

Юлія МАКСИМОВА^{1*}, Олексій БОЙКО²

¹ Кафедра геоінформатики та фотограмметрії, Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський просп., 31, Київ, 03680, Україна, е-пошта: m_ys@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-9793-7347>.

² Київська обласна організація спілки архітекторів України, е-пошта: oleksa.boiko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3676-6043>.

<https://doi.org/10.23939/istcgcap2021.93.059>

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СЕРЕДОВИЩА

Метою дослідження є розроблення моделей нечіткої оцінки впливу природних та антропогенних впливів, які дають змогу інтегрувати в собі різні за своєю фізичною природою фактори, що своєю чергою дає можливість приведення їх до єдиної системи оцінювання стану довкілля та порівняння стану різних оцінюваних територій. Методика. Основу запропонованого моделювання становить традиційний підхід до проектування таких моделей, що включає 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 розглянутих моделей реалізовано базу геопросторових даних та SQL-функції, та використано розширення стандартної мови SQL99 новим типом даних geometry і вбудованими функціями, що забезпечують зберігання, опрацювання і аналіз геопросторових даних в системах керування базами даних. Запропоновані моделі в дослідженні реалізовано в середовищі об'єктно-реляційної СКБД PostgreSQL/Postgis та геоінформаційної системи QGIS. Результати. Виконано огляд досвіду застосування нечіткої логіки для оцінки стану довкілля. Запропоновано та реалізовано технологічні моделі для розрахунку показників забезпеченості досліджуваної адміністративної одиниці об'єктами соціальної інфраструктури, впливу зелених насаджень та промислових об'єктів і транспорту на навколишнє середовище. Наведено приклад апробації запропонованого підходу на основі відкритих даних OpenStreetMaps для території Попаснянського району Луганської області. Наукова новизна. В роботі виконано теоретичні узагальнення та одержано практичні результати вирішення прикладної задачі розроблення моделі нечіткої оцінки впливу різних факторів на навколишнє середовище з використанням ГІС. Така оцінка може застосовуватись на етапі розробки стратегій просторового розвитку громади, для визначення найбільш прийняттого варіанту розвитку, а також для уніфікації засобів моніторингу реалізації стратегій, органічно пов'язуючи між собою локальні, національні та глобальні завдання. Практична значущість. Застосування запропонованого підходу щодо використання GRID-моделювання та нечіткої оцінки впливу при оцінці якості навколишнього середовища дозволяє інтегрувати в собі різні показники, порівнювати їх шляхом приведення до єдиної системи оцінювання.

Ключові слова: геоінформаційні системи, стратегічна екологічна оцінка, GRID-моделювання, індикатори якості середовища, екологічний менеджмент, екологічний моніторинг.

Вступ

Розвиток геоінформаційних систем дозволяє використовувати їх для оцінювання стану навколишнього середовища не тільки як засобу візуалізації джерел забруднення, проблемних місць тощо через тематичні карти, а й для моделювання взаємозв'язків між цими об'єктами, оцінювання або прогнозування можливих їх проявів.

Під час розроблення містобудівної документації та стратегічної екологічної оцінки цієї документації виникає необхідність оцінювання

та порівняння планувальних альтернатив та їх впливу на навколишнє середовище за комплексом показників. Для швидкого, попереднього порівняння різних планувальних варіантів та перевірки зроблених висновків постає питання в необхідності розроблення індикаторів та/або систем порівняння впливу просторових рішень. Для цього пропонується використовувати геоінформаційну модель для нечіткого оцінювання впливу потенційних джерел забруднення, рекреаційних об'єктів, соціальної інфраструктури тощо на якість середовища різних адміністративно-планувальних одиниць.

Застосування нечіткої логіки для оцінки стану довкілля досліджувалося такими авторами Stanovskiy (2018), Олех (2013), Лященко (2012, 2010), Зазнобина (2008), Статюха (2006), Adriaenssens (2006), M. Rudner (2007), Petry (2005), N. Vogiatzakis (2003), Enea та Salemi (2001), Mario (2001) та іншими.

В роботах Лященко [Лященко та ін., 2012; Лященко, Волчко, 2010] розглядається застосування GRID-моделей та нечітких оцінок впливу для врахування екологічних факторів у складі нормативної грошової оцінки, де приводяться приклади функцій бажаності для різних складових техногенного навантаження. Процедура оцінки впливу на навколишнє середовище із застосуванням функцій Харінгтона розглядається в статті Stanovskiy, де розглядається оцінка впливу фізичних факторів на різні компоненти довкілля. Застосовується використання нечіткої логіки і у відкритих моделях оцінки якості середовища – InVEST Habitat Quality (InVEST), де розглядається оцінка змін середовища існування та її подальший вплив на біорізноманіття. В моделі прийнято, що якість середовища існування залежить від близькості середовища існування до землекористувань людей та інтенсивності використання цих земель та застосовуються два варіанти розрахунку впливу землекористування або на основі лінійної функції, або на основі експоненціальної. Аналіз попередніх робіт показує, що використання GRID-моделювання та нечіткої логіки для оцінки впливу природних та антропогенних компонентів широко застосовується для інтеграції різнорідних факторів впливу та може розширюватися для вирішення інших задач з врахуванням специфічних вихідних даних.

Мета

Метою дослідження є розроблення моделей нечіткої оцінки впливу природних та антропогенних впливів, які дають можливість інтегрувати в собі різні за своєю фізичною природою фактори, що в свою чергу дає можливість приведення їх до єдиної системи оцінювання стану довкілля та порівняння стану різних оцінюваних територій. Такі моделі дозволяють не лише порівнювати середовища із різними наборами факторів, але й співставляти між собою прогнози розвитку одного й того ж середовища в перспективі.

Актуальність дослідження зумовлена потребою в інструментах оцінки стану середовища для наскрізного застосування в ієрархії екологічного менеджменту, в тому числі для оцінювання виконання цілей сталого розвитку, оцінці екосистемних послуг, стратегічній екологічній оцінці та оцінці впливу на довкілля. Для цього необхідна розробка зручних та об'єктивних методик об'єднання різних властивостей та показників впливу природних і антропогенних складових середовища в інтегральну систему оцінювання.

Методика

Для зведення несхожих показників якості різних елементів середовища до єдиної системи оцінювання середовища використано нечітку оцінку впливу, яка базується на використанні GRID-моделювання та нечітких множин, що ґрунтуються на функції бажаності Харрінгтона [Лютик, 2016; Harrington, 1965]. Основна ідея використання GRID-моделювання та нечітких множин для якісного оцінювання стану довкілля полягає в побудові GRID географічного поля нечітких оцінок впливу різних факторів.

