризму. Це дає змогу виявляти перспективні напрямки розвитку інформаційних технологій моделювання в туризмі, виділити задачі, які повинна реалізувати ефективна інформаційна технологія моделювання розвитку туристичної інфраструктури.

Постановка задачі. Для оброблення інформації та управління процесами в різних ланках туристичної галузі використовують низку сучасних інформаційних технологій (рис.).

Аналіз методів і засобів, що використовуються в інформаційних технологіях моделювання розвитку урбанізованих структур, дає змогу обрати ефективні та конструктивні серед них для реалізації інформаційної технології моделювання просторового розвитку туристичної інфраструктури регіону.

Для аналізу перспектив розвитку туристичної інфраструктури регіону необхідно попередньо виявити та оцінити якість рекреаційних ресурсів території. Основною характеристикою туристично-рекреаційного ресурсу, яка впливає на розвиток туристичної інфраструктури, є його привабливість [5]. Відсутність методів комплексного оцінювання рекреаційної привабливості території та рекреаційного потенціалу території свідчить про те, що для підвищення ефективності прийняття рішень у задачах вибору оптимального місця для забудови, прогнозування структури туристичних потоків, вибору оптимальної стратегії функціонування туристично-рекреаційної системи, прогнозування та управління процесами просторового розвитку туристичної інфраструктури території потрібно створити відповідні програмно-алгоритмічні засоби оцінювання та аналізу рекреаційної привабливості території.

Частково задачу оцінювання якості рекреаційних ресурсів розв'язують з використанням класичних математичних методів. Під час розроблення стратегії розвитку туризму на Буковині до 2015 р. для аналізу якості та просторового розташування туристично-рекреаційних ресурсів використано SWOT-аналіз [6].

На відміну від широко використовуваних класичних методів моделювання привабливості території, апарат "м'яких" обчислень (Soft Computing) не тільки дає змогу працювати з параметрами, в яких присутня лінгвістична невизначеність, але й значно спрощує процес отримання результату. У задачах моделювання різноманітних соціально-економічних та бізнес-процесів добре зарекомендував формальний апарат нечіткої логіки. Засоби нечіткого моделювання ефективно працюють з якісними характеристиками, в умовах неповних та неточних даних [7, 8]. Нечіткі моделі виявились простішими та ефективнішими за класичні, зокрема під час оцінювання глобального економічного рівня держави [9] та під час розрахунків всякого роду показників ефективності [10]. Показник "якість функціонування підприємства" не обчислювався без застосування нечіткої логіки, оскільки він враховує багато факторів, що в різних шкалах, а окрім цього, серед них є багато чисто якісних характеристик [11]. У роботі [12] досліджено рівень економічного розвитку різних регіонів Китаю. У низці досліджень з туристичної галузі також використовувалось нечітке моделювання. Наприклад, для

визначення туристичних потоків у США [13], під час створення експертної системи прийняття рішень щодо вибору туристом того чи іншого готелю [14].

