

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

13.01 – КМР. 1697 «С» 2022.11.14.042. ПЗ

Шульга Ярослав Олександрович

2023

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землевпорядкування

НУБІП України

УДК 528.8:628.02

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
землевпорядкування

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. завідувача кафедри
геоінформатики та аерокосмічних
досліджень Землі

_____ д.е.н. ЄВСЮКОВ Т.О. _____ к.т.н. МОСКАЛЕНКО А.А.
«__» _____ 2023 р. «__» _____ 2023 р.

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення
сміттєзвалища»

НУБІП України

Спеціальність - 193 «Геодезія та землеустрій»
Освітня програма – Геодезія та землеустрій
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми
доктор економічних наук, професор _____ МАРТИН А.Г.
(підпис)

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**
кандидат технічних наук, доцент _____ МОСКАЛЕНКО А.А.
(підпис)

Виконав _____ ШУЛЬГА Я.О.
(підпис)

НУБІП України

2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землевпорядкування

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
геоінформатики і аерокосмічних
досліджень Землі

к.т.н. ДРОЗДІВСЬКИЙ О.П.

«12» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Шульзі Ярослав Олександрович

Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма – Геодезія та землеустрій

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Геоінформаційний
аналіз пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ», що затверджена
наказом ректора НУБіП України від «14» листопада 2022 р. №1697 «С»

~~Термін подання завершеної роботи на кафедру за десять днів до
захисту магістерської кваліфікаційної роботи.~~

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

- Дані з веб-картографічного ресурсу Open Street Map;
- Матеріали з Державного фонду документації із землеустрою;
- Відомості з Державного реєстру речових прав на нерухоме майно та їх обмежень.

Відомості з Державного земельного кадастру у паперовій та електронній формі, у тому числі Поземельної книги, книги записів реєстрації державних актів на право власності на землю та на право постійного користування землею, договорів оренди землі, файлів обміну даними про результати робіт із землеустрою.

Перелік питань, які підлягають дослідженню:

1. Аналітичний огляд стану вивчення питання геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.
2. Розробка моделей геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.
3. Геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

Дата видачі завдання «11» листопада 2022 року

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи
Завдання прийняв до виконання

МОСКАЛЕНКО А.А.
ШУЛЬГА Я.В.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

на магістерську роботу за темою

«Геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ»

Геоінформаційний аналіз це процес пошуку просторових закономірностей у розподілі географічних даних і взаємозв'язків між об'єктами.

У першому розділі було розглянуто аналітичний огляд стану вивчення питання геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ. Висвітлено питання пошуку оптимального розміщення об'єктів. Розглянуто геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення просторових об'єктів. Представлена класифікація завдань геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

У другому розділі описана розробка моделей геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ. Висвітлений підбір первинної інформації та програмного засобу. Висвітлено існуючі підходи до розроблення моделей бази геопросторових даних, як основи для геоінформаційного аналізу. Представлена функціональна модель здійснення пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

У третьому розділі розглянуто геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ на прикладі Фастівського району Київської області. Охарактеризовано об'єкт дослідження та його особливості. Проведено геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ на території нового Фастівського району Київської області.

Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

Магістерська робота складається з 105 сторінок і вміщує у собі: 32 рисунки, 3 таблиці та 38 джерел.

Ключові слова: геоінформаційна система, геоінформаційний аналіз, сміттєзвалища, охорона земель, організація територій.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ	10
1.1. Огляд стану вивчення питання пошуку оптимального розміщення об'єктів	10
1.2. Геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення просторових об'єктів	30
1.3. Класифікація завдань геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ	48
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ	55
2.1. Моделювання геопросторових рішень для цілей розміщення сміттєзвалищ	55
2.2. Підбір первинної інформації та програмного засобу	63
2.3. Розроблення моделей бази геопросторових даних, як основи для геоінформаційного аналізу	65
2.4. Функціональна модель здійснення пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ	73
РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ НА ПРИКЛАДІ ФАСТІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	76
3.1. Об'єкт дослідження (характеристика, опис, особливості) – Фастівський (розгашування, клімат, адмін поділ, ґрунти, наявні сміттєзвалища)	76
3.2. Проведення геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ на території об'єкта дослідження	85
ВИСНОВКИ	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	101

НУБІП України

ВСТУП

Актуальність теми: Сучасний світ стикається зі складною проблемою в управлінні відходами та забрудненням навколишнього середовища.

Зростаючий обсяг сміття та обмежений доступ до природних ресурсів, які можуть використовуватися для розміщення сміттєзвалищ, роблять питання оптимального розміщення сміттєзвалищ надзвичайно актуальним.

Геоінформаційний аналіз є потужним інструментом для розв'язання цієї проблеми, оскільки він дозволяє враховувати велику кількість географічних, екологічних та соціальних факторів при прийнятті рішень щодо розміщення сміттєзвалищ.

Вирішення просторових задач завжди було одним з найбільш важливих задач землеустрою та геоінформатики. Пошук оптимального розташування земельної ділянки для цільового використання під сміттєзвалище є важливим

і актуальним питанням в контексті сучасної України та її проблеми з утилізацією сміття. Геоінформаційний аналіз є ефективним інструментом для вирішення завдань розміщення сміттєзвалищ. Він дозволяє об'єднати географічні дані, дані про забруднення навколишнього середовища, економічні та соціальні дані для визначення найкращих місць для розміщення

сміттєзвалищ. Геоінформаційний аналіз допомагає зменшити вплив сміттєзвалищ на навколишнє середовище, забезпечуючи ефективне використання природних ресурсів та забезпечуючи максимальну безпеку для населення.

Особливої актуальності ця проблема набула у випадку з містом Львів, а саме неможливості вивезення сміття через відсутність достатньої кількості облаштованих сміттєзвалищ і коли місто фактично почало паралізуватися викиданням відходів і неможливості їх утилізації.

Метою роботи є: провести геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

Об'єктом дослідження магістерської роботи є: земельні ресурси Фастівського району Київської області.

Предметом дослідження магістерської роботи є: моделі, методи і способи геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

Завдання магістерської роботи:

- Провести аналітичний огляд стану вивчення питання геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ;
- Розробити моделі геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ;
- Здійснити геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

Методи дослідження. У процесі наукового дослідження були використані наступні загально-наукові методи:

- абстрактно-логічний метод (теоретичні узагальнення, критичний аналіз публікацій, формування висновків і пропозицій);
- метод наукового дослідження (включає в себе способи дослідження феноменів, систематизацію, коригування нових і отриманих раніше знань);
- метод геоінформаційного аналізу (метод системного дослідження географічних явищ і процесів їх автоматизації та аналізу);
- порівняльно-правовий метод (метод вивчення правових систем різних держав шляхом зіставлення однойменних правових норм, інститутів, принципів тощо та практики їх застосування).

Інформаційні джерела: У науковій літературі питання геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ знайшли своє відображення в роботах В. Зацерковний, Д. Слічко, О. Приліпко, О. Ніколаєнко, Т. Мужанова. У них розглядаються окремі питання екологічної безпеки та вирішення проблем щодо пошуку шляхів розміщення небезпечних об'єктів техногенного характеру.

Практичне значення. У процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи було досліджено та обґрунтовано напрями геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

Структура магістерської роботи складається з змісту, вступу, трьох розділів, в яких послідовно розкривається тема роботи, висновки, додатки та список використаної літератури.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ

1.1. Огляд стану вивчення питання пошуку оптимального розміщення об'єктів

Питання пошуку оптимального розміщення об'єктів має важливе значення в різних галузях, включаючи логістику, економіку, екологію та геоінформатику. Ця тема є актуальною і динамічно розвивається завдяки сучасним технологіям та зростанню обсягів даних. У цьому підрозділі проведемо огляд сучасного стану вивчення питання пошуку оптимального розміщення об'єктів.

Задача оптимізації розміщення об'єктів полягає в пошуку такого розташування, яке враховує різні обмеження та критерії та максимізує або мінімізує певні параметри. Ця задача зустрічається у багатьох галузях, таких як містобудування (розміщення інфраструктури), транспортне планування (локація доріг та транспортних вузлів), сільське господарство (вибір місць для сільськогосподарських об'єктів) та інші.

При цьому питання пошуку оптимального розміщення об'єктів застосовується у різних галузях. В містобудуванні це може включати планування міст та розміщення інфраструктури. В сільському господарстві - вибір місць для ферм та полів. В транспортній галузі - розташування транспортних вузлів. У геоекологічних дослідженнях - аналіз впливу розміщення об'єктів на навколишнє середовище.

Багато вчених у світі і в Україні досліджують питання пошуку оптимального розміщення просторових об'єктів. За оцінками, 80% даних у сучасному світі містять інформацію про місцезнаходження. Більшість наших дій сьогодні, таких як фотографування, біг зі смарт-годинником, поїздки в таксі - все це генерує дані про місцезнаходження.



Рис. 1.1. Аналітика місцезнаходження

Джерело: <https://towardsdatascience.com/location-analytics-use-cases-that-every-data-scientist-should-know-740b708a2504>

Аналітику місцезнаходження можна використовувати для аналізу того,

наскільки щільною є певна географічна територія. Дозвольте мені проілюструвати аналіз щільності на прикладі аналізу локацій Airbnb у Нью-Йорку.



Рис. 1.2. Визначення багатокутників районів Нью-Йорка

Джерело: <https://towardsdatascience.com/location-analytics-use-cases-that-every-data-scientist-should-know-740b708a2504>

У Нью-Йорку налічується близько 50000 локацій Airbnb. Дані доступні у форматі відкритих даних на сайті Airbnb. Дані містять інформацію про хост, а також місцезнаходження, визначене за широтою та довготою. Аналіз щільності можна зробити, щоб визначити райони Нью-Йорка з найбільшою кількістю локацій Airbnb.

Аналіз щільності вимагає визначення географічних районів у вигляді багатокутника. Визначення багатокутників для районів Нью-Йорка (також званих районами) доступні у вигляді відкритих даних. Всі полігональні визначення районів Нью-Йорка можна нанести на карту, як показано нижче.

Наступним кроком буде використання алгоритму "Точка в полігоні" для присвоєння кожному розташуванню полігону.

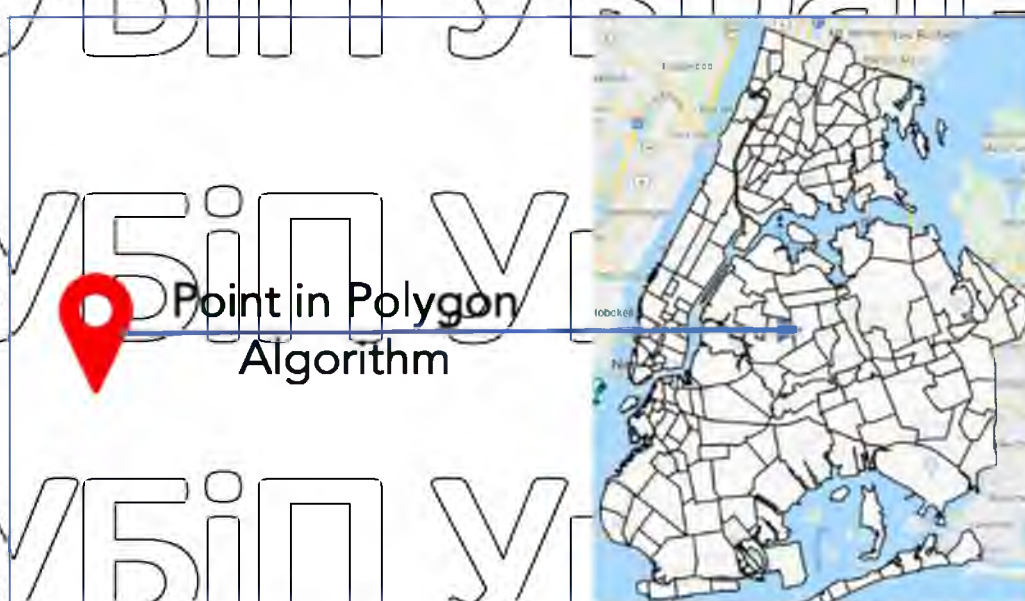


Рис. 1.3. Алгоритм «точка-в-полігон»

Джерело: <https://towardsdatascience.com/location-analytics-use-cases-that-every-data-scientist-should-know-740b708a2504>

На виході алгоритму "Точка в полігоні" ми отримаємо кількість локацій Airbnb у кожному полігоні. Потім ми можемо використати цю інформацію для аналізу щільності за допомогою теплової карти на географічній карті.



Рис. 1.4. Аналіз щільності

Джерело: <https://towardsdatascience.com/location-analytics-use-cases-that-every-data-scientist-should-know-740b708a2504>

Аналіз близькості

Аналіз близькості дуже корисний для аналізу відстаней між різними місцями. Це дуже корисно для планування об'єктів.

Припустимо, ми хочемо створити нову бібліотеку на Манхеттені. Місто Манхеттен поділене на ділянки. Питання полягає в тому, в якому лоті ми повинні створити бібліотеку? Тут може допомогти аналіз близькості.

Ідеальним місцем розташування бібліотеки буде ділянка, яка не має поблизу жодної бібліотеки. Алгоритми аналізу близькості допомагають розрахувати відстань від будь-якої ділянки до найближчої бібліотеки. Ось результат аналізу близькості.

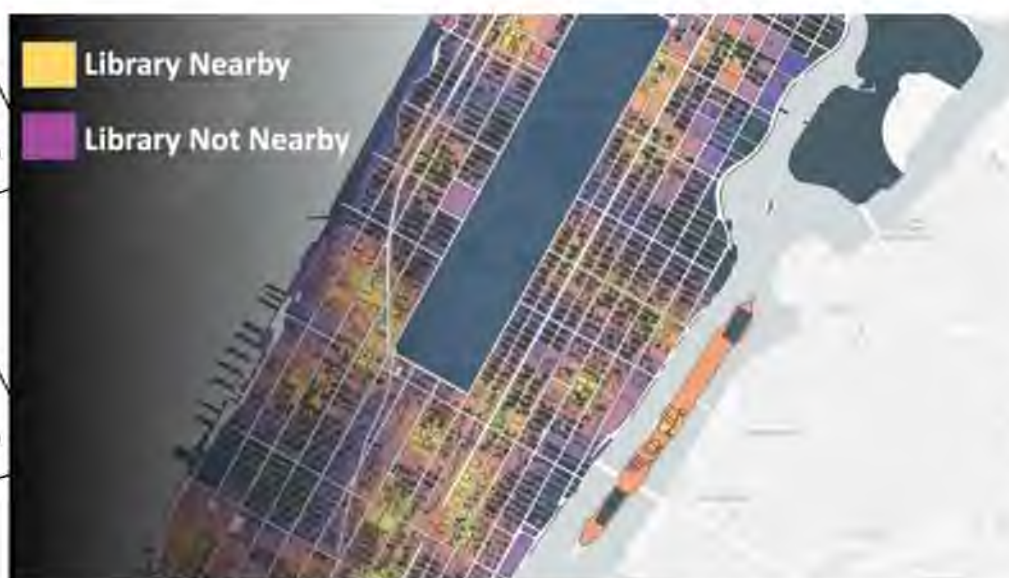


Рис. 1.5. Приклад аналізу близькості

Джерело: <https://towardsdatascience.com/location-analytics-use-cases-that-every-data-scientist-should-know-740b708a2504>

Всі лоти позначені кольорами від жовтого до фіолетового. Жовтий означає, що бібліотека знаходиться поблизу, а фіолетовий – що ділянка знаходиться дуже далеко від будь-якої існуючої бібліотеки. Фіолетові ділянки – це райони, які недостатньо обслуговуються і потенційно є гарним місцем для створення бібліотеки. Аналіз близькості використовує алгоритм *Ball-tree algorithm* (кульового дерева), який є дуже корисним для визначення відстаней між різними локаціями. Алгоритм, по суті, шукає найближчого сусіда між усіма ділянками та ділянками з бібліотекою.

Таким чином, дані про місцезнаходження є скрізь, і дуже важливо використовувати можливості аналітики для перетворення цього потужного інформаційного ресурсу в ефективні кейси використання.

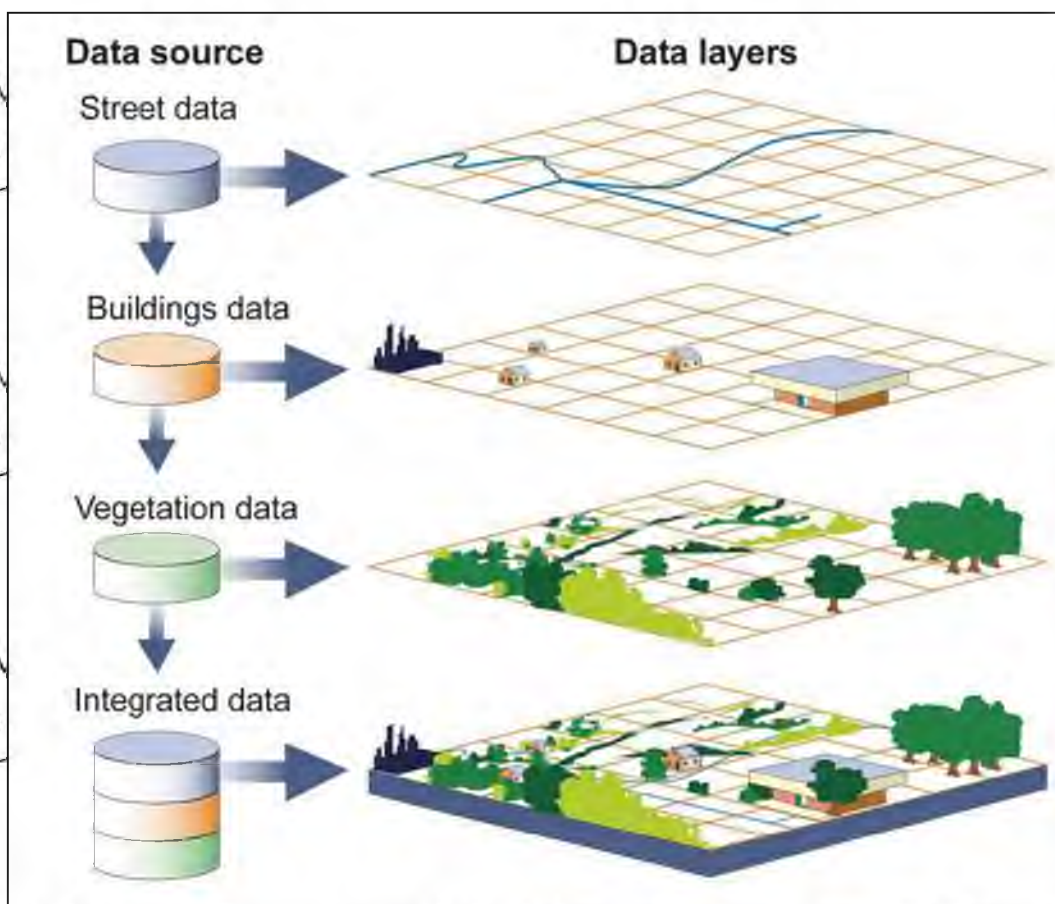


Рис. 1.6. Інтеграція даних в ГІС

Джерело: БАО

Визначене в магістерській роботі завдання щодо пошуку оптимального розміщення сміттєзвалища засобами досліджувалося багатьма українськими вченими. Зокрема, Молчанов А. В. в своїй статті [1] досліджував проблеми екологічних аспектів впливу полігонів твердих побутових відходів на агроландшафт, водне середовище та атмосферне повітря. В цій праці він зазначав, що сучасне поводження з відходами нерациональне, має за результат їх зростаюче накопичення і несумісне з державною концепцією сталого розвитку України. В Україні нараховується щонайменше 12538 звалищ, з яких 6690 несанкціоновані та 5317 непорядковані. Це близько 160 тис. га, це один з найвищих показників нагромаджень відходів у світі. Так, у 2005 р. на території України було виявлено і закрито 2423 несанкціонованих звалищ загальною площею 222,5 гектарів [4]. Темп збільшення обсягів утворення ТПВ

в Україні перевищують світові тенденції в 2–3 рази і становлять 10 % і більше [8]. Проте чітке уявлення щодо засобів їх обстеження та благоустрою території відсутнє. Проблема складування і зберігання відходів у даний час є однією з найактуальніших і життєво важливих для України екологічних і економічних проблем. Загальні теоретично-методичні питання щодо екологічних аспектів вирішення народногосподарських проблем та ефективності природоохоронних заходів, пов'язаних з вирішенням проблем поводження з відходами, розроблялися в роботах О. Ф. Балацького, І. К. Бистрякова, П. П. Борщевського, Э. Буна, С. І. Дорогунцова, А. Б. Качинського, В. О. Лимаренка, В. С. Мішенка, Л. Г. Мельника, Л. Хенса, В. Я. Шевчука та інших. Також у його роботі досліджено вплив полігонів твердих побутових відходів на ґрунт, водне середовище та атмосферне повітря, детально проаналізовано вплив полтавського міського полігону ТПВ на питну воду (станом на 2015 рік).

Забруднення від полігонів твердих побутових відходів поширюється у ґрунт стічними, інфільтраційними та підземними водами, незважаючи на встановлені очисні споруди. Коли забруднення надходить у великій кількості, вміст розчинного кисню знижується до рівня, якого недостатньо для життя живих організмів. До різкого зниження інтенсивності біохімічних процесів призводять важкі метали (Pb, Cu, Zn, Cd, Hg), що містяться в побутових відходах. Вони характеризуються також мутагенною і токсичною дією щодо живих організмів у ґрунті [6].

Ґрунтовий покрив є одним із депонуючих середовищ. Його екологічний стан великою мірою залежить від різних факторів. Основними джерелами його забруднення в межах впливу полігону є: фільтратні стоки, кислі гудрони, присутні в атмосфері забруднюючі речовини надходять у ґрунти, а наявні в ньому рухомі форми токсичних речовин частково поглинаються рослинами, частково з дощовими і талими водами проникають у підземні водоносні горизонти.

Проведені його дослідження показали, що наявність заліза у воді в 2,5 рази перевищують допустиму норму, відповідно до ГОСТУ 4011-72.

Незадовільний стан геологічного і суміжних з ним середовищ у зоні впливу полігонів і неорганізованих звалищ пов'язаний з тим, що місця видалення відходів не відповідають санітарно-гігієнічним нормам і експлуатуються без застосування превентивних і надійних заходів із захисту їх від підземних вод.