GRID-моделі (моделі регулярних сіток) в геоінформатиці належать до базових моделей дискретного подання просторового розподілу функцій двох змінних типу $Z=f(X,Y)$ впорядкованою множиною значень Z_{ij} в регулярно розташованих чарунках однакового розміру та форми [Лященко та ін., 2012]. Кожна чарунка такої GRID-моделі може мати диференційну оцінку стану по кожному окремому фактору та/або інтегровану – загальну за групою або всіма факторами, що враховуються. В основу побудови узагальненої функції належності (бажаності) Харрінгтона покладено ідею перетворення всіх розмірних показників в безрозмірні показники якості (функції бажаності), які змінюються від нуля (дуже погана якість) до одиниці (висока якість), тобто натуральні значення окремих показників перетворюються у безрозмірні за одиничною шкалою бажаності, приймаючи значення на інтервалі $[0,1]$. З використанням GRID-моделювання та нечіткої логіки було виконано аналіз якості середовища населених пунктів Попаснянського району Луганської області за такими критеріями як забезпеченість соціальними послугами, вплив та забезпеченість зеленими насадженнями, вплив промисловості та транспорту.

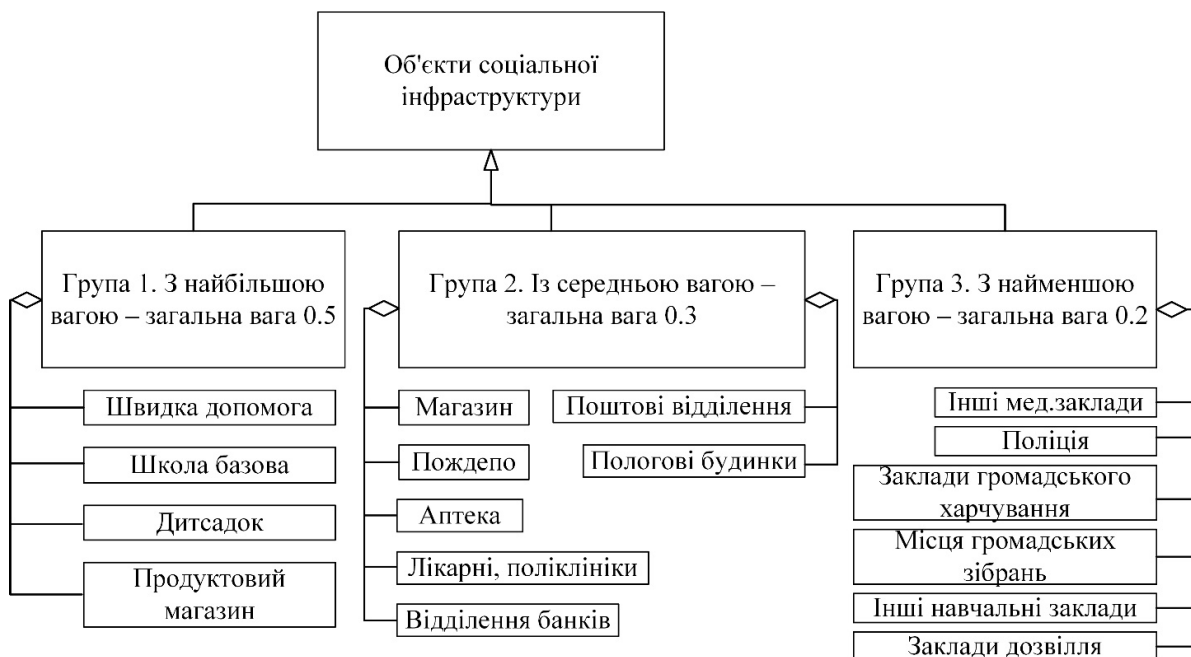


Рис. 1. UML-діаграма класифікації об'єктів соціальної інфраструктури за їх пріоритетністю

Для оцінювання забезпеченості соціальною інфраструктурою території Попаснянського району об'єкти соціальної інфраструктури розділено на три основні групи за своєю пріоритетністю на основі експертної думки (див. рис. 1). Кожній групі присвоєно свій максимальний показник впливу (вагу групи), які в сумі для всіх груп формують одиницю. Для кожного об'єкта в групі визначена його зона обслуговування (зона впливу) згідно вимог ДБН Б.2.2-12:2019, в межах якої він обслуговує населення. Зауважимо, що наведені приклади орієнтовані на реалізацію та апробацію підходу на основі доступних відкритих даних OSM [https://www.openstreetmap.org], далі OSM, які виступали джерелом даних в цьому дослідженні, та можуть бути розширені критеріями/об'єктами тощо. Загальна схема оцінювання забезпеченості соціальними об'єктами кожної чарунки GRID-моделі та кожного населеного пункту подані у вигляді UML-діаграми на рис. 2. Основний підхід базується на тому, що якщо чарунка потрапляє в зону впливу об'єкта в групі, то його вплив на чарунку є, тобто дорівнює 1 (True), в іншому випадку вплив об'єкта відсутній, тобто дорівнює 0 (False). При цьому максимальний вплив групи об'єктів обмежується встановленим значенням ваги цієї групи (див. рис. 2). Сумарний рівень забезпеченості чарунки GRID-моделі об'єктами всіх груп соціальних об'єктів

визначається як сума впливу для груп та варіюється від 0 до 1. Для значень від 0 до 0,2 рівень забезпеченості визначається як незадовільний, для значень від 0,2 до 0,3 – як низький, від 0,3 до 0,5 – як нижче базового, від 0,5 до 0,8 – як базовий, від 0,8 до 1 – високий.

Для узагальненого оцінювання забезпеченості кожного населеного пункту та порівняння ступеня їх забезпеченості об'єктами соціальної інфраструктури виконується оцінювання відношення середнього значення показника забезпеченості об'єктами соціальної інфраструктури населеного пункту порівняно із середніми значеннями всіх населених пунктів у районі (див. рис. 1).

Для оцінки впливу озелених територій та промислових об'єктів на стан довкілля як критерій використано відстань від цих об'єктів до чарунки та ступінь їхнього впливу на чарунку, яка для них призначається на основі експертної думки. Отже, для кожної чарунки GRID-моделі визначається вплив негативних об'єктів (промислових територій) за принципом: що ближче до такого об'єкта, то гірше, та вплив позитивних об'єктів (озелених територій) за принципом чим ближче до такого об'єкта, тим краще. Узагальнені технологічні схеми розрахунку зазначених впливів у вигляді UML-діаграм подано на рис.3 та рис.4 відповідно. Для оцінки впливу озеленення було попе-

