

АНАЛІЗ ФОРМАТУ GEOJSON У ГЕОПРОСТОРОВІЙ ІНЖЕНЕРІЇ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ, АНАЛІТИЧНІ ОБМЕЖЕННЯ ТА СТРАТЕГІЇ ЕВОЛЮЦІЇ

БУЛАКЕВИЧ Сергій Васильович

викладач,

ВСП «Рівненський фаховий коледж

Національного університету

біоресурсів і природокористування України»,

м. Рівне, Україна,

s.geotehnology@gmail.com

Трансформація геоінформаційних систем (ГІС) у бік веб-орієнтованої архітектури зумовила перехід від бінарних закритих форматів до відкритих текстових стандартів [1]. Формат JSON, зокрема специфікація GeoJSON (RFC 7946), став де-факто стандартом обміну векторними даними завдяки своїй легкості та підтримці мовою JavaScript [2]. Однак зі зростанням масштабів цифрових двійників міст та IoT-мереж виникла потреба в переосмисленні ефективності JSON порівняно з бінарними альтернативами [3].

Переваги JSON у геопросторовій інженерії

1. Інтєроперабельність та інтеграція. Основною перевагою JSON є його здатність слугувати універсальною мовою обміну між гетерогенними системами. На відміну від XML, JSON має мінімальну синтаксичну надмірність, що значно прискорює передачу даних у веб-середовищах. Це забезпечує безшовну інтеграцію між серверними API та клієнтськими бібліотеками, такими як Leaflet або OpenLayers.

2. Гнучкість моделювання (Schema-less). JSON дозволяє ітеративне моделювання даних без потреби у жорсткій попередній схемі. Користувачі можуть динамічно додавати атрибути в об'єкт «properties», що є критичним для проектів з великими даними та моніторингу навколишнього середовища, де складність параметрів може змінюватися в реальному часі.

3. Роль у розвитку GeoAI та LLM. Сучасні дослідження вказують на те, що JSON є оптимальним форматом для взаємодії з великими мовними моделями (LLM) через його структуровану текстову природу [4]. Використання GeoJSON у мультиагентних архітектурах дозволяє автоматизувати просторовий аналіз через природну мову. Системи "GeoJSON Agents" демонструють точність виконання завдань до 97,14% завдяки здатності моделей генерувати коректний код для маніпуляції даними GeoJSON.

Аналіз недоліків

1. Вербальність та об'єм даних

Текстова природа JSON призводить до значного збільшення розміру файлів. При порівнянні з бінарними форматами, такими як Apache Avro або Protocol Buffers (PBF), файли GeoJSON можуть бути у 2–3 рази

більшими за обсягом. Наприклад, у експериментах із наборами точок файл GeoJSON об'ємом 558 МБ після конвертації в Avro зменшився до 228 Мегабайт [5].

2. Обчислювальні витрати

Парсинг JSON є CPU-інтенсивним процесом [7]. На відміну від форматів із прямим доступом до пам'яті (zero-copy), JSON потребує повного сканування та десеріалізації рядків у числові типи, що суттєво сповільнює роботу з масивами понад 100 000 об'єктів [8].

3. Відсутність просторової індексації

Стандарт GeoJSON не підтримує вбудовану просторову індексацію. Пошук об'єктів потребує лінійного сканування всього файлу, що має обчислювальну складність. Це робить формат неефективним для великих наборів даних порівняно з FlatGeobuf, який використовує Hilbert R-Tree індекси для вибіркового доступу до даних через HTTP Range Requests.

Технологічна еволюція: JSON-FG та CityJSON

Для подолання обмежень стандартного GeoJSON Консорціум OGC розробив стандарт OGC Features and Geometries JSON (JSON-FG). Він вводить підтримку наступних компонент:

1. Довільних систем координат (CRS) замість виключно WGS 84 (EPSG:4326);
2. 3D-геометрій (Polyhedron, Prism), що важливо для архітектурного моделювання міст;
3. Часових характеристик через компоненту «time» для динамічного аналізу процесів.

Аналогічно, для тривимірних моделей міст було впроваджено CityJSON, який реалізує модель CityGML у форматі JSON. Це дозволяє зменшити розмір файлів приблизно в 7 разів порівняно з XML-версією CityGML при збереженні повної семантичної та геометричної точності [10].

