

О.Є. Поморцева, М.Д. Герасименко

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків

## РОЗРОБКА ТУРИСТИЧНОГО МАРШРУТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті описані проблеми, пов'язані зі станом туристичних послуг в Україні, а саме в місті Харкові. Річ у тому, що цей сегмент ринку послуг не досить розвинений. І саме тому частка внеску від туристичного бізнесу у валовий внутрішній продукт досить мала. Однією з перешкод ефективному розвитку туристичної галузі протягом останніх років є слабка туристична інфраструктура. Впровадження геоінформаційних технологій у цю сферу надасть можливість створити геоінформаційну модель регіону для використання у туристичному бізнесі і дозволить задовольнити вимоги споживача. А створення додатків, які дозволяють туристичній сфері створювати оптимальні з його точки зору маршрути, призведе до покращення туристичної сфери.

**Ключові слова:** туризм, туристична інфраструктура, туристичні послуги, середовище об'єктів туристичної інфраструктури.

### Вступ

Туризм – це дуже великий сектор економіки держави. Усі розвинуті країни вже давно зацікавлені у його розвитку. У світовій економіці туризм вийшов на лідируючі позиції, конкуруючи тільки із добуванням нафти. Також сучасна індустрія туризму – це міжгалузевий комплекс, який здатний принести в бюджет країни досить істотний дохід.

На сьогоднішній день туристичний бізнес є динамічною та дохідною галуззю з високим рівнем розвитку. Україна має в наявності колосальний природний та культурно-історичний потенціал для поширення різних видів туризму. Однак у нашій державі ця галузь є недостатньо розвинутою, але набуває зростаючого попиту.

Розвиток туризму в Україні має займати одне з головних місць у всій системі державного управління, через те що прибуток цієї області надає можливість включити її у перелік пріоритетних напрямків економічного та соціального розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвиток туризму грає дуже важливу роль у вирішенні соціальних, економічних та культурних проблем у суспільстві. У великій кількості країн світу саме через приділення великої уваги туризму виникають нові робочі місця, відбувається підтримка гідного рівня життя населення, створюються позитивні передумови для покращення платіжного балансу країни. В Україні є у наявності всі передумови для інтенсивного розвитку туристичної сфери. Дуже привабливе географічне розташування, сприятливий клімат, різноманітність рельєфності, унікальне поєднання природно-рекреаційних ресурсів, культурно-історичної спадщини, розгалуження санаторно-курортної бази – спираючись на всі ці фактори не-

озброєним оком можна побачити конкурентні переваги України в пропозиції туристичного продукту [1]. Туристичний потенціал України на даний час розкрито не на всі сто відсотків, про що свідчить 1,95–2,2 % частка туристичної галузі в структурі ВВП країни. На превеликий жаль, упродовж останніх років загальна частка туристичної галузі в структурі ВВП країни залишається досить низькою (рис. 1), що свідчить про недостатній рівень використання туристичного потенціалу [2].

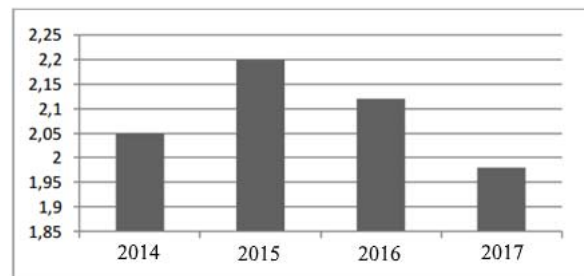


Рис. 1. Частка прямих надходжень від туристичної сфери до ВВП України

Також однією із найбільших перешкод ефективного розвитку туристичної галузі в Україні протягом останніх років залишається слабка туристична інфраструктура. Так, число туристів, обслугованих суб'єктами туристичної діяльності України, дуже мале порівняно з масштабами в'їзного та виїзного туризму. Це пояснюється, у тому числі, недостатньою кількістю новітніх технологій, які можуть використовуватися у туристичному бізнесі.

