

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБЛЕННЯ НАБОРІВ ПРОФІЛЬНИХ ДАНИХ ГЕНЕРАЛЬНИХ ПЛАНІВ

Мета. Метою дослідження є розроблення об'єктно-орієнтованої геоінформаційної моделі наборів профільних геопросторових даних генеральних планів населених пунктів. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю задоволення сучасних вимог законодавства щодо розроблення в складі графічної частини документації генерального плану наборів профільних геопросторових даних та нагальністю завдань підвищення рівня автоматизації та рівня якості цифрових даних у складі генерального плану для їх подальшого ефективного використання в системі містобудівного кадастру. **Методика.** Основу методики розроблення геоінформаційної моделі генерального плану становить традиційний підхід до проектування бази даних (БД), що містить рівні концептуального, логічного та фізичного моделювання. Для концептуального моделювання використано уніфіковану мову моделювання UML (Unified Modeling Language), яка рекомендована як основний засіб моделювання в комплексі міжнародних стандартів з географічної інформації/геоматики та програмний засіб, що підтримує інтерактивний режим створення UML-діаграм Visio. Для реалізації бази геопросторових даних генерального плану та поведінкової складової геоінформаційної моделі використано розширення стандартної мови SQL99 новим типом даних geometry та вбудованими функціями, що забезпечують зберігання, опрацювання і аналіз геопросторових даних у реляційних системах керування базами даних. Запропоновані моделі в дослідженні реалізовано в середовищі об'єктно-реляційної СКБД PostgreSQL/Postgis та геоінформаційної системи QGIS. **Результати.** Виконано типізацію моделей організації наборів профільних геопросторових даних (НПГД) у ГІС та обґрунтовано переваги застосування об'єктно-реляційної моделі даних для підготовки НПГД у складі генерального плану. Запропоновано та реалізовано технологічну модель формування наборів профільних геопросторових даних на основі бази геопросторових даних об'єктів генерального плану. Наведено приклад реалізації методів для автоматизованої побудови зон обмежень генерального плану з використанням SQL-функції. **Наукова новизна.** Розроблено модель формування наборів профільних геопросторових даних генеральних планів, яка базується на інтеграції об'єктно-реляційних баз даних та геоінформаційних систем та об'єктно-орієнтовану модель геопросторових даних об'єктів генерального плану, реалізація якої в середовищі ОР СКБД забезпечує незалежність даних від засобів та форматів інструментальних геоінформаційних систем. **Практична значущість.** Запропонована об'єктно-орієнтована модель геопросторових даних генерального плану забезпечує підвищення ефективності створення і використання наборів профільних геопросторових даних генеральних планів в містобудівному кадастрі.

Ключові слова: містобудівна документація; набори профільних геопросторових даних; генеральний план; об'єктно-орієнтована модель; база геопросторових даних

Вступ

Сучасні вимоги до містобудівної документації та системи містобудівного кадастру передбачають, зокрема формування наборів профільних геопросторових даних в єдиній системі класифікації та кодування об'єктів містобудування, що разом із наборами метаданих реєструються в базах даних інформаційної системи містобудівного кадастру.

Але дотепер відсутня цілісна система нормативних документів, яка регламентує типи наборів профільних геопросторових даних,

каталог класів геопросторових об'єктів, концептуальну та логічну моделі наборів профільних геопросторових даних, не сформовано вимоги до цифрових форматів й кодування складових містобудівної документації для їх однозначної ідентифікації, реєстрації, зберігання, пошуку та використання в системі містобудівного кадастру, дотепер переважає графічний підхід до виготовлення документів, зорієнтований на підготовку просторових схем картографічних зображень, а не їх ГІС-моделей.

Відсутність перелічених компонентів системи нормативних документів на набори профільних даних генерального плану не дозволяє перейти від автоматизації підготовки картографічних документів до геоінформаційної моделі проектних рішень для ГІС управління територіями та інтегрування інформаційних ресурсів в національну інфраструктуру геопросторових даних.

Мета

Метою дослідження є розроблення об'єктно-орієнтованої геоінформаційної моделі наборів профільних геопросторових даних генеральних планів населених пунктів.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю задоволення сучасних вимог законодавства щодо розроблення в складі графічної частини документації генерального плану наборів профільних геопросторових даних та нагальністю завдань підвищення рівня автоматизації та рівня якості цифрових даних в складі генерального плану для їх подальшого ефективного використання в системі містобудівного кадастру.

