

І.Б. Азарова

Одеський регіональний інститут державного управління Національної академії державного управління при Президентові України, Україна

МЕТОДИ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЙ В УКРАЇНІ

Нові задачі вітчизняного містобудування вимагають як вдосконалення методологічної бази, так і розробки спеціалізованого програмного забезпечення у галузі. Дослідження присвячене формулюванню основ побудови інформаційних моделей територіальних систем України. Для міських, територіальних та регіональних інформаційних моделей визначено основні складові та їх головні характеристики з урахуванням особливостей вітчизняного законодавства, відмінності та напрями застосування.

Ключові слова: міська інформаційна модель, територіальна інформаційна модель, регіональна інформаційна модель.

Постановка проблеми

У той час, як кожен з нас давно користується численними сучасними інформаційними гаджетами та додатками, фахівці галузі відмічають, що система планування і забудови територій нашої країни лишилась майже незмінною ще з ХХ сторіччя.

Однак, вітчизняне містобудування останнім часом стикається з цілою низкою нових задач та ускладнень. Серед них необхідність зведення та відстеження значних обсягів інформації щодо територіального планування, які надходять з різних джерел та у різних форматах. Так, кадастрова інформація щодо землекористування повинна узгоджуватись із містобудівними обмеженнями використання територій, які, у свою чергу, повинні зіставлятись з інформацією про наміри забудови окремих земельних ділянок забудовниками, і так далі. Крім того, відповідно до вимог останніх вітчизняних законів [1; 2], до подібної інформації повинен бути забезпечений вільний публічний доступ.

Зростаюча популярність концепції сталого розвитку у нашій країні також вимагає застосування нового, більш комплексного підходу у таких областях, як територіальне планування. Як свідчать попередні дослідження автора [3], імплементація засад сталого розвитку в сфері планування територій України потребує як вдосконалення методологічної бази територіального та стратегічного планування, так розробки і застосування відповідного програмного забезпечення для побудови моделей розвитку територій з метою оцінки сталості їхнього розвитку.

Практичним вирішенням цих та деяких інших актуальних питань у містобудуванні стало застосування технологій інформаційного

моделювання міст (від англ. – City Information Model, далі - CIM), що стали логічним продовженням вже добре відомих в Україні BIM (від англ. – Building Information Modelling, далі - BIM) технологій у будівництві.

Появу самої ідеї CIM-технологій зазвичай пов'язують з комп'ютерною грою SimCity, що була випущена американською компанією з розробки комп'ютерних ігор Maxis ще у 1989 році, та стала одним з найбільш популярних продуктів цієї компанії. Ця гра дозволяла пересічному гравцю створювати на свій смак власне найкраще місто з відповідною інфраструктурою, зонами розвитку та відпочинку, перетворюючи це місто на квітучий мегаполіс.

CIM-технології, перша згадка про які з'явилась на початку 2000-х, скористались тим самим принципом. Вони стали вдалим поєднанням геоінформаційних систем (далі - ГІС) з системами автоматизованого проектування (далі - САД), що дали змогу професіоналам створювати інформаційні моделі не лише окремих будівельних об'єктів, як у BIM-моделях, а й моделювати більш складні територіальні системи населених пунктів. Зараз вони дозволяють на базі складної програмної платформи у тривимірному форматі планувати та координувати в режимі реального часу роботу містобудівників та інженерних служб, міської влади та транспорту, а також реалізувати такі містобудівні концепції, як «Розумне місто» (від англ. – Smart City), спрямовані на покращення життя та розвитку міста.

Не зважаючи на те, що поняття CIM-технологій (від англ. Common Information Model) існує також у галузі інформаційних технологій та енергетики, де їм було присвячено багато праць, проте, в цих галузях вони означають спосіб побудови загальної інформаційної моделі, яка, згідно до ІЕС 61970, є

моделлю основних об'єктів енергетичного підприємства, що входять в інформаційну модель системи керування виробництвом та розподілом електроенергії. Інформаційні моделі міст, хоча і мають схожу аббревіатуру, є іншими за принципами побудови та за призначенням.

