



ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра геоінформатики і фотограмметрії
193 «Геодезія та землеустрій»
Освітній ступінь «магістр»

Атестаційна магістерська робота

«Дослідження геоінформаційних моделей оцінювання якості міського середовища»

Виконала: студентка гр.ГІСТ-61

Спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Спеціалізації Геоінформаційні системи і технології

Запорожець Олена

Керівник: проф. Лященко А.А.

Київ 2022

Актуальність теми

Зважаючи на потребу у врахуванні при оцінюванні якості міського середовища (ОЯМС) багатьох чинників, прояв та вплив яких визначається в різних системах одиниць вимірювання, в моделях оцінки як правило застосовуються експертні методи, методи нечітких множин та функції бажаності, що ґрунтуються на шкалі Харрінгтона для оцінювання впливу (прояву) окремих чинників (часткових оцінок) та інтегральній оцінці як середнього геометричного часткових оцінок. В наукових працях розглядаються використання різних просторових моделей (полігональних, ґрид, точкових) в комбінаціях з різними підходами до відображення параметрів впливу на шкалу Харрінгтона. Це зумовлює актуальність завдання з дослідження геоінформаційних моделей ОЯМС з використанням поверхні інтегральної функцій бажаності та визначення меж їх ефективного використання.

Мета роботи

Метою роботи є вирішення прикладного завдання з дослідження геоінформаційних моделей оцінювання якості міського середовища з використанням функцій бажаності Харрінгтона і технологій їх реалізації в середовищі систем керування базами геопросторових даних для підвищення ефективності використання геоінформаційних технологій в системах управління якістю міського середовища.

- **Об'єкт дослідження** – міське середовище
- **Предмет досліджень** – геоінформаційні моделі і технології оцінювання якості міського середовища

Завдання АРМ

- 1) аналіз стану і тенденцій розвитку засобів геоінформаційного моделювання якості міського середовища; дослідження класифікації геоінформаційних моделей;
- 2) класифікація геоінформаційних методів і моделей оцінювання якості міського середовища;
- 3) розроблення структурно-функціональної моделі ГІС оцінювання якості міського середовища (ГІС ОЯМС);
- 4) розроблення концептуальної моделі та каталогу класів об'єктів БГД для оцінювання якості міського середовища з використанням функцій бажаності Харрінгтона в комбінації з полігональною та GRID –моделлю території;
- 5) розроблення прикладних SQL-функцій ОЯМС в середовищі PostgreSQL/PostGIS;
- 6) проведення обчислювального експерименту з дослідження варіантів геоінформаційних моделей ОЯМС з використанням функцій бажаності Харрінгтона в комбінації з полігональною та GRID –моделлю території;
- 7) аналіз результатів обчислювального експерименту та розробка рекомендацій щодо ефективності використання геоінформаційних моделей ОЯМС.

Новизна одержаних результатів

В роботі здійснено узагальнення та на прикладі дослідної території отримано практичні результати вирішення прикладної задачі з дослідження геоінформаційних моделей оцінювання якості міського середовища з використанням функцій бажаності Харрінгтона і технологій їх реалізації в середовищі відкритої СКБД PostgreSQL/PostGIS, зокрема:

- 1) розроблено концептуальну модель бази геопросторових даних для оцінювання якості міського середовища з використанням функцій бажаності Харрінгтона в комбінації з полігональною та GRID – моделлю території;
- 2) в середовищі PostgreSQL/PostGIS розроблено прикладні SQL-функції для різних варіантів формування GRID та полігональної моделі поверхні моделювання інтегральної функції бажаності ОЯМС;
- 3) за результатами обчислювального експерименту на реальних даних про об'єкти впливу на довкілля міста Дрогобич отримано оцінки збіжності геоінформаційних моделей оцінки якості міського середовища для різних варіантів полігональної та GRID моделі інтегральної функції бажаності.

Вихідні інформаційні ресурси роботи

- Для виконання роботи як базису використано набір геопросторових даних на територію м. Дрогобич та результати експертної оцінки стану довкілля міста в проекті нормативної грошової оцінки земель як база для порівняння досліджуваних в роботі геоінформаційних моделей ОЯМС;
- Робота ґрунтується на публікаціях та результатах науковців щодо використання функцій бажаності Харрінгтона в еколого-економічних дослідженнях, а також науковців кафедри геоінформатики і фотограмметрії КНУБА з проблем проектування, геоінформаційного моделювання та оцінювання стану довкілля, зокрема це роботи професора д.т.н. Ляценка А. А., доцентів кандидатів технічних наук Горковчука Д. В., Горковчук Ю.В., Патракеєва І.М. та к.т.н. Максимової Ю. С.

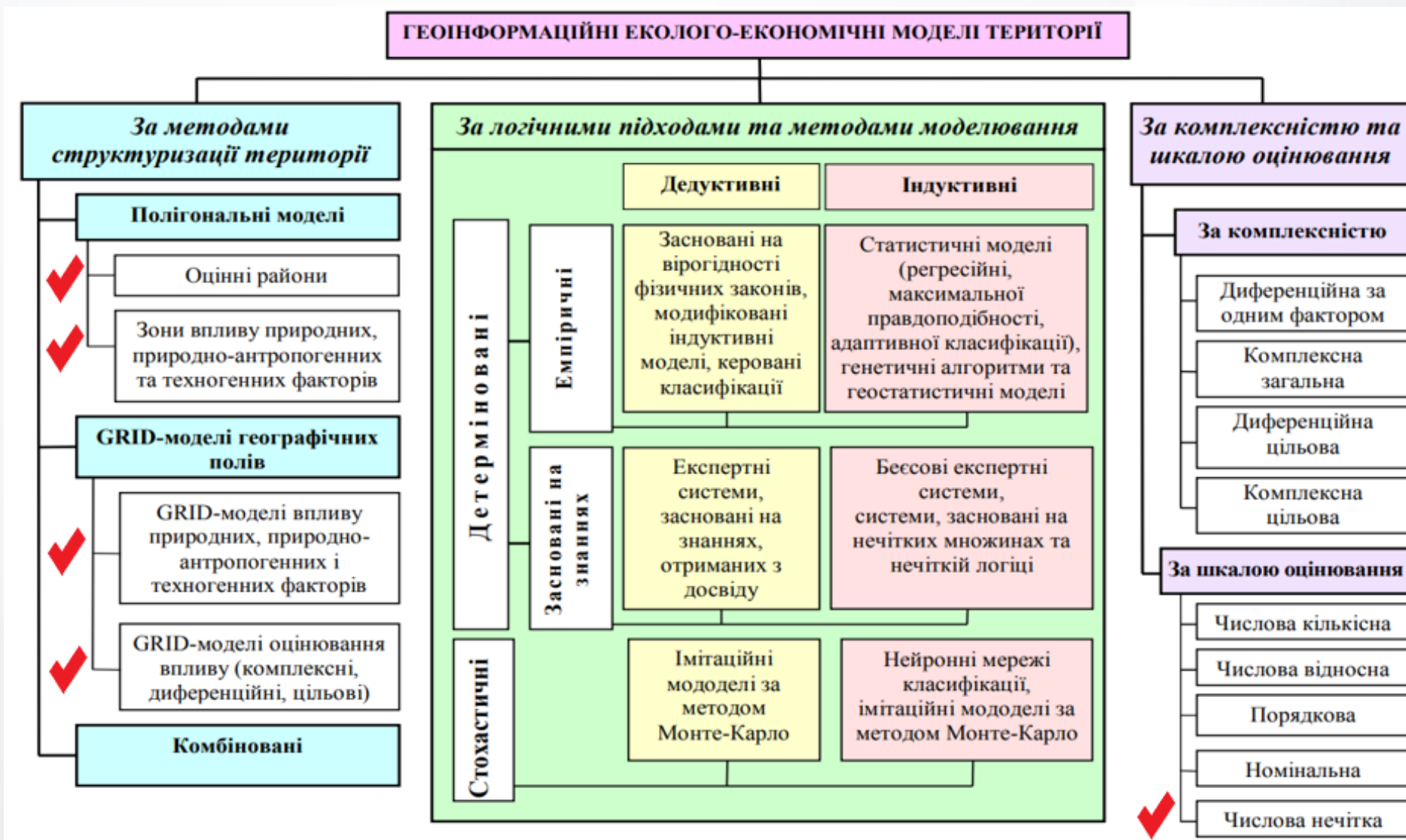
Структура роботи

Розділ 1	1.1	Аналіз нормативно-правового забезпечення оцінювання якості міського середовища	<i>Визначено основні вимоги нормативних документів до змісту та процедури ОЯМС</i>
	1.2	Огляд сучасних публікацій та класифікація геоінформаційних моделей оцінювання якості міського середовища	<i>Ідентифікація основних тенденцій в розвитку геоінформаційних моделей ОЯМС</i>
	1.3	Постановка задачі дослідження геоінформаційних моделей оцінювання якості міського середовища	<i>Обґрунтовано варіанти геоінформаційних моделей, що досліджуються в АРМ</i>
	1.4	Структура, завдання та обмеження проекту	<i>Структура, послідовність етапів та обмеження роботи</i>
Розділ 2	2.1	Структурно-функціональна модель ГІС оцінювання якості міського середовища	<i>Структурно-функціональна модель ГІС ОЯМС</i>
	2.2	Концептуальна модель БГД ГІС оцінювання якості міського середовища	<i>Концептуальна модель БГД ОЯМС</i>
	2.3	Каталог класів об'єктів БГД ГІС оцінювання якості міського середовища	<i>Каталогу класів об'єктів БГД ОЯМС</i>
	2.4	Розроблення алгоритмів прикладних функцій оцінювання якості міського середовища в ГІС	<i>Алгоритми функцій для чотирьох моделей ОЯМС</i>
Розділ 3	3.1	Технологічна схема обчислювального експерименту	<i>Технологічна схема</i>
	3.2	Склад вихідних геопросторових даних на дослідну територію	<i>Характеристика вихідних даних на територію м. Дрогобич</i>
	3.3	Логічна модель БГД ГІС ОЯМС в середовищі PostgreSQL/PostGIS	<i>Логічна модель БГД ОЯМС</i>
	3.4	Схеми реалізації прикладних SQL-функцій для ГІС ОЯМС	<i>Тексти прикладних SQL-функцій</i>
	3.5	Аналіз результатів обчислювального експерименту дослідження геоінформаційних моделей ОЯМС	<i>Оцінка отриманих результатів в порівнянні з базовою моделлю</i>
Висновки	В	Аналіз результатів	<i>Загальні висновки АРМ</i>

