

DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4\(42\)-501-508](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4(42)-501-508)

УДК 004.94:711.4:528.9

Олена Віталіївна Савченко¹, Тетяна Володимирівна Ганєєва²¹доктор технічних наук, зав. кафедри архітектури та дизайну

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: olenasavch15@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5461-7127>. ResearcherID: G-5911-2014²старший викладач кафедри архітектури та дизайну

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: tetiana.hanieieva@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8228-5916>. ResearcherID: H-1354-2016

QGIS ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ В СУЧАСНОМУ МІСТОБУДУВАННІ

Сучасне містобудування потребує точного просторового аналізу для забезпечення сталого розвитку та адаптації до змін. В умовах діджиталізації ключова роль належить ГІС-технологіям, зокрема відкритому програмному забезпеченню (Open Source GIS). У статті розглянуто архітектуру QGIS, яка підтримує повний цикл роботи з геопросторовими даними. Проаналізовано ключові методи просторового аналізу: векторний, растровий та мережевий. Дослідження підтверджує, що QGIS є повноцінним, багатофункціональним та економічно вигідним інструментом, який може виконувати складні операції. Його використання сприяє підвищенню ефективності планування та якісній підготовці кадрів.

Ключові слова: QGIS; просторовий аналіз; містобудування; Open Source GIS; освітній процес; ГІС-технології.

Рис.: 2. Бібл.: 8.

Актуальність теми дослідження. Містобудування стикається із сучасними викликами від необхідності забезпечення сталого розвитку та підвищення якості життя до адаптації міст до кліматичних змін та управління стрімкою урбанізацією. Ефективне вирішення цих комплексних проблем неможливе без точного просторового аналізу, який дозволяє моделювати, прогнозувати та візуалізувати просторові наслідки планувальних рішень.

В умовах діджиталізації та зростання обсягів великих геоданих (Big Geodata), ключова роль у підтримці прийняття рішень належить ГІС-технологіям. «Інформаційні науки», такі як ГІС-наука, можуть процвітати разом з цим новим способом ведення науки, оскільки здатність обробляти, зберігати, описувати, обмінюватися та впорядковувати інформацію дедалі більше стає ключем до вирішення наших найнагальніших проблем [1]. Особливої актуальності набуває впровадження відкритого програмного забезпечення (Open Source GIS), яке забезпечує доступ до потужних аналітичних інструментів без значних ліцензійних витрат. Серед таких рішень QGIS виступає як найбільш гнучка та функціонально насичена платформа, що ідеально підходить для використання в муніципальних установах та академічному середовищі. Застосування QGIS сприяє підвищенню прозорості та обґрунтованості планувального процесу.

Постановка проблеми. Незважаючи на зростаючу потребу ринку праці у фахівцях, які вільно володіють інструментами просторового аналізу, освітні програми часто стикаються з фінансовими та організаційними обмеженнями при інтеграції комерційного ГІС-програмного забезпечення у навчальний процес. Висока вартість ліцензій на пропрієтарне програмне забезпечення обмежує кількість здобувачів, які можуть працювати з ним одночасно, та перешкоджає їхній самостійній роботі поза аудиторіями. У часи пандемії та воєнного стану саме самостійна робота є важливою та необхідною частиною у навчальному процесі, що створює проблему недостатньої практичної підготовки здобувачів ВО спеціальностей G19 «Будівництво та цивільна інженерія» та G17 «Архітектура і містобудування». Виникає потреба в систематизації та демонстрації повного спектра можливостей QGIS як доступної, функціонально еквівалентної та ліцензійно необмеженої платформи для забезпечення якісного та масового навчання методам просторового аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. QGIS є широко визнаним інструментом у науковому середовищі, особливо в галузях, які активно працюють із природними та екологічними даними. Однак, існує тенденція до меншої кількості публікацій, зосереджених виключно на QGIS у контексті складного містобудівного аналізу порівняно з іншими сферами. Так, у лісівництві, сільському господарстві та екології QGIS часто використовується завдяки його потужному растровому аналізу та інтеграції з відкритими даними, зокрема, у лісівництві та екології – для моніторингу вирубки та росту лісів, моделювання поширення пожеж, класифікації типів лісового покриву, аналізу стану здоров'я лісів за індексами [2]; у сільському господарстві – для картографування врожайності, створення карт диференційованого внесення добрив, аналізу ґрунтів та їхньої вологості [3, 4]; у гідрології – для моделювання стоку поверхневих вод, визначення водозбірних басейнів, аналізу гідрографічної мережі.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Незважаючи на універсальність QGIS, у сфері комплексного містобудування та транспортного моделювання наукові публікації, які використовують виключно QGIS, є менш численними порівняно з комерційними ГІС-платформами. Це може бути пов'язане з тим, що традиційно великі містобудівні та транспортні моделі розроблялися з використанням комерційних платформ (наприклад, ArcGIS, TransCAD) через їхні спеціалізовані та історично усталені модулі, а також тим, що хоча QGIS має інструменти мережевого аналізу, але складні інтегровані моделі транспортного планування частіше вимагають спеціалізованих комерційних пакетів або тісної інтеграції з іншими Open Source інструментами.