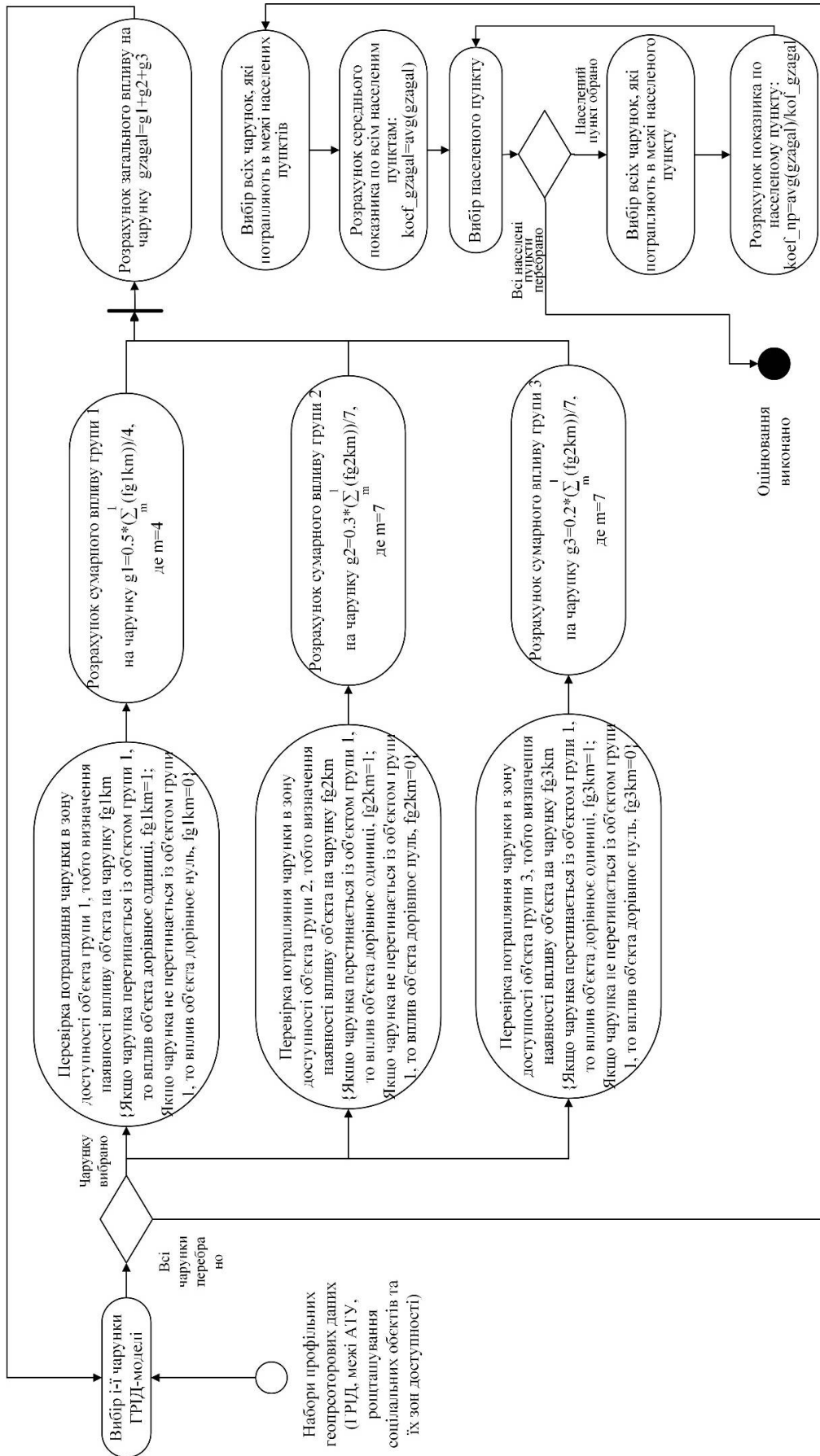


Рис. 2. Технологічна схема розрахунку забезпеченості об'єктами соціальної інфраструктури