З підземними водами від звалищ відходів у ґрунти потрапляє велика кількість забруднювальних речовин, які потім надходять до підземних (особливо ґрунтових) вод і у відкриті водойми, що призводить до забруднення джерел водопостачання населення. Крім того, внаслідок розщеплення органічних речовин відходів, особливо тих, що легко загнивають, утворюються гази з неприємним запахом (NH_3 , H_2S , $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$, меркаптани), які забруднюють атмосферне повітря. Ці негативні прояви впливають на утворення гідрохімічної небезпеки, а також небезпеки забруднення атмосферного повітря.

Навіть у разі спалювання твердих побутових відходів на спеціальних заводах, які є у великих містах, в атмосферу надходять продукти згорання. Шлак накопичується, і його поверхня є потужним джерелом пилу. Одним із основних факторів впливу полігонів твердих побутових відходів на атмосферу є звалищний газ – газ, що утворюється в результаті анаеробного бродіння відходів у глі полігону.

Основними компонентами звалищного газу є парникові гази: двооксид вуглецю та метан. Крім того, сміттєзвалища містять багато токсичних органічних сполук, які є джерелами забруднення атмосфери та неприємного запаху. Виділення ЗГ залежить від багатьох параметрів: вологості, кислотності, щільності, хімічного та морфологічного складу, а також від терміну зберігання ТПВ.

В результаті вище викладених положень автор приходить до висновків, про необхідність жорсткого контролю за станом несанкціонованих та організованих сміттєзвалищ. Результати проведених досліджень стану ґрунтів та атмосферного повітря у зоні впливу несанкціонованих звалищ відходів показали, що вміст шкідливих речовин як у ґрунті, так і у атмосферному

повітрі значно перевищує ГДК. Основні пріоритети у сфері поводження з відходами: впровадження стандартів ЄС до нормативно-правової бази України у сфері поводження з відходами; мінімізація відходів за рахунок розроблення та впровадження технологій більш чистого виробництва, покращання екологічних характеристик продукції, зменшення обсягів пакувальних матеріалів на одиницю продукції; зниження техногенного впливу відходів на довкілля, особливо в районах концентрації промислового виробництва; розвиток вторинного використання ресурсів з відповідною інфраструктурою, що забезпечить сталу роботу переробних підприємств; удосконалення нормативно-технічного (стандарти), методичного, організаційного та інформаційного забезпечення сфери поводження з відходами. Також внаслідок росту виробництва, споживчої активності населення, нерационального використання ресурсів, обмеженого залучення вторинних ресурсів у виробництво, відсутність дієвих організаційно-екологічних механізмів стимулювання рециркуляції відходів, проблема твердих побутових відходів набула глобального характеру. Існує необхідність створення систем управління відходами на місцевому та регіональному рівнях з резервуванням земельних ділянок для об'єктів поводження з відходами за оптимізованими екологічно-безпечними технологіями.

Також необхідно вдосконалювати як диференційоване вивезення ТПВ, так і їхню переробку [5]. Тверді побутові відходи несуть значну санітарну небезпеку, тому що є сприятливим середовищем для розвитку паразитичної фауни, патогенної мікрофлори (черевний тиф, дизентерія, туберкульоз та ін.), служать місцем розмноження переносників інфекційних захворювань – гризунів та мух. У разі підвищеного вітру летючі компоненти сміття забруднюють значну площу поблизу полігону. А результати досліджень показують, що під впливом полігонів твердих побутових відходів, наприкладі полтавського сміттєзвалища відбувається зараження підземних та поверхневих вод. Так, хімічний аналіз води із криниці найближчого населеного пункту до полтавського міського звалища села Макухівка –

виявив наявність значної кількості металів (марганця, свинцю, алюмінію, кадмію). Забруднені фільтратом ґрунтові води, що течуть до річки Коломак, є серйозним, нестійно діючим, багатокomпонентним джерелом забруднення,

вплив якого необхідно ліквідувати або мінімізувати. Під впливом полігонів твердих побутових відходів відбувається забруднення ґрунту продуктами

вилугування, виділення неприємного запаху, розкид відходів вітром, мимовільне спалахування полігонів, безконтрольне утворення метану та неестетичний вигляд є лише часткою проблеми, яка турбує екологів та

викликає серйозну незгоду з боку місцевих мешканців. Однак у зв'язку з

великою кількістю причин (серед яких основними є нестача вільних земельних ділянок під нові полігони, відсутність коштів на їх будівництво, або впровадження прогресивних технологій поводження з відходами) звалища

ТПВ продовжують експлуатуватися. Тому необхідним стає впровадження на

полігонах ТПВ природоохоронних заходів, які дадуть змогу знизити їх

навантаження на довкілля. Одним із найбільш актуальних та дієвих заходів є установка на полігонах систем збору та утилізації звалищного газу.

В своїй науковій роботі Самоїлік М. С. у співпраці з Молчановим А. В.,

під назвою «Екологічні аспекти впливу полігонів твердих побутових відходів

на навколишнє середовище. Фільтрату» [] досліджують проблему впливу полігонів твердих побутових відходів на навколишнє середовище та визначити хімічний склад фільтрату Полтавського полігону твердих

побутових відходів. Зокрема, вони вказують, що поводження з відходами на

даний час є екологічною проблемою для України. При цьому обсяги утворень

твердих побутових відходів тільки збільшуються. Утилізують відходи в

основній масі шляхом захоронення на полігонах. У Полтаві полігон ТПВ вже

експлуатується понад норму. Вплив полігонів на навколишнє середовище є

негативним. Основним фактором впливу є фільтрат. Фільтрат проникає в

ґрунт, ґрунтові та підземні води, що призводить до значного забруднення

навколишнього середовища. Джерелом забруднення фільтрату в основному є

розкладання харчових відходів і окислювання металів, так як процес резнаду

складних органічних речовин відбувається вкрай повільно. Виявлено, що фільтрат утворюється на ділянці захоронення відходів протягом теплої і холодної пір року. Результати проведених досліджень хімічного аналізу фільтрату показали, що показники перевищують допустимі норми в декілька, а то і сотні разів. Тому вплив полігону твердих побутових відходів однозначно є негативним і становить загрозу для життя та здоров'я населення, особливо найближчого населеного пункту.

На даний час в Україні утворилось близько 53 млн м³ твердих побутових відходів (ТПВ), що становить близько 11 млн тонн (послугами охоплено лише 74% населення). Основна маса ТПВ розміщується на полігонах, кількість яких становить близько 4,5 тис., загальною площею майже 7,8 тис. га.

Полігон ТПВ впливає на навколишнє середовище і одним з основних факторів впливу є фільтрат. Це стічні води, що виникають у результаті інфільтрації атмосферних опадів у тіло полігону, які концентруються в його підшві. Це складна за хімічним складом рідина з яскраво вираженим неприємним запахом біогазу. Фільтрат, після проходження через товщу відходів, збагачується токсичними речовинами, що входять до складу відходів, або є продуктами їх розкладання (важкими металами, органічними, неорганічними сполуками). Проникнення фільтрату до ґрунту та ґрунтових вод може призвести до значного забруднення навколишнього середовища не лише органічними та неорганічними сполуками, а ще й яйцями гельмінтів та патогенними мікроорганізмами.

Джерелом забруднення фільтрату в основному є розкладання харчових відходів і окислювання металів, так як процес розпаду складних органічних речовин відбувається вкрай повільно. Виявлено, що фільтрат утворюється на ділянці захоронення відходів протягом теплої і холодної пір року. У теплий період – опади у вигляді дощу. Утворення фільтрату в холодну пору року пов'язане з таненням снігу на поверхні покладених відходів за рахунок тепла, що виділяється під час розкладання органічної речовини в товщі звалищного

тіда, а також похованням значної частини снігу спільно з укладуючими відходами.

Основним джерелом забруднення поверхневих і підземних вод є фільтрат, що утворюється через наявність полігону ТПВ. Основним джерелом забруднення підземних вод є фільтрат, який накопичується у ґрунтових збірниках. Вони являють собою досить глибокі (до 3 м) канали довжиною до 150 м. За рахунок значного гідростатичного тиску фільтрати легко проникають у ґрунтові води. Певна частина фільтрату поглинається поза межами збірників, безпосередньо під тілом звалища. Поверхневих вод, як таких, у безпосередній близькості від полігону немає. Їх роль у даному випадку відіграють меліоративні канали, що дрениують поблизу полігону ТПВ забруднені ґрунтові води.

Періодично у них надходить також невелика кількість фільтрату, що проникає з обвідної дренажної каналу та у місцях його переливу зі збірників. Значну небезпеку утворюють фільтрати, тобто розчини, що утворюються внаслідок розчинення солей відходів атмосферними опадами і конденсаційною вологою, які фільтруються до ґрунтового покриття, забруднюючи породи зони аерації і підземні, особливо, ґрунтові води. З фільтрами в геолого-геоморфологічне середовище потрапляють солі натрію, калію, кальцію, магнію, а також хлориди, кислі карбонати, сульфати тощо. Крім того, у відходах тривалий час зберігаються бактерії та мікроорганізми, що можуть викликати інфекційні захворювання. Проникнення фільтратів до горизонтів ґрунтових вод може спричинити розповсюдження і потрапляння цих мікроорганізмів до питного водопостачання, що утворює ризик для здоров'я населення [3].

Таким чином, в цій праці вчені приходять до висновку, що забруднені фільтратом ґрунтові води, що течуть до річки Коломак, є серйозним, постійно діючим, багатокomпонентним джерелом забруднення, вплив якого необхідно ліквідувати або мінімізувати, адже річка є одним із основних водойм для полтавчан. Під впливом полігону відбувається забруднення ґрунту

продуктами вилугування, виділення неприємного запаху, розкид відходів вітром, мимовільне спалахування полігону, неконтрольоване утворення метану та неестетичний вигляд є лише часткою проблеми, яка турбує екологів та визиває серйозну незгоду з боку місцевих мешканців. Забруднення від полігонів твердих побутових відходів поширюється у ґрунт стічними, інфільтраційними та підземними водами, незважаючи на встановлені очисні споруди. Коли забруднення надходять у великій кількості, вміст розчинного кисню знижується до рівня, якого недостатньо для життя живих організмів. До різкого зниження інтенсивності біохімічних процесів призводять важкі метали (Pb, Cu, Zn, Cd, Hg), що містяться в побутових відходах. Вони характеризуються також мутагенною і токсичною дією щодо живих організмів у ґрунті. Однак у зв'язку з великою кількістю причин (серед яких основними є нестача вільних земельних ділянок під новий полігон, відсутність коштів на їх будівництво, або впровадження прогресивних технологій поводження з відходами) полігон ТПВ продовжує експлуатуватися. Тому необхідним етапом впровадження на полігоні ТПВ природоохоронних заходів, які дадуть змогу знизити їх навантаження на довкілля. Одним із найбільш актуальних та дієвих заходів є установка на полігонах систем збору та утилізації для вторинної переробки відходів. За результатами проведених досліджень хімічного аналізу фільтрату бачимо, що показники перевищують допустимі норми в декілька, а то і сотні разів. Тому вплив полігону твердих побутових відходів однозначно є негативним і становить загрозу для життя та здоров'я населення, особливо найближчого населеного пункту.

В наукових дослідженнях Н.А. Макаренка, О.О. Будака, які були опубліковані в статті "Полігони твердих побутових відходів: типізація за рівнем екологічної небезпечності" наведено результати роботи щодо типізації полігонів твердих побутових відходів як першого етапу науково-обґрунтованої системи моніторингу прилеглих сільських територій. Здійснено групування полігонів твердих побутових відходів Київської області за рівнем їх екологічної небезпечності. В Україні проблема захоронення відходів з

кожним роком стає все більш гострою. Складна екологічна ситуація в значній мірі є наслідком збільшення кількості твердих побутових відходів (ТПВ). Світова практика свідчить, що більшу частину ТПВ продовжують вивозити на звалища (полігони). Таким чином відбувається захоронення ТПВ, у США - 61 %, Європі - 30-65 %, Японії-21 % в Україні цей показник перевищує 90 % [1].

Найменший рівень захоронення спостерігається в Австрії, Бельгії, Швеції, Норвегії та Нідерландах, а у Німеччині та Швейцарії взагалі відсутній такий спосіб поводження з відходами [2]. Полігони ТПВ є складними техногенними об'єктами, які чинять досить потужний негативний вплив на довкілля, в першу чергу, на прилеглих сільських територіях.

Так, у населених пунктах Київської області щороку накопичується близько 1 млн. 700 тис. тон ТПВ, з яких 60-70 % збираються і вивозяться на полігони, які розташовані у сільській місцевості. Решта ТПВ попадає на стихійні сміттєзвалища та частково утилізується на спеціалізованих підприємствах, 75 % звалищ і полігонів не відповідають санітарним вимогам [3]. Безперечно, боротьба з побутовими відходами в сільській місцевості не повинна зводитися лише до ліквідації сміттєзвалищ, вона повинна бути направлена на правильну організацію та моніторинг полігонів ТПВ.

Для виявлення характеру та інтенсивності забруднення природного середовища в районах розташування полігонів ТПВ Київської області було проведено їх типізацію. Виділялися типи, що характеризуються комплексом ознак і враховуються як технологічні характеристики об'єктів, так і геолого-гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови територій їх розміщення. Типізація здійснювалася відповідно до наступних критеріїв [4] (табл. 1).

Таблиця 1.1

Критерії типізації полігонів ТПВ			
За екологічною небезпечністю	За складом відходів	За площею	За способом складування
Потенційно небезпечні	Побутові	Великі (> 16)	Кар'єр
Середня екологічна небезпечність	Промислові	Середні (4-16)	Насип
Відносно безпечні	Змішані	Малі (<4)	Кар'єр та насип

За результатами проведеної роботи нами було визначено основні типи полігонів/ТПВ, що розміщені на території Київської області і встановлено рівень їх екологічної небезпечності (табл. 2).

Таблиця 1.2

Рівень екологічної небезпечності	Клас небезпечності	Поширення на території Київської області, од.
Потенційно небезпечні	I	6
Середня екологічна небезпечність	III	13
Відносно безпечні	III	7

Рівень екологічної небезпечності основних типів полігонів ТПВ, що знаходяться на території Київської області

Рівень екологічної небезпечності	Клас небезпечності	Поширення на території Київської області, од.
Потенційно небезпечні	I	6
Середня екологічна небезпечність	III	13
Відносно безпечні	III	7

В результаті аналізу фактичних і аналітичних матеріалів щодо полігонів ТПВ Київської області було встановлено, що найбільш поширені типи - полігони середньої екологічної небезпечності зі змішаним складом відходів, малими або середніми розмірами і складуванням відходів у кар'єр і кар'єр та насип.

Наступними за рівнем поширення є типи полігонів, які відносяться до середньої екологічної небезпечності зі змішаним складом відходів, малі за розміром, складуванням відходів у вигляді насипу на рельєфі.

Для полігонів середньої екологічної небезпечності характерний піщаний та супіщаний склад ґрунтоутворюючих порід, невитриманість за потужністю і площею водоносних горизонтів, розташування в межах агроландшафтів. наявність соціальних об'єктів в межах санітарно-захисної зони.

Серед полігонів III-го класу небезпечності найпоширенішими були типи полігонів зі змішаним складом відходів, середні або малі за розмірами, складуванням відходів в кар'єрі та насипу. Рівень залягання ґрунтових вод на глибині від 3 м (переважно глинистий склад порід), сприятливі геологічні умови, відсутня житлова забудова та природоохоронні об'єкти в межах СЗЗ.

Серед полігонів I-го класу небезпечності найбільш поширені типи полігонів зі змішаним складом відходів, великі або середні за розмірами, складування в кар'єрі та насип. Для них характерною особливістю є: близьке залягання ґрунтових вод (на глибині менше 2 м) наявність в СЗЗ природоохоронних територій та житлової забудови.

Для всіх полігонів було встановлено наступні характерні спільні ознаки:

- ✓ часткова або повна відсутність сортування відходів;
- ✓ порушення технологічних норм складування відходів;
- ✓ використання земель в межах санітарно захисної зони з метою ведення сільськогосподарської та лісогосподарської діяльності;
- ✓ частково діюча або не діюча система моніторингу;
- ✓ потужне екологічне навантаження на прилеглу територію.

В ході досліджень було встановлено, що більшість полігонів Київської області знаходяться в адміністративних межах сільських та селищних рад, всі об'єкти виключення розміщені в безпосередній близькості до сільськогосподарських угідь, лісів та лісопосадок (табл. 3), що призводить до посиленого екологічного навантаження, погіршення екологічної ситуації сільських територій в цілому.

Таблиця 1.3

Характеристика полігонів ТПВ Київської області з позиції їх екологічної небезпечності

Назва адміністративного району	Площі під ТПВ, га	Клас небезпеки
Баршівський	14,0	II
Білоцерківський	21,8	II
Богуславський	1,5	I
Бориспільський	6,04	I
Бородянський	13,5	II
Броварський	17,0	III
Васильківський	16,6	II
Вишгородський	12,1	II
Володарський	5,0	II
Згурівський	3,7	II
Іванківський	3,6	II
Кагарлицький	2,9	III
Києво-Святошинський	16,8	II
Макарівський	7,0	II
Миронівський	4,1	II
Обухівський	56,3	I
Переяслав-Хмельницький	5,0	III
Рокигнянський	2,0	III
Сквира	10,0	III
Ставищанський	2,2	III
Таращанський	2,8	III
Тетіївський	2,2	III
Фастівський	24,4	III
Яготинський	5,0	III
Усього	255,56	

Таким чином, типізація дала можливість виявити специфічні особливості полігонів ТПВ, що дозволило розподілити їх на ідентичні групи.

Вченими зроблені висновки, що для встановлення екологічної небезпечності полігонів ТПВ доцільно проводити їх типізацію, яка передбачає

врахування складу відходів, площі під ними та спосіб складування, а також геологічні та гідрологічні особливості території. Такий підхід дозволяє об'єктивно оцінити екологічні ризики і розробити заходи з уникнення негативних явищ. Ними показано, що на території Київської області більша частина полігонів ТПВ характеризується підвищеною екологічною небезпечністю і має характерні спільні ознаки, а саме: відсутність сортування відходів, порушення технологічних норм складування відходів, використання земель в межах санітарно захисної зони з метою ведення сільськогосподарської та лісогосподарської діяльності, неефективну систему моніторингу, потужне екологічне навантаження на прилеглу територію. Також встановлено, що серед всієї кількості полігонів ТПВ Київської області найбільш поширені типи полігонів середньої екологічної небезпечності, зі змішаним складом відходів, середні або малі за розміром, відходи складуються в кар'єрі або кар'єрі з насипом. Показано, що проведена типізація дозволить здійснити наукове обґрунтування плану дій щодо покращення екологічної ситуації навколо полігонів ТПВ, розробити та впровадити систему моніторингу, ліквідувати негативні наслідки забруднення прилеглих сільських територій.

Окремим наступним своїм дослідженням Н.А. Макаренко та О.О. Будак «Моніторинг полігонів твердих побутових відходів із врахуванням їх впливу на сільські території» [1] наводять результати аналізу моніторингу полігонів твердих побутових відходів на прикладі м. Миронівка Київської області. Полігони твердих побутових відходів (ТПВ) утворюють з природним середовищем єдину динамічну систему, параметри якої постійно змінюються і не завжди прогнозуються. Безконтрольне поводження з ТПВ становить серйозний екологічний ризик для природного середовища і людини [1]. Тому, належна організація системи моніторингу (СМ) полігонів ТПВ з метою виявлення кількісних та якісних змін стану компонентів природного середовища є важливою екологічною проблемою. Моніторинг впливу полігонів ТПВ на сільські території, сільськогосподарські угіддя, якість

продукції, стан компонентів навколишнього природного середовища практично не проводиться.

Проте аналіз існуючої схеми моніторингу показав відсутність пріоритетної структури показників, правильної організації спостережень у просторі і часі і, як результат, попередження негативного впливу на природне

середовище. Було встановлено, що на території полігону відсутній протифільтраційний екран дна і укосів, споруди і обладнання для водовідведення, збирання та знешкодження фільтрату, експлуатація

здійснюється без дотримання технології складування та захоронення ТПВ, що

призводить до посиленого екологічного навантаження на компоненти навколишнього середовища. Обстеження показали, що основним джерелом негативного впливу на природне середовище були фільтраційні води полігону.

За рахунок відсутності системи збору вони накопичувались у пониженнях рельєфу на території полігону. Під час розкладання відходів виділялась

теплота і спостерігалось самозаймання та розповсюдження пожеж. Біогенна небезпека проявлялась в збільшенні кількості призумів, шкідливих комах, поширенні різноманітних хвороб птахами та ссавцями. Вченими

запропоновано проведення моніторингу полігонів ТПВ у три етапи, кожний з

яких має свою специфіку і завдання та враховує вплив полігону на прилеглі сільські території (рис. 2).

