

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ТРИВИМІРНОГО КАДАСТРУ

В.І. Зацерковний, Л.В. Тустановська, О.Е. Сенкевич

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», ул. Васильківська, 90, г. Київ, 03022, Україна, e-mail: vitalii.zatserkovnyi@gmail.com, ljume4@ukr.net, freedom0forever97@gmail.com

Розглянуто актуальні питання сучасного земельного і містобудівного кадастру, що характеризується наявністю великої кількості складних тривимірних об'єктів нерухомого майна, які неможливо відобразити у двовимірній системі реєстрації. Перехід до 3D кадастру дає змогу всебічно відображати землекористування з урахуванням сукупності не лише фізичних параметрів, а й інших. Проаналізовано розвиток сучасної системи кадастру із застосуванням 3D моделювання. Висвітлено можливості використання геоінформаційних систем для створення тривимірних об'єктів при веденні кадастру та оцінюванні нерухомості. В результаті використання тривимірного кадастру можна суттєво підвищити якість обліку таких елементів інфраструктури, як комунікаційні мережі і трубопроводи, а також багаторівневих комплексів, багатоквартирних будинків та інших об'єктів. Тривимірне відображення місцевості й об'єктів, розташованих на ній, суттєво розширює можливості кадастрового обліку і механізмів забезпечення прав власності, планування, проектування та оподаткування. Розглянуто програмне забезпечення, яке можна використовувати для створення тривимірних моделей кадастру.

Ключові слова: 3D моделювання, 3D кадастр, кадастр земель, оцінювання нерухомості.

Постановка проблеми. Місце розташування земельних ділянок фіксують шляхом внесення в кадастр плоских координат їх меж, що дає змогу врахувати їх площі, конфігурацію тощо, проте відомості, наприклад, про рельєф земельної ділянки не можна відобразити і врахувати, тому що при цьому практично не враховують вертикальну площину, тобто сучасний кадастр є плоским, двовимірним (2D).

Водночас багато об'єктів нерухомості і інфраструктури (земельні ділянки, будівлі, споруди) є просторовими об'єктами, мають об'єм, який неможливо відобразити у двовимірній проекції.

Існуючий двовимірний кадастр не дає змоги чітко побачити лінії електропередачі (ЛЕП), телевізійні вишки, комунікаційні труби, висотні об'єкти. Іншими словами, практично неможливо здійснити облік таких об'єктів нерухомості, як дорожні розв'язки, мости і тунелі, багаторівневі комплекси нестандартної форми з другим, третім поверхами, що навісають і потрапляють на сусідню територію. Крім того, ще одним недоліком існуючого двовимірного кадастру є неможливість обліку підземних об'єктів.

Підземні об'єкти, такі як мережі метрополітену, колектори, тунелі, трубопроводи тощо, є важливими елементами інфраструктури міст, однак означена проблема обмежує можливість реєстрації муніципалітетами прав на них і породжує різноманітні майнові спори.

Згідно зі ст. 79 Земельного кодексу України, право власності на земельну ділянку поширюється не тільки на поверхневий шар, а й на простір, що існує над поверхнею ділянки та під нею, на висоту і глибину, які необхідні для зведення житлових,

виробничих та інших будівель чи споруд. Ця норма стосується лише земельної ділянки, яку використовують під забудову. Отже, постає питання належного відображення на планово-картографічних матеріалах простору над поверхнею земельної ділянки й під нею. Проте за сучасною геопросторовою моделлю земельного кадастру в Україні не можна враховувати особливості рельєфу території, які суттєво впливають на еколого-економічну вартість земельної ділянки.

Актуальність теми і ступінь розробленості теми дослідження. Міське середовище характеризується складною організаційною структурою і перетинанням інтересів різних власників нерухомості, які необхідно постійно підтримувати у рівновазі для забезпечення сталого і ефективного розвитку міста. Інтенсифікація землекористування у великих містах є наслідком дефіциту земельних ресурсів. У зв'язку з цим об'єкти нерухомості можна розташовувати над/під або безпосередньо на земній поверхні. На практиці ця обставина спричинює невизначеність і неоднозначність традиційної (двовимірної) реєстрації об'єктів за їх 2D проекцією на земельну ділянку як у межах міст і мегаполісів, так і на землях поза населеними пунктами. Як наслідок, виникає необхідність розглядати міське землекористування у тривимірному просторі. Перехід до 3D кадастру дає змогу всебічно відображати землекористування з урахуванням сукупності не лише фізичних параметрів, а й інших, а також отримувати реалістичні зображення за 3D моделями. Незважаючи на це, на даному етапі жодна країна світу ще не може похвалитися наявністю повноцінного 3D кадастру. Здебільшого використовують гібридні форми — кадастр

нерухомості ведеться у звичному двовимірному вимірі, а окремі об'єкти обліковують і відображують як тривимірні. Тому тема дослідження є надзвичайно актуальною.

Аналіз попередніх досліджень. Результати досліджень у сфері землеустрою та кадастру висвітлено у працях Д. Білокося, М. Габреля, М. Дьоміна, Б. Данилишина, В. Куйбіди, В. Мамонової, В. Нудельмана, О. Петраковської, І. Санжаровського, М. Хвесика та багатьох інших. Особливої уваги заслуговують наукові розробки Д. Бабміндри, В. Горлачука, Д. Добряка, Й. Дороша, О. Дорош, О. Канаша, В. Кривова, А. Мартина, Л. Новаковського, В. Руденка, А. Третяка, А. Сохничя, М. Ступеня, П. Сухого.