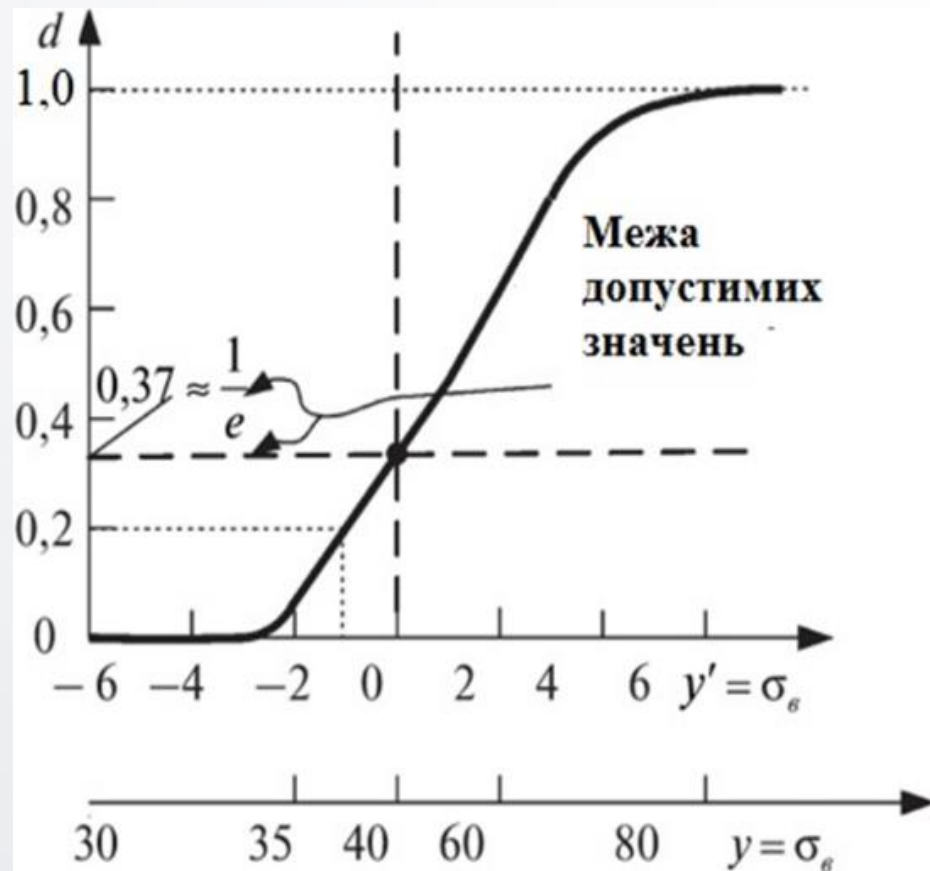
Структурна схема нормативно-правового забезпечення оцінки якості міського середовища (ОЯМС)

Об'єкти та/або предмети правового регулювання	Нормативно-правові акти	Об'єкти та/або предмети правового регулювання	Нормативно-правові акти
<p><i>Загальні засади забезпечення екологічної безпеки в Україні</i></p>	<p><i>Конституція України</i></p>	<p><i>Розроблення заходів щодо забезпечення екологічної безпеки при плануванні та забудові населених пунктів</i></p>	<p><u><i>Закони України:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Про охорону атмосферного повітря • Про регулювання містобудівної діяльності • Про землеустрій
	<p><u><i>Закони України:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення • Про охорону навколишнього природного середовища • Про охорону атмосферного повітря 		<p><u><i>ДСанПіН та ДБН:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів • ДБН 360-92**: Державні будівельні норми. Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень • ДСТУ-Н Б Б.1.1-12:2011. Настанова про склад та зміст плану зонування території • Інші ДБН щодо розроблення містобудівної та проектної документації
<p><i>Особливий режим використання територій навколо потенційно небезпечних об'єктів</i></p>	<p><u><i>Кодекси та Закони України:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Земельний Кодекс України • Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку • Про видобування і переробку уранових руд • Про ринок електричної енергії • Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів 	<p><i>Оцінка екологічного середовища</i></p>	<p><u><i>Закон України:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Про стратегічну екологічну оцінку • Про природно-заповідний фонд • Про оцінку впливу на довкілля • Про екологічну мережу

Схема класифікації геоінформаційних еколого-економічних моделей міської території



Часткова функція бажаності та її числові значення за рівнями змістовної градації (шкала Харрінгтона)

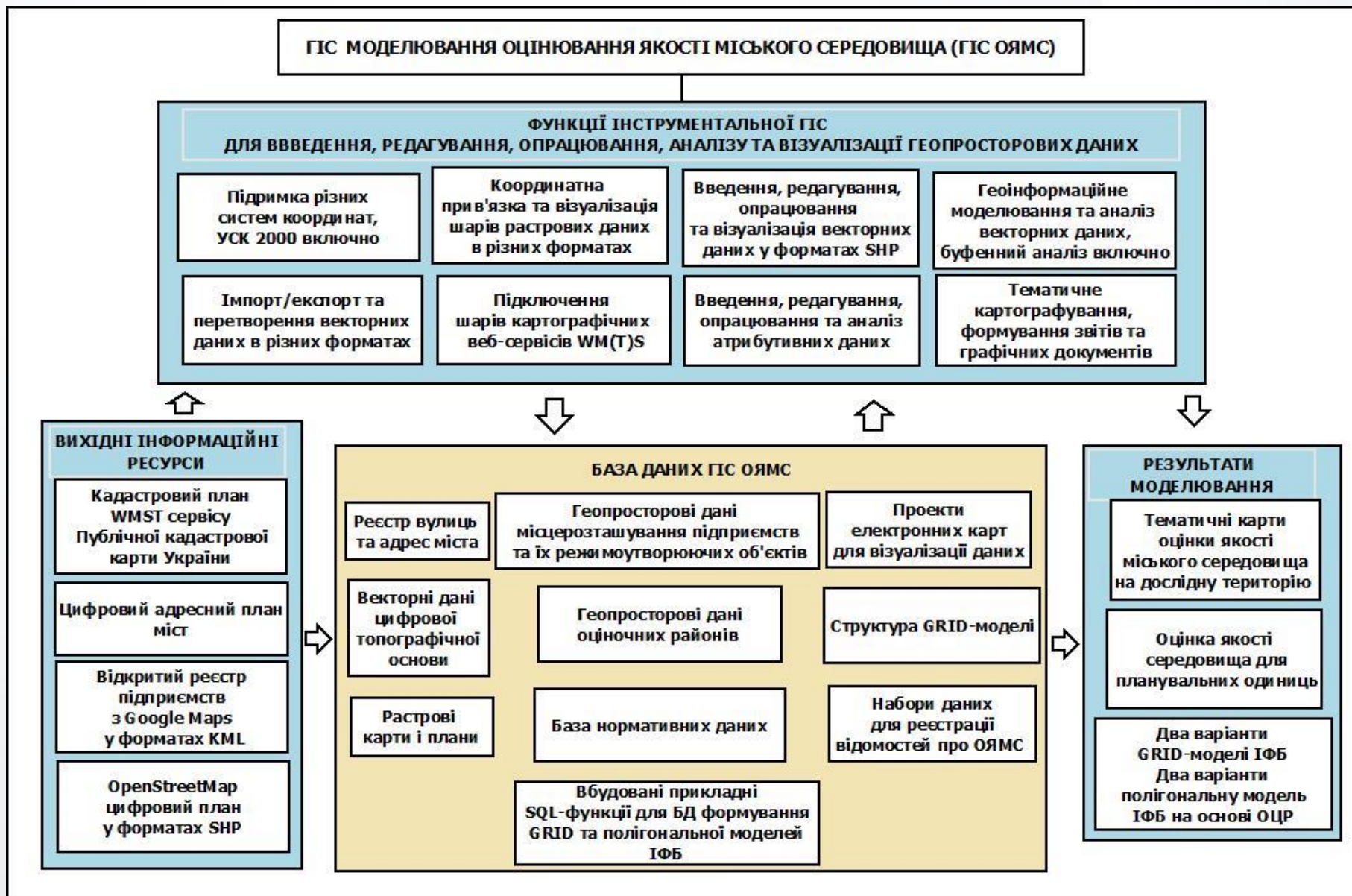


№ з/п	Змістовний опис рівня градації	Числове значення функції бажаності
1.	Дуже високий	0.8-1.0
2.	Високий	0.64-0.8
3.	Середній	0.37-0.64
4.	Низький	0.2-0.37
5.	Дуже низький	0.0-0.2
$d = \exp(-\exp\{-y'\})$, де y' – кодоване значення ознаки		

Моделі, що досліджуються в роботі

Умовна назва прикладної функції	Варіанти просторової моделі поверхні інтегральної функції бажаності ОЯМС		Варіанти часткових функцій бажаності для оцінювання впливу антропогенних і природних об'єктів на якість довкілля	
	GRID	Полігональ не покриття ОЦР	Часткові ФБ для класів об'єктів	Часткові ФБ для категорій об'єктів
_grid_eval	*	-	*	-
_grid_eval_k	*	-	-	*
_ocr_eval	-	*	*	-
_ocr_eval_k	-	*	-	*

Структурно-функціональна модель ГІС ОЯМС



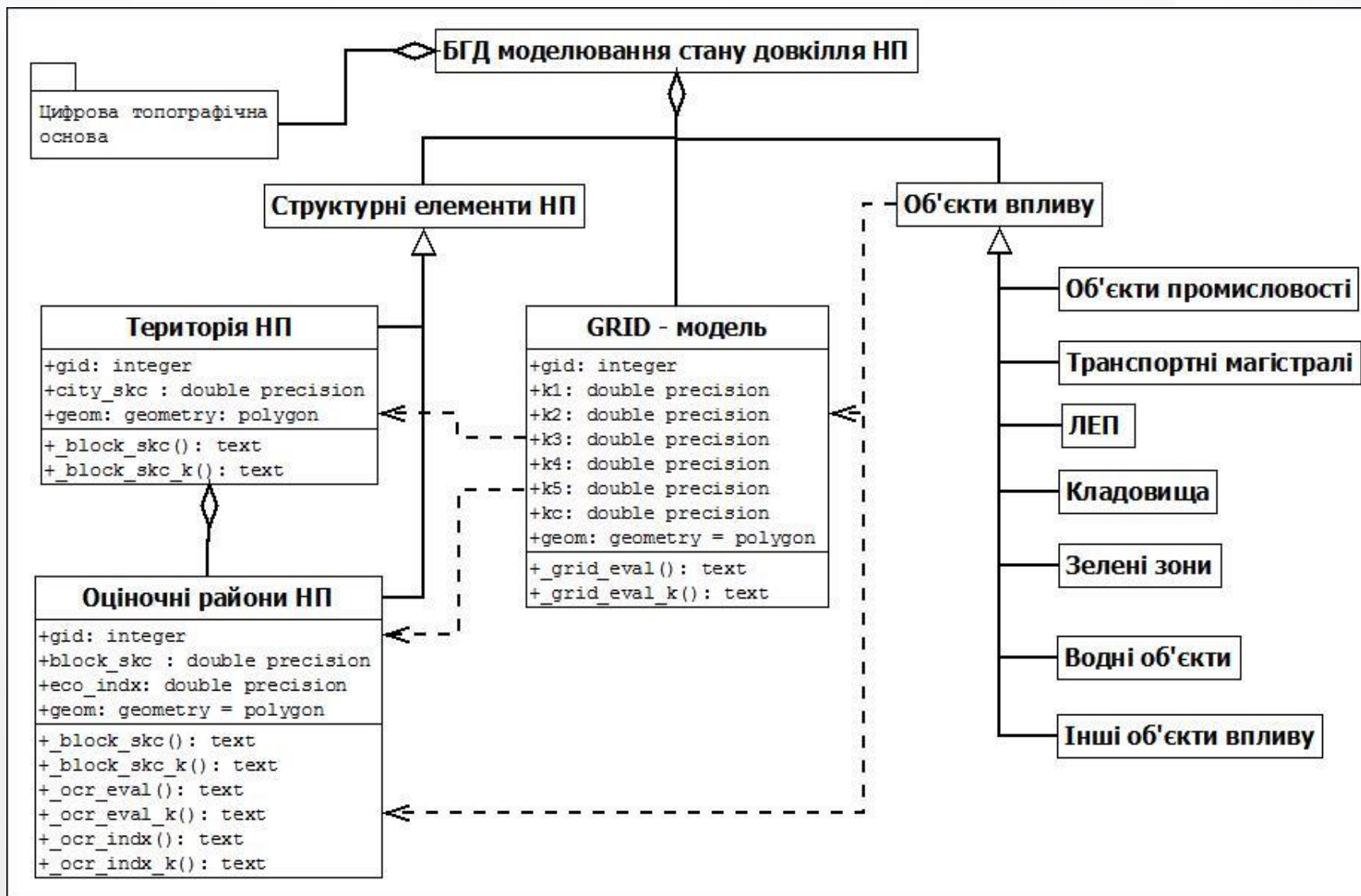
Концептуальна модель ГІС ОЯМС

На концептуальному рівні ГІС ОЯМС можна подати як обробну систему

$S = \{GDB, DF, FGIS, PS, RE\}$, до складових якої належать:

- $GDB = \{TO, OE, OI\}$ – база геопросторових даних (рис. 2.2) з наборами даних: цифрової топографічної основи (TO), моделей об'єктів оцінювання (OE), моделей об'єктів впливу на довкілля (OI);
- DF – набір часткових функцій бажаності, що застосовуються для оцінювання впливу антропогенних та природних об'єктів на якість міського середовища;
- $FGIS$ – базові функції ГІС для просторового аналізу та моделювання просторових відношень;
- PS – програми (прикладні функції або сценарії) оцінювання, в яких задається послідовність використання DF та $FGIS$ до множини моделей просторових об'єктів OE, OI для оцінювання якості міського середовища;
- RE – результати оцінювання, які подаються значеннями часткових та інтегральних функцій бажаності та значенням індексів стану довкілля для об'єктів OE .

Узагальнена концептуальна модель бази геопросторових даних



Часткові функції бажаності для класів об'єктів впливу

Класи об'єктів	Функція бажаності	Графік функції бажаності групи/підгрупи
<i>Об'єкти негативного впливу</i>		
Промислові підприємства	$\text{Koeff1} = \left\{ \begin{array}{l} \text{if } si1 \leq 25 \text{ then } 0.38, \\ \text{if } 25 < si1 \leq 1000 \text{ then } \\ 0.38 + 0.52 * si1 / 1000, \\ \text{if } si1 > 1000 \text{ then } 0.9 \end{array} \right\}$	
Кладовища	$\text{Koeff2} = \left\{ \begin{array}{l} \text{if } si2 \leq 50 \text{ then } 0.2, \\ \text{if } 50 < si2 \leq 500 \text{ then } 0.2 + 0.8 * si2 / 500, \\ \text{if } si2 > 500 \text{ then } 1 \end{array} \right\}$	
Транспортні магістралі	$\text{Koeff3} = \left\{ \begin{array}{l} \text{if } si3 \leq 25 \text{ then } 0.2, \\ \text{if } 25 < si3 \leq 300 \text{ then } 0.2 + 0.7 * si3 / 300, \\ \text{if } si3 > 300 \text{ then } 0.9 \end{array} \right\}$	
<i>Об'єкти позитивного впливу</i>		
Зелені зони	$\text{Koeff4} = \left\{ \begin{array}{l} \text{if } si4 \leq 50 \text{ then } 0.9, \\ \text{if } 50 < si4 \leq 1000 \text{ then } 0.9 - \\ 0.52 * si4 / 1000 \\ \text{if } si4 > 1000 \text{ then } 0.38 \end{array} \right\}$	
Водні об'єкти	$\text{koef5} = \left\{ \begin{array}{l} \text{if } si5 \leq 50 \text{ then } 0.9, \\ \text{if } 50 < Sm \leq 500 \text{ then } 0.9 - 0.52 * si5 / 500 \\ \text{if } si5 > 500 \text{ then } 0.8 \end{array} \right\}$	

Часткові функції бажаності для підкласів об'єктів промислових підприємств і зелених зон за категоріями інтенсивності впливу

Класи та категорії об'єктів впливу	Функція бажаності	Графік функції бажаності групи/підгрупи
Об'єкти негативного впливу		
Промислові підприємства		
5 клас СЗЗ до 50 м	$\text{Kofe1} = \{ \text{if } si1 \leq 25 \text{ then } 0.38, \\ \text{if } 25 < si1 \leq 100 \text{ then } 0.38 + 0.52 * si1 / 100, \\ \text{if } si1 > 100 \text{ then } 0.9 \}$	
4 клас СЗЗ 50-100 м	$\text{Kofe} = \{ \text{if } si1 \leq 50 \text{ then } 0.38, \\ \text{if } 50 < si1 \leq 200 \text{ then } 0.38 + 0.52 * si1 / 200, \\ \text{if } si1 > 200 \text{ then } 0.9 \}$	
3 клас СЗЗ 100 -300 м	$\text{Kofe} = \{ \text{if } si1 \leq 100 \text{ then } 0.25, \\ \text{if } 100 < si1 \leq 600 \text{ then } 0.25 + 0.6 * si1 / 600, \\ \text{if } si1 > 600 \text{ then } 0.85 \}$	
2 клас СЗЗ 300 -500 м	$\text{Kofe} = \{ \text{if } si1 \leq 125 \text{ then } 0.2, \\ \text{if } 125 < si1 \leq 1000 \text{ then } 0.2 + 0.6 * si1 / 1000, \\ \text{if } si1 > 1000 \text{ then } 0.8 \}$	
1 клас СЗЗ понад 1000	$\text{Kofe} = \{ \text{if } si1 \leq 200 \text{ then } 0.1, \\ \text{if } 200 < si1 \leq 2000 \text{ then } 0.2 + 0.6 * si1 / 2000, \\ \text{if } si1 > 2000 \text{ then } 0.8 \}$	

Об'єкти позитивного впливу		
Зелені зони		
Категорія 1 площею до 1.5 га	$\text{Kofe4} = \{ \text{if } si4 \leq 100 \text{ then } 1, \\ \text{if } 100 < si4 \leq 1000 \text{ then } 1 - 0.2 * si4 / 1000, \\ \text{if } si4 > 1000 \text{ then } 0.38 \}$	
Категорія 2 площею від 1.5 га 10 га	$\text{Kofe} = \{ \text{if } si4 \leq 100 \text{ then } 1, \\ \text{if } 100 < si4 \leq 500 \text{ then } 1 - 0.62 * si4 / 500, \\ \text{if } si4 > 500 \text{ then } 0.38 \}$	
Категорія 3 Понад 10 га	$\text{Kofe} = \{ \text{if } si4 \leq 50 \text{ then } 0.9, \\ \text{if } 50 < si4 \leq 300 \text{ then } 0.9 - 0.52 * si4 / 300, \\ \text{if } si4 > 300 \text{ then } 0.38 \}$	

Алгоритми формування GRID-моделі поверхні інтегральної функції бажаності ОЯМС з використанням ЧФБ для класів об'єктів

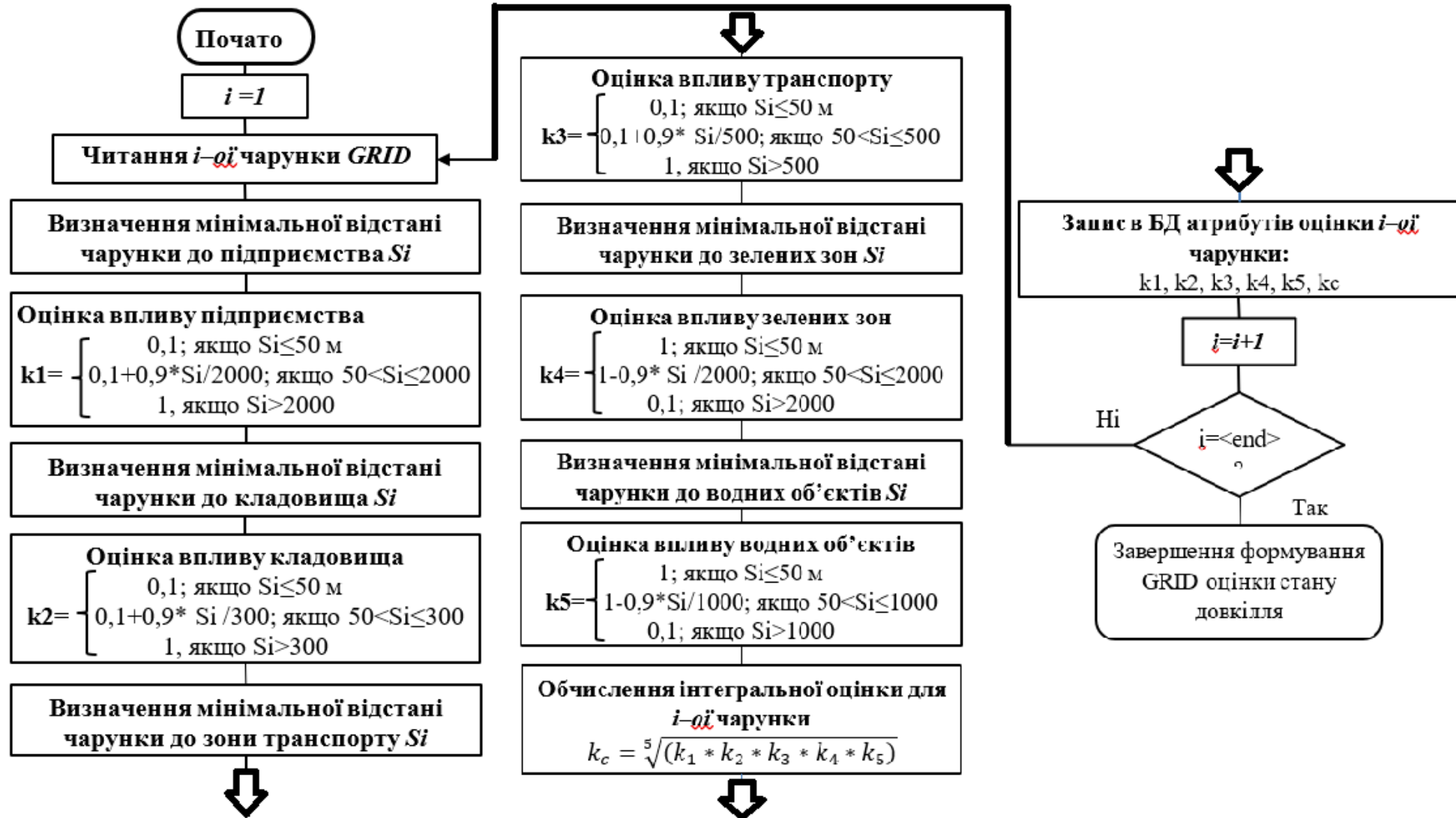


Схема алгоритму формування полігонального покриття моделі поверхні інтегральної функції бажаності ОЯМС на множині полігонів ОЦР

