

DOI: 10.32347/2076-815x.2021.76.297-307

УДК 528.94:656.052.1

Третяк В.М.,

vladtr3tyak@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4825-0378;

к.г.н., доцент **Лепетюк В.Б.,**

lepetiuk.vb@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2066-4424,

h-index (Google Scholar) – 3

Київський національний університет
будівництва і архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ДОСТУПНОСТІ ПРИ ФОРМУВАННІ ТУРИСТИЧНИХ МАРШРУТІВ З ДОПОМОГОЮ QGIS ТА GRASS GIS

Створення сучасних туристичних продуктів сприяє привабливості нашої держави на ринку туристичних послуг. Транспортна доступність – важливий аспект при створенні туристичних продуктів. В даному дослідженні розглянуто алгоритм визначення транспортної доступності для проєкціювання маршрутів туристичних подорожей, що базується на застосуванні геоінформаційних технологій. Транспортна доступність визначається шляхом збору і фільтрації даних та подальшого створення карт ізохрон, які показують часову віддаленість при пересуванні певним видом транспорту вздовж ліній дорожньої мережі від точок інтересу. Такими точками інтересу було обрано цікаві для туристів атракції Тернопільщини. В роботі використано відкриті дані OSM про туристичні об'єкти та дорожню мережу. Підготовка даних була виконана за допомогою програмного забезпечення PostgreSQL. При виконанні дослідження застосовано програму QGIS, в якій проведено обробку даних. Просторовий аналіз здійснюється в середовищі обробки просторової інформації GRASS GIS; використовуються модулі обробки даних або плагіни GRASS GIS. Запропонований алгоритм дозволяє формувати базу даних про туристичні об'єкти, транспортні шляхи, уточнювати вже існуючі туристичні маршрути, створювати нові. В якості апробації в ході проведеного дослідження спроекційовано маршрут екскурсії Тернополем, при побудові якого використовувалася карта ізохрон. Просторовий аналіз допомагає оптимальніше визначити шлях туристичної екскурсії та її тривалість.

Ключові слова: транспортна доступність; ГІС-технології; бази даних; QGIS; GRASS GIS; OSM; ізохрона; туризм; туристичний маршрут.

Вступ

Україна може стати туристично привабливою країною, оскільки вона володіє значним туристично-рекреаційним потенціалом, розвинутою мережею транспортних сполучень та інфраструктурою розміщення. Створення сучасних туристичних продуктів сприятиме реалізації її привабливості.

В сучасних реаліях розвитку туризму постає проблема у наданні достовірної інформації споживачу туристичних послуг та використанні зручних та доступних для туроператора способів формування турів, створення туристичних продуктів, якими, серед багатьох видів, є електронні туристичні карти, схеми тощо. На сьогодні у туристів є можливість користуватися багатьма сучасними пристроями та використовувати новітні технології обробки інформації, користуватися додатками-гідами, сервісами з картами у своїх електронних пристроях, сервісами Web-картографування. Інноваційний розвиток туризму передбачає серед інших можливостей використання сучасних технологій з застосуванням ГІС-технологій, що надають туризму нові шляхи визначення локації, проєкціювання, отримання інформації про об'єкти.

Постановка проблеми

ГІС-технології можуть надавати певні переваги при формуванні нових туристичних продуктів [3-4]. Розробники туристичних продуктів при проєкціюванні туристичних маршрутів в більшості випадків використовують програмні сервіси Google Maps та Google Earth, Maps.me, 2GIS, Tripomatic 3.0, ArcGIS та інші. Наразі є доступні програмні комплекси на основі ГІС-технологій, зокрема **QGIS TA GRASS GIS**, які при застосуванні певного алгоритму їх використання можуть давати більш очікувані результати обробки даних, ніж неспеціалізовані програмні продукти. Отже існує потреба у розробці алгоритмів формування баз даних як туристичних об'єктів, так і об'єктів туристичної інфраструктури, створення турів з використанням спеціалізованих програмних продуктів, орієнтованих на обробку просторової інформації. Тому завданням даної публікації є розробка і реалізація алгоритму визначення транспортної доступності із використанням ГІС-технологій для формування туристичних маршрутів та представлення результатів апробації проєкціювання екскурсії на прикладі конкретного району.