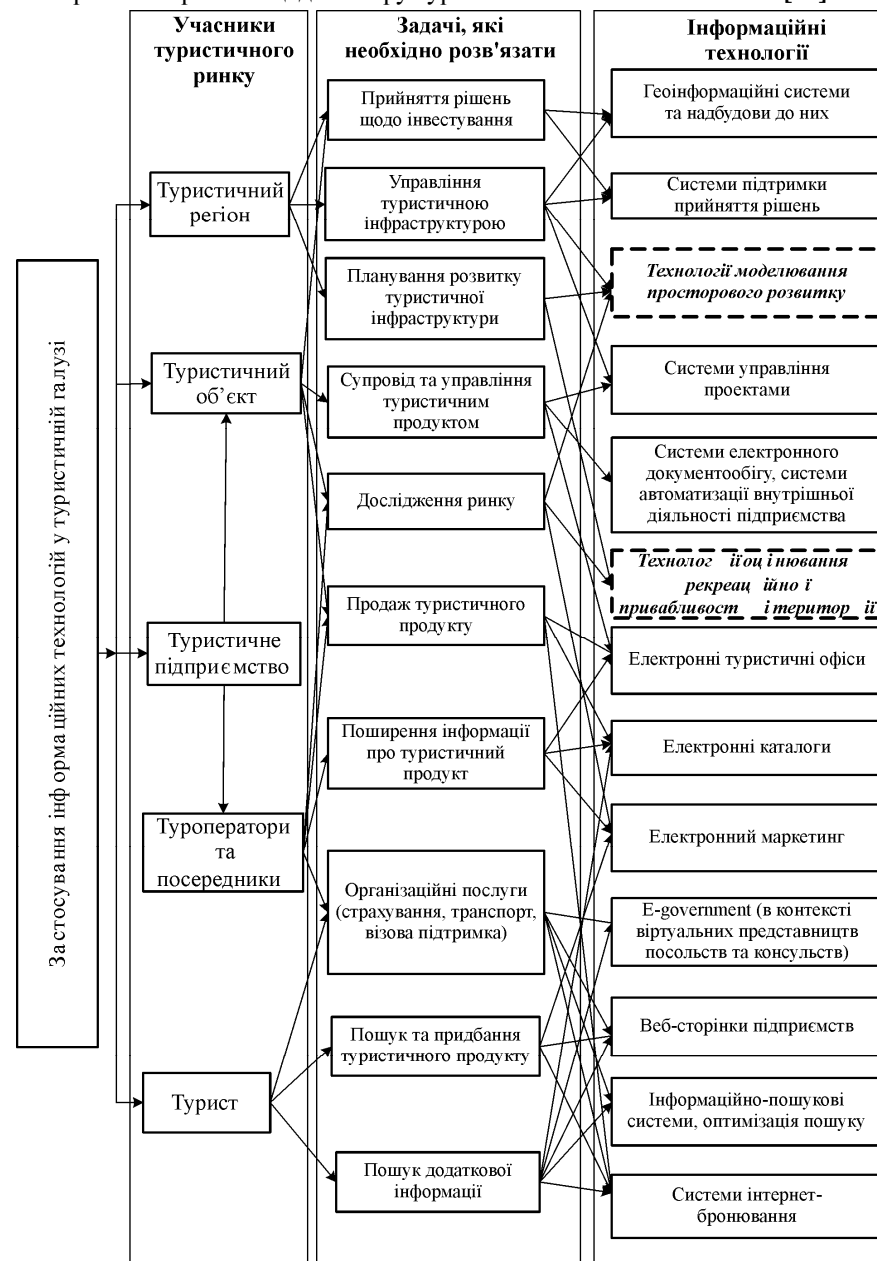


Рис. Застосування інформаційних технологій учасниками туристичного ринку

Визначення оптимального розташування міжнародних готелів виконано на базі формального апарату нечіткої логіки в роботі [15]. Побудову моделей, що описують аспекти функціонування туристичної галузі та прогнозування відповідних процесів висвітлено у роботах [16-18]. Окрім цього, прогнозування в умовах невизначеності (наприклад попит на туристичні послуги) може реалізуватися на основі нечітких моделей [19].

Рекреаційна привабливість відображає рівень привабливості певної території для туристів та відпочивальників. Що, своєю чергою, свідчить про її перспективність для організації та розвитку певного туристичного бізнесу. Тому показник рекреаційної атрактивності може слугувати індикатором інвестиційної привабливості відповідної території. У роботі [20] показано переваги нечіткого моделювання над класичними математичними методами саме в задачах обчислення показника рекреаційної привабливості території.

Використання геоінформаційних технологій для просторового моделювання. Сучасні засоби аналізу територіального розміщення об'єктів базуються на використанні геоінформаційних технологій. У туристичній галузі є багато дослідницьких та прикладних задач, для вирішення яких потрібно приймати рішення щодо взаємного положення об'єктів у просторі, прокладання маршрутів, визначення їх довжини та складності, вибору оптимального маршруту тощо. Одним з перспективних напрямків досліджень є аплікація геоінформаційних технологій до задач підтримки прийняття рішень у галузі туризму. Створені в такий спосіб моделі, інформаційні та експертні системи ефективно вирішують завдання керування, контролю, прийняття рішень та прогнозування у складних соціально-економічних системах.

Геоінформаційні технології (ГІТ) наповнені географічно координованою інформацією, надають широкі можливості аналізу цієї інформації та представлення її у зручному для користувача вигляді: цифрових карт, серій карт, атласів, графіків, діаграм, профілів тощо [21].

Геоінформаційні системи (ГІС) – це системи, призначені для збирання, зберігання, оброблення, перевірки, аналізу та географічної візуалізації просторових об'єктів та пов'язаної з ними інформації. Сучасні геоінформаційні системи широко використовують для моделювання та дослідження різноманітних процесів в екології, географії, геології, природокористуванні, управлінні земельними ресурсами (кадастр), економіці та ін. Сучасні ГІС дають змогу вирішувати різноманітні прикладні та наукові задачі, серед яких інвентаризація ресурсів, аналіз, оцінювання, моніторинг, управління та планування землекористування та ін. [22].

Геоінформаційне картографування – це сукупність методів та засобів для оперативного створення, редагування та подання тематичних цифрових карт. Воно є ефективним способом представлення даних, отриманих внаслідок аналізу певних географічних характеристик та прогнозування процесів, що розвиваються територіально (ерозія ґрунтів, урбанізація). Для останнього використовується зокрема просторове моделювання – процес математичного представлення даних про територію з допомогою мережі з визначеними координатами її вузлів.

Геоінформаційні технології використовують у моделюванні як джерело вхідної інформації або картографування під час візуалізації отриманих результатів. У першому випадку геоінформаційні системи використовують у контексті бази картографічних даних. Виконується експорт даних в табличній формі до програмного комплексу, який виконує обчислення. У роботі [23] описано процеси проектування системи моніторингу стану озер в урбанізованій місцевості. Апробується створена система підтримки прийняття рішень на основі даних з ГІС-системи у роботі [24]. Формування та використання геоморфологічної цифрової бази даних подано в роботі [25]. Визначення індексу, що характеризує ризик опустелювання земель, наведено в роботі [26], при цьому ГІС використано як джерело даних про склад і рельєф ґрунтів.

У другому випадку проводять побудову тематичних цифрових карт. Спочатку виконується обчислення та аналіз деякого показника, а потім формується його просторове подання у вигляді карти. Отримані тематичні карти можуть використовуватись окремо або ж ставати додатковими шарами стандартних цифрових карт у геоінформаційних системах. Важливим фактором при цьому є легкість імпорту зовнішніх даних до ГІС. Таким способом у роботі [27] виконано аналіз харчової продуктивності екосистем Китаю. Результатом дослідження є цифрові карти з даними про кількість людей, яких може прогодувати дана територія. Проведення геоморфологічного картографування карстових печер Криту з використанням ГІТ описано в роботі [28].

При поєднанні першого та другого випадків спочатку відбувається експорт просторових даних з ГІС, виконується моделювання, а потім результати обчислень перетворюються в цифрові карти. З використанням такого підходу виконується прогнозування паводків [29]. У зазначеній роботі проводиться імітаційне моделювання паводкових ситуацій в реальному часі: у середовищі World Wide Web виконуються процеси з отримання та передачі актуальних даних, далі відбувається їх опрацювання в ГІС та ініціалізація відповідної імітаційної моделі. Результати моделювання представляються у вигляді карт, до яких також є доступ в середовищі WWW. Для прогнозування зміни рівня ґрунтових вод використовувались функціональні можливості ГІС [30], а в роботі [31] ГІС є основним джерелом даних для оцінювання практичної придатності земель. Зокрема результати аналізу рівня придатності територій в місті Мехіко візуалізуються з допомогою геоінформаційного картографування.

