

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ГАВРИЛЕНКО ДМИТРО ЮРІЙОВИЧ

УДК 528.4+332.64

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ І
ПРОСТОРОВО-ТОПОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄКТІВ
ЗЕМЕЛЬНИХ КАДАСТРОВИХ СИСТЕМ**

05.24.04 – Кадастр та моніторинг земель

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Донецькому національному технічному університеті Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Могильний Сергій Георгійович,
Донецький національний технічний університет,
завідувач кафедри геоінформатики і геодезії

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Лященко Анатолій Антонович,
Київський національний університет
будівництва і архітектури,
професор кафедри геоінформатики та
фотограмметрії

кандидат технічних наук, доцент,
Лагоднюк Олег Анатолійович,
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне,
доцент кафедри землеустрою, геодезії і
геоінформатики

Захист відбудеться «___» _____ 2011 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.09 у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, ауд. _____.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розісланий «___» _____ 2011 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук, доцент

О.П. Ісаєв

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТИ

Актуальність теми. Однією з складових частин сучасних економічних перетворень в Україні є земельна реформа, яка передбачає приватизацію земель, розвиток ринку землі, впровадження земельно-іпотечного кредитування. Ефективне вирішення цих задач можливо тільки при використуванні сучасних інформаційних і геоінформаційних систем.

Значний вклад в методологію земельного кадастру в нашій країні і в зокрема в розвиток питань автоматизації кадастру внесли такі вітчизняні вчені як М.О.Володін, Д.І.Гнаткович, Ю.О.Карпінський, М.Г.Лихогруд, О.Т.Лозовий, А.А.Лященко, С.Ю.Марков, А.Г.Мартин, О.І.Митрофанова, С.Г.Могильний, Ю.В.Палеха, Л.М.Перович, Р.М.Рудий, Є.С.Серединин, М.Г.Ступень, А.М.Третьяк, М.Д.Черемшинський, П.Г.Черняга. Серед закордонних дослідників слід виділити роботи Р. van Oosterom, С. Lemmen, G. Larsson, J. Kaufmann, D. Steudler, J.M. Paasch.

Впровадження в Україні автоматизованих земельно-кадастрових систем багатоцільового призначення, включаючи інформаційне забезпечення реєстрації прав, є однією з першочергових задач реформування земельних відносин. До задач земельних кадастрових систем відносяться:

- реєстрація земельних ділянок и прав на них;
- удосконалення системи оподаткування;
- ефективне управління земельними ресурсами;
- формування інформаційної інфраструктури ринку землі.

Земельні інформаційні системи слід розглядати не тільки як сховище інформації, але і як системи прийняття управлінських рішень, які дозволяють здійснювати багатофакторний аналіз, визначення тенденцій и закономірностей.

Незважаючи на те, що с моменту прийняття першої постанови про створення в Україні автоматизованої системи державного земельного кадастру пройшло більше 10 років, в країні так и не побудована така система, яка функціонує на базовому рівні. Є окремі розробки в різних областях України, такі як ГІС-6, Донбас-2000, Терен-Реєстр, системи Київського і Дніпропетровського міських управлінь земельних ресурсів. Ці програмні засоби мають певні недоліки, що пов'язані, в першу чергу, з недостатнім науковим обґрунтуванням моделей структури системи. Відсутність єдиної офіційно прийнятої уніфікованої моделі даних, а також затверджених вимог до окремих підсистем, наявність яких створило б умови для розробки інформаційно й функціонально сумісний модулів (підсистем) земельних кадастрових систем і єдиних технологічних процедур їх використання, стримує процеси розробки ефективних програмних засобів і впровадження автоматизованих систем земельного кадастру.

Тому обґрунтування та дослідження інформаційних і просторово-топологічних моделей об'єктів земельних кадастрових систем є актуальною науковою і практичною задачею.

Зв'язок роботи с науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям досліджень пов'язаний з виконанням задач Програми створення автоматизованої системи ведення державного земельного кадастру, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 2 грудня 1997 г. №1355, реалізацією компонента Е

«Розвиток системи кадастру» проекту «Видача державних актів на право власності на землю в сільській місцевості та розвиток системи кадастру», здійснюваний у відповідності до Угоди про позику між Україною та Міжнародним банком реконструкції та розвитку» від 17.10.2003, що ратифікована Законом України від 15.06.2004 №1776-IV.

Базовими для дисертації є наукові роботи кафедри геоінформатики і геодезії Донецького національного технічного університету, зокрема планові науково-дослідні роботи за темами «Дослідження і впровадження сучасних методів створення і функціонування системи моніторингу міських земель» (ДР № 0106U001352) і «Перспективні інформаційні технології у маркшейдерсько-геодезичному виробництві» (ДР № 0108U011245), в яких автор приймав участь в якості виконавця.

Мета и задачі дослідження. *Метою* роботи є вдосконалення інформаційних і просторово - топологічних моделей об'єктів земельних кадастрових систем для підвищення ефективності їх створення і широкого використання, включаючи публічне представлення кадастрової інформації в мережі Інтернет.

Для досягнення мети в роботі поставлені та вирішені такі *задачі*:

- аналіз просторових об'єктів земельно-кадастрової системи;
- розробка моделі геометрії просторових об'єктів з урахуванням їх взаємодії і концепції стандарту ISO 19107 (Просторова схема);
- розробка теорії топологічної і координатної корекції меж просторових об'єктів зі спільною геометрією;
- розробка програмних засобів і аналіз ефективності теорії корекції;
- аналіз параметрів облікової складової земельно-кадастрової системи;
- створення моделі облікової підсистеми автоматизованої земельно-кадастрової системи;
- розробка методики оцінки якості просторових даних и атрибутивних параметрів;
- розробка технології переведення в електронний вид інформації про земельні ділянки, на які раніше видані правовстановлюючі документи;
- експериментальні дослідження трудовитрат і якості вводу земельно-кадастрової інформації в автоматизовану систему;
- апробація технологій і програмних засобів представлення кадастрової інформації в мережі Інтернет.

Об'єкт дослідження – земельно-кадастрова система в умовах України.

Предмет дослідження – інформаційно-технологічні моделі та якість просторових даних земельних кадастрових систем.

Методи дослідження. Дисертаційне дослідження базується на комплексному і системному використанні загальнонаукових і спеціальних методів и підходів: монографічний – для вивчення стану питання створення і експлуатації земельних кадастрових систем у вітчизняній і світовій практиці; дескриптивного – для розгляду особливостей просторових об'єктів в земельно-кадастрових системах; абстрактно-логічний – для розробки складу и структури облікової підсистеми, для виділення характеристик и метрик якості вихідної земельно-кадастрової інформації, для формулювання теоретичних узагальнень и висновків; кореляційно-регресивний аналіз –

для встановлення залежностей при обробці експериментальних досліджень витрат часу на підготовку інформації та оцінки її якості.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1. Обґрунтовано модель об'єктів земельно-кадастрової системи, які мають просторові властивості, що базується на строгій топології і використанні спільної геометрії, як між об'єктами одного типу, так між об'єктами різних типів.