Аналіз публікацій

Аналізом ГІС-технологій для потреб різних груп туристів займалися В.В. Пасічник, О.І. Артеменко та І.В. Попик [5]. Вони запропонували створити інтелектуальну інформаційну систему комплексної інформаційно-технологічної

підтримки та супроводу туриста на всіх етапах його туристичної подорожі з широким спектром функцій геопросторового характеру.

Е.І. Глущенко, А.Е. Боровской та В.Е. Харузин займалися реалізацією пошуку транспортної доступності засобами QGIS та GRASS GIS для виявлення найбільш проблемних ділянок дорожньої мережі з метою їх модернізації [1].

Питанням визначення транспортної доступності туристичних маршрутів займався Yang Huanhe [9], який розробив свою програму для отримання інформації щодо туристичних об'єктів та планування маршрутів.

Shamim Ahmad Shah та Muzafar Ahmad Wani в публікації «Application of Geospatial Technology for the Promotion of Tourist Industry in Srinagar City» описують розроблені ними на базі ArcGIS тематичні карти з великою кількістю об'єктів. Вони пов'язані з туристичною інфраструктурою для подальшої інтеграції у Web-простір з метою поширення цієї інформації в середовищі туристів для більш ефективного прийняття рішень щодо можливого маршруту подорожі (м. Шрінагар, Індія) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

D. Gavalas та ін. запропонували програмний застосунок, який за переліком визначних місць дозволяє формувати план маршруту для туриста на кожен день його подорожі [6].

Н. Qiang займався розробкою 3D-віртуального туру на платформі, яка об'єднує інформаційні функції туристичних сайтів з підтримкою ефекту присутності користувача в тривимірних віртуальних «сценах» [8].

Виклад основного матеріалу

Процес визначення транспортної доступності при формуванні туристичних маршрутів пропонується здійснювати за таким алгоритмом:

1. Отримання і підготовка даних щодо дорожньої мережі, об'єктів транспортної інфраструктури та туристичних об'єктів.
 - 1.1. Отримання даних з OpenStreetMap (OSM) та їхня обробка в QGIS.
 - 1.2. Призначення кількісних характеристик об'єктам дорожньої мережі.
2. Моделювання поверхні транспортної доступності.
 - 2.1. Підготовка проекту і обробка даних в GRASS GIS.
 - 2.2. Побудова ізохрон.
3. Графічне представлення результатів.

Збір і підготовка даних

В нашому дослідженні регіоном було обрано Тернопільський район Тернопільської області через неоднорідність та характерність його рельєфу та наявність розгалуженої транспортної мережі.

Для збору даних про дорожню мережу та адміністративні межі районів використано онлайн-ресурс OSM, а для знаходження точок інтересу (атракцій)

використано додатково різноманітні туристичні ресурси. Точками інтересу виступають ті об'єкти, які можуть цікавити туристів за тих або інших обставин. В нашому дослідженні вони були знайдені на Геопорталі містобудівного кадастру Тернопільської області [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Способом пересування під час туристичної подорожі було обрано автомобільний транспорт.

Підготовка даних була виконана за допомогою програмного забезпечення PostgreSQL та QGIS. Спочатку було створено базу даних в PostgreSQL, використовуючи його графічний інтерфейс для роботи з базою даних PgAdmin III, та імпортовано таблиці даних в QGIS. Там же виконувалося фільтрування доріг з урахуванням вимог до транспортного моделювання та додані характеристики об'єктам дорожньої мережі. Оскільки кожен клас доріг повинен мати свою середню швидкість, з якою рухається вибраний нами транспорт – легковий автомобіль, то кожному з класів доріг було призначено відповідну до його категорії швидкість в діапазоні від 15 до 90 км на годину. Після чого для кожної дороги обчислювалась тривалість часу при пересуванні нею автомобілем – в атрибутивних даних з допомогою запитів в QGIS.

