

УДК 528.48:658.012.011.56

д.т.н., професор Лященко А.А.

l\_an@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6724-8092,

д-р геог. наук, професор Нудельман В.І., tetiana.krishtop@ukr.net,

Київський національний університет будівництва і архітектури

## МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ

*Проведено класифікацію наборів геопросторових даних, які створюються в складі документації просторового планування. Розглянуто принципи та методологія стандартизації геоінформаційних моделей для систем просторового планування та містобудівного кадастру на основі використання міжнародних базових стандартів серії ISO 19100 Географічна інформація / Геоматика.*

*Ключові слова: системи просторового планування, містобудівна документація, містобудівний кадастр, геопросторові дані, геоінформаційна система, геоінформаційні моделі.*

**Вступ.** Загальновідомо, що стандартизація компонентів будь-якої технології широкого використання належить до важливих чинників підвищення ефективності її впровадження, експлуатації та розвитку. Стандартизація геоінформаційних моделей наборів профільних геопросторових даних (НПГД), що у відповідності до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» повинні постачатися у складі сучасної містобудівної документації (МБД), розглядається як ключове завдання в досягненні інтеперабельності при реалізації компонентів наскрізних геоінформаційних технологій, що охоплюють геоінформаційні системи просторового планування в проектних організаціях та їх інформаційну взаємодію із системами містобудівного кадастру (МБК). Стандартизація стосується усіх рівнів моделювання геопросторових даних (концептуальний, логічний, технологічний), які відповідають етапам життєвого циклу створення і використання ГІС в системах просторового планування та МБК. В пропонованій статті узагальнено принципи та методологія стандартизації геоінформаційних моделей для систем просторового планування і технології їх реалізація на сучасних ГІС-платформах.

**Аналіз останніх публікацій та постановка задачі.** В останні роки спостерігається значний поступ у розвитку нормативів щодо впровадження

геоінформаційних технологій в практику просторового планування та формування містобудівного кадастру нового покоління [1 – 3].

У 2012 р за завданням Мінрегіону України ДП Український державний науково-дослідний інститут проектування міст «Діпромiсто» імені Ю.Н. Білоконя спільно з Компанією ЕСОММ, Науково-дослідним інститутом геодезії і картографії, КП «Інститут генерального плану м. Києва» із залученням науковців КНУБА та провідних фахівців інших організацій була виконана науково-дослідна робота зі *створення інформаційної моделі містобудівного кадастру в середовищі містобудівної ГІС*. Відпрацювання окремих положень містобудівного кадастру на прикладі Києва дозволило підготувати наукові пропозиції щодо створення та ведення МБК на регіональному та місцевому рівнях в інших регіонах України. Основні результати цієї науково-дослідної роботи були представлені на тематичних семінарах і нарадах фахівців в сфері містобудування та опубліковані в наукових збірниках, зокрема в [5 – 10].

Для створення прототипу інформаційної моделі МБК на прикладі м. Києва було розроблено каталог класів об'єктів профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації, який відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 19110 Географічна інформація: Методологія каталогізації об'єктів. Запропоновано систему кодування класів об'єктів та їх атрибутів, а також відповідна система умовних позначень об'єктів у містобудівній документації, розроблено методичні рекомендації щодо підготовки службами містобудівного кадастру вимог до інформаційних систем МБК, проекти типових положень про ведення у складі МБК інформаційних ресурсів єдиної цифрової топографічної основи (ЄЦТО), реєстру адрес, реєстру вулиць та інших поійменованих об'єктів тощо. За результатами роботи наказом Мінрегіону затверджено перелік класів об'єктів МБК та система їх кодування [3].

Разом з цим, можна констатувати, що ще до сьогодні спостерігаються переважно графічний підхід до використання ГІС в системах просторового планування, зорієнтований на підготовку в ГІС картографічних зображень просторових схем, а не їх геоінформаційних моделей. Відсутні офіційно затверджені технічні специфікації, в яких визначено формалізовані геоінформаційні моделі для просторових планів, формати метаданих тощо.