Висновки

JSON залишається центральним форматом для веб-картографування та взаємодії з ІІІ завдяки своїй інтероперабельності [11]. Однак для систем з великими даними (Big Data) рекомендується гібридний підхід: використання JSON/JSON-FG для обміну даними та API-інтерфейсів та перехід на хмарно-оптимізовані бінарні формати (FlatGeobuf, GeoParquet) для зберігання та високопродуктивної аналітики.

Список використаних джерел:

1. Butler, H., Daly, M., Doyle, A., Gillies, S., Hagen, S., & Schaub, T. (2016). *The GeoJSON Format (RFC 7946)*. Internet Engineering Task Force (IETF).
2. Cheng, Y., Zhou, K., Wang, J., De Maeyer, P., Van de Voorde, T., Yan, J., & Cui, S. (2021). A Comprehensive Study of Geochemical Data Storage Performance Based on Different Management Methods. *Remote Sensing*, 13(16), P.3208.
3. Ledoux, H., Arroyo Ohori, K., Kumar, K., Beetz, J., Labetski, A., & Stoter, J. (2019). CityJSON: A compact and easy-to-use encoding of the CityGML data model. *International Journal of Geo-Information*, 8(2), P.72.
4. Maeda, K. (2012). Performance evaluation of object serialization libraries in XML, JSON and binary formats. *2012 Second International Conference on Digital Information and Communication Technology and it's Applications (DICTAP)*, P.177-182.
5. Netek, R., Brus, J., & Tomecka, O. (2019). Performance Testing on Marker Clustering and Heatmap. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(8), P.348.
6. Open Geospatial Consortium (OGC). (2023). *OGC Features and Geometries JSON - Part 1: Core*. Candidate Standard P.21-045.
7. Sumaray, A., & Makki, S. K. (2012). A comparison of data serialization formats for optimal efficiency on a mobile platform. *Proceedings of the 6th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*, P.1-6.
8. Williams, B. (2022). *FlatGeobuf: A binary encoding for geospatial vector data*. Cloud-Native Geospatial Foundation.
9. Xu, L., Luo, Q., Lin, Q., Wu, S., Mao, R., Wang, C., Feng, H., Huang, B., & Du, Z. (2025). *GeoJSON Agents: A Multi-Agent LLM Architecture for Geospatial Analysis-Function Calling vs Code Generation*. arXiv:2509.08863.
10. Bulakevych, S. (2023, November). THE TRANSFORMATIVE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CADASTRAL SYSTEMS. In *Формування сталого землекористування: проблеми та перспективи: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф.(м. Київ, 16-17 листопада 2023 р.)*. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. 290 с. (с. 153).
11. Bulakevych, S. (2023). GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR AGROCHEMICAL CERTIFICATION OF AGRICULTURAL LAND. *ПРОДОВОЛЬЧА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ: ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ ТА СВІТУ*, с. 101.



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ**

**ЗБІРНИК ТЕЗ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

«GEOPOINT»

5-6 березня 2026 року

**PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE**

«GEOPOINT»

March 5-6, 2026

УДК 332.2/.7:528.4/.9"364"(082)

ISBN 978-617-8798-98-7

«GEOPPOINT»: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, Україна, 5-6 березня 2026 року: матеріали конференції. Київ: НУБіП України. 2026. 332 с.

Рекомендовано Вченою радою факультету землевпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 5 від 19 березня 2026 року)

У збірнику матеріалів конференції подано результати сучасних наукових досліджень за секціями: землеустрій та кадастр в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення, оцінка земель, врахування збитків та управління ризиками, геопросторові технології та ДЗЗ. Розраховано для науково-педагогічних працівників, представників науково-дослідних установ, науковців, спеціалістів установ та фахівців землевпорядного напрямку, аспірантів, студентів.

У разі повного або часткового використання матеріалів збірника посилання обов'язкове. Автори матеріалів несуть повну відповідальність за точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей, відповідаючи принципам академічної доброчесності.

Відповідальні за випуск: І. А. Опенько, О. Д. Грищак