О.В. Зарицький, М.В. Булаєнко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ МОДУЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МАСИВУ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У ФОРМАТІ XML

Метою статті є розвиток питання підвищення ефективності процедури автоматизації та візуалізації для створення документації, заснованої на використанні XML-файлів, яка, на відміну від існуючих, спрощує обмін та представлення даних, що дозволяє автоматизувати документообіг при збереженні точного опису даних. При проведенні дослідження удосконалено метод моніторингу регіональних ресурсів, заснований на методології паралельних обчислень, який може бути застосовано для опрацювання значних обсягів просторово-розподіленої інформації. Усі розроблені моделі, методи та алгоритми реалізовано із застосуванням програмного забезпечення Digital, FastReport та мови програмування C#.

Ключові слова: геопросторові дані, просторово-розподілені системи, візуалізація, автоматизація.

Постановка проблеми

Значна частина (80%) інформації про навколишнє середовище сприймається людиною візуально [1]. В даний час програмісти мають можливість створювати власні додатки для відображення даних, які описуються в XML форматі. XML (англ. Extensible Markup Language – Розширювана Мова Розмітки) – це стандарт побудови мов розмітки ієрархічно структурованих даних для обміну між різними застосунками. XML-документ має ієрархічну логічну структуру і може представлятися у вигляді дерева, складається із текстових знаків і придатний до читання людиною. За допомогою XML стає можливим створення візуальних засобів для опису даних, що зберігаються в традиційних табличних базах даних.

Ефективне прийняття рішення багато в чому залежить від своєчасного та коректного складання різноманітної документації, що пов'язана з робочим процесом, оскільки порядок ведення та оформлення документації є найголовнішим з показників стану робочого процесу особи що приймає рішення (ОПР) та користувачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Спостерігаючи як розвиваються інформаційні технології в різних галузях, відзначимо, що інформація, яка міститься у вихідних даних звітів, з плином часу ускладнюються та збільшується в об'ємах. Також змінюється уявлення щодо друкованого документа, оскільки він може містити такі компоненти, як графіки, зображення, складні розрахунки, діаграми та багато іншого.

Зі збільшенням кількості друкованих документів та інформації, що міститься в них, необхідно

розробити інформаційну систему звітності з використанням спеціальних програмних компонентів [2, 3], що дозволяють автоматизувати процес створення документів, посилаючись на просторово-розподілену інформацію (ПРІ).

Візуалізація інформації та візуальний інтелектуальний аналіз даних можуть допомогти подолати неосаяжність такого потоку інформації. Існує велика кількість методів візуалізації інформації, які були розроблені протягом останніх десятиліть для підтримки дослідження великих наборів даних. У роботі Д.А. Кейма [4] пропонується класифікація візуалізації інформації та візуальних методів інтелектуального аналізу даних. Класифікація залежить від: типів даних, що візуалізуються; техніки візуалізації; техніки взаємодії та спотворення.

До інтелектуального аналізу даних, як нової методології обробки та аналізу даних, зараховують серед інших також задачу візуалізації [5]. Для розв'язання використовуються графічні методи (наприклад, представлення даних в 2D- і 3D-вимірюваннях), що показують наявність закономірностей у даних. О.М. Колодчак [5] зазначає, що системи візуалізації даних повинні створювати графічний образ аналізованих даних, і мають бути оснащені зручними засобами для масштабування й обертання зображень.

У статті [6] автор проаналізував різні підходи до визначення поняття візуалізації, функції візуалізації, доцільність їх використання під час процесу навчання. Завдяки можливостям візуалізації великі обсяги інформації можна представляти у лаконічній, згорнутій, зручній і логічній формі, що в свою чергу сприяє інтенсифікації навчання.

Через обмежені ресурси комп'ютера може бути неможливо або непрактично зберігати всі дані,

створені під час одного моделювання, тому часто застосовуються декілька методів скорочення даних (наприклад, зберігається тільки кожний n -й етап). Для виверження вулкана Ейяф'ятлайокюдль в Ісландії навесні 2010 року автори [7] описують відповідну зменшену модель і використовують її для моделювання на основі візуалізації. За ключовими етапами моделюються проміжні відсутні анімації. На думку авторів інтуїтивні наукові методи візуалізації можуть допомогти краще зрозуміти структури, описані перехідними даними.