Метою статті є проаналізувати можливості та методи застосування QGIS для виконання ключових типів просторового аналізу в контексті сучасного містобудування в освітньому процесі та оцінити переваги цієї платформи порівняно з комерційними аналогами.

Виклад основного матеріалу. Просторовий аналіз – це процес інтерпретації, оцінки та моделювання ГІС-даних. Отримана інформація обробляється за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм та класифікується за кількістю та складністю завдань: від простої візуалізації до комплексної аналітики за допомогою конкретних інструментів [5]. У контексті містобудування він є критично важливим для переходу від інтуїтивного планування до обґрунтованого, науково підтверженого ухвалення рішень [1].

Основні напрямки просторового аналізу в місті включають:

- функціональне зонування: аналіз території міста за функціями (житлова, промислова, торгова, рекреаційна) та характером використання;
- аналіз міської інфраструктури: дослідження мережі доріг, громадського транспорту, комунікацій, їх доступності та навантаження;
- соціально-економічний аналіз: вивчення розподілу населення, житлового фонду, соціальних об'єктів (шкіл, лікарень), а також рівня доходів та зайнятості в різних районах;
- екологічний аналіз: оцінка стану довкілля, рівня забруднення, наявність зелених зон та їх доступність для мешканців;
- демографічний аналіз: аналіз чисельності, структури, динаміки населення та його просторового розподілу;
- містобудівний аналіз: використання просторових даних для розробки містобудівної документації, планування забудови та реорганізації міських територій;
- аналіз земельних ресурсів: вивчення використання земельних ділянок, їх належності та проблемних питань.

QGIS є ключовим представником Open Source GIS і пропонує значні переваги (рисунок 1) порівняно з комерційними аналогами, що особливо важливо для державного сектору та освітніх установ:

- QGIS є безкоштовним, що дозволяє впроваджувати його на всіх рівнях управління та створювати необмежену кількість робочих місць без фінансових бар'єрів, а також проводити навчання;

- програмне забезпечення може бути модифіковане та розширене через численні плагіни, а також інтегроване в інші системи завдяки відкритому API (PyQGIS). Це дозволяє адаптувати його під вузькоспеціалізовані потреби містобудування;

- велика міжнародна спільнота розробників та користувачів забезпечує постійне оновлення, швидке виправлення помилок та додавання нових аналітичних інструментів [6];

- QGIS повністю підтримує стандарти OGC (Open Geospatial Consortium), що гарантує сумісність з іншими ГІС-системами та легкість обміну даними (наприклад, через формати GeoJSON, KML, WMS/WFS).



Рис. 1. Переваги QGIS

Джерело: сформовано авторами.

QGIS функціонує як потужний інтеграційний інструмент, що забезпечує повний цикл роботи з геопросторовими даними: від імпорту до візуалізації та аналізу. Архітектура платформи ефективно підтримує складні завдання міського планування:

1. Базові інструменти та ядро забезпечують обробку векторних та растрових даних, роботу з координатами та проєкціями. Вбудовані інструменти геообробки дозволяють виконувати основні операції (буферизація, накладання, кліпування).

2. Система плагінів – це розширюваний модуль, який дає QGIS значну перевагу. Плагіни, зокрема QuickOSM (для отримання відкритих міських даних) або OR Tools (для складного мережевого аналізу), трансформують QGIS у спеціалізовану робочу станцію для планувальника [7].