Методика

Набори профільних геопросторових даних (НПГД) можна визначити як уніфікований набір геоінформаційних моделей об'єктів, що містяться у складі просторових схем і планів містобудівної документації і проектною документації у державній геодезичній системі координат УСК-2000 і єдиній системі класифікації та кодування об'єктів будівництва для формування баз даних містобудівного кадастру.

В сучасних геоінформаційних системах застосовують три основні моделі наборів профільних геопросторових даних в ГІС: файлова геоінформаційна модель (ФГМ), геореляційна (ГРМ) та об'єктно-реляційна (ОРМ) [Максимова, 2017].

Не дивлячись на те, що ці моделі еволюціонували від файлової до об'єктно-реляційної моделі, всі вони дотепер застосовуються в ГІС.

Якщо говорити про файлові та геореляційні моделі, то їх структура, наповнення та засоби інтелектуалізації у вигляді процедурних знань прикладного моделювання залишаються платформи-залежними, а отже, обмежені можливості як обміну, так і трансферу знань від проектувальника до комп'ютера. Концептуально лише ОРМ, яка в єдиному середовищі об'єднує як базові геопросторові дані в незалежних форматах, так і незалежні від інструментальних ГІС базові та прикладні функції моделювання поведінки, забезпечує реалізацію геопросторових моделей і програмних засобів просторового аналізу незалежно від ГІС-платформи.

Таким чином, ключова гіпотеза дослідження ґрунтується на тому, що використання об'єктно-орієнтованої моделі НПГД на основі ОР СКБД дозволяє максимально підвищити рівень уніфікації атрибутивних і просторових даних та рівень уніфікації засобів геоінформаційного аналізу даних (рис. 1). Ядром технологічної моделі формування НПГД генерального плану (ГП), поданої на рис. 2, є: база даних об'єктів генерального плану; блок прикладних засобів просторового аналізу та моделювання об'єктів

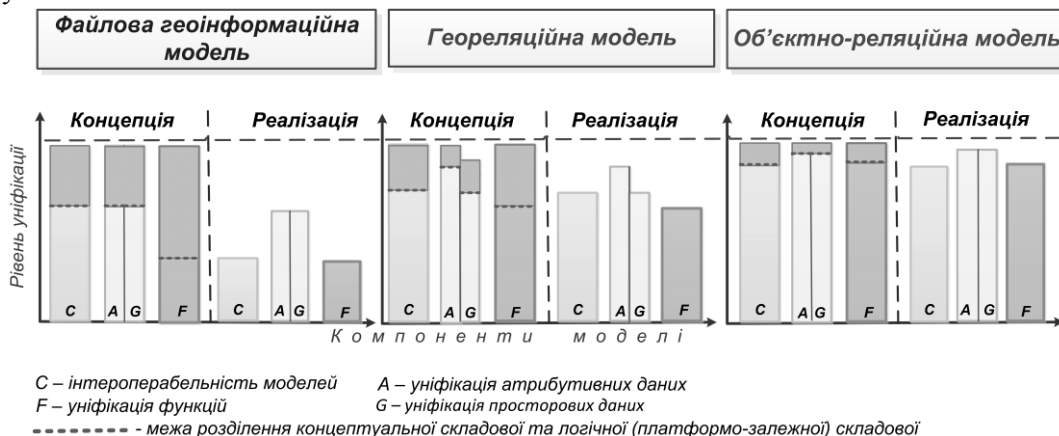


Рис. 1. Рівні уніфікації структури та змісту в моделях наборів профільних геопросторових даних.