Існуючі геоінформаційні системи (ГІС), які зараз використовуються в туризмі, одночасно з можливостями з введення і виведення даних мають засоби, призначені для виконання загальних функцій

просторового аналізу і виконання специфічних завдань користувача. Тобто, туристична ГІС – це програмно-апаратний комплекс, призначений для збору, аналізу і відображення просторово-розподіленої інформації про ресторанно-готельні комплекси на шляху туристичного трансферу, пам'ятки архітектури та інші туристичні об'єкти.

Основна проблема сучасних картографічних технологій у роботі туристичної ГІС – пошук відповідно до запиту користувача зв'язку між інформацією, що зберігається в базі даних (у вигляді вхідних туристичних карт з атрибутивною інформацією про об'єкти), і вихідними даними, що містять відповіді у вигляді побажань конкретного туриста. Тобто рішення турист отримує не з ГІС, а через осмислення образу, породженого картографічним зображенням. Це доволі незручно для пересічного туриста. Ця незручність виникає з причини складності туристичних карт, схем і планів, котрі відображають реальні об'єкти геопростору.

Найпростішою формою просторових запитів у існуючих туристичних ГІС є отримання характеристик туристичного об'єкта, вказавши на нього курсором на екрані. І зворотна операція – відтворення туристичних об'єктів із заданими значеннями атрибутів. Це майже всі функції найпоширеніших туристичних ГІС. Деякі з них дозволяють ще виконувати прокладання маршруту від місця знаходження користувача до необхідної точки на карті (точки інтересу, так звані POI – points of interest) [3]. Тобто сучасні туристичні ГІС поєднують в собі тільки функції спеціалізованого Інтернет-довідника з навігацією. Використання такої системи дає змогу отримувати найбільш об'єктивну інформацію та набагато точніше орієнтуватися на місцевості. Функції аналізу та розробки маршруту через декілька точок інтересу у сучасних туристичних ГІС відсутні. Якщо модулі, здатні вирішувати такі завдання, існують, то не в складі туристичних ГІС.

Тенденції у туристичній галузі, особливо у іноземних туристів, показують зростання популярності оренди автомобілів, що надає більшої мобільності і дозволяє відвідати більшу кількість запланованих місць за менший проміжок часу. Тобто інтеграція подібних можливостей у туристичну ГІС нададуть сучасному туристові мобільності, дозволять почуватися у безпеці та будуть заохочувати до відвідання країни чи окремого міста [4].

Засоби навігації на даний час є однією з складових туризму, особливо індивідуального. Для того щоб знайти необхідне місце, сучасний турист буде використовувати смартфон або інший сучасний гаджет. Існуючі сучасні навігаційні програми дозволяють визначити місце поточного перебування, знайти довідкову інформацію про цікаві місця і пам'ятки, які розташовані поруч – об'єкти інфраструк-

тури, природні об'єкти і важливі точки на дорогах, координати і інформація про які нанесені на карту. Майже всі виробники навігаційного програмного забезпечення включають POI у свої навігатори з можливістю додавання своїх точок користувачами. Але можливість прокладання оптимального маршруту в залежності від засобу пересування між усіма необхідними користувачеві POI, навігатори та інші Інтернет-ресурси не надають. Розробити маршрут самостійно для мешканця іншого міста а інколи навіть іншої країни досить складне завдання, особливо в умовах лімітованого часу.

**Мета статті** – розробка програмного забезпечення, яке дасть можливість туристові прокласти оптимальний маршрут у незнайомому місті, вибрати тип пересування, надавати довідкову інформацію щодо часу в дорозі та показувати маршрут на існуючій карті міста.

## Виклад основного матеріалу

### Використання геоінформаційних технологій у туризмі

Сформований в останнє десятиріччя стихійний український ринок туристичних послуг, в цілому, при відсутності координуючого початку знаходиться в кризовому стані, і українські об'єкти, незважаючи на величезний рекреаційний потенціал країни, до сих пір не включені в постійний міжнародний туристський ланцюг. Одна з причин подібного протиріччя полягає у відсутності надійної та достовірної інформації про стан ринку і звичного для західного клієнта сервісу, що базується на тих можливостях, які забезпечуються сучасними засобами зв'язку.