Останнім часом деякі закордонні фахівці [4] вже активно обговорюють наступний етап еволюції у містобудуванні - появу територіальних (від англ. Territory Information Model, далі – TIM) та регіональних (від англ. Regional Information Model, далі - RIM), інформаційних моделей, що стануть основою дослідження ще більших за своїм охопленням територіальних систем міських агломерацій та кластерів.

Нажаль, ці сучасні технології, на відміну від BIM чи ГІС, в нашій країні поки що є маловідомими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням розробки та застосування інформаційних моделей у містобудуванні присвячені дослідження таких науковців, як А. Гамільтон [5], Х. Гіл [6], Б. Дейв [7], Т. Колбе [8], Н. Кошак [9], Н. Монтенегро [10], П. Пандіт [11], А. Йенг [12] та ін.

Серед вітчизняних дослідників технологіям геоінформаційного моделювання були присвячені праці А.Г. Батракової [13], А.А. Эвдокімова [14], В.М. Самойленка та Н.П. Корогоди [15], та деяких інших вчених. Дослідження використання СІМ-технологій для побудови інформаційних моделей територіальних систем в нашій країні поки що не проводилось.

Хоча за кордоном за допомогою СІМ-технологій вже давно було створено інформаційні моделі таких міст, як Відень [16], Берлін [17], Хельсінкі [18], Санкт-Петербург [19], та багатьох інших, що пропонують у відкритому доступі різноманітні сервіси - від пропозицій найбільш вигідного розміщення бізнесу для інвесторів до розрахунку інсоляції та мікроклімату будівлі для проєктувальників, - запропоновані за кордоном інформаційні моделі міст та принципи їх розробки не враховують специфіки українського містобудівного та земельного законодавства, особливостей територіального устрою та розвитку нашої країни.

Тому **метою цієї статті** було обрано формулювання базових засад побудови інформаційних моделей населених пунктів, територіальних та регіональних систем України та визначення напрямків подальшого застосування цих моделей.

Виклад основного матеріалу

Отже, спробуємо формалізувати базові принципи побудови відповідних інформаційних

моделей на засадах вітчизняного містобудівного, земельного, екологічного та іншого законодавства у галузі, а також кращих закордонних практик.

Перш за все, визначимо основні складові територіальних систем, що повинні знайти своє відображення у відповідних інформаційних моделях. На базі аналізу закордонного досвіду використання міських інформаційних систем, були визначені наступні складові підсистеми для усіх видів територіальних систем:

1) природна підсистема – сукупність об'єктів та явищ у навколишньому оточенні, що мають природне походження, включаючи й ті, що були змінені діяльністю людини. А саме - водойми та зелені насадження, рельєф та висотні відмітки точок, їх просторові координати, водні об'єкти та їх межі, інші нетехногенні складові ландшафту, кліматологічні, ґрунтові, сейсмічні та екологічні характеристики, та ін.;

2) техногенна підсистема, що формується сукупністю об'єктів, які були створені людиною, включаючи існуючі та проєктовані будівлі і споруди, інженерні та транспортні мережі, тунелі, мости, гідротехнічні споруди та ін.;

3) умовні зони та їх межі, включаючи межі земельних ділянок та їх цільове призначення, адміністративні межі територіальних одиниць та районів, межі зон за планом зонування територій населених пунктів, межі заповідників та історичних ареалів, та ін.

Далі, за результатами аналізу вітчизняного містобудівного, будівельного та земельного законодавства, законодавчих актів у сфері екології та охорони культурної спадщини, а також деяких наукових публікацій щодо розробки інформаційних моделей територій [6; 20], були визначені наступні атрибути та характеристики виявлених підсистем (див. табл. 1).

Як бачимо з таблиці 1, побудовані за визначеними характеристиками інформаційні територіальні моделі за своєю суттю є геоінформаційними або геовіртуальними (GeoVEs) [20] системами, що формуються на базі декількох форм представлення інформації – поєднання просторових 2d- та 3d-даних, наданих з відповідними різноманітними текстовими атрибутами.