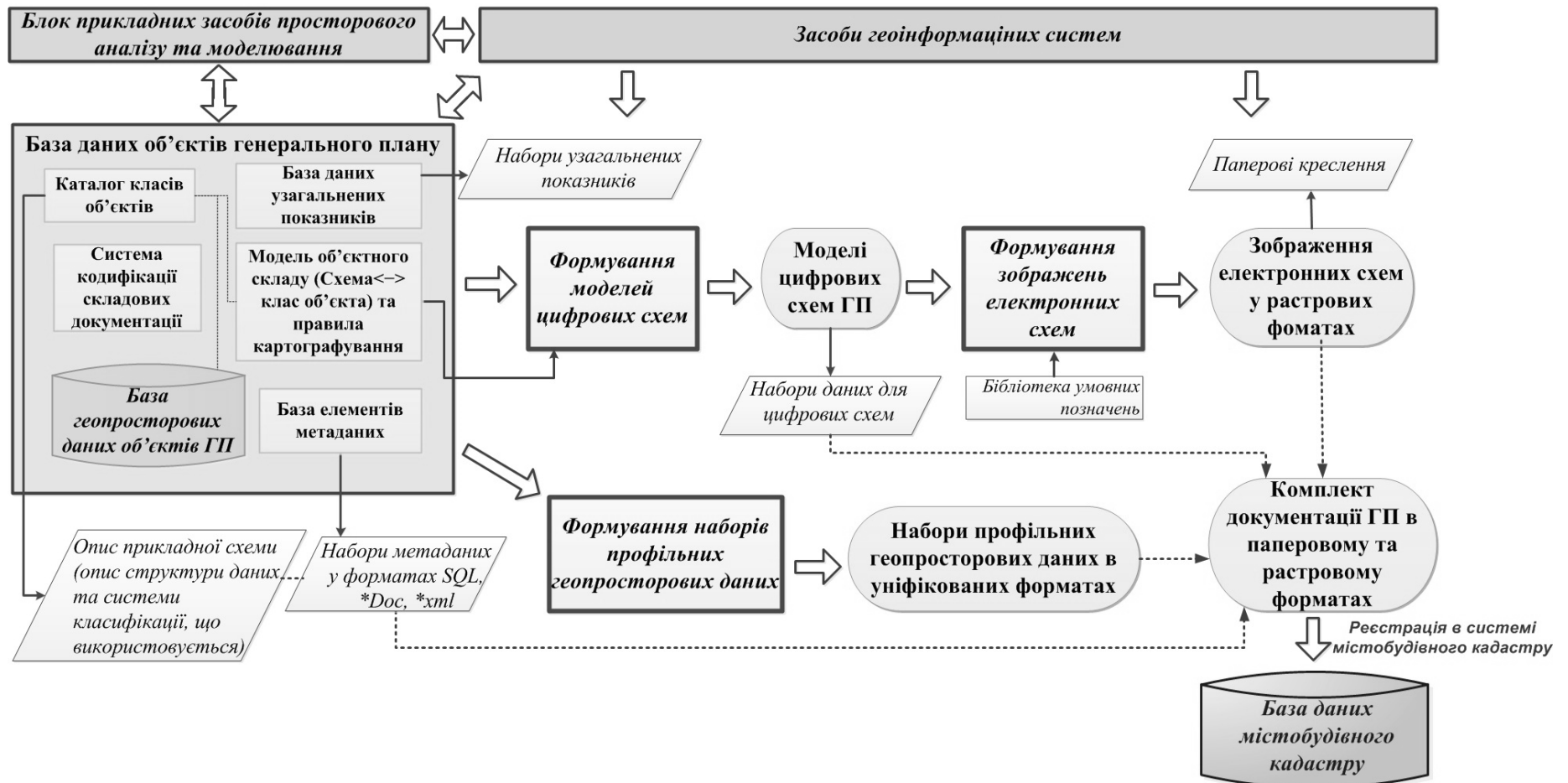


Рис. 2. Технологічна модель формування НІГД генерального плану на основі бази геопросторових даних

НПГД, які взаємодіють як з базою даних об'єктів ГП, так і з засобами інструментальної ГІС; засоби інструментальної ГІС.

База даних об'єктів генерального плану є основою моделювання та джерелом для формування цифрових схем за визначеними правилами картографування і формування зображень електронних схем в ГІС. Засоби інструментальної ГІС забезпечують зв'язок з базою даних об'єктів генерального плану та за результатами геоінформаційного моделювання в автоматизованій системі підготовки НПГД генеральних планів (рис. 2) формуються такі складові комплекта документації в обмінних форматах даних, підготовленого для передачі на реєстрацію в системі містобудівного кадастру: набори профільних геопросторових даних ГП; набори електронних растрових планів (схем) відповідно до вимог ДБН Б.1.1-15:2012; текстові матеріали (форма техніко-економічних показників генерується системою автоматично); метадані про комплект документації та його складові, в тому числі про НПГД; прикладна схема (з описом структури даних та системи класифікації, що використовується).