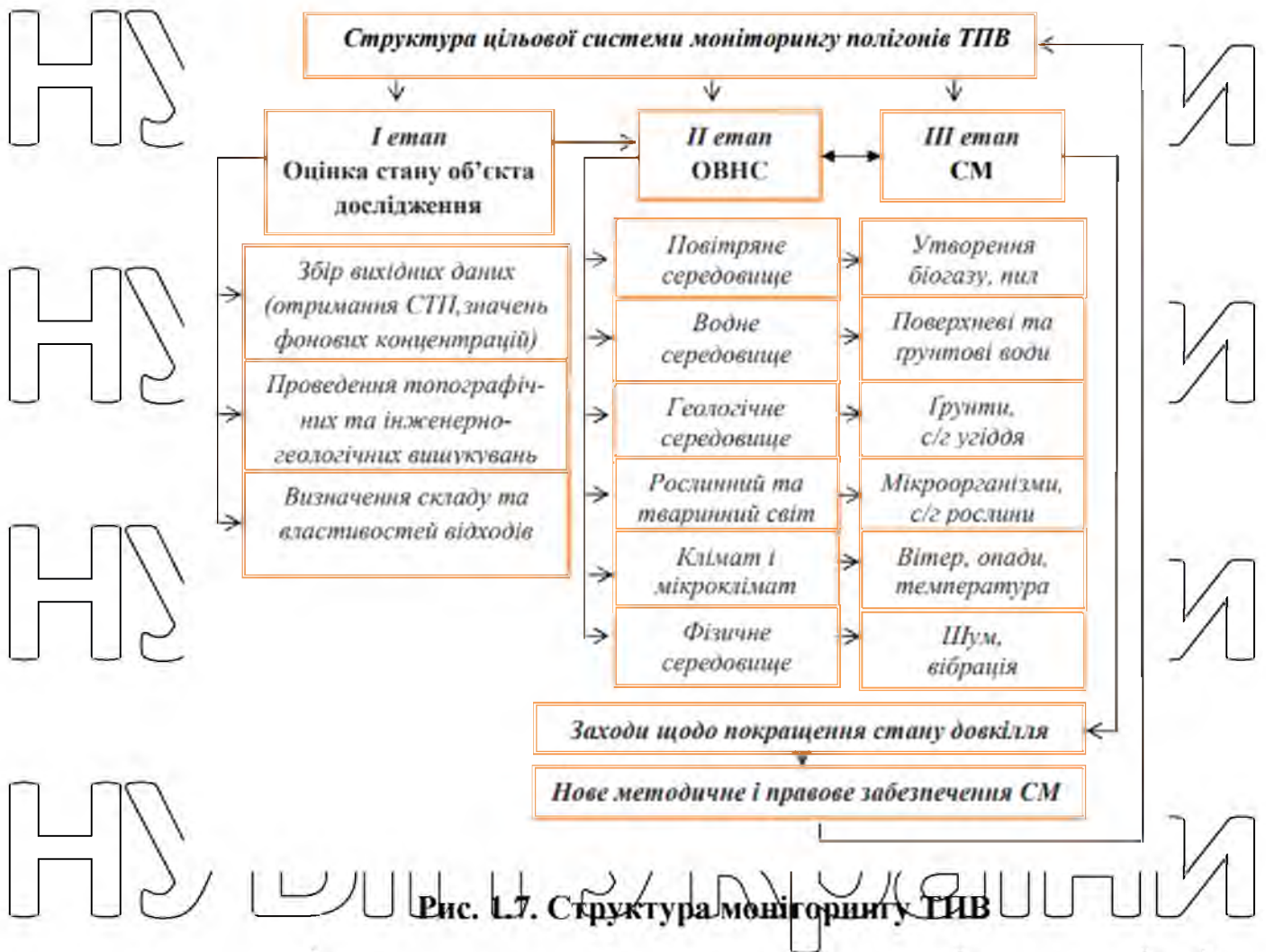


Рис. 1.7. Структура моніторингу ТПВ

Науковці роблять висновок, що сучасна система моніторингу полігонів ТПВ є незавершеною, має низку недоліків, які є причиною погіршення екологічної ситуації у місці їх розташування. За результатами їх дослідження розроблено цільову систему моніторингу полігонів ТПВ. Показано, що для оцінювання їх небезпечності система моніторингу має об'єднати в собі інформацію про місце складування відходів, дослідження їх впливу на природне середовище, зокрема, на сільські території, та контр-заходи із зменшення негативних впливів і ризиків, що дозволить своєчасно реагувати та попереджувати негативні зміни в природному середовищі. Таким чином, організаційно-методичне обґрунтування моніторингу полігонів ТПВ за рахунок створення цільової СМ відіграє суттєву практичну роль при виборі методів та об'єктів дослідження, полегшує його організаційну складову та

надає можливість створення умов для поліпшення сфери поводження з побутовими відходами в населених пунктах.

1.2. Геоінформаційний аналіз пошуку оптимального розміщення просторових об'єктів

Суспільні науки, особливо географія, здійснюють глибоку переоцінку поняття території на основі їхніх численних проявів (Fonseca et al., 2016). Слід

зазначити, що в галузі географії "існує давня традиція пошуку оптимальних

рішень проектних завдань у дослідницькій сфері, відомій як "просторова оптимізація" (Goodchild, 2010, с. 10). Просторова залежність вже була

визначена через перший закон Тоблера (1970): всі речі пов'язані, але ближчі

речі більш тісно пов'язані, ніж віддалені. Хоча природа просторової

мобільності очевидна, її часто не враховують при плануванні території (Loidlet

та ін., 2016). Просторовий аналіз є ключовим аспектом ГІС. Просторовий

аналіз дозволяє вам краще зрозуміти, де розташовані об'єкти або явища у нашому світі та вирішувати комплексні задачі. Це виходить за межі лише

картографування для вивчення характеристик місць та відношень між ними.

Якщо просторова складова є важливою для певної задачі, то просторовий аналіз надає перспективу вашому прийняттю рішень.

Починаючи з 1960-х років, проводилися різні дослідження, щоб оцінити

вплив географічної відстані на покупців. Одне з перших досліджень було

проведено Бішопом і Брауном (Bishop and Brown, 1969), присвячене вивченню

купівельних звичок у 1966 році. Ці автори дійшли висновку, що значна

кількість клієнтів з тих чи інших причин схильні до певної форми просторової

монополії. Нещодавно інші автори знову підкреслили важливість врахування

географічних критеріїв при прийнятті організаційних рішень (наприклад,

Chasco, 2003; Ozimec та ін., 2010; Buzai, 2011; Gutiérrez-Gallego та ін., 2012;

Allo, 2014; Altshuler та ін., 2015), і різні ГІС були для просторового аналізу

поведінки (наприклад, Loidlet та ін., 2016; Fonseca та ін., 2016).

Для осіб, які приймають бізнес-рішення, розташування об'єктів для досягнення найбільшого охоплення вже давно є основною проблемою (Tong, 2012). Один із підходів полягає у використанні моделей розміщення об'єктів моделей, які оптимально розміщують об'єкти та розподіляють попит на кожному з точок продажу (Zeng та ін., 2009). Таким чином, моделі розміщення досліджують потребу в додаткових сервісних центрах, оптимальне переміщення існуючих сервісних центрів або наслідки скорочення кількості центрів (Jeng et al. кількості центрів (Jong de and Tillema, 2005). Геомакетинг передбачає застосування цих методів для визначення "гарячих" територій з більшою комерційною привабливістю для компаній (Sardozo, 2005). Конкурентні переваги вдалих місць для розміщення мережі торгових точок очевидні, оскільки з цих місць створюється просторова залежність з навколишнім середовищем (López and Chasco, 2007).

Просторовий аналіз є процесом, який розпочинається з постановки питання. Правильно сформульоване запитання є ключовим для з'ясування, які інструменти використати та який аналіз здійснити для одержання змістовної відповіді. Здатність краще зрозуміти ваші дані має допомогти вам прийняти відповідні рішення стосовно аналізу та передбачити, як цей вибір буде впливати на результати.

У багатьох випадках доступні великі обсяги даних, а просторовий аналіз пропонує засоби, які надають цінності цим даним. Із визнанням цінності аналізу та просторових даних стають більш доступними методи і моделі використання аналізу. Науковці, фахівці, спільноти та окремі особи поширюють свої аналітичні методики. Ці підходи аналізу просторових даних пронизують багато дисциплін. Сфери застосування є безмежними, а застосування багатofункціонального підходу до просторового аналізу може принести значну вигоду.

ГІС аналіз може допомогти вам прийняти інформаційно обґрунтовані рішення, однак він не приймає рішення за вас. Виконання цього вимагає вашого досвіду. Наприклад, може бути необхідно провести ваш аналіз у

кількох масштабах, оскільки для багатьох поєднаних наборів даних результати будуть відповідними лише в масштабі виконання аналізу. Вам також доведеться навчитися ретельно інтерпретувати результати – ми повинні мати уявлення щодо очікуваних результатів та ретельно перевіряти аналіз, щоб побачити, чи мають сенс одержані висновки.

По мірі того, як більше спільнот бачать переваги, які їм надає аналіз просторових даних, технологія ГІС піднімається до нових рівнів. Дані з різних джерел поєднуються і нова інформація розкриває нові патерни та забезпечує їх розуміння. Навіть поняття географічного простору постає перед викликом, оскільки ми картографуємо дані, використовуючи і фізичну, і соціально-економічну гілки географії.

Веб-карти поширюють просторові дані та поняття просторового аналізу серед значно ширшої аудиторії. Ідея про те, що місцеположення має значення, більше не є виключно географічною доктриною; її значення нині отримало широке визнання та сприйняття.

Більшість даних та вимірювань можуть бути пов'язані з місцеположенням, а отже можуть бути розміщені на карті. Використовуючи просторові дані, ви знаєте, що є представленим і де воно знаходиться.

Реальний світ може бути представлений у формі дискретних даних, які зберігаються за своїм фактичним географічним положенням (що називають “дані просторових об’єктів” або “векторні дані”), або континуальних даних, представлених регулярними сітками (що називають “растровими даними”).

Звичайно, природа того, що ви аналізуєте, впливає на те, як його краще відобразити.

Природне середовище (абсолютні висоти, температура, кількість опадів) зазвичай відображається за допомогою растрових сіток; тоді як антропогенні об’єкти (дороги, будівлі) та адміністративні дані (території держав, ділянки перепису) зазвичай відображаються у формі векторних даних. Інша інформація стосовно того, що знаходиться у кожному із місцеположень, може також бути додана; її зазвичай називають “атрибутами”.

В ГІС кожен набір даних управляється як шар і може бути графічно поєднаний, використовуючи аналітичні оператори. Комбінуючи шари, використовуючи оператори та відображення, ГІС дозволяє вам працювати з цими шарами для вивчення питань та знаходження відповідей.

У доповнення до інформації про місцезположення та атрибутів, просторові дані також містять геометричні і топологічні характеристики. Геометричні характеристики включають положення та виміри, такі як довжина, напрям, площа або об'єм. Топологічні характеристики відображають просторові відношення, такі як зв'язаність, включення та суміжність.

Використовуючи ці просторові характеристики, ви можете поставити більше різновидів запитань до ваших даних та одержати нове розуміння.

Більшість даних та вимірювань можуть бути пов'язані з місцезположенням, а отже можуть бути розміщені на карті. Використовуючи просторові дані, ви знаєте, що є представленим і де воно знаходиться. Реальний світ може бути представлений у формі дискретних даних, які зберігаються за своїм фактичним географічним положенням (що називають "дані просторових об'єктів" або "векторні дані"), або континуальних даних, представлених регулярними сітками (що називають "растровими даними").

Звичайно, природа того, що ви аналізуєте, впливає на те, як його краще відображати.

Природне середовище (абсолютні висоти, температура, кількість опадів) зазвичай відображається за допомогою растрових сіток; тоді як антропогенні об'єкти (дороги, будівлі) та адміністративні дані (території держав, ділянки перепису) зазвичай відображаються у формі векторних даних. Інша інформація стосовно того, що знаходиться у кожному із місцезположень, може також бути додана; її зазвичай називають "атрибутами".

В ГІС кожен набір даних управляється як шар і може бути графічно поєднаний, використовуючи аналітичні оператори. Комбінуючи шари, використовуючи оператори та відображення, ГІС дозволяє вам працювати з цими шарами для вивчення питань та знаходження відповідей.

У доповнення до інформації про місцезнаходження та атрибутів, просторові дані також містять геометричні і топологічні характеристики. Геометричні характеристики вказують положення та виміри, такі як довжина, напрям, площа або об'єм. Топологічні характеристики відображають просторові відношення, такі як зв'язаність, включення та суміжність. Використовуючи ці просторові характеристики, ви можете поставити більше різновидів запитань до ваших даних та одержати нове розуміння.

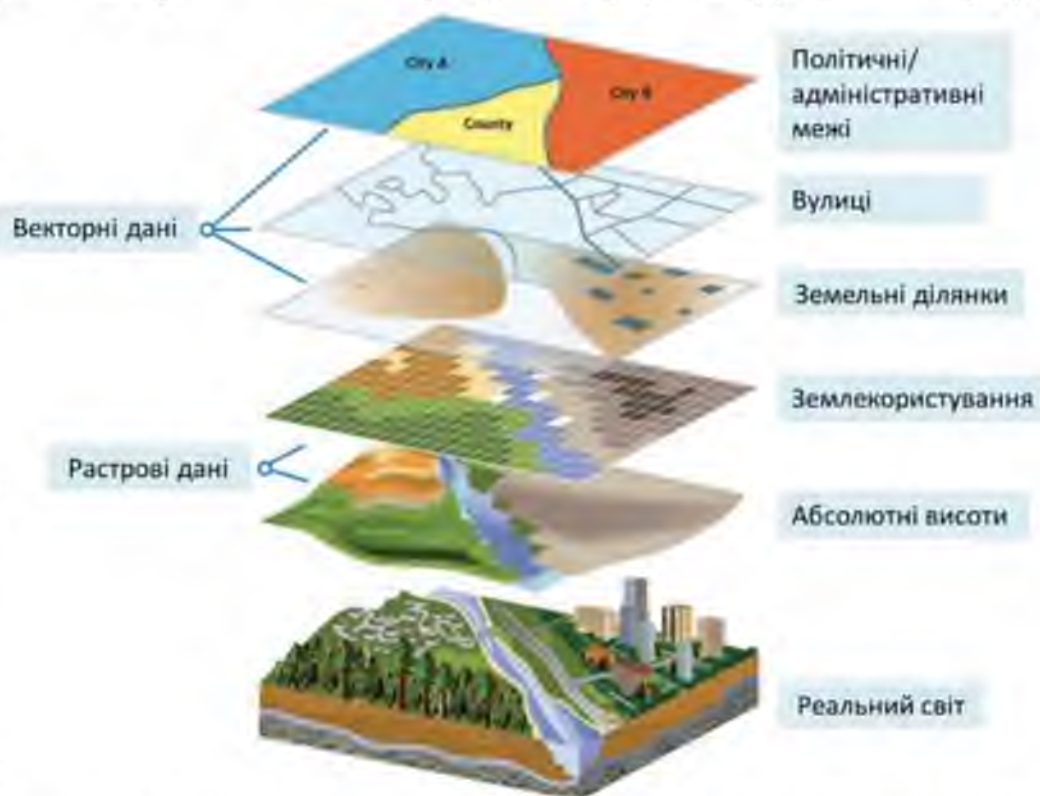


Рис. 1.8. Представлення просторових об'єктів в ГІС

Ідея накладання шарів, які містять різні типи даних, та порівняння їх одне з одним на основі розташування об'єктів є базовою концепцією просторового аналізу. Шари взаємопов'язані у тому сенсі, що вони всі замкнені в дійсному географічному просторі.

За методикою Monzambe, G. M., Mrofu, K., & Daniyan, I. A. (2021).

проекування систем поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є однією з областей, де методи оптимізації використовуються в різних країнах. Метою цього дослідження була розробка математичної моделі для оптимізації системи транспортування ТПВ, щоб допомогти установам, що займаються

поводження з відходами, та органам місцевого самоврядування мінімізувати час та витрати на транспортування відходів. Нелінійна зміщана цілочисельна математична модель, цільовою функцією якої є мінімізація часу та вартості перевезення відходів, була розроблена та розв'язана за допомогою програми Microsoft Excel. Розроблена модель була застосована до міста, розташованого в Південній Африці. Застосування цієї моделі до даного прикладу забезпечило приблизне зменшення загальних транспортних витрат на тиждень на 2,04%. Новизна цього дослідження полягає у спрощенні існуючої математичної моделі та розробці нового підходу до розв'язання нелінійної моделі.

Відомо, що до 2000 р. до н.е. щонайменше три культури (вавилонська, єгипетська та індійська) мали пристойні знання з математики і використовували математичні моделі для покращення свого повсякденного життя [1]. З того часу того часу було розроблено та застосовано багато методів та алгоритмів в різних галузях, таких як системи управління, електротехніка, механіка, економіка, фінанси та дослідження операцій.

Математичне програмування у поєднанні з комп'ютерним програмним забезпеченням широко застосовується в усьому світі для оптимізації розміщення об'єктів поводження з відходами. Однак більшість цих досліджень були проведені в розвинених країнах, залишаючи країни, що розвиваються, з прогалиною в застосуванні математичного програмування для оптимального проектування та експлуатації систем поводження з ТПВ.

Збір і транспортування ТПВ є величезним фактором, що сприяє до загальної вартості поводження з відходами в будь-якій країні. Понад шістьдесят відсотків витрат на поводження з ТПВ у різних країнах припадає на процес збору та транспортування, включаючи витрати на оплату праці, високу вартість палива та техніки та обслуговування обладнання [2].

Хоча станції перевантаження відходів (СПВ), які є тимчасовим сховищем відходів відходів, використовується в різних країнах для зменшення витрат на транспортування, проблема, з якою все ще стикаються муніципалітети, полягає в тому, що вони не можуть визначити, коли саме

здатність визначити, коли будівництво цих об'єктів стає вигідним. У зв'язку з цим постає питання відстані утримання сміття, тобто мінімальної відстані між вузлами утворення відходів та полігоном, починаючи з якої будівництво сміттєпереробного заводу стає економічно вигідним. якої будівництво сміттєпереробного заводу стає економічно вигідним.

Завдяки цьому дослідженню було розроблено математичну модель для оптимального проектування системи транспортування ТПВ була розроблена математична модель для оптимального проектування системи транспортування ТПВ. Дослідження проводилося з метою надання допомоги установам, що займаються поводженням з відходами, та місцевим органам влади для мінімізації часу на перевезення ТПВ. органам місцевого самоврядування мінімізувати час та витрати на транспортування відходів.

Розроблена модель була охарактеризована як змішано-цілочисельна, нелінійна модель. Модель розв'язувалася за допомогою надбудови Solver в MS Excel. В якості прикладу розглядався район А міста Екурхулени міста, де була застосована модель оптимізації витрат. Результатами цього дослідження було зменшення витрат на вивезення відходів з оціночної 21 072 євро до 20 642 євро на тиждень, що дає приблизно 429 євро на тиждень або 21 128 євро на рік, що призводить до зниження витрат на транспортування відходів на 2,04%. витрат на транспортування відходів на 2,04%. Хоча ці результати дають гарне уявлення і є відправною точкою для планування майбутньої системи поводження з відходами, слід зазначити, що представлені тут результати ґрунтуються на припущеннях щодо деяких параметрів, дані про які були недоступні під час цього дослідження. не були доступні під час цього дослідження. Тому рекомендується провести подальші дослідження для визначення з вищим рівнем достовірності оптимальних систем для досліджуваного міста.

Це можуть бути різні дослідження, які можуть становити майбутню роботу: Дослідження в якому будуть проаналізовані всі обмеження та параметри управління відходами в місті, враховуючи соціальні та екологічні

фактори - які виходять за рамки цього дослідження. які вийшли за рамки цього дослідницького проєкту, щоб визначити оптимальне рішення і план на майбутнє. Врахування соціальних та екологічних факторів становитиме

цілісний підхід, який може бути використаний для практичного планування майбутньої системи поводження з ТПВ та покращення життя мешканців. По-

друге, дослідження, яке враховуватиме інші параметри, такі як відстань, інтенсивність дорожнього руху, невизначеність у темпах утворення відходів, екологічний та економічний вплив збільшення рівня переробки відходів що

відбувається з використанням перевантажувальних станцій, а також розбивка

транспортних засобів, що вивозять відходи. Розробка стохастичної моделі, яка враховуватиме деякі або всі ці параметри, матиме суттєвий вплив на покращення поточної роботи.

Група вчених L. Kareem, S., Al-Mamoori, S. K., Al-Maliki, L. A., Al-

Dulaimi, M. Q., & Al-Ansari, N. В своїй статті [] зазначають, що тверді побутові

відходи є однією з головних екологічних проблем, що впливають на життя людей. Вибір полігону для захоронення відходів є складним питанням, яке пов'язане з багатьма факторами та правилами. У своєму дослідженні за

допомогою ГІС та методу вагових критеріїв було оцінено оптимальне місце

для санітарного полігону для міста Ан-Наджаф. Було обрано вісім відповідних критеріїв, а саме: міська територія, річки, дороги, типи ґрунтів, висота над рівнем моря, вітер, схил, а також археологічні, історичні та релігійні пам'ятки.

Крім того, було проведено зважування критеріїв на основі думок експертів та

попередньої подібної літератури. Потім застосовується інструмент "зваженого

накладання" для отримання карти індексу значущості для обраних полігонів

ТПВ. Сім придатних ділянок площею 177 762 986 м², що становить 0,62% від

загальної площі міста, можуть вмістити тверді побутові відходи, що

утворюються, на період не менше десяти років 10 років.

З давніх-давен першочерговим завданням суспільства було вивезення

твердих відходів із зони їхнього утворення. Це було досить імовірно, оскільки

чисельність населення була помірно низькою, а кількість вироблених твердих відходів була незначною і біологічно розкладалася (Fei Baffoe та ін., 2014).

Належне поводження з твердими побутовими відходами є серйозною проблемою через зростання чисельності населення, зміну способу життя та населення, змін у способі життя та звичках, зростання доходів населення, науково-технічного прогресу та поступового збільшення обсягів виробництва технологічного прогресу та поступового збільшення обсягів виробництва і споживання нових продуктів.

Ці причини збільшують складність і кількість відходів, що утворюються (Zurbrugg, 2002). Метод поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) передбачає поводження з ТПВ, починаючи від джерела утворення до його кінцевої долі (Oweis & Khera, 1990). Дії, пов'язані з поводженням з ТПВ від місця утворення до остаточного захоронення були об'єднані в шість функціональних елементів (ФЕ): 1) утворення відходів; 2) поводження з відходами та їх розділення, 3) збирання; 4) сепарація, переробка та перетворення ТПВ; 5) переміщення та транспортування; та 6) утилізація (Rajaram et al, 2016). Після того, як всі ЕП були оцінені для використання, а всі точки перетину та взаємозв'язки між елементами та взаємозв'язки між елементами були проаналізовані з точки зору корисності та економічності, громада досягла інтегрованої системи поводження з твердими побутовими відходами. Інтегроване управління відходами можна визначити як вибір і використання відповідних методів, програм і технологій управління для досягнення точних цілей і завдань управління відходами (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Збільшення темпів зростання населення, занепокоєння, пов'язане з громадським здоров'ям, і недостатня кількість вільних земельних ділянок під полігони додають ще більше проблем до проблеми управління ТПВ (Kao & Lin, 1996). Вибір місця розташування полігону є дуже складним завданням, оскільки процедура вибору місця залежить від багатьох факторів. полігону залежить від різних факторів і нормативних вимог. Потенційні місця для полігонів визначаються на основі оцінки геології, гідрогеології та

морфологічних властивостей з використанням географічних інформаційних систем (ГІС) (Chang та ін., 2008; Mansour та ін., 2014).

ГІС широко використовується як невід'ємний інструмент для прийняття найбільш доцільних рішень щодо вибору місця для полігону (Al-Mamoori та ін., 2018a; Rajaram та ін., 2016; Suresh and Sivasankar, 2014).