На ступінь деталізації та форму подання тієї чи іншої інформації в інформаційній територіальній моделі впливатиме вид моделі, що будується.

Вид моделі (СІМ, ТІМ, або RІМ), в свою чергу, обирається в залежності від поставленої задачі та цілей моделювання. Тому розглянемо призначення кожного з виду інформаційних моделей територій більш детально.

Таблиця 1

Характеристики територіальних підсистем в інформаційних моделях територій (розроблена автором)

Назва інформаційної складової опису підсистеми	Представлені характеристики складових в моделях:		
	City information Model, CIM	Territory Information Model, TIM	Regional Information Model, RIM
1	2	3	4
1. Природна підсистема			
Висотні відмітки рельєфу та горизонталі			
Рельєф	Характеристики інженерно-геологічних умов, небезпечних фізико-геологічних, техногенних процесів та категорії складності геотехнічного будівництва за вимогами ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування».		
Об'єкти ландшафту	Водойми, гірські масиви, зелені насадження, інші природні об'єкти ландшафту	Водойми, гірські масиви, зелені зони, підземні води, корисні копалини та ресурси, інші природні об'єкти ландшафту	
Екологічні умови	Фактори впливу оточуючого середовища, включаючи забруднення, що виділяють будівельні матеріали, ґрунт, люди, тварини, рослини, забруднення, що надходять з водоймищ, систем водопостачання та з повітря ззовні, іонізуючі випромінювання, шум та ін. за ДБН В.1.2-8-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища»	-	-
Кліматичні умови	Кліматичні умови, включаючи архітектурно-будівельний кліматичний підрайон, кліматологічні параметри та ін. за ДСТУ-Н Б.В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»		
2. Техногенна підсистема			
Будівлі, споруди та їх комплекси (існуючі і проєктовані)	Функціональне призначення за ДК 018-2000 «Державний класифікатор будівель та споруд»	-	-
	Приналежність до об'єктів культурної спадщини за наказом Міністерства культури України від 15.09.2010 Р. № 706	-	-
	Техніко-економічні показники, що приймаються за нормативним документом на відповідний вид будинку чи споруди (наприклад, для житлових будинків – ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення» і т. д.)	-	-
	Показники енергоефективності за ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»	-	-
	Середня ринкова вартість 1 м.кв. будівлі/споруди за постановою КМУ «Про затвердження Методики оцінки майна» від 10.12.2003 № 1891 або за даними ріелторських компаній	-	-
Інженерні споруди, включаючи дороги, мережі, трубопроводи, мости та ін.	Функціональне призначення за ДК 018-2000 «Державний класифікатор будівель та споруд»	-	-
	Характеристики мереж за нормативним документом на відповідний вид (наприклад, для теплових мереж – за ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі», та ін.)	-	-