Українські туристичні фірми і органи з управління туризмом, що вступають на міжнародний ринок, стикаються в своїй діяльності з проблемами освоєння нових геоінформаційних технологій, які є необхідною умовою міжнародної інтеграції і сучасної концепції туристичного бізнесу як інформаційно-насиченої сфери. Планування розвитку туризму в регіонах України не може відбуватися за відсутності статистики та інформації про основні туристичні ресурси. У зв'язку з цим, в даний час аналіз існуючих геоінформаційних систем в туризмі, вивчення основних областей застосування геоінформаційних технологій і розробка рекомендацій для туристичних організацій є особливо актуальною [5].

На даний час ГІС-технології (геоінформаційні технології) все більш знаходять застосування у туристичній сфері, проектуванні та експлуатації туристичних ресурсів і об'єктів туристичної інфраструктури.

ГІС можуть надати велику допомогу туристичній фірмі, якщо буде створена ГІС карта з нанесеними на неї курортами, з якими контактує фірма, планами їх територій, інформацією про якість об-

слуговування, фотографічними матеріалами готелів та номерів, пляжів, назв закладів харчування та їх характеристиками (рис. 2). Все це створює великі переваги перед іншими продавцями подібного туристичного продукту.

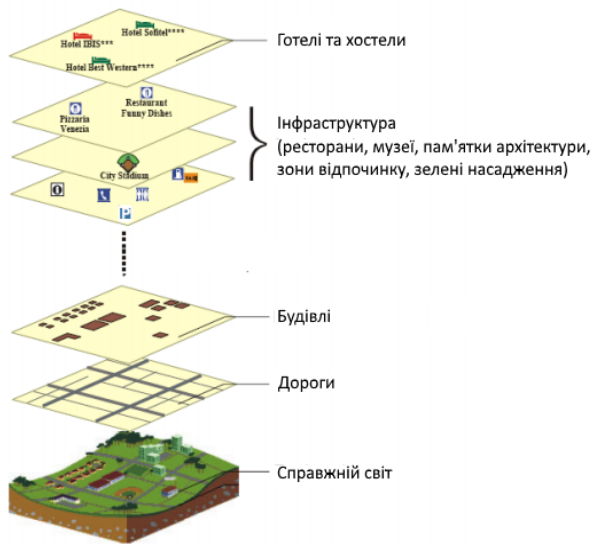


Рис. 2. Вигляд системи об'єктів туристичної інфраструктури у геоінформаційному середовищі

В даний час геоінформаційні технології поступово завойовують український ринок. На основі карт земельного кадастру з'являється можливість будувати інші, предметно орієнтовані карти, доповнювати їх відповідною атрибутивною інформацією. Для створення туристично-орієнтованих ГІС потрібно об'єднати зусилля усіх зацікавлених сторін з метою створення ГІС додатків, які б містили у собі інформаційний контент баз даних та постійно підтримувались задля актуальності і відповідності наявної інформації.

Інновації в індустрії туризму мають бути направлені на формування нового туристичного продукту, а також на застосування нових методів управління та активне використання сучасних геоінформаційних технологій. Це надасть змогу значно зменшити ціни на туристичні продукти, що в свою чергу, збільшить конкурентоспроможність туроператорів на національному та міжнародних ринках.

### Використання точок інтересу у геоінформаційних технологіях

Розвиток засобів навігації в останнє десятиліття відбувається дуже стрімкими темпами. Для того, щоб знайти необхідне місце, раніше використовувалися паперові карти і компас. Ці засоби навігації все активніше інтегруються в смартфони та інші сучасні гаджети.

Перевага сучасних навігаційних програм полягає в тому, що можна не тільки визначити своє місце поточного перебування, але і відразу знайти довід-

кову інформацію про цікаві місця і пам'ятки, які розташовуються поруч. У багатьох сучасних електронних картографічних продуктах вони відзначені як POI, так звані "точки інтересу" – це об'єкти інфраструктури, пам'ятки, природні об'єкти і важливі місця на дорогах, координати і інформація про які нанесені на карту. В той же час, POI можна використовувати як повноцінний довідник організації міста, що містить їх адреси, телефони, час роботи, сайти та електронну пошту. Більшість точок має прив'язку до адреси, і при редагуванні шару адрес розташування POI динамічно оновлюється. Це один з найбільш затребуваних продуктів на ринку навігації, і майже всі виробники програмного забезпечення включають POI у свої навігатори з можливістю додавання точок користувачами самостійно [6].

