

УДК 528.48:004.451.52

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.86173

РОЗРОБЛЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЗОНУВАННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМАХ МІСТОБУДІВНОГО КАДАСТРУ

©Д. В. Горковчук

DEVELOPMENT OF GEOINFORMATION ZONING MODEL OF URBAN TERRITORIES FOR USE IN URBAN CADASTER SYSTEMS

© D. Gorkovchuk

Досліджено структуру та склад геоінформаційних ресурсів зонінгу. Розроблено геоінформаційну модель геопросторових даних зонінгу на основі об'єктно-реляційної системи керування базами даних. Апробовано розроблену модель зонінгу в середовищі відкритої системи керування базами даних PostgreSQL. Реалізовано прикладну SQL-функцію для автоматичного формування містобудівних умов і обмежень забудови земельної ділянки

Ключові слова: зонування, зонінг, регламент, об'єктно-реляційний підхід, геоінформаційна модель, база геопросторових даних

The structure and composition of zoning spatial resources is explored. Geoinformation mode of geospatial zoning data on the basis of object-relational database management system is developed. Developed zoning model is tested in the environment of open-source database management system PostgreSQL. Applied SQL-function for automatic creation of build conditions and restrictions of land development is implemented

Keywords: zoning, town-planning, regulations, object-relational approach, geoinformation model, geospatial database

1. Вступ

План зонування території (зонінгу) згідно Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» визначається як спеціальний вид містобудівної документації, в якій визначаються умови та обмеження щодо забудови та іншого використання території населених пунктів. Зонінг є важливою складовою містобудівних регламентів, які підлягають реєстрації в геоінформаційній системі містобудівного кадастру (ГІС МБК), оприлюдненню на веб-ресурсах органів місцевого самоврядування та обов'язковому дотриманню усіма суб'єктами містобудівної діяльності. Для ефективного використання інформаційних ресурсів зонінгу в зазначених вище цілях сучасними нормативами в сфері містобудування в складі плану зонування повинні створюватись та надаватись набори профільних геопросторових даних (НІГД), що містять геоінформаційні моделі територіальних зон і містобудівних регламентів.

В цій роботі розглядається склад, структура, концептуальні та логічні моделі НІГД зонінгу, які забезпечують ефективне застосування ГІС на усіх етапах життєвого циклу зонінгу – від його розроблення, можливого коригування до використання в ГІС містобудівного кадастру та інших інформаційних системах планування і управління територіями міст.

2. Аналіз літературних даних

Зонінг розглядається як важлива складова проектів просторового планування міських територій як у вітчизняній, так і у зарубіжній практиці регулювання містобудівної діяльності.

Значна частина публікацій в сфері містобудівного проектування присвячена завданням застосування ГІС технологій для просторового моделювання в задачах планування територій [1], випуску проектної документації та подання проектних рішень у вигляді геопросторових моделей як складової інформаційних ресурсів національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) [2].

Складність задач просторового моделювання територіальних зон полягає в необхідності врахування багатьох природно-ландшафтних, інфраструктурних, соціально-економічних, санітарно-екологічних та інших особливостей міської території та її раціонального використання. Відповідно в наукових публікаціях розглядаються різні аспекти ефективного застосування ГІС-технологій в просторовому плануванні, такі як точне моделювання границь зон затоплення в районах повеней для проектування захисних заходів [3], чи зон забруднень ґрунтів на основі аналізу міграції забруднюючих речовин [4]. Пропонується концепція динамічного зонінгу для моделювання територій лісів [5] та територій транспорту [6, 7], яка базується на оперативному оновленні та моніторингу даних.

Комплексна технологія застосування ГІС в просторовому плануванні та його інтегрування з інформаційними ресурсами НІГД розглядається в працях, що висвітлюють результати проекту Plan4all [8, 9].

В доступних в Інтернет мережі як вітчизняних, так і зарубіжних геопорталах міст [10–12] публікуються електронні копії зображень планів зонування

без аналітичних функцій, які надавали б можливість формувати просторові запити і отримувати докладну інформацію про умови і обмеження забудови і використання території в межах певних земельних ділянок, що цікаві потенційним землекористувачам та інвесторам.

Типові вимоги до складу та змісту зонінгу визначені в ДСТУ-Н Б Б.1.1-12:2011 «Настанова про склад та зміст плану зонування території (зонінг)» (далі Настанова). Зокрема в цьому нормативному документі виділяються дві невід'ємні складові зонінгу – текстова і графічна. Не зважаючи на те, що Настанова передбачає розроблення зонінгу із застосуванням геоінформаційних технологій, вимоги до графічної частини сформовані лише у контексті формування електронного зображення схеми планування або її аналогового документа на паперових носіях. Аналогічно сформульовані лише вимоги до змісту текстового подання умов і обмежень в зонах без рекомендації щодо його структурованого формалізованого опису, який міг би забезпечити подальше використання його в інформаційних системах.