Продовження табл. 1

1	2	3	4
3. Умовні зони та їх межі			
Об'єкти держ. земельного кадастру	Відомості про об'єкти державного земельного кадастру відповідно до територіальних рівнів за вимогами ст. 12-17 ЗУ «Про державний земельний кадастр» від 07.07.2011 №3613-VI		
Характеристики територій за рівнями планування	Відомості про території за ДБН Б.1.1-15:2012 «Склад та зміст генерального плану населеного пункту»	Відомості про території за ДБН Б.1.1-21:2017 «Склад та зміст схеми планування території, на якій реалізуються повноваження сільських, селищних, міських рад»	Відомості про території згідно до ЗУ «Про Генеральну схему планування території України» від 07.02.2002 №3059-III Відомості про території за вимогами схем планування окремих частин території України згідно до ЗУ «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011 № 3038-VI
Зонування відповідно до плану зонування території населеного пункту (за наявності)	Межі зон з відповідними містобудівними регламентами за ДСТУ-Н Б Б.1.1-12:2011. Склад та зміст плану зонування території (Зонінг)	-	-
Відомості щодо охорони пам'яток культурної спадщини	Межі та режими використання зон охорони пам'яток культурної спадщини за ЗУ «Про охорону культурної спадщини» від 08.06.2000 № 1805-III	Приналежність до списку історичних населених місць України, приналежність та межі Історико-культурних заповідників та історико-культурних заповідних територій	
Відомості про території курортів	Статус курорту (державного або місцевого значення) та підстави набуття статусу, медичний профіль, межі округів санітарної (гірничо-санітарної) охорони та зони з обмеженнями відповідно до ЗУ «Про курорти» від 05.10.2000 № 2026-III		
Відомості про території об'єктів природно-заповідного фонду	Статус (загальнодержавного або місцевого значення) та вид природних територій та об'єктів (природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища); та штучно створених об'єктів (ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, пам'ятки природи, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва), встановленні режими та обмеження використання природних ресурсів відповідно до ЗУ «Про природно-заповідний фонд України» від 16.06.1992 № 2456-XII		

У загальному вигляді за своєю початковою ідеєю СІМ покликані вирішувати такі задачі, як інтеграція гетерогенних джерел адміністративної геоінформації під егідою віртуальної 3D-моделі населеного пункту з метою:

— зведення та зберігання єдиної офіційної кадастрової бази даних міста, отриманих у різних форматах та з різних джерел;

— надання єдиного простору віртуальної взаємодії для різних цільових користувачів та прикладних областей;

— розробки та випробування нових дистрибутивних технологій та бізнес-моделей з розвитку міста [20];

— створення системи підтримки прийняття рішень у містобудуванні та проектуванні в місті [6].

Практичний досвід використання вже розроблених СІМ в Європі та світі довів, що сфера застосування цих моделей може бути значно розширена. Наприклад, на базі інформаційних моделей міст можуть розроблятися ІТ-рішення в галузі телекомунікацій, як це було зроблено у системі

планування мережі PegaPlan-3D T-Mobile Germany, що візуалізує та керує конфігурацією серверів радіомережі та антенних систем [20]. СІМ зайняли своє місце в системах управління катастрофами, внутрішньою безпекою, міським транспортом та екологічною оцінкою. На їх базі виявилось дуже зручно оцінювати та формувати системи громадського та побутового обслуговування, адміністративного управління. СІМ також знайшли своє застосування у сфері нерухомості для відображення даних по об'єктам нерухомості та їх статусу, в розважальній та освітній сфері для організації віртуальних екскурсійних та освітніх турів, і так далі. За допомогою СІМ можна визначити найбільш продуктивний схил даху для розміщення сонячних колекторів, та навіть отримати прогнозні дані щодо мікроклімату дворового простору проектованого будинку.

З урахуванням особливостей вітчизняного містобудування, СІМ в нашій країні можуть виступити зручною основою для здійснення містобудівного моніторингу та стати зрозумілою широкому загалу платформою організації публічного доступу до іншої містобудівної та архітектурно-планувальної інформації, такої як генеральні плани міст та Зонінги, дані державного земельного кадастру, реєстрів пам'яток культурної спадщини та природоохоронних об'єктів, системи розгляду дозвільних документів ДАБІ та багато інших. Побудовані на відповідних засадах СІМ дозволяють не лише спростити та скоординувати роботу багатьох державних служб у сфері землеустрою, охорони природи та культурної спадщини, архітектури та містобудування, а й допоможуть широкому загалу громадськості отримувати більше консолідованої інформації про існуючі і проектовані споруди міста, його системи та функції. Це сприятиме залученню у місцеве самоуправління більш широких кіл зацікавлених сторін та дозволить громадськості стати повноцінними учасниками містобудівної діяльності та розвитку своїх громад.