У статті [32] проаналізовано використання ГІС у дослідженнях процесів впливу податку на викиди вуглецю авіаційним транспортом на розвиток міжнародного туризму. Інформаційну систему комплексного оцінювання якості екологічного середовища презентовано в роботі [33]. Рівень якості екологічного середовища залежить від 28 параметрів, більшість з яких експортуються з цифрових карт. Результатом роботи системи є картографічна модель екологічного стану однієї з провінцій Китаю. Для прогнозування форми берегової лінії ГІС використовували у створених в [34] програмних додатках. Результати досліджень дають змогу враховувати вплив зміни клімату на просторове розташування берегової лінії, що сприяє загалом стабільному розвитку прибережного туристичного бізнесу. У роботі ГІС використано як засіб фіксування та нагро-

мадження даних, при цьому аналіз вхідної інформації виконується з допомогою адитивної моделі.

У низці досліджень використовують такі геоінформаційні технології, як GPS-навігація та зондування. Зокрема, в роботах з морської навігації та водного туризму геопозиціонування є невід'ємною складовою. Питання створення інформаційної технології інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод досліджено у роботі [35]. Дослідження зі створення засобів опрацювання та аналізу геоданих та візуалізації результатів моделювання стану водних ресурсів висвітлено у роботі [36]. Дослідження проводять на базі Вінницького національного технічного університету. Окрім робіт з водного туризму, тут також виконують розробки з побудови цифрових екологічних атласів басейнів річок (наприклад Південний Буг [37]).

Окрім цього, низка потужних програмних пакетів для моделювання містять засоби створення цифрових карт (наприклад MatLab) [38]. Зокрема в роботі [39] розглянуто механізм використання технології *Alge-time* для відстеження пересувань туристів з метою визначення рекреаційних потоків та детермінування типової туристичної поведінки.

Цікавим способом розв'язання задач просторового аналізу даних є поєднання функціональних можливостей геоінформаційних технологій з методами м'яких обчислень (*Soft Computing*). Наприклад, у роботі [40] ГІС використовуються в поєднанні з імітаційним моделюванням для оцінювання та прогнозування шкідливого впливу викидів СО в атмосферу автомобільним транспортом.

Вітчизняна наукова школа, що займається моделюванням та прогнозуванням впливу парникових газів з використанням інформаційних технологій, працює на базі Національного університету "Львівська політехніка" Основними напрямками досліджень тут є розроблення математичного та програмного забезпечення для спеціалізованих інформаційних систем обліку та аналізу емісії парникових газів різними промисловими та транспортними агентами на територіях різних рівнів урбанізації [41-45]. Дослідження проводять на основі геоінформаційних баз MapInfo [46].

Дослідження [47] містить аналіз методів поверхневої підгонки для масштабування цифрових географічних карт. Для прийняття рішень щодо придатності земель до використання та ведення на них певної діяльності також використовується поєднання геоінформаційних систем та математичного апарату нечіткої логіки. При створенні експертної системи оцінки придатності земель використано системи логічного виводу на основі нечіткої логіки, які оперують 17 вхідними характеристиками, а ГІС слугує для візуалізації результатів досліджень [48].

Створення та розвиток геоінформаційних систем для туризму є одним з перспективних напрямків наукових досліджень. Програмний продукт *iCity* дає змогу планувати та приймати рішення щодо урбанізації місцевості [49]. З його допомогою моделюються процеси розвитку об'єктів туристичної інфраструктури. *iCity* працює на базі системи ArcGIS 9. Створенню цифрових карт оптимального розміщення торговельних площ присвячено роботу [50]. Експертна система визначає оптимальне місце розташування торговельного закладу, опира-

ючись на критерій найменшої відстані від житлових кварталів, готелів та перетин їх з туристичними маршрутами тощо.

Загалом, можна зробити висновок про те, що для побудови будь-якої інформаційної технології просторового моделювання розвитку туристичної інфраструктури потрібно реалізувати поєднання сучасних геоінформаційних технологій з методами імітаційного моделювання.

Інформаційні технології моделювання просторового розвитку об'єктів урбаністичної інфраструктури. Моделювання розвитку урбаністичної інфраструктури потребує нагромадження та опрацювання великих масивів даних, що ускладнює побудову моделей, які зможуть працювати в оперативному режимі. Для вивчення просторового розвитку складних явищ і процесів використовують різні за структурою, формою подання та рівнем складності моделі. Урбанізація, як динамічний процес, зазвичай досліджується з використанням ентропійних та гравітаційних моделей, підходів, запозичених з динамічного моделювання та на основі формалізованих клітинних автоматів.

У статті [51] обґрунтовано доцільність та зручність використання клітинних автоматів для моделювання процесів урбанізації. Автори побудували сценарії розвитку міста Дублін на майбутній період в 30 років. Перевірено адекватність отриманих результатів з допомогою оцінювання фрактальної розмірності. У [52] моделювання процесів урбанізації клітинними автоматами запропоновано проводити з використанням потенціальної моделі, яка дає змогу будувати правила переходу клітинок з врахуванням факторів чисельності населення та обсягу інвестиційного капіталу. Процеси розвитку міської екосистеми досліджують з використанням імітаційного моделювання у [53]. У роботі показано, що фактори, які впливають на процеси урбанізації, не є фіксованими величинами, а перебувають під впливом один одного. Автори для опису чинників урбанізації використали модель логістичної регресії. Еволюція урбаністичних систем моделюється з використанням клітинних автоматів у роботі [54]. Клітинки в цьому випадку інтерпретуються як мешканці міста та необхідні для їх проживання ресурси. Процес взаємодії можна інтерпретувати аналогічно до класичної моделі "хижак-жертва".

Клітинні автомати застосовано для вивчення трафіку на дорогах. Просторову структуру дорожньої мережі двадцяти найбільших міст Німеччини досліджено в роботі [55]. Внаслідок дослідження виявлено, що розподіл автомобільних потоків підпорядковується певному статистичному закону, а основний трафік концентрується в кількох вузлах дороги.

