

УДК 624:528:004
DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.4/40>

Русіна Н.Г.

Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

Льольчик В.О.

Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

Кийко Н.М.

Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

Кушнірук О.М.

Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

Рудько О.М.

Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

ЩОДО ПИТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 3D КАДАСТРУ НЕРУХОМОСТІ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД

У статті досліджуються сучасні тенденції розвитку інформаційного забезпечення 3D земельного кадастру, особливості розробки стандартів впровадження в дію 3D-кадастру та використання земельно-кадастрових даних для управління «розумними містами» для цілей сталого розвитку за кордоном. Система управління земельними ресурсами, що забезпечує механізм підтримки управління нерухомістю, є однією з найважливіших інфраструктур будь-якої країни. Головним стержнем управління земельними ресурсами є земельний кадастр. Традиційна двовимірна (2D) реєстрація нерухомих об'єктів більше не відповідає вимогам сучасного суспільства і є потреба в 3D-реєстрації реальних об'єктів нерухомості. Ведення 3D-кадастру забезпечують WEB-ресурси. Ведення 3D-кадастру здійснюється за міжнародними стандартами CityGML, що забезпечують єдиний простір для роботи з 3D-об'єктами. Просторові одиниці кваліфікаційно поділені на будівельні підрозділи та комунальні мережі. Моделювання будівельної інформації (ISO 19166 BIM2GIS) має надати концептуальні рамки для картографічного відображення інформації BIM та необхідного механізму картографування. Особливо це стосується програми «розумне місто», яка передбачає постійний моніторинг споживання енергії, шумового забруднення тощо. Збагачення 3D-моделей міст непросторовою інформацією забезпечить якісне містобудівне планування, створення та обслуговування 3D-кадастрів на основі реєстрації 3D-випадків. Концептуальна Рамка для відображення інформації про BIM у ГІС визначається за допомогою таких трьох механізмів: перспективне визначення BIM до ГІС (B2G PD); картографування елементів BIM до ГІС (B2G EM); картографування BIM у ГІС LOD (B2G LM). Моделювання об'єктів нерухомості за допомогою так званих «тіл» дасть змогу проводити повноцінний аналіз та розрахунки на міцність.

Ключові слова: кадастр нерухомості, геоінформаційна система, атрибутивні дані, тривимірна модель, просторовий аналіз.

Постановка проблеми. Система управління земельними ресурсами, що забезпечує механізм підтримки управління нерухомістю, є однією з найважливіших інфраструктур будь-якої країни. Ця інфраструктура необхідна для планування та реалізації політичних рішень, пов'язаних із

земельними питаннями, і загалом для підтримки суспільних відносин щодо володіння, користування і розпорядження землею в державі. Основною частиною сучасної системи управління земельними ресурсами є земельний кадастр, який розвивається протягом багатьох століть – спочатку

для оподаткування, а потім для надання правового захисту власникам земельних наділів. Сучасний земельний кадастр – двигун управління земельними ресурсами, головним завданням якого є підтримка інтегрованої системи управління земельними ресурсами, ефективного ринку землі, прозорості реєстрації прав власності на земельні ділянки, електронного ведення документообігу, відкритості та публічності у сфері земельних відносин.

Підкреслимо, що в багатьох правових системах земля традиційно визначається як природне середовище, яке охоплює поверхню землі та всі прив'язані до неї об'єкти, як над, так і під землею поверхнею (грунт, будівлі, інші природні та побудовані об'єкти тощо). З юридичної точки зору земля, тобто нерухомість, може бути визначена як абстрактна сутність, яка виявляється як сукупність прав на її використання, обов'язків та обмежень. Земельний кадастр включає дані про землю, будівлі та інші нерухомі споруди на, над і під землею поверхнею, тому термін «земельний кадастр» можна прирівняти до терміна «кадастр нерухомості». Нині традиційний кадастр не завжди може повною мірою забезпечити інтереси у сфері нерухомості та вимоги сучасного управління земельними ресурсами. Міжнародні дослідження показали, що традиційна двовимірна (2D) реєстрація нерухомих об'єктів більше не відповідає вимогам сучасного суспільства і є потреба в 3D-реєстрації реальних об'єктів нерухомості [1].