2. Вперше розроблена теорія та алгоритм топологічної і координатної корекції меж полігонів зі спільною геометрією, які забезпечують геометричну цілісність об'єктів, як при випадкових похибках, так и при грубих помилках, не спотворюючи площі об'єктів земельного кадастру.

3. Обґрунтовано структуру зберігання просторової інформації на основі абстрактного класу «геометрія об'єктів», що включає чотири підкласи: точка, відрізок, полігон, мультиполігон, яка відповідає міжнародним стандартам на представлення просторових властивостей об'єктів и створює умови для інтеграції даних земельного кадастру в національну інфраструктуру геопросторових даних.

4. Вдосконалено структуру та склад інформаційних моделей даних земельно-кадастрової системи на основі існуючого законодавства, практики ведення вітчизняного земельного кадастру, досвіду закордонних країн з урахуванням наступних вимог: мінімальний набір параметрів, необхідних для ведення кадастру; строгі формальні представлення с використанням UML; забезпечення повного архіву об'єктів, суб'єктів и документів; мінімізація дублювання інформації; узагальнення системи класифікації властивостей об'єктів; забезпечення гнучкості системи.

5. Вперше запропоновано для оцінки якості цифрового опису геометрії земельної ділянки основні метрики, які повністю автоматизуються і їх застосування може здійснюватися без залучення технічної документації.

Практичне значення одержаних результатів направлено на удосконалення структури автоматизованої земельно-кадастрової системи України та підвищення її якості.

Запропоновані методи формування просторової інформації и коригування меж землекористування сприяють забезпеченню правильних топологічних відношень і підвищенню точності координат и площ ділянок. Для забезпечення повноти даних в земельно-кадастрової системі розроблено методику обробки сканованих правовстановлюючих документів, яка випробувана у Донецькому міському управлінні земельних ресурсів. Моделі, критерії оцінки якості, теоретико-методологічні підходи, що отримані в дисертації, можуть бути використані землевпорядними організаціями та органами міського самоврядування. Експериментально визначені витрати часу на введення інформації різного виду можуть бути використані для встановлення норм трудовитрат при переводі земельно-кадастрової інформації в електронний вид. Сервіси, що розроблені на основі технологій представлення просторових даних, можуть бути використані органами управління земельними ресурсами для публічного представлення земельно-кадастрової інформації в мережі Інтернет.

Особистий внесок здобувача. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та пропозиції отримані автором самостійно, що підтверджується одноосібними публікаціями по ключовим аспектам дисертації. В науковій роботі, опублікованій у співавторстві [1], особистий внесок дисертанта полягає в розробці теорії ме-

тоту топологічної и координатної корекції меж землекористування, створенні програмного забезпечення, математичному моделюванні, обробці та аналізі результатів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались і отримали позитивну оцінку на таких конференціях: Міжнародна наукова конференція студентів, аспірантів і молодих вчених «Екологізація сталого розвитку агросфери і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» (Харьковский національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, Харьков, 2007 р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Геоинформационные технологии в землеустройстве, геодезии и горном деле» (Донецький національний технічний університет, Донецьк, 2008 р.); II Міжнародна конференція молодих вчених «Геодезія, архітектура і будівництво 2009» (GAC-2009) (Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2009 р.); Міжнародна наукова конференція «Міжнародна співпраця та інтеграція в процесі підготовки фахівців з землевпорядкування та кадастру» (Одеський державний аграрний університет, Одеса, 2009 р.).

Публікації. Основні наукові результати і висновки дисертації опубліковані в 6 друкованих працях, з яких 4 в спеціалізованих фахових виданнях, затверджених у переліку ВАК України, 1 у матеріалах наукової конференції, 1 тезис. П'ять робіт опубліковані без співавторів.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Дисертація містить 164 сторінок основного тексту, в тому числі 58 графічних ілюстрацій, з них 3 – на окремих сторінках, 31 таблиця, з них 3 – на окремих сторінках, список використаних джерел із 146 найменувань на 16 сторінках та 3 додатки на 31 сторінці. Загальний обсяг дисертації – 211 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розкрита актуальність дисертаційної роботи, сформульована мета, задачі і методи досліджень, наведено основні наукові результати роботи та їх практичне значення, викладено відомості про апробацію роботи, визначено особистий внесок здобувача, наведено дані про структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «**Сучасні тенденції та проблеми формування інформаційних ресурсів земельних кадастрових систем**» аналізується сучасний стан і перспективи розвитку земельних кадастрових систем.

В останні роки кадастр в усьому світі став практично повністю автоматизованим і його ведення здійснюється за допомогою земельно-інформаційних систем (ЗІС). Основна цільова функція сучасної ЗІС – формування інформаційної основи управління земельними ресурсами будь-якого рівня, забезпечення процесів прийняття ефективних управлінських рішень достовірною інформацією з необхідним ступенем деталізації.

На основі аналізу розвитку і функціонування земельних кадастрових систем в Німеччині, Австралії, Фінляндії, Австрії, Нідерландах, Туреччині та ін, а також вивчення узагальнюючих підходів, які знайшли вираження у «Кадастрі 2014», LADM (Land Administration Domain Model), CCDM (Core Cadastral Domain Model) виділено такі світові тенденції:

- автоматизовані системи земельного кадастру багатьох країн постійно модернізуються, на що виділяються великі кошти;
- системи різних країн базуються на місцевому законодавстві і традиціях;
- на увагу до систем земельного кадастру суттєво впливає політика поточного керівництва відповідної країни;
- здійснюються спроби уніфікації системи земельного кадастру (Кадастр 2014, LADM, CCDM);
- виділяються управлінські та реєстраційні земельно-кадастрові системи;
- розрізняють ділянкоцентричний і об'єктоцентричний підхід при моделюванні структури систем;
- відбувається інтеграція земельно-кадастрових систем з іншими кадастрами і топографічними системами;
- активно впроваджуються Інтернет-технології.

Принципова відмінність створення і розвитку автоматизованих кадастрових систем в Україні полягає в тому, що вони створюються паралельно зі становленням самого земельного кадастру в цілому. Тому всі правові, організаційні та технічні проблеми позначаються на ставленні до автоматизованих систем. На основі вивчення практичного досвіду реєстрації земельних ділянок і ведення кадастру можна відзначити наступне:

- в країні відсутня автоматизована земельно-кадастрова система, що функціонує і запроваджена на державному рівні;
- існують окремі вітчизняні розробки, які могли б стати основою для ведення автоматизованої земельно-кадастрової системи (ГІС6, Донбас 2000, Терен-Реєстр, системи Київського і Дніпропетровського міських управлінь земельних ресурсів);
- реєстрація ділянок виконується на підставі обмінних файлів IN4, які мають достатню кількість недоліків, зберігання цих файлів не структуроване, а інформація в цих файлах має значне число помилок, особливо в просторових атрибутах;
- інформації про земельні ділянки, на які видані держакти з 1993 по 2004 р., як правило, без виконання кадастрових зйомок, у електронному вигляді не існує;
- в умовах незавершеності земельного законодавства та його постійного корегування недостатньо наукових робіт з обґрунтуванням структури земельно-кадастрових систем, а питання представлення просторової інформації у вітчизняних роботах практично не розглядались.