Відсутність уніфікованих ГІС-моделей НППД породжує типову ситуацію у постачанні наборів профільних даних та роботі служб МБК (рис. 1). Кожне підприємство виробляє набори геопросторових даних в структурі, складі та форматах на свій розсуд і розуміння технології ГІС-моделювання. Службам містобудівного кадастру за таких умов потребуються значні додаткові витрати

на переформатування і доопрацювання наборів даних, отриманих від різних постачальників для їх завантаження та використання в ГІС МБК.

За відсутності технічних специфікацій на моделі НППД, не менші витрати спостерігаються і в проектних підприємствах. Адже в кожному підприємстві розробляються та реалізуються свої варіанти ГІС-моделей для схем планування території областей, районів, генеральних і детальних планів населених пунктів та іншої містобудівної і проектної документації.



Рис. 1. Типова ситуація в роботі служби містобудівного кадастру в умовах відсутності уніфікованих ГІС-моделей наборів даних

Об'єктивно, що в умовах України постала нагальна прикладна задача стандартизації ГІС-моделей для систем просторового планування та містобудівного кадастру, вирішення якої потребує професійних знань сучасних геоінформаційних технологій, врахування досвіду розвинених країн та співпраці фахівців у сферах містобудування і геоінформатики.

**Виклад основного матеріалу.** Передусім, розглянемо предмет стандартизації, ґрунтуючись на типізації геопросторових даних (рис. 2), що створюються та постачаються у складі містобудівної документації.

Традиційно при розробленні МБД створюються графічні схеми різного тематичного змісту, перелік та склад яких регламентується державними будівельними нормами. Для їх укладання в проектних організаціях застосовуються засоби САПР та ГІС, а уніфікація їх подання забезпечується

використанням поширених форматів для цифрових растрових зображень, загальновідомого pdf-формату для подання векторних моделей графічних зображень або набору шарів векторних моделей цифрових карт у форматах DWG, SHP чи інших файлових форматах інструментальних ГІС. Вочевидь, що растрові схеми або pdf-зображення можуть використовуватися лише для ілюстрації просторових рішень в картографічному виді без можливості формування до них будь-яких просторових або аналітичних запитів. Векторні моделі цифрових карт, крім візуалізації просторових схем, можуть бути використані як джерело даних для формування бази геопросторових даних інформаційних ресурсів МБК, але з великими затратами часу на створення ГІС-моделей просторових планів особливо для графічних схем у форматах DWG-файлів, для яких розпізнавання класів геопросторових об'єктів можлива лише на основі атрибутів візуалізації графічних примітивів (типів ліній, видив заповнення багатокутників, їх кольору тощо). Значних затрат потребує також виявлення в графічних і текстових розділах фактографічних даних та їх введення як атрибутів просторових об'єктів.

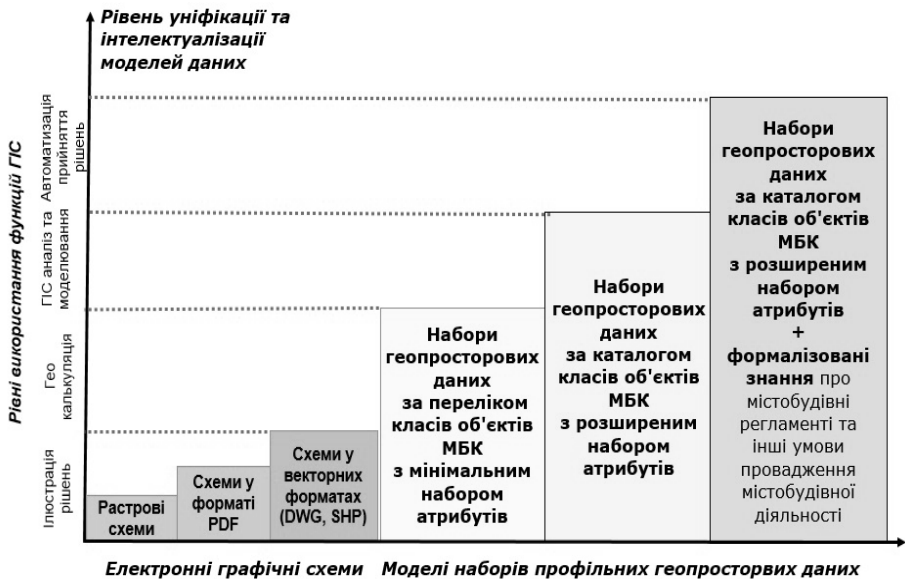


Рис. 2. Типізація геопросторових даних в складі містобудівної документації за рівнем уніфікації та інтелектуалізації структури і змісту

На відміну від моделей електронних та цифрових карт, набори профільних геопросторових даних це структурована сукупність ГІС-моделей

об'єктів, що містяться у складі просторових схем і планів містобудівної та проектної документації. НППД в ГІС створюється як база даних класів геопросторових об'єктів (рис. 3), яка є джерелом для формування цифрових картографічних моделей тематичних схем та формування електронних карт.