Можна констатувати, що плани зонування території населених пунктів України, навіть якщо вони розроблялися з використанням геоінформаційних систем (ГІС), залишаються неструктурованими документами, що ускладнює використання інформаційних ресурсів зонінгу в прикладних ГІС, наприклад, для експертизи містобудівних проектів на відповідність містобудівним регламентам або публікації та використання зонінгу на геопорталах органів місцевого самоврядування та в різних системах прийняття управлінських рішень.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є розроблення геоінформаційних моделей зонування міських територій та методики їх використання в об'єктно-реляційних системах керування базами даних (ОР СКБД).

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі задачі:

– розроблення структурної та логічної моделей бази геопросторових даних зонінгу;

– практична апробація розробленої об'єктно-реляційної моделі зонінгу на прикладі реалізації електронної версії плану зонування території міста Львова;

– розроблення алгоритму програми автоматизованого формування містобудівних умов і обмежень (МУО) з використанням SQL-функцій просторового аналізу;

– реалізація програми формування містобудівних умов у середовищі ОР СКБД PostgreSQL з просторовим розширенням PostGIS.

4. Геоінформаційне моделювання зонінгу в середовищі ОР СКБД

4.1 Структура та склад геоінформаційної моделі зонінгу

Створення та використання зонінгу в містобудівній практиці можна віднести до класичних задач просторового (геоінформаційного) моделювання, оскільки:

1) складові зонінгу (територіальні зони та підзони) за своїм змістом є геопросторовими об'єктами, що характеризуються координатним описом меж поширення і даними, які визначають регламенти (правила і обмеження) забудови та іншого використання земельних ділянок в зонах/підзонах;

2) задачі використання об'єктів зонінгу для визначення містобудівних умов і обмежень щодо забудови земельних ділянок або експертизи проектної документації на об'єкти містобудування ґрунтуються на аналізі просторових зв'язків і відношень земельних ділянок з просторовими об'єктами зонінгу;

3) наявність геоінформаційних моделей зонінгу забезпечує можливість широкого оприлюднення зонінгу на геопорталах органів місцевого самоврядування, що є однією з вимог Закону «Про регулювання містобудівної діяльності».

Характерною особливістю зонінгу є наявність великої кількості різних геопросторових та інформаційно-довідкових даних, сукупність яких формує набір профільних геопросторових даних зонінгу (рис. 1).

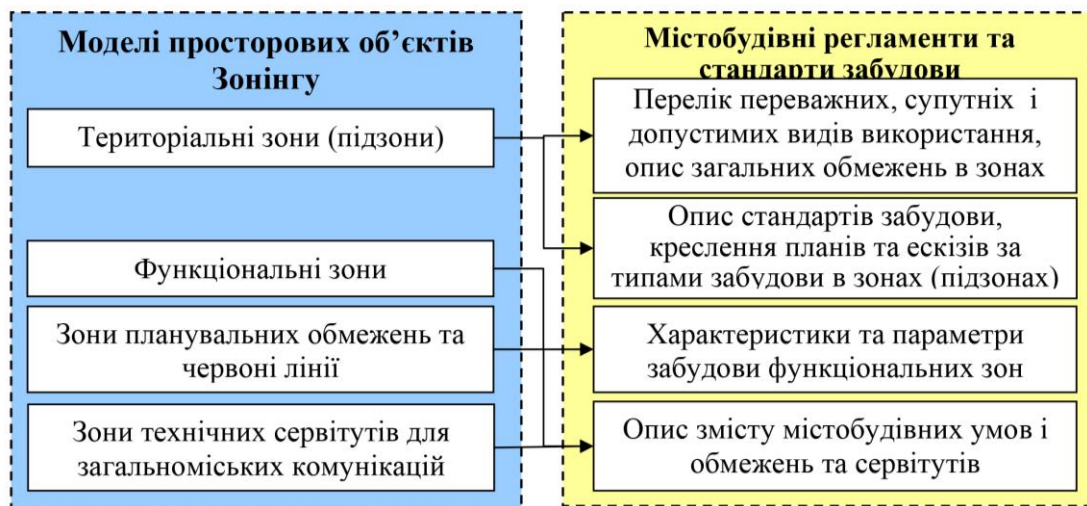


Рис. 1. Узагальнена структура набору профільних геопросторових даних зонінгу

Геоінформаційну модель використання зонінгу можна формально подати як обробну систему S такого змісту:

$$S = \{G_Z, A_Z, G_O, A_O, R_O, F_C, F_A\},$$

в якій G_Z – координатні описи меж зон/підзон обмежень, A_Z – множина атрибутів, що описують містобудівні регламенти в зонах, G_O – координатні описи меж земельних ділянок та об'єктів містобудування, A_O – множина атрибутів функціональних та інших характеристик об'єктів забудови, R_O – сукупність містобудівних умов і обмежень щодо забудови земельних ділянок, F_C – сукупність функцій аналізу просторових зв'язків і відношень G_Z та G_O , F_A – функція семантичного аналізу атрибутів.