Моделювання поверхні транспортної доступності

Першим етапом моделювання поверхні транспортної доступності є попередня підготовка даних в програмному середовищі GRASS GIS. В цій програмі просторові дані зберігаються у вигляді піддиректорій, набір яких іменується як середовище (location). Вони, в свою чергу, поділяються на набори карт (mapset). Підготовка даних виражається в налаштуванні середовища GRASS GIS та перенесенні попередньо підготовлених даних з QGIS.

Після виконання цього етапу використовуються модулі обробки даних або плагіни GRASS GIS. При виконанні даного дослідження ми використовували зокрема такі плагіни: v.net (інструмент перетворення лінійних даних в мережевий набір), g.region (задає регіон і роздільну здатність моделювання) та v.isochrones (створення ізохрон на основі дорожньої мережі і стартових точок – рис. 1).

Візуалізація результатів та їх застосування

Після успішного отримання растрового зображення поверхні часу і векторного шару ізохрон вони повертаються в QGIS для їх подальшої візуалізації. В результаті можна отримати карту ізохрон (рис.2), яка показує лінії, що з'єднують точки одночасного настання якогось явища. В даному випадку це лінії рівних витрат часу на подолання відстані до заданих точок інтересу вздовж ліній дорожньої мережі.

Як результат застосування даного алгоритму визначення транспортної доступності та формування туру з використанням програм QGIS та GRASS GIS можна демонструвати маршрут екскурсії Тернополем.

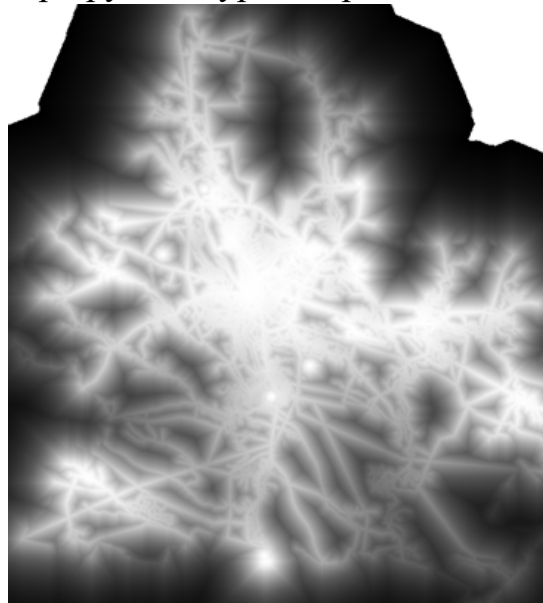


Рис.1. Результат роботи модулю *v.isochrones* для дорожньої мережі Тернопільського району (фрагмент зображення)