Багатовимірне картографування є актуальною проблемою дослідження В.В. Путренко [8]. Розроблено численні підходи, такі як: спеціально розроблені символи; мультитиз'язані перегляди; підходи, що ґрунтуються на кластеризації. На перетині геоінформатики, методів Data Mining та статистичних методів обробки даних використовується геовізуалізація. Зазначено, що геовізуалізація залучає інтереси різних наукових областей і розвивається разом із різноманітним набором напрямів досліджень. Основна відмінність між традиційною картографією та геовізуалізацією полягає в тому, що картографія фокусується на розробці та використанні карт для передачі інформації та суспільного споживання, а геовізуалізація підкреслює розвиток інтерактивних карт і пов'язаних з ними інструментів для дослідження даних, побудови гіпотез і створення нових знань.

Група науковців [9] розглядає візуалізацію даних, як ефективний засіб для представлення розподілених структур наборів даних і виявлення прихованих особливостей у даних. Їхня стаття вводить основну концепцію конвеєрної візуалізації в інтелектуальних транспортних системах для зображення тимчасових, просторових, числових і категорійних властивостей даних трафіку.

На сьогодні приділяється велика увага 3D візуалізації [10], що зумовлює розвиток нових проєктів у сучасному світі. На тепер існує велика кількість програмних продуктів для здійснення просторового моделювання. Авторами стверджується, що 3D моделювання дозволяє краще проаналізувати вплив нормативно-правових показників, особливо на стадії обговорення проєкту з громадськістю при створенні системи Зонінг.

Досліджуючи таке питання, як військова конфліктність, у своїй праці В.В. Путренко [11] також спирається на візуалізацію. В якості інструменту для моделювання військових конфліктів, вивчення даних і створення гіпотез, створення інтерактивних карт пропонується засіб геовізуалізації даних. Автор пропонує підхід, який дозволяє врахувати взаємний вплив близькості територій з напруженою військово-політичною ситуацією на можливості широкомасштабного розгортання зіткнень.

В іншій роботі група науковців [12] запропонувала нову структуру ГІС-інтегрованої системи даних і моделей на основі XML-формалізації. Прогнозуючи середньорічні витрати води у басейні річки Дністер, ГІС-інтегрована система даних не оминає процес візуалізації. Автори вказують, що результат візуалізації XML-формалізованих структур даних може бути представлений у вигляді тематичних карт, картограм, поверхонь, графіків тощо.

Візуалізація, як складова сучасних ГІС, набуває ширшого застосування у досить специфічних та багаторівневих задачах. В статті [13] автори розглядаються можливості використання векторних топографічних даних для визначення показників геліоенергетичного потенціалу складних архітектурних комплексів та міських територій. З допомогою візуалізації маркуються пріоритетні місця розміщення сонячних панелей, що особливо актуально при забезпеченні автономності живлення.

Таким чином, задача формування методів інформаційної взаємодії для систем обробки просторово-розподілених даних є актуальним науково-прикладним завданням.

Формулювання мети статті

Метою дослідження є створення й обґрунтування концепції візуалізації масивів інформації, яка зберігається у форматі XML.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

- проаналізувати існуючі моделі, методи та технології обробки просторово-розподіленої інформації;
- розробити інформаційну технологію, що спрощує автоматизацію та візуалізацію документообігу стосовно множин просторово-розподіленої інформації;
- провести апробацію розроблених алгоритмів на прикладі окремих частин територій міста Харкова та приміського населеного пункту – села Котляри Харківського району Харківської області.

Виклад основного матеріалу

Вхідними даними до інформаційної системи є дані, які стосуються опису середовища просторово-розподіленої інформації, наприклад опису земельних кадастрових ділянок. Ці дані надходять з топографічного набору даних, бази геопросторових даних (БГД), що зберігається у форматі XML. Такі файли використовуються для обміну інформації між ОПР, користувачами та просторово-розподіленими системами (ПРС) і називаються обмінними. БГД складається з класів та екземплярів. Кожен об'єкт з бази топографічних даних має свою особливість та стан. Стан об'єкта представлений набором значень його атрибутів, множина об'єктів з однаковим набо-

ром атрибутів і особливостей утворюють клас. Кожному класу відповідає його геометричний тип, що описує структуру класу, а екземпляр – це представник класу. Зміст обмінного файлу формується на основі ПРІ, що містяться у паперових документах та БГД, складених ОНР. Обмінний файл має бути коректним (well-formed) та валідним (valid) [14].