Сукупності $\{G_Z, A_Z\}$ та $\{G_O, A_O\}$ складають моделі геопросторових даних зон/підзон обмеження забудови та земельних ділянок з об'єктами забудови відповідно. Сукупність R_O отримується в результаті застосування F_A до атрибутів об'єктів, що вибрані на основі просторового аналізу, тобто $R_O = F_A(G_{ZO}, A_Z, A_O)$,

де підмножина G_{ZO} є результатом вирішення задачі перетину G_Z та G_O , що лежить в основі просторового аналізу: $G_{ZO} = G_Z \cap G_O = F_C(G_Z, G_O)$.

Множину функцій просторового аналізу F_C складають операції мережного, буферного та оверлейного аналізу, що реалізовані в більшості сучасних інструментальних ГІС та просторових СКБД.

Основною сферою використання зонінгу населеного пункту є формування містобудівних умов і обмежень забудови земельних ділянок та ведення моніторингу дотримання містобудівних регламентів, визначених в містобудівній документації щодо зонування території. Методика і технологія вирішення цих задач в ГІС залежить від моделі геопросторових даних зонінгу.

В сучасних ГІС можна виділити дві моделі за структурою і способом організації даних [13] – файлова та об'єктно-реляційна.

Файлова модель (рис. 2) базується на змішаній структурі моделі даних, в якій координатні описи просторових моделей об'єктів та зв'язані з ними таблиці атрибутів зберігаються у вигляді сукупності двох або більше файлів.

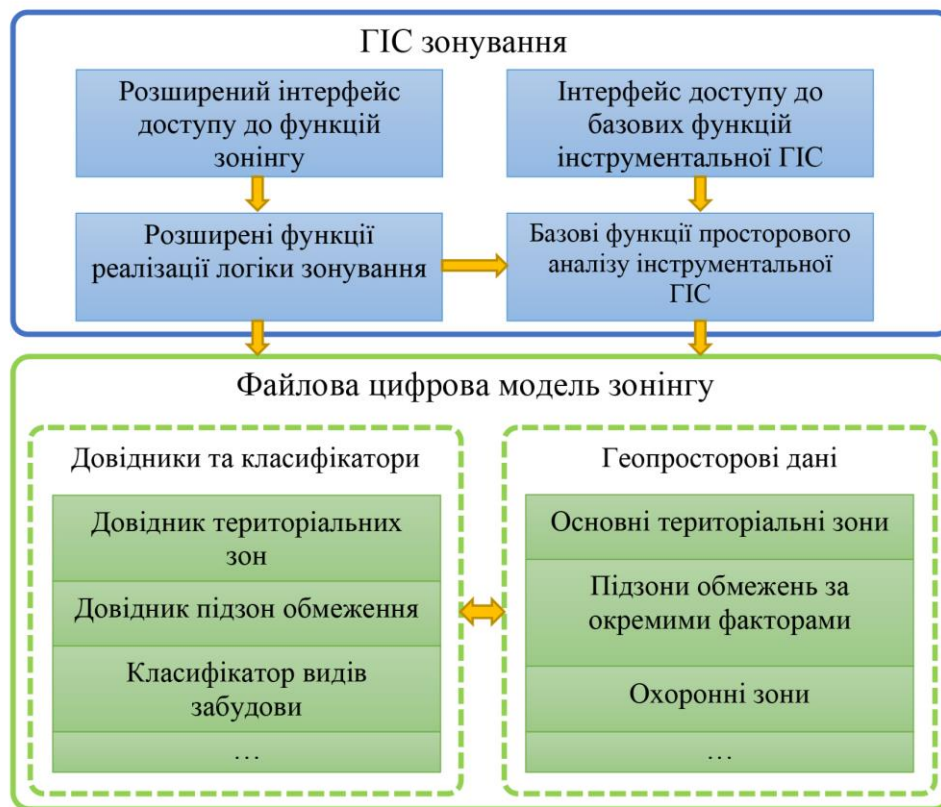


Рис. 2. Геоінформаційна модель зонінгу на основі файлової структури даних

Перша (просторова) складова такої моделі залежить від інструментальної ГІС і подається у вигляді SHP, TAB, MID\MIF та інших пропріетарних або відкритих форматів. Атрибутивні дані зберігаються у форматах таблиць реляційних баз даних типу DBF або у середовищі реляційних СКБД. Сучасні інструментальні ГІС не мають вбудованих спеціальних засобів для реалізації логіки функцій зонування, тому ці функції можна реалізувати в ін-

терактивному режимі шляхом послідовного використання базових інструментальних функцій просторового аналізу в ГІС або опису відповідного сценарію на скриптових мовах для автоматизованого виклику базових функцій ГІС, використовуючи їх прикладний програмний інтерфейс (API). Прикладами таких скриптових мов є Python, Visual Basic та спеціальні графічні конструктори сценаріїв типу ModelBuilder в ArcGIS або QGIS.

Як результат, алгоритми зонування при використанні цієї моделі тісно зав'язані на файловій структурі даних та несумісні з іншими інструментальними ГІС, а інколи навіть і з різними версіями типу інструментальної ГІС, для якої вони створені.

З розвитком просторових СКБД та об'єктно-орієнтованого програмування стала можливою реалізація задачі зонування територій на основі об'єктно-реляційної моделі (рис. 3).