Клітинні автомати використовують для прогнозування розвитку урбаністичної інфраструктури в середовищі програмного комплексу *iCity* [56], для досліджень процесів просторового розвитку м. Новий Орлеан (США) [57]. Створена модель дає змогу прогнозувати рівень урбанізації території з урахуванням можливих на цій території стихійних лих: повеней, ураганів, цунамі. У роботі [58] апарат клітинних автоматів використовують для імітаційного моделювання процесів просторового розвитку міст. Територію поділяють на два класи: урбанізовану та не урбанізовану. Урбанізацією вважається процес перетворення не урбанізованих земель в урбанізовані ландшафти. Цей процес вважається однос-

тороннім, адже дуже важко виконати зворотнє перетворення, наприклад, від забудови перейти до полів або лісів. Побудована модель враховує залежність процесів урбанізації від економічних умов та природи населення. Щільність населення розглядають як внутрішній фактор, що керує процесами урбанізації, а економічні умови як зовнішній фактор, що стимулює урбанізацію. У дослідженні [59] модель з використанням клітинних автоматів застосовано для прогнозування просторового росту житлових масивів у Південній Каліфорнії. Виконано прогнозування росту рівня урбанізації з 2000 по 2050 рр. Показано, що до 2050 р. урбанізація зростає від 11 % до 25 %, 36 % та 47 % за трьома різними сценаріями розвитку. У роботі [60] для прогнозування просторового розвитку міста Гуаньчжоу (Китай) застосовано нелінійні клітинні автомати, які для побудови правил переходу використовують процедури навчання методом опорних векторів.

Сценарії просторового розвитку м. Пекін (Китай) побудовано з допомогою поєднання клітинних автоматів з моделлю системної динаміки в роботі [61]. Внаслідок експериментів промодельовано розвиток міста в період з 1991 по 2004 рр. та побудовано сценарій розвитку міста на період з 2004 по 2020 рр. Просторовий розвиток м. Тампа-Бей (Канада) [62] досліджено з використанням методів динамічного моделювання на моделі клітинних автоматів. Динамічне моделювання територіального розміщення сміттєвих звалищ здійснено у роботі [63].

На ринку інформаційних технологій управління інфраструктурою Україна посідає вагоме місце. Провідним розробником є Державне науково-виробниче підприємство "Картографія". ДНВП "Картографія" співпрацює з компанією "Глобальні цифрові картографічні моделі", яка є розробником програмно-забезпечення, для роботи з цифровими картографічними даними та базами даних. Пакет програмних продуктів Geo Data technology розробила компанія "Глобальні цифрові картографічні моделі", як основу створення геоінформаційних систем для вирішення завдань муніципального управління, управління бізнес-інформацією довільного типу з точки зору її просторового місця розташування. Пакет програмних продуктів Geo Data technology відзначається високою функціональністю, надійністю та простотою використання, а також має ряд переваг (практично необмежена кількість робочих місць, робота безпосередньо з сервером баз даних, невисока вартість) порівняно з іншими аналогами та прототипами, які використовуються в світі. Однак варто зазначити, що у Geo Data technology відсутній інструментарій для роботи з об'єктами туристичної інфраструктури.

На ринку програмних засобів для моделювання просторового розвитку урбанізованих систем потрібно також відзначити такі програмні продукти як: UrbanSim, LEAM, MOLAND, SLEUTH.

Програмний засіб UrbanSim призначений для моделювання просторового розвитку процесів урбанізації [64]. Його призначенням є моделювання просторового розвитку урбанізованих регіонів, включаючи землекористування, транспорт, екологічний вплив протягом певного періоду часу. Визначаючи різноманітні обширні соціально-еколого-економічні вхідні дані та задані користу-

вачем ситуації та дії (наприклад, політика планування, екологічні обмеження), програма може сформувати реалістичні результати моделювання з різними сценаріями. Теоретичною основою моделей, що входять до складу UrbanSim, є ідеї, які базуються на концепціях споживчого попиту, процесах розвитку території, плануванні землекористування, землевпорядкування та екологічних обмежень [65, 66].

Модель оцінювання впливу і розвитку землекористування LEAM (The Land-Use Evolution and impact Assessment Model), що розроблена в університеті Іллінойсу (США), дає змогу описати зміни у землекористуванні через зміну ландшафту, що є результатом просторової і динамічної взаємодії між екологічними, соціальними та економічними системами регіону [67-69].

Ще одним засобом моделювання процесів урбанізації є комплекс MO-LAND [70-73]. Цей інструмент просторового планування можна використати для оцінювання, моніторингу та моделювання розвитку міського та регіонального середовища [74]. Конструктивно система складається з двох підмоделей, що працюють на різних рівнях. На макрорівні вхідними даними є кількість населення та економічна діяльність (кількість робочих місць) у регіоні. Ці дані розподіляються між областями, що включені в територію моделювання. На мікрорівні це забезпечення населення та економічна діяльність трансформується в ряд видів землекористування, наприклад, розрахунок кількості населення буде проводитися в межах житлових типів землекористування, а прогнозування господарської діяльності – в межах комерційних, промислових і обслуговуючих видів землекористування. Мікро-модель заснована на апараті клітинних автоматів [75].

Модель приросту урбанізації The Urban Growth Model (UGM) є програмою мовою C, що функціонує під операційною системою UNIX [76-79]. Програма моделює динаміку міського зростання за рахунок застосування чотирьох правил росту: спонтанний новий ріст (для моделювання випадкової урбанізації території), поширення нових центрів росту, ріст на околицях території та вплив доріг. Успішне застосування моделі вимагає використання історичних карт принаймні за чотири часових періоди, історичної транспортної мережі щонайменше за два часових періоди і дані про обмеження росту [80].

Усі перераховані вище технології використовують для моделювання просторового розвитку та процесів урбанізації на місцевому рівні: міста та великі території.

Висновки. Результати аналізу інформаційних технологій, які використовують для підтримки прийняття рішень у туризмі, свідчать, що більшість з них зосереджена на моделюванні та оптимізації роботи існуючих туристично-рекреаційних систем. Відкритим залишається питання розроблення інформаційних технологій моделювання процесів зародження та розвитку нових туристично-рекреаційних систем.