Зокрема, в міських територіях, зокрема в інших районах інтенсивного використання людиною, є тенденція використовувати простір над і під поверхнею землі, над і під об'єктами нерухомості і т. д. Складні тривимірні об'єкти не можуть бути визначені і зареєстровані як кадастрові об'єкти в традиційному 2D земельному кадастрі і представлені в 2D кадастровій карті. Звичайна система управління земельними ділянками, заснована на 2D-кадастрі, не дає змоги вертикально розділити простір об'єкта, змушує інвестора придбати весь об'єкт або отримати інші права, що дають змогу використовувати визначений простір чужої власності, наприклад сервітут права. Впровадження таких інвестицій у містах, що супроводжуються придбанням цілих об'єктів, створює додаткові витрати; здійснення інвестицій лише під землею, яка знаходиться у муніципальній чи державній власності, без купівлі нерухомості інших сторін може призвести до неоптимального розташування об'єктів.

Таким чином, за останнє десятиліття попит на тривимірний (3D) кадастр у всьому світі

значно зріс. Нині замало багатоцільового 3D-кадастрового графічного зображення із просторовим розширенням земельних ділянок. Дані реального світу про фізичні об'єкти (тобто про землю та об'єкти, які пов'язані із нею) мають бути включені до концептуального та модельного кадастру нерухомості. 3D-представлення моделей фізичних об'єктів, таких як будівлі, транспортна та комунальна інфраструктура, водотоки тощо, роблять кадастр нерухомості легким для розуміння для користувачів та створюють основу для розробки багатоцільового кадастру. Саме створення такого багатоцільового 3D-кадастру нерухомості в Україні є актуальним і важливим. Туму вивчення досвіду європейських країн із цього питання робить значний внесок у створення національного 3D-кадастру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Розвиток інформаційного забезпечення земельного кадастру у країнах Європи та Північної Америки відбувається значно швидше, ніж у країнах пострадянського простору. Прикладом цього є система земельного кадастру Франції, яка ведеться на електронній кадастровій карті країни, де можна онлайн отримати просторову інформацію про земельні ділянки, але для отримання даних про власника необхідно робити офіційний запит. Кадастрова система Іспанії складається з реєстру прав і кадастрової карти та поділяється на міську і сільську, а інформація відображає сучасний стан земель і показує зміни. США не має єдиної кадастрової системи земельних ділянок, у кожному штаті діє своя система [2].

Однією з найважливіших умов ефективного управління нерухомістю в зарубіжних країнах є введення 3D-кадастру. Сучасний кадастр є плоским, тобто двовимірним (2D). Чинний двовимірний кадастр не дає змоги чітко побачити лінії електропередач, телевежі, комунікаційні труби і висотні об'єкти, тобто практично неможливо здійснити облік таких об'єктів нерухомості, як дорожні розв'язки, мости і тунелі, багаторівневі комплекси нестандартної форми, з нависаючим другим, третім поверхом, що потрапляють на чужу територію [3]. Ведення 3D-кадастру забезпечують WEB, можливості яких розширені від WEB-публікації до повноцінної WEB-середини ГІС, що забезпечує динамічну взаємодію різних даних про об'єкт. Наприклад, в Oracle Spatial 11G передбачена підтримка растрових зображень аерофотознімків і супутникових знімків, тривимірних триангуляційних мереж для цифрових моделей рельєфу, тривимірних хмар точок для даних лідар-

ної зйомки, а також простих і складових об'ємних геометричних тіл, які можна використовувати для подання таких об'єктів інфраструктури, як будівлі. Незважаючи на постійний розвиток баз даних, вони не підтримують всі типи геометрії, необхідної в області архітектури, проектування та будівництва [4].

3D-кадастр є складником багатоцільового кадастру (multipurpose cadastre), який розглядається як основа географічної локалізації та визначення технічної, правової, фіскальної та економічної інформації, пов'язаної із землею. Багатоцільовий кадастр можна розглядати як суспільну, оперативну й адміністративно інтегровану систему даних про землю, яка містить у постійному та доступному вигляді інформацію про землю на рівні «нерухомої одиниці» [5].

Формування багатоцільового кадастру здійснюється на основі визначення відповідних напрямів, що враховують кожну зі складових частин державного земельного кадастру [6]. У багатоцільовому кадастрі можна зазначити такі фундаментальні концепції для реєстрації 3D-ситуацій [7]:

- 3D-ознаки в наявній системі кадастрової реєстрації (рішення передбачає збереження 2D-кадастру із зовнішніми посиланнями на цифрову презентацію 3D-ситуацій);

- гібридне рішення (обов'язкова реєстрація двовимірних ділянок та додаткова реєстрація 3D юридичного простору у випадках одиниць 3D-власності; обов'язкова реєстрація двовимірних ділянок та додаткова реєстрація фізичних 3D-об'єктів у випадках одиниць 3D-власності);

- повна 3D кадастрова реєстрація (комбінована 2D/3D-альтернатива; повноцінний 3D-кадастр).

