

УДК 332.2.:528.4

DOI: <https://doi.org/10.32782/2304-0920/1-86-17>Музика Н. М.
Маланчук М. С.

Національний університет «Львівська політехніка»

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БАЗОЮ ДАНИХ
ДЛЯ РОЗВИТКУ 3D-КАДАСТРУ**

У силу розвитку світових технологій користувачі земельних ресурсів і об'єктів, які існують на них, усвідомлюють необхідність докорінної зміни шляхів щодо інформаційного наповнення кадастрових систем, організації проведення цих робіт та потреби введення трьохвимірного кадастру. 2D-кадастр уже не здатний відображати справжній стан об'єктів через підвищення вимог до точності і взаємозв'язку інформації, а саме на землі, під землею і над землею. Запропонований 3D-кадастр розглядається як інформаційний елемент державного земельного кадастру з підземними частинами споруд та комунікаційних мереж, які виходять за межі надземної частини земельної ділянки. Для функціонування 3D-кадастру необхідно забезпечити цілісну просторову систему управління базою даних, яка існуватиме основою трьохвимірного кадастру. Сформовано шляхи і складники створення просторових систем управління базою даних для розвитку 3D-кадастру. 3D-кадастр використовуватиметься під час виконання земельно-порядних, управлінських та містобудівних робіт. Окреме і важливе місце у цій системі відводиться 3D-реєстрації.

Ключові слова: 3D-кадастр, просторова система, база даних, 2D- моделювання, модель даних.

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні відбуваються досить великі зміни й удосконалення інформаційної бази державного земельного кадастру. Розвиток новітніх технологій у всіх галузях вимагає просторового моделювання інформації. Проаналізувавши тривимірні ринки іноземних країн, можна припускати, що значний прогрес досягнуто модернізацією правової бази, тобто забезпечення правових положень для 3D-кадастру й особливо її реалізацією під час реєстрації об'єктів нерухомості.

Основний потенціал тривимірної кадастрової системи полягатиме в реєстрації простору як окремого об'єкта в кадастровій системі. Це є невидима (над землею і під землею) 3D-власність, яка відображається під час реєстрації просторового 3D-об'єкта за допомогою офіційного джерела інформації – 3D-кадастрового знімання, а також світових стандартів у моделюванні і структуризації даних.

Дослідження просторових систем управління базою даних для розвитку 3D-кадастру і застосування його на практиці як цілісної системи дасть можливість створення кадастрового моделювання, яке продиктоване часом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Запровадження тривимірного кадастру затребуване часом, і його функціонування сприятиме повноцінному забезпеченню інформацією про об'єкти нерухомого майна в системі кадастру.

Над цією тематикою працюють науковців європейських країн, серед яких значними є роботи J.M. Petera, H. Boss, P. Baumann, S. Holsten [1–3] досвід яких був би раціональний для запровадження 3D-кадастру в Україні.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Ураховуючи розвиток інформаційних технологій і затребуваних часом можливостей отримувати достовірну інформацію про об'єкти нерухомості, постає необхідність запроваджувати тривимірний кадастр – 3D-кадастр. Запропоновано модель даних та її складники, а також проведено їх аналіз.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є формування шляхів розвитку просторових систем управління базами даних для функціонування 3D-кадастру, що дасть змогу проводити 3D-моделювання в системі багатопільових кадастрів.

Виклад основного матеріалу. Для кадастрових організацій, які традиційно описують свої кадастрові дані у двовимірному просторі та зберігають у 2D-файлах (лише графічну частину), концепція для введення третьої координати поки що є невідомою через таке:

- 3D-моделювання дуже неоднорідне та заплутане порівняно з 2D-моделюванням;
- конверсія 2D-моделювання у 3D-моделювання як постійно діючий устрій, а не просто додаванням Z-координати.

У європейському просторі існують набори даних, які можна інтегрувати під український земельний ринок через таке:

- необхідність переходу від складних структур даних до простих;
- потрібно визначити проблеми економіки і стабільність обробки та збереження інформації у великих обсягах і можливість її зведення до мінімальних;
- відпрацювати інструменти для тривимірного аналізу.