У дослідницьких і прикладних задачах прогнозування розвитку туристичної інфраструктури потрібно приймати рішення щодо взаємного положення об'єктів у просторі, прокладання маршрутів, визначення їх довжини та складності, вибору оптимального маршруту тощо. Усі сучасні засоби аналізу терито-

ріального розміщення об'єктів базуються на використанні геоінформаційних технологій. Для розв'язання задач підтримки прийняття рішень та прогнозування у складних соціально-економічних системах, зокрема в галузі туризму, ефективним способом є аплікація геоінформаційних технологій до моделей, інформаційних та експертних систем. Геоінформаційні системи можна використовувати для моделювання просторового розвитку туристичної інфраструктури як джерела вхідної інформації або картографування під час візуалізації отриманих результатів. У першому випадку геоінформаційні системи застосовують як базу картографічних даних. Тобто реалізуються алгоритми експорту геоданих в табличній формі до програмного комплексу, який виконує відповідні обчислення. У другому випадку будуються тематичні цифрові карти. Спочатку виконується обчислення та аналіз деякого показника, а потім формується його просторове подання у вигляді карти. Отримані тематичні карти можна використовувати окремо або ж як додаткові шари стандартних цифрових карт у геоінформаційних системах.

Для вивчення просторового розвитку туристичної інфраструктури використовують різні за структурою, формою подання та рівнем складності моделі процесів урбанізації. Урбанізацію, як динамічний процес, зазвичай досліджують з використанням ентропійних та гравітаційних моделей, підходів, запозичених з динамічного моделювання та на основі формалізованих клітинних автоматів. Проаналізовані моделі не дають змоги моделювати просторовий розвиток об'єктів інфраструктури на регіональному рівні. Актуальною є потреба в інформаційних технологіях моделювання просторового розвитку об'єктів туристичної інфраструктури на регіональному рівні.

Актуальною є потреба у розробленні інформаційної технології, яка дасть змогу аналізувати просторовий розподіл рекреаційних ресурсів регіону та сприяти прийняттю науково обґрунтованих рішень щодо інвестування в туристичну інфраструктуру регіону.

Література

1. Школа І.М. Менеджмент туристичної індустрії : навч. посібн. / І.М. Школа, Т.М. Ореховська, І.Д. Козьменко та ін.; за ред. проф. І.М. Школи. – Чернівці : Вид-во "Книги – XXI", 2005. – 596 с.
2. Фоменко Н.В. Рекреаційні ресурси та курортологія / Н.В. Фоменко. – К. : Вид-во "Центр навч. літ-ри", 2007. – 312 с.
3. Мельниченко С.В. Інформаційні технології в туризмі: теорія, методологія, практика : монографія / С.В. Мельниченко. – К. : Вид-во КНТЕУ, 2007. – 493 с.
4. Квартальнов В.А. Стратегический менеджмент в туризме: современный опыт управления / В.А. Квартальнов. – М. : Изд-во "Финансы и статистика", 1999. – 491 с.
5. Руденко В.П. Географія природно-ресурсного потенціалу України : підручник / В.П. Руденко. – У 3-х ч. – К. : Вид. дім "К.-М. Академія"; Чернівці : Вид-во "Зелена Буковина", 1999. – 568 с.
6. Стратегія розвитку туризму в Чернівецькій області. – Чернівці : Асоціація "Туристична Буковина", 2011. – 114 с.
7. Рутковская Д. Нечеткие сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : пер. с польск. И.Д. Рудинского / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М. : Изд-во "Горячая линия – Телеком", 2006. – 452 с.
8. Круглов В.В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М. : Изд-во "Физматлит", 2001. – 221 с.

9. Иманов К.Д. Нечеткая модель определения метаэкономического уровня / К.Д. Иманов, Р.Р. Рзаев // Системні дослідження та інформаційні технології : зб. наук. праць. – 2006. – № 4. – С. 32-35.
10. Петренко В.Р. Нечітка модель аналізу ефективності бізнес-процесів підприємства / В.Р. Петренко, С.В. Кашуба // Складні системи і процеси : зб. наук. праць. – 2006. – № 2. – С. 18-26.
11. Shengquan Ma. Fuzzy model of regional economic competitiveness in GIS spatial analysis: Case study of Gansu, Western China / Shengquan Ma, Jing Feng, Huhua Cao // Fuzzy Optim Decis Making. – 2006. – № 5. – Pp. 99-111.
12. 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. – Vol. 4. – Pp. 39-41.
13. 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. – Pp. 275-286.
14. Cathy H.C. Hsu. Image assessment for a destination with limited comparative advantages / Cathy H.C. Hsu, Kara Wolfe, Soo K. Kang // Tourism Management. – 2004. – № 25. – Pp. 121-126.
15. 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. – Vol. 8. – Pp. 36-48.
16. Wen-Bao Lin. An empirical of service quality model from the viewpoint of management / Wen-Bao Lin // Expert Systems with Applications. – 2007. – № 32. – Pp. 364-375.
17. Wen-Bao Lin. The exploration of customer satisfaction model from a comprehensive perspective / Wen-Bao Lin // Expert Systems with Applications. – 2007. – № 33. – Pp. 110-121.
18. Chao-Hung Wang. Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid grey theory / Chao-Hung Wang. // Tourism Management. – 2004. – № 25. – Pp. 367-374.
19. Xinhao Wang. Integrating GIS, simulation models and visualization in traffic impact analysis // Computers, Environment and Urban Systems. – 2005. – № 29. – Pp. 471-496.
20. Вилчок Я. Расчет рекреационной привлекательности территорий с использованием нечеткой логики / Я. Вилчок, О. Артеменко // Aktualne problemy rozwoju turystyki w krajach Europy srodkowo-wschodniej. Gospodarka Regionalna i Turystyka : IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa / Wyższa Szkoła Ekonomii, Turystyki i Nauk Społecznych w Kielcach. – Kielce, 2008. – С. 227-234.
21. Руденко Л.Г. Концепция геоинформационной системы многоцелевого использования и ее поэтапная реализация на Украине / Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк // Геоинформационные и геоэкологические исследования в странах СНГ. – М. : Изд-во "ГеоС", 1999. – С. 9-30.
22. Журкин И.Г. Геоинформационные системы / И.Г. Журкин, С.В. Шайтура. – М. : Изд-во КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
23. Yong Liu. An integrated GIS-based analysis system for land-use management of lake areas in urban fringe / Yong Liu, Xiaojian Lv, Xiaosheng Qin, Huaicheng Guo, Yajuan Yu, Jinfeng Wang, Guozhu Mao // Landscape and urban planning. – 2007. – № 82. – Pp. 233-246.
24. Soheil Boroushaki. Using the fuzzy majority approach for GIS-based multicriteria group decision making / Soheil Boroushaki, Jacek Malczewski // Computers and Geosciences. – 2010. – № 36. – Pp. 302-312.
25. Marcus Gustavsson. Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map. With an example from Liden, central Sweden / Marcus Gustavsson, Arie C. Seijmonsbergen, Else Kolstrup // Geomorphology. – 2008. – № 95. – Pp. 335-349.
26. Monia Santini. A multi-component GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index / Monia Santini, Gabriele Caccamo, Alberto Laurenti, Sergio Noce, Riccardo Valentini // Applied Geography. – 2010. – № 30. – Pp. 394-415.
27. WANG Xing-feng. Extracting mining subsidence land from remote sensing images based on domain knowledge / WANG Xing-feng, WANG Yun-jia, HUANG Tai // JOURNAL OF CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY. – 2008. – № 18. – Pp. 168-171.
28. Christoph Siart. Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete / Christoph Siart, Olaf Bubenzer, Bernhard Eitel // Geomorphology. – 2009. – № 112. – Pp. 106-121.
29. Al-Sabhan W. A real-time hydrological model for flood prediction using GIS and the WWW. / W. Al-Sabhan, M. Mulligan, G.A. Blackburn // Computers, Environment and Urban Systems. – 2003. – № 27. – Pp. 9-32.