В структурі об'єктно-орієнтованої моделі геопросторових даних генерального плану, поданої на рис. 3, виділено такі складові:

1) база знань, яка зберігає відомості про інформаційні ресурси геоінформаційної системи автоматизації підготовки профільного набору даних та включає: класифікатор комплектів містобудівної документації, який забезпечує однозначну ідентифікацію електронних копій документації генерального плану та об'єктів НПГД; прикладну схему бази геопросторових даних та каталог класів геопросторових об'єктів генерального плану, які визначають концептуальну модель наборів профільних геопросторових даних; профіль базових та додаткових елементів метаданих тощо;

2) база даних, що включає: базу геопросторових даних об'єктів генерального плану та базу геопросторових даних об'єктів плану зонування; базу даних узагальнених показників структурно-планувальних одиниць, яка забезпечує автоматизацію процесу визначення техніко-економічних показників; бібліотеку SQL-функцій для методів, що моделюють поведінку об'єктів генерального плану та забезпечують цілісність бази даних, яка ґрунтується на вбудованих функціях мови SQL, що відповідають вимогам специфікації



Рис. 3. Узагальнена структура ООМ геопросторових даних генерального плану

відкритого геопросторового консорціуму (OGC) [OpenGIS Implementation Specification for Geographic information – Simple feature access –Part 2: SQL option.] та міжнародного стандарту

ISO/IEC 13249-3:2011. Information technology– Database languages – SQL Multimedia and Application Packages – Part 3: Spatial – 2012.

Як зазначалося попередньо, моделювання поведінки об'єктів генерального плану реалізовано з використанням бібліотеки прикладних SQL-функцій. Моделювання функціональної поведінки об'єктів включає вирішення таких задач: автоматизація процесу визначення містобудівної якості та техніко-економічних показників території, побудова містобудівних об'єктів, визначення оптимального розташування об'єктів тощо. В загальному, моделювання поведінки об'єктів можна подати як обробну систему, яка визначається як сукупність вхідних та вихідних даних, базових та прикладних функцій просторового аналізу та моделювання, правил взаємодії перелічених складових системи. Обробну систему процесу моделювання поведінки об'єктів ГП (S) можна визначити такою п'ятіркою:

$$S = \{D_O, D_R, F_O, F_A, R\} \quad (1)$$

де D_O – множина вхідних даних, яка включає в себе просторові дані G_O та непросторові дані C_O : $D_O = G_O \cup C_O$; D_R – множина результуючих даних, яка включає в себе просторові дані G_R та непросторові дані C_R : $D_R = G_R \cup C_R$; F_O – базові функції просторового аналізу і моделювання; F_A – прикладні функції вирішення задач панування території, які реалізують перетворення вхідних даних в результуючі дані: $F_A = D_O \rightarrow D_R$ або $D_R = F_A(D_O)$; R – правила визначення сценаріїв застосування базових функцій F_O в системі моделювання поведінки об'єктів генерального плану: $R_i: F_{Ai} = \{F_{Oj}\}$, де F_{Ai} – прикладна функція моделювання поведінки об'єкта.

В межах однієї публікації неможливо докладно розглянути методику та реалізацію вирішення зазначених задач моделювання поведінки об'єктів генерального плану. В роботі автора дослідження [Максимова, 2017] розглянуто методику та приклад реалізації автоматизації процесу визначення техніко-економічних показників генерального плану. В цій публікації в розділі «результати» наведено приклад реалізації автоматизації процесу побудови зон обмежень.

Результати

Геоінформаційну технологію підготовки наборів профільних геопросторових даних реалізовано в середовищі СКБД PostgreSQL/postgis [https://www.postgresql.org/] та ГІС QGIS [http://qgis.org/ru/site].

Для випуску графічних матеріалів в базі знань системи визначено правила формування цифрових моделей схем генерального плану (розділ «Модель об'єктного складу та правила картографування» на технологічній схемі, рис.2) на основі бази геопросторових даних об'єктів генерального плану (рис. 4). На базі цих правил сформовано проекти (шаблони) типових моделей подання просторових рішень у вигляді схем, передбачених в ДБН Б.1.1-15:2012, наприклад таких як план існуючого використання (рис. 5), схема інженерного обладнання території (рис. 6) тощо.