Дефініція «модель» часто застосовується для демонстрації прикладів існування якогось об'єкта або його сукупності.

У цілому модель застосовують для створення абстракції реальності з наміром зробити реальність розумною, тобто модель систем управління базою даних слугує як інтерпретація світу [2].

Модель даних – це наглядна схема (структура), яка здатна заповнити прикладами, даними, які необхідні для переходу абстрактної реальності до визначеного об'єкта.

Модель даних формується з:

- класів;
- атрибутів;
- відносин;
- обмежень;
- операцій.

Проаналізуємо детальніше кожний складник.

Класи. У моделі даних класи є абстрактними явищами в реальному світі, які здатні бути ідентифіковані, наприклад за земельними частками, власниками, будівлями. Об'єктні екземпляри мають унікальний ідентифікатор.

Об'єкти, які вміщують у себе як просторові, так і непросторові атрибути, можуть підтриму-

вати систему управління базою даних (наприклад, поле з атрибутами, власник, тип власності та ін.).

Атрибути. У кожному об'єкті є атрибути, в яких відтворюється їх опис, наприклад земельна ділянка; може мати як атрибут «площу» або «землевласника».

Відносини. У моделі даних формуються відносини між об'єктами, наприклад земельна ділянка має співвідношення з людиною – належить людині. У цілому існують три типи відносин системи управління базою даних:

- один до одного;
- декілька до одного;
- декілька до багатьох.

Об'єкти, як і земельний кадастр, структуруються в класі ієрархії. Об'єкти, які є похідними від інших об'єктів, мають або повне, або часткове відношення до об'єктів, з яких вони отримані. Перший різновид має назву «агрегація», а другий – «спеціалізація».

Обмеження. Це обмеження на об'єкт або відношення моделі даних, інакше кажучи, площу земельної ділянки не можна прирівняти до нуля або бути меншою за нуль. Обмеження можуть бути сформовані у дві групи:

- невід'ємні обмеження, які приєднані до ідентифікації моделі даних. Модель може заборонити детермінування (визначення) об'єкта чи обмежити його визначення. Якщо модель даних не має відношення до земельної ділянки, то ці відносини не мають можливості бути збережені;
- явні обмеження, які не є частиною структури даних, але потребують бути чітко визначеними, наприклад обмеження, площа будинку апіорі не може бути більшою за площу земельної ділянки.

Операції. Операції описують усі дії, які можуть бути виконані з об'єктом, оскільки всі операції є складниками системи управління базою даних. Для функціонування просторової системи управління базою даних ця база має включати в себе чотири операції:

- витягувати: зробити весь набір даних доступним для користувачів;

- вставляти: додавати нові дані в базу даних;
- видаляти: вилучати дані з бази даних;
- оновити: замінити існуючі дані.

Маючи основні види операцій, розрізняють три допоміжні операції системи управління базою даних:

- вибір – отримати достовірну операцію за певних умов;
- навігація – операції, які санкціонують логічний шлях на основі вибору;
- спеціалізація – заплутана операція, яка дає змогу виводити новий об'єкт на основі існуючих [3, с. 80–89].

Технології створення та використання 3D-моделі за останні десять років набули досконалості в усіх сферах, окрім державного земельного кадастру. 3D-технології не можуть вирішити проблему, пов'язану з місцезнаходженням об'єкта, просторового планування, яке узгоджене з місцем розташування, (наприклад, будівельні реєстри, плани землекористування, кадастрові плани й інша інформація) здебільшого 2D [4, с. 491–504].

Побудова 3D-системи управління базами даних та їх зв'язок із державним земельним кадастром являють собою важливі частини тривимірного моделювання кадастру. 3D-простір системи управління базою даних повинен містити:

- модель даних для обробки різних 3D-об'єктів;
- контроль якості даних;
- гео-посилання;
- комплексний пошук та аналіз на базі місцезнаходження;
- рівень деталізації для безперервної роботи;
- підтримка високопродуктивного 3D-серверу в реальному часі;
- підтримка 3D-стандартів.