30. Dixon B. Applicability of neuro-fuzzy techniques in predicting ground-water vulnerability: a GIS-based sensitivity analysis / B. Dixon // *Journal of Hydrology*. – 2005. – № 309. – Pp. 17-38.
31. Jacek Malczewski. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: Gis-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. – 2006. – № 8. – Pp. 270-277.
32. Richard S.J. Tol The impact of a carbon tax on international tourism / Richard S.J. Tol // *Transportation Research Part D*. – 2007. – № 12. – Pp. 129-142.
33. Xiong Ying. Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality – A case study of Hunan Province, China / Xiong Ying, Zeng Guang-Ming, Chen Gui-Qiu, Tang Lin, Wang Ke-Lin, Huang Dao-You // *Ecological modelling*. – 2007. – № 209. – Pp. 97-109.
34. Addoa K. Appeaning Detection, measurement and prediction of shoreline recession in Accra, Ghana / Addoa K. Appeaning, Walkden M., Millsa J.P. // *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*. – 2008. – № 63. – Pp. 543-558.
35. Мокін В.Б. Новий метод синтезу геоінформаційних моделей природних систем за математичними моделями процесів у них / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський // *Вісник Вінницького політехнічного ін-ту : зб. наук. праць*. – 2007. – № 4. – С. 40-47.
36. Мокін В.Б. Автоматизація візуалізації результатів моделювання природних процесів у геоінформаційних системах / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський // *Вісник Вінницького політехнічного ін-ту : зб. наук. праць*. – 2008. – № 6. – С. 51-54.
37. Мокін В.Б. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми : монографія / В.Б. Мокін та ін.; під ред. В.Б. Мокіна; Вінниц. нац. техн. ун-т. – Вінниця : Вид-во УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 309 с.
38. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. / А.Н. Мелихов, Л.С. Берштейн, С.Я. Коровин. – М. : Изд-во "Наука". Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.
39. O'Connor A. Geo-temporal tracking and analysis of tourist movement / A. O'Connor, A. Zenger, B. Itami // *Mathematics and Computers in Simulation*. – 2005. – № 69. – Pp. 135-150.
40. Xinhao Wang. Integrating GIS, simulation models and visualization in traffic impact analysis / Xinhao Wang // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2005. – № 29. – Pp. 471-496.
41. Striamets O. Geogistributed analysis of forest phytomass: Subcarpathian voivodeship as a case study / O. Striamets, B. Lyubinsky, N. Charcovska, S. Stryamets, R Bun // *Econtechmod*. – 2014. – Vol. 3, № 1. – Pp. 95-105.
42. Любінський Б.Б. Архітектура спеціалізованих програмних модулів для географічного аналізу об'єктів при інвентаризації парникових газів / Б.Б. Любінський, Р.А. Бунь // *Штучний інтелект : зб. наук. праць*. – Донецьк. – 2011. – № 4. – С. 303-309.
43. Любінський Б.Б. Архітектура спеціалізованого програмного модуля ГИС: побудова карт векторного формату / Б.Б. Любінський, І.О. Пеняк // *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. – Сер.: Інформаційні системи та мережі. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2014. – № 783. – С. 154-161.
44. Любінський Б.Б. Спеціалізоване програмне забезпечення для географічного аналізу та інвентаризації парникових газів / Б.Б. Любінський, Р.А. Бунь // *Моделювання та інформаційні технології : зб. наук. праць*. – К., 2011. – № 59. – С. 129-135.
45. Bun R. Information technology for spatial inventory of greenhouse gases on regional level / R. Bun, Kh. Hamal, M. Gusti, O. Savchyn // *Internet in the Information Society: Application of the Information Technologies*. – Dąbrowa Górnicza, Poland : WSB, 2007. – Pp. 154-163.
46. Hamal Kh. GIS based models for greenhouse gas spatial inventory on regional scale : An energy sector / Kh. Hamal, R. Bun // *The 6th European Conference on Ecological Modelling*. – Trieste, Italy, 2007. – Pp. 206-207.
47. Lee F. Hybrid transformation for indexing and searching web documents in the cartographic paradigm / Lee F., Bressan S., Chin Beng Oii // *Information Systems*. – 2001. – Vol. 26, № 2. – Pp. 75-92.
48. Kalogirou S. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation / S. Kalogirou // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2002. – № 26. – Pp. 89-112.
49. Stevens D. iCity: A GISeCA modelling tool for urban planning and decision making / D. Stevens, S. Dragicevic, K. Rothley // *Environmental Modelling & Software*. – 2007. – № 22. – Pp. 761-773.
50. Eddie W.L. Cheng A GIS approach to shopping mall location selection / Eddie W.L. Cheng, Heng Li, Ling Yu // *Building and Environment*. – 2007. – № 42. – Pp. 884-892.