Геоінформаційна модель зонінгу на основі ОР СКБД не залежить від будь-якої конкретної інструментальної геоінформаційної платформи завдяки таким її основним характеристикам:

1. Уніфіковані формати та засоби зберігання моделей геопросторових даних з використанням розширеного типу даних Geometry за стандартами ISO та відкритого геопросторового консорціуму OGC;

2. Просторове розширення стандарту мови SQL (наприклад: SQL-1999, SQL-3) та набір вбудованих функцій та процедур для створення і маніпулювання геопросторовими даними, формування просторових запитів і виконання просторового аналізу;

3. Процедурні розширення стандарту мови SQL для розроблення додаткових вбудованих прикладних SQL-функцій опрацювання і аналізу геопросторових даних.

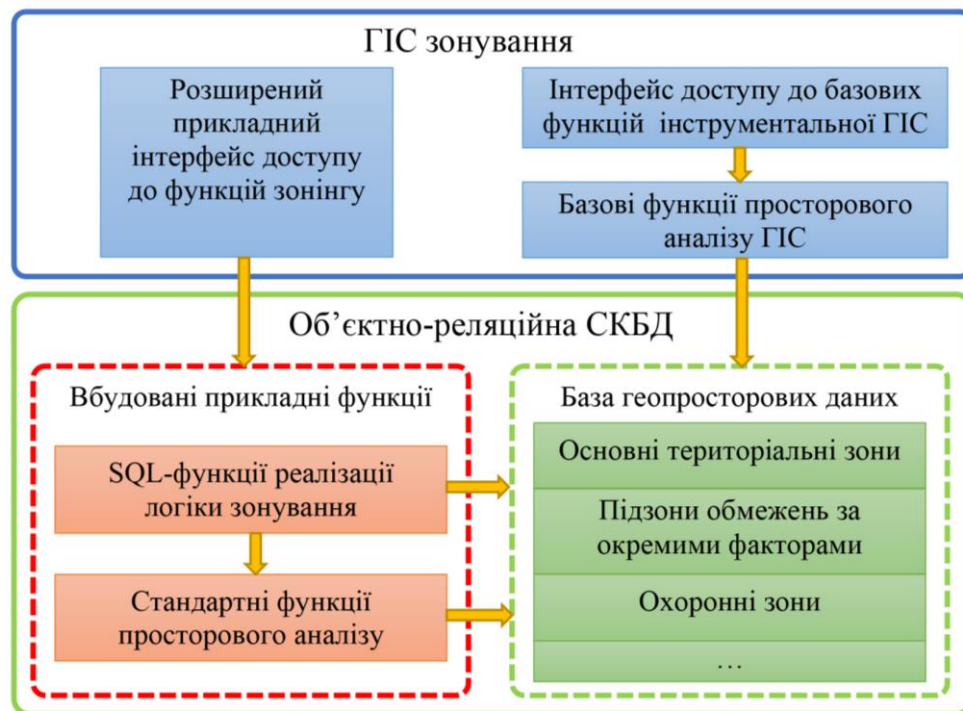


Рис. 3. Геоінформаційна модель зонінгу на основі об'єктно-реляційної СКБД

Практично всі прикладні розширення, що необхідні для реалізації ГІС зонування з використанням ОР СКБД реалізуються в середовищі і засобами СКБД. Моделі геопросторових даних в незалежних форматах зберігання у вигляді реляційних таблиць СКБД з просторовим типом даних Geometry, а функції логіки зонування як вбудовані SQL-функції опрацювання і аналізу геопросторових даних. Таку реалізацію моделі зонінгу кінцеві користувачі можуть використовувати в середовищі будь-якої інструментальної ГІС або в складі прикладних сервісів геопорталів в мережі Інтернет.

4. 2. Об'єктно-реляційна модель геопросторових даних зонінгу

Як було зазначено вище, модель геопросторових даних є однією з основних складових реалізації геоінформаційної моделі зонінгу в середовищі ОР

СКБД. На концептуальному рівні її складовими є класи та відношення геопросторових об'єктів предметної сфери зонінгу, а логічна модель є відображенням концептуальної моделі на реляційні таблиці СКБД з просторовим типом даних Geometry [14].

Виходячи з вимог містобудівної документації зонінгу та ДБН Б.1.1-16:2013 «Склад та зміст містобудівного кадастру», можна сформулювати такий перелік основних класів бази геопросторових даних ГІС зонінгу:

- територіальні зони зонінгу (plrest_ter_zone);
- зони планувальних обмежень за окремими факторами (plrest_zones_all);
- функціональні зони (land_functional_zone);
- зони сервітутів (plrest_serv_zone);
- містобудівні регламенти (plrest_reglament)
- земельні ділянки (land_parcel).

