

ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ

УДК 004.94:656

<https://doi.org/10.31713/vt1202532>

Дмитрів О. П., к.т.н., Міщук Д. В., магістр за спеціальністю геодезія та землеустрій (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Дмитрів А. Р., розробник програмного забезпечення** (Samsung R&D Institute Ukraine, м. Київ, o.p.dmytriv@nuwm.edu.ua, mishchuk_az23@nuwm.edu.ua, artemdmytriv@gmail.com)

РОЗВ'ЯЗОК ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ М. РІВНОГО

Застосування ГІС дозволяє інтегрувати географічні дані про дорожню мережу з іншими важливими інформаційними джерелами, такими як дані про рух транспорту, густоту населення, місця праці та відпочинку, що дозволяє отримати комплексну картину ситуації на дорогах та ухвалювати обґрунтовані рішення щодо планування транспортних маршрутів.

У статті описані основні терміни та поняття про транспортну мережу, їх види та методи побудови, а також представлено розв'язок декількох транспортних задач за допомогою інструментарію ГІС, а саме: 1) побудова зон доступності навчальних закладів; 2) проєктування нового маршруту громадського транспорту.

Вихідною основою для роботи слугувала дорожня мережа м. Рівного у вигляді шейп-файлу, яка завантажена за допомогою модуля QOSM програмного засобу QGIS. У роботі було використано інструменти та плагіни QGIS та ArcGIS.

Реалізація поставлених завдань, пов'язаних із аналізом існуючої транспортної мережі, визначенням зон доступності та проєктування оптимального маршруту, надає фахівцям практичний інструментарій для ефективного планування розвитку міста.

Результати дослідження підтвердили високий потенціал ГІС-технологій. Зокрема, ГІС дозволяють враховувати різноманітні фактори, такі як дорожні умови, розташування об'єктів інфраструктури та вимоги користувачів, для визначення оптимальних маршрутів та розподілу руху на дорогах.



Ключові слова: транспортна мережа; мережевий аналіз; база геоданих; QGIS; Network Analyst; QNEAT3; OSM Tools.

Постановка проблеми

У сучасному світі зростають вимоги до ефективного вирішення транспортних проблем, включаючи оптимальний розподіл ресурсів, мінімізацію часу та витрат на перевезення, а також забезпечення доступності різних територій. Серед таких технологій особливе місце займають геоінформаційні системи (ГІС), які дозволяють аналізувати просторову інформацію, моделювати транспортні процеси, оптимізувати маршрути та оцінювати зони доступності. Одним із ключових аспектів є аналіз зон доступності, який дозволяє оцінити рівень обслуговування різних територій.

Метою дослідження є аналіз використання ГІС-технологій для розв'язання транспортних задач на прикладі мережі автомобільних доріг м. Рівне. Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються такі завдання:

- аналіз мережі автомобільних доріг м. Рівне із використанням геоінформаційних систем;
- розробка рекомендації щодо підвищення ефективності роботи транспортної мережі з врахуванням результатів розв'язку наступних задач;
- побудова та аналіз зон обслуговування існуючих та проєктних навчальних закладів;
- побудова нових маршрутів громадського транспорту на території міста.

Виклад основного матеріалу

Геопросторова інформація у вигляді мереж є потужною основою для аналізу та розв'язання різноманітних географічних задач. Вона дозволяє представляти та візуалізувати географічні об'єкти та їх взаємозв'язки у формі мереж, що відкриває можливості для різноманітного аналізу та моделювання процесів.

Представлені задачі розв'язуються на основі мереж, що охоплюють як природні системи, так і створені людиною. Наприклад, у транспортних мережах можна шукати найкоротші маршрути, оптимізувати перевезення та аналізувати зони досяжності. У галузі інженерних комунікацій мережеві моделі застосовуються для моніторингу та управління ресурсами, такими як вода, газ чи електроенергія. Також вони використовуються для екологічного моніторингу, міського планування та логістики.

Особливості розв'язання задач залежать від конкретної проблеми та вимог. Для цього використовуються різноманітні алгоритми, що враховують атрибути мережі, такі як довжина, час, тощо. Зокрема, задача побудови маршрутів чи аналізу зон досяжності потребують врахування і таких факторів, як швидкість руху, дорожній трафік чи обмеження, що накладаються атрибутами мережі.