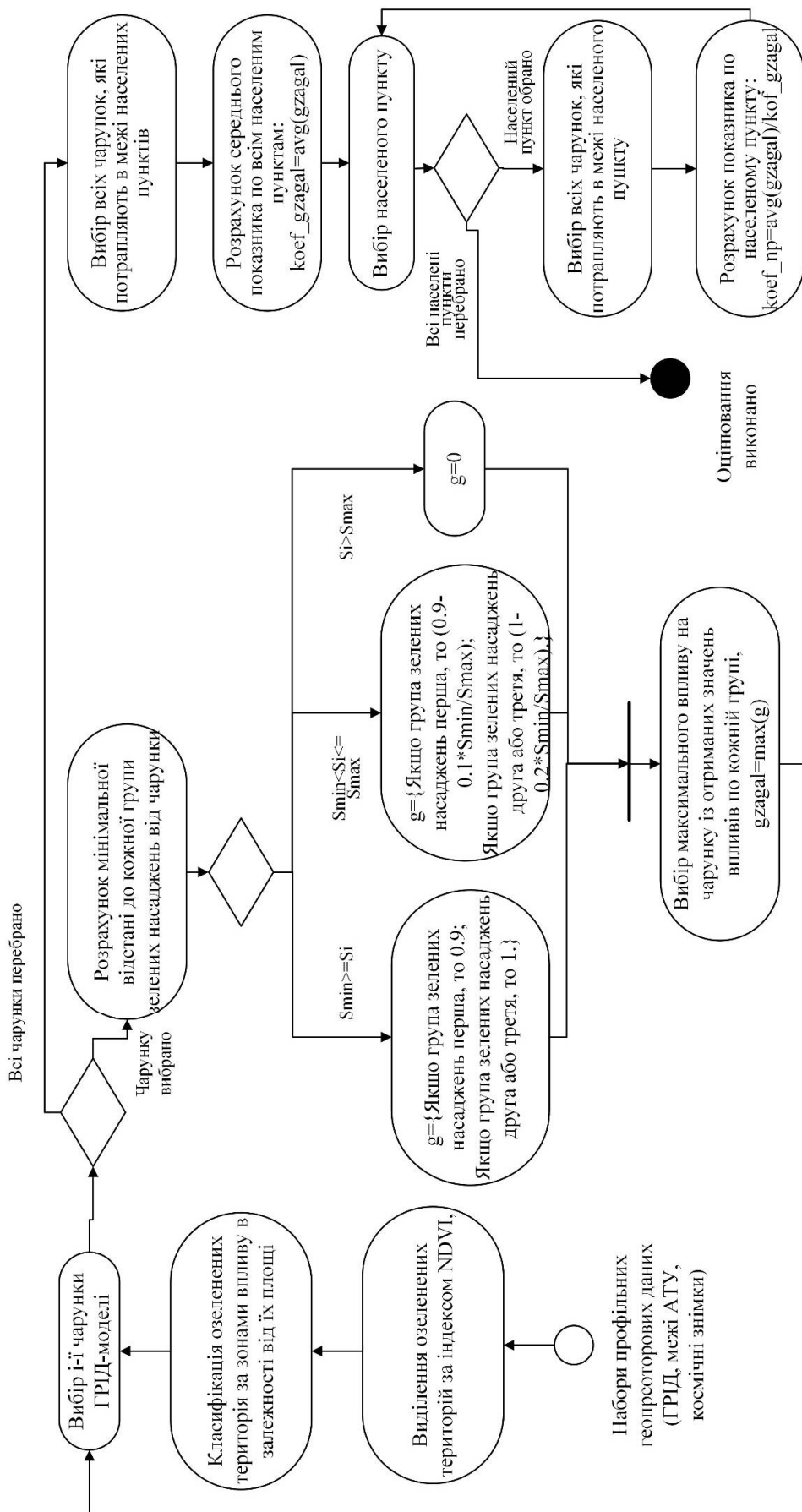


Рис. 3. Технологічна схема розрахунку впливу зелених насаджень

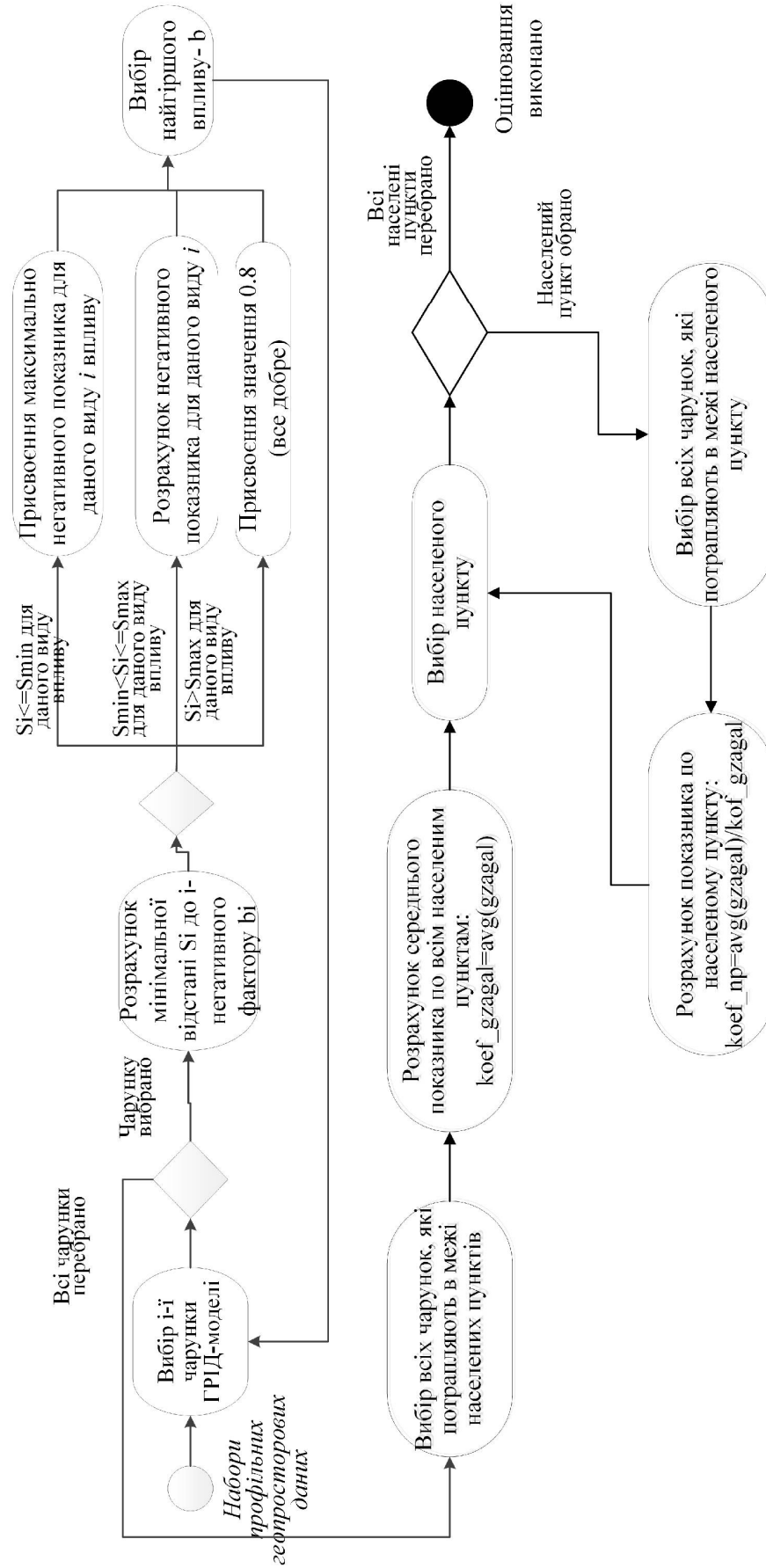


Рис. 4. Технологічна схема розрахунку впливу промислових територій та транспортної інфраструктури

редньо проаналізовано розподіл озелених територій в межах району з використанням індексу NDVI [Чепанов, 2011] та знімків Sentinel-2, відкритих даних OSM. Всі території зелених насаджень було розподілено на три групи впливу, враховуючи їх площі, по принципу більша площа зелених насаджень – більший вплив. Зокрема коефіцієнти оцінки рівня впливу озеленення розділено на такі групи: від 0,8 до 0,9 – достатній вплив, від 0,9 до 1 – високий вплив, рівний 1 – інтенсивний вплив, рівний 0 – вплив практично відсутній.

Вплив промислових територій і транспорту визначено на основі розмірів санітарно-захисних зон (СЗЗ) та класів шкідливості об'єктів згідно ДСП-173-96. Вплив на навколишнє середовище кожного об'єкта визначається через лінійну функцію:

$$b = \left\{ \begin{array}{l} \text{if } S_m \leq S_{\min}, \text{ then } b_m = k, \\ \text{if } S_{\min} < S_m \leq S_{\max}, \text{ then} \\ b_m = k + (0.8 - n) \cdot \frac{S_m - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}}, \\ \text{if } S_m > S_{\max}, \text{ then } b_m = 0.8 \end{array} \right. \quad (1)$$

де m – вид об'єкта (наприклад, промислові території IV класу шкідливості, звалища, автомобільні дороги тощо), від якого визначається вплив, S_m – мінімальна відстань від об'єкта до i -ї чарунки; S_{\min} , S_{\max} – мінімальна та максимальна відстані на яких враховується вплив від об'єкта; k , n – визначені на основі експертної думки коефіцієнти, які визначають ступінь впливу для кожного виду об'єкта (типу впливу), в залежності від класу шкідливості та розміру СЗЗ. Коефіцієнт впливу промисловості та транспорту розподілено на такі групи: від 0 до 0,2 – дуже погано, від 0,21 до 0,37 – погано, від 0,38 до 0,63 – задовільно, від 0,64 до 0,8 – добре, 1 – негативного впливу немає.

Результати

Запропоновані моделі реалізовано як SQL-функції [ISO/IEC 13249-3:2011] в СКБД Postgre SQL/postgis [https://www.postgresql.org/], структура яких відповідає наведеним алгоритмам (рис. 2–4) із візуалізацією даних в геоінформаційній системі QGIS [http://qgis.org].