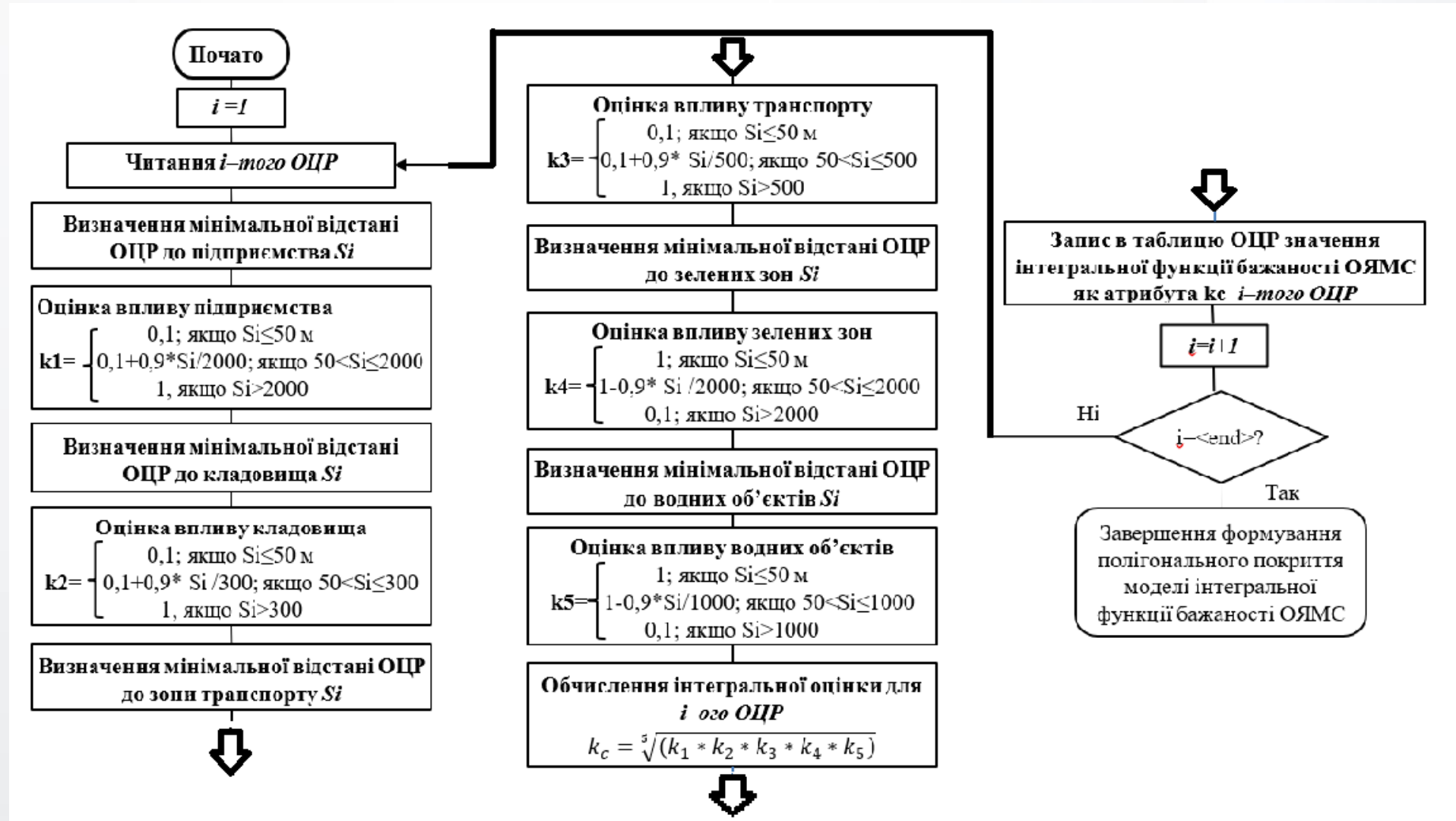
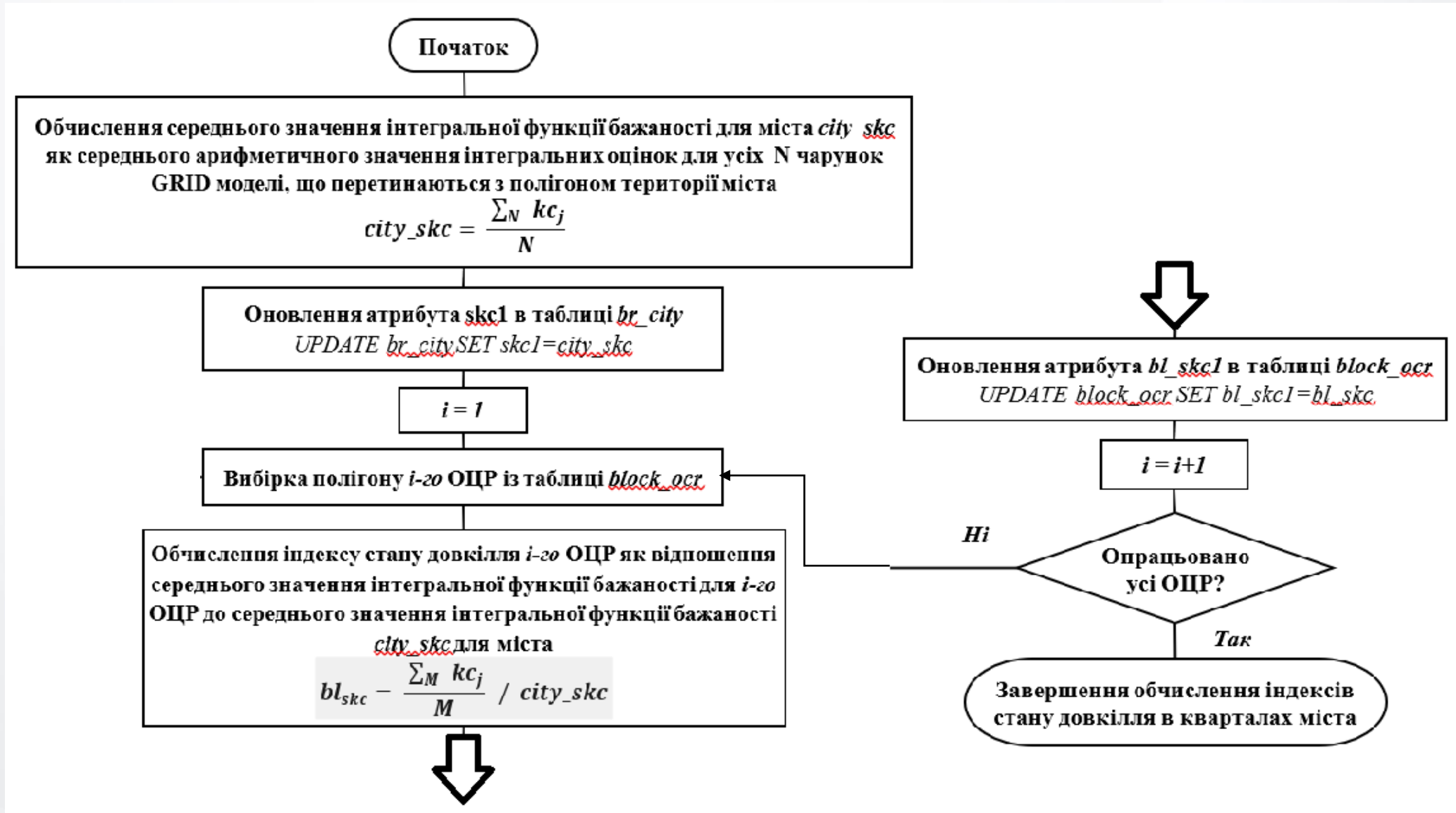


Схема алгоритму обчислення індексу якості довкілля ОЦР міста



Реалізація прикладних SQL-функцій геоінформаційного моделювання поверхні функції бажаності ОЯМС

```
-- Function: _grid_eval_k()
-- DROP FUNCTION _grid_eval_k();

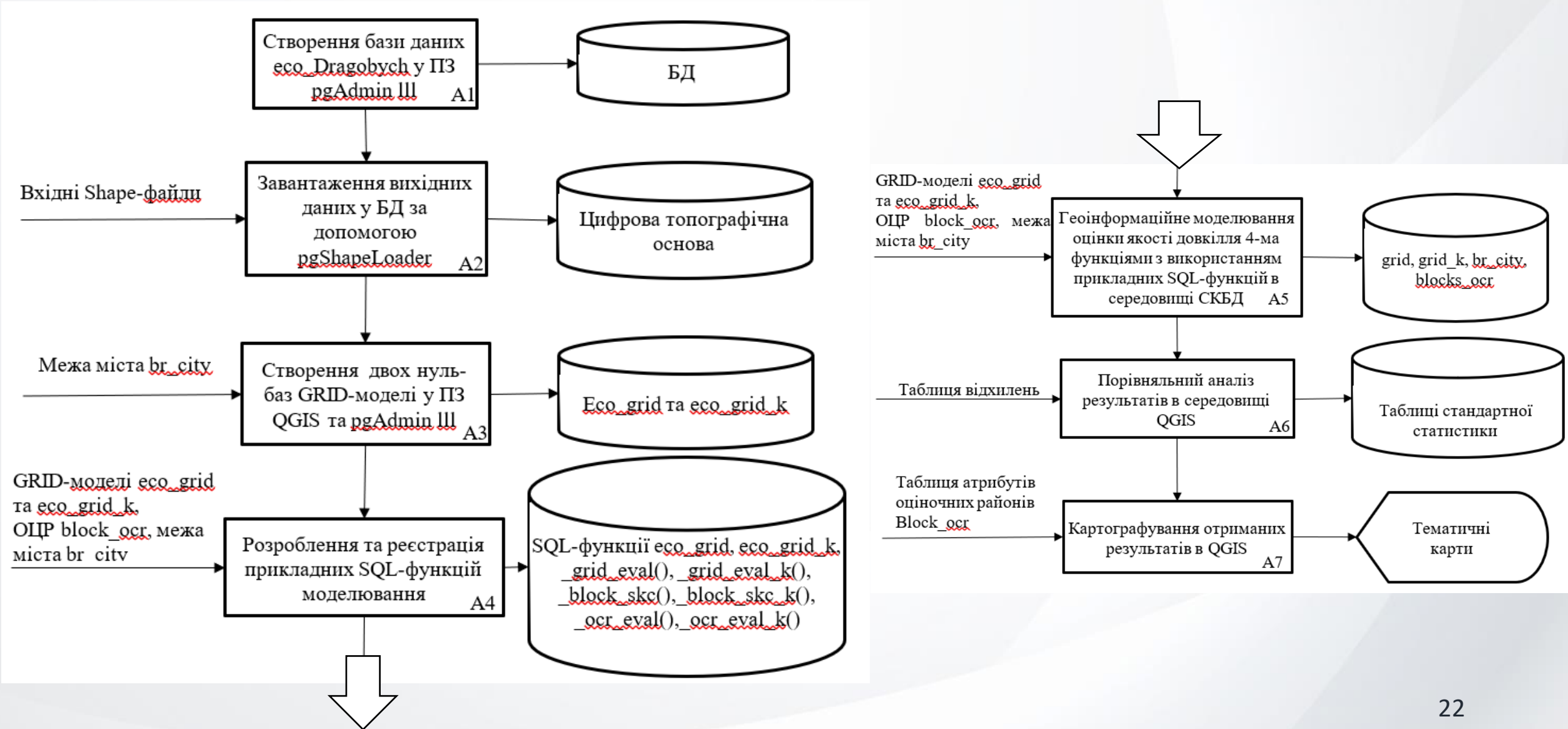
-- Призначена для обчислення GRID поверхні функції бажаності
-- за методом найближчого сусідства чарунок сітки до об'єктів
-- впливу з урахуванням категорії промислових зон та зелених зон
-- за "потужністю" їх впливу

CREATE OR REPLACE FUNCTION _grid_eval_k()
  RETURNS text AS
$BODY$
DECLARE
s11 double precision;
s12 double precision;
s13 double precision;
s14 double precision;
s15 double precision;
koef double precision;
koef1 double precision;
koef2 double precision;
koef3 double precision;
koef4 double precision;
koef5 double precision;
i record;
BEGIN
--Вибірка усіх чарунок по черзі
FOR i in (SELECT gid FROM eco_grid_k)
  loop
--Оцінка стану довкілля для кожної чарунки від впливу
-- підприємств з урахуванням класу/розміру СЗЗ
-- СЗЗ 5 класу - 50 м
    s11=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, prom_zones h
where g.gid=i.gid and h.szz_class=5);
    koef1=CASE
WHEN s11<=25 THEN 0.38
WHEN s11>25 and s11<=100 THEN (0.38+0.52*s11/100)
else 0.9
end;
    If koef<koef1 then koef1=koef;
end if;
-- СЗЗ 4 класу - 100 м
    s12=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, prom_zones h
where g.gid=i.gid and h.szz_class=4);
    koef2=CASE
WHEN s12<=50 THEN 0.38
WHEN s12>50 and s12<=200 THEN (0.38+0.52*s12/200)
else 0.9
end;
    If koef<koef2 then koef2=koef;
end if;
-- СЗЗ 2 класу 500 м
    s13=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, prom_zones h
where g.gid=i.gid and h.szz_class=2);
    koef3=CASE
WHEN s13<=125 THEN 0.2
WHEN s13>125 and s13<=1000 THEN (0.2+0.6*s13/1000)
else 0.8
end;
    If koef<koef3 then koef3=koef;
end if;
-- СЗЗ 1 класу - 1000 м
    s14=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, prom_zones h
where g.gid=i.gid and h.szz_class=1);
    koef4=CASE
WHEN s14<=200 and s14<=2000 THEN (0.2+0.6*s14/2000)
else 0.8
end;
    If koef<koef4 then koef4=koef;
end if;
--Оцінка стану довкілля для кожної чарунки від впливу кладовищ
    s15=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, cemetery h
where g.gid=i.gid);
    koef5=CASE
WHEN s15<=50 THEN 0.2
WHEN s15>50 and s15<=500 THEN (0.2+0.8*s15/500)
else 1
end;
--Оцінка стану довкілля для кожної чарунки від транспортних магістралей
    s16=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, transport_zone h
where g.gid=i.gid);
    koef6=CASE
WHEN s16<=25 THEN 0.2
WHEN s16>25 and s16<=300 THEN (0.2+0.7*s16/300)
else 0.9
end;
--Оцінка стану довкілля для кожної чарунки від впливу парків
-- з урахуванням категорії парку
-- для вищої третьої категорії
    s17=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, green_zones h
where g.gid=i.gid and h.cat_cod=3);
    koef7=CASE
WHEN s17<=100 THEN 1
WHEN s17>100 and s17<=1000 THEN (1-0.62*s17/1000)
else 0.38
end;
    koef=koef1*koef2*koef3*koef4*koef5*koef6*koef7;
RETURN koef;
END;
```