3. Інтеграція з базами даних: QGIS є ідеальним клієнтом для роботи з просторовими базами даних, зокрема PostGIS. Це дозволяє зберігати великі обсяги міських даних, виконувати складні просторові запити на рівні сервера та забезпечувати колективний доступ до інформації.

QGIS надає планувальникам набір потужних інструментів, згрупованих у модулі Processing Toolbox та розширених через плагіни, що охоплюють три ключові категорії просторового аналізу: векторний, растровий та мережевий.

1. Векторний аналіз та геообробка.

Векторний аналіз працює з точковими, лінійними та полігональними об'єктами і є основою для моделювання міської структури.

- буферні зони (Buffer Analysis): цей інструмент створює полігони навколо векторних об'єктів на задану відстань. У містобудуванні буфери використовуються для визначення зон санітарного захисту (наприклад, навколо промислових об'єктів) та оцінки зони обслуговування (наприклад, 300 метрів пішохідної доступності до зупинки громадського транспорту) (рис. 2);

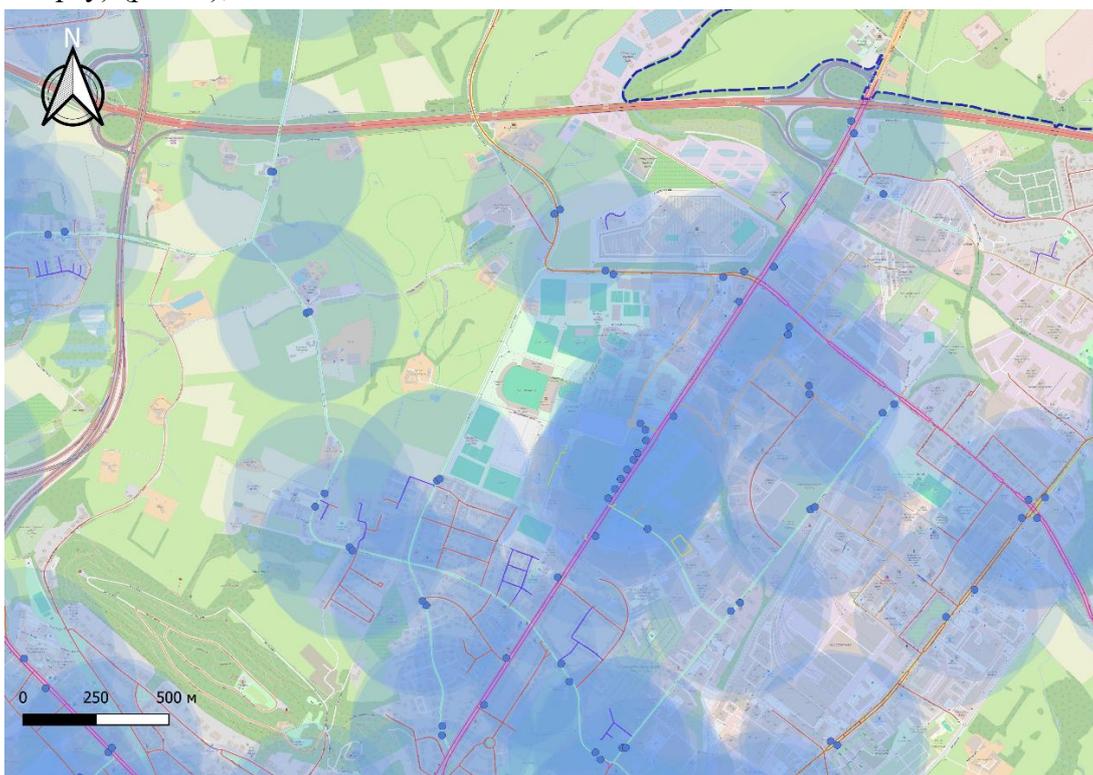


Рис. 2. Пішохідна доступність автобусних зупинок

Джерело: сформовано авторами у QGIS.

- накладання (Overlay Analysis): це група операцій (Union, Intersect, Difference, Symmetrical Difference), які об'єднують атрибутивні дані та геометрію двох або більше шарів. Це критично важливо для виявлення ділянок, що відповідають множинним критеріям. Наприклад, операція Intersect може знайти території, які одночасно є потенційною зоною затоплення та зоною нової житлової забудови;

- геокодування та просторове з'єднання: QGIS дозволяє пов'язувати дані з таблиць (наприклад, дані про населення чи кількість ліжок-місць) з геометрією полігонів (квартали, райони) на основі їхнього просторового розташування. Це забезпечує можливість тематичного картографування та статистичного аналізу.