Міжнародний стандарт LADM ISO 19152 доцільно залучити в базу функціонування просторової системи управління базою даних для 3D-кадастрів, в основі якого є просторові одиниці та їх зв'язок через права, обмеження й обов'язки. Цей стандарт застосовується до визначеного об'єкта або до групи просторових одиниць, використовуючи базову адміністративну одиницю – земельну ділянку. На рис. 1 показано

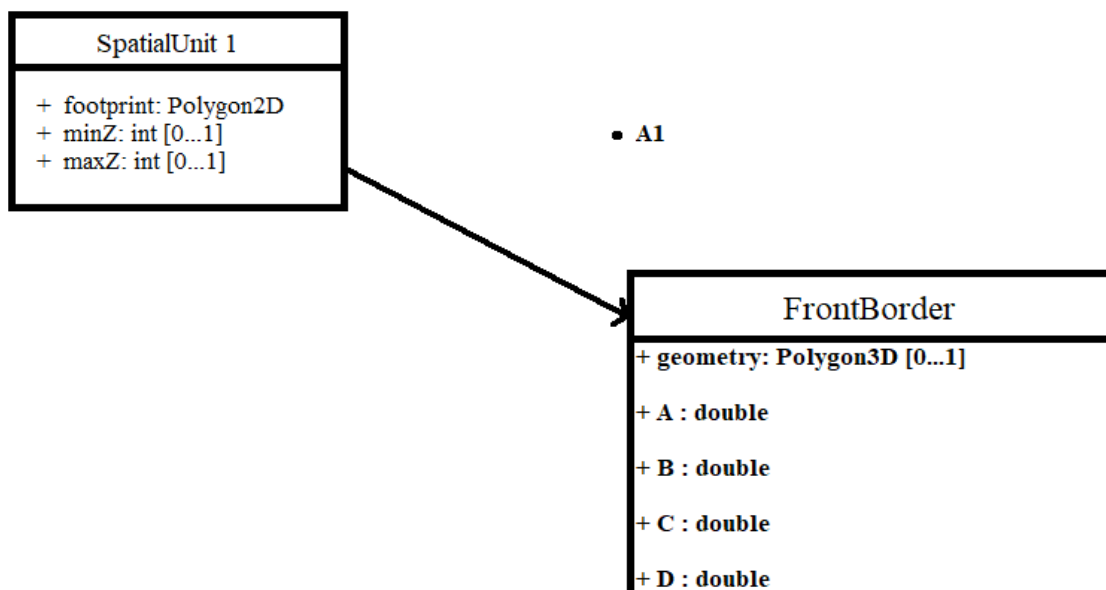


Рис. 1. Спрощена схема 3D-системи управління базою даних

Джерело: сформовано на основі [10]

адаптовану схему зберігання та функціонування системи управління базою даних на основі методики Томсона, яка запроваджена ще в 2016 р. з представленням просторових одиниць за принципом функціонування: зв'язок між 2D та 3D існує по відношенню 1 до 1.

Дана схема демонструє просторові зв'язки між різними просторовими одиницями різних рівнів. Наприклад, стандарт ПОВ (права, обмеження та відповідальність), який тут застосовується до заданої просторової одиниці або групи просторових об'єктів (окремих будинків, наприклад), визначає форми зв'язку базової адміністративної одиниці (область, місто, блок – КОАТУУ) із даною просторовою одиницею або групою просторових одиниць. Цей зв'язок може мати шлях лише один до одного, тобто унікальна просторова одиниця з певними координатами (будинок) має лише один зв'язок із відповідною адміністративною одиницею певного рівня (район), яка, своєю чергою, має один зв'язок із вищою за рівнем одиницею (область).