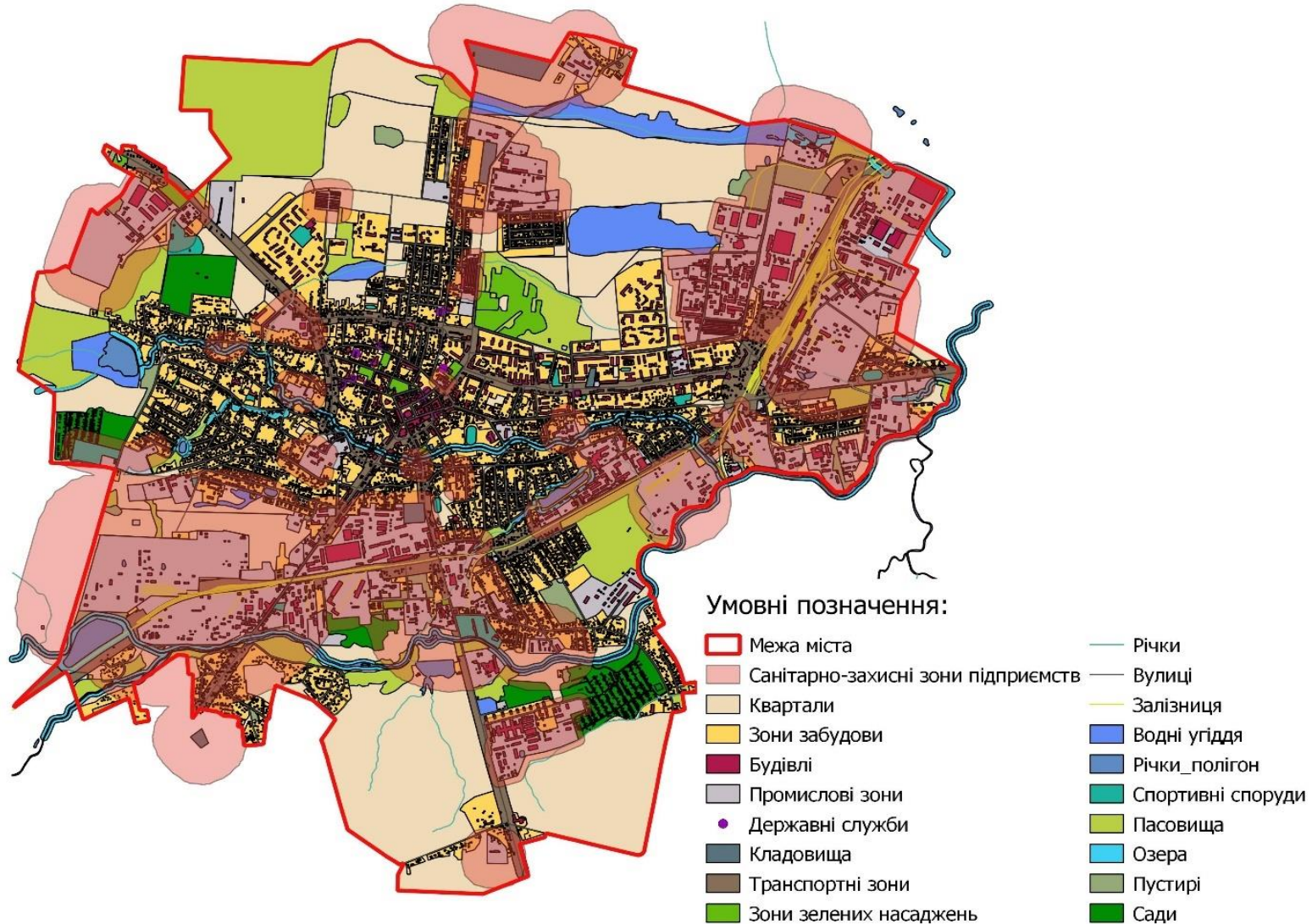
```
where g.gid=i.gid and h.szz_class=5);
koef1=CASE
WHEN s11<=25 THEN 0.38
WHEN s11>25 and s11<=100 THEN (0.38+0.52*s11/100)
else 0.9
end;
end;
-- СЗЗ 4 класу - 100 м
s11=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, prom_zones h
where g.gid=i.gid and h.szz_class=4);
koef=CASE
WHEN s11<=50 THEN 0.38
WHEN s11>50 and s11<=200 THEN (0.38+0.52*s11/200)
else 0.9
end;
If koef<koef1 then koef1=koef;
end if;
--
-- СЗЗ 2 класу 500 м
s11=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, prom_zones h
where g.gid=i.gid and h.szz_class=2);
koef=CASE
WHEN s11<=125 THEN 0.2
WHEN s11>125 and s11<=1000 THEN (0.2+0.6*s11/1000)
else 0.8
end;
If koef<koef1 then koef1=koef;
end if;
-- СЗЗ 1 класу - 1000 м
s11=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, prom_zones h
where g.gid=i.gid and h.szz_class=1);
koef=CASE
```

```
WHEN s11>200 and s11<=2000 THEN (0.2+0.6*s11/2000)
else 0.8
end;
If koef<koef1 then koef1=koef;
end if;
--Оцінка стану довкілля для кожної чарунки від впливу кладовищ
s12=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, cemetery h
where g.gid=i.gid);
koef2=CASE
WHEN s12<=50 THEN 0.2
WHEN s12>50 and s12<=500 THEN (0.2+0.8*s12/500)
else 1
end;
--Оцінка стану довкілля для кожної чарунки від транспортних магістралей
s13=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, transport_zone h
where g.gid=i.gid);
koef3=CASE
WHEN s13<=25 THEN 0.2
WHEN s13>25 and s13<=300 THEN (0.2+0.7*s13/300)
else 0.9
end;
--Оцінка стану довкілля для кожної чарунки від впливу парків
-- з урахуванням категорії парку
-- для вищої третьої категорії
s14=(SELECT min(ST_Distance(g.geom, h.geom))
FROM eco_grid_k g, green_zones h
where g.gid=i.gid and h.cat_cod=3);
koef4=CASE
WHEN s14<=100 THEN 1
WHEN s14>100 and s14<=1000 THEN (1-0.62*s14/1000)
else 0.38
end;
end;
```