У цілому, резюмуючи існуюче становище в напрямку ведення українського земельного кадастру можна констатувати, що втрати і збитки від недосконалості земельного кадастру в Україні величезні, тому що практична відсутність земельного кадастру є головним гальмом дійсного здійснення земельної реформи. Погіршує цей стан відсутність централізованого, єдиного для України, підходу до впровадження інформаційних комп'ютерних технологій ведення земельного кадастру.

Вивчення досвіду використання Інтернет технологій в зарубіжних країнах для відкритого доступу до земельно-кадастровим систем дозволяє констатувати, що по-

ряд з обґрунтуванням структури земельно-кадастрових систем, необхідно паралельно розробляти підходи та засоби для публічного надання земельно-кадастрової інформації в мережі Інтернет.

У другому розділі «Просторові дані в земельно-кадастрових системах» виконано аналіз, моделювання, а також розроблена структура зберігання в базах даних об'єктів земельно-кадастрової системи, що мають просторове розташування.

Серед таких об'єктів земельних інформаційних систем основною обліковою одиницею є земельна ділянка. Вона розташовується в межах відповідного адміністративного утворення. Для просторового структурування земель введені кадастрові зони і квартали. У межах земельної ділянки розташовуються угіддя, об'єкти нерухомості, сервітути, обмеження. Для вирішення землевпорядних задач проводиться зонування території, в результаті чого отримують різні територіальні зони.

У результаті аналізу просторових об'єктів встановлено, що всі вони можуть бути описані за допомогою мультіполігонів. Мультіполігон - це складовий об'єкт, що складається з декількох окремо розташованих полігонів, які можуть мати внутрішні полігони.

Для визначення структури зберігання просторових даних було розглянуто взаємодію між різними типами об'єктів і виділено два види взаємодії: логічне та геометричне:

- логічне, при якому просторові характеристики та інші атрибути можуть залежати від непросторових атрибутів інших об'єктів;
- геометричне, при якому впливають тільки просторові атрибути об'єктів.

Схема взаємодії основних об'єктів кадастрової системи, що мають просторові атрибути, представлена на рис.1.

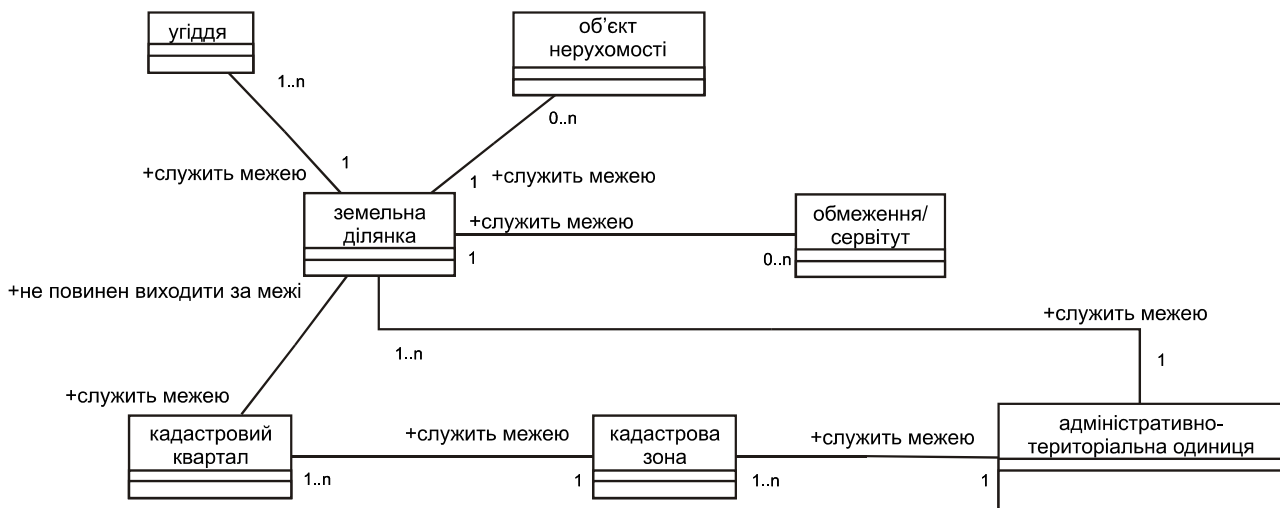


Рис.1. Взаємодія основних об'єктів, що мають просторові атрибути

З точки зору структури просторових даних основне значення має геометрична взаємодія.

Серед топологічних відносин об'єктів варто виділити відношення, при якому об'єкти стикаються межами. У цьому випадку загальну частину межі можна описати один єдиний раз, і таким чином можуть бути описані як об'єкти одного типу, так і об'єкти різних типів. Спільне використання частин геометрії об'єктів називають спільною геометрією.

На підставі виконаного аналізу створена структура абстрактного класу «геометрія об'єктів» і встановлені відносини між його підкласами (рис.2).