Зауважимо, що об'єкти одного й того ж класу можуть відображатися на різних схемах як цільові (основні) або як фонові в контексті змісту тієї чи іншої тематичної схеми. Використання інформаційних ресурсів ЄЦТО при формуванні профільних геопросторових даних створює базис для досягнення координатної і топологічної узгодженості просторових моделей об'єктів НППД поміж собою та з моделями об'єктів топографічної основи.

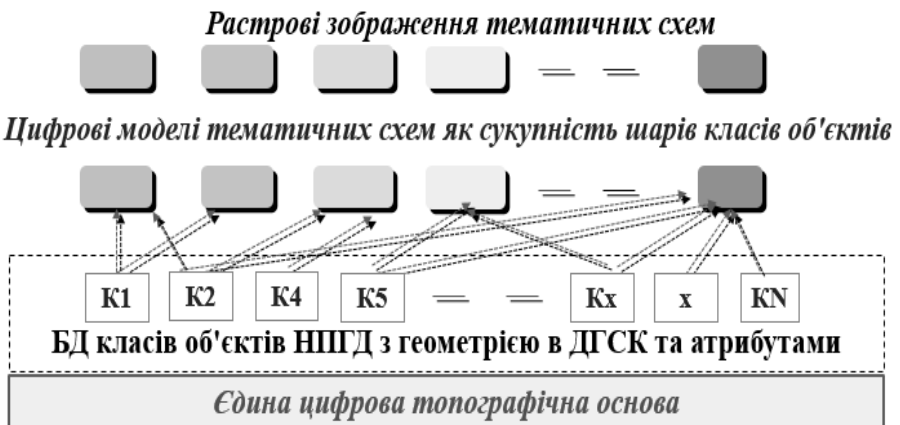


Рис. 3. Схема взаємозв'язків між набором профільних геопросторових даних (НППД) та графічними схемами містобудівної документації

За складом та повнотою даних можна розрізнити такі типи НППД (рис.2):

1) набори з моделями об'єктів, що відповідають затвердженому переліку [3] з мінімальним піднабором ідентифікаційних атрибутів (код класу, найменування об'єкта) та атрибутами, що характеризують існуючий стан об'єктів, наприклад, за вимогами змісту опорних планів містобудівної документації;

2) набори з моделями об'єктів за каталогом об'єктів МБК [6, 11], що містять набір атрибутів, розширений техніко-економічними показниками для нових об'єктів містобудування і об'єктів будівництва та для об'єктів, що підлягають розвитку (реконструкції);

3) набори даних з розширеними атрибутами, які доповнені формалізованими знаннями про містобудівні регламенти та про інші умовами й обмеження провадження містобудівної діяльності.

Останній різновид НППД належить до набору геопросторових даних з об'єктно-орієнтованими моделями, в яких просторові та атрибутивні властивості об'єктів доповнюються процедурними знаннями у вигляді програмних функцій, що моделюють поведінку об'єктів та дозволяють автоматизувати отримання відповіді на питання типу: «Як зміниться ситуація якщо...?», «Які умови і обмеження існують для забудови певної ділянки території?» тощо. Реалізація цього рівня моделей НППД можлива на основі використання сучасних технологій об'єктно-реляційних систем керування базами даних, що мають розвинені розширення для зберігання і аналізу геопросторових даних [10].