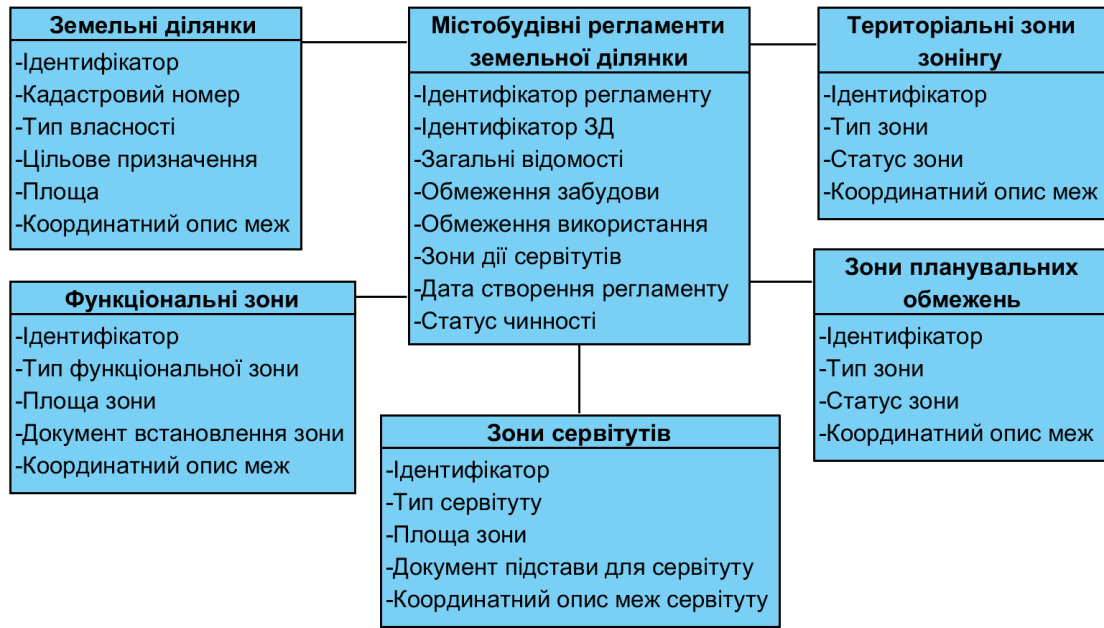


Рис. 4. Логічна схема бази даних зон обмежень земельної ділянки

Крім бази геопросторових даних реалізація ГІС зонінгу повинна містити базу нормативних даних, яка містить структурований опис для:

- довідника територіальних зон та підзон обмеження забудови за окремими факторами (ezon_zone);
- довідника видів забудови земельних ділянок (ezon_build_catalog);
- довідника видів використання земельних ділянок в підзонах обмеження (ezon_landuse_catalog);
- довідника містобудівних умов і обмежень забудови земельних ділянок, реєстру нормативних документів зонінгу (ezon_muо).

Оскільки базовий перелік у довіднику основних зон та підзон обмежень, що визначений в ДБН, є лише рекомендованим і може редагуватись і доповнюватись при необхідності, то структура довідника територіальних зон і підзон повинна забезпечувати

можливість його розширення і встановлення зв'язків між зонами та підзонами (рис. 5). Ця вимога легко реалізується стандартними засобами ОР СКБД на рівні застосування механізму зв'язування двох або більше реляційних відношень (таблиць) з використанням первинних і зовнішніх ключів цих відношень.

Для апробації розробленої моделі в середовищі ОР СКБД PostgreSQL була створена база геопросторових даних зонінгу м. Львова на основі існуючих цифрових матеріалів зонінгу.

Цифрова модель плану зонування території м. Львова містить геопросторові дані про межі 566 територіальних (регламентних) зон та понад 800 зон планувальних обмежень.

На рис. 6 приведено приклад електронної версії плану зонування території м. Львова, який сформовано в середовищі QGIS з використанням розробленої геоінформаційної моделі зонінгу.



Рис. 5. Логічна модель бази нормативних та довідкових даних щодо встановлених містобудівних регламентів