Він підходить для управління значною кількістю просторових даних з різних джерел (Сіддікі та ін., 1996). Тому вона буде ідеальною для вибору місця розташування полігонів, оскільки багато факторів повинні бути враховані при прийнятті рішень щодо розміщення полігону. Тому для

досягнення мети дослідження були розглянуті важливі критерії, які впливають на навколишнє середовище та поводження з відходами, як набір даних для моделі прийняття рішень. Крім того, АНР (метод аналізу ієрархій) є одним з

найбільш часто використовуваних багатокритеріальних методів прийняття рішень поряд з деякими іншими методами (Rezaeisabzevar et al., 2020,

Монаїєм, S. та ін., 2015). Різні дослідники використовували різні критерії відбору ділянок, головним чином оскільки різні критерії застосовуються до різних регіонів і різних прилеглих територій (Аль-Ансарі, 2013). Barakat та ін.

(2017) провели дослідження з метою визначення потенційних полігонів для

захоронення відходів за допомогою геоінформаційної системи (ГІС) та системи (ГІС) та методів багатокритеріальної оцінки в регіоні Бені-Меллал-Хурібга, і результати показали, що це дослідження може допомогти

планувальникам та місцевим і регіональним органам влади краще управляти твердими побутовими відходами в регіоні (Баракат та ін., 2017). Сантош і

Сівакумар Бабу (2018) оцінили вразливість підземних вод до забруднення за допомогою стандартного методу DRASTIC. Представлений підхід допомагає особам, які приймають рішення, у виборі надійних місць для безпечного

захоронення ТПВ (Santosh & Sivakumar Babu, 2018). У своєму дослідженні

Адевумі та ін. (2019) застосували ГІС та метод аналізу ієрархій для вибору найбільш підходящого місця розташування полігону в Локоджі, Нігерія. Результат значною мірою слугуватиме орієнтиром при виборі місця для

полігону ТПВ у великих містах інших країн, що розвиваються (Adewumi та ін., 2019), Agrawal та ін. (2020) провели дослідження для вибору потенційного полігону для міста Султанпур з використанням ГІС та АНП. Було розглянуто вісім ділянок було розглянуто вісім ділянок, і для запропонованих полігонів були розраховані індекси придатності для захоронення відходів, щоб полегшити прийняття остаточного рішення щодо місця розташування полігону (Agrawal та ін., 2020).

Місто Ан-Наджаф страждає від проблеми накопичення твердих побутових відходів на вулицях і порожніх місцях між житловими районами, а це, в свою чергу, впливає на здоров'я та безпеку громадян. Крім того, звалища (санітарні) не відповідають екологічним детермінантам, що призводить до забруднення навколишнього середовища (повітря, води, ґрунту).

У цьому дослідженні запропоновано схему оцінки для визначення придатних місць для розміщення полігону для захоронення відходів оцінюється вибір мухафазы Ан-Наджаф. Географічна інформаційна система (ГІС) та аналіз критеріїв прийняття рішень та обрано критерії, що відповідають науковим та екологічним стандартам. Вагомість кожного фактору впливу була визначена на основі думок експертів та аналогічної попередньої літератури. Крім того, отримані карти можуть бути використані для аналізу природних і штучних елементів, що впливають на навколишнє середовище під час вибору місця для полігону. Дані були зібрані з відповідних довідників, потім для створення карт використовувалася ГІС. Після цього були використані ранжовані моделі для визначення найбільш підходящих альтернатив і визначення ваги кожного критерію відповідно до пріоритетності цілей дослідження. Нарешті, були визначені ваги підкритеріїв на основі літературних джерел, експертних оцінок, екологічних рекомендацій та нормативно-правових актів.

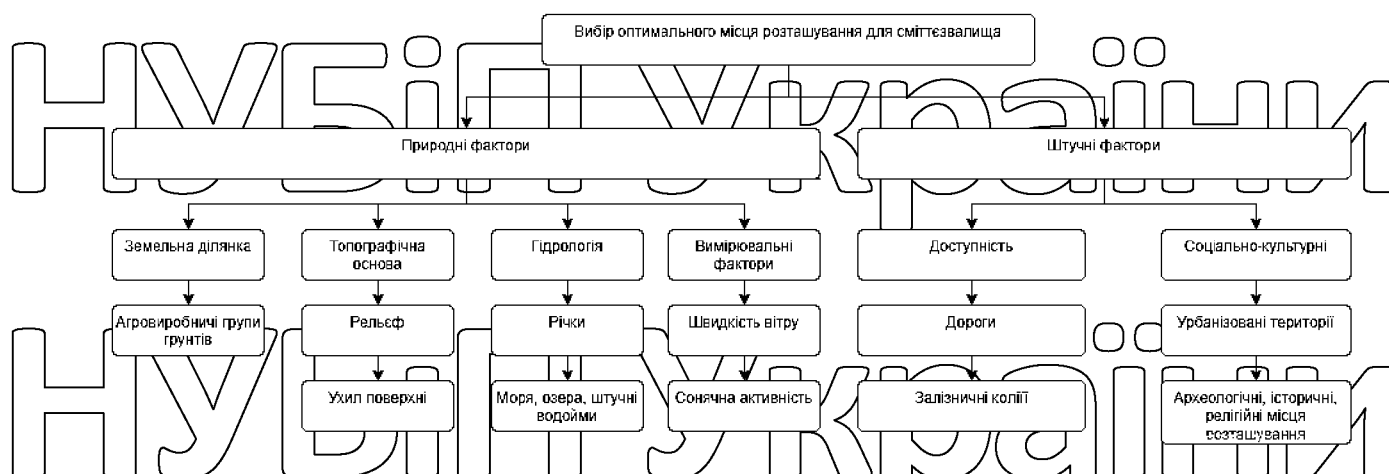


Рис. 1.9. Ранжована схема процесу вибору оптимального місця розташування для сміттєзвалищ

Отже, в результаті своїх досліджень вчені прийшли до висновку, що існуючі полігони твердих побутових відходів у провінції Адль-Наджаф не були спроектовані з урахуванням екологічних та науково-технічних аспектів. Для вибору оптимальних місць для полігонів твердих побутових відходів було використано багатокритеріальні методи та ГІС. За допомогою процедур аналізу за допомогою програмного забезпечення ГІС було підготовлено сім шарів, які впливають на вибір місць для полігонів ТПВ. Використання інструменту зваженого накладання в програмному забезпеченні ГІС з вагою критеріїв мало виражений вплив на покращення алгебраїчного множення карт з мінімальними помилками, і це краще, ніж використання ручних методів. Вибрані ділянки були охарактеризовані як найбільш підходящі для розміщення сміттєзвалищ між різними місцями в кожному районі в межах міста Ан-Наджаф. Вони можуть служити населенню протягом періоду не менше десяти років [10].

В своїй статті [11] Amoah, R. A., & Kursah, M. B. (2019) описують дослідження в якому застосовано геопросторові інструменти географічних інформаційних систем (ГІС) для створення п'яти різних карт придатності полігонів для захоронення відходів придатності полігонів, використовуючи вибір критеріїв і розстановку пріоритетів на основі урядових директив, думок місцевих технократів, корінних мешканців, а також двох оптимальних

варіантів, які складаються з гармонізації трьох перспектив. Результати п'яти перспектив порівнюються та аналізуються за допомогою методу індексу помилок. Результати показали низьку просторову узгодженість (низький ступінь узгодження) між придатністю полігону згідно з урядовою директивою та рештою перспектив.

Вони також показали послідовне скорочення площ, класифікованих як придатні для розміщення полігонів відповідно до урядових рекомендацій, до з точки зору місцевих жителів. Таким чином, урядова директива демонструє більшу просторову невідповідність з точки зору місцевих технократів, і вона

навіть не узгоджується з думкою корінних жителів. Таким чином, це дослідження викрило класичний випадок коли прихильники полігонів можуть відповідати урядовим директивам і легально отримати дозвіл, але полігон може бути соціо-культурно-руйнівним для мешканців. Це визначено як потенційне джерело опозиції мешканців до розміщення полігону.

розміщення полігону. Також підкреслюються проблеми, пов'язані з критеріями, викладеними в настанові. Пропонується переглянути настанову, оскільки вона у своїй нинішній формі орієнтована на пошук ризиків. Виходячи з цього, рекомендується підхід "знизу-вгору" для розробки керівних

принципів для полігонів ТПВ.

Управління відходами є важливою екологічною проблемою пов'язаною з урбанізацією. З огляду на сучасні тенденції швидкої урбанізації та зростання населення, утилізація відходів стала серйозною проблемою. Незважаючи на те, що відходи є побічним продуктом міського способу життя, кількість відходів у більшості країн зростає швидше, ніж у більшості країн світу [1]. Інтегровані системи поводження з відходами системи інтегрованого управління відходами прийняті для вирішення цієї проблемою. Вона складається з ієрархії чотирьох компонентів що включають, у такому порядку,

(1) зменшення джерел утворення, (2) переробку (3) спалювання з отриманням енергії та (4) захоронення шляхом захоронення на полігонах. Навіть з посиленням акцентом на першим трьом стратегіям, захоронення все ще

залишається найпоширенішим методом поводження з відходами [2-4], особливо в країнах, що розвиваються, таких як країнах, що розвиваються, таких як Гана. Здається, що полігон має особливу привабливість для менеджерів з управління відходами, тому що він пропонує дешевий і зручний варіант утилізації відходів порівняно з іншими трьома стратегіями. Крім того, незалежно від того яка стратегія зменшення кількості відходів та їх переробки/відновлення впроваджується, певна кількість відходів та залишків відходів завжди буде захоронена на полігонах [5].

У Гані менеджери з управління відходами стикаються з проблемами, пов'язаними як зі збором, так і з управлінням відходами з міського середовища, що частково пов'язано з відсутністю належних полігонів для захоронення відходів. Таким чином, міське середовище характеризується купами сміття, переповненими контейнерами для відходів, забитими стоки, забиті струмки та смердючі канали [5-7], що було описано як нічний кошмар [6]. Оскільки кількість відходів у країні до 2025 року зростає [1], проблема може лише погіршитися, якщо не буде вжито прагматичних заходів для управління відходами.

Район Бонго у Верхньо-Східному регіоні Гани не є винятком у боротьбі з цією проблемою. Останніми роками спостерігається сплеск занепокоєння щодо поводження з відходами, особливо у столиці району, Бонго. Виходячи з кількості населення 84 545 осіб у районі та середньодобовим обсягом відходів на душу населення 0,45 кг [8], в районі утворюється ~38,1 метричної тонни відходів на день. Урядова політична директива призначена для району Гани, включаючи район Бонго, повинні визначити території, придатні для сміттєзвалищ, і придбати ці землі заздалегідь задовго до початку забудови. Однак, вибір місця для будівництва полігону, враховуючи екологічних, інженерних, соціальних, політичних та економічних екологічних, інженерних, соціальних, політичних та економічних факторів, є одним з найважливіших рішень, які необхідно прийняти у виконанні обов'язків району щодо управління відходами [9]. Невдало вибраний полігон, ймовірно, буде

пов'язаний з високими витратами на транспортування відходів, облаштування та експлуатацію чи захист довкілля. Це також може спричинити соціально-політичні проблеми, пов'язані з опозицією з боку громадськості.

І навпаки, вдало вибране місце може забезпечити захоронення відходів без значної шкоди для довкілля і з мінімальними інвестиціями. Це також може вирішити тупикову ситуацію з розміщенням полігонів таких як *nimby* (Not In My Backyard), *ninn* (Not in My Neighbourhood) та *banana* ("Не будуйте абсолютно нічого поблизу будь-кого).

Таким чином, при виборі відповідного місця для полігону необхідно враховувати багато факторів та обмежень. Це робить процес вибору складним і складним [10], а також трудомістким. Як наслідок, для полегшення цього процесу було використано комп'ютерний підхід на основі географічних інформаційних систем (ГІС) для полегшення цього процесу. Цей підхід був використаний для того, щоб вирішення суперечливих критеріїв для вибору відповідної ділянки [11].

Це пов'язано з тим, що цей підхід має високу здатність керувати великими обсягами просторових даних і стимулювати необхідні фактори з різних джерел [2, 7, 10, 12]. Ряд досліджень щодо вибору місця для полігону ГПВ з використанням ГІС. Наприклад, Чабук та ін. [12] використовували ГІС у поєднанні з методом аналізу ієрархій (МАІ) та простим методом простого адитивного зважування (SAW) для вибору придатних полігонів для захоронення відходів в Аль-Мусайяб Кадхаа, Ірак. Результати цих двох методів були порівняні для вибору найбільш підходящої ділянки. АНР також використовувався для зважування критеріїв у ГІС-середовищі для вибору відповідного місця для полігону ГПВ в Сеніркент-Улуборлу, Туреччина [10]. Крім того, Vosoogh та ін. [13] використовували ГІС для оцінки існуючих полігонів, а також а також для визначення нових ділянок у місті Мешхед. ГІС також була для визначення придатного місця для полігону в районі Лех у регіоні Транс-Гімалаї [14].

Однак це дослідження було зосереджене головним чином на технічних та інженерних критеріях, що призвело до нехтування соціо-культурними критеріями. З іншого боку, технократичні та місцеві знання також були використані в ГІС для картографування придатних місць для сміттєзвалищ [7].

Таким чином, ГІС має важливе значення для аналізу параметрів і математичних розрахунків придатності полігонів для захоронення відходів.

Критерії вибору придатних місць для полігонів самі підлягають визначенню пріоритетів відповідно до місцевих екологічних, соціальних, політичних, економічних, фізичних та інженерних міркувань [9]. Таке

визначення пріоритетності факторів є дуже важливою в аналізі придатності, наприклад, при виборі місця для полігону ТПВ.

Таким чином, вибір майданчика на основі відбору критеріїв і визначення пріоритетів від різних зацікавлених сторін та на різних адміністративних рівнях, може вплинути на придатність ділянок для розміщення полігонів ТПВ.

Однак, дослідження того, як вибір критеріїв та пріоритетів впливають на результати вибору місця для полігону на основі ГІС є недостатнім. Винятком є робота Kursah [7], який визначив місця для полігонів на основі двох різних зацікавлених сторін - місцевих технократів і корінних жителів. Однак, це

дослідження не включало в себе вибір критеріїв та попереднє дослідження не включало вибір критеріїв та визначення пріоритетів за урядовими вказівками, що є найбільш важливим, у випадку Гаїї переважає дві інші зацікавлені

сторони. Це пов'язано з тим, що директива є єдиним задокументованим і юридично обов'язковим документом і юридично обов'язковим документом з цього питання. Таким чином, у цьому дослідженні було створено карти

придатності полігонів з використанням критеріїв, обраних і пріоритетованих відповідно до (1) урядової директиви [5], (2) місцевих технократів та (3)

корінних жителів. Дві карти оптимальної придатності - (4) місцевий оптимум,

що включає узгодження критеріїв двох місцевих зацікавлених сторін (місцевих технократів і корінних жителів) - (4) місцева оптимальна технократів і корінних жителів) і (5) глобальний оптимум (інтеграція двох

місцевих зацікавлених сторін та урядового керівництва) - також створюються дві карти оптимальної придатності. Результати п'яти карт придатності порівнюються за допомогою п'яти карт придатності порівнюються за допомогою індексу помилок запропонованого Каррарою та ін. [15]. Район Бонго був обраний для цього дослідження через швидкозростаюче населення та наявність великих цілїнних земель, що робить вибір критеріїв менш складним. Крім того, такі землі легше захистити для подальшого використання.

Research Article

SN Applied Sciences

(2019) 1:1237

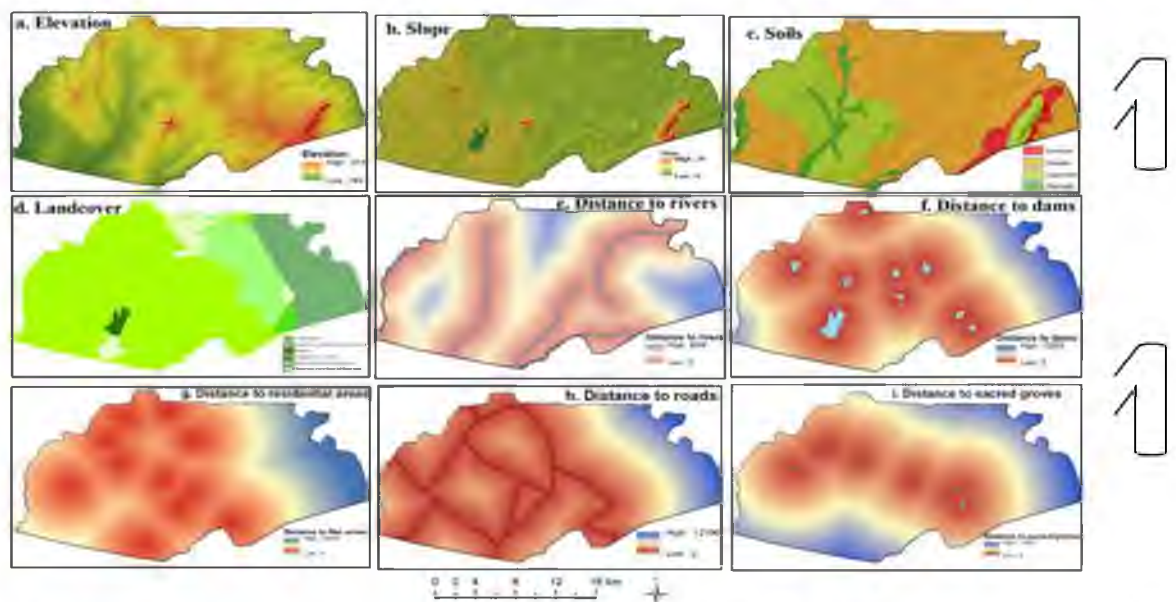
| <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1273-y>

Рис. 1.10. Фактори які впливають на розганнявання ТНВ

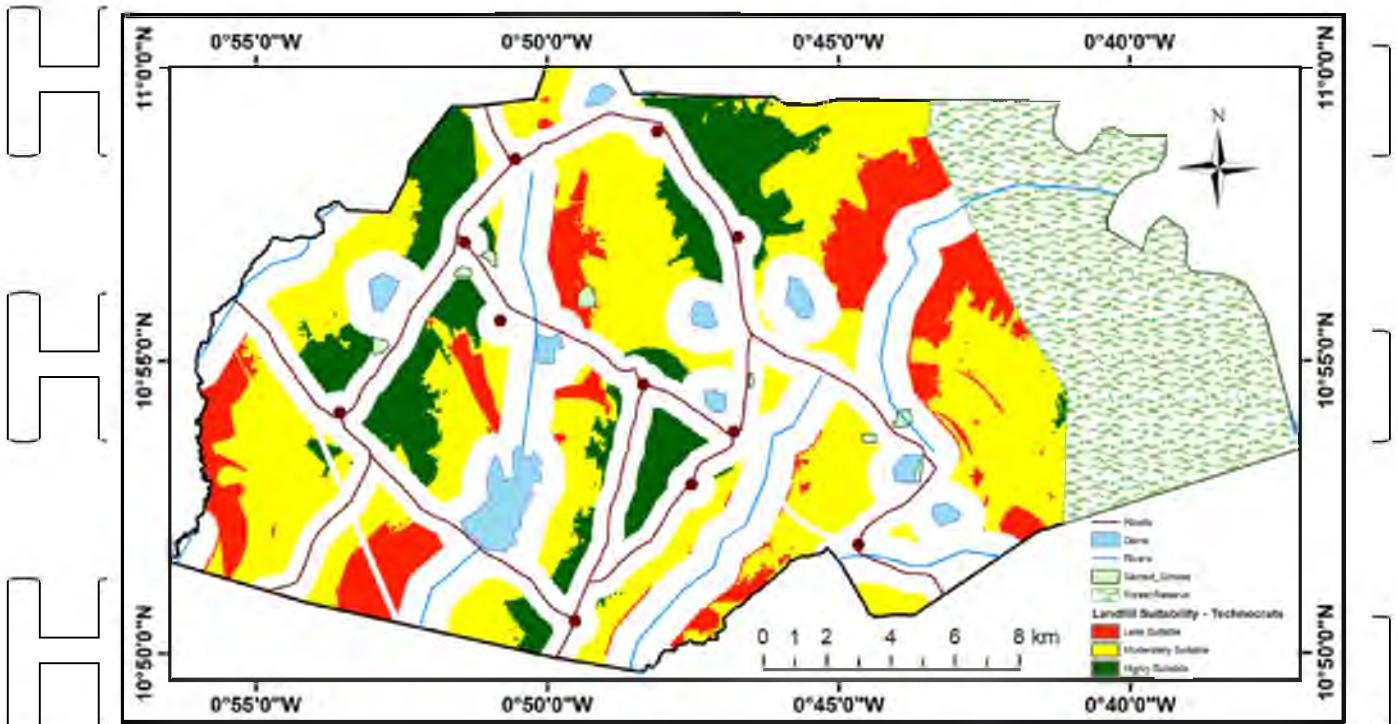


Рис. 1.11. ГІС аналіз розташування ТІВ

У висновку вчені зазначають, що в результаті дослідження були створені різні карти придатності полігонів на основі відбору критеріїв та визначенні пріоритетів з урядових директив, місцевих технократів, корінних мешканців та двох оптимальних перспектив. Результати показують низький ступінь перекриття між придатними територіями для розміщення полігонів, визначеними урядовими директивами та рештою перспектив. Однак, інші перспективи мають від середнього до високого ступеня просторового перекриття між придатними територіями для розміщення полігонів.

Таким чином, дослідження виявило класичний випадок, коли ініціатори проекту можуть відповідати урядовим директивам і законно отримати дозвіл, але проект полігону може бути соціально і навіть екологічно деструктивним і катастрофічно руйнівним для місцевих мешканців. Це пов'язано з тим, що тому, що керівництво для отримання дозволу базується на вимогах, висунутих на національному рівні, без урахування місцевих потреб та інтересів. Дослідження також показало, що місцевий оптимальний варіант має більше

шансів уникнути місцевої опозиції до розміщення полігону, ніж технократичний та глобальний оптимум. Складається враження, що західна освітня система, прийнята в країні, викоринила традиційні системи вірувань,

відсунувши їх на задній план, і, як наслідок, менталітет освічених технократів значною мірою суперечить гордості та прагненням місцевого населення. Тому

можна зробити висновок, що це є потенційним джерелом глухого кута і агітації проти розміщення полігону. Виходячи з цього, рекомендується розробити на місцевому рівні настанову щодо полігонів ТПВ, а на вищому

рівні - підтримати її. При цьому слід виходити з того, що жодна з трьох груп

зацікавлених сторін не володіє всіма необхідними знань, щоб одноосібно

розробити настанову з управління полігонами для району. Таким чином,

участь усіх зацікавлених сторін у взаємному діалозі призведе до кращого

вибору критеріїв і визначення пріоритетів, а також до розробки керівних

принципів, які дозволять вирішити потенційні конфлікти.