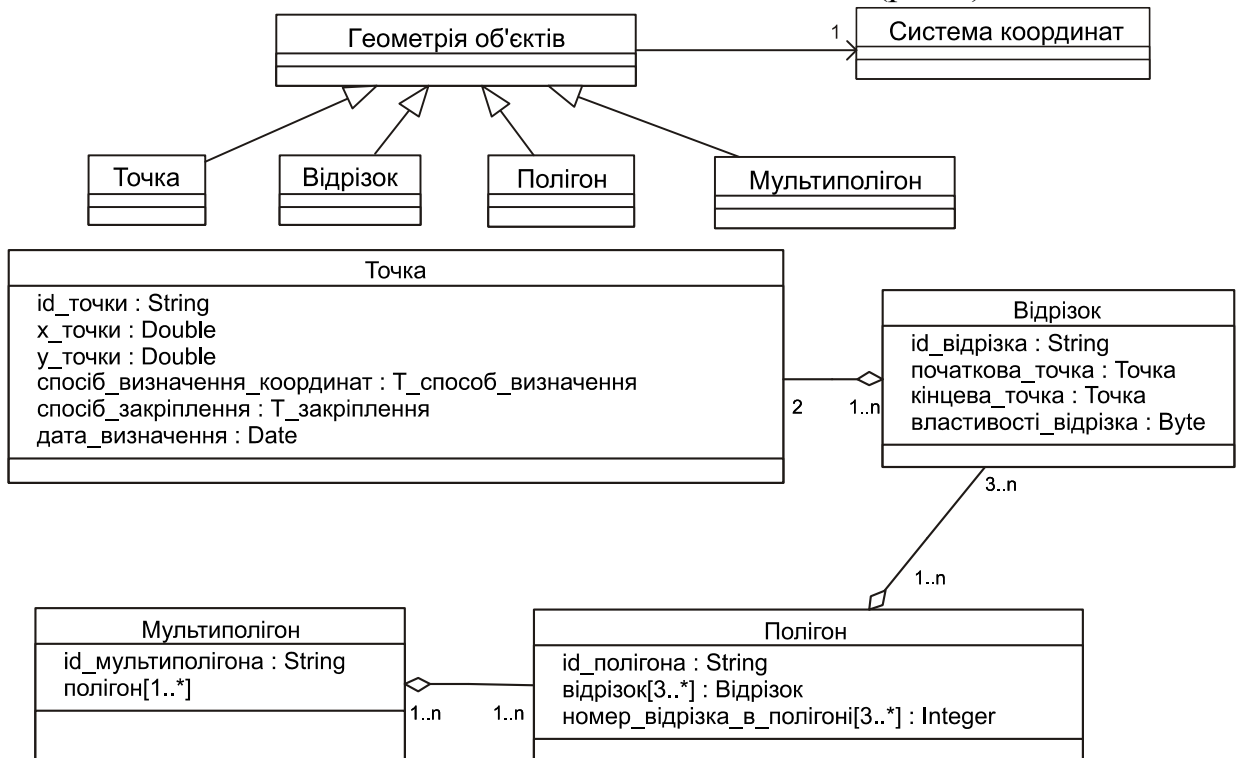


Рис.2. Абстрактний клас «геометрія об'єктів»

Така структура вписується в концепцію стандарту ISO 19107 та сприяє інтеграції земельно-кадастрової інформації в єдину структуру геопросторових даних.

При виконанні кадастрових зніманих в різний час отримують різне положення однієї і тієї ж точки, в результаті чого між суміжними ділянками неминуче будуть перекриття або розбіжності. При описі об'єктів зі спільною геометрією це неприпустимо. Тому необхідно виконувати коригування меж об'єктів.

Для коригування розмірів і положення контуру меж використано ортогональне перетворення координат зі зміщенням. Таке перетворення апріорно забезпечує мінімальне спотворення конфігурації меж і площі ділянки.

В цьому разі для деякої сполучної точки m , що входить в полігон i (см. рис.3), можна записати таке рівняння:

$$\left. \begin{aligned} X_m - a_i \cdot x_{mi} - b_i \cdot y_{mi} - c_i &= v_{mi}^x; \\ Y_m + b_i \cdot x_{mi} - a_i \cdot y_{mi} - d_i &= v_{mi}^y; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где X_m, Y_m – зрівняні (скореговані) координати точки m ;

a_i, b_i, c_i, d_i – коефіцієнти ортогонального перетворення для i -ого полігону;

x_{mi}, y_{mi} – виміряні координати вершини m при кадастровому зніманні i -ої ділянки (i -ого полігону).

v_{mi}^x, v_{mi}^y – поправки в виміряні координати x_{mi}, y_{mi} .

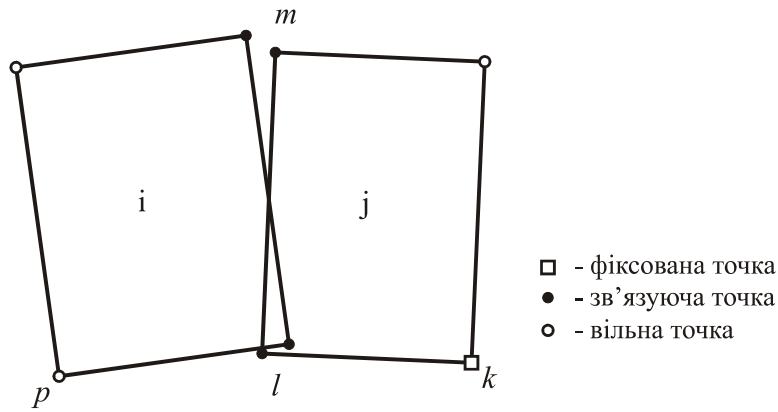


Рис.3. Схема суміжних ділянок (полігонів) зі спільними точками

Із рівнянь (1) утворюється система рівнянь, яку виправдано вирішувати методом найменших квадратів, так щоб виконувалась умова

$$\left[p_x v^x v^x + p_y v^y v^y \right] = \min, \quad (2)$$

где p_x, p_y – вага поправок в координати.

Виразивши зрівняні значення координат и коефіцієнтів перетворення через наближені значення і поправки до них і, виходячи з рівнянь (1), можна записати для сполучних точок такі параметричні рівняння:

$$\left. \begin{aligned} \delta x_m - x_{mi} \cdot \delta a_i - y_{mi} \cdot \delta b_i - \delta c_i + l_{mi}^x &= v_{mi}^x, \\ \delta y_m + x_{mi} \cdot \delta b_i - y_{mi} \cdot \delta a_i - \delta d_i + l_{mi}^y &= v_{mi}^y, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де $\delta x_m, \delta y_m$ – поправки до наближених значень координат сполучних точок;
 $\delta a_i, \delta b_i, \delta c_i, \delta d_i$ – поправки до наближених значень коефіцієнтів перетворення;
 l_{mi}^x, l_{mi}^y – вільні члени, що визначаються за формулами:

$$\left. \begin{aligned} l_{mi}^x &= \bar{X}_m - x_{mi} \cdot \bar{a}_i - y_{mi} \cdot \bar{b}_i - \bar{c}_i, \\ l_{mi}^y &= \bar{Y}_m + x_{mi} \cdot \bar{b}_i - y_{mi} \cdot \bar{a}_i - \bar{d}_i, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$\bar{X}_m, \bar{Y}_m, \bar{a}_i, \bar{b}_i, \bar{c}_i, \bar{d}_i$ – відповідні наближенні величини.

Система у матричному вигляді параметричних рівнянь буде мати вид:

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} + \mathbf{L} = \mathbf{V}, \quad (5)$$

где \mathbf{A} – матриця коефіцієнтів при невідомих;

\mathbf{X} – вектор невідомих поправок;

\mathbf{L} – вектор вільних членів;

\mathbf{V} – вектор поправок в виміряні координати.

При вирішуванні задачі методом найменших квадратів маємо відповідні нормальні рівняння:

$$\mathbf{A}^T \mathbf{P}_v \mathbf{A} \mathbf{X} + \mathbf{A}^T \mathbf{P}_v \mathbf{L} = \mathbf{0} \quad (6)$$

где \mathbf{P}_v – матриця ваг вектора \mathbf{V} поправок.

Оскільки на практиці виміряні координати часто спотворенні не тільки випадковими, а і грубими похибками, то використання тільки рівнянь (6) може призвести до викривлення форми та площ ділянок. При відсутності твердих (фіксованих) пунктів рішення взагалі стає неоднозначним, тому ще має місце некоректна задача за Тихоновим.