Окрім розглянутих прикладів, існує безліч інших задач, які можуть бути вирішені на основі мережевих даних. Таким чином, використання геопросторової інформації у вигляді мереж вирішує важливі проблеми географічного аналізу та допомагає прийняти кращі фахові рішення в різних галузях, забезпечуючи зручний та ефективний спосіб представлення та обробки географічних даних.

Одним з найпопулярніших програмних засобів для розв'язку задач на основі вхідної інформації мережевого типу є ArcGIS, розроблений компанією ESRI, який широко використовується у багатьох сферах для збору, аналізу та представлення просторової інформації [1; 2]. Іншими популярними представниками є QGIS, GRASS GIS, Google Earth та OpenStreetMap, кожен з яких має свої особливості і застосовується для різних типів завдань [3; 4].

Побудова набору мережевих даних є важливим етапом у геопросторовому аналізі, тому що забезпечує можливість ефективного використання інформації для вирішення різноманітних задач, таких як створення маршрутів, налаштування транспортної мережі та вдосконалення міського планування.

Отримані результати мають велике практичне значення для управління транспортними мережами. Вони надають базову інформацію для ухвалення обґрунтованих рішень щодо розвитку, модернізації та оптимізації транспортних систем. Застосування методів мережевого аналізу дозволяє досягти більшої ефективності та економічної доцільності у транспортному секторі.

Отже, можна зробити висновок, що мережевий аналіз транспортних мереж є потужним інструментом для вивчення, оптимізації та ефективного управління транспортних систем. Його застосування сприяє покращенню продуктивності, зменшенню затворів, дозволяє знизити навантаження, а також забезпечує більш раціональне використання ресурсів.

Вихідними даними для побудови автомобільної мережі були результати GPS-знімань та оцифровані карти на основі супутникових знімків міста Рівного, які були завантажені у проєкт OpenStreetMap.



Це відкритий міжнародний волонтерський проєкт, спрямований на збір, збереження та розповсюдження загальнодоступних геопросторових даних, а також створення інструментів для роботи з ними.

За допомогою програмного засобу QGIS, з використанням плагіна «OpenLayers Plugin», який дозволяє відкрити в програмі різні види карт (карти Google, карти Bing, шари OpenStreetMap, тощо), було використано шари OpenStreetMap для подальшої роботи (рис. 1). За допомогою плагіна «QuickOSM» було завантажено вихідні дані.