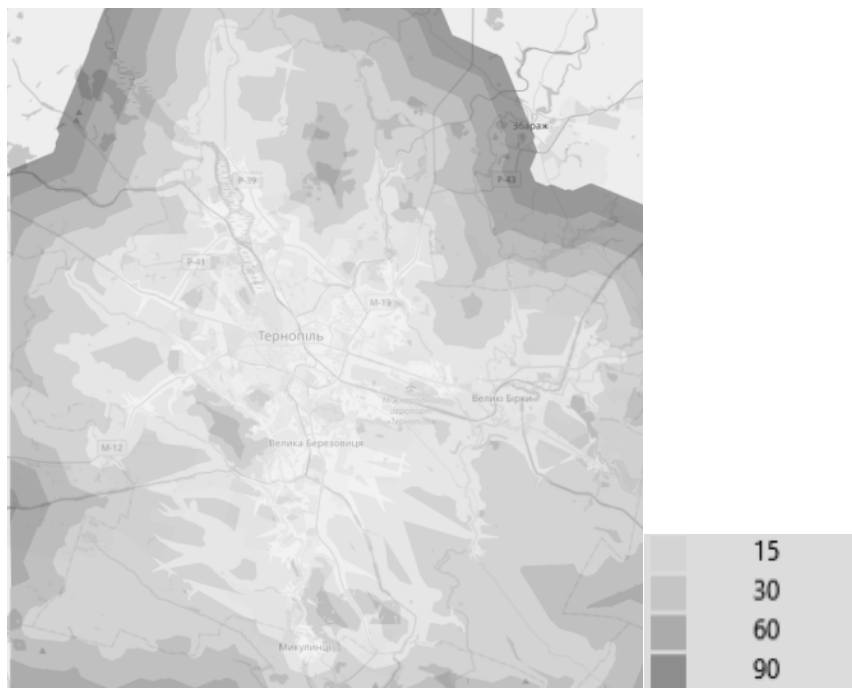


Рис.2. Фрагмент карти Тернопільського району із пошаровим фарбуванням за категоріями (градуювання кольорів спирається на відмітки в хвиликах)

Нами було спроекційовано нову екскурсію, яка проходить через шість популярних на Тернопільщині точок інтересу, в даному випадку це Тернопільський краєзнавчий музей, замки Тернопільщини та Церква Святого Архистратига Михаїла в Чистиліві (табл.1). Такий вибір точок інтересу

обумовлений тим, що наша екскурсія є тематичною. В даному випадку її тематикою було обрано історію, тому до точок інтересу входять цікаві історичні пам'ятки та музеї.

Таблиця 1

Інформація про екскурсію

Тема екскурсії	Початок екскурсії	Кінець екскурсії	Кількість осіб	Тривалість, хвилин	Відвідування атракцій
Культурно-пізнавальна	Тернопільський краєзнавчий музей	Тернопільський замок	10-20	380 (з них 106 на дорогу)	Тернопільський краєзнавчий музей, Микулинецький замок, Баворівський замок, Борецький замок, Церква Святого Архистратига Михаїла, Тернопільський замок

Джерело: розроблено авторами

Відображаючи маршрут даної екскурсії на карті ізохрон та в QGIS (рис. 3-4), можна точно визначити її тривалість, враховуючи задану швидкість переміщення автошляхами, яка сумарно складає в нашому випадку близько 6,3 год, з яких 106 хв. витратиться на дорогу.