До точок POI відносяться: учбові заклади, спортивні об'єкти, кінотеатри, музеї, супермаркети, лікарні та аптеки. Також до точок POI відносять різні об'єкти інфраструктури, у тому числі різноманітні елементи транспортної системи: станції метро, зупинки громадського транспорту, вокзали, аеропорти та інші транспортні вузли. У навігаційних додатках, як правило, можна здійснювати пошук як за адресою, так і за назвою об'єкта (необхідно ввести в рядок пошуку відповідний запит). Також можна вибрати режим відображення всіх POI, розташованих поблизу. Для зручності використання всі точки інтересу, як правило, розбиті на групи. Вибравши необхідну категорію, можна відобразити на карті всі POI даного типу, отримати детальну інформацію про дані об'єкти (телефон, час роботи, точну адресу і т.д.) і прокласти зручний і короткий маршрут до них [7].

Прокладання найбільш оптимального маршруту між точками – це основний пріоритет для кожного користувача програми, адже це надасть змогу зберегти дорогий час та кошти.

### Розробка оптимального туристичного маршруту за допомогою графів

Теорія графів – розділ дискретної математики, який вивчає властивості графів. Ця теорія стала активно застосовуватися в програмуванні одночасно з використанням електронно-обчислювальних машин через можливість зручного вираження завдань обробки інформації теоретико-графовою мовою.

Модель програми у вигляді керуючого графа, модель арифметичного виразу у вигляді орієнтованого дерева, синтаксичні дерева, дерева сортування, мережі Петрі і інші теоретико-графові конструкції внесли свій вагомий внесок в розвиток програмування і його автоматизації. Поява суперкомп'ютерів і мереж спричинила проблеми ефективної організації паралельних і розподілених обчислень над інформаційними масивами великого обсягу. Рішенням

цієї проблеми стало використання графів як найбільш ефективного засобу автоматизації програмування [8].

Сучасний стан інформатики та програмування неможливо уявити собі без теоретико-графових методів і алгоритмів. Широке застосування графів пов'язане з тим, що вони є дуже природним засобом пояснення складних навігаційних ситуацій на інтуїтивному рівні. Ці переваги подання складних структур і процесів графами стають ще більш відчутними при наявності хороших засобів їх візуалізації. Тому не випадково в даний час в світі зростає інтерес до методів і систем візуальної обробки графів і графових моделей [9].

Використання графів знаходить своє застосування в багатьох сферах науки, техніки та навіть у повсякденному житті звичайних людей. Наприклад, карта автомобільних або будь-яких інших шляхів також є графом, причому кожна дорога може мати визначене значення “ваги” (наприклад, щільність транспортного потоку), тоді такий граф є зваженим. Соціальні мережі також можна представити у вигляді графа, де кожна людина або соціальна група є вершиною, а зв'язки між ними – ребрами. У біології та екології графи використовуються вже давно. Прикладами можуть слугувати ланцюги харчування, екосистема, генетичні послідовності і карти, таксономічна ієрархія живих організмів тощо. В археології та геології графи використовуються в стратиграфії для вивчення геологічних пластів. Будь-який виробничий процес також може бути зображений за допомогою графа.

Розробка програмного забезпечення та комп'ютерні науки взагалі являються однією з тих галузей, де графи застосовуються найчастіше. Складність і велика кількість модулів і протоколів в сучасних програмних засобах сильно ускладнює розуміння їх роботи, управління ними та їх оптимізацію, тому дуже часто складаються графи програм, причому найчастіше це робиться автоматично трансляторами або компіляторами. Графи також є зручними для зображення структур даних, блок-схем, потоків даних, схем баз даних і баз знань, кінцевих автоматів, схем комп'ютерних мереж і окремих сайтів, схем викликів підпрограм тощо [10].