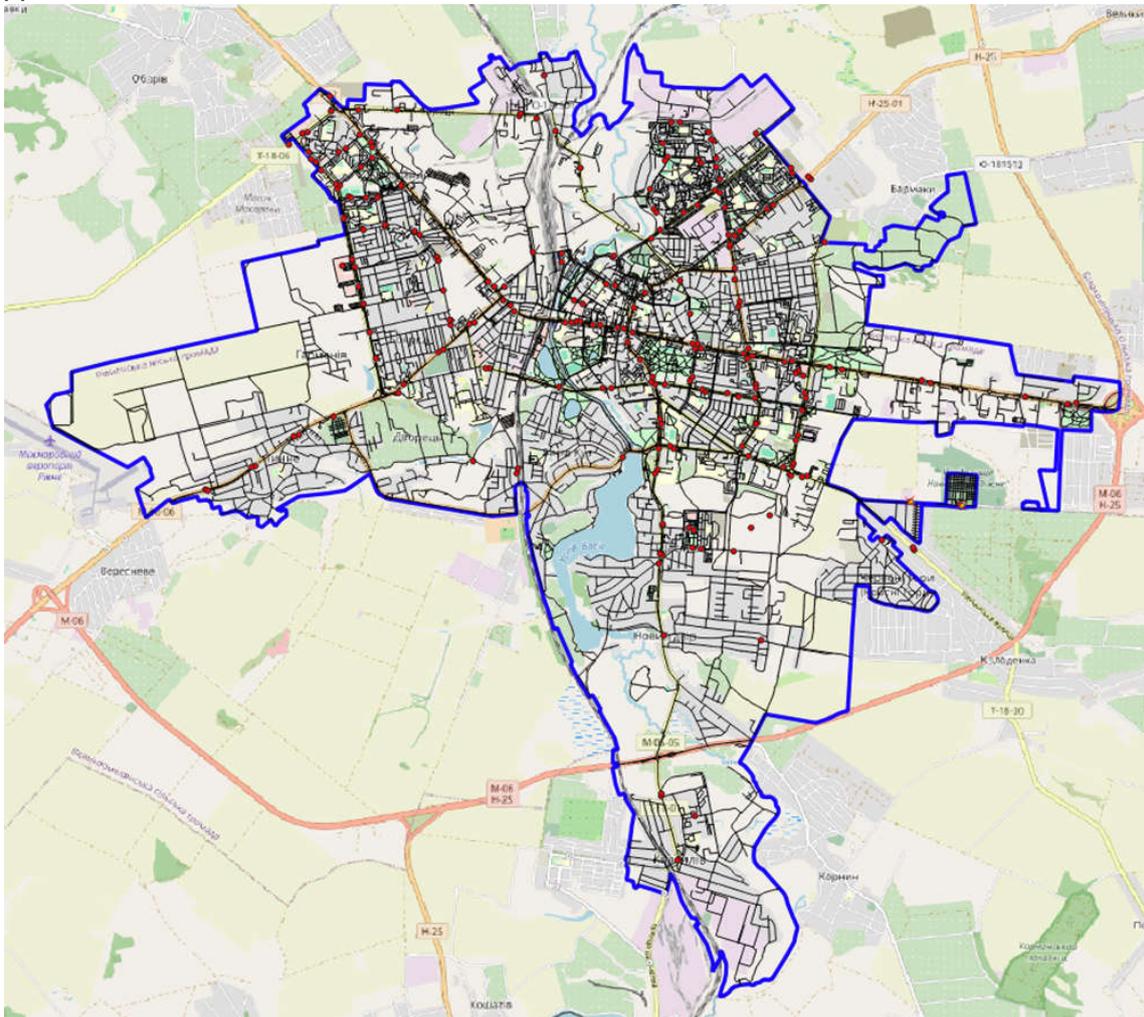


Рис. 1. Дані, які були завантажені через QOSM та які пройшли обробку QGIS

Наступним кроком було додано растрове зображення проєкту «Коригування генерального плану м. Рівного», який затверджений рішенням Рівненської міської ради № 1411 від 11.04.2008 року.

Виконавши прив'язку растру до існуючої межі та зробивши детальний аналіз генерального плану, було відцифровано всі існуючі та проєктні навчальні заклади (гімназії, ліцеї та заклади дошкільної освіти).

Оскільки генеральний план є вже застарілим, було додано і прив'язано до існуючої межі растр, а саме проєкт «Оновлення (уточнення) плану зонування території міста Рівного» («ДІПРОМІСТО» Київ, 2021 рік), затверджений рішенням Рівненської міської ради № 721 від 10.06.2021 року. Провівши аналіз і порівняння з генеральним планом, було додано ще кілька проєктних навчальних закладів. Також, було нанесено червоні лінії відповідно до рішень проєкту «Схема зонування території» проєкту «Оновлення (уточнення) плану зонування території міста Рівного» («ДІПРОМІСТО» Київ, 2021 рік), затверджений рішенням Рівненської міської ради № 721 від 10.06.2021 року. Червоні лінії – це лінії визначені в містобудівній документації відносно пунктів геодезичної мережі межі існуючих та запроєктованих вулиць, доріг, майданів, які відмежовують території мікрорайонів, кварталів та території іншого призначення.

Всі існуючі навчальні заклади було перевірено з сайтом «Інформаційна система управління освітою» <https://rv.isuo.org/authorities/view/id/480>.

Наступним кроком було створення бази даних, яка стала місцем зберігання всіх даних, які в подальшому опрацьовувалися. База геоданих – це сукупність географічних наборів даних різних типів, що використовуються в ArcGIS та QGIS і які зберігаються в загальних папках файлової системи або в реляційній базі даних. Модель бази геоданих ґрунтується на принципах реляційних таблиць і використовує персональну базу даних Microsoft Access або багато користувальницьку реляційну базу даних, таку як Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix або IBM DB2. Просторова база геоданих складається з шейп-файлів, покриттів, растрів і т. д. Всі функції бази геоданих сприяють зручному та ефективному управлінню географічними даними, аналізу та використанню їх у різних геопросторових додатках та проєктах.