Розглянемо фізичну реалізацію зазначених SQL-функцій на прикладі функції для розрахунку забезпеченості об'єктами соціальної інфраструктури. Процес включає наступні етапи (далі приведено фрагмент SQL-функції для розрахунку загального рівня забезпеченості чарунки об'єктами соціальної інфраструктури):

- Створення функції та оголошення змінних:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION
cad_data.grid_soc_test()
RETURNS text AS
$BODY$
DECLARE
_o1 boolean; _o2 boolean; _o3 boolean; _o4
boolean; _g1 double precision; _g2 double
precision; _g3 double precision; _o5 boolean; _o6
boolean; _o7 boolean; _o8 boolean; _o9 boolean;
_o10 boolean; _o11 boolean; _o12 boolean; _o13
boolean; _o14 boolean; _o15 boolean; _o16
boolean; _o17 boolean; _o18 boolean; _gzal double
precision; _geom geometry; i integer;
BEGIN
```
- Вибір чарунки:

```
FOR i in (SELECT id FROM cad_data.grid)
LOOP
```
- Визначення потрапляння чарунки в зону впливу об'єктів різних груп:

```
_o1=(case when (select coalesce(count(*),0)
from cad_data.zones e where e.obj='emergency'
and st_intersects(_geom, e.geom)=true)=0 then
false else true end);
```
- Визначення сумарного впливу групи:

```
_g1=0.5*((_o1+_o2+_o3)/4)::double precision);
```
- Визначення загального впливу на чарунку:

```
_gzal=_g1+_g2+_g3;
```
- Розрахунок середнього значення забезпеченості чарунок об'єктами соціальної інфраструктури для населених пунктів району:

```
koef_gzagal=(SELECT AVG(c.gzal) FROM
(SELECT a.id,a.gzal, a.geom FROM
cad_data.grid as a, cad_data.naspunkt as b
WHERE ST_Intersects(b.geom,a.geom)) AS c);
```
- Розрахунок відношення середнього значення забезпеченості населеного пункту об'єктами соціальної інфраструктури по відношенню до інших населених пунктів району