Існує багато ефективних алгоритмів знаходження найкоротшого шляху на графах – наприклад, алгоритм Дейкстри (використовується для знаходження оптимального маршруту між двома вершинами); алгоритм Флойда (для знаходження оптимального маршруту між усіма парами вершин); алгоритм Йена (для знаходження  $k$ -оптимальних маршрутів між двома вершинами). Зазначені алгоритми легко виконуються при малій кількості вершин у графі. При збільшенні їх кількості завдання

пошуку найкоротшого шляху ускладнюється, і тому без застосування сучасної техніки майже не обійтись.

Найкращим алгоритмом, з нашої точки зору, для побудови оптимального маршруту задля потреб туристів та туристичних фірм буде алгоритм Дейкстри, через його відносно невисоку обчислювальну складність, простоту у використанні та можливості програмної реалізації на машинному апараті [11]. За допомогою цього алгоритму знаходиться найкоротша відстань від однієї з вершин графа до всіх інших. Алгоритм працює тільки для графів без ребер негативної ваги. Він широко застосовується в програмуванні і технологіях, наприклад, його використовує протокол OSPF для усунення кільцевих маршрутів.

Саме алгоритм Дейкстри було використано для розв'язання прикладної задачі по побудові оптимального туристичного маршруту у місті Харкові задля потреб туристичного бізнесу. Завдання – знайти найкоротший шлях при прокладанні туристичного маршруту між історичними пам'ятками.

Задля вирішення цього завдання було знайдено найкоротший шлях від вершини 1 до усіх інших вершин орієнтованого графу, а також розраховано найкоротший шлях від вершини 1 до вершини 10 з використанням алгоритму Дейкстри. Вершинам графу присвоюються тимчасові мітки, котрі потім за деякими правилами замінюються на постійні. Отже, найоптимальніший шлях для пересування дорівнює 747 метрів та буде проходити через такі вершини:  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 10$  (рис. 3).

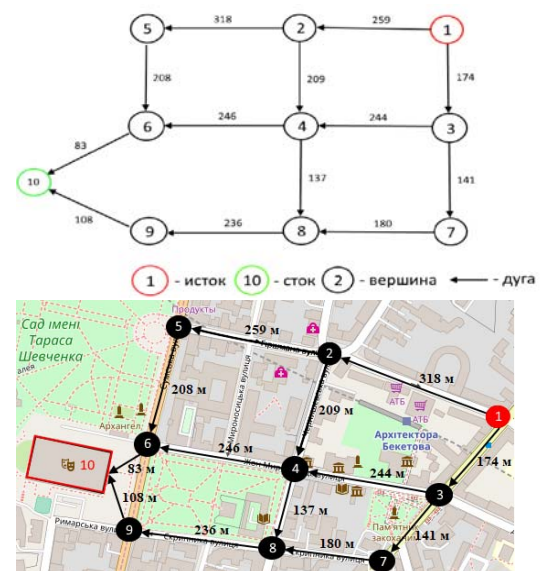


Рис. 3. Наочний приклад орієнтованого графу на прикладі побудови туристичного маршруту у місті Харкові

Для реалізації алгоритму була обрана мова програмування Python. Отримати необхідні дані може допомогти програмне забезпечення ArcGis. Воно дозволяє не тільки створювати картографічну



основу, додавати атрибутивну інформацію до об'єктів, а й дозволяє створювати програмний код на вбудованій скриптовій мові Python для вирішення прикладних завдань [12]. Вирішення задачі по знаходженню найоптимальнішого маршруту потребує інформації щодо початкової та кінцевої точок маршруту. У якості ваг на ребрах графа було використано відстань, яка бралась у метрах.

Пошук оптимального маршруту було завершено після  $n$  ітерацій, або ж коли було знайдено довжину усіх ребер графу. Для перевірки працездатності програми були виконані випробування по розробці декількох туристичних маршрутів в місті Харкові. На рис. 4 надано маршрут від початкової точки – ХНАТОБ (Харківський національний академічний театр опері і балету) до кінцевої точки – Харківського музею Голокосту.