Проблеми правового забезпечення впровадження 3D кадастру в Україні описано у праці Д. Кондратенко [1]. Питання щодо нормативного врегулювання використання 3D моделювання при веденні земельного, містобудівного кадастрів викладено у працях І. Єрьоміна та М. Малашевського [2, 3]. Заслужують на увагу праці Т. Євсюкова [4], Т. Молодченко [5] та інших дослідників щодо впровадження тривимірного кадастру для розвитку кадастрово-реєстраційної системи, оцінювання нерухомості, здійснення землеустрою тощо. У деяких наукових публікаціях пропонують 2-, 2,5-, 3-, 4- і навіть 5-вимірні моделі кадастру. Питанням створення багатовимірних кадастрових систем присвячені праці В. Беляєва, Н. Вандишевої, С. Шаврова, Е. Jantien Stoter Christiaan Lemmen, Peter van Oosterom, Sisi Zlatanova, Rik Wouters, Sudarshan Karki, Rod Thompson, Kevin McDougall, Paul van der Molen та інших.

Об'єкт дослідження — це об'єкти нерухомості, існуючі методи і засоби створення і використання тривимірних цифрових моделей території, сучасні способи отримання тривимірної просторової інформації про об'єкти території.

Предмет дослідження — складові частини державного земельного кадастру в системі адміністрування земельними ресурсами.

Методи досліджень — статистичний та просторовий аналізи, економіко-математичне моделювання, способи цифрової обробки зображень.

Мета дослідження — імплементація достовірної та об'єктивної кадастрової інформації в систему 3D кадастру, методичне, технологічне обґрунтування, розробка, дослідження і впровадження технології побудови вимірюваних тривимірних відеосцен, які забезпечать розширення сфери використання їх в частині проведення аналізу даних для розв'язку задач кадастру нерухомості, міського планування, управління автотранспортом, захисту від акустичного забруднення тощо.

Виклад основного матеріалу. Останніми роками потреба у просторовій інформації про місцевість вже не може задовільнити користувачів тільки топографічними картами в аналоговому і цифровому

форматах. Недостатня інформативність карти, необхідність вміння читати карту працівниками різних відомств і установ ускладнюють її використання, а в деяких спеціальних додатках ще й істотно обмежують її використання.

У різних сферах і галузях діяльності людини під час розв'язання інженерних задач, що включають автоматизований аналіз стану території, особливо в районах інтенсивного будівництва, все частіше виникає необхідність у візуалізації інформації про об'єкти місцевості у звичному для сприйняття людиною тривимірному просторі, так званих 3D моделях.

На сьогодні в Україні, як і в більшості країн світу, кадастр об'єктів нерухомості ведеться у плоскому (двовимірному) вигляді. Водночас завдяки різноманітності сучасних архітектурних форм об'єкти нерухомості, найчастіше складних форм, можна розташовувати на поверхні, під і над землею. Однак земельні ділянки, споруди, будівлі, приміщення й об'єкти незавершеного будівництва достовірно відобразити у пласкій проекції неможливо, виникають також складності обліку мостів, тунелів, будівель з поверхнями, що нависають і потрапляють на чужу територію. Крім того, діюча система обліку не має змоги враховувати особливості рельєфу, що впливають на кадастрову вартість об'єкта нерухомості.

Отриманню і використанню нових видів цифрової продукції сприяли досягнення тривимірної машинної графіки та інструментарій геоінформаційних систем (ГІС). Якщо порівнювати періоди існування і використання карт і планів в аналоговому і цифровому видах і 3D продуктів, то останні правомірно визначати як нові. Однак з початку їх появи, розвитку і використання пройшло понад двох десятиліть. Тому під визначенням «нові» слід мати на увазі актуальні, сучасні.

На цей час широко поширені 3D моделі місцевості, які створюють засобами комп'ютерної графіки. Це новий метод отримання і подання просторової інформації про об'єкти місцевості.

Істотним кроком у розширенні сфери використання 3D моделей стала можливість створення вимірювальних 3D моделей (далі — фотограмметричних), тобто можливість подання просторової інформації у заданій системі координат і виміру координат окремих точок цієї моделі. Науковий напрям 3D-ГІС, що швидко розвивається, дає принципово нові можливості для роботи з інформацією про навколишнє середовище. Для формування 3D-ГІС передусім потрібно створювати реалістичні фотограмметричні 3D моделі місцевості.

За допомогою апаратних і програмних засобів визначення місця розташування можна отримувати з високою точністю тривимірні геопросторові дані в режимі реального часу. В надходженні та використанні подібного роду інформації зацікавлені не тільки всі галузі економіки країни, а й органи влади і управління всіх рівнів.