Рис. 3. Маршрут екскурсії атракціями Тернопільщини на карті ізохрон

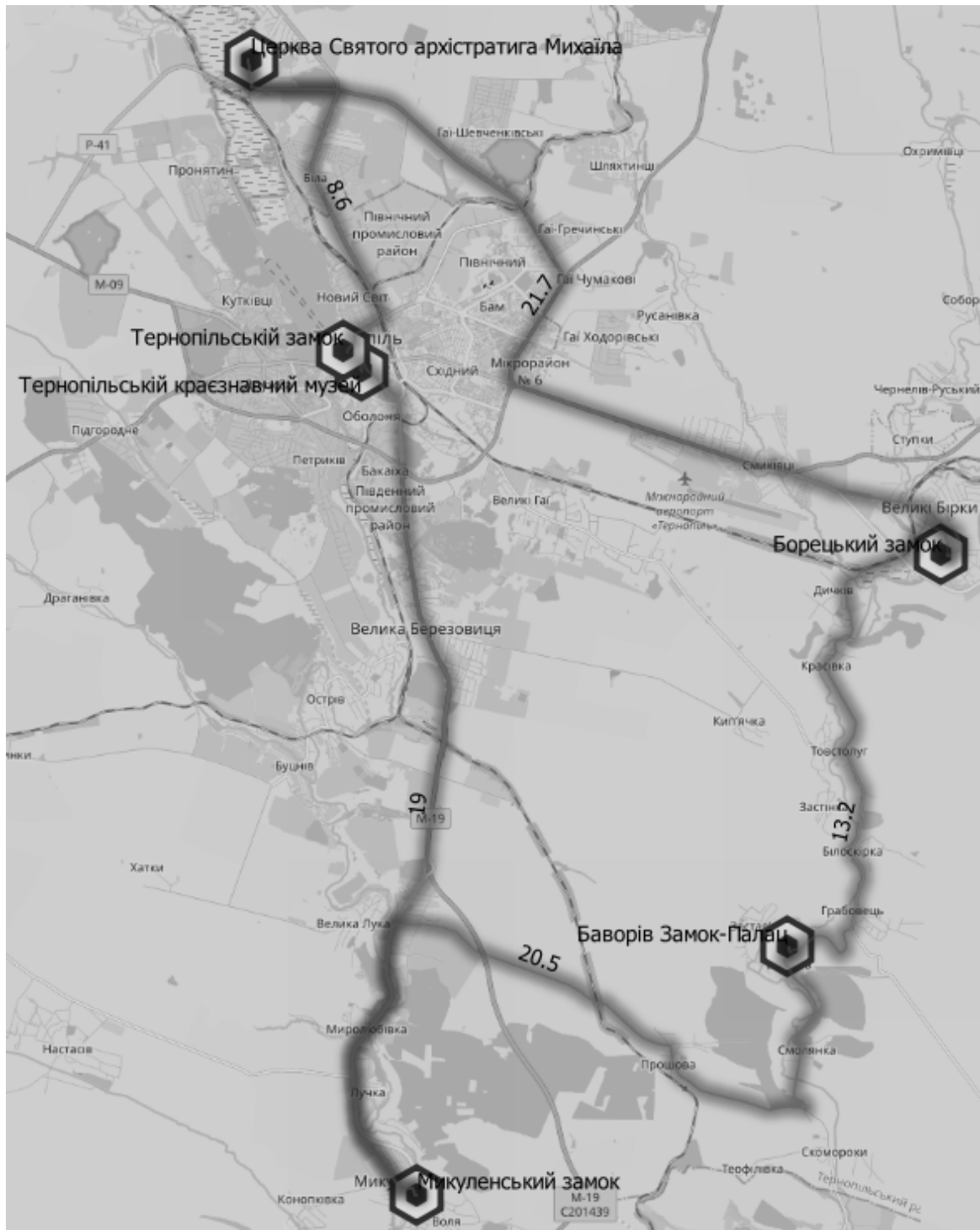


Рис. 4. Відповідна екскурсія, візуалізована на карті в QGIS

За допомогою гнучкої системи налаштувань просторового аналізу створену карту ізохрон можна оптимізувати, унаочнивши вже існуючі туристичні маршрути або обчислюючи час на подолання відстаней в нових маршрутах. Завдяки модулям GRASS в програмах ГІС є потужні інструменти для моделювання переміщень, які можна адаптувати під конкретні потреби користувача. А таке завдання, як побудова карт ізохрон, може бути за необхідності автоматизованим.

Висновки та перспективи

Алгоритм використання ГІС-програм при формуванні туристичних маршрутів дає змогу туристичним операторам проєкціювати та створювати більш збалансовані за часом маршрути. Це допомагає точніше визначати ціну туру, враховуючи перевезення, і створювати для туристів більш комфортні умови подорожі з економією часу на подорож.

Просторовий аналіз допомагає визначати транспортну доступність при формуванні туристичних маршрутів, оптимальніше визначати шлях подорожі та її тривалість. Застосований алгоритм можна використовувати в подальшому для розробки відповідного інтерфейсу визначення оптимального шляху пересування під час подорожі на Web-сайтах або програмного забезпечення для ПК та мобільних телефонів і планшетів, що безумовно буде користуватися попитом у туроператорів та туристів, які планують подорож та подорожують самостійно. Запропонований алгоритм можна використовувати для багатьох інших галузей, в яких використовується логістика.

Особистий вклад авторів

Проведене дослідження, викладене у статті, здійснено авторами особисто.

