

В.Д. Шипулін, С.Г. Нестеренко, В.В. Головачов, В.В. Касьянов

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

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ТРИВИМІРНОГО КАДАСТРУ

Метою статті є огляд існуючих методик збору вихідної інформації при побудові тривимірних моделей об'єктів нерухомості в аспекті багатоцільового кадастру. Виявлена роль міжнародного нормативно-правового забезпечення в кадастровій системі України. Визначено особливості збору інформації за допомогою різних засобів топографо-геодезичної зйомки для інформаційного забезпечення тривимірного моделювання об'єктів нерухомого майна. Проаналізовано попередні дослідження вчених в області 3D моделювання об'єктів нерухомості, порівняні провідні системи 3D моделювання об'єктів нерухомості.

Ключові слова: багатоцільовий кадастр, 3D кадастр, кадастр нерухомості, 3D моделювання, геопросторова система, геопросторова інформація, аерофотозйомка, тахеометрія, лазерне сканування

Постановка проблеми

Системи управління земельними ресурсами мають справу з інформацією про земельні ділянки (об'єкта нерухомості). Однією з властивостей земельної ділянки є місце розташування її меж і те, як вони співвідносяться із сусідніми об'єктами. Кожна земельна ділянка підлягає кадастровій зйомці. А якщо мова йде про систему багатоцільового кадастру, то ми повинні розглядати тривимірний кадастр, в якому стає питання реєстрації прав не лише певної частини території, але й певного простору (об'єму) на яке поширюється право власності.

На поточний час в Україні кадастр об'єктів нерухомості впроваджений в двовимірному вигляді. Тобто для визначення положення земельних ділянок фіксується внесенням в кадастр значень прямокутних координат (X, Y) точок повороту меж земельної ділянки.

Що в свою чергу забезпечує точну прив'язку земельних ділянок в натурі (на місцевості), облік їх площ, кількості та якісної характеристики ділянок, конфігурацію і положення відносно сусідніх земельних ділянок. Але при цьому не враховується висота об'єктів нерухомості [1].

Для забезпечення функціонування тривимірного кадастру, на відміну від двовимірного, необхідною умовою є інформація щодо третьої координати, тобто висоти об'єкта. В системі тривимірної ГІС крім координат X, Y повинна враховуватись координата висоти (H). Забезпечення інформації цієї координати потребує додаткових ресурсів щодо збору, обробки, збереження та подальшого використання в ГІС.

Існують такі види тривимірного кадастру: повний 3D кадастр, гібридний та 3D мітки в існуючому 2D кадастрі. (рис. 1) [2].

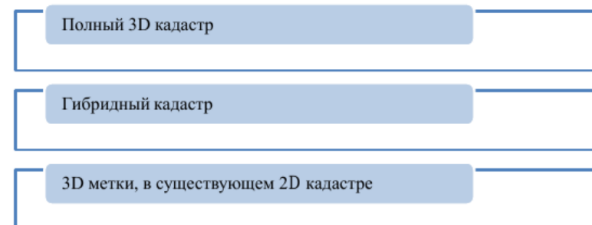


Рис. 1. Основні види 3D кадастру [2]

Оскільки необхідною умовою створення єдиного інформаційного простору є вимога просторової і часової прив'язки інформації про всі об'єкти нерухомості та землі міста, існує проблема забезпеченості будь-яких землепорядних проектів топографо-геодезичними матеріалами, яка носить гострий характер і потребує визначених та послідовних дій для створення основи подальших розробок [3].

В даній статті розглянемо існуючі методи збору вихідної інформації з її подальшою можливістю використання в 3D кадастрі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В теперішній час нормативними документами, які регламентують проведення топографічних знімків, а отже і методів збору вихідної інформації є: – Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 4 вересня 2013 р. № 661; – Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000, затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України №156 від 31.12.1999 р. і погоджені з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України); – Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-

2.04-02-98), Затверджений Наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 р. N 56 та зареєстрований в Міністерстві юстиції України 23 червня 1998 р. за N 393/2833.

Суміжним документом є Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою, затверджений Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 № 509 та зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 19 грудня 2016 р. за № 1646/29776.

Очевидно, що діючі нормативно-технічні документи в галузі топографічного картографування не враховують сучасні методи топографічного знімання, не відповідають сучасному рівню розвитку геоінформаційних технологій та не задовольняють вимоги суспільства в якості, оперативності та достовірності геопросторових даних. По суті справи діючі нормативно-технічні документи по топографічному картографуванню місцевості не тільки гальмують процес впровадження новітніх технологій, а навіть є перешкодою, бар'єром на шляху їх використання [4].