1.3. Класифікація завдань геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ.

За дослідженнями Дмитріва О. П. та Дудко С. А. важливого значення в Україні набуває питання виявлення та моніторингу стихійних звалищ, які найчастіше утворюються поблизу або ж на територіях міст та великих

промислових підприємств. Систематичний пошук їх розташування,

дослідження стану та складу відходів не проводиться жодною з відповідних

служб. Зрозуміло, що оперативне виявлення незаконних звалищ потребує

значних часових та матеріальних затрат, а в багатьох ситуаціях просто

неможливий. В таких умовах державним органам залишається здійснювати

вибірковий, одиничний контроль і реагувати на конкретні сигнали. Як

наслідок, немає загальної інформаційної картини в часі і в просторі, важко

оцінити складність проблеми в цілому, розробити виходячи з реальної ситуації

повний комплекс заходів з очищення, рекультивациі, профілактики виникнення несанкціонованих звалищ.

Враховуючи велику кількість на території нашої країни стихійних звалищ, саме дані ДЗЗ (дистанційного зондування Землі), які характеризуються високою оперативністю, регулярністю та точністю, можуть бути основою для виявлення та ідентифікації даних проблемних територій.

Космічні знімки в поєднанні з вибірковим наземним контролем, а також іншими джерелами інформації – наявними електронними картами, цифровими моделями рельєфу – є джерелом для виявлення, дешифрування і моніторингу несанкціонованих звалищ.

Початковим і дуже важливим етапом, який передувє створенню ГІС є визначення конкретних задач, які будуть розв'язані з її допомогою. Для цього необхідно показати та узагальнити операції розроблювальної геоінформаційної системи, вказати виконавців, які будуть здійснювати ці операції для реалізації системи [7].

Для зручного сприйняття користувачами інформації системи на рис. 1 показано послідовний процес виконання операцій, які є невід'ємними для повноцінної роботи системи із виявлення та ідентифікації сміттєзвалищ та успішного результату, за допомогою універсальної мови моделювання UML, а саме за допомогою діаграми сценаріїв виконання (прецедентів).

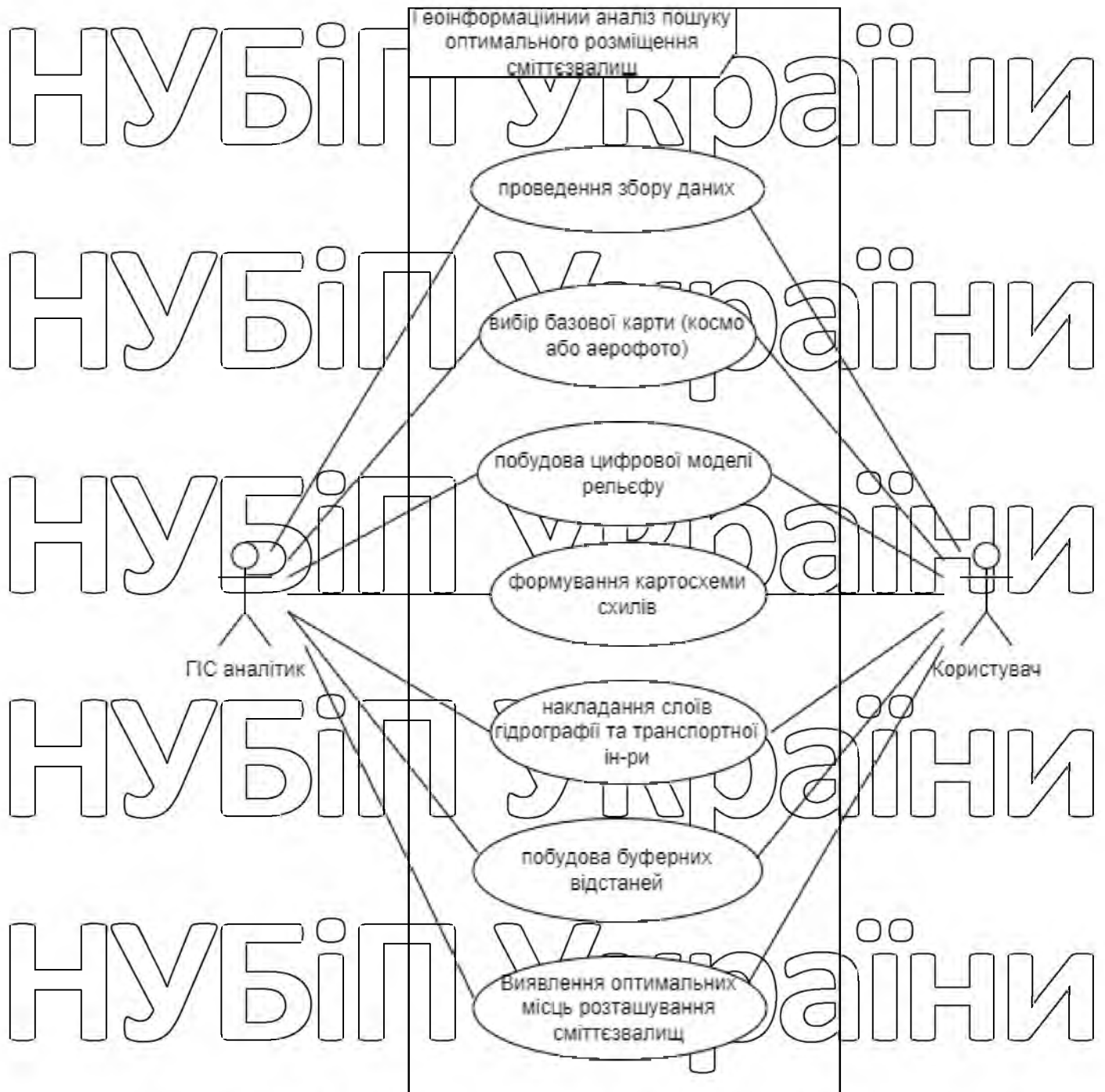


Рис. 1.12. ГІС виявлення та ідентифікація сміттєзвалищ

Діаграми сценаріїв виконання є початковим концептуальним представленням або концептуальною моделлю системи в процесі її проектування і розробки [5].

Діаграма представлена у загальному вигляді та містить три дійові особи:
 1. Оператор, наприклад, – це може бути спеціалізований відділ даної сфери.

2. Користувач – певна організація, наявна державна структура, а також громадяни, які є зацікавленими у функціонуванні розробленої системи.

3. База даних ДЗЗ – набір даних дистанційного зондування Землі, а саме матеріали космічного знімання, які характеризуються такими важливими параметрами, як висока достовірність та актуальність, широке охоплення досліджуваної території, висока частота отримання нової інформації, можливість її накопичення, узагальнення, стандартизації.

В даній системі Оператор виконує наступні операції:

- збір даних – підбір необхідних даних (даних ДЗЗ, картографічних матеріалів та інших даних) для здійснення подальших операцій в системі;

- вибір космічних знімків – вибір оптимального типу знімка з часовими та технічними характеристиками;

- побудова ЦМР (цифрових моделей рельєфу) за даними дистанційного зондування Землі;

- виявлення сміттєзвалищ – здійснення дешифрування космічних знімків, використовуючи при цьому дешифрувальні ознаки, використання інформації про можливе знаходження сміттєзвалищ поблизу антропогенних та природних об'єктів, що дозволяє виявити та розпізнати сміттєзвалища.

Результатом опрацювання є площинні характеристики звалища, висоти тіла звалища, а також розрахунок обсягу сміття за рахунок виконання зйомки в стереоскопічному режимі. Крім вимірювання кількісних характеристик звалища, за космічними знімками визначається ряд її якісних параметрів:

морфологічний склад (тип сміття) та визначення по знімку впливу звалища на стан ландшафту.

Детальніше структура функціонування розробленої ПС відображена за допомогою діаграми діяльності на рис. 2.

Побудова діаграми діяльності дає можливість представити процес виявлення та ідентифікації сміттєзвалищ у якості певної послідовності дій, розмежованої між трьома доріжками, що значно полегшує комплексне відображення перебігу даного процесу, не розмежовуючи його на окремі

процеси через необхідність встановлення відповідальних осіб для окремих складових.

На даній діаграмі діяльності процес виявлення та ідентифікації сміттєзвалищ починається із вибору території, на якій будуть проводитися подальші дослідження. Після цього виконується збір усіх необхідних даних для здійснення наступних операцій в системі. В базі даних є можливість вибору потрібних космічних знімків за часовими та технічними характеристиками.

Наступним кроком є побудова цифрової моделі рельєфу в обраному програмному продукті для більш наочного сприйняття досліджуваної території. Здійснюється детальний аналіз знімків та їх фотограмметрична обробка в спеціальному програмному забезпеченні.

Оператор здійснює підготовку дешифрування знімків – здійснює вибір методу, яким в подальшому буде здійснювати дешифрування, обравши дешифрувальні ознаки.

Пошук сміттєзвалищ може виконуватися як за основним сценарієм, так і за допомогою додаткової інформації з повторним пошуком.

Сформовані результати необхідно донести до зацікавлених осіб і надати їм можливість зручної роботи з ними. Це є завершальним кроком даної системи.

Найбільш сучасним варіантом вирішення даного завдання є створення геопросторового розподіленого інформаційного ресурсу – геопорталу. Він поєднує в собі геоінформаційні і веб-технології та дозволяє користувачам отримати віддалений доступ до актуальної просторової і описової інформації, з можливостями редагування і аналізу даних. А також при організації багатокористувального доступу до такого сервісу з додаванням інструменту прийняття заявок, даний ресурс може забезпечити оперативний збір отриманої від жителів регіону актуальної інформації про виникнення несанкціонованих сміттєзвалищ.

Схема моніторингу в інформаційному відношенні ґрунтується на трьох основних складових: наземні спостереження за сміттєзвалищами, дистанційні спостереження та матеріали про ландшафтне середовище.

До даних наземного спостереження місць розміщення об'єктів дослідження є матеріали польових обстежень та подальших лабораторних аналізів, що дозволяють зробити висновки про ступінь забруднення компонентів ландшафтної сфери на основі кількісних показників. Це джерело інформації передбачає необхідність безпосереднього обстеження за об'єктами.

Дані дистанційного зондування включають космічні знімки і результати їх дешифрування. Вони дозволяють виявити та ідентифікувати раніше невідомі місця розміщення сміттєзвалищ, а також уточнювати та розраховувати картометричні і інші їх характеристики. Серед цих характеристик: ступінь пошкодження рослинного покриву, наявність рідких стоків з території полігонів, засміченість прилеглих водних об'єктів, факти тління або горіння звалища. За даними дистанційного зондування з високою роздільною здатністю, крім вимірювання картометричних показників, можливе визначення висоти і об'єми тіла звалища.

Дані дистанційного зондування є необхідними та оптимальними матеріалами для даної роботи. Вони проходять попереднє опрацювання, а саме, виконується їх корекція та відновлення. В результаті на покращеному знімку виконують класифікацію об'єктів. Мета класифікації полягає в автоматизованій процедурі ідентифікації об'єктів. Серед безлічі методів класифікації виділяють два основних: контрольовану і неконтрольовану класифікації. Результатом роботи є класифіковане зображення. Цей етап є одним з найголовніших і найскладнішим у процесі опрацювання. Не менш важливо об'єднати дані космічної зйомки з іншими даними на підставі географічної прив'язки до досліджуваної території. Для цього використовують засоби ГІС. Виконується оцінка точності класифікації об'єктів на знімку різними методиками та здійснюється вибір найкращої з них. Кінцевим етапом

є формування результатів даного опрацювання і представлення у вигляді картографічних матеріалів та звітів.

Методи дистанційного зондування Землі в поєднанні з ГІС і методами математичного моделювання дають можливість комплексно досліджувати джерела формування екологічної небезпеки та прийняти рішення щодо методів поводження з ними.

Основними напрямками застосування дистанційного зондування в даній сфері є:

- виявлення несанкціонованих звалищ;

- моніторинг стану звалищ;

- виявлення і оцінка впливу звалищ на компоненти навколишнього природного середовища.

Виступаючи в якості альтернативи більш дорогим, небезпечним і трудомістким польовим методам обстеження території, методи дистанційного зондування є оптимальними і доцільними.

Використання космічних знімків і цифрових карт дозволяє виявити і проаналізувати розміщення несанкціонованих місць скупчення відходів щодо населених пунктів, враховуючи особливості природно-техногенних систем у зонах їх розташування.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ

2.1. Моделювання геопросторових рішень для цілей розміщення сміттєзвалищ

Зростання населення світу та урбанізація ставлять перед муніципальною владою значні виклики у сфері поводження з твердими побутовими відходами. У країнах, що розвиваються, де проживає 80% з 6,7 мільярдів населення світу (World Population World Population Data Sheet, 2008), швидка урбанізація і зростання населення вимагають покращення послуг з управління відходами (Ahmed & Ali, 2006). Ali, 2006). Таке стрімке зростання населення та урбанізація не лише сприяло збільшенню використання невідновлюваних ресурсів, але й неналежне захоронення токсичних і стічних відходів є ключовими екологічними проблемами, з якими стикається людство сьогодні (Рахман, Султан, Алі, 2006). сьогодні (Rahman, Sultana, & Hoque, 2008). Нерозбірливі методи утилізації відходів призвело до забруднення водою, ґрунту та повітря, що становить значну загрозу для здоров'я населення і повітря, що становить значну небезпеку для здоров'я населення (Moghaddas & Namaghi, 2009). Основною причиною значного збільшення кількості міських відходів пов'язана з прагненням країн підвищити рівень життя країн, підвищити рівень життя і добробуту свого зростаючого населення через індустріалізацію (Ojha, Goyal, & Kumar, 2007). Оскільки ці громади намагаються впоратися з твердими побутовими відходами, спроби розробити більш твердими відходами, були заплановані спроби розробити більш ефективні та дієві систем управління та переробки відходів (Morgan, 2004), спрямовані на захист довкілля та забезпечення економічного процвітання. Ці проблеми зумовили необхідність інтеграції екологічної інформації в процес планування, спрямований на забезпечення балансу між політичними, економічними та соціальними політичними, економічними та соціальними силами, які формують такі рішення (Lein, 1990).

Тверді побутові відходи (ТПВ) є першочерговою проблемою для міської міської влади та планувальників. Фінансові, політичні та екологічні занепокоєння є основними факторами, які ускладнюють процес прийняття рішень (Baban & Fannell, 1990). (Baban & Flanagan, 1998). ТПВ включають товари тривалого та нетривалого користування, тара та упаковка, відходи з подвір'я, харчові відходи та інші органічні відходи. Харчові відходи та інші органічні відходи з комерційних, побутових та промислових джерел (Davis & Masten, 2008). Згідно з визначенням Європейської Комісії в Рамковій директиві про відходи 1975 року, відходи - це будь-яка речовина, яку людина викидає або має намір викинути. Це визначення є суб'єктивним, оскільки те, що можна вважати "відходами" на противагу "ресурсам", може залежити від контексту. У цій статті відходи розглядаються як матеріали які утворюються в домогосподарствах, комерційних точках, установах та громадських місць, які вважаються непридатними для використання.

Одним з найважливіших етапів утилізації ТПВ є визначення місця захоронення відходів. Сучасні підходи до поводження з відходами зосереджені на зменшенні, повторному використанні, переробці та відновленні енергії (Kontos, Komilis, & Halvadakis, 2005). Незалежно від методу, неможливо усунути всі форми відходів; кращий спосіб поводження з відходами спосіб поводження з відходами - це застосування підходів, які забезпечують мінімальний вплив на навколишнє середовище мінімальним (Khan & Faisal, 2008).

Звалище, хоча і знаходиться внизу ієрархії поводження з відходами ієрархії поводження з відходами (зменшення кількості відходів, повторне використання, переробка, компостування та заповнення земель), є невід'ємною складовою ланцюга поводження з відходами і потребує більшої уваги для зменшення його впливу на навколишнє середовище (Mahini & Gholamaliifard, 2006; Rahman та ін., 2008). Воно є менш дешевше, ніж інші форми поводження з відходами, але, тим не менш, створило і продовжує створювати екологічні проблеми.

За описом Sumathi, Natesan та Sarkar (2008), полігон - це метод захоронення відходів, в якому застосовуються ключові інженерні принципи застосовуються ключові інженерні принципи. Це досягається шляхом розподілу відходів на тонкі комірки, стиснення їх до невеликих об'ємів і, нарешті, покриття шаром ґрунту.

Література про полігони (Chang, Parvathinathan, & Breeden, 2008; Delgado, Mendoza, Granados, & Geneletti, 2008; Ekmekcioglu, Kaya, & Kahraman, 2010; Geneletti, 2010; Higgs & Langford, 2009; Kontos та ін., 2005; Sharifi та ін., 2009; Siddiqui, Everett, & Vieux, 1996) є концептуально багатим

на методології вибору полігонів для захоронення ТПВ. Ідентифікація відповідного муніципального полігону, як зазначено в літературі, є складним і мультидисциплінарним процесом, який вимагає врахування екологічних, соціальних, економічних і технічних або інженерних міркувань. Процес

вибору є складним, оскільки передача та оцінка таких величезних обсягів даних керуються правилами, нормами, факторами та обмеженнями (Daneshvar, Fernandes, Warith, & Daneshfar, 2005; Siddiqui et al., 1996).

Врахування таких різноманітних параметрів робить вибір місця для полігону критично важливим етапом у циклі поводження з відходами, а отже, для

прийняття такого рішення потрібен певний час. Таким чином, прийняття такого рішення займає певний час. Неприйняття громадами полігонів для захоронення відходів популяризували кампанії "Не на моєму подвір'ї"

(NIMBY) та "Не на чиему подвір'ї" (NIABY), які стали величезною проблемою для осіб, які приймають рішення викликом для осіб, що приймають рішення,

та планувальників щодо демаркації сміттєзвалищ (Chang та ін., 2008). Ряд авторів (Al-Jarrah & Abu-Qdais, 2006; Sumathi та ін., 2008) стверджують, що процес вибору полігону повинен використовувати відповідні наявні дані, а

планувальники повинні отримати результати, прийнятні для всіх ключових учасників процесу вибору.

Обробка таких дезагрегованих даних традиційними засобами вимагає значного часу і іноді може не дати бажаного результату. Для подолання

затримок і неточностей географічні інформаційні системи (ГІС) є зручним інструментом прийняття рішень у сучасних дослідженнях. ГІС, будучи цифровою системою управління базами даних ГІС, будучи цифровою системою управління базами даних, має перевагу в тому, що вона дозволяє зберігати, знаходити та аналізувати значної кількості даних з різних джерел і легко відображати ГІС, як цифрові системи управління базами даних, мають перевагу у зберіганні, пошуку та аналізі значної кількості даних з різних джерел, а також у легкому відображенні результатів (Al-hanbali, Alsaadeh, & Kiondoh, 2011; Din, Jaafar, Rev Obot, & Hussin, 2008; Siddiqui та ін., 1996; Samiani, Onn, Din, & Wanjaafar, 2009). Труднощі просторового планування, які вимагають різноманітних і складних даних, можна вирішити за допомогою застосування методів багатокритеріального оцінювання (Nas, Cay, Iscan, & Berktaş, 2010). Сила ГІС-методологій для вибору ділянок, як підкреслює Дженетті (Geneletti, 2010), полягає в тому, що, хоча ГІС може управляти і обробляти великі обсяги просторових даних, аналіз багатокритеріальних рішень (АБПР) має перевагу в поєднанні експертної з фактичною інформацією. Ця методика оцінює різноманітні критерії, всі можливі результати і суперечливі цілі, що виникають з аналізу (Аль-Ханбалі та ін., 2011).

МСДА на основі ГІС - це інтелектуальна система, яка використовує і перетворює просторові та непросторові дані на цінну інформацію яка на додаток до суджень особи, що приймає рішення, може бути може бути використана для прийняття критично важливих рішень (Chen, Yu, & Khan, 2010; Sumathi та ін., 2008). МСДА на основі ГІС вимагає різноманітних географічно прив'язаних даних і набору альтернатив з низкою критеріїв оцінки. Вона агрегує карти критеріїв відповідно до значень атрибутів та уподобаннями особи, яка приймає рішення (Malczewski, 2006). Підходи до МСДА, які включають аналітичний ієрархічний процес (АІП), аналітичний мережевий процес (АНП), зважена лінійна комбінація (ЗЛК) або простий адитивний метод (МАМ) та нечітка логіка, широко застосовуються для

ідентифікації потенційних полігонів ТПВ (див. Khan & Faisal, 2008; Kontos та ін., 2005; Siddiqi та ін., 1996). Siddiqi та ін. (1996) окреслили два основні кроки у визначенні визначення меж полігонів. По-перше, ділянки, які не вважаються ідеальними, виключаються, а по-друге, для ранжування ділянок, що залишилися, застосовуються критерії, що не виключають для ранжування ділянок, що залишилися. Який би метод не використовувався, вибір полігону вибір полігону вимагає великої кількості даних.

Moeinaddini, Khorasani, Danehkar, Darvishsefat та Zienalyan (2010)

запропонували підхід, який поєднує АПГ та ЗПГ у середовищі ГІС середовищі ГІС. Їх модель є корисною для вибору полігону для захоронення відходів у посушливих та напівзасушливих територіях. Genefatti (2010) запропонував і реалізував підхід, що поєднує думку зацікавлених сторін з просторовою багатокритеріальною оцінкою при визначенні та ранжуванні інертних

сміттєзвалищ на південному заході Трентіно, Італія. У їхньому підході було використано сім критеріїв (відстань від населеного пункту, висота, схил, відстань від водойм, проникність ґрунту, основні сільськогосподарські угіддя та екологічні цінності) для побудови карт придатності земель. Залучення зацікавлених сторін та експертів до аналізу зацікавлених сторін та експертів

до аналізу створює простір для різних вхідних даних, таких як погляди місцевих жителів та сусідів, таким чином надаючи довіру до технічного характеру вибору місця для полігону. У подібних дослідженнях підхід на

основі ГІС був прийнятий при виборі полігонів для захоронення твердих побутових відходів шляхом поєднання просторових методів для басейну Іспарті, Туреччина; Пекіна, Китай; та острова Лемнос, Греція, Китай; та острова Лимони, Греція відповідно (Guoqin, Li, Guohue, & Lijun, 2009; Kontos та ін., 2005; Sener, Sener, & Karagüze, 2011).