Список використаних джерел

1. Геопортал Тернопільської області. *Геопортал містобудівного кадастру Тернопільської області*. URL: <https://magneticonemt.com/geoportalmistobudivnogo-kadastru-tern-obl/>
2. Глущенко Е.И., Боровской А.Е., Харузин В.Э. Построение изохрон транспортной доступности средствами GRASS GIS и QGIS. URL: <http://files.scienceforum.ru/pdf/2018/834.pdf>.
3. Лепетюк В.Б. Можливості ГІС-технологій при розробленні національного туристичного продукту. *Туристичний бізнес: виклики та можливості*: зб. наук. ст. студ. заоч. форми навч., Київ: КНТЕУ, 2020. Ч.1. С. 88–96.
4. Лепетюк В.Б. Продукти ГІС-технологій для підвищення туристичної привабливості дестинації (на прикладі Чернігівської області). *Геодезія, картографія і аерофотознімання*: зб. наук. пр., Львів: Львівська політехніка, 2020. Вип. 92. С. 55–67. URL: <http://science.lpnu.ua/uk/istcgcap/vsi-vypusky/vypusk-92-2020/produkty-gis-tehnologiy-dlya-pidvyshchennya-turystychnoyi>.
5. Пасічник В.В., Артеменко О.І., Попик І.В. Геоінформаційні технології, зорієнтовані на потреби різних груп туристів. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/31582/1/16-216-224.pdf>.

6. Gavalas, D., Kenteris, M., Konstantopoulos, C., & Pantziou, G. (2012). Web application for recommending personalised mobile tourist routes. *IET Softw.*, 6, 313–322. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Web-application-for-recommending-personalised-Gavalas-Kenteris/897888f1a9c15d4e0958629887be838c56a473d2>.
7. Shah, S., & Wani, M.A. (2015). Application of Geospatial Technology for the Promotion of Tourist Industry in Srinagar City. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, 8, 37-50. URL: http://article.nadiapub.com/IJUNESST/vol8_no1/4.pdf.
8. Qiang, H. (2013). Research on The Preliminary Design of 3D Virtual Tour Based on The VRML Technology. *Journal of Convergence Information Technology*, 8(6), 401–408. URL: <http://surl.li/jitq>.
9. Yang, H.H. (2014). Based on Geographic Information System of Tourism Resources and Circuit Management System Design and Implementation. *Applied Mechanics and Materials*, 599–601, 2092–2095. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.599-601.2092>.

Третяк В.М.,

к.г.н., доцент **Лепетюк В.Б.**

Киевский национальный университет
строительства и архитектуры

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ С ПОМОЩЬЮ QGIS И GRASS GIS

Создание современных туристических продуктов способствует привлекательности нашей страны на рынке туристических услуг. Транспортная доступность – важный аспект при создании туристических продуктов. В данном исследовании рассмотрено алгоритм определения транспортной доступности при проектировании маршрутов туристических путешествий, который базируется на применении геоинформационных технологий. Транспортная доступность определяется путем сбора и фильтрации данных и последующего создания карт изохрон, которые показывают часовую отдаленность при передвижении определенным видом транспорта вдоль линий дорожной сети от точек интереса. Такими точками интереса были выбраны интересные для туристов аттракционы Тернопольщины. В работе использованы открытые данные OSM о туристических объектах и дорожной сети. Подготовка данных была выполнена с помощью программного обеспечения PostgreSQL.

При выполнении исследования применена программа QGIS, в которой проведена обработка данных. Пространственный анализ осуществляется в среде обработки пространственной информации GRASS GIS; используются модули обработки данных или плагины GRASS GIS. Предложенный алгоритм позволяет формировать базу данных о туристических объектах, транспортных путях, уточнять уже существующие туристические маршруты, создавать новые. В качестве апробации в ходе проведенного исследования спроектировано маршрут экскурсии Тернополем, при построении которого использовалась карта изохрон. Пространственный анализ помогает оптимально определять путь туристической экскурсии, её продолжительность.

Ключевые слова: транспортная доступность; ГИС-технологии; базы данных; QGIS; GRASS GIS; OSM; изохроны; туризм туристический маршрут.