З використанням XML база даних вписується в існуючі стандарти та системи обміну інформацією (серія стандартів ISO 19100). XML формат значно мінімізує обсяг пам'яті на носіях інформації, у цьому форматі створюються будь-які теги, що є аналогами полів у таблиці. Обмінний файл XML є також одним з інструментів наповнення картографічної основи містобудівного кадастру та кадастрів інших природних ресурсів.

На рисунку 1 наведено XML структуру зберігання складових у формі декомпозиційних рівнів, характерних для концепції динамічних ПРС (ДПРС).

Рис. 1. Декомпозиційні рівні ПРСР у вигляді XML

На рисунку 2 наведено варіант зберігання класу «Дерева» в проаранжований ПРС (ПРСР) «Державного лісового кадастру» (ПРСР ДЛК).

Рис. 2. XML структура геометричного та атрибутивного опису складових підсистеми ПРСР ДЛК

Після належним чином сформованої або відтвореної інформації постає питання про її наочне подання. В якості засобів візуалізації зазвичай вико-

ристовують стаціонарні або портативні технічні пристрої.

Мовою C# було створено програмну реалізацію візуалізації масивів геопросторових даних, які зберігаються у XML форматі. Програма відкриває XML-файл з даними, визначає геометричні примітиви об'єктів у файлі, параметрично генерує ці об'єкти та пошарово візуалізує їх на екрані (рис. 3).

Рис. 3. Узагальнена ілюстрація перетворення текстових форматів

Алгоритм реалізації перетворення текстових форматів у векторний вигляд може бути описаний наступним чином: виклик методів для малювання об'єктів та ініціалізації параметрів відображення векторних об'єктів (рис. 4а); завантаження файлу XML та ініціалізацію списків об'єктів відображення (рис. 4б); формування масиву координат всіх вершин геометричних об'єктів на відображуваній території; визначення екстенду графічного відображення через мінімальні та максимальні значення координат точок; формування каталогу координат по кожній межі земельної ділянки з подальшим відображення методом DrawPolygon.

Рис. 4. Фрагмент блок-схеми алгоритму візуалізації, направлено на: а) виклик методів для малювання об'єктів та ініціалізації параметрів відображення векторних об'єктів; б) завантаження файлу XML та ініціалізацію списків об'єктів відображення

На рисунку 5 відображено формування каталогу координат у разі реверсивного порядку опису

певних сегментів межі ділянки. За допомогою XML стає можливим візуальне представлення об'єктів геопросторових даних.

Рис. 5. Блок-схема алгоритму візуалізації в частині ідентифікації реверсних відрізків для формування каталогу координат межі земельної ділянки

Автоматизація процесу створення документів передбачає також підготовку звітів, тобто письмових повідомлень про виконання певної роботи. Звіти представлено в структурованому та зручному для читання вигляді, що містить не тільки табличні або крос-табличні дані, а й графіки та багато іншої аналітичної інформації.

Створення проектної документації вирішується за допомогою «FastReport». Програмний продукт «FastReport» – це набір компонентів для побудови звітів, який являє собою поєднання дизайнера та генератора звітів. Має різні можливості для платформ WinForms, ASP.NET і MVC Framework [15, 16].

Процес опрацювання звітів в роботі представлено у такій послідовності: впорядкування інформаційного контенту; обрання шаблону документації; формування сторінок звіту; попередній перегляд результатів; виведення на друк чи презентацію отриманих результатів.

Процес роботи зі звітами представлено на рисунку 6.

Рис. 6. Загальний вигляд процесу формування звітної документації

Для прикладу розглянемо один з базових картографічних матеріалів ПРСР «ДЗК» – кадастровий план земельної ділянки. Таблиці із зазначенням координат усіх поворотних точок меж земельної ділянки, переліку земельних угідь, їх площ, відомостей про цільове призначення земельної ділянки та розробника документації із землеустрою на земельну ділянку є невід'ємною частиною кадастрового плану земельної ділянки.

Дизайн сторінки кадастрового плану має свої обмеження та правила щодо наповнення контенту. Відповідно до вимог щодо вмісту документу розробляються складові об'єкти сторінки звіту (рис. 7) [17].