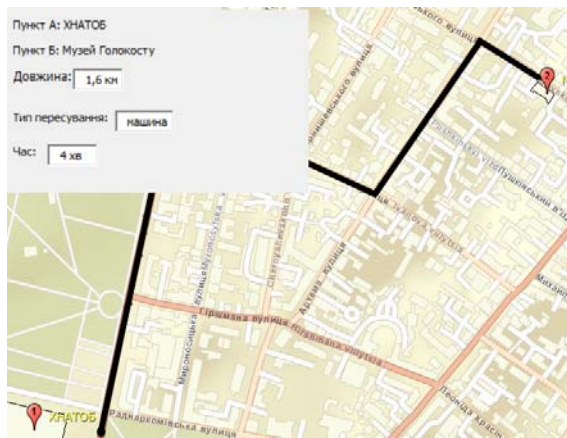


Рис. 4. Представлення результату роботи програми по пошуку оптимального маршруту на карті міста

За допомогою розробленої програми на мові програмування Python, вбудованої у програмне забезпечення ArcGIS, було визначено:

1. відстань, яку необхідно здолати від початкового пункту в кінцевий пункт;
2. час, який необхідно затратити на пересування;
3. найкоротший маршрут від ХНАТОБ до Музею Голокосту.

Результат роботи розробленої програми надано на рис. 4.

## Висновки

Розроблене програмне забезпечення на базі геоінформаційної системи ArcGIS за допомогою мови програмування Python дозволить туристові самостійно прокласти оптимальний маршрут пересування між усіма привабливими для нього POI, обираючи тип пересування – пішки чи на машині.

Оптимальний маршрут пересування буде відображено на карті та надано час, який буде витрачено без врахування часу на відвідання театрів, ресторанів та кафе, а також торгово-розважальних, спортивних та культурно-пізнавальних центрів, галерей, музеїв та зупинок.

З наведеного видно, що саме за допомогою геоінформаційних технологій можна задовольнити специфічні вимоги туриста, тим саме підвищивши привабливість туризму в Україні.

## Список літератури

1. Трохимець О.І. Розвиток туризму в Україні та його стратегічне значення для національної економіки / О.І. Трохимець // Держава та регіони: наук.-виробн. журнал. – 2012. – № 3. – С. 62-67.
2. Статистичний збірник “Туристична діяльність в Україні у 2017 році” / Державна служба статистики України. – К., 2018. – 76 с.
3. Герасименко М.Д. Туристична привабливість міста Харкова. Проблеми та рішення / М.Д. Герасименко, О.Є. Поморцева // Науково-практична конференція, присвячена міжнародному дню ГІС. – Харків, 2018. – С. 92-95.
4. Барлиани И.Я. Использование Геоинформационных систем в туристическом бизнесе [Электронный ресурс] / И. Барлиани // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – С. 103-107. Режим доступа к журн.: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geoinformatsionnyh-sistem-v-turisticheskom-biznese>.
5. Поморцева О.Є. Використання геоінформаційної системи у проектуванні інфраструктури міста / О.Є. Поморцева // Міжнародна науково-практична конференція “Сучасні методики, інновації та досвід практичного застосування у сфері технічних наук”. – Люблін, Республіка Польща, 2017. – С. 223-226.
6. Mitchell A. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2: Spatial Measurements and Statistics / A. Mitchell. – Esri Press, 2005. – 252 p.
7. Poile C. Using computational modeling for building theory: A double-edged sword / C. Poile, F. Safayeni // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2016. – № 19 (3). – 8 p. <https://doi.org/10.18564/jasss.3137>.
8. Ананий В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ / В. Ананий. – М.: Вильямс, 2009. – 548 с.
9. Introduction to algorithms / Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. – The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2009. – 1312 p.
10. Filatova T. Regime shifts in coupled socio-environmental systems: review of modelling challenges and approaches / T. Filatova, J.G. Polhill, S. van Ewijk // Environmental Modelling & Software. – 2016. – № 75. – P. 333-347. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.04.003>.