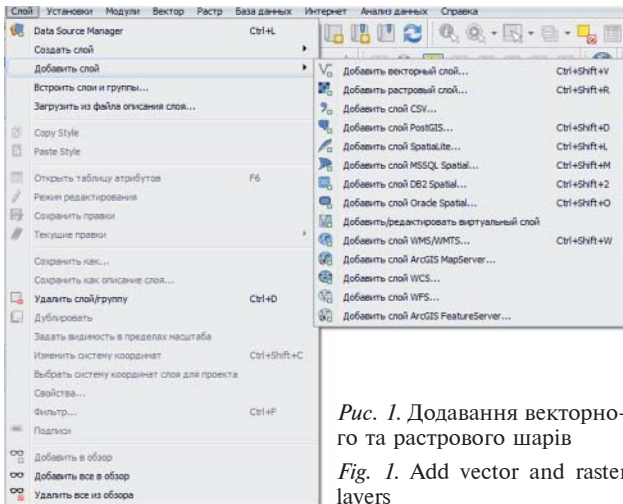


Рис. 1. Додавання векторно-го та растрового шарів
 Fig. 1. Add vector and raster layers

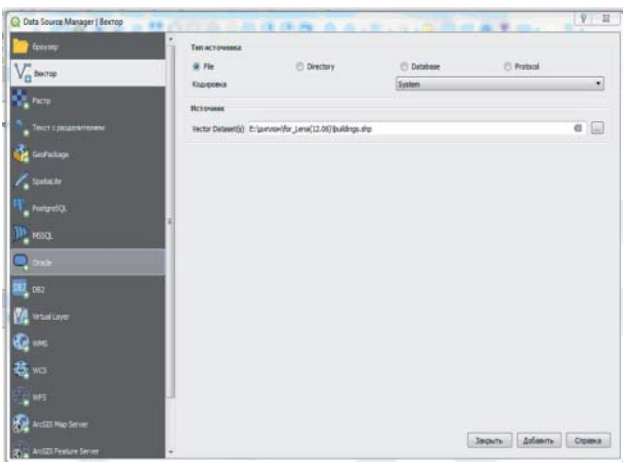


Рис. 2. Вибір джерела векторних даних
 Fig. 2. Saving vector and raster layers

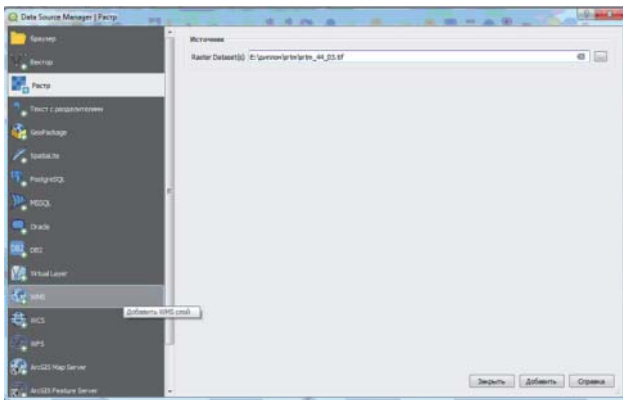


Рис. 3. Вибір джерела растрових даних
 Fig. 3. Select the source of raster data

Просторову інформацію про об'єкти місцевості можна отримувати: за допомогою геодезичних вимірів, на підставі використання топографічних карт, за допомогою фотограмметричної обробки аерокосмічних знімків і мобільного лазерного сканування.

Класифікувати процеси створення тривимірних моделей населених пунктів можна різним способом.

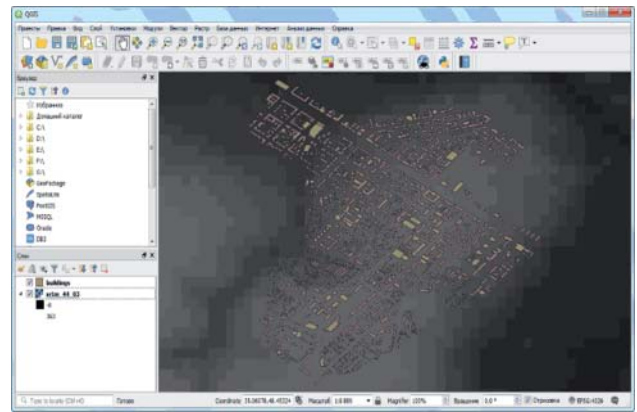


Рис. 4. Відображення завантажених даних
 Fig. 4. Show uploaded data

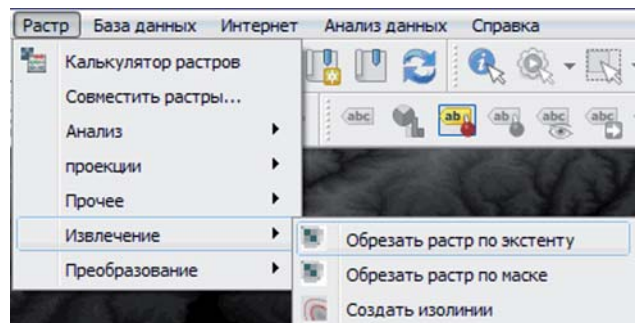


Рис. 5. Обрізання космоснімка по межі полігональних об'єктів
 Fig. 5. Pruning of the cosmic image along the boundary of polygonal objects