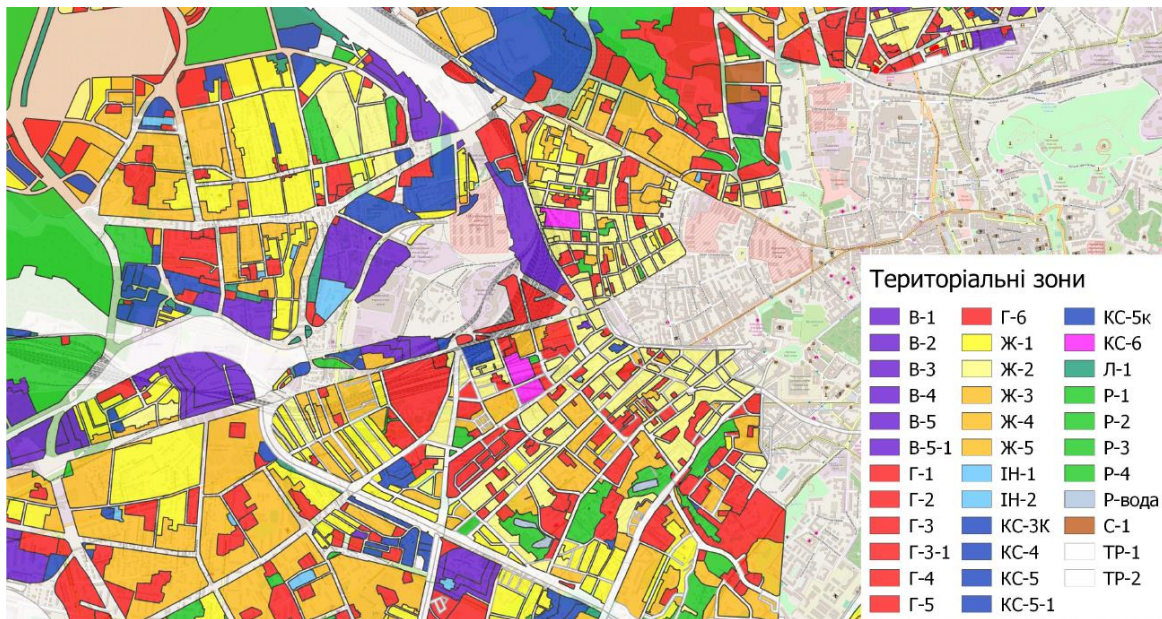


Рис. 6. Фрагмент плану зонування центральної частини м. Львова

4. 3. Реалізація прикладної SQL-функції використання геоінформаційної моделі зонування для автоматизованого формування містобудівних умов і обмежень

Реалізація прикладної SQL-функції виконана у середовищі PostgreSQL з розширенням PostGIS за допомогою процедурної мови PL/pgSQL. Оскільки в базі геопросторових даних зонінгу є велика кількість таблиць з зонами планувальних обмежень за різними факторами, то доцільно створити представлення (View в термінах SQL), яке буде містити перелік та просторові характеристики усіх зон планувальних обмежень. Для цього виконаємо такий запит:

```
CREATE OR REPLACE VIEW plrest_zones_all AS
SELECT plrest_san_hyg_zone.moid,
plrest_san_hyg_zone.zone_name,
plrest_san_hyg_zone.geom
FROM plrest_san_hyg_zone
UNION ALL
SELECT plrest_conserv_recr_prot_zone.moid,
plrest_conserv_recr_prot_zone.zone_name,
plrest_conserv_recr_prot_zone.geom
FROM plrest_conserv_recr_prot_zone
UNION ALL
...
```

Алгоритм формування містобудівних умов і обмежень включає декілька етапів (подано з відповідними фрагментами SQL-коду функції):

1) Створення нової функції та оголошення змінних. Вхідним параметром для функції виступає кадастровий номер земельної ділянки (*_cadnum*).

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION
ezoning.get_muoi(_cadnum text)
RETURNS text AS
$BODY$
declare
```

```
parcel_geometry geometry;
landuse_sum text;
buildtype_sum text;
ter_zone_type text;
plrest_zone_type text;
muoi_list text;
muoi_sum text;
BEGIN
```

2) Вибірка геометрії земельної ділянки за кадастровим номером

```
parcel_geometry=(SELECT geom FROM land_parcel
WHERE cad_number=_cadnum);
```

3) Вибірка територіальної зони, з якою перетинається земельна ділянка

```
ter_zone_type=(SELECT zone_name FROM
plrest_ter_zone a
WHERE ST_Intersects (a.geom, parcel_geometry));
```

4) Вибірка видів забудови для територіальної зони

```
buildtype_sum=(SELECT
array_to_string(array_agg(a.build_type_sum_sep),
chr(10), '*') AS build_type_sum_full FROM (
SELECT c.value,
c.name||':'||chr(10)||array_to_string(array_agg('-
||b.build),','|| chr(10), '*') AS build_type_sum_sep
FROM ezoning.ezon_build_catalog b
LEFT JOIN ezoning.ezon_cls c ON
b.build_type=c.value AND
c.cls_group_id=8548362854485056
WHERE b.zone_type=ter_zone_type
GROUP BY C.value, c.name
ORDER BY C.value ) AS a);
```

5) Вибірка видів використання для зон планувальних обмежень, в які потрапляє земельна ділянка (аналогічно до п. 4);

6) Отримання переліку містобудівних умов і обмежень з каталогу

```
muo_list=(SELECT
array_to_string(array_agg(b.muoi_list),chr(10), '*') AS
muoi_list_full FROM
(SELECT concat(m.muoi_type,' ',c.name,',', chr(10),
m.muoi_content) AS muoi_list
FROM ezoning.ezoning_muoi AS m
LEFT JOIN ezoning.ezoning_cls as c on
c.value=m.muoi_type and
cls_group_id=8826304113171808
WHERE m.muoi_name=ter_muoi_type
ORDER BY muoi_type) AS b);
```

7). Формування повного тексту містобудівних умов і обмежень та його запис в таблицю земельних ділянок