Хоча використовувався один і той же підхід, в їхніх моделях були враховані різні критерії в їхніх моделях. У той час як Guoqin та ін. (2009) розглядали два критерії (екологічний та економічний) і десять підкритеріїв, Kontos та ін. (2005) взяли до уваги чотири критерії та одинадцять підкритеріїв

для демаркації потенційних полігонів. У оптимізації вибору місця розташування муніципального полігону ТПВ у районі Пондічеррі, Індія, Sumathi та ін. (2008) використовували багатокритеріальне оціночне рішення та аналіз накладання. Чотири критерії (землекористування, гідрогеологічні, якість повітря та параметризація обмежень) були розглянуті в їхньому дослідженні.

Simsek, Kincal і Gunduz (2006) представили підхід що враховує вразливість підземних вод до забруднення. Вони використовували модель DUPIT, яка є модифікованою формою моделі DRASTIC. Їхній підхід враховує

п'ять факторів, а саме до уваги п'ять факторів, а саме: глибину залягання ґрунтових вод, літологію верхнього літологію верхнього шару, проникність ненасиченої зони, товщину непроникного та топографічний нахил. Новий підхід до полігону ТПВ з тією ж метою, що й у Simsek та ін. (2006), був представлений Soupios та ін. (2007). Дослідження Soupios et al. (2007), також брали до уваги п'ять факторів, відмінних від дослідження Simsek та ін. (2006).

Вони досліджують можливість поєднання геофізичних методів з хімічним аналізом.

Булева логіка, бінарні докази та індекс перекриття Дельгадо та ін. (2008)

використовували логіку, бінарні докази та індекс перекриття для розташування міжмуніципального сміттєзвалища в басейні озера Куїтсео, Мексика. Модель булевої логіки, яка є обмежувальною за своєю природою, оцінила, що 94% досліджуваної території непридатні для розміщення полігону.

На відміну від моделі булевої логіки, бінарні докази, з іншого боку, бінарні докази класифікували 54% басейну як непридатні, а решту класифікуються як дуже придатні, помірно придатні або погано придатні.

У той час як модель, представлена Дельгадо та ін. (Delgado et al., 2008),

враховує в основному три аспекти: доступність, рівень складності та рівень довіри до результату, Шаріфі та ін. (2009) запропонували модель, в якій вони розглянули п'ять основних тем а саме: геологія, гідрогеологія, гідрелогія,

кліматологія та екосоціологія. Булеві карти, які Дельгадо та ін. (2008) підготували і використали у своєму аналізі, були також підготовлені Шаріфі та ін. (2009). Замість того, щоб використовувати булеві карти для окремого аналізу, Шаріфі та ін. (2009) використовували їх для цілей виключення, таким чином маскуючи ділянки, які не повинні розглядатися для розміщення полігону. Для моделі індексу перекриття Delgado et al. (2008) перетворили булеві значення на множину балів придатності.

П'ять наукових експертів, які спеціалізуються на геологічних ризиках, аналізі ґрунтового покриву, управлінні відходами та біологічних питань було проконсультовано п'ятьох наукових експертів, що спеціалізуються на геологічних ризиках, аналізі ґрунтового покриву, управлінні відходами та булевих значень у балах придатності. Дельгадо та ін. (2008) зосередили увагу на порівнянні впливу булевих значень на оцінку придатності. Було проведено порівняння ефекту різних підходів до агрегування різних карт критеріїв з використанням багатокритеріальної оцінки. Підхід, що передбачає участь громадськості шляхом розповсюдження анкетування приватного та державного секторів виявився корисним для визначення місця розташування полігону у Великобританії (Baban & Flannagan, 1998).

Їх спрощена модель прийняла критерії, що використовуються в інших країнах, міжнародними організаціями, усталеною європейською політикою та законодавствах інших країн, міжнародних організацій, усталених європейських політиках та управлінні відходами в Сьєрра-Леоне знаходиться в руках міських рад. Як і в інших країнах, що розвиваються, управління відходами є викликом для Сьєрра-Леоне, яка протягом певного часу посідала нижню частину Індексу людського розвитку (ПРООН, 2009). Цей документ має на меті запропонувати модель, яка допоможе міській раді Бо (МРБ) у визначенні відповідного місця для полігону ТПВ у муніципалітеті Бо.

Запропонована модель використовує модуль ваги в програмному забезпеченні IDRISI (версія для Анд) для розрахунку вагових коефіцієнтів АНР ваг і факторних карт, стандартизованих до 0-255 байт з використанням Fuzzy

функцію належності множини Fuzzy (Eastman, 2006). Зважена лінійна комбінація та метод впорядкованого зваженого усереднення (OWA) були використані для агрегування різних критеріїв та карт обмежень.

Таким чином за дослідженням [] можна зробити висновок, що тривожне зростання утворення ТПВ та спосіб поводження з відходами в Бо є однією з найбільших викликів, з якими стикається БЦК. Запропонована ГІС-модель була розроблена, щоб допомогти планувальникам, інженерам-будівельникам і девелоперам захистити підземні і поверхневі води від забруднення, громади від забруднення повітря і неприємних запахів відходів, що розкладаються, диму від спалювання відходів, здоров'я населення та відходів, що розкладаються, здоров'я населення та зменшення фінансового навантаження.

Потенційні ділянки для розміщення муніципального полігону були визначені за допомогою двох методів агрегування: ЗПТВ та ОЗТВ. На відміну від математичних моделей, ГІС мають можливість зберігати, аналізувати та відобразити просторово-довідкові дані з інтегрованими просторовими даними. У дослідженні було використано метод багатокритеріальної оцінки шляхом поєднання ЗПВ та ОВВ для визначення місця розташування потенційного полігону. OWA надає можливість контролювати рівень ризику в багатокритеріальному аналізі та ступінь впливу вагових коефіцієнтів на остаточну карту придатності. Цей підхід був застосований для врахування екологічних чинників, пов'язаних з розміщенням муніципального полігону

ТПВ. Геоекологічні фактори розглядалися як основні фактори, які визначають вибір місця розташування полігону, оскільки вартість очищення ґрунту та поверхневих води у разі їх забруднення значно перевищують інші витрати. Ця модель пропонує можливість включення параметрів, вплив яких (забруднення і зараження) не піддаються кількісній оцінці, якщо їм не приділяти належної уваги. Ця методологічна основа окреслює процедури розміщення муніципальних полігонів ТПВ у країнах, що розвиваються, беручи до уваги наукові, інженерні принципи, соціальні та економічні фактори. Таким чином, для майбутніх досліджень рекомендується використовувати ГІС-підхід, що

передбачає участь громадськості, оскільки він є важливим компонентом у вирішенні таких проблем, як проблеми розміщення відходів, таких як полігони. Партисипативна ГІС забезпечить платформу для громадськості, щоб висловити свої занепокоєння, що в певному сенсі означає, що люди беруть участь у процесі прийняття рішень.

Це дослідження продемонструвало важливість ГІС-інструментів при розміщенні таких об'єктів, як муніципальні сміттєзвалища. Це прискорює аналіз величезного обсягу просторових і аспектичних даних і дає результат з точністю до результату з таким ступенем точності в найкоротші терміни, що в іншому випадку неможливо за допомогою натурних методів. Крім того, результати наочно представлені, що полегшує розуміння просторових явищ, особливо для людей з меншими знаннями у сфері просторового аналізу.

Сьєрра-Леоне як країна, в якій більшість населення з високим рівнем неписьменності, але яка здебільшого потребує участі громадян у прийнятті рішень, особливо тих, що стосуються навколишнього середовища, включаючи соціальний, медичний та економічний стан, але абсолютно необхідно, щоб для органів влади використовувати ГІС у виконанні таких завдань.

2.2. Підбір первинної інформації та програмного засобу

Екоекологічні фактори - це фактори, пов'язані з впливом полігонів на екологію та біофізичне середовище. В рамках цього критерію було розглянуто ряд підкритеріїв. Вони включають рівень ґрунтових вод, поверхневі води, геологію, ґрунт, топографію, схил, рослинний покрив і орні землі.

Забруднення поверхневих вод є основною проблемою при виборі місця розташування муніципальних полігонів. Ідеальним варіантом завжди є розташування полігону якнайдалі від водних об'єктів (озер, ставків, річок тощо), наскільки це можливо.

Горбисті ландшафти не тільки збільшують витрати на будівництво, але й стають тягарем для транспортних засобів, що перевозять відходи на полігон.

оскільки без належного вирівнювання буде складно проїхати низку височин, які необхідно подолати.

Нахил, отриманий з цифрової моделі рельєфу досліджуваної території, показаний у вигляді градації. З точки зору економічних міркувань, фактор схилу відіграє вирішальну роль, оскільки більший нахил вимагає більших витрат на вирівнювання (Guo et al., 2009). Lin & Kao (1998, 2005) не тільки підкреслили великі витрати, пов'язані з будівництвом та утриманням полігонів на крутих схилах, але також відзначили ризик перешкоджання дренажному стоку, якщо вони розташовані на дуже пологому схилі. Іншими словами, полігони, побудовані на дуже низьких схилах, несуть ризик стікання і подальшого забруднення прилеглих водних об'єктів і ґрунтових вод.

Забруднення повітря, особливо метаном, що утворюється при розкладанні матеріалів, які розкладаються на полігоні, викликає серйозну стурбованість, тому велику треба приділяти напрямку вітру.

Зазвичай полігони розташовуються за межами забудованих територій. У ряді країн прийняті закони, які визначають відстані, на які шкідливі об'єкти повинні бути віддалені від забудованих територій та міського середовища.

Сміттєзвалища зазвичай приваблюють птахів, що збирають сміття.

Якщо звалище розташоване в межах пішохідної доступності від аеродрому птахи можуть перешкоджати повітряному сполученню в межах пішохідної доступності від аеродрому.

Сприйняття громадою.

Відстань від місця утворення відходів. Економічні міркування є одним з основних критеріїв, який завжди відігравав вирішальну роль у визначенні потенційних місць для полігонів.

Серед багатьох підкритеріїв відстань від місця утворення відходів вважається визначальним фактором при виборі місця розташування полігону через витрати на транспортування відходів до місця. Придатність полігонів з точки зору відстані від місця утворення відходів зменшується зі збільшенням відстані. Зменшення придатності зі збільшенням відстані від місця утворення

відходів прямо протилежне підкритерію відстані від забудованих територій, де придатність зростає зі збільшенням відстані від житлових районів (Javaheri, Nasrabadi, Jafarian, Rowshan, & Khoshnam, 2006).

Дорожні критерії

Відстань від існуючих доріг завжди розглядається як дуже важливий економічний фактор, який слід враховувати при виборі місця розташування полігону. Полігони, розташовані дуже близько до головних доріг, вважаються перешкодою для економічного розвитку, оскільки вони відлякують туристів.

Ціна землі

Ціна землі завжди обмежує площу, яку можна придбати для полігону. Ділянки, які вважаються дорогими, особливо центральні ділові райони, отримали нижчу вартість, що свідчить про їхню низьку придатність, а місця, де ціни є низькими, особливо на околицях міста, отримали високі значення придатності.

2.3. Розроблення моделей бази геопросторових даних, як основи для геоінформаційного аналізу

ГІС - це комплексна просторова інформаційна система, яка не тільки може зберігати, аналізувати та представляти атрибутивну інформацію про об'єкт реального світу, але й передбачає організацію об'єкта реального світу, але й передбачає організацію та управління великою кількістю складних розмірних орієнтаційних ознак і топологічних зв'язків[1]. унікальної характеристики ГІС-даних, ефективне зберігання ГІС-даних ефективно зберігати ГІС-дані було складним завданням. Протягом багатьох років для управління та обміну інформацією використовувалися файлові формати використовуючи креслення САПР, покриття, шейп-файли і багато растрових форматів. Зокрема, модель даних покриття, яка базується на "вузол-дуга-полігон" переважала протягом певного періоду часу. Режим зберігання просторових даних в індексній моделі просторових даних, що зберігаються в індексованих бінарних файлах, та атрибутивних даних що зберігаються в

СУБД, призводить до розділення даних, що спричиняє значні труднощі в управлінні великі труднощі в управлінні та роботі з даними. В останні роками, коли можливості СУБД перетворилися на більш потужнішу технологію, яка може підтримувати складні об'єкти даних, більші запити і сильнішу підтримку транзакцій, а технологія об'єктно-орієнтованої об'єктно-орієнтована технологія стала зрілою, об'єктно-реляційна модель даних отримала розвиток і має переваги над іншими. Її використання для управління географічними даними стало набагато практичнішим та ефективнішим. Вона абстрагує геопросторову сутність як об'єкт з атрибутами, поведінкою та правилами використовуючи об'єктно-орієнтовану технологію, крім того, просторові дані разом з атрибутивними дані разом з атрибутивними даними можуть зберігатися в СУБД. Таким чином об'єктно-реляційна модель даних може набагато краще представляти і описувати об'єктно-реляційна модель даних може набагато краще представляти та описувати реальний світ.

Геопросторова база даних національної фундаментальної географічної інформаційної системи управляє фундаментальною географічною інформацією, такою як адміністративна територія, будівлі, транспорт, гіпсографія, гідрографія, рослинність тощо. тощо. Вона відіграє дуже важливу роль у національному економічному та соціальному розвитку країни. Чи є фундаментальні географічні просторові дані географічні просторові дані добре управляються та організуються, і чи створена відносно досконала модель геопросторових даних чи створена відносно досконала модель геопросторових даних, залежить те, чи зможуть ці дані бути використані належним чином.

До цього часу більша частина національної фундаментальної географічної інформацією управляли на основі топологічно-відносної моделі даних. моделі топологічно-відносної інформації. Таким чином, існує багато недоліків у підтримці та використанні даних. та використання даних. Перевага об'єктно-реляційної моделі даних над іншими поширеними моделями даних

ГІС ми досліджуємо можливість її застосування її до організації даних для національної фундаментальної географічної інформації

Просторова модель даних - це абстракція реального світу яка використовує набір об'єктів даних, що підтримують відображення на карті, запити, редагування та аналіз. Це передумова і ключ до проектування та реалізації просторової бази даних, яка забезпечує засоби для організації просторових даних. Вибір моделі даних для зберігання та управління ГІС модель даних для зберігання та управління даними ГІС, як реалізувати управління даними за допомогою системи баз даних, як забезпечити цілісність та узгодженість географічних даних і як досягти високої ефективності доступу до просторової бази даних, є предметом дослідження багатьох науковців.

З розвитком інформаційних технологій моделі просторових даних постійно розвиваються та вдосконалюються.

Через складність географічного простору кожна модель даних має відносні переваги та недоліки. На сьогодні розроблено три покоління моделей даних ГІС: модель даних САПР, геореляційна модель даних, що базується на топологічному зв'язку "вузол-дуга-полігон", та модель даних "об'єкт-зв'язок".

А. Модель даних САПР

Модель даних САПР зберігає географічні дані у двійковому файлі з представленнями точок, ліній та площ. У цих файлах містилася мізерна інформація про атрибути і топологічні зв'язки просторових даних. Таким чином, це створювало великі труднощі для розробки програмного забезпечення ГІС і поширення даних ГІС.2 [2]

В. Модель геореляційних даних

Типовим представником цієї моделі є Coverage. Вона має два ключові аспекти:

- Просторові дані поєднуються з атрибутивними даними. Просторові дані та топологічні зв'язки зберігаються в індексованих бінарних файлах, які оптимізовані для відображення та доступу. Атрибутивні дані зберігаються в

таблицях СУБД з кількістю рядків, що дорівнює кількості об'єктів у бінарних таблицях і об'єднані спільним ідентифікатором.

- Просторові дані організовані та зберігаються на основі топологічних відношень. Таким чином, модель геореляційних даних уможливила створення високопродуктивних ГІС, а збережена топологія сприяла покращенню географічного аналізу та більш точному введенню даних.

Геореляційна модель даних стала домінуючою моделлю даних в ГІС, однак, з розвитком і застосуванням інформаційних технологій, все частіше виявляються її обмеження. Такі як, низька ефективність для роботи з

окремими географічними об'єктами, складність вираження складних географічних об'єктів, складність проведення складного просторового аналізу та запитів з ефективністю, складність часткового оновлення даних, і особливо важливі недоліки - неможливість агрегування даних в однорідні агрегування в

однорідні колекції точок, ліній та полігонів із загальною поведінкою, та полігонів із загальною поведінкою, що означає, що поведінка лінії, що представляє дорогу, ідентична поведінці лінії, що представляє потік.

С. Об'єктно-реляційна модель даних

Об'єктно-реляційна модель даних абстрагує географічні об'єкти як класи об'єктів з атрибутами, поведінкою та правилами, крім того, між об'єктами існують певні зв'язки. Типовим представником цієї моделі є база даних географічних даних яка є дуже корисною для застосування об'єктно-орієнтованого моделювання даних до об'єктів.

Об'єктно-орієнтоване моделювання даних дозволяє характеризувати об'єкти більш природно, дозволяючи вам визначати власні типи об'єктів власні типи об'єктів, визначаючи топологічні, просторові та загальні взаємозв'язки, а також фіксуючи, як ці об'єкти мають взаємодіяти з іншими об'єктами. Деякі з переваг бази географічних даних є [3:

1) Модель даних не тільки близька до людського розуміння і вираження до реального світу, але також має кращу здатність до розширення. Замість

загальних точок, ліній і площ, користувачі працюють з об'єктами, що їх цікавлять, такими як трансформатори, дороги та озера.

2) Взаємозв'язки між просторовими даними повністю виражені через поведінку, взаємозв'язки і правила географічних об'єктів, що містяться в них.

Крім того, робиться менше помилок, оскільки більшість з них можна запобігти за допомогою інтелектуальної і поведінкою перевірки.

3) Всі просторові дані разом з атрибутивними даними можуть бути зберігатися і централізовано управлятися в СУБД.

4) Функції мають багатший контекст. Завдяки топологічним асоціаціям, просторовим представленням та загальними зв'язками, ви не тільки визначаєте якості об'єкта, але і його контекст з іншими об'єктами. Це дозволяє вказати, що відбувається з об'єктами коли пов'язаний об'єкт переміщується, змінюється або видаляється. Цей контекст також дозволяє вам знайти і оглянути елемент, який пов'язаний до іншого.

5) Набори елементів є безперервними, вони можуть вміщувати дуже великі набори елементів без плиток або інших просторових перешкод.

6) Багато користувачів можуть редагувати географічні дані одночасно.

Модель даних бази геоданих дозволяє робочі процеси, в яких багато людей можуть редагувати об'єкти на локальній території, а потім узгоджувати будь-які конфлікти, що виникають.

на першому етапі здійснюється концептуальне проектування, результатом якого є концептуальна модель. Концептуальна модель

використовуються для встановлення основних елементів та їх опису, визначає їх значення та характеристики, класифікуючи всі ці поняття за типом, статусом, характеристиками в цій групі та в системі, що регулюється. Тому що вона включає в себе опис інформаційних об'єктів та зв'язків між ними, разом з

тип опис обмежень цілісності, тобто вимог до допустимих значень даних і до зв'язків між ними [39]. В даній роботі концептуальна модель подана за допомогою діаграми класів мовою UML на рисунку 2.2. На концептуальній моделі назви класів позначаються з великої літери і кожне наступне слово без

пробілів з великої літери, а атрибути вказуються з малої літери і кожне наступне слово без пробілів з великої літери.

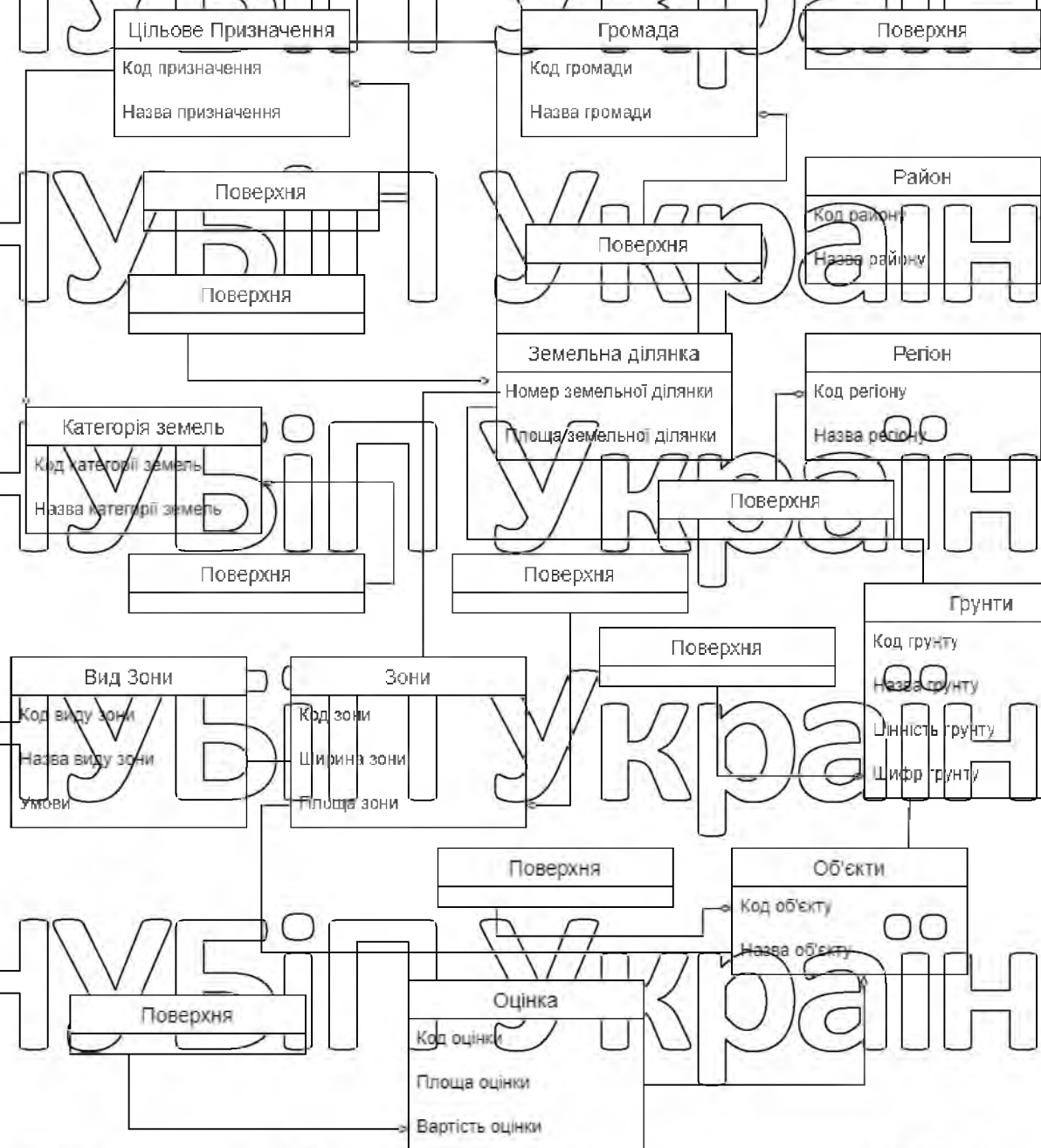


Рис. 2.1. Концептуальна модель бази геопросторових даних

До основних класів концептуальної моделі бази геопросторових даних, що розроблюється належать наступні класи: Земельна Ділянка, Грунти, Об'єкти, Зони, Вид Зони, Категорія земель, Цільове призначення, Громада, Район, Регіон, Оцінка.