Саме тому постає питання нагальної необхідності запровадження 3D кадастру, який би відображав земельну ділянку у трьох просторових аспектах, враховуючи всі об'єкти під та над поверхнею певної ділянки, і права власності кожної частини таких ділянок та об'єктів, як це поширено в інших країнах, що сприятиме запобіганню неоднозначності у визначенні прав власності. Найбільш розвинені країни світу вже мають досвід часткового переходу до 3D-кадастрів, тому було б доцільним розглянути особливості обліково-реєстраційної системи земельних ресурсів зарубіжних країн із метою виявлення позитивних тенденцій та наслідків, до яких треба прагнути й Україні [8].

Постановка завдання. Метою статті є дослідження сучасних тенденцій розвитку інформаційного забезпечення 3D земельного кадастру,

особливостей розробки стандартів впровадження в дію 3D-кадастру та використання земельно-кадастрових даних для управління «розумними» містами для цілей сталого розвитку за кордоном.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нова програма розвитку міст ООН Хабітат-III являє зміну парадигм, засновану на наукових досягненнях урбаністики, стандартах і нових принципах планування, будівництва, розвитку міст, управління ними та поліпшення стану міських районів. Програма зробила наголос на сталому міському розвитку як на найважливішому етапі для досягнення стійкого розвитку на основі комплексного і скоординованого підходу на глобальному, регіональному, національному, регіональному і місцевому рівнях, з участю всіх відповідних суб'єктів [9]. При цьому земельний кадастр відіграє важливу роль для розвитку та росту більшості країн, оскільки він включає в себе питання землекористувань. Він, як відомо, є основою для більшості питань розвитку та індикатор для створення благоустрою. Деякі країни уже створили багатоцільовий кадастр для різних юрисдикцій. Однак менш ніж 50 країн світу не мають повноцінної земельної інформаційної системи, також жодна країна не має повної тривимірної кадастрової інформаційної системи, що включає всі аспекти (3D-законодавство, 3D-геодезичні методи, реєстрація 3D-прав, обмежень та відповідальності, управління і т. д.) [7].

Rajabifard і Ho [9] стверджують, що парадигма, заснована на 2D-базах даних для запису та подання інформації про землю та майно, має обмежене значення, і що є чіткий попит на більш ефективні підходи до управління інформацією та аналізу для прийняття рішень із місцем розташування (3D-земля та майно). Це важливо для досягнення результатів сталого планування та постійного управління розумними містами. Як представили Kitsakis та інші [10], 3D-нерухомість, як квартири багатоповерхових будівель, зареєстрована в більшості країн, але її майже неможливо відобразити на 2D цифрових (кадастрових) картах. Зміна 2D-парадигми на реєстрацію 3D-просторових одиниць дасть змогу зареєструвати та відобразити зазначені тривимірні об'єкти нерухомості (багатоквартирні будинки, офісні центри або підземні гаражі, метро). Зв'язок 3D кадастрової інформації з безліччю інформаційних потоків, що стосуються міського середовища, зберігає актуальність та роль кадастрової інформації як основної для всього суспільства [11]. У двовимірній цифровій кадастровій карті не можливо відобразити

просторові межі всіх просторових одиниць. Оскільки міста стають структурно складними з ростом підземної інфраструктури, 3D-кадастр забезпечує розумну відповідь.

У 2016 році в Нідерландах було запроваджено 3D правові норми об'єктів нерухомості, які бути зареєстровані в земельному кадастрі. Вихідні дані – BIM (Building Information model) [7]. Для цих цілей кадастру використовують стандарт ISO 19152. Перша редакція міжнародного стандарту ISO 19152: 2012 Географічна інформація – Модель домену земельної адміністрації (ISO / TC 211, 2012) була опублікована у 2012 році. Вона визначає референтну концептуальну модель, що охоплює основні інформаційні компоненти реєстрації земель. Чотири основні класи стандарту ISO 19152 (ISO / TC 211, 2012) [7]:

- клас LA_Party. Випадками цього класу є сторони;
- клас LA_RRR. Випадки підкласів LA_RRR – це права, обмеження або обов'язки;
- клас LA_BAUnit. Випадки цього класу є основними адміністративними одиницями;
- клас LA_SpatialUnit. Випадками цього класу є просторові одиниці.