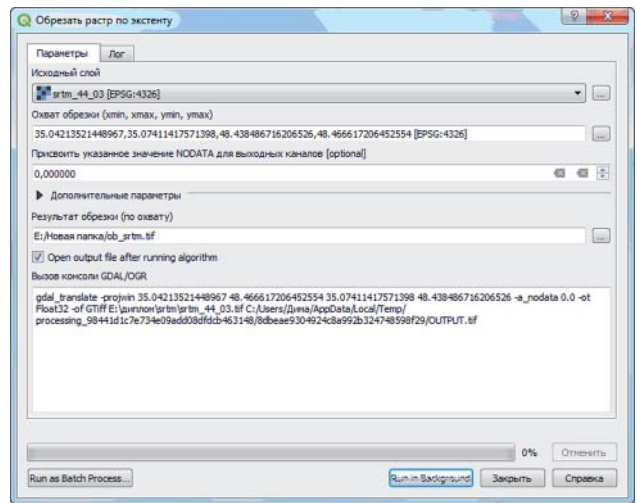


Рис. 6. Критерій для обрізання космоснімка
 Fig. 6. Criterion for pruning the cosmic image

На нашу думку, їх доцільно згрупувати за ступенем автоматизації основних процесів [6]:

- ручне створення моделей в програмах тривимірного моделювання (AutoCAD, ArchiCAD, ArcGIS + 3DAnalyst, 3ds Max або Google SketchUp);
- автоматична генерація 3D моделей, яка використовує алгоритми відновлення геометричної форми об'єктів по їх стереозображенням;

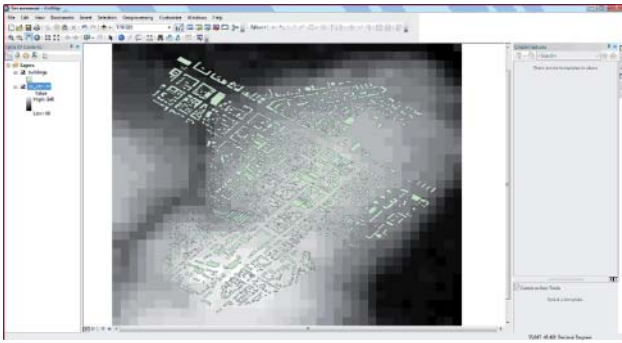


Рис. 7. Результат обрізки SRTM-знімка
Fig. 7. The SRTM-image pruning result

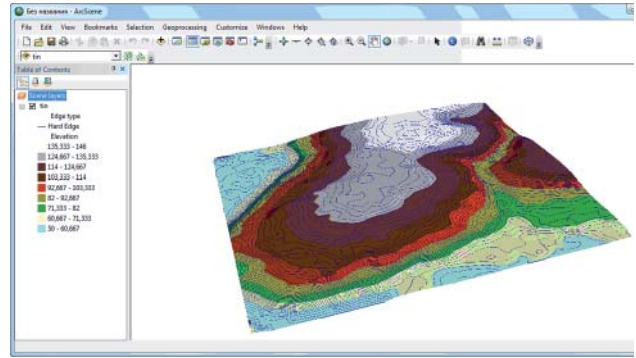


Рис. 10. TIN-модель
Fig. 10. TIN model

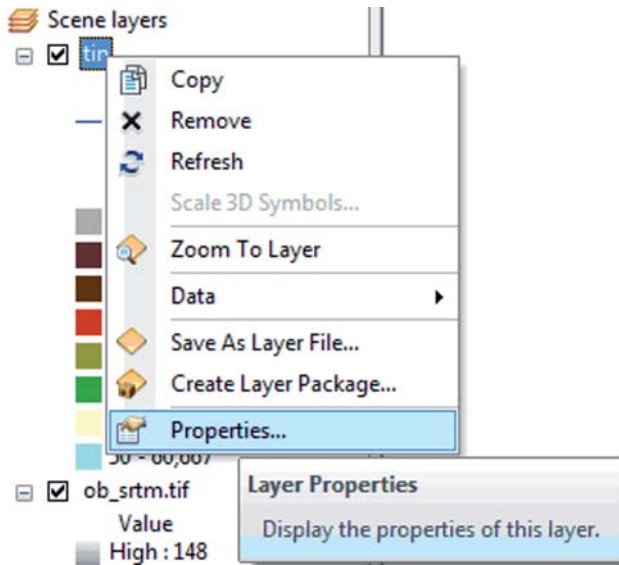


Рис. 8. Обирання меню Properties
Fig. 8. Select the Properties menu

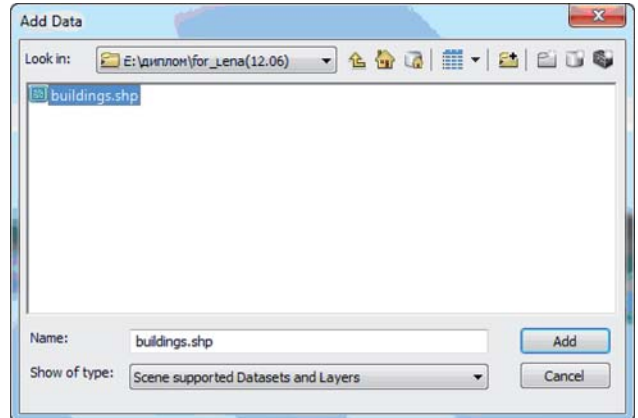


Рис. 11. Додавання даних — шару будинків
Fig. 11. Adding data - layer of buildings