2. Растровий аналіз.

Растровий аналіз працює з регулярними сітками даних (пікселями) і є незамінним для аналізу безперервних полів (рельєф, температура, супутникові знімки). Використання растрових моделей для аналізу рельєфу (Digital Elevation Model - DEM) дозволяє генерувати похідні шари, критичні для планування:

- ухили (Slope) – для визначення ділянок із занадто великим чи малим ухилом для будівництва;

- експозиція (Aspect): аналіз освітленості схилів, важливий для інсоляційного режиму та розміщення сонячних панелей;

- моделювання видимості (Viewshed Analysis) потрібне для визначення зон видимості від пам'ятки або архітектурної домінанти для контролю висотності забудови;

- класифікація супутникових знімків: QGIS, часто у поєднанні з плагінами, може обробляти супутникові знімки (наприклад, Landsat або Sentinel). Це дає можливість спостерігати зміни землекористування, оцінювати площу зеленого покриття через індекси, як-от NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), та контролювати незаконну забудову.

3. Мережевий аналіз (Network Analysis).

Мережевий аналіз моделює переміщення людей і ресурсів дорожньою або пішохідною мережею, що є ключовим для транспортного та соціального планування:

- розрахунок доступності та ізохрон: засобами QGIS та спеціалізованих плагінів (наприклад, ORS Tools або вбудованими інструментами для найкоротшого шляху) можна розрахувати час або відстань переміщення існуючою мережею. Це дозволяє створювати ізохрони – зони, доступні за певний часовий ліміт (наприклад, 20 хвилин на громадському транспорті), що є основою для оцінки доступності шкіл, лікарень чи робочих місць [8];

- оптимізація маршрутів: аналіз дозволяє знайти найкоротші або найшвидші маршрути, що важливо для планування маршрутів громадського транспорту, логістики комунальних служб або оптимізації роботи служб доставки та екстреної допомоги;

- матриця "Вихід-Призначення" (Origin-Destination Matrix): розрахунок відстаней або часу між багатьма точками попиту (наприклад, житлові будинки) та точками пропозиції (наприклад, лікарні) використовується для кількісної оцінки потенційної доступності всього міста.

Практична цінність QGIS у містобудуванні розкривається через його здатність швидко інтегрувати та аналізувати різноманітні просторові дані, надаючи планувальникам необхідну доказову базу для прийняття рішень.

1. Аналіз житлової забудови та щільності.

QGIS є незамінним інструментом для моніторингу та оцінки параметрів забудови, що є ключовим для контролю за міським розвитком.

- тематичне картографування щільності: за допомогою інструментів просторової статистики (наприклад, розрахунок площі полігонів забудови, населення на одиницю площі) та функціоналу тематичного картографування створюються карти щільності населення, забудови або використання житлового фонду. Це дозволяє швидко виявляти райони надмірного навантаження на інфраструктуру або, навпаки, території з недостатнім використанням;

- оцінка відповідності нормам: шляхом накладання (Overlay) шару фактичної забудови на шар проєктного зонування (генеральний план) можна виявити зони конфліктів землекористування та порушення містобудівних норм (наприклад, перевищення дозволеної висотності або відсотка забудови ділянки).

2. Планування зеленої інфраструктури.

Використання растрового аналізу в QGIS є критично важливим для оцінки та планування міських зелених зон.

- аналіз NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): обробка мультиспектральних супутникових знімків дозволяє розрахувати індекс NDVI, який слугує надійним показником здоров'я та щільності рослинного покриву. Це дає можливість точно оцінити «зелений фонд» міста та теплові острови;

- оцінка доступності зелених зон: за допомогою мережевого аналізу розраховуються ізохрони пішохідної доступності (наприклад, 10–15 хвилин) від житлових масивів до парків і скверів. Результати цього аналізу дозволяють виявити райони, що мають дефіцит зелених зон, і обґрунтувати необхідність створення нових об'єктів рекреації.

3. Оцінка ризиків та вразливості.