Для того, щоб у кожному об'єкті сторінки відображався відповідний вміст даних, необхідно попередньо виконати етап впорядкування графічного [18] та нормативного контенту.

Рис. 7. Концепт наповнення сторінки «Кадастровий план» для будь-якої технічної документації із землеустрою в робочій області дизайнера «FastReport»

Оскільки зберігати та передавати контент БД ПРІ передбачається у XML-форматі, то і для ПРСР «Державного земельного кадастру» передбачається сформувати необхідний діапазон відомостей у належному вигляді.

Кожен такий кортеж відомостей є результатом послідовного витягування з БД ПРІ необхідних даних, які потім буферно транспортуються до ядра генератора звітів. Нижче представлено фрагмент створеного алгоритму формування кортежів відомостей, які відповідають конкретним блокам дизайну сторінки «Кадастровий план».

На рисунку 8 описано порядок формування за XML-структурою відомостей про цільове призначення екземпляра земельної ділянки, який зберігається в класі «Земельна ділянка» з кодом 70005 в БД ПРІ. Результат відбору всіх даних тимчасово накопичується в буфері обміну як Text [1].

Рис. 8. Формування кортежу «Цільового призначення» для об'єкту дизайнера «Звітності за формами № 11-зем чи 12-зем, чи 15-зем, чи 16-зем»

Результати візуалізації у поєднанні з нормативним наповненням за допомогою програмного продукту дизайну, генерації та представлення звітів FastReport можуть бути представлені для обговорення громадою.

Висновки

Розроблено алгоритм та реалізовано мовою C# програму візуалізації масивів геопросторових даних, які зберігаються у XML форматі. Після відкриття XML-файлу з даними, програма визначає геометричні примітиви об'єктів у файлі, параметрично генерує ці об'єкти та пошарово візуалізує на екрані.

Розроблено та реалізовано алгоритми автоматизації документообігу проектної та планувальної документації земельної і містобудівної галузей на базі програмного продукту FastReport.

Проведено апробацію розробленої технології на прикладі окремих частин територій міста Харкова та села Котляри.

Така документація може бути перспективним планом розвитку або проектним рішенням для досліджуваної території.

Література

1. Боровий В.О. 3D візуалізація як більш повне бачення шляхів планування та експлуатації Зонінгу за допомогою ГІС-технологій / Боровий В.О., Зарицький О.В. // Новітні технології. – 2016. – № 2(2). – С. 6–10.
2. Льюїс І.В. Аналіз засобів генерації звітів в інформаційних системах / Льюїс І.В., Кравцов О.О. // Системи обробки інформації. – 2013. – № 2. – С. 131–133. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2013_2_30
3. Погрозька Г.С. Засоби генерації звітів: порівняльний аналіз та тенденції розвитку / Погрозька Г.С., Махровська Н.А. // Геометричне моделювання та інформаційні технології. – 2016. – № 2. – С. 84–92. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gmit_2016_2_18
4. Keim D.A. Information visualization and visual data mining // IEEE transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2002. – Vol. 8. – Is. 1. – Pp. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1109/2945.981847>
5. Колодчак О.М. Інтелектуальний аналіз даних / О.М. Колодчак // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні системи та мережі. – 2013. – № 773. – С. 49–58. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPKSM_2013_773_11
6. Безуглий Д. Візуалізація як сучасна стратегія навчання / Д. Безуглий // Фізико-математична освіта. – 2014. – Вип. 1. – С. 5–11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2014_1_3
7. Baumann M. et al. Model-Based Visualization of Instationary Geo-Data with Application to Volcano Ash Data // Handbook of Geomathematics. – 2015. – С. 1417–1441. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-54551-1_87
8. Путренко В.В. Системні основи інтелектуального аналізу геопросторових даних // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2015. – №. 3. – С. 20–33. URL: <http://journal.iasa.kpi.ua/article/viewFile/53262/49233>
9. Chen W., Guo F., Wang F.Y. A survey of traffic data visualization // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2015. – V. 16. – № 6. – Pp. 2970–2984. DOI: <https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2436897>
10. Боровий В.О. 3D візуалізація як більш повне бачення шляхів планування та експлуатації Зонінгу за допомогою ГІС-технологій / В.О. Боровий, О.В. Зарицький. // Новітні технології. – 2016. – № 2. – С. 6–10. URL: <https://www.researchgate.net/publication/311709653>
11. Путренко В.В. Геопросторовий аналіз та візуалізація даних про військову конфліктогенність / В.В. Путренко, А.В. Пархоменко // Містобудування та територіальне планування. – 2017. – Вип. 64. – С. 326–332. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_64_43
12. Мокін В.Б. Побудова ГІС-інтегрованої системи даних та моделей на основі XML-формалізації для моделювання процесів у річках / В.Б. Мокін, Л.М. Скорина, С.М. Крижановський, М.А. Гораєш // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2018. – № 2. – С. 1–10. – URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/550>
13. Боровий В.О. Застосування топографічних даних для моделювання геліоенергетичного потенціалу головного