З аналогічною за рівнем, але іншою за просторовим положенням адміністративною одиницею певний просторовий об'єкт вже не може мати інший

зв'язок (не може будинок одночасно належати до двох областей). Тому в цій схемі SpatialUnit 1 – це просторова одиниця (будинок), що візуалізовано у 3D на рівні LoD1.

Спрощена схема 3D-системи управління базою даних може використовуватися для ведення земельного кадастру в Україні, оскільки існує однотипний зв'язок від SpatialUnit 1 (просторовий об'єкт 1) до FrontBorder (лицьової межі). Просторовий об'єкт 1 повинен містити в собі «крок створення» об'єкта з додаванням висотної координати Z із мінімальним та максимальним значеннями для подальшого трансформування у 3D. Тобто ми маємо отримати дві висоти, одна з яких описуватиме висотність об'єкта у видимому шарі, а інша характеризуватиме підземні комунікації з від'ємною висотою.

Висновки і пропозиції. В Україні є всі умови для забезпечення впровадження 3D-системи управління базою даних, що забезпечить структуризацію, зберігання та використання цих даних як дані об'єкта нерухомого майна, а земельно-кадастрова інформація адаптована для створення системи управління базою даних 3D-кадастру.

Список використаних джерел:

1. Stoter J., Oosterom P.V., Ploeger H., Aalders H. Appropriate Technologies for Good Land Administration. 3D Cadastral Model Applied in Several Countries. *FIG Working Week*, 2004. P. 22–27.
2. Renzhong G.U.O., Shen Y.I.N.G., Lin L.I., Ping L.U.O. (2011) A multi-jurisdiction case study of 3D cadastre in Shenzhen, China as experiment using the LADM. *In The 2nd International Workshop on 3D Cadastres*. Delft, The Netherlands.
3. Baumann P., Holsten S. A comparative analysis of array models for databases. *In Database theory and application, bio-science and bio-technology*. 2011. P. 80–89. Springer, Berlin, Heidelberg.
4. Stoter J., Ploeger H., Roes R., van der Riet, E., Biljecki F., Ledoux H. First 3D cadastral registration of multi-level ownerships rights in the Netherlands. *In Proceedings of the 5th International FIG 3D Cadastre Workshop, Athens, Greece*. 2016. P. 18–20.
5. Julstad B., Ericsson A. Property formation and three-dimensional property units in Sweden. 2001. *In FIG Workshop on 3D cadastres*, November, Delft.
6. Музика Н.М., Маланчук М.С. Теоретичні і практичні механізми функціонування 3D-кадастру в Україні. *Вчені записки Національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2020. Т. 31(70). № 5. С. 267–272.
7. Eström Boss H., Streilein A. (2014) 3D Data Management-Relevance for a 3D Cadastre: Position Paper 3. *Proceedings of the 4th International Workshop on 3D Cadastres*. November 2014. P. 9–11.
8. Malashevskiy M., Kuzin N., Palamar A., & Malanchuk M. (2017). The problems of spatial ordering and taxation of agricultural lands. *Geodesy and Cartography*. № 43(4). P. 166–172.
9. TC211, I.S.O. ISO 19152: 2012 Geographic information – land administration domain model (ladm).

References:

1. Stoter J., Oosterom P.V., Ploeger H., Aalders H. (2004) Appropriate Technologies for Good Land Administration. 3D Cadastral Model Applied in Several Countries. *FIG Working Week*, pp. 22–27.
2. Renzhong G.U.O., Shen Y.I.N.G., Lin L.I., Ping L.U.O. (2011) A multi-jurisdiction case study of 3D cadastre in Shenzhen, China as experiment using the LADM. *In The 2nd International Workshop on 3D Cadastres*. Delft, The Netherlands.
3. Baumann P., Holsten S. (2011) A comparative analysis of array models for databases. *In Database theory and application, bio-science and bio-technology*, pp. 80–89. Springer, Berlin, Heidelberg.
4. Stoter J., Ploeger H., Roes R., van der Riet E., Biljecki F., Ledoux H. (2016, October) First 3D cadastral registration of multi-level ownerships rights in the Netherlands. *In Proceedings of the 5th International FIG 3D Cadastre Workshop, Athens, Greece*. Pp. 18–20.
5. Julstad B., Ericsson A. (2001, November) Property formation and three-dimensional property units in Sweden. *In FIG Workshop on 3D cadastres*, November, Delft.
6. Muzyka N.M., Malanchuk M.S. (2020) Теоретичні та практичні механізми функціонування 3D-кадастру в Україні. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. Том 31 (70), no. 5, pp. 267–272.
7. Eström Boss H., Streilein A. (2014) 3D Data Management-Relevance for a 3D Cadastre: Position Paper 3. *Proceedings of the 4th International Workshop on 3D Cadastres*. November. P. 9–11.
8. Malashevskiy M., Kuzin N., Palamar A., Malanchuk M. (2017) The problems of spatial ordering and taxation of agricultural lands. *Geodesy and Cartography*, no. 43(4), pp. 166–172.
9. TC211, I. S. O. ISO 19152: 2012 Geographic Information – Land Administration Domain Model (LADM).

Музыка Н. М.
Маланчук М. С.

Национальный университет «Львовская политехника»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗОЙ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ 3D-КАДАСТРА

Резюме

В силу развития мировых технологий пользователи земельных ресурсов и объектов, которые существуют на них, осознают необходимость коренного изменения путей относительно информационного наполнения кадастровых систем, организации проведения этих работ и необходимости введения трехмерного кадастра. 2D-кадастр уже не способен отображать настоящее состояние объектов через повышение требований к точности и взаимосвязи информации, а именно на земле, под землей и над землей. Предложенный 3D-кадастр рассматривается как информационный элемент государственного земельного кадастра с подземными частями сооружений и коммуникационных сетей, которые выходят за пределы надземной части земельного участка. Для функционирования 3D-кадастра необходимо обеспечить целостную пространственную систему управления базой данных, которая будет основой трехмерного кадастра. Сформированы пути и составляющие создания пространственных систем управления базой данных для развития 3D-кадастра.

Ключевые слова: 3D-кадастр, пространственная система, база данных, 2D-моделирование, модель данных.

Muzyka Nataliia
Malanchuk Mariia

Lviv Polytechnic National University

RESEARCH OF SPATIAL DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS FOR THE DEVELOPMENT OF 3D-CADASTRE

Summary

Due to the development of world technologies, users of land resources and facilities that exist on them are aware of the need to radically change the ways of information content of cadastral systems, the organization of these works and the need to introduce a 3-dimensional cadastre. The 2D inventory is no longer able to reflect the true state of objects due to increasing requirements for accuracy and interconnection of information, namely on the ground, underground and above ground. The suggested 3D-cadastre is considered as an information element of the state land cadastre with underground parts of buildings and communication networks that go beyond the aboveground part of the land. For the 3D-cadastre to function, it is necessary to provide an integrated spatial database management system, which will be the basis of a 3-dimensional cadastre. It is determined that one of the main factors of 3D-cadastre, which is not taken into account in the modern existence of land cadastral information is the volume of the object and taking into account the complexity of the terrain, which in turn causes incorrect functioning of 3D-cadastre. In addition, there is an equally popular factor, namely, taking into account time, that is the information about the object over time. In the operation of 3D-cadastre, it should be noted that all cadastral information must be integrated, in other words, the relationship of all data, which, when superimposed, creates a single land cadastral information through the formation of a database management system in three-dimensional space. Existing land cadastral information is a basic component of the 3D-cadastre, which should be filled with information and create a database management system that will display the 3D-cadastre. The use of ordinary cadastral information to ensure the completeness of 2D-cadastre data is sufficient. Most of the parameters of land cadastral information in 2D format are quite suitable for 3D-cadastre. The introduction of 3D-cadastre will be used in land management, administrative and urban planning works. A separate and important place in this system is given to 3D-registration.

Keywords: 3D-cadastre, spatial system, database, 2D-modeling, model of data.