Основу стандартизації ГІС-моделей наборів геопросторових даних складає каталог класів об'єктів. Розроблення каталогу за структурою і вимогами міжнародного стандарту ISO 19110 дозволяє найповніше подати на концептуальному рівні єдину систему класифікації та кодування об'єктів певної предметної сфери, оскільки в ньому визначаються:

класи об'єктів з їх назвами, описом семантики на природній мові та унікальними в межах каталогу літерно-цифровими кодами класів;

атрибути об'єктів з їх назвами, описом семантики на природній мові, унікальними в межах каталогу літерно-цифровими кодами атрибутів та доменами значень атрибутів, в тому числі класифікаторами для атрибутів, доменом яких є список можливих значень;

асоціації (зв'язки) поміж класами об'єктів – кожна асоціація між двома класами об'єктів описується літерно-цифровим кодом, назвою та ролями класів в асоціації.

Варто наголосити, що класи об'єктів в каталозі виділяються за основним функціональним призначенням об'єктів певної групи (наприклад, житлові будинки, будівлі громадського призначення, виробничі будівлі тощо), а додаткова ідентифікація об'єкта здійснюється приєднання до опису об'єкта відповідних атрибутів, наприклад, стану об'єкта: існуючий, проєктований, підлягає реконструкції тощо.

В роботі [11] викладено методика, структуру та принципи побудови каталогу класів об'єктів для бази топографічних даних з урахуванням вимог міжнародного стандарту ISO 19110, а в [6] розглянуто застосування цієї методики для створення каталогу класів об'єктів наборів геопросторових даних містобудівної документації, який було розроблено в складі згаданої вище науково-дослідної роботи зі створення інформаційної моделі містобудівного кадастру в середовищі містобудівної ГІС.

В каталозі класів об'єктів на концептуальному рівні моделювання описується семантика і логічна структуру даних, незалежно від середовища

реалізації системи, що відповідає концепції модельно-керованої архітектури (МКА) реалізації сучасних інформаційних систем (рис. 4) [12].

Концепція МКА виходить з того, що тривалість життя технічної реалізації системи коротше, ніж термін придатності інформації, з якою опрацюється в ній. Це зумовлює необхідність подання інформації способом, який створює умови для використання нових методів і засобів реалізації без зміни раніше упорядкованої та збереженої інформації. Методологічну основу реалізацію модельно-керованого підходу в сфері геоінформатики забезпечує серія міжнародних стандартів ISO 19100 [13], оскільки згідно цих стандартів географічна інформація на концептуальному рівні повинна описуватися в прикладній схемі з використанням нотацій уніфікованої мови моделювання UML на множині класів об'єктів, визначених в каталозі.

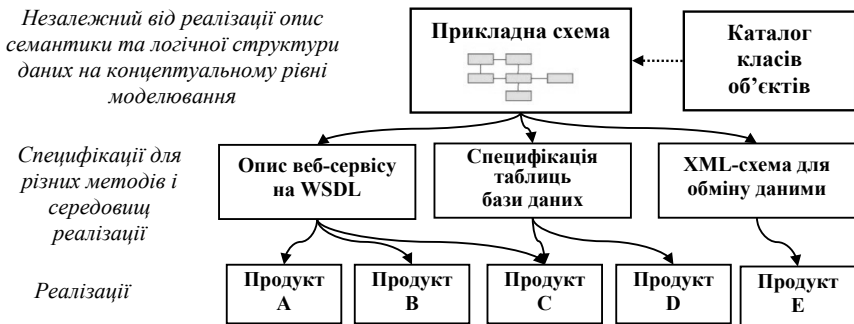


Рис. 4. Схема модельно-керованого підходу до реалізації сучасних інформаційних систем

Способи реалізації різних компонентів інформаційних систем (наприклад: формати обміну даними на основі мови XML, веб-сервіси для опрацювання даних, реляційна або об'єктно-реляційна база даних для накопичення, зберігання та опрацювання даних) в різних середовищах реалізації можуть бути отримані на основі прикладної схеми за допомогою сучасних засобів автоматизації розробки відповідних компонентів інформаційних систем. Зміни вимог до структури і складу даних застосовуються до каталогу класів об'єктів та прикладної схеми і ніколи безпосередньо до реалізації.

Модельно-керований підхід склав методологічну основу реалізації масштабного проекту зі створення інфраструктури географічної інформації Європейського Союзу INSPIRE. Для понад 200 класів геопросторових об'єктів за 32 темами, що визначені в Директиві ЄС INSPIRE, на основі серія стандартів ISO 19100 розроблено докладні специфікації даних з описом прикладних схем

та каталогів класів об'єктів, вимогами до метаданих, якості та картографічного відображення геопросторових об'єктів [14]. На основі єдиних специфікацій даних у всіх країнах ЄС реалізуються з використанням різних технологічних платформ інтероперабельні компоненти інфраструктури, зокрема: бази геопросторових даних, валідатори якості даних, формати обміну даними, каталоги метаданих, геоінформаційні сервіси та геопортали.