```
_koef_np=(SELECT AVG(c.gzal)/koef_gzagal
FROM (SELECT a.id,a.gzal, a.geom FROM
```

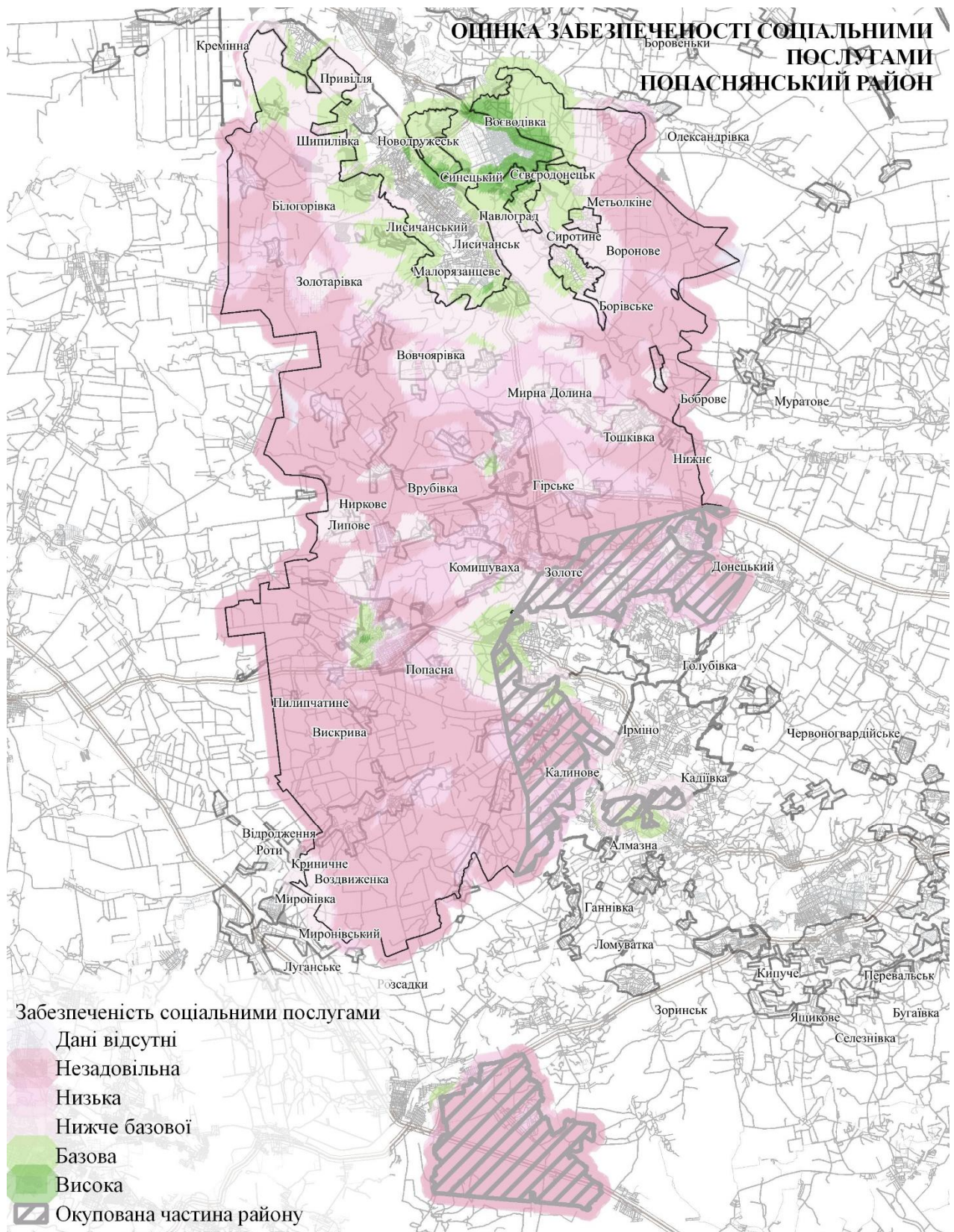


Рис. 5. Оцінка забезпеченості соціальними послугами

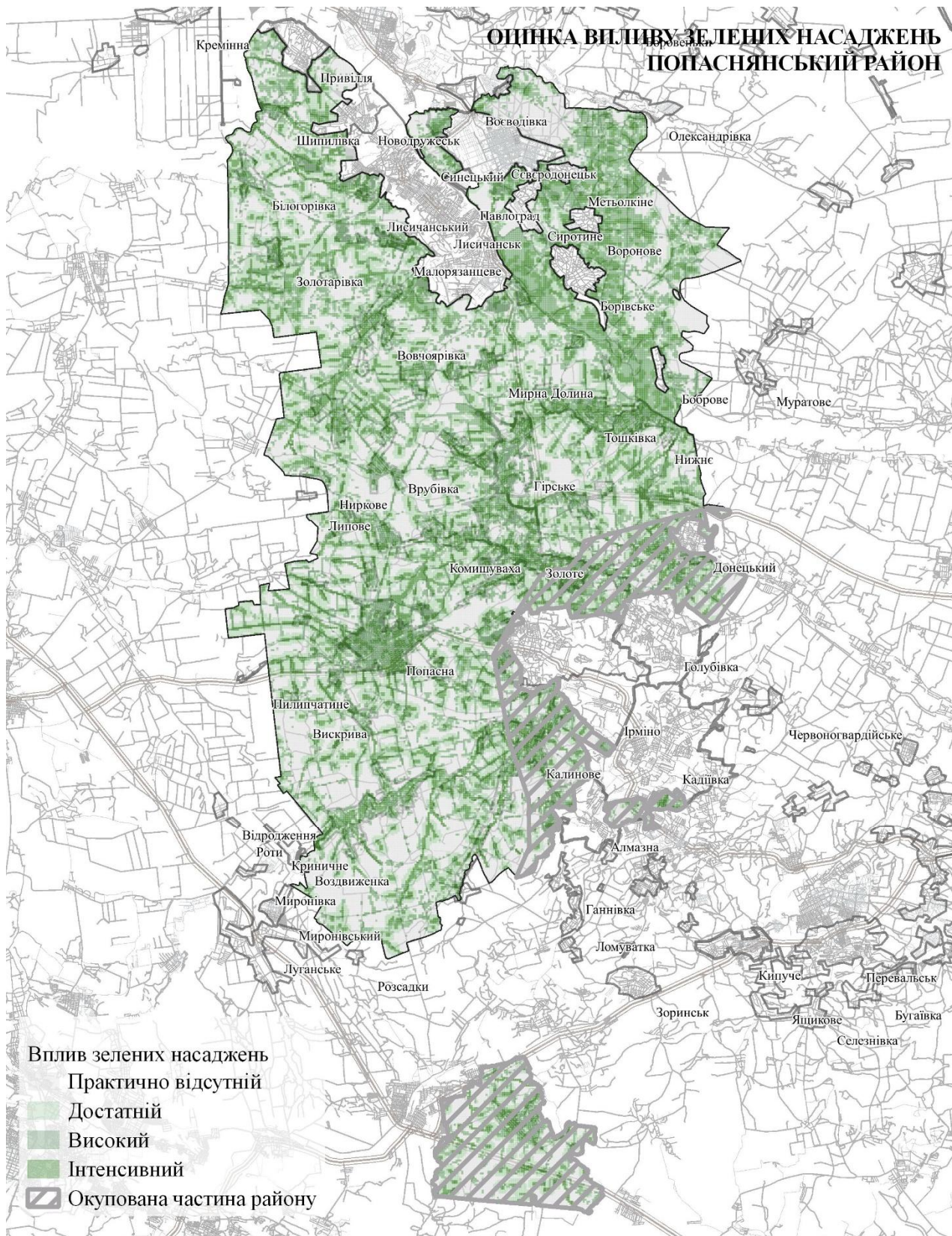


Рис. 6. Оцінка впливу зелених насаджень

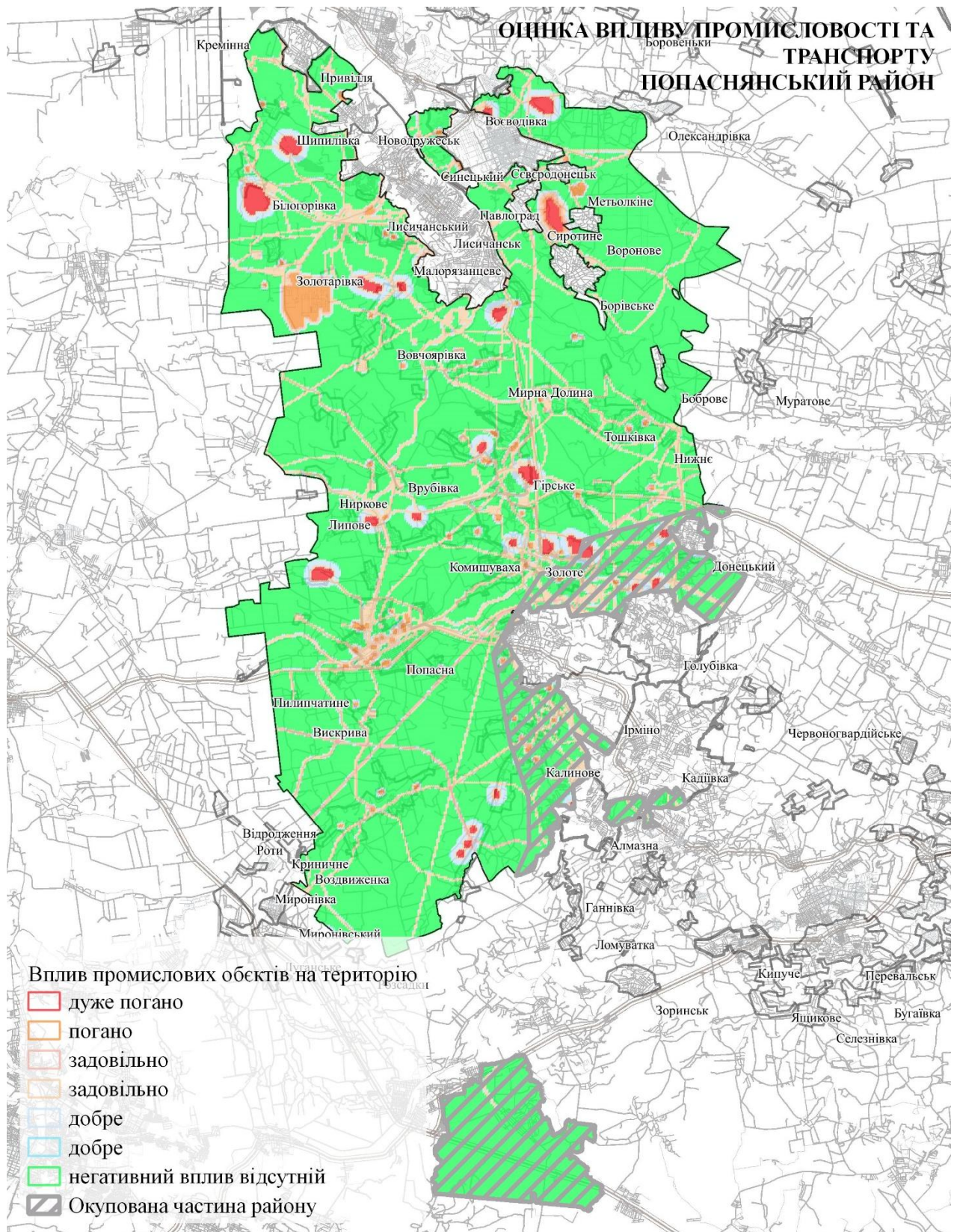


Рис. 7. Оцінка впливу промисловості та транспорту

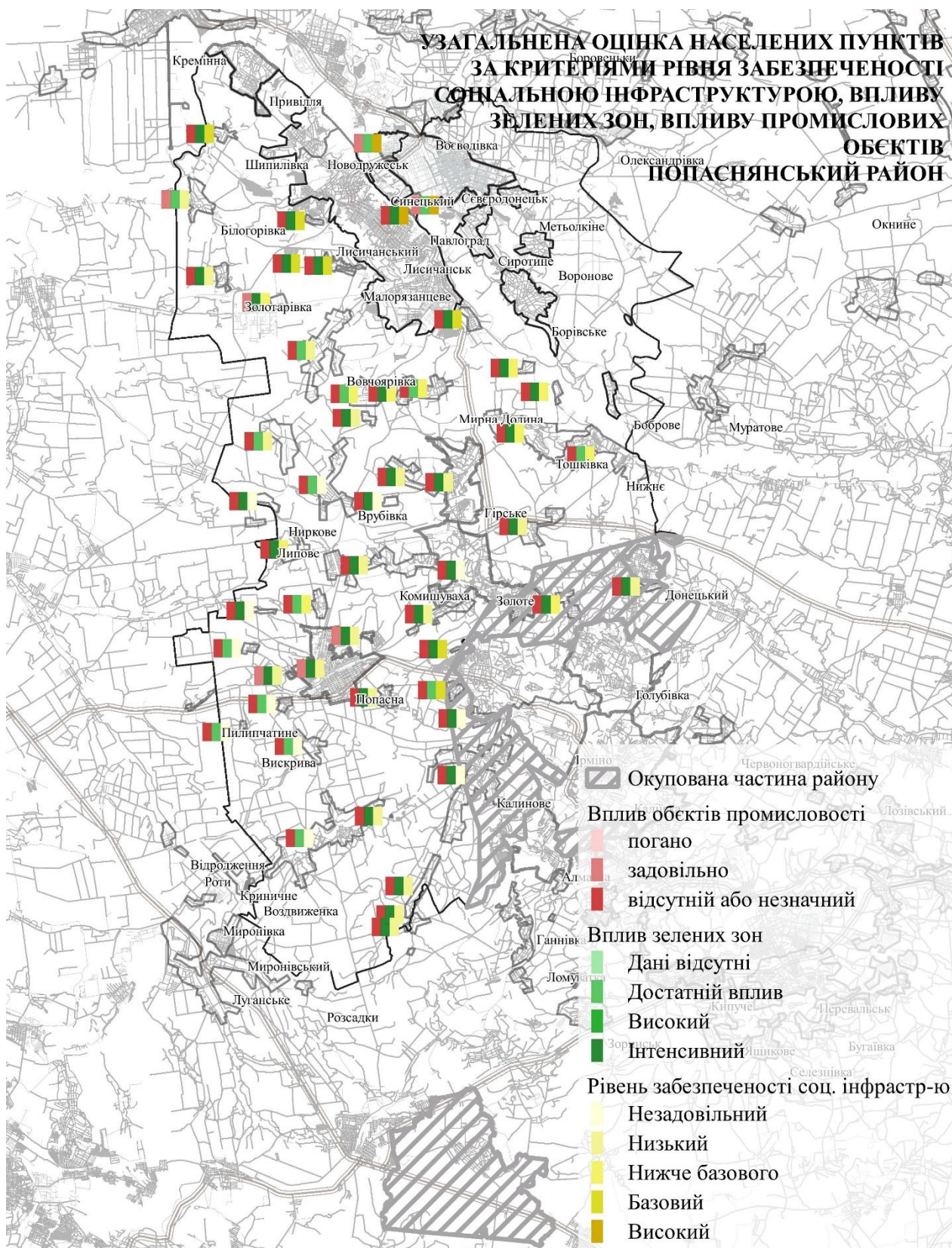


Рис. 8. Узагальнена оцінка населених пунктів в розрізі Попаснянського району

cad_data.grid as a, cad_data.naspunkt as b WHERE ST_Intersects (b.geom,a.geom) and b.id=i.id) as c); Повний текст функцій у статті не наводиться через їх об'ємність та обмеженість розміру публікації. Наведено ключові складові функції.

Апробації розроблених функцій виконано на основі використання даних із відкритих джерел, зокрема Open Street Maps для згаданої вище території Попаснянського району Луганської області.

За результатами нечіткого GRID моделювання створено тематичні карти географічних полів інтегральної оцінки забезпеченості соціальними послугами (рис. 5), оцінки впливу зелених насаджень (рис. 6), оцінки впливу промисловості і транспорту (рис. 7). А також створено тематичну карту узагальненої оцінки населених пунктів за переліченими показниками (рис. 8), яка відображає усереднені значення за кожним напрямом для всього населеного пункту.

Така оцінка дозволяє визначити місця, що потребують першочергової уваги, визначити пріоритети розвитку для кожного населеного пункту та сфокусувати можливості для їх реалізації.

Порівнюючи отримані результати GRID-моделювання із просторовим розподілом об'єктів на дослідній території можна говорити про те, що отримані оцінки достовірно відображають ситуацію щодо впливу, розглянутих факторів. На картах рис. 5, 6, 7 видно розподіл впливу антропогенних факторів, зумовлених планувальними рішеннями середини ХХ сторіччя (соціальна інфраструктура, транспорт, промисловість) та природних (рослинність, водні об'єкти) факторів, які активно змінюються під впливом поточної господарської діяльності.

Наукова новизна і практична значущість

В роботі виконано теоретичні узагальнення та одержано практичні результати вирішення прикладної задачі розроблення моделі нечіткої оцінки впливу різних факторів на навколишнє середовище з використанням ГІС. Така модель базується на використанні оцінки нечіткого впливу та GRID-моделюванні, які широко застосовуються для оцінювання якості навколишнього середовища [Лященко та ін., 2012; Лященко, Волчко, 2010; Зазнобина, 2018; Олех та ін., 2013; Petry, et al., 2005; Stanovskiy, et al., 2018; та ін] та має визначені свої специфічні фактори впливу, вагу впливу та функції оціню-

вання. Запропонована оцінка може застосовуватись на етапі розробки стратегій просторового розвитку громади, для визначення найбільш прийняттого варіанту розвитку, а також для уніфікації засобів моніторингу реалізації стратегій, органічно пов'язуючи між собою локальні, національні та глобальні завдання.

Висновки

В дослідженні запропоновано узагальнені технологічні схеми для розрахунку забезпеченості об'єктами соціальної інфраструктури, впливу зелених територій та промислових територій і транспорту на навколишнє середовище на основі застосування GRID-моделювання та нечіткої логіки, реалізовано запропоновані технологічні схеми як SQL-функції, виконано апробацію розглянутих моделей на прикладі території Попаснянського району з використанням відкритих даних.