Однією з переваг цієї моделі є беззаперечна ідентифікація будь-якої земельної функції, шляхом впровадження спеціального ідентифікатора об'єкта (Oid), який складається з двох частин: Локальний ідентифікатор та простору імен [7]. Основні адміністративні одиниці підлягають реєстрації (за законом), так і пов'язані унікальні та однорідні права (обмеження/обтяження). Просторові одиниці кваліфікаційно поділені на будівельні підрозділи або комунальні мережі. ISO 19152 також надає стереотипні класи для наборів даних із зовнішніх джерел. З цієї точки зору, перша версія ISO 19152, опублікована в 2012 році, підтримує ідею повторного використання наявних 3D зовнішніх даних (наприклад, BIM) для цілей 3D-кадастру [12].

Друга версія ISO 19152, яка нині в процесі розвитку, йде на крок далі (в плані описаної моделі) і має надавати користувачам приклади технічних кодувань LADM (наприклад, використання BIM/IFC). Особливо це стосується програми «розумне місто», яка передбачає постійний моніторинг споживання енергії, шумового забруднення та багато іншого, що викликано швидкою урбанізацією у всьому світі. Збагачення 3D-моделей міст непросторовою інформацією забезпечить якісне містобудівне планування, створення та обслуговування 3D-кадастрів на основі реєстрації 3D-випадків (3D

просторові одиниці). Таке збагачення вимагає реалізації масштабною системи, здатної зберігати, маніпулювати, аналізувати, керувати та відображати різні типи просторових та непросторових даних та їх взаємозв'язки [12]. Нова версія ISO 19152 буде значно розширена на нові пакети та додатки. Нещодавно ISO 19152 почала враховувати також інформацію про просторове планування. Наприклад, просторове планування регулює загальну висоту будівлі на ділянці. Пакет підтримує геометрію об'єкта, який представляє ієрархію просторового планування та геометричні характеристики, полегшує інформацію в зоні просторового планування та описує громади та їх роль у просторовому плануванні. Важливість тривимірного просторового планування підкреслюють дослідники [13; 14] для цілей управління «розумними» містами.

Моделювання будівельної інформації (ISO 19166 BIM2GIS) має надати концептуальні рамки для картографічного відображення інформації BIM та необхідного механізму картографування. Концептуальна Рамка для відображення інформації про BIM в ГІС визначається за допомогою трьох механізмів [12]: 1) перспективне визначення BIM до GIS (B2G PD): підтримує перспективне представлення інформації залежно від конкретної вимоги наприклад, управління міським об'єктом; 2) картографування елементів BIM до GIS (B2G EM): підтримує відображення елементів від моделі BIM до моделі GIS. Як BIM та GIS схеми моделі різні, B2G EM вимагає правила відображення із зазначенням способу перетворення з моделі BIM в елемент моделі GIS; 3) картографування BIM у GIS LOD (B2G LM): підтримує визначення LOD та генерацію від моделі BIM до моделі GIS. LOD, як визначено в моделі ГІС, складається з LOD, що представляють інформацію про геометрію об'єкта в ГІС. Визначені моделі LOD є механізмом візуалізації та класів, які являють собою граничне зображення, засноване на концепції поверхні. Щоб представити BIM-об'єкт у ГІС, інформацію про LOD необхідно витягти з моделі BIM з урахуванням кожної концепції LOD GIS модель. Це може бути визначено набором правил відображення LOD.

Тісно пов'язаною роботою з ISO 19166 (B2GM) є технічний звіт ISO / NP TR 23262 GIS (GEOSPATIAL) / BIM INTEROPERABILITY. Цей документ має на меті визначити вимоги до стандартів, щоб дозволити двостороннє відображення між двома платформами, що дасть змогу відобразити будь-яку модель BIM / IFC на схемах додатків ГІС та навпаки.