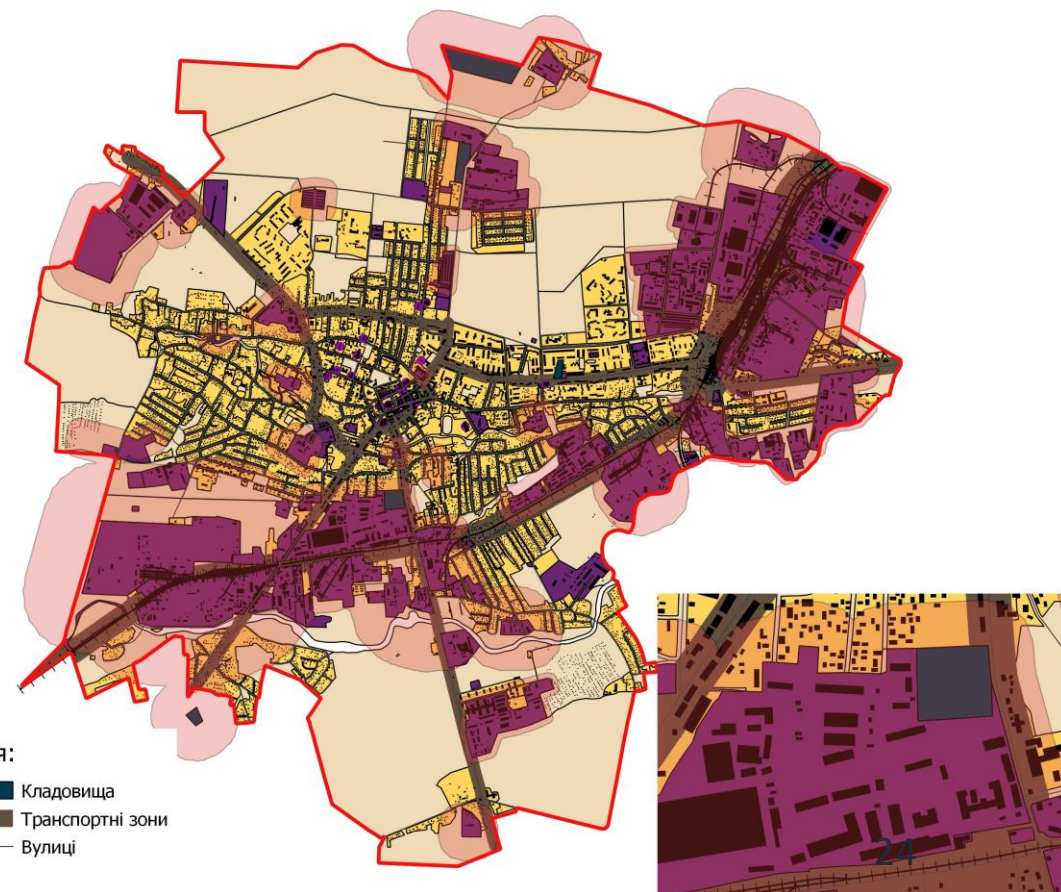
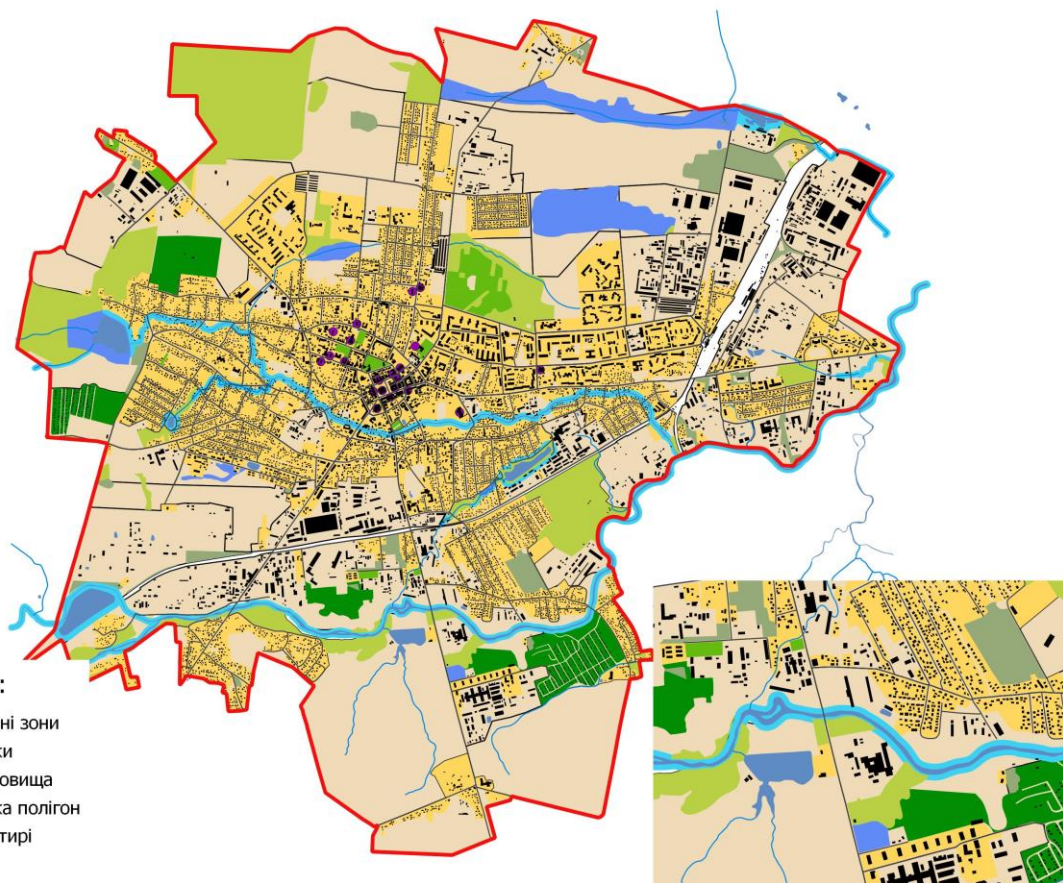
Технологічна схема дослідження геоінформаційних моделей ОЯМС



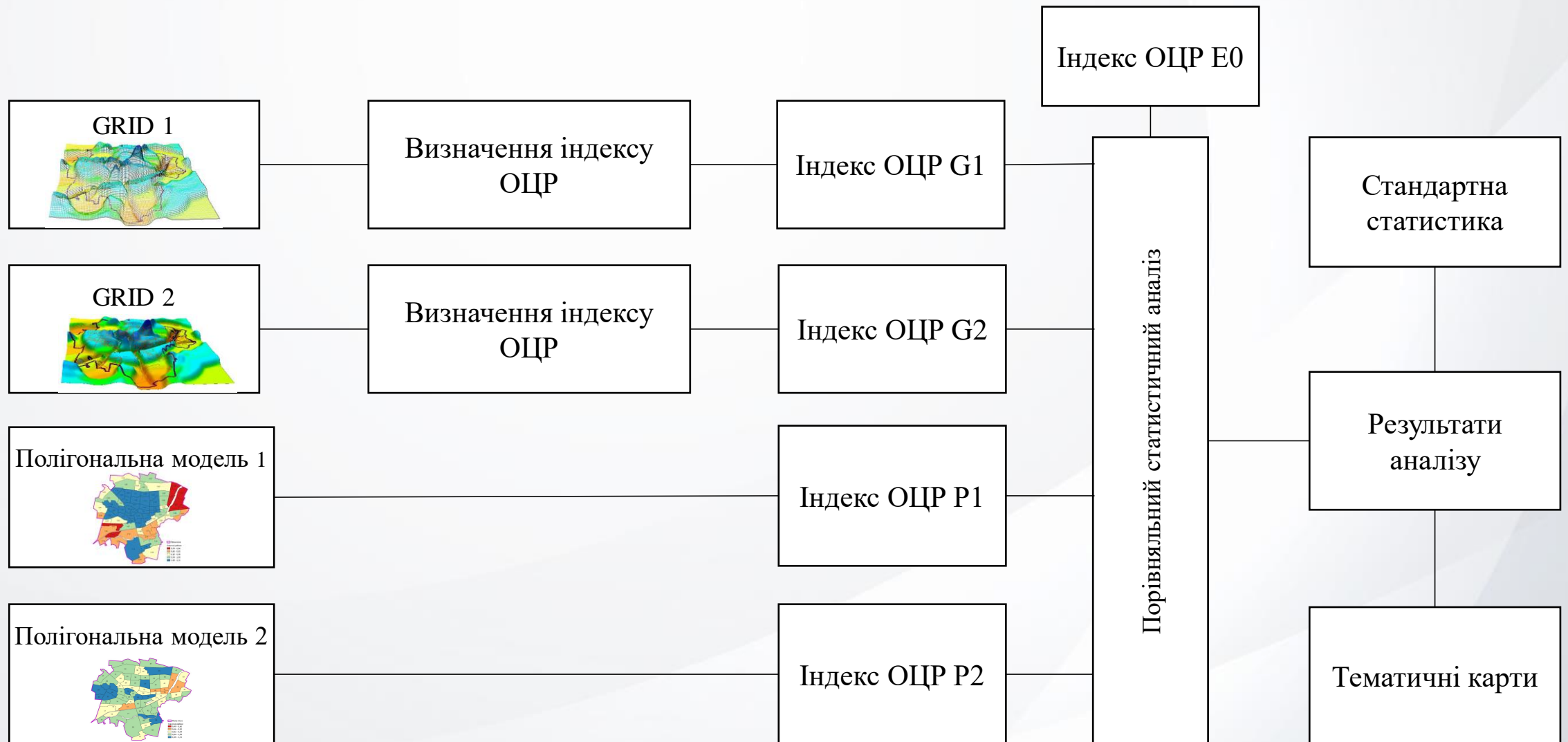
Склад вихідних геопросторових даних на дослідну територію м. Дрогобич



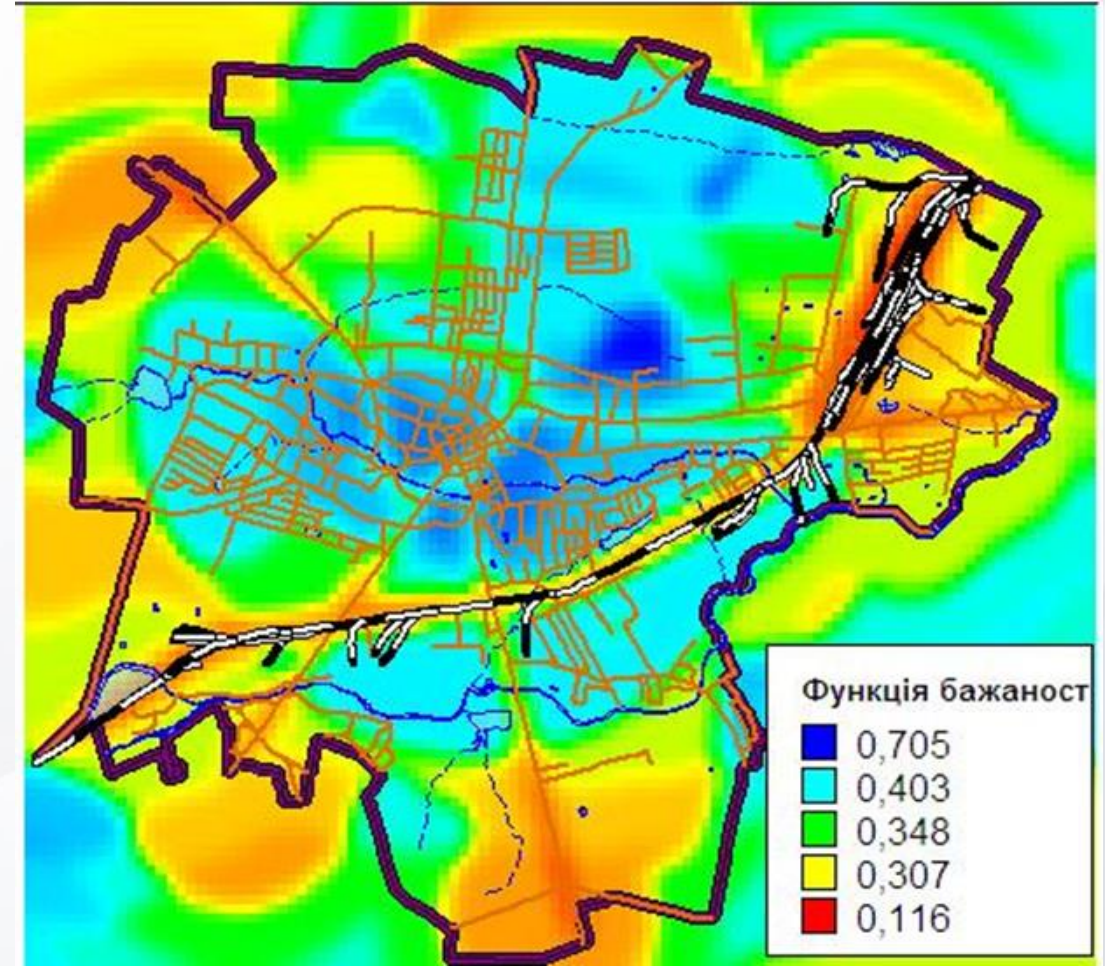
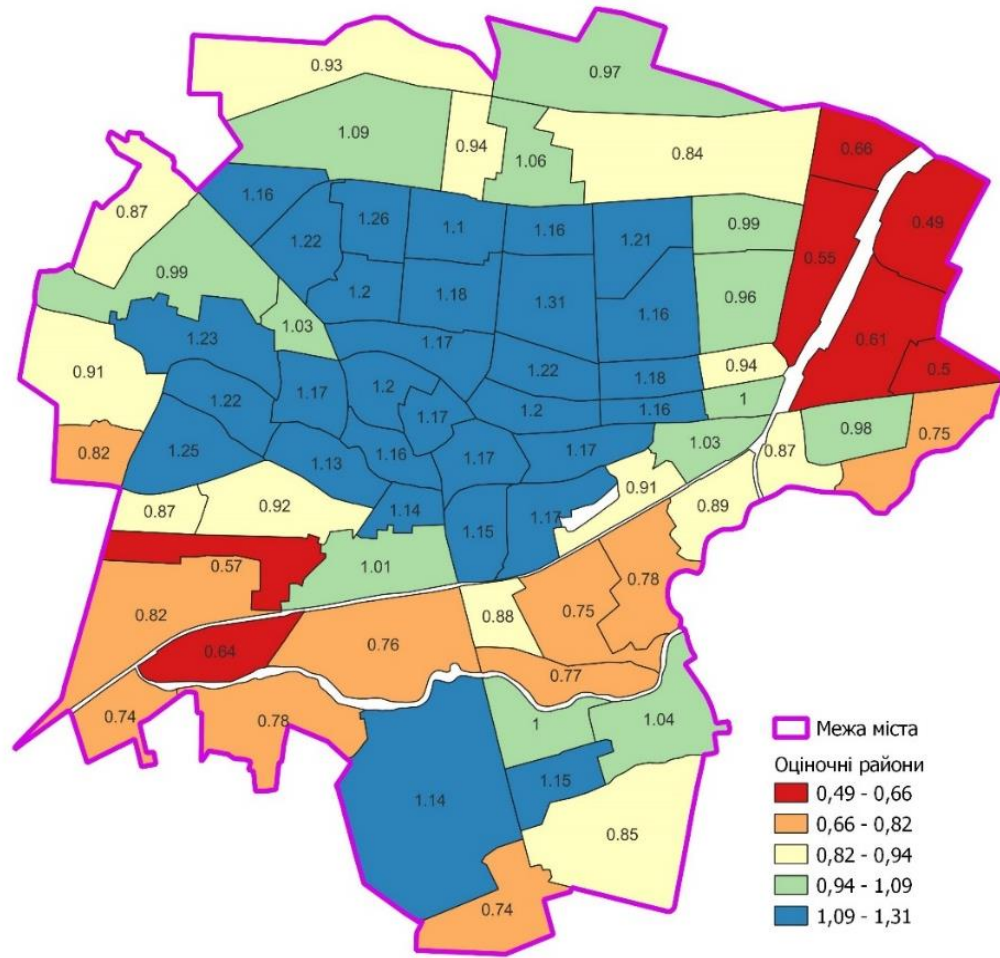
Електронні карти об'єктів позитивного та негативного впливу