Рис. 4. Модель формування просторових схем генерального плану з використанням БГД

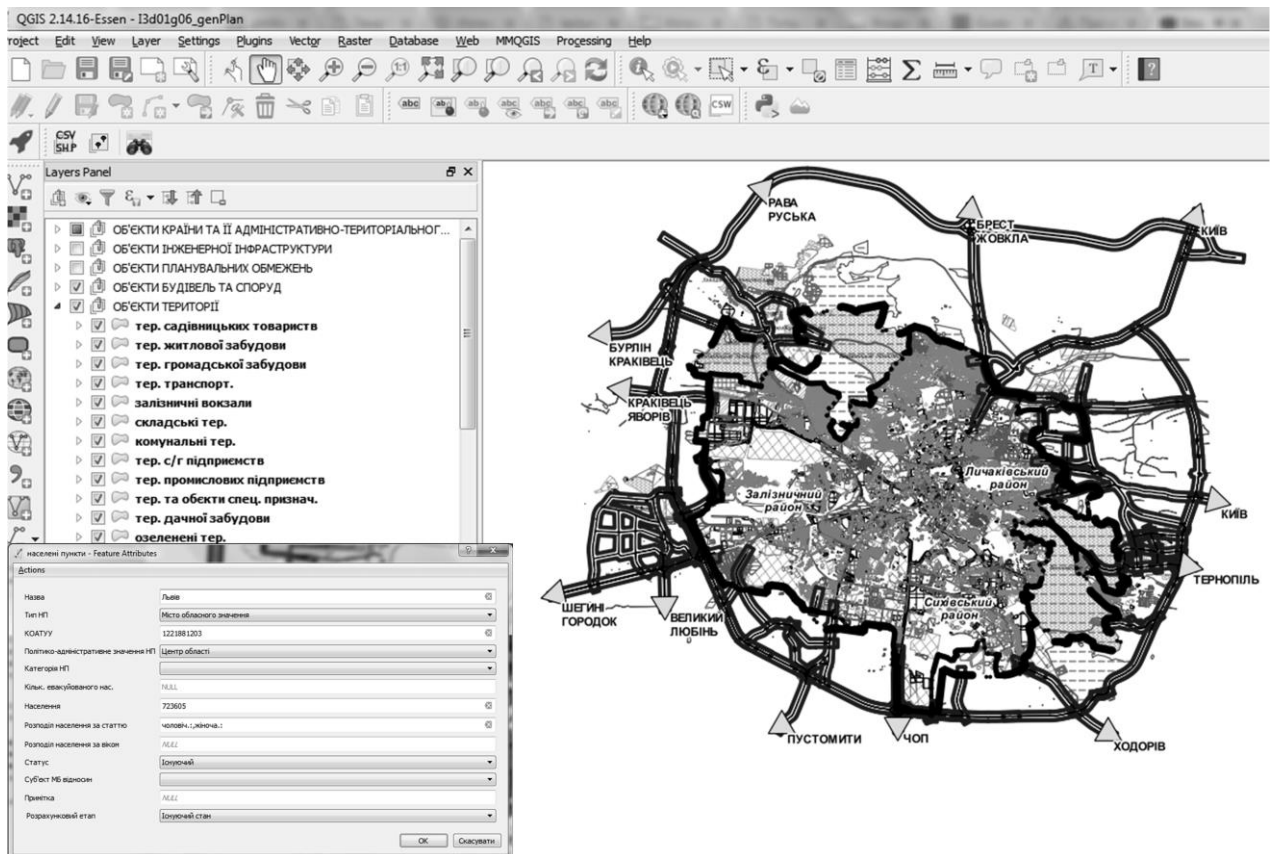


Рис. 5. Фрагмент генерального плану м. Львів в середовищі QGIS (основне креслення)