QGIS активно використовується для моделювання загроз і оцінки вразливості міських територій, що є основою для розробки планів протидії надзвичайним ситуаціям:

- моделювання зон затоплення: інтеграція QGIS з гідрологічними моделями (наприклад, через інструменти GRASS або SAGA у Processing Toolbox) дозволяє моделювати поширення водних потоків на основі цифрової моделі рельєфу (DEM) та оцінити, які об'єкти інфраструктури та житлові райони потрапляють у потенційну зону ризику при різних рівнях опадів;

- аналіз шумового забруднення: шляхом просторового поєднання даних про джерела шуму (автомагістралі, залізничні колії) та моделей поширення звуку можна створити карти шумового дискомфорту (ізошуми). Ці карти є ключовим аргументом для планування захисних заходів (шумозахисні екрани) або коригування функціонального зонування.

Висновки. Проведене дослідження підтверджує, що QGIS є повноцінним, багатофункціональним та економічно вигідним інструментом для здійснення широкого спектра просторового аналізу в сучасному містобудуванні. Завдяки своїй відкритій архітектурі QGIS успішно інтегрує ключові методи (векторний, растровий, мережевий аналіз) та надає планувальникам можливість виконувати складні операції – від моделювання зон ризику затоплення та аналізу зеленої інфраструктури до точного розрахунку транспортної доступності та оцінки придатності територій. Таким чином, QGIS суттєво сприяє підвищенню ефективності, обґрунтованості та прозорості містобудівного процесу, демократизуючи доступ до високоякісних ГІС-технологій.

Незважаючи на значні переваги, впровадження QGIS у містобудівну практику супроводжується низкою викликів:

- для повноцінного використання розширеного функціоналу QGIS та інтеграції плагінів потрібна належна підготовка фахівців, оскільки навчання може бути менш формалізованим, ніж для комерційного програмного забезпечення;

- ефективність аналізу значною мірою залежить від якості та повноти відкритих геопросторових даних (наприклад, OpenStreetMap, Open Data порталів). Інколи потрібна значна робота з очищення та топологічної корекції даних;

- може виникати потреба у стандартизації робочих процесів та забезпеченні технічної підтримки, що вимагає внутрішньої експертизи.

Подальший розвиток QGIS та суміжних технологій відкриває нові можливості для містобудівного аналізу:

- посилення можливостей роботи з 3D-даними (наприклад, через плагіни для відображення будівель та аналізу тіней), що дозволить перейти до більш комплексного міського моделювання та візуалізації;

- інтеграція алгоритмів машинного навчання для автоматизованої класифікації супутникових знімків, виявлення об'єктів та прогнозування просторових змін (наприклад, через бібліотеки Python, інтегровані в PyQGIS);

- розвиток інструментів для обробки великих динамічних масивів даних (наприклад, дані мобільних операторів або GPS-трекінгу) для моделювання транспортних потоків та соціальної активності міста в реальному або квазіреальному часі;

Таким чином, QGIS не лише є інструментом сьогодення, але й формує основу для інноваційного та науково обґрунтованого планування міст майбутнього.

Заява про використання генеративного ШІ та технологій на основі ШІ в процесі написання текстів.

Під час написання цього матеріалу автор(и) використовували Google Gemini – покращення сприйняття візуального ряду, обробка та пошук джерел за тематикою.

Після використання Google Gemini автор(и) переглянув(ли) та відредагував(ли) зміст за потреби та взяв(ли) на себе повну відповідальність за зміст публікації.

Список використаних джерел

1. Goodchild, M. F. (2009). Geographic information systems and science: Today and tomorrow. *Annals of GIS*, 15(1), 3–9. <https://doi.org/10.1080/19475680903250715>.
2. Khainus, D. D., et al. (2024). Geospatial database generation of forest growth using the QGIS software package. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1415(1), Article 012049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012049>.
3. Fallah, M. H., Ramadan, G. M., & Venkatcharyulu, S. (2025). Optimizing fertilizer use in precision agriculture with GIS and remote sensing. *SHS Web of Conferences*, 216, Article 01061. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202521601061>.
4. Firoozi, M. A., Goodarzi, M., & Shirali, R. (2017). Assessment and potential survey of lands in Khuzestan Province using the Buckley geometric mean model and geographic information system (GIS). *Open Journal of Geology*, 7(3), 234–241. <https://doi.org/10.4236/ojg.2017.73016>.
5. Kohut, P. (n.d.). *Prostorovyi analiz: Obrobka HIS danykh ta yikh vykorystannia* [Spatial analysis: Processing GIS data and their application]. EOS Data Analytics. <https://eos.com/uk/blog/prostorovyi-analiz/>.
6. QGIS Development Team. (2024). *QGIS user guide* (Version 3.40). QGIS Project. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/index.html.
7. QGIS Development Team. (2024). *QGIS user guide* (Version 3.40). QGIS Project. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/index.html.
8. Mitchell, A. (2005). *The ESRI guide to GIS analysis: Volume 2 — Spatial measurements and statistics*. ESRI Press.