В цьому дослідженні використовувалася система координат УСК-2000 (UCS-2000 / Gauss-Kruger zone 5).

Наповнення бази геоданих відбувається імпортом шейп-файлів в класи просторових об'єктів.



За допомогою програмного засобу QGIS завантажено вихідні дані та розв'язано наступні задачі:

- Задача «Зона доступності навчальних закладів в районі «Щасливе».

- Комплексна задача «Зона доступності транспортних зупинок та проектування автобусного маршруту «Боярка – Щасливе – Боярка».

В задачі побудови зон доступності навчальних закладів в районі «Щасливе» було побудовано ізохрони. Проаналізувавши зони, можна дати пропозицію щодо розташування навчальних закладів. На рис. 2 представлено результат аналізу для закладів дошкільної освіти в районі «Щасливе».

У районі є один існуючий дитсадок та п'ять запроєктованих. Згідно з даними Управління містобудування та архітектури виконавчого комітету Рівненської міської ради з них один заклад вже затверджений містобудівною документацією та буде розташований в районі вулиць Березової, Юрія Горліса-Горського та проєктної житлової вулиці в м. Рівному. Згідно з проведеним дослідженням доцільно перенести один із запроєктованих об'єктів ближче до району «Новий Двір». Будівництво решти заплановано на середньо-довгостроковий період.

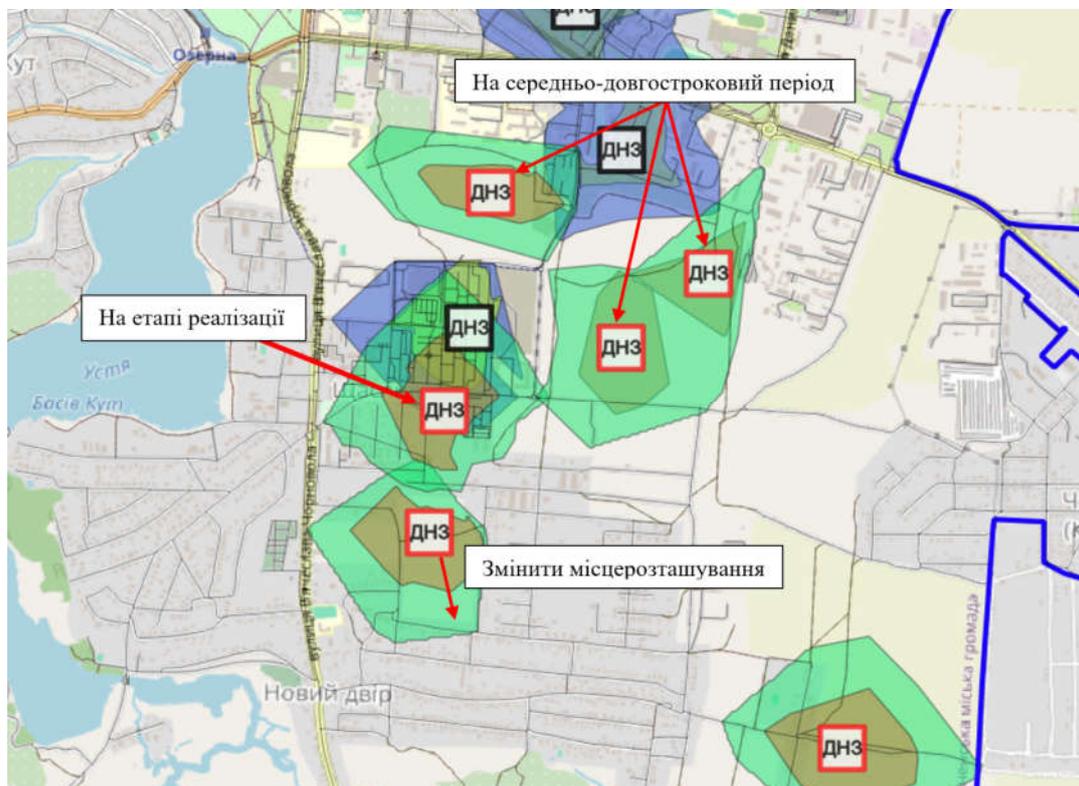


Рис. 2. Пропозиція для закладів дошкільної освіти



Рис. 4. Фрагмент карти м. Рівне, на якому показано запроєктовані автобусні зупинки

Аналіз існуючих автобусних маршрутів виявив прогалини у транспортному сполученні. Новий маршрут забезпечить зручний доступ мешканців до основної інфраструктури, зокрема навчальних закладів.