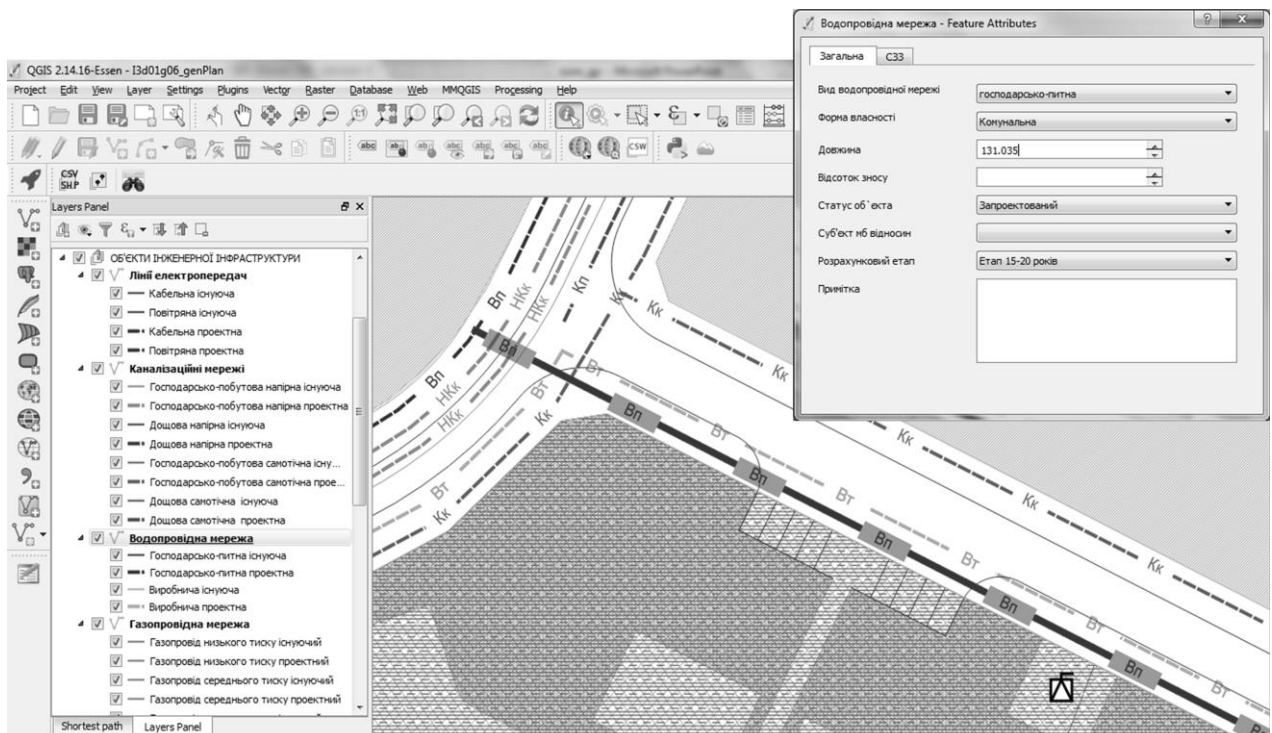


Рис. 6. Фрагмент генерального плану с. Бобринця в середовищі QGIS (схема інженерного обладнання території)

Побудова тематичних зон відноситься до задач просторового моделювання об'єктів в ГІС, а саме операцій із визначення геометрії об'єктів.

Методику формування геопросторових даних тематичних зон засобами ГІС розглянуто на прикладі зон обмежень. Зони обмежень

переважно встановлюються як певна буферна зона нормативно визначених розмірів відносно меж території або конструктивних ліній штучних споруд режимоутворюючих об'єктів (РО). Для реалізації автоматизованої побудови зон обмежень в геоінформаційній моделі генерального плану розроблено: формалізовану базу нормативних даних (БНД) планувальних обмежень на основі нормативно-правових

документів, технічних регламентів тощо щодо вимог до встановлення зон обмежень навколо РО; бібліотеку прикладних PL/pgSQL-функцій, яка реалізує автоматизацію процесу створення, збереження, вилучення зон обмежень в БГД.

Узагальнена схема реалізації процесу побудови зон обмежень в середовищі ОР СКБД подана на рис. 7.