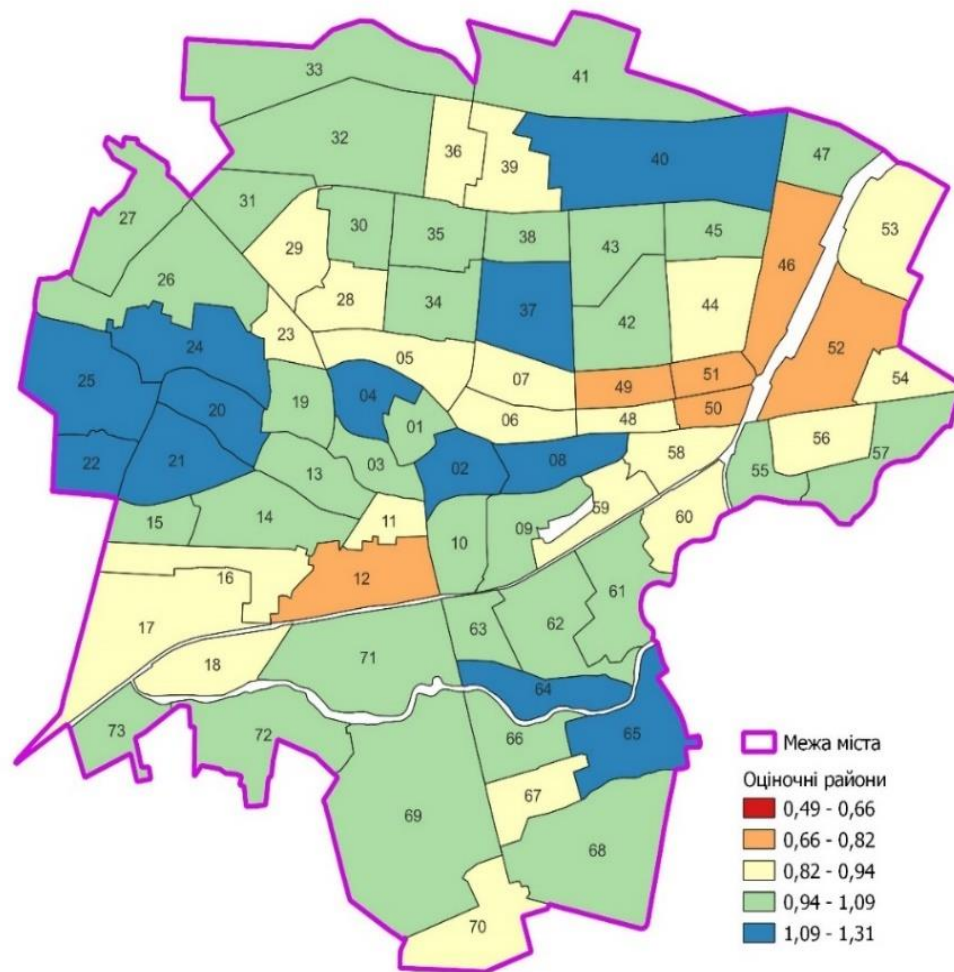
Зміст обчислювального експерименту



Картограми індексу якості довкілля ОЦР м. Дрогобич за експертною оцінкою та за функцією бажаності есо_grid



Картограма індексу якості довкілля ОЦР м. Дрогобич за полігональною моделлю поверхні ІФБ якості середовища



Стандартна статистика відхилень значень індексів якості довкілля ОЦР

Відхилення для попарного порівняння результатів за варіантами моделювання	Показники стандартної статистики						
	Кількість	Середнє	Медіана	Мінімум	Максимум	СКВ	Дисперсія
$R1=(E0 - G1)$	73	0.0014	0.047	-0.405	0.399	0.2015	0.804
$R2=(E0 - G2)$	73	-0.0010	0.011	-0.418	0.403	0.1816	0.821
$R3=(E0 - P1)$	73	-0.0009	0.045	-0.626	0.505	0.2458	1.131
$R4=(E0 - P2)$	73	-0.0105	0.006	-0.693	0.435	0.2402	1.128
$R5=(G1 - G2)$	73	-0.0026	0.002	-0.143	0.131	0.0666	0.274
$R6=(G1 - P1)$	73	-0.0023	0	-0.301	0.332	0.1095	0.633
$R7=(G2 - P2)$	73	-0.0094	0	-0.396	0.376	0.1340	0.772
$R8=(P1 - P2)$	73	-0.712	0.027	-0.276	0.163	0.0903	0.439

Схеми статистичного аналізу результатів

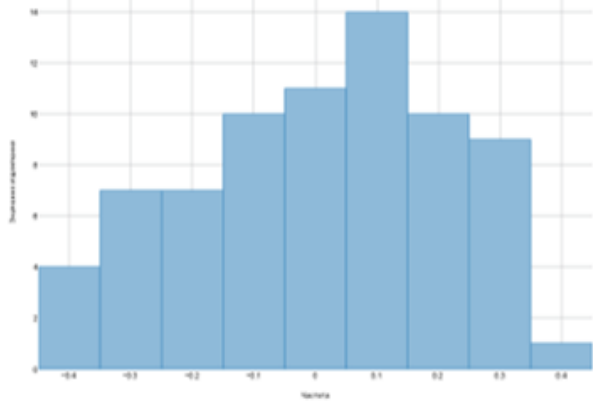


Рис. 3.18.

Гістограма відхилення $R1 = (E0 - G1)$

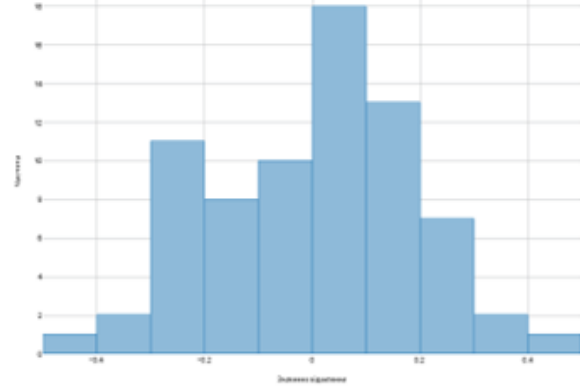


Рис. 3.19.

Гістограма відхилення $R2 = (E0 - G2)$

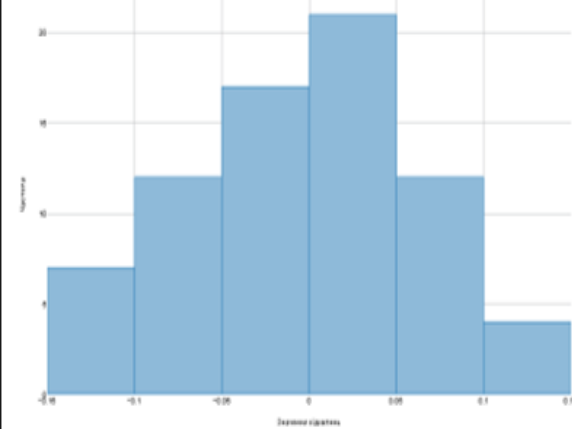


Рис. 3.22.

Гістограма відхилення $R5 = (G1 - G2)$

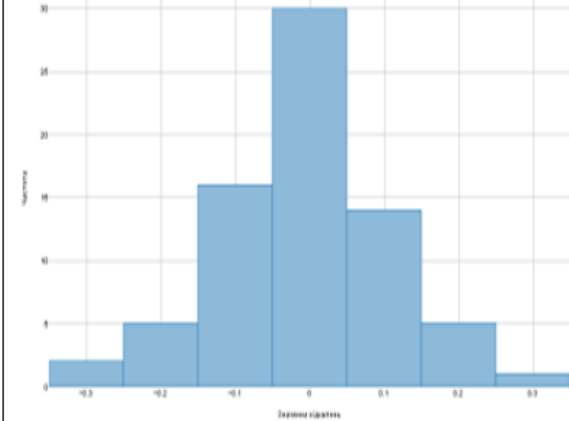


Рис. 3.23.

Гістограма відхилення $R6 = (G1 - P1)$

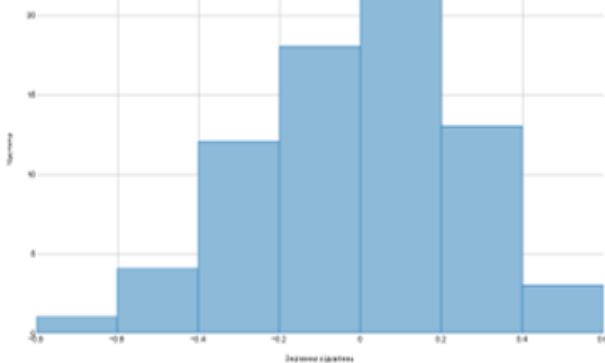


Рис. 3.20.