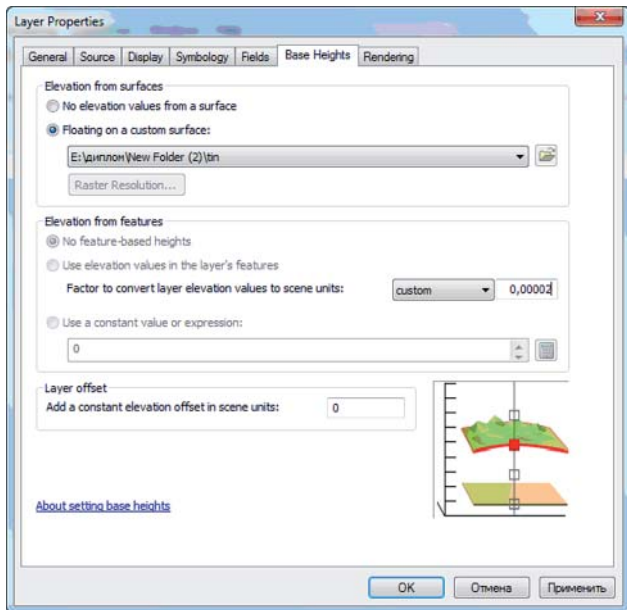


Рис. 9. Вікно установки 3D параметрів моделі
Fig. 9. Window for setting 3D model parameters

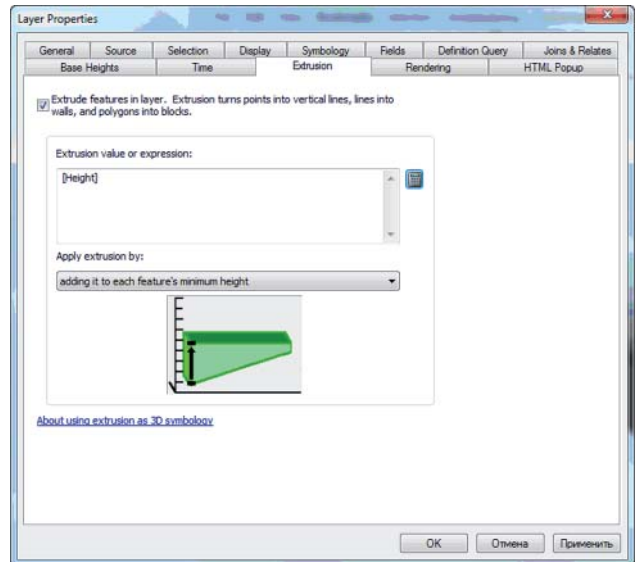


Рис. 12. Вибір висот будинків
Fig. 12. Choice of building heights

– напівавтоматичне створення 3D моделей; геометричні моделі будівель будують оператори за аерознімками, цей підхід застосовують у програмах в Delta/Digitals і CyberCity-Modeler; для побудови моделей будівель CyberCity-Modeler можна також використовувати дані лазерного сканування.