Теоретичні та методичні підходи щодо розвитку 3D кадастру на сучасному етапі досліджували багато вчених. У своїй роботі Попов А.С. описує передумови створення 3D кадастру в Україні [5]. Музика Н.М. та Пашковенко О.О. охарактеризували 3D кадастр, як сучасну складову ДЗК [1]. Митрофанова О.І та Гермонока К.О. визначили методологічні основи для побудови 3D-кадастру в Україні [6]. Правові проблеми запровадження тривимірної облікової системи земель у сфері земельних відносин висвітлені в роботі Кондратенко Д.Ю [7]. Шипулін В. Д. зазначив положення 3D кадастр в системі земельного адміністрування [8]. Але цих працях не приділено достатньої уваги методам збору вихідної інформації.

Мета та завдання статті

Мета даної статті – розглянути сучасні методи збору вихідної інформації, яка може застосовується у сфері побудови тривимірної моделі об'єктів нерухомості 3D кадастрі, та подальшого застосування отриманих результатів в багатопільовому кадастрі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Системи управління земельними ресурсами мають справу з інформацією про земельні ділянки. Однією з властивостей земельної ділянки (об'єкта нерухомості) є місце розташування її меж і те, як вони співвідносяться із сусідніми об'єктами. Кожна земельна ділянка підлягає кадастровій зйомці (топографо-геодезичні дослідження).

В теперішній час основні тенденції розвитку топографо-геодезичної та картографічної діяльності обумовлюються розвитком інформаційних технологій, зокрема, глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) визначення місцезнаходження об'єктів, аерокосмічних систем високої роздільної здатності для отримання інформації про Землю, створення високопродуктивних засобів отримання просторової інформації про Землю в режимі реального часу на основі систем оптико-електронного сканування місцевості, супутникової радіолокації, лазерної локації наземного та повітряного базування, цифрового аерофотознімання включаючи безпілотні літальні апарати, неметричні фотокамери, піктографічне знімання для створення реалістичних моделей місцевості, цифрових методів обробки зображень та геопросторової інформації, широкого використання геоінформаційних систем і телекомунікаційних технологій як основного засобу забезпечення доступу суспільства до геопросторових даних та інформації тощо (рис. 2).

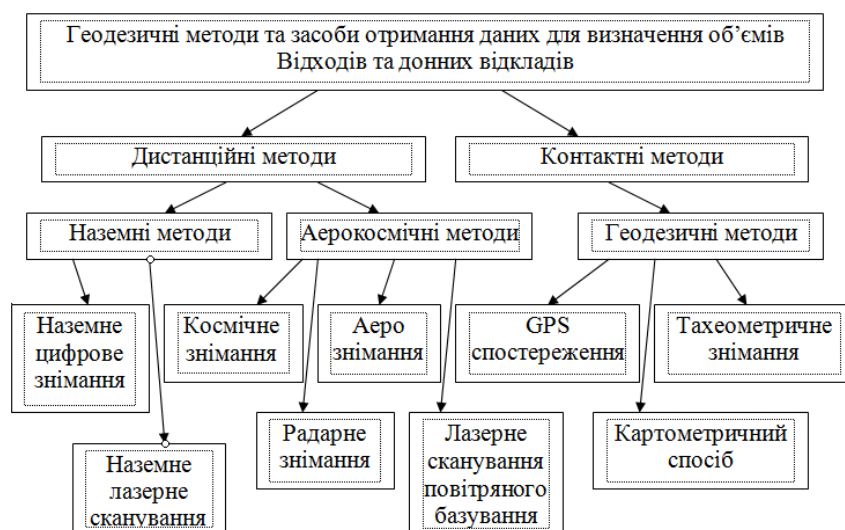


Рис. 2. Геодезичні методи отримання даних [9]

Топографічні геодезичні дослідження охоплюють такі види робіт: космічна зйомка, аерофото зйомка і фотограмметрія, тахеометрична зйомка, лазерне сканування.

Космічна зйомка – метод отримання даних за допомогою приладів, що знаходяться за межами земної атмосфери. Аерофотозйомка – отримання фотознімків земної поверхні спеціальними аерофотокамерами з літака або супутника, також набирає все більшої популярності зйомка за допомогою квадрокоптера. Фотограмметрія – дисципліна, що займається отриманням по фотозображенням об'єктів їх характеристик. Тахеометрична зйомка – метод польових робіт за допомогою теодоліта або тахеометра і далекомірної рейки. Лазерне сканування дозволяє створювати реалістичні моделі тривимірного типу за допомогою спеціального лазерного сканеру.