Гістограма відхилення $R3 = (E0 - P1)$

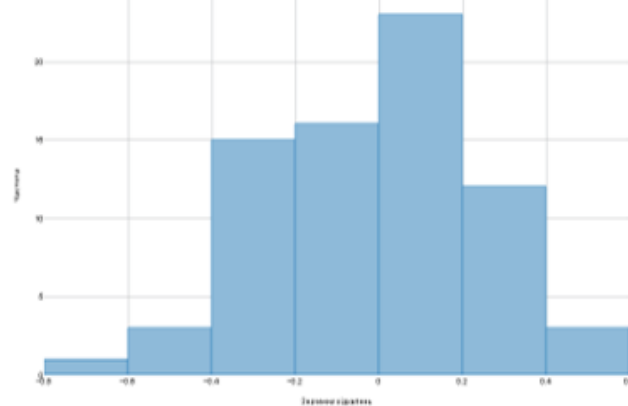


Рис. 3.21.

Гістограма відхилення $R4 = (E0 - P2)$

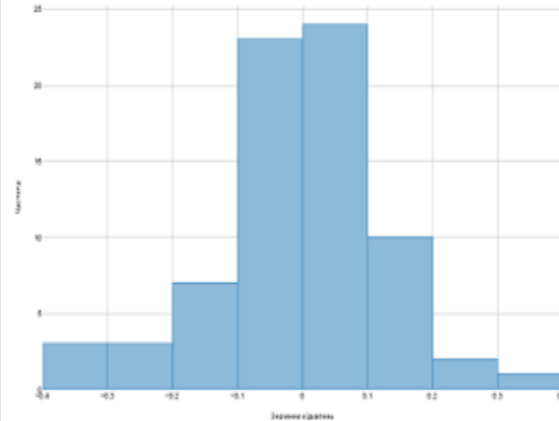


Рис. 3.24.

Гістограма відхилення $R7 = (G2 - P2)$

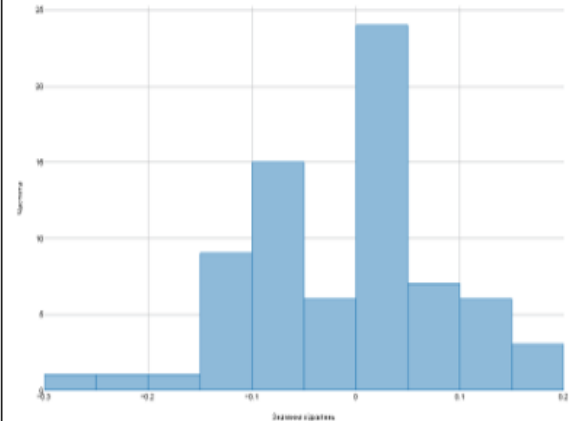
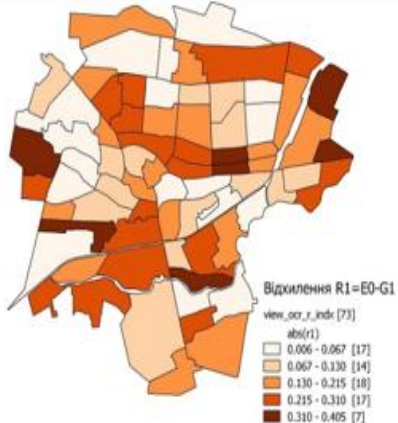


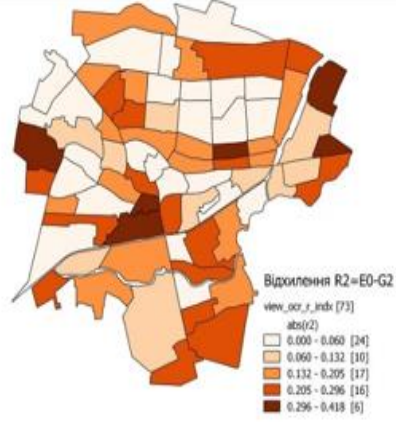
Рис. 3.25.

Гістограма відхилення $R8 = (P1 - P2)$

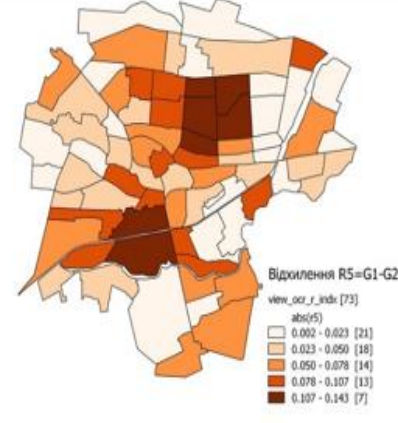
Картограми відхилень індексу довкілля ОЦР м. Дрогобич за варіантами моделей ОЯМС



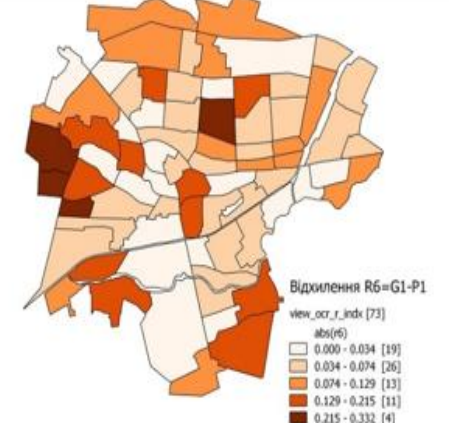
Картограма відхилення abs(E0-G1)



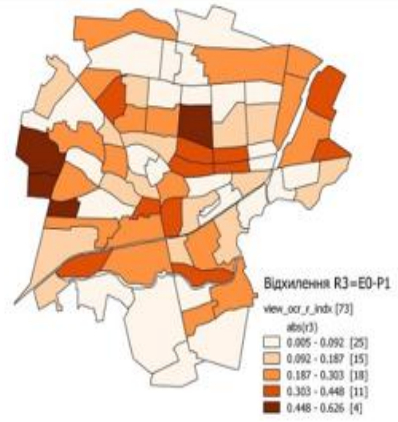
Картограма відхилення abs(E0-G2)



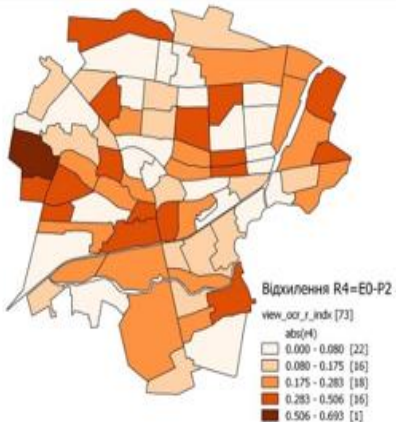
Картограма відхилення abs(G1-G2)



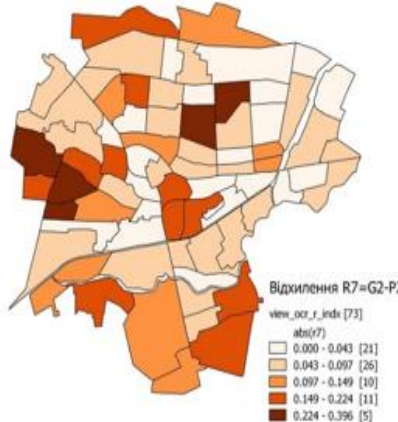
Картограма відхилення abs(G1-P1)



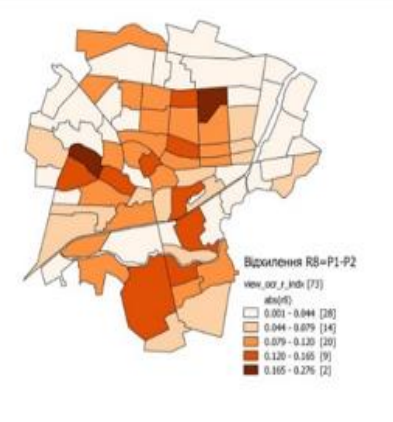
Картограма відхилення abs(E0-P1)



Картограма відхилення abs(E0-P2)



Картограма відхилення abs(G2-P2)



Картограма відхилення abs(P1-P2)

Розподіл числа значень за інтервалами абсолютних відхилень для варіантів пар порівняння результатів моделювання індексів довкілля ОЦР

Інтервал відхилення	Число значень в інтервалі для пар порівняння індексів довкілля ОЦР							
	<i>E0-G1</i>	<i>E0-G2</i>	<i>E0-P1</i>	<i>E0-P2</i>	<i>G1 - G2</i>	<i>G1 - P1</i>	<i>G2 - P2</i>	<i>P1 - P2</i>
[0,00001;0,1]	27	28	25	25	63	53	47	52
[0,1; 0,2]	19	21	15	14	10	14	17	19
[0,2; 0,3]	18	18	17	17	0	4	5	2
[0,3; 0,4]	8	4	8	10	0	2	4	
[0,4; 0,5]	1	2	5	5	0	0	0	0
[0,5; 0,6]	0	0	2	1	0	0	0	0
> 0,6	0	0	1	1	0	0	0	0
Сума та відсоток задовільного збігу значень	64	69	57	56	63	53	47	52
	87,67%	94,52%	78,08%	76,71%	86,3%	72,6%	64,38%	71,23%

Висновки

В роботі виконано узагальнення та на прикладі міста Дрогобич отримано практичні результати щодо дослідження геоінформаційних моделей оцінювання якості міського середовища з використанням відкритої інструментальної ГІС PostgreSQL, зокрема:

- за результатами аналізу стану і тенденції розвитку засобів геоінформаційного моделювання якості міського середовища та класифікації геоінформаційних моделей оцінювання якості міського середовища встановлено, що в сучасних системах для ОЯМС найширше застосовуються моделі з використанням часткових та інтегральної функції бажаності Харрінгтона для врахування впливу антропогенних та природних об'єктів на довкілля;
- розроблено компоненти методичного забезпечення дослідження геоінформаційних моделей ОЯМС
- розроблено логічну модель бази геопросторових даних та схеми реалізації прикладних SQL-функцій для формування GRID та полігональної моделі поверхні ІФБ ОЯМС в середовищі СКБД PostgreSQL/PostGIS
- на прикладі м. Дрогобич проведено обчислювальний експеримент дослідження чотирьох варіантів геоінформаційних моделей ОЯМС з використанням GRID та полігональної моделі поверхні ІФБ
- за результатами обчислювального експерименту на реальних даних про об'єкти впливу на довкілля міста Дрогобич отримано оцінки збіжності для геоінформаційних моделей ОЯМС
- результати за варіантом GRID моделі поверхні інтегральної функції бажаності ОЯМС в поєднанні з частковими функціями бажаності для підкласів об'єктів за категоріями інтенсивності впливу мають найкращу збіжність з базовою експертною оцінкою
- реалізація програмних SQL-функцій геоінформаційного моделювання поверхні інтегральної функції бажаності ОЯМС в середовищі відкритої СКБД PostgreSQL/PostGIS забезпечує можливість для їх широкого практичного використання
- подальші дослідження пов'язані з поліпшенням моделей часткових функцій бажаності для врахування впливу антропогенних та природних об'єктів на якість міського середовища, а також дослідження моделей на прикладі міст і територіальних громад різної величини із різних регіонах країни.

Дякую за увагу!