

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

Факультет «Інформаційно-керуючі системи та технології»

Кафедра «Транспортний зв'язок»

Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра
на тему:

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ОБСЯГУ ІНФОРМАЦІЇ У
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ**

Виконав:

студент 4 курсу, групи 107 - ТКРТ-Д21
спеціальності

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

освітньої програми «Телекомунікації та
радіотехніка»

(роботу виконано самостійно відповідно
до принципів академічної доброчесності)

Віталій ДАЦЕНКО

Керівник:

доцент кафедри, канд. техн. наук, доцент

Наталія КОРОЛЬОВА

Рецензент:

доцент кафедри СКС, к.т.н., доцент

Любов КЛИМЕНКО

Харків – 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Актуальність роботи зумовлена зростаючою роллю геоінформаційних технологій у цифровій трансформації суспільства, основна частина інформації представлена у вигляді відеоінформації, яка формується у вигляді цифрових масивів надзвичайно великого обсягу. Такі обсяги даних створюють значне навантаження на системи збереження та передачі інформації. Існуючі канали зв'язку, через обмежену пропускну здатність, не забезпечують необхідного рівня оперативності передачі відеоданих, що критично важливо в умовах моніторингу, безпеки, надзвичайних ситуацій тощо.

Подолання цієї проблеми можна домогтися за рахунок вдосконалення методів стиснення відеоінформації, які дозволяють значно зменшити обсяг переданих даних без істотної втрати якості, шляхом застосування алгоритмів стиснення забезпечить підвищення швидкості передачі, оптимізацію використання мережевих ресурсів та ефективне зберігання відеоматеріалів у ГІС.

Ключові слова: ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, СИСТЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, СТИСК ДАНИХ, ЦИФРОВІ ЗОБРАЖЕННЯ, ВІДЕОІНФОРМАЦІЯ, МЕТОДИ КОМПРЕСІЇ, КОДЕК, МЕТОДИ СТИСКУ БЕЗ ВТРАТ, КОЕФІЦІЄНТ СТИСКУ

Об'єкт дослідження — відеоінформація, яка використовується при обробці та передачі у геоінформаційних системах передачі.

Метою роботи є зменшення часу обробки і передачі інформації у системах які використовують у геоінформаційних технологій.

Структура та обсяг роботи становить 70 сторінок друкованого тексту. Робота містить вступ, три розділи, висновки та список використаних джерел.

Розділи кваліфікаційної роботи:



У першому розділі розглядаються теоретичні основи геоінформаційних систем (ГІС), загальні відомості, типи даних та способи їх представлення, а також аналізується поточний стан та проблема обсягів даних в ГІС-системах. Також розглянута роль ГІС в роботі залізничного транспорту.

Другий розділ - розглянуті основні методи компресії, що забезпечують стиснення зображень з втратами або без втрат. Аналіз специфіки кодування просторових даних, а також сучасні відеокодеки. Представлено оцінку ефективності застосованих методів відповідно до критеріїв точності та обсягу.

Третій розділ присвячений практичній реалізації методів оптимізації. У розділі подано результати експериментальних досліджень щодо ефективності використання обраних методів стиснення у реальних умовах, оцінюється обсяг відеоархівів для різних кодеків (H.265, H.264, MPEG-4, Motion JPEG), проведено оцінку продуктивності та оптимізації процесів з урахуванням специфіки ГІС.

Методи дослідження. У роботі використано комплексний підхід, включаючи аналіз наукових джерел, математичне моделювання процесів, проведення експериментальних досліджень, а також статистичну обробку отриманих результатів.

Рекомендації щодо використання та результати впровадження.

Рекомендовано до використання для управління підсистемами відеоспостереження в різних галузях, включаючи транспортну інфраструктуру, та об'єкти критичної інфраструктури з метою прискорення обробки та передачі інформації в системах передачі, а також у ГІС різних видів складності.



ANNOTATION

The relevance of this work is driven by the growing role of geoinformation technologies in the digital transformation of society. A substantial part of information is presented in the form of video data, which is stored as massive digital arrays. These data volumes create a significant load on information storage and transmission systems. Due to limited bandwidth, existing communication channels cannot ensure the necessary efficiency in video data transmission, which is critically important for applications such as monitoring, security, and emergency response. This issue can be addressed by improving video compression methods, which significantly reduce the amount of transmitted data without substantial loss of quality. The use of such algorithms ensures faster transmission, optimized use of network resources, and efficient storage of video materials within GIS platforms.

Keywords: GEOINFORMATION SYSTEM, TELECOMMUNICATION SYSTEMS, DATA COMPRESSION, DIGITAL IMAGES, VIDEO INFORMATION, COMPRESSION METHODS, CODEC.

Research object — video information used in processing and transmission in geographic information systems.

The aim of the work is to reduce the time required for processing and transmitting information in systems that use geographic information technologies.