Найбільш широке застосування фотограмметрія має в геодезії і топографії при картографуванні земної поверхні, а також у космічних дослідженнях. Аерокосмічні знімання дають можливість одержати необхідну інформацію в короткий термін. Так, знімки поверхні земної кулі за допомогою штучних супутників Землі можна отримати за декілька діб. Можливість генерувати не тільки віртуальні, безмасштабні чисельні карти, але і такі продукти як кольорові цифрові ортофотокарти, чисельні моделі території, види території у перспективі або ж об'ємні просторові моделі, дозволила застосовувати фотограмметричні методи не тільки в геодезії для розробок карт [10].

На рисунку 3 зображена спрощена схема дистанційного зондування землі при аерокосмічній зйомці.

Перевагою аерокосмічної зйомки над аерофотозйомкою є можливість охоплення більшої площі території.

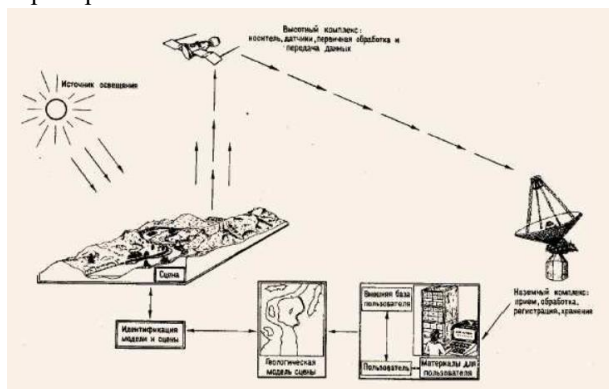


Рис.3. Структурна схема ДЗЗ [11]

Перевагами технології наземного лазерного сканування є [12]:

- високий ступінь автоматизації процесу вимірювання;
- висока точність вимірювань;

- тривимірна візуалізація в режимі реального часу;

- дистанційний метод отримання інформації про об'єкт, що дозволяє персоналу не перебувати в небезпечних зонах при зйомці;

- багатопільове використання результатів лазерного сканування;

- неруйнівний метод отримання інформації – це перевірка, контроль, оцінка надійності параметрів інформації. Основним перевагою неруйнівного методу є можливість оцінити параметри і робочі властивості об'єкта, використовуючи способи контролю, які не передбачають зупинку роботи всієї системи;

- висока продуктивність.

Найбільш важливою перевагою застосування наземного лазерного сканування є скорочення польових робіт при створенні цифрових моделей конструктивно складних об'єктів (наприклад, об'єкти промисловості, технічне обладнання на заводах і цехах), отже, дана технологія більш економічно вигідна в порівнянні з іншими;

- роботи можна виконувати при будь-яких умовах освітлення, вдень і вночі, так як сканери є активними знімальними системами.

недоліки технології наземного лазерного сканування з'являються при великій кількості об'єктів нерухомості, що підлягають зйомці: мала рентабельність;

великі затрати часу на збір та обробку інформації (один пристрій може працювати тільки з одним об'єктом).

Що фактично унеможливило застосування при повному 3D-кадастрі, але є доцільним при 3D мітках в існуючому 2D кадастрі.

Маже такі самі переваги і недоліки відносяться і до геодезичної зйомки (тахеометрична, GPS спостереження).

Головні переваги аерофотозйомки з допомогою БПЛА (безпілотний літальний апарат) (Рис. 4): –висока рентабельність порівняно з використанням малої авіації;

- оперативність отримання фотознімків та їх подальшої обробки – значне скорочення термінів робіт порівняно з традиційними методами;
- можливість зйомки в труднодоступних місцях, незалежність від складностей рельєфу та погодних умов;
- отримання фотознімків високої роздільної здатності за рахунок можливості обльоту з незначних висот і, як наслідок, висока точність матеріалів (на відміну від космічних знімків).

Недоліком цього методу є зниження інформативності при щільній забудові.

Аерофотозйомка може бути використана за джерело вихідної інформації для будь якого типу 3D кадастру.