Клас Регіон, район, громада описують адміністративно-територіальний поділ відповідно до коду одиниці адміністративно-територіального устрою

України. Регіон є батьківським для класу район, в свою чергу район є батьківським для громади. Даний клас має такі атрибути як: код Регіону та його назва, код Громади та назва громади, код Району та назва району.

В класі Категорія Земель описується землі за їх основним цільовим призначенням. Цей клас має такі атрибути: код Категорії та назва Категорії.

Клас Цільове Призначення описує розподілення земель на види цільового призначення земель, що визначається для кожної земельної ділянки відповідно до розроблених прийнятих класифікаторів. Даний клас представлений такими атрибутами: код Цільового Призначення, назва Цільового Призначення. Клас Цільове Призначення підпорядковується класу Категорія Земель.

Клас Грунти показує розподіл на агропромислові ґрунти ґрунтів. Цей клас описаний такими атрибутами як: код ґрунту, назва, цінність, шифр.

Клас Оцінка показує описує показники нормативної грошової оцінки земель. Цей клас описаний такими атрибутами як: код оцінки, площу, вартість.

Клас Зони є батьківським для класу Вид Зони. Атрибутами даного класу є: код Зони, ширина Зони, площа Зони. Для класу Вид Зони атрибутами є: умови, код Вид Зони, назва Виду.

На наступному етапі магістерської роботи актуальним є розроблення моделі бази геопросторових даних, здійснюється побудова логічної моделі.

Ця модель розроблюється на основі концептуальної моделі.

Концептуальну модель використовують для показу загальної концепції але вона не прив'язується до програмного засобу. Логічна модель вже опирається на програмний засіб, а також визначаються типи даних для кожного атрибута. Перетворення концептуальної моделі в логічну модель здійснюється за формальними правилами, цей етап може бути в значній мірі автоматизований [42].

Дана логічна модель побудована на основі концептуальної, а також детальніше розглянуто зв'язки та типи даних.

В магістерській роботі схема взаємодії елементів показана за допомогою діаграми класів мовою UML на рисунку 2.2.

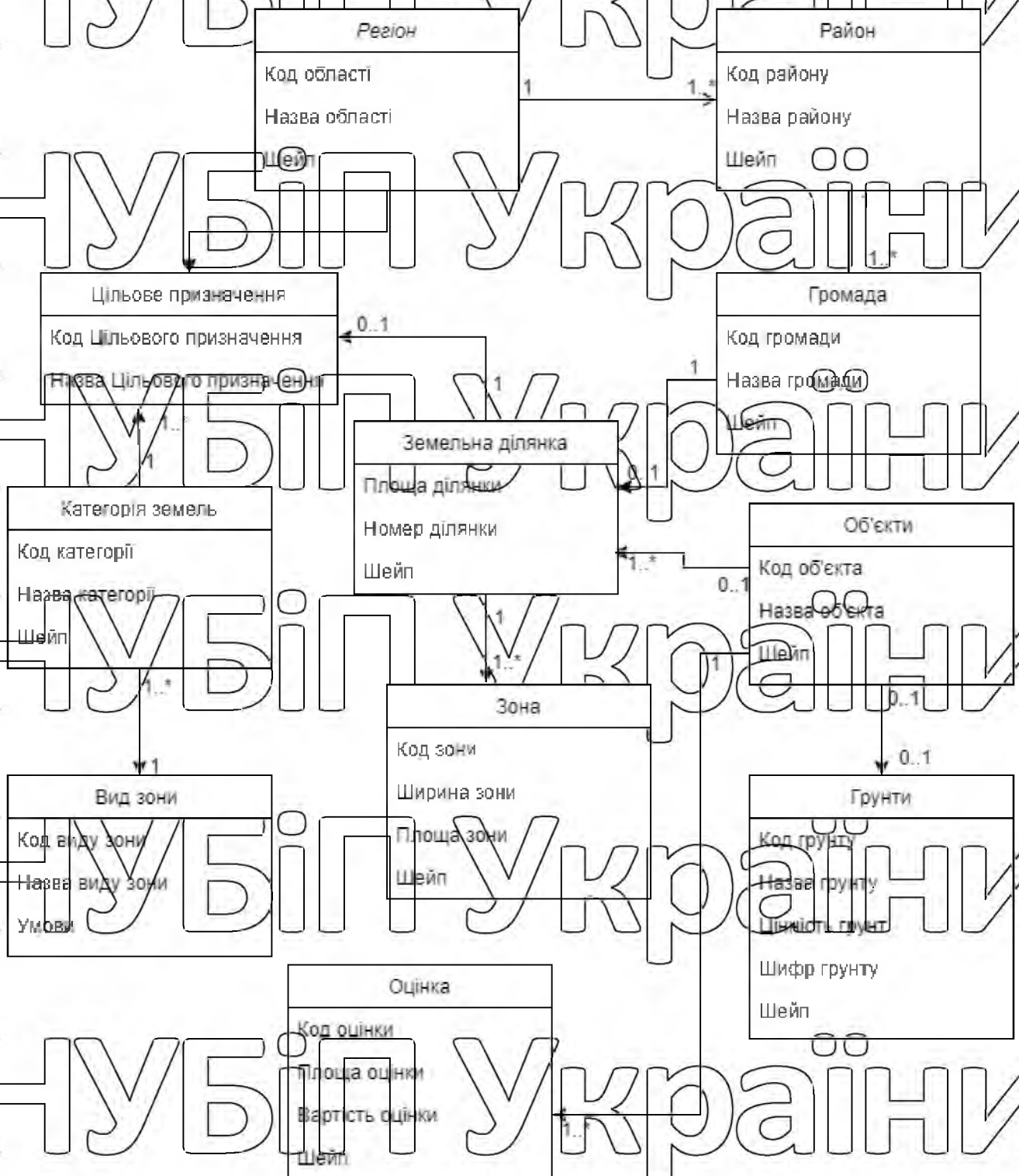


Рис. 2.2. Логічна модель бази геопросторових даних

2.4. Функціональна модель здійснення пошуку оптимального розміщення сміттєзвалищ

При формуванні вибору розташування земельної ділянки для розміщення сміттєзвалищ необхідно враховувати величезну кількість чинників, щоб якісно змодельовати оптимальне місце. Процес пошуку придатних земельних ділянок для розташування об'єктів несільськогосподарського призначення включає дві різні сторони: з одного боку, це визначення ділянок, які відповідають необхідним критеріям та розташуванню; з іншого боку, це виявлення земель, де розміщення необхідних об'єктів є недоцільним через невідповідність критеріям.

Для вибору відповідних територій для об'єктів несільськогосподарського призначення, необхідно вивчити нормативні документи, які встановлюють обмеження для розташування таких об'єктів.

Після збору інформації про ці обмеження можна перейти до вибору території. Для моделювання процесу пошуку придатних територій для розташування об'єктів несільськогосподарського призначення було обрано діаграму діяльності UML (рис. 2.3).

Ключовими етапами цього процесу є:

- Підбір придатної ділянки, який може бути виконаний після вивчення нормативних документів, що встановлюють вимоги до розташування об'єкта.
 - Пошук найкращих умов для розташування об'єкта.
 - Побудова буферних зон для визначення можливих обмежень.
 - Визначення придатних територій для розташування.
 - Пошук небезпечних об'єктів та визначення буферних зон навколо них.
 - Визначення територій, які не є придатними для розташування об'єкта.
 - Побудова тематичної карти як результату процесу.
- Підбір придатних ділянок може бути здійснений після вивчення нормативних документів, що встановлюють вимоги до розташування об'єкта.

Опис процесу геоінформаційного моделювання пошуку придатних територій для розташування об'єктів під сміттєзвалища поділений на два паралельні процеси: перший - врахування найкращого бажаного розташування для сміттєзвалища на території Фастівського району Київської області, а другий - це виявлення непридатних для цієї діяльності територій.

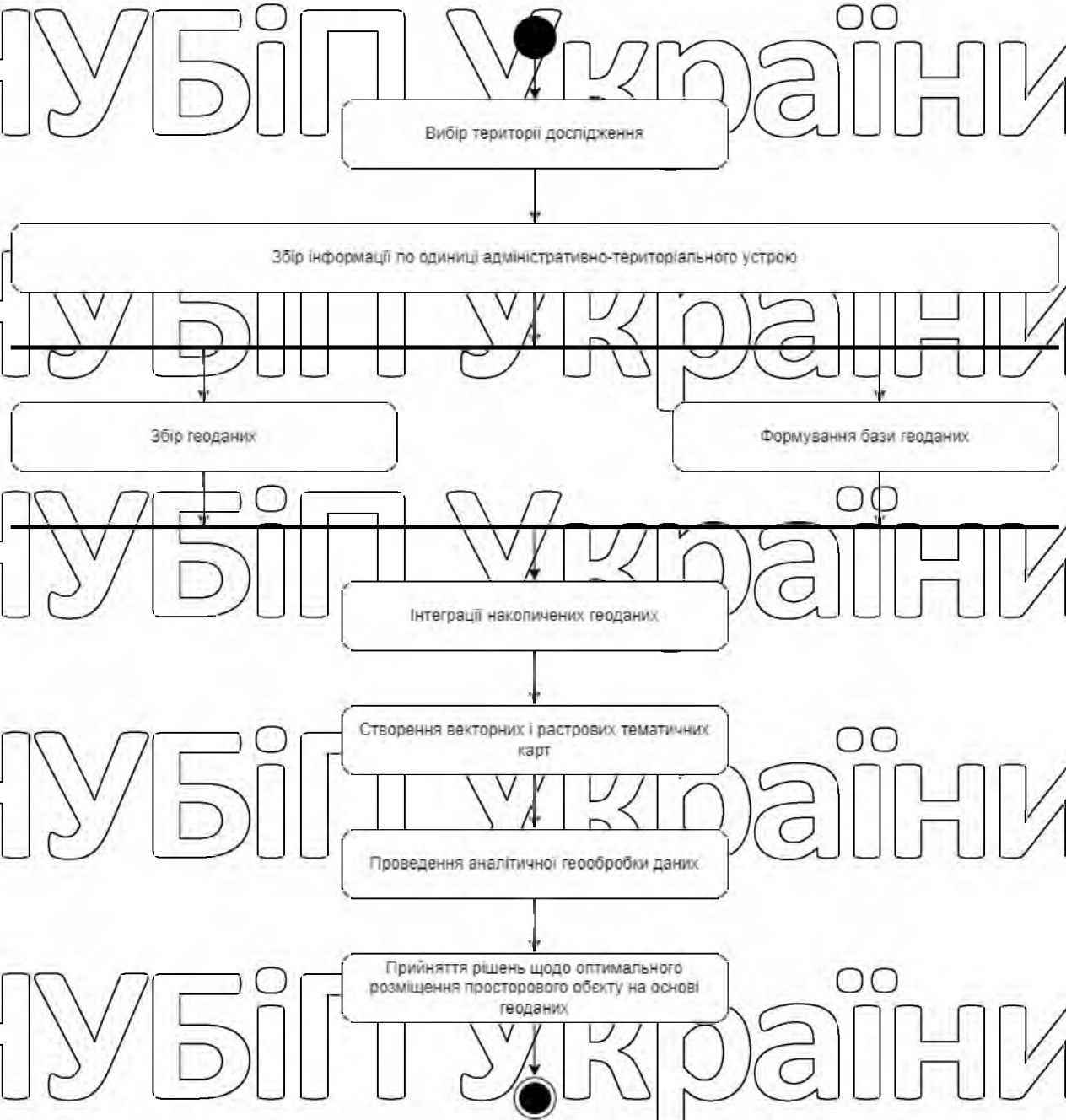


Рис. 2.3. Функціональна модель геопросторового аналізу пошуку

оптимального розташування сміттєзвалища

Для пошуку найкращого розташування сміттєзвалищ спочатку аналізуються умови, необхідні для функціонування об'єкта, та вимоги до його розташування. На наступному етапі створюються буферні зони, які визначають можливу відстань від пожаданого розташування об'єкта. За допомогою цих дій визначаються придатні території для розташування об'єкта.

Для усунення можливого взаємного або одностороннього негативного впливу об'єктів створюються буферні зони навколо непридатних об'єктів. Ця процедура виконується шляхом обробки просторової інформації за допомогою спеціалізованих програмних модулів ArcGIS.

Одним з результатів побудованої моделі є тематична карта, яка визначає придатні території для розташування сміттєзвалищ. Ця карта має велике значення при вирішенні завдань землевпорядкування та обґрунтуванні вибору місця для розміщення сміттєзвалищ у Фастівському районі Київської області.

РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩА НА ПРИКЛАДІ ФАСТІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**3.1 Об'єкт дослідження (характеристика, опис, особливості) –
Фастівський (розташування, клімат, адмін поділ, ґрунти, наявні
сміттєзвалища)**

Фастівський район (Фастівщина) – район у Київській області України.

Утворений у 2020 році. Адміністративний центр – місто Фастів. Площа –
1761,2 км² (6,3% від площі області), населення – 182,6 тис. осіб (2020).

До складу району входять 9 територіальних громад.



**Рис. 3.1) Фізико-географічне розташування Фастівського району
Київської області**

Район створено відповідно до постанови Верховної Ради України № 807-
ІХ від 17 липня 2020 року. До його складу увійшли: Боярська, Фастівська,

міські, Калинівська, Кожанська, Глевахівська, Чабанівська селищні, Бишівська, Гатненська, Томашівська сільські територіальні громади.

Клімат району помірно континентальний з досить теплим літом та помірно холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить $+6,7^{\circ}$, найхолоднішого місяця січня ($-6,2^{\circ}$), а найтеплішого місяця (липня) — $(+19,1^{\circ})$. Від цих середніх багаторічних показників в окремі роки спостерігаються відхилення.

Абсолютний максимум температури досягає $(+38^{\circ})$, мінімум — (-33°) , що засвідчує можливість вимерзання в малосніжні зими озимих та пошкодження плодових багаторічних насаджень, а в окремі періоди сухого жаркого літа спостерігається підгорання озимих та ярих зернових.

Тривалість безморозного періоду, досягає в середньому 160—170 днів, а вегетаційний період продовжується з другої декади квітня до третьої декади жовтня. Цих природних факторів достатньо для вирощування районованих сільськогосподарських культур та багаторічних насаджень. Середньорічна сума опадів становить 560 мм, але розподіл їх по місяцях року рівномірний. Найбільша кількість опадів випадає в липні (77 мм). В посушливі роки особливо мало опадів випадає в травні, що негативно впливає на сходи рослин.

Для зимового періоду характерно нестійке коливання температур та висота снігового криву, яка коливається від 10 до 22 см. Досить часто спостерігається випадання зимових опадів у вигляді дощу, що в свою чергу призводить до утворення льодяної кірки і негативного впливу на сільськогосподарські культури.

Глибина промерзання ґрунту в середньому становить 40 см. Вона залежить не тільки від температури і глибини снігового покриву, але також від типу ґрунтів та їх механічного складу.

Відносна вологість досягає свого максимуму восени і взимку — 80-85 %. Посушливих днів з відносною вологістю менше 30 % в середньому за рік буває від 15 до 20, з них більшість припадає на травень.

Фастівський район відрізняється значним випаровуванням вологи, яке досягає 420-460 мм рік, а тому, незважаючи на позитивний баланс вологи, в окремі роки епостерігається посуха. Кожна пора року характерна своїми позитивними та негативними кліматичними умовами, перехід від однієї пори року до другої, як правило відбувається поступово.

Весна затяжна, нестійка, з частими змінами холодної і теплої погоди. Початком весни вважають кінець другої і початок третьої декади березня. Танення снігу, у зв'язку з наявністю великих площ лісів, відбувається повільно і протяжність сніготанення в середньому становить 20-25 днів.

Літо тепле, але не спекотне, дощове. В окремі роки найбільша кількість опадів, які випади негативно впливає на сільськогосподарські культури, а разом з тим призводить до вимокання та вилягання хлібів або створюються несприятливі умови для збору врожаю. В деякі роки непоправну шкоду сільському господарству наносить град. Влітку переважають північно-західні вітри.

Перехід до осені поступовий, з частим поверненням теплої погоди. Перша половина осені, як правило, суха і тепла. Похмура, прохолодна та з дощем вона починається наприкінці жовтня. Сніг починає випадати з листопада.

Зима м'яка, похмура, з частими відлигами. Під час відлиг відбувається танення снігу, інколи до повного його зникнення. Через деякий час сніговий покрив встановлюється знову і деколи це явище може повторюватись декілька разів. Взимку переважають південно-східні вітри.

У цілому кліматичні умови району за кількістю тепла, світла, вологи сприятливі для вирощування всіх районуваних сільськогосподарських культур.

Фастівський район за умовами рельєфу є слабкохвилястим лесовим плато, яке складає ландшафтний фон поверхні з окремими морено — зандровими гребенями, північна частина району — погорбована, а південна частково еродована (яри, балки).

Лесове плато розчленоване долинами річок Ірпінь, Унава, Кам'янка, Стугна та мережею балок з досить значним поширенням їх в південно-східну та північну частину району. Річкові долини мають неширокі заболочені заплави і переважно одну, рідше дві, виражені в рельєфі надзаплавні тераси.

Корінні береги річок мають пологі схили з незначними проявами ерозії, схили балок обумовлюють досить значний розвиток ерозії.

В північній частині району на переході від слабохвилястого плато до заплави річок зустрічаються вузькі борові тераси. Заплави річок неширокі від 100 до 500 метрів, як правило, заболочені і в основному використовуються для

сінокосіння. Незначна частина їх осушена і розорюється. Орні землі розміщені в основному на слабохвилястому плато, що в свою чергу дозволяє інтенсивно використовувати їх в сільськогосподарському виробництві.

В геоструктурному відношенні територія Фастівського району

відноситься до північно-східного схилу Українського кристалічного щита.

Український кристалічний щит зазнав впливу денудаційних процесів, розвиток яких за час від архею до третинного періоду зумовив виникнення хвилястої денудаційної рівнини, складеної дислокованими кристалічними

породами докембрію. Кристалічні породи представлені гранітами та граніто—

гнейсами. Поверхня кристалічних порід покрита осадовими породами третинної та четвертинної систем. Верхні шари четвертинних відкладень є ґрунтоутворюючими породами. Це перш за все леси, на яких сформувались

найродючіші в районі чорноземи типові та опідзолені ґрунти. На водно-льодникових та давньоалювіальних відкладах утворилися бідні в агрономічному відношенні дерново—підзолисті ґрунти.

Делювіальні та алювіально-делювіальні відкладення розміщені в днищах балок та заплавах річок. На них утворилися намиті, лучно—чорноземні, дернові та болотні ґрунти. На сучасних алювіальних

відкладеннях, утворених при розливах річок, утворилися також дернові та болотні ґрунти.

Кліматичні умови, ґрунтоутворюючі породи, рельєф, геологічна будова, рослинність та агрокультурна діяльність людини основні чинники ґрунтоутворення

Ґрунтовий покрив району представлений переважно чорноземами типовими (43,8 %) та опідзоленими ґрунтами (33,4 %). Менш поширені лучно-чорноземні, дерново-підзолисті, лучні і чорноземно-лучні, болотні та інші ґрунти. Найпродуктивніші ґрунти універсального використання — чорноземи типові займають площу 22,9 тис. га сільськогосподарських угідь.

Використовуються вони в основному під орні землі.

Зосереджені чорноземи типові головним чином в східній частині району, де вони складають від 45 до 90 % площ сільськогосподарських угідь. Гумусований профіль чорноземів типових має потужність 80—100 см, вміст гумусу в орному горизонті становить 2,5-3,5 %. Реакція ґрунтового розчину слабокисла - рН в середньому 5,6. Ці ґрунти мають значні запаси валових та рухомих форм поживних речовин, сприятливі фізико-хімічні властивості та водно-повітряний режим, проте схильні до запливання і утворення кірки. Вони містять також значно більше глинястих часток, внаслідок чого здатні накопичувати органічну речовину та утворювати агрономічно цінну структуру. Значна товщина гумусових горизонтів і достатня кількість гумусу в них дозволяють поглиблювати орний шар.

Внесення органічних і мінеральних добрив забезпечує підвищення родючості ґрунту і врожаю сільськогосподарських культур. Для нейтралізації кислотності ґрунти потребують вапнування. Опідзолені ґрунти в районі займають 17,5 тис. га (33,4 %) сільськогосподарських угідь, з них майже половина використовується під орними землями. Поширені вони головним чином в північно-західній частині району, де складають основний фон. Ці ґрунти в переважній більшості сформувалися на карбонатних лесових породах. Гумусовий горизонт у них має товщину 20-30 см. Кількість гумусу у верхньому горизонті буває досить низькою < 1,0-1,8, а у змитих відмінах 0,5-0,8 %.

Бали економічної оцінки за окупністю затрат, повнопрофільних ґрунтів в залежності від кадастрового району складають від 37 до 54, слабозмитих відповідно – від 34 до 48, середньозмитих – від 31 до 45. На повнопрофільних ґрунтах і слабозмитих відмінах, поширених одороздільних плато і схилах до 3° можна вирощувати всі районовані культури.

Темно-сірі опідзолені ґрунти і чорноземи опідзолені (13,8 тис. га) мають більш високий рівень родючості. В них потужний (32-40 см), достатньо гумусований (3,9-2,5 % гумусу в горизонті) профіль. Ці ґрунти, як і чорноземи типові, універсального використання. Слабокисла реакція ґрунтового розчину (рН=5,7) сприяє деякому збільшенню рухомості і живлення рослин. Так, кількість рухомих форм фосфорної кислоти становить 12-18, азоту 6-8, калію 10-15 мг на 100 гр ґрунту.