Технічний звіт ISO / TR 23262 буде вивчати [12]: 1) розробка відображає два напрями – правила семантичного посередництва інформаційного потоку між ГІС (Загальна модель функцій, визначена в ISO 19101: 2014 Географічна інформація – Довідкова модель та ISO 19109: 2015 Географічна інформація – Правила схеми застосування) та метамоделью IFC; 2) картографування між геометричною/топологічною моделлю GIS (ISO 19107: 2003 Географічна інформація – Просторова схема) та ISO 10303-42: 2014. Системи промислової автоматизації та інтеграція – Представлення та обмін даними про продукцію – Частина 42: Інтегрований загальний ресурс: Геометричне та топологічне подання. Він вивчить геометричне та топологічне подання, включаючи відмінності у типах сегментів та інтерполяціях кривих та поверхонь; 3) перетворення координат між ГІС та BIM. ГІС має масштабний коефіцієнт у своїх прогнозах, який може давати відхилення, коли мова йде про дані з високою точністю, а BIM використовує 3D декартові координати, які можуть давати відхилення, коли йдеться про спеціальні дані, оскільки він розглядає світ як рівну поверхню; 4) зв'язок між типами функцій у ГІС та логічним зв'язком елементів у IFC та подальша семантична сумісність; 5) картографування термінів між ГІС та BIM; 6) Рекомендації Робочої групи з інтегрованого цифрового побудови навколишнього середовища (RGP IDBE). Бачення цієї спільної робочої групи буде пояснено спільними концептуальними відмінностями між геопросторовими та BIM методологіями та низкою ланцюжків цінностей для інтегрованих цифрових даних та технологій побудованого середовища.

Зв'язок програмного забезпечення дозволить, з одного боку, створення реалістичних тривимірних твердотільних об'єктів нерухомості, а з іншого – зберігання атрибутивної інформації, закріпленої за цими об'єктами і розв'язання різноманітних завдань, пов'язаних із просторовим аналізом і отриманням довідкової документації. Будь-яка GIS, у тому числі і ArcGis, у змозі впоратися з цим завданням, тому що дає змогу створювати схему бази даних, в якій ця інформація буде і зберігатися, і оброблятися за допомогою запитів. Наприклад, покупець житла зможе викупити не тільки площу, але і вид із вікна квартири, у 3D-реєстр можна внести той об'єм повітря, який відділяють вікна квартири від прилеглого будинку. Тривимірна модель дасть змогу проводити оцінку житла, ґрунтуючись на ринковій ціні, оскільки нині об'єкти, що знаходяться поруч, можуть відрізнятись в ціні мало чи не в тисячу разів. У 3D-реєстрі будуть відобра-

жені об'ємні моделі нерухомості, що допоможе побачити об'єкти на різних рівнях. Можна буде побачити дорожні розв'язки, тунелі, мости, трубопроводи, лінії метрополітену, інженерно-технічні споруди і комунікації, а також незавершене будівництво і зелені насадження [4]. Природно, що ця технологія підвищить якість обліку таких об'єктів, розширить можливості кадастрового обліку, вплине на процеси проектування і планування, дасть змогу приймати ефективніше управлінські рішення, планувати інвестиції, прискорити процес укладання угод. Тривимірна модель дасть змогу за лічені години провести висотну оптимізацію, вирішити питання прокладання додаткових ліній підземних комунікацій, можливість проведення земляних робіт і таким чином уможливить всебічну оцінку інвестиційного проекту. Нові методи, що відображають багатошарову модель об'єкта, допоможуть визначити реальну ринкову вартість незавершеного будівництва або виробництва, оцінити будівельну ситуацію, ступінь завершеності будівництва, визначити варіанти найбільш ефективного використання земельної ділянки, на якій розташований довгобуд. У разі точкової забудови буде не важко вписати майбутній об'єкт у навколишню інфраструктуру, визначити межі нерухомості, що належать іншим особам.

Висновки. Міжнародний стандарт ISO 19152, який нині переглядають і планують значно розширити, дає концептуальну базу для побудови 3D-кадастру на основі реєстрації 3D-просторових одиниць. Для широкого використання даних BIM у проектах ГІС, що стосуються розумних міст, необхідні механізми трансформації. Стандарт ISO 19166 має забезпечити професіоналам базові рамки для таких перетворень. Крім того, сфера застосування технічного звіту про сумісність GIS ISO / NP TR 23262 (геопросторовий) / BIM – це дослідження бар'єрів та пропозицій щодо поліпшення сумісності між геопросторовими стандартами, розробленими ISO / TC 211, та стандартами BIM, розробленими ISO / TC 59 SC 13. До виявлених проблем, які варто вирішити, зараховано особливості загальної термінології та відсутність експертів, які мають глибокі знання обох сфер. Однак сумісність між BIM та GIS може створити сильні ефекти синергії на операційному та стратегічному рівнях. Адже тривимірна фотореалістична візуалізація міської інфраструктури за допомогою твердих тіл, виконаних у програмному продукті AutoCAD, і створення 3D-кадастру на базі геоінформаційної системи ArcGis здатні змінити технологію і практику управління містом, міського планування навколишнього середовища, розробки та ведення проектів [4].