Рис. 4. Сучасні безпілотні літальні апарати: а) квадрокоптер Inspire-1-Pro; б) гексакоптер Phantom [10]

Висновки та перспективи подальших розвідок

Вирішення проблеми інформаційного забезпечення тривимірного кадастру лежить в технічному аспекті. Отже для вибору засобів збору вихідної інформації необхідно враховувати такі показники як: рентабельність, час збору та обробки, трудоемкість, точність, площа охоплення території та інші. Зважаючи на всі ці фактори самим оптимальним варіантом є аерофотозйомки за допомогою БПЛА.

Література

- Музика, Н.М. 3D-кадастр, як сучасна складова ДЗК [Електронний ресурс] / Н.М. Музика, О.О. Пашиковенко // міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «GEOTERRACE-2018», Львів, Україна – Режим доступу: <https://openreviewhub.org/geoterrace-2018/paper/3d-kadastr-yak-suchasna-skladova-dzk> – 28.08.2019.
- Шайман, Н.В. Аналіз видів 3D кадаста [Електронний ресурс] / Н.В. Шайман – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-vidov-3d-kadastra> – 28.08.2019
- Нестеренко, С.Г. Об'єкт нерухомості як тривимірна складова багатопільового кадастру. [Текст] / С.Г. Нестеренко, В.В. Головачов, Ю.Б. Радзінська, В.О. Фролов // Комунальне господарство міст – 2019. – Т. 3, №149. – С. 119–125.
- Карпінський, Ю. Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування [Електронний ресурс] / Ю. Карпінський, Н. Лазоренко-Гевель // міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «GEOTERRACE-2018», Львів, Україна – Режим доступу: <http://gki.com.ua/ua/metodi-zbirannja-geoprostorovih-danih-dlja-topografichnogo-kartografuvannja> – 28.08.2019.
- Попов, А.С. Передумови створення 3D кадастру в Україні [Електронний ресурс] / А.С. Попов – Режим доступу:

http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Agrarnyj-visnyk-Prychornomorja/Sg_T_E_n/2009-v51/Statti/2009-v51Statti-Popov.pdf – 28.08.2019

6. Митрофанова, Е.И. Методологические основы построения 3D кадастра недвижимости [Електронний ресурс] / Е.И. Митрофанова, Е.А. Гермонова – Режим доступу: <http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/10850/1/Mitrofanova.pdf> – 29.08.2019

7. Кондратенко, Д.Ю. Правові проблеми запровадження тривимірної облікової системи земель у сфері земельних відносин [Електронний ресурс] / Д.Ю. Кондратенко – Режим доступу: http://dspace.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/9681/1/Kondratenko_137-145.pdf – 29.08.2019

8. Шипулін, В. Д. Система земельного адміністрування: основи сучасної теорії: навч. посібник // В. Д. Шипулін. – Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015.

9. Аналіз сучасних методів моніторингу полігонів ТПВ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://infopedia.su/16x57f0.html> – 30.08.2019

10. Кондраценко, О.В. Застосування сучасних методик фотограметричного та геоінформаційного аналізу для забезпечення земельно-майнових відносин. [Текст] / О.В. Кондраценко, М.Л. Мироненко, Д.В. Шаульський, О.А. Дудін // Комунальне господарство міст – 2018. – Т. 3, №144. – С. 94–99.

11. Тевелев, А.В. Общия схема дистанционного зондирования, методы получения дистанционной информации [Електронний ресурс] / А.В. Тевелев – Режим доступу: <http://geo.web.ru/~tevelev/remesen.htm> – 30.08.2019

12. Шевченко, Г.Г. Применене лазерного сканирования для создания геоинформационных систем [Електронний ресурс] / Г.Г. Шевченко – Режим доступу: <https://ntk.kubstu.ru/file/1290> – 30.08.2019

References

- Music, NM, Pashkovenko, OO (n.d.) 3D-cadastre, as a modern component of the SCC Retrieved from <https://openreviewhub.org/geoterrace-2018/paper/3d-kadastr-yak-suchasna-skladova-dzk>.
- Shayman, NV (n.d.) Analysis of 3D Cadastre Types Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-vidov-3d-kadastra>.
- Nesterenko, S.G., Holovachov, V.V., Radzinska, Y.B., Frolov, V.O. (2019) Real estate as a three-dimensional component of the multipurpose cadaster. *Municipal economy of cities*, 149, 119–125.
- Karpinsky, Yu., Lazorenko-Hevel, N. (n.d.) Methods of geospatial data collection for topographic mapping Retrieved from <http://gki.com.ua/ua/methods-compilation-geoprostorgiven-longer-topographic-map-mapping>.
- Popov, AS (n.d.) Prerequisites for Creating a 3D Cadastre in Ukraine Retrieved from http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Agrarnyj-visnyk-Prychornomorja/Sg_T_E_n/2009-v51/Statti/2009-v51Statti-Popov.pdf.
- Mitrofanova, EI, Hermonova, EA (n.d.) Methodological bases of construction of 3D real estate cadastre Retrieved from <http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/10850/1/Mitrofanova.pdf>.