Tretiak Vladyslav,
Ph.D., Associate Professor **Lepetiuk Viktoriia,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

DETERMINATION OF TRANSPORT ACCESSIBILITY IN THE FORMATION OF TOURIST ROUTES USING QGIS AND GRASS GIS

The creation of modern tourist products contributes to the attractiveness of our country in the market of tourist services. Transport accessibility is an important aspect for creating tourism products. This study considers the algorithm for determining transport accessibility for the projection of tourist travel routes, based on the use of geographic information technologies. Transport accessibility is determined by collecting and filtering data and subsequent creation of isochron maps, which show the time distance when moving a particular mode of transport along the lines of the road network from points of interest. Attractions of Ternopil region were chosen as such points of interest for tourists. The paper uses open OSM data on tourist facilities and the road network. Data preparation was performed using PostgreSQL software. When performing the study, the QGIS program was used, in which data processing was performed. Spatial analysis is performed in the spatial information processing environment GRASS GIS; data processing modules or GRASS GIS plugins are used. The proposed algorithm allows forming a database of tourist facilities, transport routes, to define more accurately existing tourist routes, to create new ones. As a test in the course of the study, the route of the tour of Ternopil was designed, in the construction of which an isochron map was used. Spatial analysis helps to better determine the path of the tourist tour and its duration.

Keywords: transport accessibility; GIS technologies; databases; QGIS; GRASS GIS; OSM; isochron; tourism; tourist route.

REFERENCES

1. Geoportal Ternopil's'koï oblasti. *Geoportal mistobudivnogo kadastru Ternopil's'koï oblasti*. URL: <https://magneticonemt.com/geoportal-mistobudivnogo-kadastru-tern-obl/>. {In Ukrainian}
2. Glushhenko E.I., Borovskoj A.E., Haruzin V.Je. Postroenie izohron transportnoj dostupnosti sredstvami GRASS GIS i QGIS. URL: <http://files.scienceforum.ru/pdf/2018/834.pdf>. {In Russian}
3. Lepetjuk V.B. Mozhlivosti GIS-tehnologij pri rozroblenni nacional'nogo turistichnogo produktu. *Turistichnij biznes: vikliki ta mozhlivosti: zb. nauk. st. stud. zaoch. formi navch.*, Kiiiv: KNTEU, 2020. Ch.1. S. 88–96. {In Ukrainian}
4. Lepetjuk V.B. Produkti GIS-tehnologij dlja pidvishhennja turistichnoï privablivosti destinacii (na prikladi Chernigivs'koï oblasti). *Geodezija, kartografija i aerofotozнимannja: zb. nauk. pr.*, L'viv: L'vivs'ka politehnika, 2020. Vip. 92. S. 55–67. URL: <http://science.lpnu.ua/uk/istcgcap/vsi-vypusky/vypusk-92-2020/produkty-gis-tehnologiy-dlya-pidvishchennya-turystychnoyi>. {In Ukrainian}
5. Pasichnik V.V., Artemenko O.I., Popik I.V. Geoinformacijni tehnologii, zorientovani na potrebi riznih grup turistiv. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/31582/1/16-216-224.pdf>. {In Ukrainian}
6. Gavalas, D., Kenteris, M., Konstantopoulos, C., & Pantziou, G. (2012). Web application for recommending personalised mobile tourist routes. *IET Softw.*, 6, 313–322. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Web-application-for-recommending-personalised-Gavalas-Kenteris/897888f1a9c15d4e0958629887be838c56a473d2>. {In English}
7. Shah, S., & Wani, M.A. (2015). Application of Geospatial Technology for the Promotion of Tourist Industry in Srinagar City. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, 8, 37-50. URL: http://article.nadiapub.com/IJUNESST/vol8_no1/4.pdf. {In English}
8. Qiang, H. (2013). Research on The Preliminary Design of 3D Virtual Tour Based on The VRML Technology. *Journal of Convergence Information Technology*, 8(6), 401–408. URL: <http://surl.li/jitq>. {In English}
9. Yang, H. H. (2014). Based on Geographic Information System of Tourism Resources and Circuit Management System Design and Implementation. *Applied Mechanics and Materials*, 599–601, 2092–2095. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.599-601.2092>. {In English}