Методи оптимізації відображення об'єктів в моделі в залежності від необхідного користувачу рівня деталізації вже розроблені закордонними вченими [20] та полягають у одночасному застосуванні декількох рівнів деталізації елементів моделей, що завантажуються послідовно, збільшуючи деталізацію по мірі збільшення масштабу моделі. Це дозволяє уникнути перевантаження ресурсів для відображення моделі та оптимізувати швидкість роботи із нею. Проте, для застосування СІМ в сфері туризму або освіти потребується максимальна деталізація елементів моделі.

Для окремих елементів інформаційної моделі міст можуть бути передбачені кілька форматів їх

створення та зберігання. Наприклад, для відображення просторових даних та рельєфу можуть бути використані як звичайні векторні або растрові карти, так і мова розмітки географії (англ. Geography Markup Language, GML). Отримання геоданих та 3D даних по об'єктам міста може бути виконане двома різними методиками. Першою є фотограмметричний аналіз на базі фотографій з високою роздільною здатністю та справжніх ортофотознімків, зроблених стереоскопічною камерою. Другим методом є аналіз даних та побудова 3D моделі об'єкта на основі лазерного сканування [20].

Такі об'єкти міського середовища, як будівлі та інші архітектурні моделі, можуть також розроблятися у форматах ArchiCAD або Autodesk Revit. 3D Max може бути використаний для 3D-моделювання об'єктів загального призначення, транспортних засобів, інших інженерних та транспортних споруд і міських меблів, як це було реалізовано, зокрема, в інформаційній моделі міста Берлін [20]. Альтернативним форматом представлення цих об'єктів може бути також формалізований стандартом ISO формат X3D, що є «нащадком» формату VRML (від англ. Virtual Reality Modelling Language), який пропонує повноцінну роботу з тривимірними об'єктами з певними атрибутами в режимі «реального часу». Вибір між «професійними» архітектурними форматами створення об'єктів та форматом X3D робиться розробниками СІМ-моделі виходячи з того, що для них є більш пріоритетними - зручне управління модифікацією об'єктів та висока сумісність з САД системами, що пропонується професійними інструментами 3D-моделювання, або спрощення систем авторизації, відображення у веб, та презентацій, що надає формат X3D та його XML-синтаксис.

Всі ці елементи та їх атрибути можуть бути зібрані в єдину інформаційну модель, наприклад, за допомогою CityGML - першої відкритої моделі даних на базі XML-формату зберігання та обміну віртуальними 3D моделями міста і ландшафтів.

Принципи побудови ТІМ та RІМ є аналогічними викладеним вище основам побудови СІМ. Відмінності між цими моделями полягають у різному їхньому призначенні та використанні. ТІМ та RІМ є менш детальними та переважно двовимірними моделями, що призначені для роботи на рівні області, територіальної громади, кластеру чи регіону. Третій вимір у цих моделях, з огляду на їх масштаб, може використовуватись для відображення рельєфу та глибинних комунікацій. Деталювання моделей до рівню окремих будівельних споруд чи об'єктів у такому масштабі втрачає свій сенс, тому робота ведеться переважно із зонами та їх атрибутами.

Напрямом використання ТІМ та RІМ є також зведення та зберігання різноформатної просторової інформації на відповідних територіальних рівнях, організація простору для взаємодії зацікавлених сторін щодо моніторингу та розвитку цих територій. Особливої важливості ТІМ та RІМ моделі набувають тоді, коли поставлені задачі територіального розвитку виходять за межі окремого населеного пункту. Наприклад, оцінити варіанти розвитку курортного регіону можливо лише за допомогою RІМ або ТІМ через переважно значні територіальні охоплення курортних зон. Саме ці інформаційні моделі також дозволяють працювати з так званими «осями розвитку», що виникають між полюсами розвитку, представленими переважно містами або кластерами. На базі ТІМ та RІМ моделей можливо також здійснювати формування стратегій регіонального розвитку та розвитку територіальних громад, або, навіть, загальнодержавної стратегії територіального розвитку.