7. Kondratenko, D.Yu. (n.d.) Legal Problems of Implementation of the Three-Dimensional Land Registration System in Land Relations Retrieved from

http://dSPACE.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/9681/1/Kondratenko_137-145.pdf.

8. Shipulin, V. D. (2015) Land administration system: the basics of modern theory: teach. manual, 173-184.

9. Analysis of current methods of monitoring landfill sites Retrieved from <https://infopedia.su/16x57f0.html>.

10.. Kondrashchenko, O.V., Mironenko, M.L., Shaulsky, D.V., Dudin, O.A. (2018) Application of modern methods of photogrammetric and geoinformation analysis to ensure land-property relations *Municipal economy of cities*, 144, 94–99.

11. Tevelev, AV (n.d.) General scheme of remote sensing, methods of obtaining remote information Retrieved from <http://geo.web.ru/~tevelev/remsen.htm>.

12. Shevchenko, GG (n.d.) Application of laser scanning for creation of geoinformation systems Retrieved from <https://ntk.kubstu.ru/file/1290>.

Рецензент: доктор економічних наук, професор К.А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна

Автор: ШИПУЛІН Володимир Дмитрович
кандидат технічних наук, професор кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

E-mail – vshypulin@yahoo.com

Автор: НЕСТЕРЕНКО Сергій Григорович
кандидат технічних наук, завідувач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

E-mail – nesterenkosg34@gmail.com

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5124-9728>

Автор: ГОЛОВАЧОВ Віталій Вікторович
аспірант кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

E-mail - vitalii.holovachov@kname.edu.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4479-8010>

Автор: КАСЬЯНОВ Володимир Володимирович
старший викладач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E mail – kasyanow.vladimir@gmail.com

PROVISION OF COLLECTION OF INFORMATION FOR THE THREE-DIMENSIONED INVENTORY

V. Shypulin, S. Nesterenko, V. Holovachov, V. Kasyanov

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

The purpose of the article is to review the existing methods of gathering source information when constructing three-dimensional models of real estate objects in the aspect of multi-purpose cadastre. The role of international regulatory support in the cadastral system of Ukraine is revealed. The peculiarities of information gathering by means of various topographic-geodetic surveying tools for informational support of three-dimensional modeling of real estate objects are determined. Previous studies of scientists in the field of 3D real estate modeling have been analyzed, compared with leading 3D real estate modeling systems. Land management systems deal with information about land (real estate). One of the properties of a land plot is the location of its boundaries and how they relate to neighboring objects. Each land plot is subject to cadastral surveying. And if we are talking about a multi-purpose cadastre system, then we have to consider a three-dimensional cadastre, which is about registering the rights of not only a certain part of the territory, but also a certain space (volume) to which the right of ownership extends. Currently, the cadastre of cadastre objects is implemented in two-dimensional form in Ukraine. That is, to determine

the position of the land plots is fixed by entering in the cadastre of values of rectangular coordinates (X, B) of the points of rotation of the boundaries of the land plot.

Which, in turn, ensures the exact anchorage of the land plots in kind (on the ground), the account of their areas, the quantitative and qualitative characteristics of the plots, the configuration and position relative to the adjacent land plots. In order to ensure the operation of a three-dimensional cadastre, as opposed to a two-dimensional one, information about the third coordinate, that is, the height of the object, is a prerequisite. In the three-dimensional GIS system, in addition to the X, B coordinates, the elevation coordinate (H) must be taken into account. Providing this coordinate information requires additional resources to collect, process, save, and subsequently use it in GIS. There are three types of cadastre: full 3D cadastre, hybrid and 3D tags in existing 2D cadastre. As a prerequisite for the creation of a single information space is the requirement of spatial and temporal binding of information on all objects of real estate and land of the city, there is a problem of providing any land-planning projects with topographic-geodetic materials, which has a sharp character and requires certain and sequential actions to form the basis for further development. In this article, we will look at existing methods for collecting source information, with its subsequent ability to use in 3D cadastre.

Keywords: multipurpose cadastre, 3D cadastre, real estate cadastre, 3D modeling, geospatial system, geospatial information, aerial photography, tacheometry, laser scanning