11. Lorscheid I. Opening the “black box” of simulations: increased transparency and effective communication through the systematic design of experiments / I. Lorscheid, B.-O. Heine, M. Meyer // *Computational and Mathematical Organization Theory*. – 2012. – № 18 (1). – P. 22-62. <https://doi.org/10.1007/s10588-011-9097-3>.
12. Qualitative spatial representation and reasoning with the Region Connection Calculus / A.G. Cohn, B. Bennett, J. Gooday, N.M. Gotts // *Geoinformatica*. – 1997. – № 1(3). – P. 275-316.

## References

1. Trohimec, O.I. (2012), “Rozvitok turizmu v Ukraïni ta ijogo strategichne znachennya dlya nacional'noï ekonomiki” [Development of tourism in Ukraine and its strategic importance for the national economy], *State and Region: A Science Magazine*, No. 3, pp. 62-67.
2. State Statistics Service of Ukraine (2018), “Statistichnij zbirnik “Turistichna diyal'nist' v Ukraïni u 2017 roci” [Statistical collection “Tourist activities in Ukraine in 2017”], Kyiv, 76 p.
3. Herasimenko, M.D. and Pomortseva, O.E. (2018), “Turistichna privablivist mista Harkova. Problemi ta rishennya” [Tourist attraction of the city of Kharkov. Problems and Solutions], *Scientific-practical conference devoted to the international day of GIS, Kharkiv*, pp. 92-95.
4. Barliani, I. (2015), “Ispolzovanie geoinformacionnyh sistem v turistichestkom biznese” [The use of geo-information systems in the tourism business], *Interexpo Geo-Sibir Journal*, pp. 103-107, available at: [www.cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geoinformatsionnyh-sistem-v-turistichestkom-biznese](http://www.cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geoinformatsionnyh-sistem-v-turistichestkom-biznese).
5. Pomortseva, O.E. (2018), “Vikorisannya geoinformacijnoï sistemi u proektuvanni infrastrukturi mista” [Use of the geographic information system in the design of the city infrastructure], *International scientific and practical conference “Modern techniques, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences”*, Lublin, Republic of Poland, pp. 223-226.
6. Mitchell, A. (2005), *The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2: Spatial Measurements and Statistics*, Esri Press, 252 p.
7. Poile, C. and Safayeni, F. (2016), Using computational modeling for building theory: A double-edged sword, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, No. 19 (3), 8 p. <https://doi.org/10.18564/jasss.3137>.
8. Ananii, V. (2009), “Algoritmy: vvedenie v razrabotku i analiz” [Algorithms: introduction to development and analysis], Williams, Moscow, 548 p.
9. Cormen, Thomas H., Leiserson, Charles E., Rivest, Ronald L. and Stein, Clifford (2009), *Introduction to algorithms*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1312 p.
10. Filatova, T., Polhil, J.G. and van Ewijk, S. (2016), Regime shifts in coupled socio-environmental systems: review of modelling challenges and approaches, *Environmental Modelling & Software*, No. 75, pp. 333-347. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.04.003>.
11. Lorscheid, I., Heine, B.-O. and Meyer, M. (2012), Opening the “black box” of simulations: increased transparency and effective communication through the systematic design of experiments, *Computational and Mathematical Organization Theory*, No. 18 (1), pp. 22-62. <https://doi.org/10.1007/s10588-011-9097-3>.
12. Cohn, A.G., Bennett, B., Gooday, J. and Gotts, N.M. (1997), Qualitative spatial representation and reasoning with the Region Connection Calculus, *Geoinformatica*, No. 1(3), pp. 275-316.