Специфікації геопросторових даних INSPIRE охоплюють теми, які в тому числі стосуються об'єктів просторового планування, зокрема: кадастрові зони, земельні ділянки власності, використання земель, території що охороняються, зони обмежень, зони регулювання забудови (зонінг), будівлі, об'єкти інженерної і транспортної інфраструктури, мінеральні ресурси, промисловість, населені пункти, географічні назви, вулично-дорожня мережа, адреси тощо. Завданню інтегрування геопросторових даних, що створюються в системах просторового планування, з інформаційними ресурсами INSPIRE присвячено проект країн ЄС *Plan4all* (читається як «*Plan for all*», тобто «План для усіх») [15]. Метою цього проекту є досягнення інтероперабельності даних систем просторового планування на основі впровадження методології та специфікацій INSPIRE в проектну практику просторового планування в країнах ЄС.

Зважаючи на те що, специфікації INSPIRE практично апробовані в багатьох країнах ЄС і використовуються в різних сферах як стандарти для виробництва і постачання геопросторових даних та уже мають технологічну підтримку в програмних засобах провідних постачальників ГІС, стандартизацію геоінформаційних моделей для систем просторового планування і містобудівного кадастру в Україні доцільно здійснювати на основі їх гармонізації із специфікаціями даних INSPIRE та серії стандартів ISO 19100.

За програмою розробки національних стандартів України на 2018 рік Технічним комітетом 103 «Географічна інформація/геоматика», функції секретаріату якого виконує Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, розроблено національний стандарт ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних, який є національним профілем базових стандартів серії стандартів ISO 19100 [7], що охоплюють вимоги і правила розроблення прикладних схем, каталогів класів об'єктів, їх просторових і часових схем, правил кодування тощо. Таким чином, закладено нормативну основу для стандартизації прикладних моделей геопросторових даних за вимогами міжнародних стандартів.

**Висновки.** На відміну від моделей електронних та цифрових карт, набори профільних геопросторових даних це структурована сукупність ГІС-моделей об'єктів просторового планування з повним набором атрибутів і техніко-



економічних показників, що характеризують існуючий стан об'єктів і території та проектні показники нових об'єктів і перспективного розвитку території.

Відповідальним за технічну політику в сфері містобудування важливо усвідомити, що для виконання вимог Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» (2011 р.) щодо постачання в складі містобудівної документації профільних наборів геопросторових даних **в єдиній системі класифікації та кодування об'єктів будівництва**, потрібно передусім розробити нормативний документ щодо власне цієї **«єдиної системи»**.

**Розроблення «єдиної системи класифікації та кодування об'єктів будівництва** в наборах профільних геопросторових даних містобудівної документації як стандартизованої геоінформаційної моделі за методологією серії міжнародних стандартів ISO 19100 «Географічна інформація/геоматика» створить умови для ефективного впровадження в проектну практику сучасних ГІС технологій з модельно-керованою архітектурою, що забезпечить:

суттєве зменшення витрат підприємств містобудівної сфери на впровадження ГІС за рахунок використання типових технологічних рішень (баз геопросторових даних, геоінформаційних сервісів, бібліотек прикладних функцій тощо) в ГІС просторового планування;

мінімізацію витрат на конвертацію, верифікацію, оцінювання якості та реєстрацію документації та профільних геопросторових даних в системах містобудівного кадастру;

інтегрування геопросторових даних систем просторового планування в інфраструктуру просторових даних та їх використання в інформаційних систем територіального управління.

Розроблення єдиній системі класифікації та кодування об'єктів будівництва як стандартизованої геоінформаційної моделі для систем просторового планування є досить складною прикладною науковою задачею, вирішення якої потребує ґрунтовних професійних знань як містобудівного проектування, так і сучасних геоінформаційних технологій, а також врахування досвіду країн ЄС щодо реалізації проекту INSPIRE і співпраці фахівців у сферах містобудування і геоінформатики, щоб системно та якісно вирішити «що і як потрібно зробити».