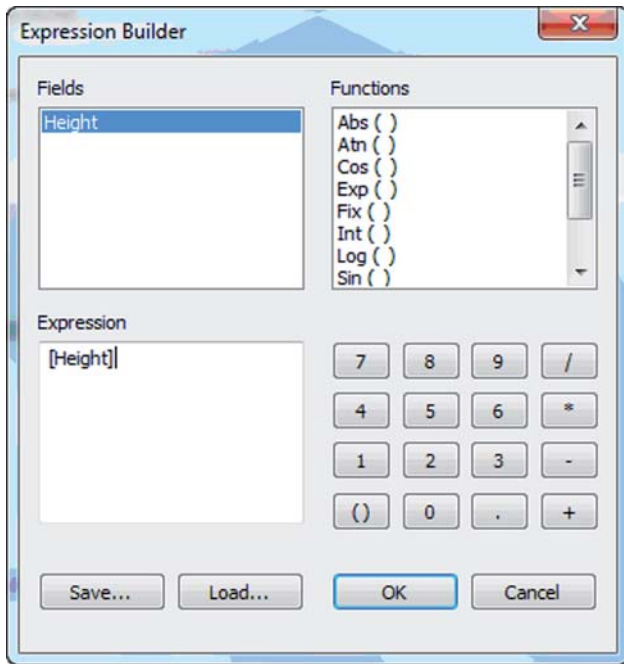


Рис. 13. Вибір стовпця висот — Height
 Fig. 13. Choice of height column — Height

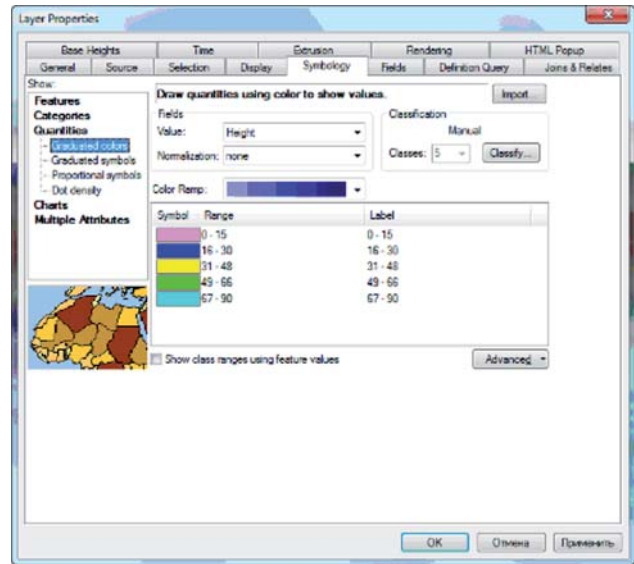


Рис. 15. Класифікація 3D моделі
 Fig. 15. Classification of the 3D model

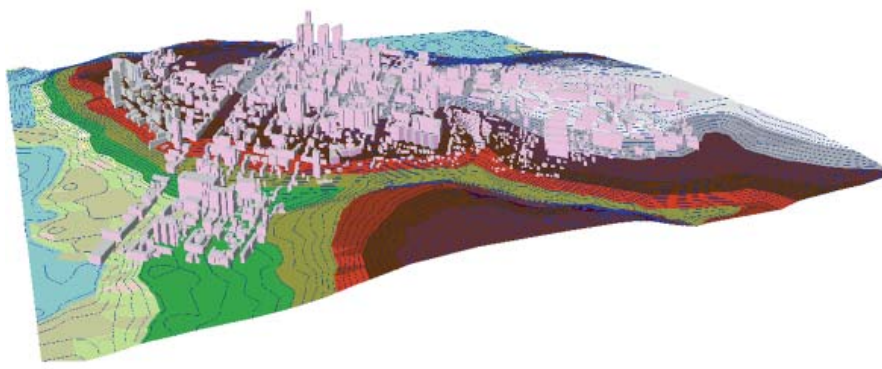


Рис. 14. 3D модель
 Fig. 14. 3D model

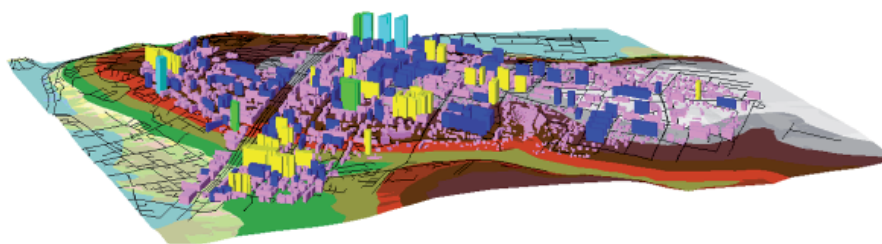


Рис. 16. Результат класифікації 3D моделі
 Fig. 16. The result of the classification of the 3D model

На думку авторів, найкращим вибором для створення тривимірного кадастру може слугувати пакет програм MicroStation, який дає змогу створювати нові додатки, віртуальні шари топології тощо.

Базисом для створення тривимірного кадастру в Україні, з нашого погляду, мають стати тривимірні ГІС, за допомогою яких поєднують традиційні операції при роботі з базами даних — запит і статистич-

ний аналіз — з перевагами повноцінної візуалізації і просторового аналізу, який надає карта. Ця особливість дає унікальні можливості для застосування ГІС у розв'язанні широкого спектра задач, пов'язаних з аналізом явищ і подій, прогнозуванням їх імовірних наслідків, плануванням стратегічних рішень.

Нині у професійному середовищі використовують велику кількість ГІС (ArcGIS, Vertical Mapper

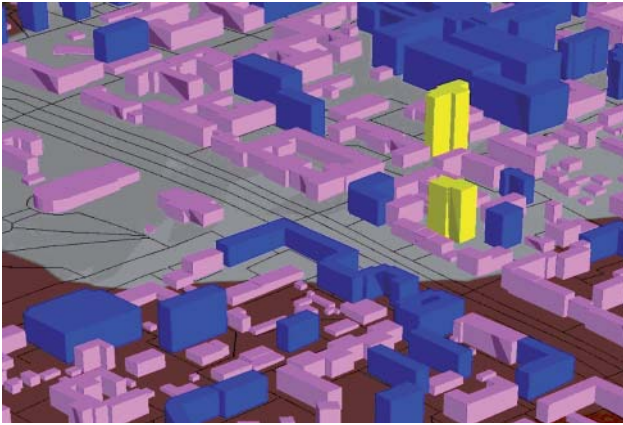


Рис. 17. Тривимірний модель міської забудови (НТУ «Дніпровська політехніка»)

Fig. 17. Three-dimensional model of urban development (NTU «Dniprovskaya Polytechnic»)

3.5 (тривимірне моделювання для ГІС MapInfo, GeoDraw, GEO + CAD, Bentley PowerMap, OziExplorer — 3D та ін.). Для формування єдиного підходу та базису розвитку тривимірного кадастру необхідно провести багатофакторний аналіз існуючих систем і розробити оптимальну для сучасних умов систему з урахуванням існуючих передових технологій. З цією метою зроблено спробу 3D моделювання об'єктів нерухомості за допомогою найпоширенішого програмного забезпечення ESRI ArcGIS. У цьому програмному забезпеченні 3D моделювання об'єктів нерухомості реалізують з використанням середовища ArcScene. Для створення просторової моделі необхідно мати інтерпольовану поверхню, подану у вигляді grid або TIN-моделі.