Для вирішення цієї некоректної задачі у ролі регуляризуючого функціоналу прийнята умова мінімальної зміни площ ділянок:

$$\sum_{i=1}^g |\Delta S_i| = \min, \quad (7)$$

Для регуляризації рішення системи поправки до елементів перетворення полігонів розглянемо як виміряні величини з наближеним значенням рівним 0. Тоді параметричні рівняння матимуть вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \delta a_i &= v_{a_i}; \\ \delta b_i &= v_{b_i}; \\ \delta c_i &= v_{c_i}; \\ \delta d_i &= v_{d_i}; \end{aligned} \right\} (i = 1, \dots, g). \quad (8)$$

Матрицю \mathbf{P}_x ваг вектора \mathbf{X} поправок до параметрів перетворення полігонів представимо у вигляді:

$$\mathbf{P}_x = \begin{pmatrix} p_{a_1} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & p_{b_1} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & p_{c_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{d_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & p_{d_g} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Для систем параметричних рівнянь (4) і (5) умова найменших квадратів буде мати вигляд:

$$\mathbf{V}^T \mathbf{P}_v \mathbf{V} + \mathbf{V}_x^T \mathbf{P}_x \mathbf{V}_x = \min, \quad (10)$$

а відповідні нормальні рівняння визначаються за формулою:

$$(\mathbf{A}^T \mathbf{P}_v \mathbf{A} + \mathbf{P}_x) \mathbf{X} + \mathbf{A}^T \mathbf{P}_v \mathbf{L} = \mathbf{0}. \quad (11)$$

Тепер нормальні рівняння вирішуються однозначно, і в результаті рішення знаходимо поправки до наближених значень і скоректовані координати зв'язуючих точок і параметри перетворення полігонів.

Результати коригування координат залежать від прийнятого співвідношення ваг вимірів і поправок в параметри перетворення в матрицях \mathbf{P}_v і \mathbf{P}_x . Варіюючи співвідношенням ваг, добиваються виконання регуляризуючого функціоналу (7).

На основі математичного моделювання встановлено, що при корекції збільшується точність координат вершин, величина яких залежить від числа полігонів, що примикають до зв'язуючої точки. Для вершин, до яких примикають 4 ділянки, точ-

ність підвищується у 1,5-2,0 рази у порівнянні з вихідними координатами, а зв'язуючих точок, котрі входять у два полігона у 1,2-1,5 рази. Середні квадратичні величини коректури площ входять в діапазон 0,5-0,8 середньої квадратичної похибки визначення площі однієї ділянки, а середні величини складають 0,65-0,66. Таким чином, встановлено, що коригування меж не погіршує результати вимірювань. Крім того, точність визначення площі однієї ділянки збільшується в 1,4 рази, а загальної площі блоку в 2,2-2,4 рази.

Поряд із забезпеченням геометричній цілісності теорія дозволяє виправляти грубі помилки просторового розташування полігонів. Для доказу цього положення у вихідну модель з випадковими похибками були внесені грубі помилки, що підкоряються нормальному закону з дисперсією 2 метри. Координати, отримані при корекції еквівалентні результатам без грубих зміщень.

Враховуючи те, що вихідні дані по земельним ділянкам у систему надходять послідовно, була змодельована ситуація послідовного приєднання полігонів у різних порядках і з різними вихідними даними.

При цьому отримано, що середні квадратичні похибки у координатах відрізняються не більше ніж на 6-11%, а середні квадратичні похибки площ змінюються у діапазоні не більш, ніж 1%. Ці результати дозволяють спростити організацію зберігання координат меж земельних ділянок та інших об'єктів ЗКС.

У третьому розділі **«Аналіз і розробка структури земельно-кадастрової інформаційної системи»** розглянуті результати моделювання облікової частини ЗКС.

На основі аналізу базової моделі CCDM та особливостей законодавства та практики ведення кадастру в Україні, була спроектована модель ядра облікової частини ЗКС (рис.4).

Для визначення оптимального складу даних у ЗКС були проаналізовані наукові роботи КНУБА (Лихогруд М.Г., Лізунова А.П.), ЗКС «Донбас 2000», ГІС 6, «Герен-Реєстр», програмний комплекс ведення земельного кадастру ЕГРЗ (Росія), зміст обмінних файлів IN4, дані, що містяться в реєстраційній картці земельної ділянки.

У результаті аналізу було виконано концептуальне проектування реєстрів даних з урахуванням наступних вимог: відповідність розробленій моделі ядра облікової частини ЗКС, мінімальний набір параметрів, необхідних для ведення кадастру; строге формальне представлення с використанням UML; забезпечення повного архіву об'єктів, суб'єктів та документів; мінімізація дублювання інформації; узагальнення системи класифікації властивостей об'єктів; забезпечення гнучкості системи. Результати проектування представлені в роботі у вигляді класів, що описують зміст реєстрів.

У четвертому розділі **«Оцінка якості даних у земельно-кадастровій інформаційній системі»** розглядаються пропозиції щодо оцінки якості вихідних земельно-кадастрових даних.

Для нормального функціонування ЗКС важливе значення має якість вихідних даних. Поняття якості в загальному випадку є неочевидною категорією і залежить від конкретної області застосування. У нашому випадку якісною вважається така інформація, яка відповідає множині визначених критеріїв для повноцінного ведення земельного кадастру.