### **Перелік використаних джерел**

1. Постанова Кабінету Міністрів від 25.05.2011 р. № 559 "Про містобудівний кадастр".
2. ДБН Б.1.1-16:2013 Склад та зміст містобудівного кадастру. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 57 с.

3. Наказ Мінрегіону України від 14.08.2015 №193 « Про затвердження Переліку класів об'єктів містобудівного кадастру». – Зареєстровано в Мінюсті України 23.10.2015 за № 1293/27738. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1293-15>.

4. ДСТУ ISO 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 37 с.

5. Айликова А.В. Методологические вопросы применения ГИС-технологий в системах градостроительного кадастра / А.В. Айликова, Ю.А. Карпинский, А.А. Лященко, Ю.Н. Палеха, В.В. Янчук // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія "Географія": Том 26(65). – 2013. – №1. – С. 3 – 11.

6. Айлікова Г.В. Структура та принципи побудови каталогу класів об'єктів профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації / Г.В. Айлікова, В.В. Янчук, Д.В. Горковчук, Ю.В. Кравченко, О.І. Сингаївська // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – Вип. 47. – С.27-36.

7. Карпінський Ю.О. Склад і принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Ясуюкі Окада // Інженерна геодезія. – 2016. – Вип. 63. – С. 110 – 121.

8. Лященко А.А. Системні вимоги до сучасного містобудівного кадастру та містобудівної документації / А.А. Лященко // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – Вип. 47. – С. 397 – 405.

9. Лященко А.А. Принципи цифрового подання та організації зберігання містобудівної документації в геоінформаційній системі містобудівного кадастру/ А.А. Лященко, Д.В. Горковчук, Ю.С. Максимова, М.М. Шматько // Вісник геодезії та картографії. – 2015. – №4 (97). – с. 31 – 37.

10. Лященко А.А. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних / А. А. Лященко, А. Г. Черін // Вісник геодезії та картографії. – 2011. № 5 (74) С.45 – 50.

11. Лященко А.А. Онтологічний підхід до створення каталогу бази топографічних даних / А.А. Лященко, Р.М. Рунець // Інженерна геодезія. – 2008. – Вип. 54. – С. 116 – 123.

12. OMG (2003). Object Management Group, Model Driven Architecture Guide Version 1.0.1. – Режим доступу: <http://www.omg.org/mda/>.

13. ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics. Standards Guide, 2009. – Режим доступу: [http://www.isotc211.org/Outreach/ISO\\_TC\\_211\\_Standards\\_Guide.pdf](http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide.pdf).

14. D 2.3: Definition of Annex Themes and Scope. – Режим доступу: <https://inspire.ec.europa.eu/definition-annex-themes-and-scope-d-23-version-30>.

15. Plan4all Project Interoperability for Spatial Planning/ Mauro Salvemini, Franco Vico, Corrado Iannucci (Editors) – Plan4all Consortium, 2011.- 210 pp.

д. т. н., профессор Лященко А. А.,  
д-р геогр. наук, профессор Нудельман В.И.,  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

Проведена классификация наборов геопространственных данных, которые создаются в составе документации пространственного планирования. Рассмотрены принципы и методология стандартизации геоинформационных моделей для систем пространственного планирования и градостроительного кадастра на основе использования международных базовых стандартов серии ISO 19100: Географическая информация/геоматика.

Ключевые слова: системы пространственного планирования, градостроительная документация, градостроительный кадастр, пространственные данные, геоинформационная система, геоинформационные модели.

Doctor of sciences, Prof. Lyashchenko A.A.,  
doctor of sciences, professor V.I. Nudelman,  
Kyiv National University of Construction and Architecture

### **METHODOLOGICAL BASES OF STANDARDIZATION OF GEOINFORMATION MODELS FOR SPATIAL PLANNING SYSTEMS**

The classification of geospatial data sets that are created as part of spatial planning documentation has been carried out. The principles and methodology of standardization of geographic information models for spatial planning and urban cadastral systems based on the use of international basic standards of the ISO 19100: Geographical information/Geomatics are considered.

Keywords: spatial planning systems, spatial planning documentation, urban cadastre, spatial data, geoinformation system, geoinformation models.