Завдяки географічним мережам є можливим виконати детальний аналіз просторових даних, приймати обґрунтовані рішення для вирішення складних задач у різних сферах, таких як планування міської інфраструктури, охорона навколишнього середовища або оптимізація транспортних маршрутів.

Стаття демонструє ефективність використання ГІС-технологій для аналізу зон доступності та організації транспортних маршрутів. Результати можуть бути застосовані для вдосконалення транспортної логістики, оптимізації маршрутів громадського транспорту та підвищення доступності навчальних закладів.

1. Петренко О. Я. Створення та аналіз мережевих даних засобами ArcGIS : навч. посіб. Київ : ІПДО, 2018. 96 с. 2. Що таке додатковий модуль ArcGIS Network Analyst? URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst.htm>. (дата звернення: 30.01.2025). 3. Самсонов Т., Карпачевський А., Ентін А. Основи геоінформатики : практикум у QGIS. Аналіз транспортних мереж. URL: <https://aentin.github.io/qgis-course/networks.html>. (дата звернення: 30.01.2025). 4. QGIS – провідна вільна настільна ГІС. URL: <https://www.qgis.org/uk/site/about/index.html>. (дата звернення:

30.01.2025). 5. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. URL: https://e-onstruction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046?doc_type=2 (дата звернення: 30.01.2025).

REFERENCES:

1. Petrenko O. Ya. Stvorennia ta analiz merezhevykh danykh zasobamy ArcGIS : navch. posib. Kyiv : IPDO, 2018. 96 s.
2. Shcho take dodatkovyi modul ArcGIS Network Analyst? URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm>. (data zvernennia: 30.01.2025).
3. Samsonov T., Karpachevskyi A., Entin A. Osnovy heoinformatyky : praktykum u QGIS. Analiz transportnykh merezh. URL: <https://aentin.github.io/qgis-course/networks.html>. (data zvernennia: 30.01.2025).
4. QGIS – providna vilna nastilna HIS. URL: <https://www.qgis.org/uk/site/about/index.html>. (data zvernennia: 30.01.2025).
5. ДБН Б.2.2-12:2019. Planuvannia i zabudova terytorii. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046?doc_type=2 (data zvernennia: 30.01.2025).

Dmytriv O. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Mishchuk D. V., Master, Dmytriv A. R., Software Developer (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SOLUTION OF TRANSPORT PROBLEMS USING GIS TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE ROAD NETWORK OF RIVNE

The use of GIS allows you to integrate geographic data on the road network with other important information sources, such as data on traffic, population density, places of work and recreation, which allows you to get a comprehensive picture of the situation on the roads and make informed decisions about planning transport routes.

The article describes the main terms and concepts of the transport network, their types and methods of construction, and also presents the solution of several transport problems using GIS tools:

- 1) construction of accessibility zones educational institutions;**
- 2) construction of a new public transport route.**

The initial data for the work is the road network of the city. These are shapefiles that are loaded using the QOSM module of the QGIS software extension. QGIS and ArcGIS plugins and tools were used in the work.



The result of the analysis of the existing transport network, the determination of accessibility zones and the design of the optimal route, provides specialists with a practical toolkit for effective planning of the city's development.

Using the QGIS software tool the input data was loaded and the following tasks were solved: 1) Availability zone of educational institutions in the "Shchaslyve" district; 2) Accessibility zone of transport stops and design of bus route "Boyarka – Shchaslyve – Boyarka".

The results of the research confirmed the high potential of GIS technologies. In particular, GIS allows taking into account various factors, such as road conditions, location of infrastructure facilities and user requirements, to determine optimal routes and distribution of traffic on roads.

***Keywords:* transport network; network analysis; geodatabase; QGIS; Network Analyst; QNEAT3; OSM Tools.**