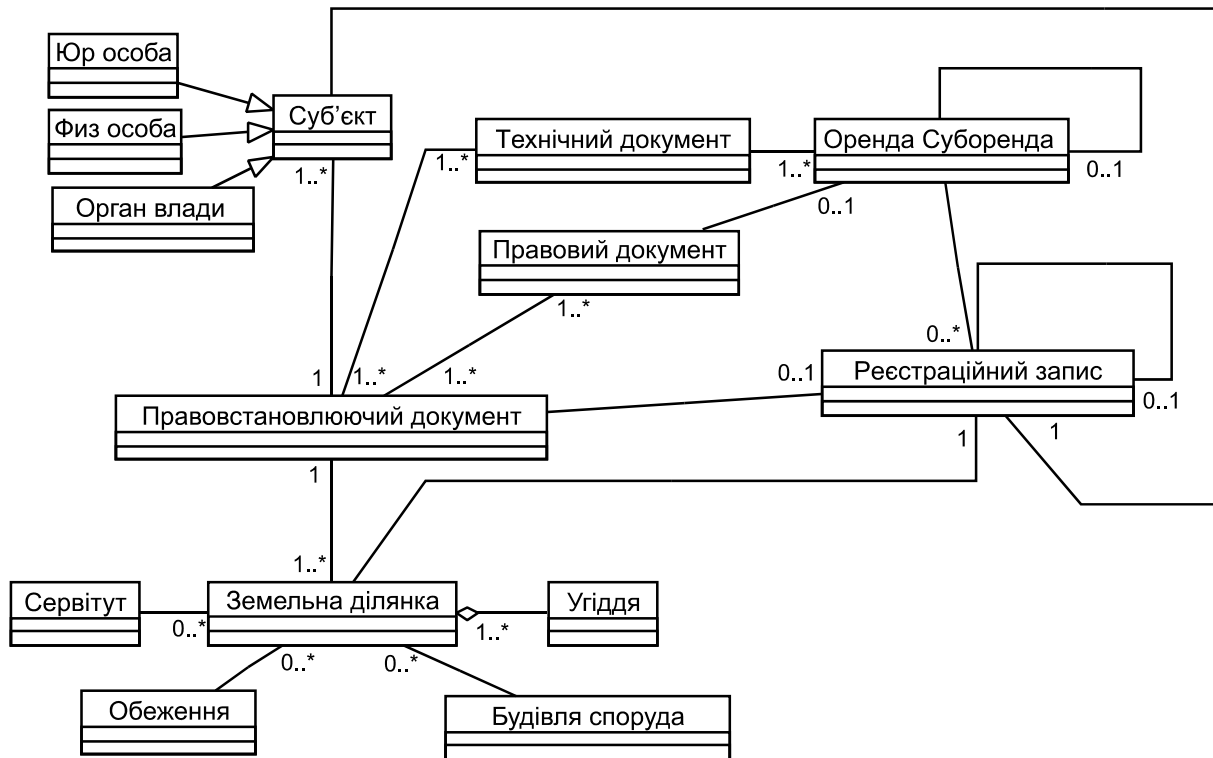


Рис.4. Модель ядра облікової складової кадастрової системи

Для отримання об'єктивних даних про якість виділяють характеристики та метрики якості. Метрики якості – це моделі і діапазон допустимих значень для вирішення питання якісна чи неякісна інформація. Нами виділені основні метрики для оцінки якості земельно-кадастрової інформації. До них відносяться: відповідність площі земельної ділянки, обчисленої за координатам вершин, і зазначеної у правових документах, перетин з іншими ділянками; мала відстань між суміжними ділянками; збіг числа вершин на суміжних межах сусідніх ділянок; потрапляння земельної ділянки в кадастрову зону; попадання земельної ділянки в кадастровий квартал. Всі виділені метрики якості геометрії земельної ділянки повністю автоматизуються і їх повноцінний аналіз може в більшості випадків здійснюватися без звернення до технічної документації на земельну ділянку.

Особливе значення для управління земельними ресурсами має повнота інформації. У даному випадку під повнотою інформації необхідно розуміти те, що в системі повинні знаходитися всі зареєстровані земельні ділянки.

Початкове наповнення системи інформацією самий трудомісткий процес. Це пов'язано з тим, що за роки проведення земельної реформи громадянам України видано значну кількість правовстановлюючих документів на землю.

Інформація за операціями з земельними ділянками, починаючи з 2004 р. є в обмінних файлах IN4 і потрібно тільки оцінити якість цих даних, тобто наскільки вони придатні для занесення в систему. Для введення інформації по раніше виданим правовстановлюючим документам потрібна розробка спеціальної технології.

Аналіз якості інформації в обмінних файлах IN4 проводився по 4 адміністративним утворенням Донецької області: 3 міста обласного підпорядкування та 1 район області (табл.1). Узагальнена якість вихідної просторової інформації характеризується одночасним позитивним значенням всіх метрик і знаходиться в межах від 65 до 75%. Таким чином, можна констатувати, що 25-37% ділянок мають неякісну геометрію. Тому при внесенні вихідних даних в автоматизовану систему необхідне їх істотне коригування, що пов'язано зі значними матеріальними витратами. Крім того, необхідні серйозні організаційно-технічні заходи щодо виправлення (зміни) невірних кадастрових номерів.

Таблиця 1

Основні результати аналізу обмінних файлів

Об'єкт	Число ділянок, використаних для аналізу	Число ділянок в %, де			Загальна якість, %
		Різниця площ більше подвоєної похибки визначення площі	Зі взаємними перетинами	Не потрапляють в кадастрові зони і квартали	
1	7 866	4,8	15,27	22,77	68,2
2	10 192	4,0	11,33	25,00	62,8
3	887	1,9	9,92	8,00	75,3
4	8 290	2,0	10,76	28,14	64,1

Для переведення інформації за раніше виданими держактами у електронний вид розроблена технологія і створено програмні засоби, що реалізують цю технологію, а також виконані роботи по встановленню витрат часу на обробку держактів, а також з оцінки якості оцифрування.

Розроблена технологія включає такі складові:

- 1) Сканування держактів.
- 2) Візуалізація відсканованих зображень у вікні програмного комплексу.
- 3) Векторизація плану зовнішніх меж з введенням довжин відповідних відрізків меж.
- 4) Масштабування меж і визначення координат вершин в локальній системі ділянки.
- 5) Введення атрибутивної інформації із збереженням її в тимчасовій базі даних.
- 6) Поміщення мультіполігону ділянки на електронний черговий кадастровий план з прив'язкою з використанням адресного реєстру та картографічної підкладки або з використанням суміжних контурів, отриманих в результаті кадастрового знімання.
- 7) Розрахунок координат вершин ділянки з локальної системи в систему функціонування ЗКС.
- 8) Імпорт атрибутивної інформації з тимчасової бази до відповідних реєстрів системи.

Дана технологія була апробована при переведенні в електронний вигляд держактів по двох адміністративних районах м. Донецька. Всього було відскановано близько 2400 актів. Для контролю й оцінки продуктивності, а також оцінки якості робіт переведення здійснювалось незалежно 4-ма операторами. Кожен держакт оцифрувався у 2 руки. Це дозволило оцінити витрати часу і якість оцифрування.

При введенні алфавітно-цифрової інформації витрати на введення одного символу залежать по довжини рядка і характеризуються значеннями від 0,4 до 1,6 сек. Найменші витрати часу (від 2 до 6 сек.) характерні для операцій вибору значень як з різних списків, так і в спеціальних формах, тобто використання класифікаторів. У середньому оброблялося від 20 до 32 актів на годину.

Двократне оцифрування дозволило здійснити автоматичний контроль якості по збігу відповідних полів. Найбільше число помилок зафіксовано при введенні прізвища, імені та по батькові власника – від 13 до 20%. Якість введення адреси 7-23% при середньому значенні 14%. При виборі назви вулиці з класифікатора вулиць, помилкові значення перебувають у межах 1%. Цією ж величиною можна охарактеризувати якість будь-якого параметра, який вибирається з класифікатора.

Крім автоматичного виявлення помилкових значень, незалежним виконавцем, виконувався візуальний контроль. Отримані при цьому дослідженні рівні помилкових значень показали, що число помилок, що виявляються при візуальному контролі, особливо в текстових атрибутах, у 5-10 разів менше.

Отримані в результаті експериментальних досліджень дані, можуть служити для обґрунтування норм виробітку при оцифруванні земельно-кадастрових даних, прогнозування якості та розробці заходів з підвищення якості вихідних даних у земельно-кадастрових системах.

У п'ятому розділі «**Публічне представлення земельно-кадастрової інформації в мережі Інтернет**» досліджено можливості та інструменти для публікації земельно-кадастрової інформації в мережі, а також групи потенційних споживачів цієї інформації.

Земельні процеси, що проходять сьогодні в Україні, вимагають інформаційної підтримки, а також контролю з боку суспільства. Як показує досвід других країн, одним із шляхів реалізації цих завдань є надання кадастрової інформації через Інтернет.

Використання доступу до кадастрової інформації через мережу Інтернет спрощує безпосередньо отримання кадастрових даних і збільшує число потенційних споживачів послуги.

У роботі проаналізовані засоби надання кадастрової інформації в Інтернет, виділені найбільш популярні з них: картографічні сервери, геосервіси та картографічні сервіси на базі технології векторної графіки SVG.