Застосування запропонованого підходу на основі використання GRID-моделювання та нечіткої оцінки впливу при оцінюванні якості навколишнього середовища дозволяє інтегрувати в собі різні показники, порівнювати їх, шляхом приведення до єдиної системи оцінювання.

Перспективними напрямками подальших досліджень є удосконалення математичного апарату, що використовується для моделювання, розширення логічних правил нечіткої оцінки стану довкілля середовища, а також адаптація запропонованої моделі для використання на різних рівнях просторового планування.

Для уточнення моделі нечіткої оцінки необхідно подальше розширення переліку критеріїв, врахування не лише прямого впливу розглянутих факторів, але й зворотного зв'язку, у вигляді фізичного та ментального здоров'я мешканців досліджуваних територій. Перспективною є можливість інтеграції моделі з індикаторами SCORE.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. ДСП-173. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. 1996.
- Зазнобина Н. *Интегральные оценки антропогенной нагрузки на городскую среду как гетеротрофную экосистему*. Автореферат диссертации кандидата биологических наук: 03.00.16. Нижегородский ГУ им. Н. И. Лобачевского, 24, 2018.
- Лютин Т. В. Функція бажаності Харрінгтона як інструмент інтегральної оцінки інноваційної та науково-технологічної складових економічного потенціалу. *Історія науки і біогеографістика*, 2016. Вип. 4.

- Лященко А. А., Волчко Є. П., Кравченко Ю. В. Нечіткі геоінформаційні моделі прояву екологічних факторів та їх впливу на грошову оцінку земельних ділянок. *Вісник геодезії та картографії*, 2012. Вип. 1 (76). С. 37–43.
- Лященко А. А., Волчко Є. П. Геоінформаційні моделі та методи врахування впливу екологічних факторів на грошову оцінку земельних ділянок. *Вісник геодезії та картографії*, 2010. Вип. 36. С. 63–73.
- Олех Т. М., Гогунский В. Д., Руденко С. В. Модель обобщенной оценки воздействия на окружающую среду в проектах. *Управління розвитком складних систем*, 2013. Вип. 15. С. 53–59.
- Сайт програмного засобу PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org/>.
- Сайт програмного засобу QGIS. URL: <http://qgis.org/ru/site>.
- Сайт OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org>.
- Статуха Г. О., Бойко Т. В., Бендюг В. І., Абрамов І. Б. Алгоритм прийняття рішень при оцінюванні впливів на навколишнє середовище. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 2006. Вип. 5. С. 119–123.
- Черепанов А. С. Вегетационные индексы. *Геоматика*, 2011. Вип. 2. С. 98–102.
- Adriaenssens V., Goethals P. L., De Pauw N. (2006). Fuzzy knowledge-based models for prediction of *Asellus* and *Gammarus* in watercourses in Flanders (Belgium). *Ecological Modelling*, 195(1–2), 3–10.
- Harrington E. C. (1965). The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 494–498.
- ISO/IEC 13249-3:2011. Information technology. Database languages – SQL. Multimedia and Application Packages. Part 3: Spatial. 2012.
- Mario E., Giuseppe S. Fuzzy approach to the environmental impact evaluation. *Ecological Modelling*, 2001. Вип. 136. С. 131–147.
- Petry F. E. & M. A. Cobb (Eds.), Robinson V. B. Fuzzy Modeling with Spatial Information for Geographic Problems. XII, 338 p. 135 illus. 3-540-23713-5. Berlin: Springer, 2005.10.1007/b138243.
- Rudner M., Biedermann R., Schröder B., Kleyer M. Integrated Grid Based Ecological and Economic (INGRID) landscape model – A tool to support landscape management decisions. *Environmental Modelling and Software*, 2007. Вип. 22(2). С. 177–187 DOI: 10.1016/j.envsoft.2005.07.016.