```
muoi_sum=concat(buildtype_sum,chr(10), landuse_sum,
chr(10), muoi_list);
```

```
UPDATE land_parcel SET muoi_content=muoi_sum
WHERE cad_number =_cadnum;
return muoi_sum;
```

5. Результати досліджень та їх обговорення

Розроблена геоінформаційна модель зонінгу на основі об'єктно-реляційного підходу показала високу ефективність при плануванні території міста. Реалізація бази геопросторових даних в ОР СКБД усуває дублювання даних, що було присутнє у файлових наборах геопросторових даних, а також значно пришвидшує виконання просторових запитів завдяки використанню механізмів індексації в просторових розширеннях СКБД.

Експериментальна база геопросторових даних була реалізована в середовищі PostgreSQL з розширенням PostGIS, але аналогічним чином вона може бути реалізована або перенесена в будь-яку іншу просторову СКБД. Використання функції формування містобудівних умов і обмежень в середовищі СКБД дозволяє значно скоротити витрати часу на підготовку відповідного документа. Для тестових земельних ділянок час виконання запиту по формуванню містобудівних умов не перевищував 30 мс. Це робить можливим реалізацію відповідного інструменту для геопорталу містобудівного кадастру і давати користувачам інформацію про забудову земельної ділянки, що їх цікавить, у реальному часі.

Розширення об'єктно-реляційного підходу до моделювання інших складових містобудівної документації дозволяє значно підвищити рівень автоматизації містобудівної діяльності, наприклад, автоматично формувати електронні зображення карт та планів, перевіряти великі масиви даних на відповідність існуючій містобудівній документації, виконувати моделювання розвитку міста тощо.

6. Висновки

Реалізація стандарту SQL-99 в переважній більшості сучасних універсальних СКБД стала основою розвитку нової архітектури геоінформаційних систем, яку визначають як базо- і сервіс-орієнтовану архітектуру, в якій для зберігання та опрацювання просторових даних використовуються універсальні СКБД типу (Oracle, DB2, PostgreSQL, Microsoft Server) з відповідними просторовими розширеннями.

Геоінформаційна модель зонінгу в об'єктно-реляційній СКБД забезпечує незалежність від середовища інструментальних ГІС як даних, так і вбудованих функцій їх використання для автоматизованого формування містобудівної документації, наприклад містобудівних умов і обмежень як однієї з найбільш масових видів документів, що формуються в системах містобудівного кадастру.

Подібний підхід може бути успішно застосований для нормативно-грошової оцінки земельних ділянок, моніторингу визначення характеристик (показників) окремих видів функціональних зон, моніторингу реалізації генплану міст та інших прикладних задачах планування містобудівної діяльності.

Література

1. Лященко, А. А. Концептуальні засади геоінформаційного моделювання зон обмежень та їх реєстрації у земельному і містобудівному кадастрах [Текст]: зб. наук. пр. / А. А. Лященко, Ю. В. Кравченко, Д. В. Горковчук // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2015. – Т. 2, № 30. – С. 61–68.
2. Горковчук, Д. В. Аналіз інтегрування геоінформаційних ресурсів систем просторового планування територій в Європейську інфраструктуру геопросторових даних INSPIRE [Текст]: наук.-техн. зб. / Горковчук Д. В. // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – № 50. – С. 118–125.
3. Azmeri, Identification of flash flood hazard zones in mountainous small watershed of Aceh Besar Regency, Aceh Province, Indonesia [Text] / Azmeri, I. K. Hadihardaja, R. Vadiya // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. – 2016. – Vol. 19, Issue 1. – P. 143–160. doi: 10.1016/j.ejrs.2015.11.001
4. Dubrova, S. V. Functional city zoning. Environmental assessment of eco-geological substance migration flows [Text] / S. V. Dubrova, I. I. Podlipkiy, V. V. Kurilenko, W. Siabato // Environmental Pollution. – 2015. – Vol. 197. – P. 165–172. doi: 10.1016/j.envpol.2014.12.013
5. Zollner, P. A. Modeling the Influence of Dynamic Zoning of Forest Harvesting on Ecological Succession in a Northern Hardwoods Landscape [Text] / P. A. Zollner, E. J. Gustafson, H. S. He, V. C. Radeloff, D. J. Mladenoff // Environmental Management. – 2005. – Vol. 35, Issue 4. – P. 410–425. doi: 10.1007/s00267-003-0217-9
6. Hagen-Zanker, A. Adaptive Zoning for Transport Mode Choice Modeling [Text] / A. Hagen-Zanker, Y. Jin // Transactions in GIS. – 2013. – Vol. 17, Issue 5. – P. 706–723. doi: 10.1111/j.1467-9671.2012.01372.x
7. Hagen-Zanker, A. A New Method of Adaptive Zoning for Spatial Interaction Models [Text] / A. Hagen-Zanker, Y. Jin // Geographical Analysis. – 2012. – Vol. 44, Issue 4. – P. 281–301. doi: 10.1111/j.1538-4632.2012.00855.x