Визначено потенційні групи користувачів земельно-кадастрового веб-порталу та проаналізована можливість і доцільність побудови порталу з використанням розглянутих сервісів (табл.2).

Розроблено тестові версії сервісів для представлення кадастрової інформації на сервісі Google Maps/Earth, на основі картографічного сервера MapServer, а також розроблено програмне забезпечення для подання кадастрової інформації на основі технології SVG, які показали практичну можливість і ефективність надання земельно-кадастрової інформації за допомогою існуючої технологій для кожної виділеної групи користувачів.

Класифікація груп користувачів і земельно-кадастрової інформації

Група користувачів	Земельно-кадастрової інформація, що надається	SVG	Гео-сервіс	Мар-сервер
Землекористувач/землевласник земельної ділянки	Інформація про грошову оцінку та ставку земельного податку	+	-	+
	Перевірка коректності даних кадастрового обліку	-	+	+
	Отримання довідок або документів	Просторові дані не обов'язкові		
Потенційний землекористувач (інвестор)	Дані про грошову оцінку земель	+	-	+
	пошук вільних земельних ділянок і ділянок, що продаються	-	+	+
	Дані про публічні обмеження	+	+	+
	Інформації про зони впливів техногенних та інженерно-геологічних факторів	+	+	+
Користувач аналітичних кадастрових даних	Інформації про якість ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення	+	+	+
	Розподіл ділянок за формою власності	-	-	+
	Розподіл ділянок за цільовим призначенням	-	-	+
	Кількість виданих держактів	+	-	+
Органи управління	Кількість укладених договорів оренди по роках і інша інформація	+	-	+
	Різноманітні вибірки кадастрової інформації	+	+	+
Громадськість	Розташування земельних ділянок	-	+	+
	Форма власності земельних ділянок	-	+	+

ВИСНОВКИ

У дисертації виконано теоретичне узагальнення та наведено практичні результати вирішення науково-прикладної задачі по обґрунтуванню та дослідженню інформаційних і просторово - топологічних моделей об'єктів земельних кадастрових систем в Україні для підвищення ефективності їх створення, оцінки якості даних і їх широкого використання, включаючи публічне представлення кадастрової інформації в мережі Інтернет.

Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи такі:

1. Проведений аналіз досвіду зарубіжних країн у створенні земельно-кадастрових та реєстраційних систем дозволив встановити такі сучасні тенденції: автоматизовані системи різних країн засновані на місцевому законодавстві і традиціях і вони постійно модернізуються; є спроби уніфікації системи земельного кадастру; відбувається інтеграція земельно-кадастрових систем з іншими кадастрами і топографічними системами; активно впроваджуються Інтернет-технології.

2. Аналіз розвитку інформаційних земельно-кадастрових систем в Україні показав, що сучасну ситуацію слід охарактеризувати таким станом: в країні відсутня функціонуюча і запроваджена на державному рівні автоматизована земельно-кадастрова система, але існують окремі вітчизняні розробки, які могли б стати основою для ведення автоматизованої земельно-кадастрової системи; реєстрація ділянок

виконується на підставі обмінних файлів IN4 (з 2010 року XML), зберігання цих файлів не структуроване, а інформація в цих файлах має значну кількість помилок, насамперед в просторових атрибутах; інформації про земельні ділянки, на які видані держакти з 1993 по 2004 р., як правило, без виконання кадастрових зйомок, у електронному вигляді не існує; практично відсутні наукові роботи з обґрунтування структури земельно-кадастрових систем, а питання подання просторової інформації у вітчизняних роботах взагалі не розглядалися.

3. Доведено, що всі просторові об'єкти земельно-кадастрової системи, можуть бути описані за допомогою мультіполігону - складеного геометричного об'єкта. Це дозволяє з одного боку спростити опис складних контурів, а з іншого – зменшити обсяг таблиці опису координат полігонів, і особливо обсяг атрибутивної таблиці. Багато просторових об'єкти ЗКС мають строгу топологію і описуються за допомогою спільної геометрії. Спільну геометрію необхідно враховувати при обробці даних як між об'єктами одного типу, так між об'єктами різних типів.

4. Обґрунтована структура зберігання просторової інформації на основі абстрактного класу «геометрія об'єктів», який включає чотири підкласи: точка, відрізок, полігон, мультіполігон, яка відповідає міжнародним стандартам на представлення просторових властивостей об'єктів і створює умови для інтеграції даних земельного кадастру в національну інфраструктуру геопросторових даних.

5. Розроблено теорію та алгоритм топологічної та координатної корекції меж полігонів із загальною геометрією, які забезпечують геометричну цілісність об'єктів, як при випадкових, так і при грубих помилках.

6. Вдосконалено структуру та склад інформаційних моделей даних земельно-кадастрової системи на основі існуючого законодавства, практики ведення вітчизняного земельного кадастру, досвіду закордонних країн

7. Виділено основні метрики якості земельно-кадастрової інформації. Встановлено критерії для оцінки якості геометрії земельної ділянки, які повністю автоматизуються, і їх аналіз може в більшості випадків здійснюватися без використання технічної документації.

8. На основі аналізу просторової інформації по 27 271 ділянкам в обмінних файлах IN4 встановлено, що від 25 до 37% ділянок мають неякісну геометрію. Тому при внесенні вихідних даних в автоматизовану систему необхідна їх істотне коригування, що пов'язано зі значними матеріальними витратами.

9. Розроблено технологію переведення в електронний вид інформації по раніше виданих правостановлюючих документах, яка включає: сканування держактів; векторизацію плану зовнішніх кордонів з введенням довжин відповідних відрізків меж; масштабування меж і визначення координат вершин у локальній системі ділянки; введення атрибутивної інформації із збереженням її у тимчасовій базі даних; поміщення мультіполігону ділянки на електронний черговий кадастровий план з переобчисленням координат з локальної системи в систему функціонування ЗКС; імпорт атрибутивної інформації з тимчасової бази до відповідних реєстрів системи.

10. Експериментально встановлено, що в процесі оцифрування найбільша кількість помилок (10-25%) допускається при введенні текстових рядків довжиною більше 20 символів. При введенні алфавітно-цифровий рядка невеликою довжиною (до 5-6 символів) помилкові значення складають 1-2%. При виборі параметрів з кла-

сифікаторів помилкові значення знаходяться в межах 1%. Доведено, що найбільш ефективним контролем підготовки атрибутивної інформації є незалежна дворазова підготовка даних з подальшим автоматичним контролем збігу значень і подальшою перевіркою і коректуванням незбіжних значень.

11. На основі потенційно запитуваної інформації розроблена класифікація користувачів земельно-кадастрової інформації в мережі Інтернет і виконано порівняльний аналіз сучасних технологій представлення просторової інформації в Інтернет. Проведена апробація і створені тестові версії веб-сервісів на основі технологій векторної графіки SVG і картографічних серверів, а також розроблено модуль формування даних для відображення земельно-кадастрової інформації на картографічних сервісах.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Могильний С.Г. Топологічна та координатна корекція меж землекористування в автоматизованих системах кадастру / С.Г.Могильний, Д.Ю.Гавриленко // Вісник геодезії та картографії. – 2010. – №4. – С. 33-40.