Висновки

Запропоновані у цьому дослідженні методологічні засади формування інформаційних моделей територій дозволяють визначити основні підсистеми моделей територіальних систем та встановити їх головні характеристики з урахуванням характерних особливостей вітчизняного земельного, будівельного, містобудівного та ін. законодавства щодо розвитку територій, застосованого в процесі створення та використання означених моделей в Україні.

Через можливість представлення та обробки в розглянутих інформаційних територіальних моделях таких атрибутів, як економічні, соціальні та екологічні характеристики об'єктів в контексті розвитку територій, ці моделі можуть стати повноцінною основою для оцінки сталості розвитку відповідних територіальних систем в економічній, соціальній та екологічній сферах. Це є вкрай важливим для нашої країни, де необхідність забезпечення сталого розвитку територій отримала свого законодавчого закріплення.

Тому напрямком подальших досліджень може бути обрано як побудова моделі одного з вітчизняних міст на базі розробленого методу з урахуванням вимог вітчизняного законодавства, так і формування методу визначення сталості розвитку населених пунктів на базі збудованої інформаційної територіальної моделі.

Література

1. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» № 3038-VI від 17.02.2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>

2. Постанова КМУ «Про містобудівний кадастр» №559 від 25.05.2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/559-2011-%D0%BF>
3. Азарова, І.Б. Методологічні засади забезпечення сталого розвитку територій [Текст] / І.Б. Азарова // Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура. – 2019. - №147. – С.13-17.
4. Акимина, І. Технології інформаційного моделювання: От BIM к CIM? / [Электронный ресурс] / Институт генплана Москвы. — Режим доступа : https://genplanmos.ru/publication/2018_04_12_tehnologii_informacionnogo_modelirovaniya_ot_bim_k_cim/?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=12_04_18TI_M_BIM_CIM
5. Hamilton, A, Wang, H, Tanyer, A.M., Arayici, Y, Zhang, X. and Song, Y. (2005). Urban information model for city planning, *Journal of Information Technology in Construction*, 10 (Special Issue From 3D to nD modelling), 55-67.
6. Gil, J., Almeida, J. and Duarte, J. (2011). The backbone of a City Information Model (CIM): Implementing a spatial data model for urban design. *Proceeding materials of 29th eCAADe Conference “Respecting Fragile Places”, Ljubljana, Slovenia*, 141-147. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/258242254_The_backbone_of_a_City_Information_Model_CIM_Implementing_a_spatial_data_model_for_urban_design
7. Dave, B., Schmitt, G. (1994). Information systems for urban analysis and design development, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 21 (1), 83 – 96.
8. Kolbe, T.H. (2009). Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML in J. Lee and S. Zlatanova (eds), *3D Geo-Information Sciences*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 15-31.
9. Koshak, N. and Flemming, U. (2002). Object-Oriented Data Modeling and Warehousing to Support Urban Design, in *Proceedings of DDSS 2002, Ellecom, The Netherlands*, 18.
10. Montenegro, N., Duarte, J.P. (2009). Computational Ontology of Urban Design: Towards a City Information Model, *Computation: The New Realm of Architectural Design*, Istanbul Technical University, Turkey, 253-260.
11. Pandit, P. (2009). Using PostGIS/PostgreSQL for Managing CAD and GIS Data, Autodesk.
12. Yeung, A., Hall, G.B. (2007). *Spatial Database Systems: Design, Implementation and Project Management*, Springer-Verlag, Berlin.
13. Батракова, А.Г., Геоінформаційне забезпечення системи управління станом покриття [Текст] / А.Г. Батракова, С.М. Урдзік, Є.В. Дорошко // Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура. – 2019. - №147. – С.27-34.
14. Євдокімов, А.А. Геоінформаційне забезпечення створення та аналізу цифрової моделі гідроакумуляуючої електростанції [Текст] / А.А. Євдокімов, Д.С. Касьянов, О.Ю. Ієвлева // Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура. – 2019. - №147. – С.18-22.
15. Самойленко, В.М. Геоінформаційне моделювання екомережі. [Текст] / В.М. Самойленко, Н.П. Корогода – К.: Ніка-Центр, 2006. – 224 с.