8. Plan4all Project Interoperability for Spatial Planning [Text] / M. Salvemini, F. Vico, C. Iannucci (Eds.). – Plan4all Consortium, 2011. – 210 p.
9. Clusters of Leading Organizations in SDI for Spatial planning [Electronic resource]. – Plan4all. – 2009. – Available

at: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/6231/d2-1-cluster-of-leading-organisations-in-sdi-for-spatial-planning%5B1%5D.pdf?sequence=1>

10. GIS-Kompetenzzentrum der Stadt Uster [Electronic resource]. – Available at: <https://gis.uster.ch/>

11. Columbus Zoning Map [Electronic resource]. – Available at: <http://gis.columbus.gov/zoning/>

12. Плани зонування [Електронний ресурс]. – Львівська міська рада. – Режим доступу: <http://city-adm.lviv.ua/lmr/plany-zonuvannia>

13. Spatial Database Systems. Design, Implementation and Project Management [Text] / A. K. W. Yeung, G. B. Hall (Eds.). – GeoJournal Library, 2007. doi: 10.1007/1-4020-5392-4

14. Горковчук, Д. В. Структура та принципи побудови каталогу класів об'єктів профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації [Текст]: наук.-техн. зб. / Д. В. Горковчук, Ю. В. Кравченко, О. І. Сингаївська, Г. В. Айлікова, В. В. Янчук // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – № 47. – С. 27–36.

References

1. Lyaschenko, A., Kravchenko, I., Gorkovchuk, D. (2015). Kontseptualni zasady heoinformatsiinoho modeliuвання zon obmezhen ta yikh reiestratsii u zemelnomu i mistobudivnomu kadastrakh [Conceptual bases of geoinformational modelling of restriction zones and their registration in land and town-planning cadastre]. Modern achievements of geodetic science and industry, 2 (30), 61–68.

2. Gorkovchuk, D. (2013). Analiz intehruвання heoinformatsiinykh resursiv system prostorovoho planuvannia terytorii v Yevropeisku infrastrukturu heoprostorovykh danykh INSPIRE [Analysis of integration of spatial planning resources into INSPIRE]. Urban and territorial planning, 50, 118–125.

3. Azmeri, Hadihardaja, I. K., Vadiya, R. (2016). Identification of flash flood hazard zones in mountainous small watershed of Aceh Besar Regency, Aceh Province, Indonesia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 19 (1), 143–160. doi: 10.1016/j.ejrs.2015.11.001

4. Dubrova, S. V., Podlipskiy, I. I., Kurilenko, V. V., Siabato, W. (2015). Functional city zoning. Environmental assessment of eco-geological substance migration flows. Environmental Pollution, 197, 165–172. doi: 10.1016/j.envpol.2014.12.013

5. Zollner, P. A., Gustafson, E. J., He, H. S., Radloff, V. C., Mladenoff, D. J. (2005). Modeling the Influence of Dynamic Zoning of Forest Harvesting on Ecological Succession in a Northern Hardwoods Landscape. Environmental Management, 35 (4), 410–425. doi: 10.1007/s00267-003-0217-9

6. Hagen-Zanker, A., Jin, Y. (2013). Adaptive Zoning for Transport Mode Choice Modeling. Transactions in GIS, 17 (5), 706–723. doi: 10.1111/j.1467-9671.2012.01372.x

7. Hagen-Zanker, A., Jin, Y. (2012). A New Method of Adaptive Zoning for Spatial Interaction Models. Geographical Analysis, 44 (4), 281–301. doi: 10.1111/j.1538-4632.2012.00855.x

8. Salvemini, M., Vico, F., Iannucci, C. (Eds.) (2011). Plan4all Project Interoperability for Spatial Planning. Plan4all Consortium, 210.

9. Clusters of Leading Organizations in SDI for Spatial planning (2009). Plan4all. Available at: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/6231/d2-1-cluster-of-leading-organisations-in-sdi-for-spatial-planning%5B1%5D.pdf?sequence=1>

10. GIS-Kompetenzzentrum der Stadt Uster. Available at: <https://gis.uster.ch/>

11. Columbus Zoning Map. Available at: <http://gis.columbus.gov/zoning/>

12. Plany zonuvannia. Lvivska miska rada. Available at: <http://city-adm.lviv.ua/lmr/plany-zonuvannia>

13. Yeung, A. K. W., Hall, G. B. (Eds.) (2007). Spatial Database Systems. The GeoJournal Library. doi: 10.1007/1-4020-5392-4

14. Gorkovchuk, D., Kravchenko, I., Synhaivska, O., Ailikova, H., Yanchuk, V. (2013). Struktura ta pryntsyipy pobudovy katalohu klasiv obiektiv profilnykh naboriv heoprostorovykh danykh mistobudivnoi dokumentatsii [The structure and principles of the creation of feature catalog of town-planning documentation spatial datasets]. Urban and territorial planning, 47, 27–36.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Шульц Р. В.
Дата надходження рукопису 10.11.2016*

Горковчук Денис Вікторович, аспірант, кафедра геоінформатики і фотограмметрії, Київський національний університет будівництва і архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03037
E-mail: d.gorkovchuk@gmail.com

Gorkovchuk Denys, Postgraduate student, Department of geoinformatics and photogrammetry, Kyiv national university of construction and architecture, Povitroflotsky ave., 31, Kyiv, Ukraine, 03037
E-mail: d.gorkovchuk@gmail.com