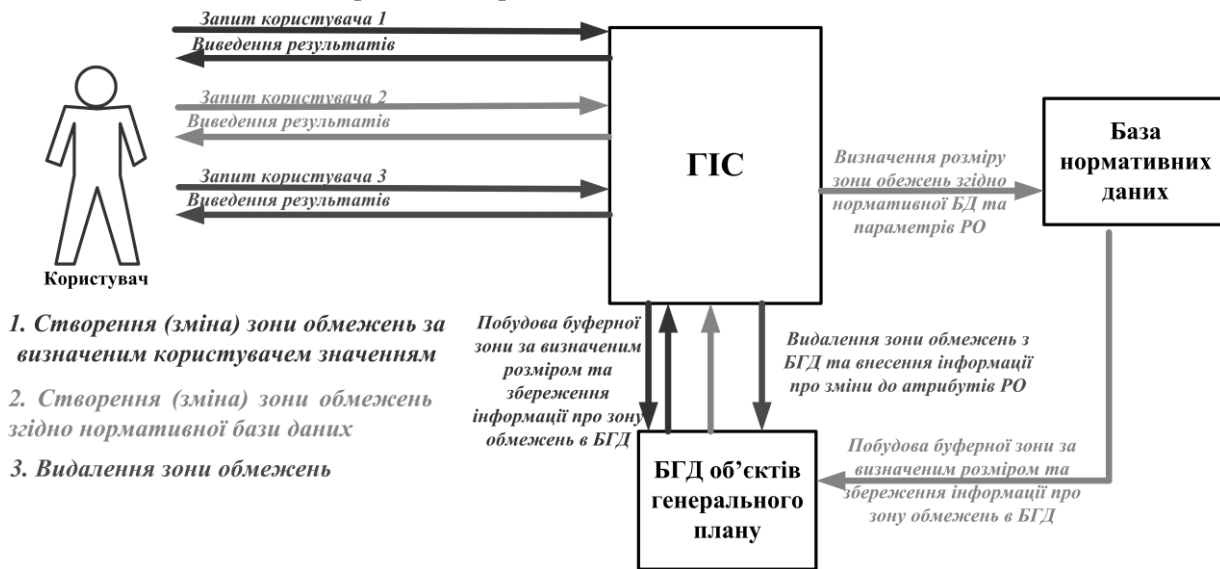


Рис. 7. Узагальнена схема реалізації автоматизації процесу побудови зон обмежень.

Розглянемо фізичну реалізацію побудови об'єктів планувальних обмежень на прикладі санітарно-захисних зон (СЗЗ). Процес включає наступні етапи (далі приведено фрагмент SQL-функції бібліотеки моделювання поведінки об'єктів):

1. Створення тригерної SQL-функції для РО, яка відповідає за побудову чи видалення СЗЗ.

1.1 Створення функції та оголошення змінних:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION
law._add_new_resz_zone_ind()
RETURNS trigger AS
$BODY$
DECLARE v bigint; size real;_statmd
bigint;_class_code text;
BEGIN
```

1.2 Визначення дій, які виконуватимуться за умови створення нового РО:

```
IF TG_OP = 'INSERT' THEN
```

1.2.1 Визначення розміру СЗЗ:

```
SELECT(CASE WHEN ( new.regim_obj is
true and (new.zon_size<>0 )) THEN new.zon_size
```

```
WHEN( new.regim_obj_doc is true and (new.type
is not NULL )) THEN
```

```
(select zone_size
from law.sys_san_prot_zone_class_view
where id_code=new.type) END) into _size;
```

1.2.2 Побудова нової СЗЗ

```
INSERT INTO resz_zone( type, size, class,
statmd, geom, moid_obj) VALUES(
70311033,_size, CASE WHEN new.class IS NOT
NULL THEN new.class ELSE (select class_code
from law.sys_san_prot_zone_class_view where
id_code=new.type) end ,new.statmd,
st_buffer(new.geom,_size), new.moid);
```

```
RETURN NEW;
```

```
END IF;
```

1.3 Визначення дій, які виконуватимуться за умови оновлення режимоутворюючого об'єкта

```
IF TG_OP = 'UPDATE' THEN
```

1.3.1 Видалення СЗЗ

```
IF (old.regim_obj is true and new.regim_obj is
false ) OR (old.regim_obj_doc is true and
new.regim_obj_doc is false ) THEN DELETE
FROM resz_zone WHERE moid_obj=new.moid
and statmd=new.statmd; END IF;
```

1.3.2 Побудова C33

```
IF EXISTS (select * from resz_zone where
moid_obj=new.moid and statmd=new.statmd) IS
FALSE THEN select(case when ( new.regim_obj is
true and (new.zon_size<>0 )) THEN new.zon_size
WHEN( new.regim_obj_doc is true and (new.type
is not NULL )) THEN (select zone_size from
law.sys_san_prot_zone_class_view
where
id_code=new.type) end) into _size;
```

```
INSERT INTO resz_zone( type, size, class,
statmd, geom, moid_obj) VALUES(
70311033,_size, case when new.class is NOT
NULL then new.class ELSE
```

```
(select class_code
from
law.sys_san_prot_zone_class_view
where
id_code=new.type)
end ,new.statmd,
st_buffer(new.geom,_size), new.moid);
```