- Stanovskiy O., Prokopovitch I., Olekh H., Kolesnikova K. & Sorokina L. Procedure for impact assessing on the environment. *Proceedings of Odessa Polytechnic University*, 2018. Вип. 1(54). С. 99–107. DOI: 10.15276/opu.1.54.2018.14.
- The Natural Capital Project (2019). InVEST, user's guide. URL: http://releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/habitat_quality.html#the-model.
- Vogiatzakis N. (2003). GIS-based Modelling and Ecology: A Review of Tools and Methods.

Yuliia MAKSYMOVA^{1*}, Oleksii BOIKO²

¹ Department of Geoinformatics and Photogrammetry, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotsky ave., Kyiv, 03680, Ukraine, e-mail: m_ys@ukr.nett, <http://orcid.org/0000-0002-9793-7347>.

² Regional organization of the National Union of Architects of Ukraine, e-mail: oleksa.boiko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3676-6043>.

USING A FUZZY IMPACT ASSESSMENT FOR THE ENVIRONMENT QUALITY ASSESSMENT

Purpose. The aim of the research is to develop fuzzy impact models of the natural and anthropogenic influence, which allows to integrate different physical factors, which makes it possible to bring them to a single environmental assessment system and comparison of different assessed areas. **Methodology.** The basis of the proposed modeling is a traditional approach on the development of such models, which includes conceptual, logical and physical modeling levels. For conceptual modeling level the Unified Modeling Language (UML) is used, which is recommended as the main modeling tool in the set of international standards in geographic information / geomatics and software that supports the interactive mode of UML diagrams creation Visio. For the considered models the geospatial database and SQL-functions are implemented and the extension of the standard SQL-99 language with a new data type geometry and built-in functions which provides storage, processing and analysis of geospatial data in database management systems is used. The proposed models are realized in the environment of object-relational DBMS PostgreSQL / Postgis and geographic information system QGIS. **Results.** A review of the experience of using fuzzy logic to assess the state of the environment is done. **Technological models** for computation of indicators of administrative unit provision by social infrastructure objects, influence of greenery, industrial territories and transport on the environment are offered and realized. An example of approbation of the proposed approach based on OpenStreetMaps open data for the Popasnianskyi district of Luhansk region territory is given. **Scientific novelty.** Theoretical generalizations are made and practical results are received of resolving applied problem of the development of the fuzzy impact assessment model of various factors influence on the environment with use of GIS. Such assessment can be used at the stage of community spatial development strategies preparation to determine the most acceptable development version, as well as to unify the means of strategies implementation monitoring, organically linking local, national and global tasks. **Practical significance.** The application of the proposed approach of GRID modeling and fuzzy impact assessment use in assessing the quality of the environment allows to integrate different indicators, compare them, by bringing them into a single evaluation system.

Key words: geographic information systems; strategic environmental assessment; GRID modeling; environmental quality indicators; environmental management; environmental monitoring.

Надійшла 12.03.2021 р.