Для побудови TIN-моделі в середовищі ArcScene потрібно додати до проекту шари: полігональних об'єктів, знімок SRTM на досліджувану територію. З попередньо завантаженої сцени [7] було обрізано фрагмент (рис. 1—7) з урахуванням шару з полігональними об'єктами за допомогою програмного забезпечення QGIS.

Подальші дії виконуємо в середовищі ArcScene. Обираємо меню Properties на шарі tin (рис. 8). У меню Properties обираємо вкладку Base Heights (Базові висоти). Далі встановлюємо перемикач Floating on a custom surface і задаємо масштабний коефіцієнт 0,00002: установка співвідношення горизонтального і вертикального масштабів (Z-factor) (рис. 9). Візуалізацію побудованої TIN-моделі показано на рис. 10.

Для побудови тривимірної моделі об'єктів інфраструктури додаємо шар будинків до проекту (рис. 11).

У меню Properties обираємо вкладку Base Heights (Базові висоти). Далі встановлюємо перемикач Floating on a custom surface і задаємо масштабний коефіцієнт 0,00002: установка співвідношення горизонтального і вертикального масштабів (Z-factor) (рис. 12). Заходимо на вкладку Extrusion (Витягуван-

ня). Додаємо прапорець Extrude feature in layer і натискаємо на значок калькулятора (рис. 13).

На формі Будівника виразів (Expression Builder) обираємо поле, в якому зберігатиметься інформація про висоти об'єктів — Height (рис. 14).

Після натиснення на кнопку ОК отримуємо результат (рис. 15). Для додання об'єктам контрастного вигляду (різноманітної розмальовки) обираємо вкладку Symbology. Після додавання шару доріг отримуємо тривимірну модель міської забудови (рис. 16, 17).

Розглянутий підхід може слугувати основою для заповнення бази 3D кадастру. Проте це трудомісткий процес. Серед інших, перспективніших технологій можна виділити технології наземного лазерного сканування (точність визначення координат 0,5—5 мм), мобільного лазерного сканування (точність 5—8 см), повітряного лазерного сканування (точність 5—8 см), GNSS-технології (точність 0,5—5 см), аерознімання з БПЛА (точність 5—8 см). За допомогою зазначених технологій вимірювання матимуть точність, що не перевищує нормативні точнісні вимоги до створення й ведення Державного земельного кадастру.

Висновки. Можливість реєстрації нерухомості і прав на неї у тривимірному кадастрі дає змогу оптимізувати використання простору. Використання тривимірного кадастру може суттєво підвищити якість обліку таких елементів інфраструктури, як комунікаційні мережі і трубопроводи, а також багатоквартирних комплексів, багатоквартирних будинків та інших об'єктів. Тривимірне відображення місцевості й об'єктів, розташованих на ній, суттєво розширює можливості кадастрового обліку і механізми забезпечення прав власності, планування та проектування.

За результатами дослідження побудовано фрагмент цифрової тривимірної моделі об'єктів інфраструктури Шевченківського та Соборного району м. Дніпро в середовищі ESRI ArcGIS з використанням матеріалів HERE Technologies та Mapillary для розв'язання задач аналізу міського середовища і територіального управління. В процесі формування навігаційної бази в м. Дніпро оброблено 82,2 км треків Mapillary, 34,9 К панорамних зображень, 1800 будинків. Застосування створеної бази даних будинків дає змогу знайти та дістатися необхідних об'єктів за різними критеріями пошуку. Полігональні об'єкти (будинки) можуть слугувати складовою частиною навігаційної карти разом з дорожньою геометрією, адресами будинків, назвами вулиць, точками інтересу тощо.

Список бібліографічних посилань

1. Кондратенко Д.Ю. Правові проблеми запровадження тривимірної облікової системи земель у сфері земельних відносин. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія Право*. 2015. Вип. 218. С. 137—145.

2. Еремін І.Е., Дубинин М.В., Мишаченко К.Г., Пузанов П.И. Реалістична модель городского пространства. *Ученые заметки ОГУ*. 2014. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2014/TGU_5_368.pdf
3. Малашевський М.А., Паламар А.Ю. Аспекти комплексної класифікації об'єктів тривимірного простору. *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2016. N 3/2 (20). С. 47—54.
4. Євсюков Т.О., Краснолуцький О.В., Поліщук І.П. Актуальність і перспективи впровадження 3D-кадастру в Україні. *Землевпорядний вісник*. 2016. N 2. С. 28—33.
5. Молодченко Т.Г., Ткаченко А.Ю. Формування кадастру нерухомості в Україні: передумови та перспективи. Теорія та практика державного управління. 2010. Вип. 1(28). [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.kbuara.kharkov.ua/e-book/tpdu/2010-1/doc/.../12.pdf
6. <http://gis-lab.info/qa/3dcities.html>
7. SRTM Data Search — cgiar srtm. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>

Надійшла до редакції 23.01.2019 р.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ ТРЕХМЕРНОГО КАДАСТРА

В.И. Зацерковный, Л.В. Тустановская, Е.Э. Сенкевич

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, НИУ «Институт геологии», ул. Васильковская 90, г. Киев, 03022, Украина, e-mail: vitalii.zatserkovnyi@gmail.com, ljume4@ukr.net, freedom0forever97@gmail.com