```
RETURN NEW; END IF;
```

1.3.3 Оновлення C33

```
IF EXISTS (select * from resz_zone where
moid_obj=new.moid and statmd=new.statmd) is
true THEN select(case when ( new.regim_obj is
true and (new.zon_size<>0 )) then new.zon_size
when( new.regim_obj_doc is true and (new.type is
not NULL )) THEN (select zone_size from
law.sys_san_prot_zone_class_view
where
id_code=new.type) end) INTO _size; UPDATE
resz_zone SET
geom=st_buffer(new.geom,_size),size=_size,class=
new.class WHERE statmd=new.statmd and
moid_obj=new.moid;
```

```
END IF; return new; END IF; RETURN NEW;
END$BODY$ LANGUAGE plpgsql VOLATILE
COST 1000;
```

2. Створення триггеру, який викликає функцію law._add_new_resz_zone_ind():

```
CREATE TRIGGER _add_new_resz_zone
AFTER INSERT OR UPDATE
ON ter_production_territory
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE
law._add_new_resz_zone_ind();
```

Наукова новизна і практична значущість

В роботі виконано теоретичні узагальнення та одержано практичні результати вирішення науково-прикладної задачі розроблення методичних основ об'єктно-орієнтованої моделі геопросторових даних генерального плану для підвищення ефективності створення і використання наборів профільних

геопросторових даних генеральних планів в містобудівному кадастрі.

Висновки

В дослідженні визначено структуру та складові частини об'єктно-орієнтованої моделі геопросторових даних генерального плану, запропоновано узагальнену схему формування наборів профільних геопросторових даних та схем генерального плану на основі об'єктно-орієнтованої моделі геопросторових даних генерального плану.

Використання об'єктно-реляційної моделі наборів профільних геопросторових даних дозволяє забезпечити не тільки незалежність від ГІС-платформи, а й реалізувати перенесення трансферу знань між різними системами у вигляді процедурних функцій.

Перспективними напрямками подальших досліджень є інтеграція ГІС з даними містобудівного моніторингу та іншими вхідними джерелами і нарощування типових задач для підвищення рівня автоматизації процесів підготовки документації та прийняття рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Горковчук, Д. В. Розроблення геоінформаційної моделі зонування міських територій для використання в системах містобудівного кадастру [Текст] / Д. В. Горковчук // ScienceRise. – 2016. – № 2 (29).
- Лященко, А. А. Системні вимоги до сучасного містобудівного кадастру та містобудівної документації [Текст] / А. А. Лященко // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – № 47. – с. 397 – 405.
- Максимова, Ю. С. Аналіз моделей наборів профільних геопросторових даних генеральних планів / Ю. С. Максимова. // ScienceRise. – 2017. – №7. – С. 48–53.
- Максимова, Ю. С. Об'єктно-орієнтована модель геопросторових даних генерального плану [Текст] / Ю. С. Максимова // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 31. – С. 92 – 100.
- Сайт програмного засобу PostgreSQL [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.postgresql.org/>
- Сайт програмного засобу QGIS [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://qgis.org/ru/site>

Склад та зміст генерального плану населеного пункту: ДБН Б.1.1-15:2012. – [Чинний від 2012.07.13]. – К. : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлового комунального господарства, 2012. – 27 с. – (Державні будівельні стандарти).

A G-O Yeh. (2005). Urban planning and GIS. Geographical Information Systems, 62. Retrieved from:
http://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch62.pdf

Allen, S. (2009). Points and Lines: Diagrams and Projects for the City. / S. Allen – New York: Princeton Architectural press.

Bretagnolle, A., Daude, E., Pumain. D.: From Theory To Modeling: Urban Systems As Complex Systems. CyberGe: European Journal of Geography 355, 1-17 (2005).

Formulation of gis based master plans for amrut cities. Design and Standards (2016). Ministry of Urban

Development. Retrieved from:
http://www.amrut.gov.in/writereaddata/designandStandards_AMRUT.pdf

Handbook of Applied Spatial Analysis Software Tools, Methods and Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010 p.828. Manfred M. Fischer • Arthur Getis.

Integrating geographic information systems and agent-based modeling techniques for simulating social and ecological processes /editor, H. Randy Gimblett p. cm — (Santa Fe Institute studies in the sciences of complexity) Includes bibliographical references and index. ISBN 0-19-514336-1; ISBN 0-19-514337-X (pbk.). p.342 , 2002 by Oxford University Press, Inc.

ISO/IEC 13249-3:2011 – Information technology– Database languages – SQL Multimedia and Application Packages – Part 3: Spatial – 2012.

OpenGIS Implementation Specification for Geographic information – Simple feature access –Part 2: SQL option.

Надійшла 21.03.2018 р.