корпусу Каразінського університету / В.О. Боровий, О.Л. Агапова, О.В. Зарицький, А.Ю. Клипко // *Новітні технології*. – 2019. – №1. – С. 14–20. DOI: <https://doi.org/10.31180/2524-0102/2019.1.08.02>

14. Про затвердження Вимог до структури, змісту та формату оформлення результатів робіт із землеустрою в електронному вигляді (обмінного файлу) : Наказ від 02.11.2009 № 573 [Електронний ресурс] // База даних «Законодавство України», Держкомзем України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0157-10> (дата звернення 04.02.2019).

15. FastReport.Net. Руководство программиста. Документация – FastReport.Net [Електронний ресурс] // ООО «Фаст Репортс», 2016. – Режим доступу: https://www.fastreport.ru/public_download/FRNetProgrammerManual-ru.pdf (дата звернення: 12.04.2019).

16. FastReport.Net. Руководство пользователя. Документация – FastReport.Net [Електронний ресурс] // ООО «Фаст Репортс», 2016. – Режим доступу: https://www.fastreport.ru/public_download/FRNetUserManual-ru.pdf (дата звернення: 12.04.2019).

17. Зарицький О.В. Маркування пропущеної просторово-розподіленої інформації за допомогою валідації / Зарицький О.В., Костенко О.Б., Булаєнко М.В., Манаков В.П. // *Біоніка інтелекту*. 2020. – № 1(94). – С. 100–106. DOI: [https://doi.org/10.30837/bi.2020.1\(94\).15](https://doi.org/10.30837/bi.2020.1(94).15)

18. Боровий В.О. 3D візуалізація як більш повне бачення шляхів планування та експлуатації Зонінгу за допомогою ГІС-технологій / Боровий В.О., Зарицький О.В. // *Новітні технології*. – 2016. – № 2(2). – С. 6–10.

References

1. Borovyi, V.O., Zarytskyi, O.V. (2016). 3D visualization as a more complete vision of ways of planning and operation of Zoning with the help of GIS-technologies. *New technologies*, 2 (2), 6–10. [in Ukrainian]

2. Ilyina, I.V., Kravtsov, O.O. (2013). Analysis of report generation tools in information systems. *Information processing systems*, 2, 131–133. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2013_2_30 [in Ukrainian]

3. Pogromska, G.S., Makhrovska, N.A. (2016). Means of report generation: comparative analysis and development trends. *Geometric modeling and information technology*, 2, 84–92. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gmtit_2016_2_18 [in Ukrainian]

4. Keim, D.A. (2002). Information visualization and visual data mining. *IEEE transactions on Visualization and Computer Graphics*, 8 (1), 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1109/2945.981847>

5. Kolodchak, O.M. (2013). Intellectual data analysis. *Computer systems and networks*, 773, 49–58. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPKSM_2013_773_11 [in Ukrainian]

6. Bezuglyi, D. (2014). Visualization as a modern learning strategy. *Physical and mathematical education*, 1, 5–11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2014_1_3 [in Ukrainian]

7. Baumann, M. et al. (2015). Model-Based Visualization of Instationary Geo-Data with Application to Volcano Ash Data. In: Freedman W., Nashed M., Sonar T. (eds). *Handbook of Geomathematics*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1417–1441. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-54551-1_87

8. Putrenko, V.V. (2015). System bases of intellectual analysis of geospatial data. *System researches and information technologies*, 3, 20–33. URL: <http://journal.iasa.kpi.ua/article/viewFile/53262/49233> [in Ukrainian]