16. Geodata of urban surveying in the OGD portal. Stadtvermessung Wien. Retrieved from: https://translate.googleusercontent.com/translate_c?act=url&eplh=1&hl=ru&ie=UTF8&prev=_t&rurl=translate.google.com&sl=de&sp=nmt4&tl=en&u=https://www.wien.gv.at/stadteentwicklung/stadtvermessung/geodaten/viewer/geodatendownload.html&xid=17259,1500003,15700021,15700186,15700190,15700253,15700256,15700259&usg=ALkJrhjRiLhJuUZnk bLZslbMtNTRbft2Ug

17. Berlin 3D goes Open Data. Virtualcity Systems. Retrieved from: <https://www.virtualcitysystems.de/en/news/390-berlin-3d-goes-open-data>

18. Helsinki's 3D city models. City of Helsinki. Retrieved from: <https://www.hel.fi/helsinki/en/administration/information/general/3d/3d>

19. О трехмерной модели городского пространства Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. - Институт территориального развития. — Режим доступа : <http://www.atr-sz.ru/rus/itr/article/id/3Dmodel2/print/>

20. Döllner, J., Kolbe, T., Liecke, F., Sgouros, T. & Teichmann, K. (2006). The virtual 3D city model of Berlin - Managing, integrating, and communicating complex urban information. *Proceedings of the 25th Urban Data Management Symposium UDMS*. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/228352293_The_virtual_3D_city_model_of_Berlin_-_Managing_integrating_and_communicating_complex_urban_information/download

References

- Verkhovna rada Ukrainy. (2011). On the regulation of urban development activities (Publication No. 3038-VI dated 17.02.2011). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>
- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2011). About the town-planning cadastre (Publication No. 559 dated 25.05.2011). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/559-2011-%D0%BF>
- Azarova, I.B. (2019). Methodological bases for ensuring sustainable development of territories. *Communal economy of cities. Series: Engineering and Architecture*, 147, 13-17.
- Akimina, I. (2018). Information modeling technologies: From BIM to CIM? Retrieved from: https://genplanmos.ru/publication/2018_04_12_tehnologii_informacionnogo_modelirovaniya_ot_bim_k_cim/?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=12_04_18TIM_BIM_CIM
- Hamilton, A, Wang, H, Tanyer, A.M., Arayici, Y, Zhang, X. and Song, Y. (2005). Urban information model for city planning, *Journal of Information Technology in Construction*, 10 (Special Issue From 3D to nD modelling), 55-67.
- Gil, J., Almeida, J. and Duarte, J. (2011). The backbone of a City Information Model (CIM): Implementing a spatial data model for urban design. *Proceeding materials of 29th eCAADe Conference "Respecting Fragile Places", Ljubljana, Slovenia*, 141-147. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/258242254_The_backbone_of_a_City_Information_Model_CIM_Implementing_a_spatial_data_model_for_urban_design
- Dave, B., Schmitt, G. (1994). Information systems for urban analysis and design development, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 21 (1), 83 – 96.
- Kolbe, T.H. (2009). Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML in J. Lee and S. Zlatanova (eds), *3D Geo-Information Sciences*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 15-31.
- Koshak, N. and Flemming, U. (2002). Object-Oriented Data Modeling and Warehousing to Support Urban Design, in Proceedings of DDSS 2002, *Ellecom, The Netherlands*, 18.
- Montenegro, N., Duarte, J.P. (2009). Computational Ontology of Urban Design: Towards a City Information Model, Istanbul Technical University, Turkey, 253-260.
- Pandit, P. (2009). Using PostGIS/PostgreSQL for Managing CAD and GIS Data, Autodesk.
- Yeung, A., Hall, G.B. (2007). Spatial Database Systems: Design, Implementation and Project Management, Springer-Verlag, Berlin.
- Batrakova, A.G., Uddzik, S.M., Dorozhko, Ye.V. (2019). Geoinformation providing of the system of control of the state of coverage. *Municipal economy of cities. Series: Engineering and Architecture*, 147, 27-34.
- Evdokimov, A.A., Kasyanov, D.S., Ievleva, O.Yu. (2019). Geoinformation support for the creation and analysis of the digital model of the hydroaccumulating power plant. *Municipal economy of cities. Series: Engineering and Architecture*, 147., 18-22.
- Samoylenko, V.M., Korogoda, N.P. (2006). Geoinformation simulation of the ecological network. - K. : Nika-Center, 224.
- Geodata of urban surveying in the OGD portal. Stadtvermessung Wien. Retrieved from: https://translate.googleusercontent.com/translate_c?act=url&eplh=1&hl=ru&ie=UTF8&prev=_t&rurl=translate.google.com&sl=de&sp=nmt4&tl=en&u=https://www.wien.gv.at/stadteentwicklung/stadtvermessung/geodaten/viewer/geodatendownload.html&xid=17259,1500003,15700021,15700186,15700190,15700253,15700256,15700259&usg=ALkJrhjRiLhJuUZnk bLZslbMtNTRbft2Ug
- Berlin 3D goes Open Data. Virtualcity Systems. Retrieved from: <https://www.virtualcitysystems.de/en/news/390-berlin-3d-goes-open-data>
- Helsinki's 3D city models. City of Helsinki. Retrieved from: <https://www.hel.fi/helsinki/en/administration/information/general/3d/3d>
- On the three-dimensional model of the urban space of St. Petersburg. Institute for Spatial Development. Retrieved from: <http://www.atr-sz.ru/rus/itr/article/id/3Dmodel2/print/>
- Döllner, J., Kolbe, T., Liecke, F., Sgouros, T. & Teichmann, K. (2006). The virtual 3D city model of Berlin - Managing, integrating, and communicating complex urban information. *Proceedings of the 25th Urban Data Management Symposium UDMS*. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/228352293_The_virtual_3D_city_model_of_Berlin_-_Managing_integrating_and_communicating_complex_urban_information/download