References

1. Goodchild, M. F. (2009). Geographic information systems and science: Today and tomorrow. *Annals of GIS*, 15(1), 3–9. <https://doi.org/10.1080/19475680903250715>.
2. Khainus, D. D., et al. (2024). Geospatial database generation of forest growth using the QGIS software package. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1415(1), Article 012049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012049>.
3. Fallah, M. H., Ramadan, G. M., & Venkatcharyulu, S. (2025). Optimizing fertilizer use in precision agriculture with GIS and remote sensing. *SHS Web of Conferences*, 216, Article 01061. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202521601061>.
4. Firoozi, M. A., Goodarzi, M., & Shirali, R. (2017). Assessment and potential survey of lands in Khuzestan Province using the Buckley geometric mean model and geographic information system (GIS). *Open Journal of Geology*, 7(3), 234–241. <https://doi.org/10.4236/ojg.2017.73016>.
5. Kohut, P. (n.d.). *Prostorovyi analiz: Obrobka HIS danykh ta yikh vykorystannia* [Spatial analysis: Processing GIS data and their application]. EOS Data Analytics. <https://eos.com/uk/blog/prostorovyi-analiz/>.
6. QGIS Development Team. (2024). *QGIS user guide* (Version 3.40). QGIS Project. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/index.html.
7. QGIS Development Team. (2024). *QGIS user guide* (Version 3.40). QGIS Project. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/index.html.
8. Mitchell, A. (2005). *The ESRI guide to GIS analysis: Volume 2 — Spatial measurements and statistics*. ESRI Press.

Дата першого надходження статті до видання: 30.11.2025
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.12.2025

Olena Savchenko¹, Tetiana Hanieieva²

¹Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Architecture and Design
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: olenasavch15@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5461-7127>. **ResearcherID:** [G-5911-2014](https://orcid.org/0000-0001-5461-7127)

²Lecturer of the Department of Architecture and Design

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: tetiana.hanieieva@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8228-5916>. **ResearcherID:** [H-1354-2016](https://orcid.org/0000-0001-8228-5916)

QGIS AS A SPATIAL ANALYSIS TOOL IN MODERN URBAN PLANNING

Modern urban planning faces challenges of sustainable development and adaptation to change, which necessitates accurate spatial analysis using GIS technologies. The implementation of open-source software (Open Source GIS) is becoming particularly relevant.

The high cost of commercial GIS software limits its integration into educational curricula, creating a problem of insufficient practical training for students specializing in civil engineering and architecture.

The aim of the article is to analyze the capabilities and methods of applying QGIS for performing key types of spatial analysis within the context of contemporary urban planning in the educational process, and to evaluate the advantages of this platform compared to commercial analogues.

The article analyzes the QGIS architecture, which ensures a full cycle of work with geospatial data, including basic tools, the plugin system (QuickOSM, OR Tools), and integration with spatial databases. The use of key spatial analysis methods in QGIS is examined, namely: vector analysis and geoprocessing (using buffer zones to assess service areas, overlay analysis to identify areas meeting multiple criteria, and spatial joining); raster analysis (applying Digital Elevation Models (DEM) to calculate slopes, aspect, visibility modeling, as well as satellite imagery classification for NDVI analysis and land-use control); network analysis (calculating accessibility and isochrones to assess coverage by social facilities, route optimization, and creating Origin-Destination matrices); and practical case studies (analysis of residential development, green infrastructure planning, risk assessment).

The study confirms that QGIS is a multifunctional and cost-effective tool, capable of performing the complex operations required for informed urban planning. The use of QGIS in the educational process facilitates high-quality personnel training and the democratization of access to GIS technologies. Challenges and prospects for further development (3D modeling, Machine Learning integration) are also considered.

Keywords: QGIS, spatial analysis, urban planning, Open Source GIS, educational process, GIS technologies.

Fig.: 2. **References:** 8.