51. Barredo J.I. Modelling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata / Jose I. Barredo, Marjo Kasanko, Niall McCormick, Carlo Lavalle // *Landscape and Urban Planning*. – 2003. – Vol. 64. – Pp. 145-160.
52. He C. Modelling dynamic urban expansion processes incorporating a potential model with cellular automata / He Chunyang, Okadac Norio, Zhang Qiaofeng, Shi Peijun, Li Jinggang // *Landscape and Urban Planning*. – 2008. – Vol. 86. – Pp. 79-91.
53. Fang S. The impact of interactions in spatial simulation of the dynamics of urban sprawl / Shoufan Fang, George Z. Gertner, Zhanli Sun, Alan A. Anderson // *Landscape and Urban Planning*. – 2005. – Vol. 73. – Pp. 294-306.
54. Puliafito J.L. A transport model for the evolution of urban systems / Jose' Luis Puliafito // *Applied Mathematical Modelling*. – 2007. – Vol. 31. – Pp. 2391-2411.
55. La.mmer S. Scaling laws in the spatial structure of urban road networks / Stefan La.mmer, Bjo. rn Gehlsen, Dirk Helbing // *Physica A*. – 2006. – Vol. 363. – Pp. 89-95.
56. Stevens D. iCity: A GISeCA modelling tool for urban planning and decision making / D. Stevens, S. Dragicevic, K. Rothley // *Environmental Modelling & Software*. – 2007. – № 22. – Pp. 761-773.
57. Werner B.T. Dynamics of coupled human-landscape systems / Werner B.T., McNamara D.E. // *Geomorphology*. – 2007. – № 91. – Pp. 393-407.
58. Li L. Simulating spatial urban expansion based on a physical process / Lin Li, Yohei Sato, Haihong Zhu // *Landscape and Urban Planning*. – 2003. – Vol. 64. – Pp. 67-76.
59. Alexandra D. Syphard Using a cellular automaton model to forecast the effects of urban growth on habitat pattern in southern California / Alexandra D. Syphard, Keith C. Clarke, Janet Franklin // *Ecological Complexity*. – 2005. – Vol. 2. – Pp. 185-203.
60. Xiaoping Liu. Simulating complex urban development using kernel-based non-linear cellular automata / Xiaoping Liu, Xia Li, Xun Shi, Shaokun Wu, Tao Liu // *Ecological modelling*. – 2008. – Vol. 211. – Pp. 169-181.
61. He C. Modelling urban expansion scenarios by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China / Chunyang He, Norio Okada, Qiaofeng Zhang, Peijun Shi, Jingshui Zhang // *Applied Geography*. – 2006. – Vol. 26. – Pp. 323-345.
62. Xian G. Dynamic modelling of Tampa Bay urban development using parallel computing / George Xian, Mike Crane, Dan Steinwand // *Computers & Geosciences*. – 2005. – Vol. 31. – Pp. 920-928.
63. Leao S. Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modelling in a GIS environment / Simone Leao, Ian Bishop, David Evans // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2001. – Vol. 33. – Pp. 289-313.
64. Waddell P. UrbanSim: Modelling urban development for land use, transportation and environmental planning / P. Waddell // *Journal of the American Planning Association*. – 2002. – № 68(3). – Pp. 297-314.
65. Waddell P. Integrated land use and transportation planning and modelling: addressing challenges in research and practice / P. Waddell // *Transport reviews*. – 2011. – № 31(2). – Pp. 209-229.
66. Hensher D.A. Handbook of transport geography and spatial systems / D.A. Hensher. – New York : Emerald Group Publishing, 2004. – 672 p.
67. Sevcikova H. Agile Modelling for Urban and Environmental Systems: The Open Platform For Urban Simulation / H. Sevcikova, L. Wang, P. Waddell, A. Borning // *Submitted to Environmental Modelling and Software*. – 2011. – № 31. – P. 38.
68. Ševčíková H. Uncertain benefits: application of Bayesian melding to the Alaskan Way viaduct in Seattle / H. Ševčíková, A. Raftery, P. Waddell // *Transportation Research Part A*. – 2011. – № 45. – Pp. 540-553.
69. Ruth M. Smart growth and climate change: regional development, infrastructure and adaption / M. Ruth // *Edward Elgar Publishing*. – 2006. – № 6. – Pp. 403.
70. Deal B. A dynamic model of the spatial spread of an infectious disease: the case of fox rabies in Illinois / B. Deal, C. Farello, M. Lancaster, T. Kompare, B. Hannon // *Environmental modelling and assessment*. – 2000. – № 5(1). – Pp. 47-62.
71. Deal B. Ecological urban dynamics: the convergence spatial modelling and sustainability / B. Deal // *The journal of building research and information*. – 2001. – № 29. – Pp. 381-393.
72. Engelen G. The Moland modelling framework for urban and regional land-use dynamics / G. Engelen, C. Lavalle, J.I. Barredo, van der M. Meulen, R. White // *The GeoJournal Library*. – 2007. – № 90(5). – Pp. 297-320.

73. Shahumyan H. Urban development scenarios and probability mapping for greater Dublin region: The MOLAND model applications / H. Shahumyan, R. White, L. Petrov, B. Williams, S. Convery, M. Brennan // Computational science and its applications. – 2011. – № 6782. – Pp. 119-134.