The **structure and scope of the work** is 68 pages of printed text. The work includes an introduction, three chapters, conclusions, and a list of sources used.

Chapters of the qualification work:

The first section covers the theoretical foundations of geographic information systems (GIS), general information, data types and methods of representation, and analyzes the current state and problem of data volumes in GIS systems. The role of GIS in the operation of rail transport is also discussed.

The second chapter examines the main compression methods that provide lossy or lossless image compression. It analyzes the specifics of spatial data encoding, as



well as modern video codecs. An assessment of the effectiveness of the methods used is presented in accordance with the criteria of accuracy and volume.

The third chapter is devoted to the practical implementation of optimization methods. The section presents the results of experimental studies on the effectiveness of using selected compression methods in real conditions, evaluates the volume of video archives for different codecs (H.265, H.264, MPEG-4, Motion JPEG), and assesses the performance and optimization of processes, taking into account the specifics of GIS.

Research methods. The work uses a comprehensive approach, including analysis of scientific sources, mathematical modeling of processes, experimental research, and statistical processing of the results obtained.

Recommendations for use and implementation results.

Recommended for use in managing video surveillance subsystems in various industries, including transport infrastructure and critical infrastructure facilities, in order to accelerate the processing and transmission of information in transmission systems, as well as in GIS of various levels of complexity.



ЗМІСТ

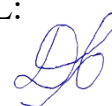
Вступ.....	10
1. Теоретичні основи геоінформаційних систем та проблем передачі великих обсягів даних	12
1.1. Загальні відомості про геоінформаційні системи. Важливість ГІС у сучасному світі	12
1.2. Типи та способи представлення даних в ГІС (Моделі даних)	23
1.3. Аналіз сучасного стану відеоінформації в ГІС-системах, проблема обсягів інформації та її наслідки	30
1.4. Роль ГІС в роботі залізничного транспорту	32
2. Методи стиснення та оптимізації даних у гіс.....	35
2.1. Класифікація методів стиснення та технології кодування даних	35
2.1.1. Специфіка кодування просторових даних	35
2.1.2. Специфіка кодування просторових даних	Error! Bookmark not defined. 1
2.2. Алгоритми стиснення з втратами та без втрат, фільтрація, узагальнення та квантування	42
2.2.1. Алгоритм стиснення JPEG	42
2.2.3. Методи і алгоритми стиснення відео	Error! Bookmark not defined.
2.2.4. Кодеки	54
2.3. Оцінка ефективності методів за критеріями точності та обсягу	60
3. практична реалізація методів оптимізації	62
3.1. Оцінка обсягу відеоархіву для відеозйомки H.265, H.264, MPEG-4 і Motion JPEG та пропускну здатності мережі для IP-камери.....	62
3.2. Оцінка розміру стиснутого кадру в залежності від обраного кодеку	65
3.3. Оцінка розміру трафіку в залежності від обраного кодеку.....	Error! Bookmark not defined.
3.4. Оцінка використання розміру дискового простору в залежності від обраного кодеку	Error! Bookmark not defined.
Висновок.....	70
Список використаних джерел.....	71

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Астраханцев А. А., Вовк О. О. Аналіз ефективності застосування вейвлет перетворення в стеганографічних системах передавання даних / Харків. Харківський національний університет радіоелектроніки, 2015р. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/jun/12922/3-9-17.pdf> (дата звернення: 14.05.2025)
2. Визначення - VPN Unlimited®: веб-сайт Режим доступу. URL: <https://www.vpnunlimited.com/ua/help/cybersecurity/spatial-data?srsId=AfmBOoqjXAFesyAPKckDw0kp-sdEtVAiIJXZlJEhZF3w0hdRJCWl7Ctu> (дата звернення: 7.05.2025)
3. Візуалізація колірного простору YCbC. Wikipedia: вільна енциклопедія URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:YCbCrColorSpace_Perspective.png (дата звернення: 20.05.2025)
4. Геоінформаційна система. Wikipedia: відкрита URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Геоінформаційна_система (дата звернення: 4.05.2025)
5. Глобальний ринок геоінформаційних систем (ГІС) – тенденції галузі та прогноз до 2030 року. DataBridgeMarketResearch: веб-сайт URL: <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-geographic-information-system-gis-market> (дата звернення: 10.05.2025)
6. Джерела відкритих геоданих 50°North: веб-сайт. Режим доступу. URL: <https://www.50northspatial.org.ua/ua/dajte-dani/> (дата звернення: 7.05.2025)
7. Дивовижна історія ГІС з космічною швидкістю URL: <https://softpro.ua/divovijna-istorija-gis-z-kosmichnoju-shvidkistju> (дата звернення: 5.05.2025)
8. Дніпропетровський центр професійно-технічної освіти державної служби зайнятості URL:

- https://cpto.dp.ua/public_html/posibnyky/posibnyk_ooi/Webcam.html (дата звернення: 12.05.2025)
9. Донченко М. В. та Коваленко І. І. Геоінформаційні системи: навчальний посібник / ЧНУ ім. Петра Могили Миколаїв – 2021 132с. URL: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/449/1/Донченко%20М.%20В.%20Геоінформаційні%20системи.pdf> (дата звернення: 3.05.2025)
 10. Едвін КП Чонг, Раджа С. Тупеллі Опортуністичне планування потокового відео в бездротових мережах 2003. URL: https://www.researchgate.net/figure/Frame-dependencies-in-MPEG-encoding_fig1_228687780 (дата звернення: 25.05.2025)
 11. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с URL: <https://er.nau.edu.ua/bitstreams/932e6191-c7e7-4a61-b63a-3365502e74e5/download> (дата звернення: 20.05.2025)
 12. Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Віршило І. В., Демидов В. К. Геоінформаційні системи в науках про Землю: монографія / Ніжин: Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, 2016 с. 512 URL: https://geophys.knu.ua/docs/library/2016_Monograph_GISInGeoscience_ZatserkovnyiV.pdf (дата звернення: 4.05.2025).
 13. Зображення пошаровій організації даних у ГІС GeoPaisa: веб-сайт URL: <https://geopaisa.wordpress.com/2017/03/08/que-es-un-sig/> (дата звернення: 17.05.2025)
 14. Навіщо потрібні відеокодеки Iminform: веб-сайт URL: <https://www.infomir.eu/ukr/blog/articles/43-video-codecs/> (дата звернення: 23.05.2025)
 15. Політика компанії BenQ стосовно РК-моніторів з дефектними пікселями. URL: <https://www.benq.eu/content/dam/b2c/uk-ua/policy/UA%20BenQ%20LCD%20Monitor%20Dead%20Pixel%20Policy.pdf> (дата звернення: 24.05.2025)

16. Пояснення стиснення JPEG. Baeldung: веб-сайт URL: <https://www.baeldung.com/cs/jpeg-compression> (дата звернення: 14.05.2025)
17. Ресурси для пошуку та використання супутникових зображень. GlobalInvestigativeJournalismNetwork: веб-сайт. Режим доступу. URL: <https://gijn.org/ua/resurs-ua/resursi-dla-posuku-ta-vikoristanna-suputnikovih-zobrazhen/> (дата звернення: 7.05.2025)
18. Склярова Т., Палка О. Історія розвитку геоінформаційних систем / Тернопіль: Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя URL: <https://core.ac.uk/reader/286540720> (дата звернення: 30.05.2025)
19. Стиснення GeoTIFF URL: <https://mapscaping.com/geotiff-compression-techniques/> (дата звернення: 11.05.2025)
20. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення а оформлення. [Текст]: Методичний посібник з додержання вимог нормо контролю у студентській навчальній звітності / Л.М. Козар [та ін.]. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – 55с
21. Творошенко І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» (для студентів 5 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології) / І. С. Творошенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 75 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/44281/1/2016%20печ.%2040M%20ЦОЗ_пз_сам_Творошенко.pdf (дата звернення: 26.05.2025)
22. Челял Алі Цифрові телетрансляції 2024. URL: <https://diyot.net/sayisal-tv-yayinlari/> (дата звернення: 24.05.2025)
23. Що таке кодеки. IP key: веб-сайт URL: <https://ipkey.com.ua/uk/faq/977-codecs.html> (дата звернення: 01.06.2025)
24. Як розрахувати об'єм жорсткого диска (HDD) для відеореєстратора / карти microSD для IP-камери. Програми для проектування систем відеоспостереження | JVSG: веб-сайт URL:



<https://www.jvsg.com/online-calculator-arhiva-videonablyudeniya/> (дата звернення: 11.05.2025)

25. H.264 чи H.265? Перспективи в області технологій стиснення відео. HIKVISION: веб-сайт URL: <https://hikvision.org.ua/uk/h264-chy-h265-perspektyvy-v-oblasti-tehnologiy-stysnennya-video/> (дата звернення: 28.05.2025)

26. Klufova Renata Geografické informační systémy 1: підручник економічного факультету / Південночеський університет в Чеських Будейовіцах URL: http://home.ef.jcu.cz/~klufova/GIS/GIS1/_book/rastrov%C3%A1-data.html (дата звернення: 11.05.2025)

27. MapScaping. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/raster-compression.htm> (дата звернення: 10.05.2025)

28. Online середовище IP Camera Bandwidth Calculator & CCTV Storage Calculator компанії IPICA LLC (ген. директор Макс Шумейко) URL: <https://www.jvsg.com/storage-bandwidth-calculator/> (дата звернення: 18.05.2025)

29. Stack Exchange приклад перетворення Хаара (для рисунків) URL: <https://dsp.stackexchange.com/questions/46748/making-sense-of-haar-transform-and-inverse-haar-transform> (дата звернення: 14.05.2025)