9. Chen, W., Guo, F., Wang, F.Y. (2015). A survey of traffic data visualization. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16 (6), 2970–2984. DOI: <https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2436897>

10. Borovyi, V.O., Zarytskyi, O.V. (2016). 3D visualization as a more complete vision of ways of planning and operation of Zoning with the help of GIS-technologies. *New technologies*, 2, 6–10. URL: <https://www.researchgate.net/publication/311709653> [in Ukrainian]

11. Putrenko, V.V., Parkhomenko, A.V. (2017). Geospatial analysis and visualization of data on military conflict. *Urban Planning and Territorial Planning*, 64, 326–332. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_64_43/ [in Ukrainian]

12. Mokin, V.B., Skorina, L.M., Kryzhanovsky, E.M. and Gorash, M.A. (2018). Construction of GIS-integrated data system and models based on XML-formalization for modeling processes in rivers. *Scientific works of Vinnytsia National Technical University*, 2, 1–10. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/550> [in Ukrainian]

13. Borovyi, V.O., Agapova, O.L., Zarytskyi, O.V. and Klipko, A.Y. (2019). Application of topographic data for modeling of solar energy potential of the main building of Karazin University. *New technologies*, 1, 14–20. DOI: <https://doi.org/10.31180/2524-0102/2019.1.08.02> [in Ukrainian]

14. On approval of the Requirements to the structure, content and format of registration of the results of work with land management in electronic form (exchange file): Order of 02.11.2009 № 573. Database "Legislation of Ukraine". State Land Committee of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0157-10> [in Ukrainian]

15. FastReport.Net. Programmer's guide. Documentation. (2016). URL: https://www.fastreport.ru/public_download/FRNetProgrammerManual-ru.pdf [in Russian]

16. FastReport.Net. User guide. Documentation. (2016). URL: https://www.fastreport.ru/public_download/FRNetUserManual-ru.pdf [in Russian]

17. Zarytskyi, O.V., Kostenko, O.B., Bulaienko, M.V., Manakov, V.P. (2020). Marking of the missed spatially distributed information by means of validation. *Bionics of intelligence*, 1 (94), 100–106. DOI: [https://doi.org/10.30837/bi.2020.1\(94\).15](https://doi.org/10.30837/bi.2020.1(94).15) [in Ukrainian]

18. Borovyi, V.O., Zarytskyi, O.V. (2016). 3D visualization as a more complete vision of ways of planning and operation of Zoning with the help of GIS technologies. *New technologies*, 2 (2), 6–10. [in Ukrainian]

Рецензент: д. т. н., проф., проф. каф. А.Л. Литвинов, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ЗАРИЦЬКИЙ Олександр Васильович
аспірант кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – sazcheg@ukr.net
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0790-8399>

Автор: БУЛАЄНКО Марина Володимирівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри
комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – mbulaenko@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1503-7450>

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR THE GEOSPATIAL ARRAY VISUALIZATION MODULE DATA IN XML FORMAT

O. Zarytskyi, M. Bulaenko

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The purpose of the article is development of the issue of increasing the efficiency of the automation and visualization procedure for creating documentation based on the use of XML-files, which, unlike existing ones, simplifies data exchange and presentation, which allows to automate document flow while maintaining accurate data description.

Stationary or portable technical devices in which information is stored in XML files are usually used as visualization tools. Such files are used to exchange information between the decision maker, users and spatially distributed systems and are called exchange. The XML format significantly minimizes the amount of memory on the media, in this format, any tags are created that are analogous to the fields in the table. The XML exchange file is also one of the tools for filling the cartographic basis of the urban cadastre and cadastres of other natural resources.

The study improved the method of monitoring regional resources, based on the methodology of parallel calculations, which, in contrast to existing ones, can be used to process large amounts of spatially distributed information, which improves the monitoring system of regional resources in processing complex structured requests and too many spatial objects. Thus, the control, classification, coding and reliability of information with the reproduction of missing data by verification, conversion and validation of archival or new spatially distributed information.

All developed models, methods and software and hardware for building regional resources monitoring have been brought to the level of engineering methods, algorithms and software tools for computer implementation. Methods and algorithms are implemented using Digitals, FastReport software and C # programming languages.

The approbation of the developed technology is carried out on the example of separate parts of the Kharkiv city and the village of Kotlyary territories.

Keywords: *geospatial data, spatially distributed systems, visualization, automation.*