2. Гавриленко Д.Ю. Метод обеспечения целостности геометрии объектов в земельно-кадастровой системе / Д.Ю. Гавриленко // Аграрний вісник Причорномор'я: збірник наукових праць. — Одеса: «ТЕС». – 2009. – Випуск 51.– С. 72–76.

3. Гавриленко Д.Ю. Муниципальные и земельно-кадастровые Интернет-ресурсы / Д.Ю. Гавриленко // Наукові праці ДонНТУ: серія гірничо-геологічна. – Донецьк: ДонНТУ. – Випуск 9(143). – 2009. – С. 54-58.

4. Гавриленко Д.Ю. Модель структуры учетной подсистемы автоматизированной земельно-кадастровой системы / Д.Ю. Гавриленко // Наукові праці ДонНТУ: серія гірничо-геологічна.– Донецьк: ДонНТУ. – Випуск 12(173). – 2010 – С. 131-141

5. Гавриленко Д.Ю. Структура просторової інформації в автоматизованих земельно-кадастрових системах / Д.Ю. Гавриленко // Геодезія, архітектура та будівництво: II міжнар.конф.молодих вчених ГАС, 15-18.05 2009 р. – Львів, 2009. – С.123-126.

6. Гавриленко Д.Ю. Представление земельно-кадастровой информации в сети Интернет / Д.Ю. Гавриленко // Екологізація сталого розвитку агросфери і ноосферна перспектива інформаційного суспільства: междунар. научн.-техн. конф., 3-5 окт. 2007 г.: тезисы докл. – 2007. –С. 173.

АНОТАЦІЯ

ГАВРИЛЕНКО Д.Ю. Обґрунтування та дослідження інформаційних і просторово - топологічних моделей об'єктів земельних кадастрових систем. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.04 - Кадастр та моніторинг земель. - Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2011.

У дисертації викладено авторський підхід в обґрунтуванні та дослідженні інформаційних і просторово-топологічних моделей об'єктів земельних кадастрових систем в умовах України. Доведено, що всі просторові об'єкти земельно-кадастрової системи, можуть бути описані за допомогою мультиполігона, що дозволяє спростити опис складних контурів і зменшити обсяг бази даних. Розроблено структуру збе-

реження просторової інформації на основі абстрактного класу «геометрія об'єктів», який дозволяє інтегрувати дані земельного кадастру до єдиної системи геопросторових даних. Розроблено теорію та алгоритм топологічної і координатної корекції меж полігонів із спільною геометрією, які забезпечують геометричну цілісність об'єктів, як при випадкових похибках, так і при грубих помилках, а так само сприяє підвищенню точності визначення площ. Удосконалено структуру облікової частини автоматизованої земельно-кадастрової системи на основі існуючого законодавства, практики ведення вітчизняного земельного кадастру, досвіду зарубіжних країн. Виділено основні метрики якості земельно-кадастрової інформації. Встановлено критерії для оцінки якості геометрії земельної ділянки, які використані для аналізу просторової інформації обмінних файлах IN4. Розроблено технологію переведення до електронного виду інформації по правовстановлюючих документах, що були видані раніше, і виконана оцінка трудовитрат і якості інформації при введенні атрибутивних даних. Розроблено класифікацію користувачів земельно-кадастрової інформації в мережі Інтернет та виконано порівняльний аналіз сучасних технологій представлення просторової інформації в Інтернет.

Ключові слова: земельно-кадастрові системи, моделі даних, топологія, бази даних, якість даних, картографічні мережеві сервіси.

АННОТАЦІЯ

ГАВРИЛЕНКО Д.Ю. Обоснование и исследование информационных и пространственно-топологических моделей объектов земельных кадастровых систем. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.24.04 - кадастр и мониторинг земель. - Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, 2011.

В диссертации изложен авторский подход в обосновании и исследовании информационных и пространственно-топологических моделей объектов земельных кадастровых систем в условиях Украины. Доказано, что все пространственные объекты земельно-кадастровой системы, могут быть описаны с помощью мультиполигона, что позволяет упростить описание сложных контуров и уменьшить объем базы данных. Разработана структура хранения пространственной информации на основе абстрактного класса «геометрия объектов», который позволяет интегрировать данные земельного кадастра в единую систему геопространственных данных. Разработана теория и алгоритм топологической и координатной коррекции границ полигонов с общей геометрией, которые обеспечивают геометрическую целостность объектов, как при случайных, так и при грубых ошибках, а так же способствует повышению точности определения площадей. Усовершенствована структура учетной части автоматизированной земельно-кадастровой системы на основе существующего законодательства, практики ведения отечественного земельного кадастра, опыта зарубежных стран.

На основе анализа научных работ и готовых программных продуктов выполнено концептуальное проектирование реестров данных с учетом: соответствия модели ядра учетной подсистемы земельно-кадастровой системы; описания минимального набора параметров, необходимых для ведения кадастра; обеспечения полного архи-

ва объектов, субъектов и документов; минимизации дублирования информации; обобщения системы классификации свойств объектов; обеспечения гибкости системы.

Выделены основные метрики качества земельно-кадастровой информации. Установлены критерии для оценки качества геометрии земельного участка, которые использованы для анализа пространственной информации обменных файлах IN4. Разработана технология перевода в электронный вид информации по ранее выданным правоустанавливающим документам и выполнена оценка трудозатрат и качества информации при вводе атрибутивных данных. Произведено оценивание эффективности выявления ошибок при автоматическом и визуальном контроле.

Разработана классификация пользователей земельно-кадастровой информации в сети Интернет и выполнен сравнительный анализ современных технологий представления пространственной информации в Интернет.

Ключевые слова: земельно-кадастровые системы, модели данных, топология, базы данных, качество данных, картографические сетевые сервисы.

ABSTRACT

GAVRYLENKO D.Y. Validation and Research of the Informational and Spatial Topological Models for the Objects of the Land Cadastral Systems. – A Manuscript.

The thesis for a degree of the candidate of science majoring in 05.24.04 – Cadastre and Land Monitoring. – Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev, 2011.

The thesis expounds the author's approach to validating and researching the information and spatial/topological models for the objects of the land cadastral system under conditions of Ukraine. It is proven that all spatial objects of the land cadastral system can be described by multipolygon, which allows simplifying the description of composite contours and reducing the capacity of the database. The structure of the spatial data that are based on abstract class «geometry» is developed. The theory and the algorithm of the borders' topological and coordinate correction with the shared geometry are developed. They promote increasing accuracy in defining land parcel's areas as well. There is improved the structure of an automated land cadastral system's registration subject to existing legislation, practice of national land management and foreign countries' experience. The basic metrics of land cadastral data's quality are determined. The criteria for estimating the geometry's quality of parcels for analyzing the spatial data exchange files IN4 are defined. The technology of transferring cadastral data to an electronic view is designed. The labour capacity and quality of input data are estimated. The classification of cadastral data users' in the Internet is developed and the comparative analysis of modern technologies for cadastral data representation in the Internet is done.

Key words: Cadastral systems, data models, topology, database, data quality, network map services.