Рассмотрены актуальные вопросы современного кадастра, содержащего информацию о большом количестве сложных трехмерных объектов недвижимого имущества, которые невозможно отобразить в двумерной системе регистрации. Городская среда характеризуется сложной организационной структурой и пересечением интересов различных собственников недвижимости, что необходимо постоянно поддерживать в равновесии для обеспечения устойчивого и эффективного развития города. Интенсификация землепользования в крупных городах является следствием дефицита земельных ресурсов. В связи с этим объекты недвижимости могут располагаться над/под или непосредственно на земной поверхности. На практике такая ситуация вызывает неопределенность и неоднозначность при традиционной регистрации объектов по их двумерной проекции на земельный участок как в границах городов и мегаполисов, так и на землях вне населенных пунктов. Как следствие, возникает необходимость рассмотрения городского землепользования в трехмерном пространстве. Переход к 3D-кадастру позволяет всесторонне отображать землепользование с учетом совокупности не только физических параметров, но и других. Дан анализ развития современной системы кадастра с использованием 3D моделирования. Рассмотрены возможности использования геоинформационных систем для создания трехмерных объектов при ведении кадастра и оценки недвижимости. Использование трехмерного кадастра может существенно повысить качество учета таких элементов инфраструктуры, как коммуникационные сети и трубопроводы, а также многоуровневых комплексов, многоквартирных домов и других объектов. Трехмерное отображение местности и объектов, размещенных на ней, существенно расширяет возможности кадастрового учета и механизмов обеспечения прав собственности, планирования, проектирования и налогообложения. Рассмотрено программное обеспечение, которое можно использовать для создания трехмерных моделей кадастра.

Ключевые слова: 3D моделирование, 3D кадастр, кадастр земель, оценка недвижимости.

APPLICATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR CREATION 3D MODELS OF THE THREE-DIMENSIONAL CADASTER

V.I. Zatserkovnyy, L.V. Tustanovska, O.E. Senkevich

Taras Shevchenko National University of Kyiv Institute of Geology, 90, Vasylkivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine, vitalii.zatserkovnyi@gmail.com, ljume4@ukr.net, freedom0forever97@gmail.com

The urban environment is characterized by a complex organizational structure and the intersection of the interests of various property owners, which have to be constantly maintained in balance to ensure the sustainable and effective development of the city. Intensification of land use in large cities is a consequence of a shortage of land resources. In this regard, the properties may be located above/below or directly on the earth's surface. In practice, this situation is the cause of uncertainty and ambiguity with the traditional registration of objects on their two-dimensional projection on the land plot, both within cities and megalopolises, and on lands outside settlements. Consequently, there is a need to consider urban land use in three-dimensional space. The transition to a 3D cadaster allows you to comprehensively display land use, taking into account not only the totality of physical parameters, but also a number of others characteristics.

The development of a modern inventory system using 3D modeling is analyzed. The possibility of using geographic

information systems to create three-dimensional objects in inventory management and real estate valuation are considered.

Thanks to the use of a three-dimensional cadaster, it is possible to significantly improve the quality of consideration for such elements of the infrastructure as communication networks and pipelines, as well as multi-level complexes, apartment buildings and other objects. Three-dimensional mapping of area and objects placed on it, significantly expands the possibilities of cadastral registration and mechanisms to ensure property rights, planning, design and taxation. The analysis of software that can be used to create three-dimensional models of the cadaster is conducted.

Keywords: 3D-modeling, 3D-cadastre, land cadaster, real estate valuation.

References

1. Kondratenko D.Yu. Pravovi problemy zaprovadzheniya tryvymirnoyi oblikovoyi systemy zemel' u sferi zemel'nykh vidnosyn. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya Pravo*. 2015. Vol. 218. P. 137—145.
2. Eremin I.E., Dubinin M.V., Mishachenko K.G., P.I. Puzanov. Realistichnaya model' gorodskogo prostranstva. *Uchenye zametki OGU*. 2014. [Elektronnyy resurs] Rezhym dostupa: http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2014/TGU_5_368.pdf
3. Malashevs'kyi M.A., Palamar A.Yu. Aspekty kompleksnoyi klasyfikatsiyi ob'yektiv tryvymirnogo prostoru. *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2016. N 3/2 (20). P. 47—54.
4. Jevsjukov T.O., Krasnoluc'kyj O.V., Polishhuk I.P. Aktualnistij i perspektyvy vprovadzhenja 3D-kadastru v Ukraini. *Zemlevporjadnyj visnyk*. 2016. N 2. P. 28—33.
5. Molodchenko T.H., Tkachenko A.Yu. Formuvannya kadastru nerukhomosti v Ukraini:peredumovy ta perspektyvy. *Teoriya ta praktyka derzhavnoho upravlinnya*. 2010. Vol. 1 (28). [Elektronnyy resurs]. — Rezhym dostupu:www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/tpdu/2010-1/doc/.../12.pdf
6. <http://gis-lab.info/qa/3dcities.html>
7. SRTM Data Search — cgiar srtm [Elektronnyy resurs]. Rezhym dostupu: URL: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>

Received 23/01/2019