Список літератури:

1. Drobež P., Fras M. K., Ferlan M., Lisec A. Transition from 2D to 3D real property cadastre: The case of the Slovenian cadastre. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2017. № 6. P. 125–135.
2. Анопрієнко Т.В., Пілічева М.О., Маслій Л.О., Куліш Ю.Р. Сучасні тенденції інформаційного забезпечення земельного кадастру в Україні та світі. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2020. Том 31 (70) Ч. 2. № 1. С. 146–152.
3. Поморцева О.Є. Тривимірний кадастр нерухомості: проблеми та рішення. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. Том 30 (69) Ч. 2. № 2. С. 206–210.
4. Поморцева О.Є. Тривимірний кадастр нерухомості: проблеми використання даних. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2019. Том 30 (69) Ч. 2. № 3. С. 212–216.
5. Шипулін В.Д. Система земельного адміністрування: основи сучасної теорії [Текст] : навч. посібник / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015.
6. Тихенко О.В. Особливості формування багатоцільового кадастру в Україні. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2018. № 2. С. 50–57.
7. Нестеренко С.Г., Головачов В.В., Радзінська Ю.Б., Фролов В.О. Об'єкт нерухомості як тривимірна складова багатоцільового кадастру. *Комунальне господарство міст*. 2019. Том 3. Випуск 149. С. 119–125.
8. Кондратенко Д.Ю. Правові проблеми запровадження тривимірної облікової системи земель у сфері земельних відносин. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. Вип. 218. С. 137–145.
9. New Urban Agenda. URL: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>.
10. Rajabifard A, Ho S (2015) Towards smart future cities: 3D cadastres as a fundamental enabler. Coordinates. URL: <https://mycoordinates.org/towards-smart-future-cities-3d-cadastres-as-a-fundamental-enabler>.
11. Kitsakis D, Paasch J, Paulsson J, Navratil G, Vucic N, Karabin M, El-Mekawy M, Koeva M, Janecka K, Erba D, Alberdi R, Kalantari M, Yang Z, Pouliot J, Roy F, Montero M, Alvarado A, Karki S (2018) Legal foundations. In: van Oosterom P (Ed.), Best Practices 3D Cadastres, pp. 1–66.
12. Janečka K. Standardization supporting future smart cities – a case of BIM/GIS and 3D cadastre. *GeoScope*. 2019. 13(2). P. 106–113
13. Atazadeh B, Kalantari M, Rajabifard A, Ho S, Ngo T (2017) Building information modelling for high-rise land administration. *Transactions in GIS* 21 (1): 91–113.
14. Bydłoz J, Bieda A, Parzych P (2018) The Implementation of Spatial Planning Objects in a 3D Cadastral Model. *International Journal of Geo-Information*. 7(4), 153.

Rusina N.H., Liulchyk V.O., Kyiko N.M., Kushniruk O.M., Rudko O.M.

ON THE ISSUE OF SOFTWARE 3D REAL ESTATE CADASTRE: FOREIGN EXPERIENCE

The article examines current trends in the development of information support 3D land cadastre, features of the development of standards for the implementation of 3D cadastre and the use of land cadastral data for the management of “smart cities” for sustainable development abroad. The land management system, which provides a mechanism to support real estate management, is one of the most important infrastructures of any country. The main core of land management is the land cadastre. Traditional two-dimensional (2D) real estate registration no longer meets the requirements of modern society and there is a need for 3D registration of real estate. Maintenance of 3D-cadastre is provided by WEB-resources. The 3D cadastre is maintained according to CityGML international standards, which provide a single space for working with 3D objects. Spatial units are qualitatively divided into construction units or utilities. Construction information modeling (ISO 19166 BIM2GIS) should provide a conceptual framework for the mapping of BIM information and the necessary mapping mechanism. This is especially true of the “smart city” program, which provides for constant monitoring of energy consumption, noise pollution and much more. Enrichment of 3D-models of cities with non-spatial information will provide high-quality urban planning, creation and maintenance of 3D-cadastres on the basis of registration of 3D-cases. The conceptual Framework for displaying BIM information in GIS is defined by the following three mechanisms: long-term definition of BIM to GIS (B2G PD); mapping of BIM elements to GIS (B2G EM); mapping BIM to GIS LOD (B2G LM).

Key words: real estate cadastre, geographic information system, attribute data, three-dimensional model, spatial analysis.