Рецензент: д-р техн. наук, проф., академік Академії зв'язку України, А.І. Рибак, Одеський Національний морський університет, Україна

Автор: АЗАРОВА Ірина Борисівна
кандидат технічних наук, доцент кафедри
Одеський регіональний інститут державного управління
Національної академії державного управління при Президенті України
E-mail – azarovairene@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9332-5124>

METHODS OF SPATIAL INFORMATION MODELING IN UKRAINE

I. Azarova

Odessa Regional Institute of Public Administration of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine, Ukraine

Some new actual tasks related to the domestic spatial development system require both the improvement of the territorial and strategic planning methodological basis, the development and application of appropriate software for the creation of spatial development models in order to assess development sustainability. While information models of cities such as Berlin or Helsinki offer the most profitable business location definition for investors, insolation calculations and the microclimate estimation of a building for designers, in our country the technologies of city information modeling remain almost unknown.

The research is devoted to the basic principles formulation for the creation of information models of settlements, territorial and regional systems of Ukraine, and to determine the further application directions of these models.

The article defines the main subsystems of the territorial systems models. After that their main characteristics was established taking into account the domestic land, construction, urban development, etc. legislation in the spatial development area. The differences and application directions of city, regional and regional information models are determined. Such territorial information models can be applied as a basement:

- for official cadastral database collection and storage; for providing a uniform virtual interaction space for different target users and application areas;*
- for development and testing of new distributive technologies and business models of urban development;*
- as decision support system in urban planning and design, and others.*

Presenting such attributes as economic, social and environmental characteristics of urban objects in the considered information territorial model allows us to use the model as a valuable basis for assessing the development sustainability of the respective territorial systems.

As the further research direction can be chosen both the information model creation of one of domestic cities based on the proposed method, taking into account the requirements of domestic legislation, and formulation of the spatial development sustainability assessment method based on the proposed information territorial model.

Keywords: *City Information Model, Territorial Informational model, Regional Information Model.*