74. Van de Voorde T. Improving the calibration of the MOLAND urban growth model with land-use information derived from a time-series of medium resolution remote sensing data / Van de Voorde T., van der Kwast J., Uljee I., Engelen G., Canters F. // Computational science and its applications. – 2010. – № 6016. – Pp. 89-104.

75. Walsh C. The MOLAND model: utility and limitations for spatial planning practice and research / C. Walsh, B.O. Twumasi // Urban Institute Ireland Working Paper Series. – 2008. – № 8(2). – Pp. 1-5.

76. Twumasi B. Recommendations for Further Improvement to the MOLAND Model / B. Twumasi // Urban Institute Ireland Working Paper Series. – 2008. – № 1. – Pp. 1-7.

77. Dietzel C. Toward Optimal Calibration of the SLEUTH Land Use Change Model / C. Dietzel, K.C. Clarke // Transactions in GIS. – 2007. – № 11(1). – Pp. 29-45.

78. Silva E.A. Complexity, Emergence and Cellular Urban Models: Lessons Learned from Applying SLEUTH to two Portuguese Cities / E.A. Silva, K. Clarke // European Planning Studies. – 2005. – № 13 (1). – Pp. 93-115.

79. Jantz C.A. Designing and implementing a regional urban modelling system using the SLEUTH cellular urban model / C.A. Jantz, S.J. Goetz, D. Donato, P. Claggett // Computers, Environment and Urban Systems. – 2010. – № 34. – Pp. 1-16.

80. Fisher P. Classics from IJGIS: twenty years of the international journal of geographical information systems and science / P. Fisher. – New York : Taylor and Francis, CRC., 2006. – 572 p.

Пасичник В.В., Артеменко О.И. Информационные технологии моделирования пространственного развития туристической инфраструктуры

Проведен анализ исследований и разработок в области информационных технологий для отрасли туризма и моделирования процессов развития урбанистической инфраструктуры. Сформирована классификация информационных технологий для различных звеньев туристической отрасли. Обоснована целесообразность сочетания интеллектуальных технологий анализа данных с функциональными возможностями геоинформационных систем для решения задач поддержки принятия решений и прогнозирования развития туристической инфраструктуры региона. Показана актуальность потребности в разработке информационной технологии, которая позволит анализировать пространственное распределение рекреационных ресурсов региона и будет способствовать принятию научно обоснованных решений по инвестированию в туристическую инфраструктуру региона.

Ключевые слова: туризм, информационные технологии, туристическая инфраструктура, моделирование пространственного развития объектов, урбанизация.

Pasichnyk V.V., Artemenko O.I. Information Technologies for Simulation of Spatial Development of Tourism Infrastructure

The analysis of researches and software developments in information technologies for tourism and processes of modelling development of urban infrastructure was made. The classification of information technologies to various parts of the tourism industry was formed. Expediency of combination of intelligent data mining technologies with functionality of GIS was proved to solve problems of decision support and forecasting of tourism infrastructure development in the region. Relevance of the need to develop an information technology, that will help analyze the spatial distribution of recreational resources of the region and promote the scientifically based decisions about investment in tourism infrastructure in the region, was proved.

Keywords: tourism, information technologies, tourism infrastructure, spatial modeling, urbanization.

УДК 674.05.053:621.93

Доц. М.І. Пилипчук, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТОЧНОСТІ ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

На основі аналізу відомих методик встановлено ефективність застосування статистично-аналітичного методу та математичного моделювання для дослідження динаміки технологічної точності деревообробних верстатів упродовж визначеного періоду їх роботи. Вдосконалено методику математичного моделювання динаміки технологічної точності верстатів шляхом створення прикладної програми на ЕОМ, яка забезпечує опрацювання статистичних даних експериментальних досліджень і встановлення регресійної залежності динаміки технологічної точності верстата у вигляді полінома n -го степеня, а також побудову графічних залежностей.

Ключові слова: точність, оброблення, верстат, динаміка, програма.

Актуальність теми дослідження. Необхідність розвитку методології досліджень технологічної точності деревообробних верстатів зумовлена вимогами новітніх технологій деревообробного виробництва та покращення умов експлуатації деревообробних верстатів [1]. Зокрема, стрімкий розвиток виробництва столярно-будівельних виробів, передусім, ставить завдання щодо підвищення якості виробів до рівня євростандартів. Якість готових виробів залежить від якості оброблення окремих заготовок у процесі пиляння, фрезювання, шліфування та інших видів різання деревини.

Одним з найважливіших показників якості оброблення у процесі різання є точність розмірів і форми виготовлених деталей [2, 3]. Джерелом похибок оброблення заготовок на деревообробному верстаті є динамічна система верстат-інструмент-заготовка (ВІЗ), яка містить багато чинників, що мають як постійний, так і змінний або випадковий характер впливу на точність оброблення.

Найбільш складним і постійним джерелом похибок оброблення є верстат, період експлуатації якого становить десятки років. Основним показником працездатності деревообробного верстата є технологічна точність, яка в процесі експлуатації верстата знижується порівняно з початковою. Часткове відновлення стану точності верстата здійснюється шляхом періодичного загострювання різального інструмента та налагодження і ремонту самого верстата.

Необхідність прийняття конкретних практичних рішень з підвищення або відновлення технологічної точності деревообробного верстата вимагає сучасного науково-теоретичного обґрунтування. Тому вважаємо актуальним виконання подальших досліджень динаміки технологічної точності деревообробних верстатів на основі сучасних наукових методів і комп'ютерних технологій.

Аналіз відомих методик. Основоположником методологічних основ дослідження технологічної точності процесів різання деревини вважають проф. Ф.М. Манжоса [2]. Він застосував в основному статистично-імовірнісний метод, який дає змогу визначити наявність похибки та її величину. Але всі дослідження виконано у статті відносно системи ВІЗ, тому отримані результати не враховують динамічних змін показників точності оброблення.

Подальший розвиток методології дослідження точності механічного оброблення деревини здійснили провідні російські вчені В.В. Амаліцький та