Надійшла до редколегії 3.01.2019

Схвалена до друку 22.01.2019

### Відомості про авторів:

#### Поморцева Олена Євгенівна

кандидат технічних наук доцент  
доцент кафедри Харківського національного  
університету міського господарства ім. О.М. Бекетова,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-4746-0464>

#### Герасименко Михайло Дмитрович

магістр кафедри  
Харківського національного університету  
міського господарства ім. О.М. Бекетова,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-5908-5980>

### Information about the authors:

#### Olena Pomortseva

Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of Department of O.M. Beketov  
National University of Urban Economy in Kharkiv,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-4746-0464>

#### Mikhail Herasimenko

Master of Department  
of O.M. Beketov National University  
of Urban Economy in Kharkiv,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-5908-5980>

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРИСТИЧЕСКОГО МАРШРУТА С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.Е. Поморцева, М.Д. Герасименко

*В статье описаны проблемы, связанные с состоянием туристических услуг в Украине, а именно в городе Харькове. Дело в том, что этот сегмент рынка услуг недостаточно развит. И именно поэтому доля вклада туристического бизнеса в валовой внутренний продукт достаточно мала. Одним из препятствий для эффективного развития туристической отрасли в течение последних лет является слабая туристическая инфраструктура. Для решения задачи разработки оптимального туристического маршрута были использованы теоретико-графовые методы и алгоритмы. Использование графов связано с тем, что они являются естественным средством объяснения сложных навигационных ситуаций на интуитивном уровне. В случаях разработки программного обеспечения графы применяются чаще всего. Существует много эффективных алгоритмов нахождения кратчайшего пути на графах. Лучшим алгоритмом, с нашей точки зрения, для построения оптимального туристического маршрута будет алгоритм Дейкстры, из-за его относительно невысокой вычислительной сложности, простоты в использовании и возможности программной реализации на машинном аппарате. Разработка наиболее оптимального маршрута между точками интереса, отмеченными на картах (это объекты инфраструктуры, достопримечательности, природные объекты и важные места на дорогах), координаты и информация о которых нанесены на карту – это основной приоритет для каждого пользователя программы, ведь это позволит сохранить драгоценные время и средства. Именно алгоритм Дейкстры был использован для решения прикладной задачи по построению туристического маршрута в исторической части города Харькова. Для реализации алгоритма был выбран язык программирования Python, встроенный в программное обеспечение ArcGis. Эта геоинформационная система позволяет не только создавать картографическую основу, добавлять атрибутивную информацию к объектам, но и создавать программный код для решения прикладных задач. Внедрение геоинформационных технологий позволит создать геоинформационную модель региона для использования в туристическом бизнесе и тем самым удовлетворить требования потребителя. А создание приложений, которые позволяют туристу создавать оптимальные с его точки зрения маршруты, приведет к развитию туристической сферы.*

**Ключевые слова:** туризм, туристическая инфраструктура, туристические услуги, среда объектов туристической инфраструктуры.

## MODELING THE TOURIST ROUTE USING GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

O. Pomortseva, M. Herasimenko

*The article describes the problems associated with the state of tourist services in Ukraine, namely in the city of Kharkov. The fact is that this segment of the service market is not sufficiently developed. And that is why the share of the contribution of the tourism business is quite small in the gross domestic product. A weak tourist infrastructure has been one of the obstacles to the effective development of the tourism industry in recent years. To solve the problem of the developing of the optimal tourist route, graph-theoretic methods and algorithms were used. The use of graphs is connected with the fact that they are the natural means of explaining complex navigational situations on an intuitive level. In cases of software development, graphs are used in the most cases. There are many effective algorithms for finding the shortest path on graphs. From our point of view, the best algorithm for building an optimal tourist route will be Dijkstra's algorithm, because of its relatively low computational complexity, ease of use and the possibility of software implementation on a machine. The development of the most optimal route between the points of interest, marked on maps (these are infrastructure objects, sights, natural objects and important places on the roads), the coordinates and the information on which are mapped – this is the main priority for each program user, because it will save precious time and money. It was Dijkstra's algorithm that was used to solve the applied problem of constructing a tourist route in the historical part of Kharkov. To implement the algorithm, the Python programming language embedded in the ArcGis software was chosen. This geoinformation system allows not only to create a cartographic basis, add attribute information to objects, but also to create program code for solving applied problems. The introduction of geoinformation technologies will allow to create a geoinformation model of the region for the tourism business aims, thereby, meet the requirements of the consumer. The creation of the applications that allow the tourist to make up optimal for him routes will lead to the development of the tourism industry.*

**Keywords:** tourism, tourist infrastructure, tourist services, environment of tourist infrastructure objects.