Бали економічної оцінки складають від 54 до 64 і навіть 72 (глеєві відміни). В зоні поширення опідзолених ґрунтів мають місце низькопродуктивні дерново-підзолисті ґрунти, які в більшості мають легкий механічний склад. Це ґрунти обмеженого використання, вміст гумусу в них низький – 0,5-1,0 %.

З цієї групи найбільш бідними на поживні речовини є дерново-скритоопідзолисті та дерново-підзолисті дефльовані піщані ґрунти, які крім цього, завдяки легкому механічному складу, є осередками вітрової ерозії. Покращення їх можливе шляхом посіву сидератів та нанесення родючого шару ґрунту.

Лучні та чорноземно-лучні ґрунти сформувалися головним чином на терасах річок, днищах балок та на найпониженіших ділянках плаго. Чорноземно-лучні ґрунти формуються в місцях близького залягання ґрунтових вод. За морфологічними ознаками подібні до чорноземних ґрунтів і відрізняються від них оглеєністю нижчих горизонтів. У більшості випадків перевищують за вмістом гумусу чорноземи.

Реакція ґрунтового розчину слабо-лужна (рН=7,3), мають значну кількість як валових, так і рухомих форм поживних речовин. Близьке

заягання ґрунтових вод і достатня кількість поживних речовин створюють досить сприятливі умови для вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур.

Здебільшого ці ґрунти використовують під овочеві культури або під цінні кормові (кукурудзу на силос і зерно, коренеплоди та ін.).

Болотні ґрунти (1,8 тис. га) поширені по днищах балок та в заплавах річок. Негативною особливістю в них є підвищена вологість, токсичність неглибоко залягаючого оглеєного горизонту. Значна частина цих ґрунтів

використовується для сінокосіння та під пасовища. Ці ґрунти мають високу потенціальну родючість, але щоб їх використовувати, треба провести осушення.

Дернові ґрунти (1,0 тис. га) поширені в заплавах річок.

Використовуються вони, головним чином, під кормовими угіддями, що є найефективнішим. В складі орних земель на них рекомендується розміщувати овочеві культури.

Намиті ґрунти приурочені до днищ балок і великого поширення не мають. Використовуються в основному під сінокосіння. Сільськогосподарські

угіддя, розміщені біля розмитих ґрунтів та виходів порід становлять незначну площу. Їх доцільно засадити лісом або використовувати під постійним залуженням.

Природна рослинність району характеризується великою різноманітністю і багатством, але збереглася вона лише на нерозораних ділянках крутих схилів балок, їх днищах, рідше — на водороздільних плато.

Лісова рослинність району представлена сосною, дубом, грабом, березою, кленом, липою та ін. Грабово-букові ліси розміщені в основному на опідзолених ґрунтах району і в наш час[коли?] зустрічаються рідко. Зараз зустрічаються тільки окремі екземпляри порослі дуба і граба, чагарники ліщини, брусниці. На днищах балок в основному ростуть верба, вільха та ін.

Серед трав'яної рослинності на схилах переважає костер безостий, пирій повзучий, деревій, звіробій, гвоздика та інші рослини з проективним

покриттям 50-60 %. Навесні тут з'являється багато весняних багаторічників: пролісків, фіалок, жовтяків тощо. З довговегетуючих ростуть тонконіг гайовий, куценіжка лісова, костриці, зірочки, купина лікарська та ін.

На цілинних ділянках заплавл Унави, Ірпіня, Стугни, Каменки, а також по днищах балок, росте лучна та болотна рослинність: осока, ситник, місцями очерет; із вологолюбивих злакових — тонконіг звичайний, костриця лучна, мітлиця болотяна, із різнотрав'я — герань лучна, вербозілля лучне, кашоженія болотяна, кінський щавель. На переході до напівгідроморфних ґрунтів

зустрічаються бобові рослини. Проективне покриття травами на таких ділянках складає 70-80 %. На орних землях, особливо серед просапних культур та багаторічних насаджень поширені різноманітні бур'яни — сурішка, хвощ польовий, лобода біла, волошка польова, осот, дика редька та інші.

Рослинність сіножатей, як бачимо, представлена трав'янистими та трав'яно-болотяними групуваннями, які формуються відповідно до рельєфу та ґрунтового покриву.

Корисні копалини території Фастівського району представлені різноманітними породами, пов'язаними з характером геологічного розвитку

даної місцевості, а саме: будівельними матеріалами та торфом. Згідно з даними Українського територіального геологічного фонду (УТГФ) у районі є будівельний камінь, пісок, цегляно-черепична сировина.

Поклади будівельного каменю (граніту та інших кристалічних порід) представлені Малоснітинською, Кошіївською та Ярошівською ділянками.

Загальні відкриті запаси їх становлять 732 тис.м³. Відкриті породи представлені піском мілкозернистим глинистим, алювіальним піском та сильно вивітряними гранітами.

Розвідані запаси будівельного піску становлять 192 тис. м³. Корисна товща представлена сірими та жовтувато-сірими кварцовими пісками потужністю від 0,4 до 10,0 м.

Поклади цегляно-черепичної сировини (суглинків) розміщені біля м. Фастів. Родовище розробляється місцевим цегляним заводом. Окрім цього, в

райони мають місце маловивчені поклади цегляної сировини біля с. Велика Офірна; в урочищі «Унава»; біля сіл Трип'їси та Пилипівка, які періодично розробляються місцевими підприємствами.

Із горючих корисних копалин на території району виявлені родовища торфу. Загальна площа родовищ торфу становить 475 га, а запаси – 1,3 млн тон.

Розробка родовищ ведеться пошарово – поверхневим способом в обсягах 130–140 тис. тон щорічно для виготовлення органічних добрив.

Ділянки, виділені під торфорозробки, після зняття шару торфу використовуються в подальшому в складі тих угідь, в яких були до розробки.

Природно-заповідний фонд представлений гідрологічним заказником Урочище «Кончаки», ландшафтним заказником «Кожанська балка», пісовим заказником «Урочище Унава» (загальнодержавного значення), ботанічними пам'ятками природи – «Батьківський ясен», «Вікова сосна» та «Дуб черешчатий» та парками-пам'ятками садово-паркового мистецтва «Молодіжний» та «Фастівський».

У місті Фастові є одне сміттєзвалище для твердих побутових відходів Звалище - колишній глиняний кар'єр глибиною 10 метрів і довжиною близько 1 кілометр. Загальна площа зайнятого сміттєзвалища становить 24,4 га. Відстань до лісу та лісопосадок становить 50 м, до сільськогосподарських угідь – 20 м, до водойми (р. Унава) - 2,8 км, до житлової забудови – 1,1 км, що не відповідає ДБН В.2.4-2-2005. Дорога побудована до полігона асфальтована, на стороні проїзної частини сміттєзвалища не огорожено. Полігон потребує поліпшення відповідно до призначених рекомендацій вдосконалити експлуатацію діючих полігонів та сміттєзвалищ твердих побутових відходів (ТПВ).

Стан міського сміттєзвалища не відповідає встановленим вимогам: немає відповідних свердловин для моніторингу забруднення ґрунтових вод (зараз працюють 3 свердловини), немає освітлення та вежі для побутових

потреб. Сортування відходів не проводиться глобально, немає переносних сітчастих огорож для захоплення легкої (летючої) фракції відходів.

Характерною особливістю фільтрагу на сміттєзвалищі є високий вміст азоту амонійного при гальмування процесів нітрифікація токсичних речовин

Вплив сміттєзвалища відчутний навіть на відстані більше 10 км. Так, середній вміст азоту амонійного перевищує гігієнічний водний стандарт для шахтних свердловин на відстані 1 км від полігона в 2,5 рази, на відстані 10 км - в 1,2 рази.

3.2. Проведення геоінформаційного аналізу пошуку оптимального розміщення сміттєзвалища на території об'єкта дослідження

Ще у 2019 році представники Біоенергетичної асоціації України в складі великої групи екологів, які працюють над поліпшенням системи поводження з твердими побутовими відходами, відвідали полігон твердих побутових відходів (ТПВ) №5 біля села Підгірці. Полігон ТПВ №5 – найбільше сховище твердих побутових відходів в Україні. Це інженерна споруда площею 68 гектарів, що побудована в 1986 році. За 33 роки на полігоні накопичено 15 млн тонн ТПВ або приблизно 10 тонн відходів на кожного киянина.



Рис. 3.2. Полігон ТПВ №5

Джерело: <http://nabio.org/news/669/>

НУБІП України

Полігон ТПВ №5 має багато спільного із сучасними полігонами розвинених зарубіжних країн, а саме:

- використання важкої техніки (компакторів) для ефективного ущільнення шару відходів (Рис. 2);



Рис. 3.3. Робота компакторів на полігоні ТПВ №5

Джерело: <https://nabip.org/news/669/>

- покриття частини відходів тимчасовим шаром ґрунту;
- збір біогазу, який використовується для виробництва електроенергії (Рис. 3);

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 3.4. Збір біогазу

Джерело: <https://uabio.org/news/669/>

➤ запобігання потраплянню забрудненої води (фільтрату) в підземні горизонти, в тому числі за рахунок установок для мембранного очищення цієї води (рис. 4);



Рис. 3.5. Установки для очищення фільтрату

Джерело: <https://uabio.org/news/669/>

огорожені металевими дамбами, які постійно зміцнюються розташовані по периметру полігону. ваговий контроль відходів на в'їзді до полігону.

Перераховані заходи дозволяють знизити негативні впливи відходів на навколишнє середовище.

Технологія утилізації ТПВ в розвинених країнах (рис. 3.6)

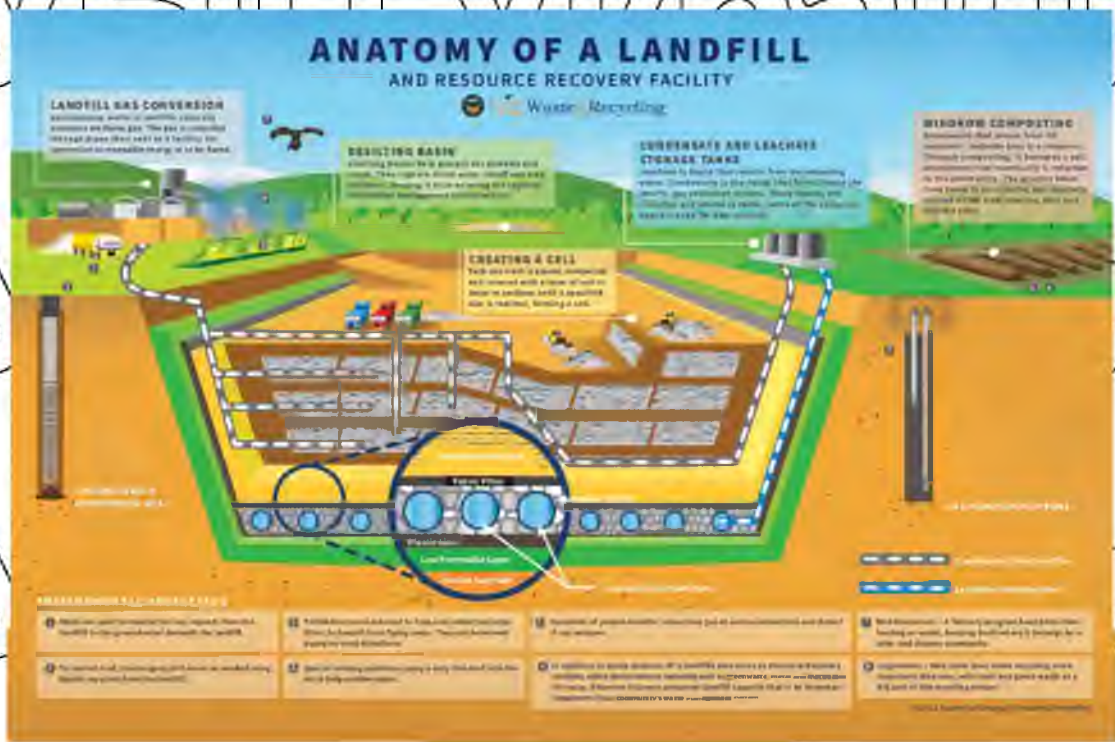


Рис. 3.6. Утилізація сміття в Європейських країнах

Відповідно до «Національного плану управління відходами до 2030 року», затвердженого 20 лютого 2019 року, в нашій державі буде відбуватись припинення експлуатації та закриття сміттєзвалищ і полігонів що складають небезпеку та не відповідають встановленим вимогам природоохоронного законодавства. Також планом управління передбачено прийняття окремого закону про муніципальні відходи, створення інфраструктури для видалення побутових та небезпечних відходів.



Рис. 3.7. Проект сміттєспалювального заводу

Полігон побутових відходів, на відміну від сміттєзвалища, це інженерна споруда, яка призначена для захоронення побутових відходів і повинна запобігати негативному впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людей.

Проектування полігонів та рекультивація сміттєзвалищ є відповідальною справою, оскільки дані об'єкти становлять в підвищену небезпеку для людей та довкілля.

Роботи з проектування відбуваються в 3 етапи:

дослідження (моніторинг) існуючої ситуації;
 проектування;
 експертиза проекту.

Дослідження (моніторинг) існуючої ситуації

Під час проектування необхідно врахувати містобудівні умови та обмеження, вимоги законодавства, зокрема вимоги ДБН В.2.4-3-2005 «Полігони твердих побутових відходів», «Правила експлуатації полігонів побутових відходів», а також усі наявні екологічні аспекти та ризики.



Рис. 3.8. Полігон ТПВ з сміттесортувальним комплексом

На території Фастівської громади планується побудувати сучасний завод з оброблення побутових відходів з використанням одразу декількох технологій обробки. Зокрема, здійснюватиметься переробка органічних (харчових відходів) з подальшим виробництвом біометану, а також глибоке сортування відходів з виділенням ресурсоцінних матеріалів - металобрухту, скла та пластику. Запланована потужність заводу у Фастівському районі становитиме – 35-100 тис. т на рік.

В процесі виконання магістерської роботи нами була поставлена мета за допомогою засобів геоінформаційного моделювання вирішити задачу пошуку оптимального місцерозташування для сміттесвалища у Фастівського районі Київської області використовуючи програмний комплекс ArcGIS.

Для цього були зібрані дані щодо рельєру території Фастівського району в межах після реформи децентралізації. На основі висотних показників була

побудована TIN модель території нового Фастівського району Київської області (рис. 3.9)

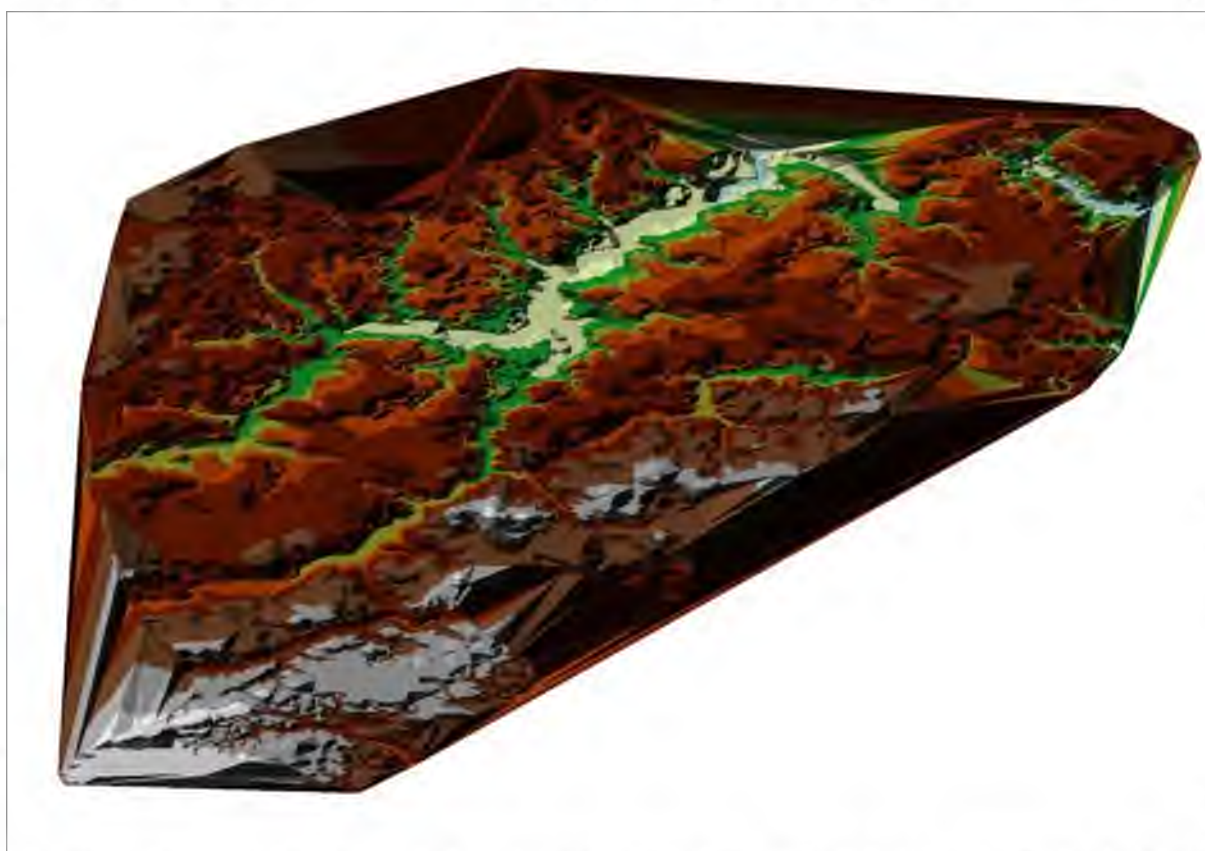


Рис. 3.9. TIN модель території нового Фастівського району Київської області

Дана модель є універсальним інструментом який дозволяє комплексно побачити характер рельєфу території в межах новоутвореного Фастівського району.

На основі створеної TIN моделі рельєфу було проведено за допомогою функціоналу ArcGIS розподіл території за ухилами поверхні і представлено ранжування трьох категорій з невеликим ухолом, середнім ухолом і крутими схилами (рис. 3.10)

НУБІП України

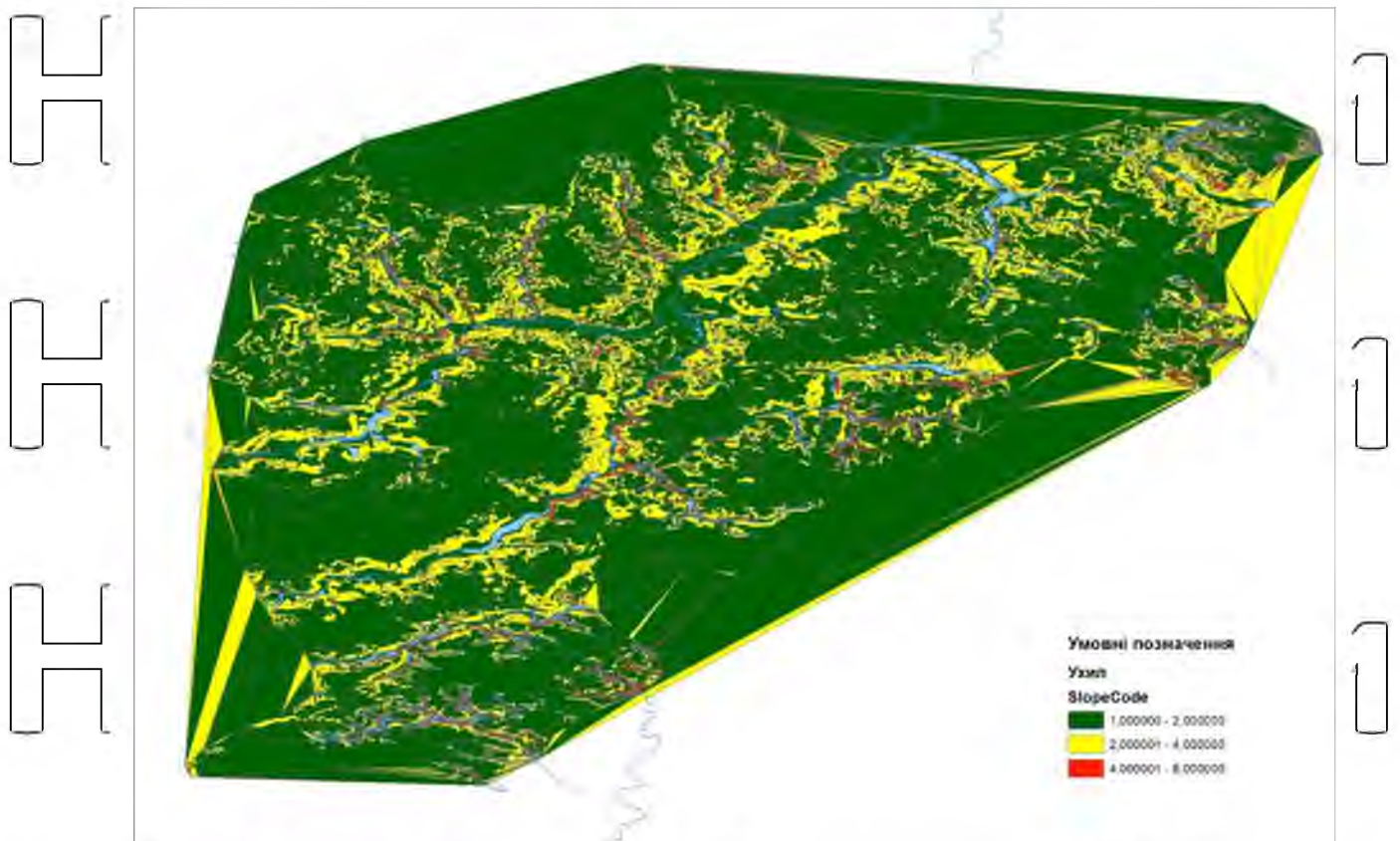


Рис. 3.10. Моделювання схилів на території нового Фастівського району Київської області

На основі даних відкритих джерел Open Street Map побудована гідрографічна мережа на території Фастівського району Київської області з річками, озерами та іншими водоймами представленими в межах поточного району (рис. 3.11)

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 3.11. Гідрографічна мережа в межах території нового Фастівського району Київської області

За аналогічним підходом на основі даних відкритих джерел Open Street Map побудовано просторовий шар який відображає дорожню-транспортну мережу в межах території Фастівського району Київської області з дорогами, вулицями представленими в межах поточного району (рис. 3.12)

НУБІП України

НУБІП України

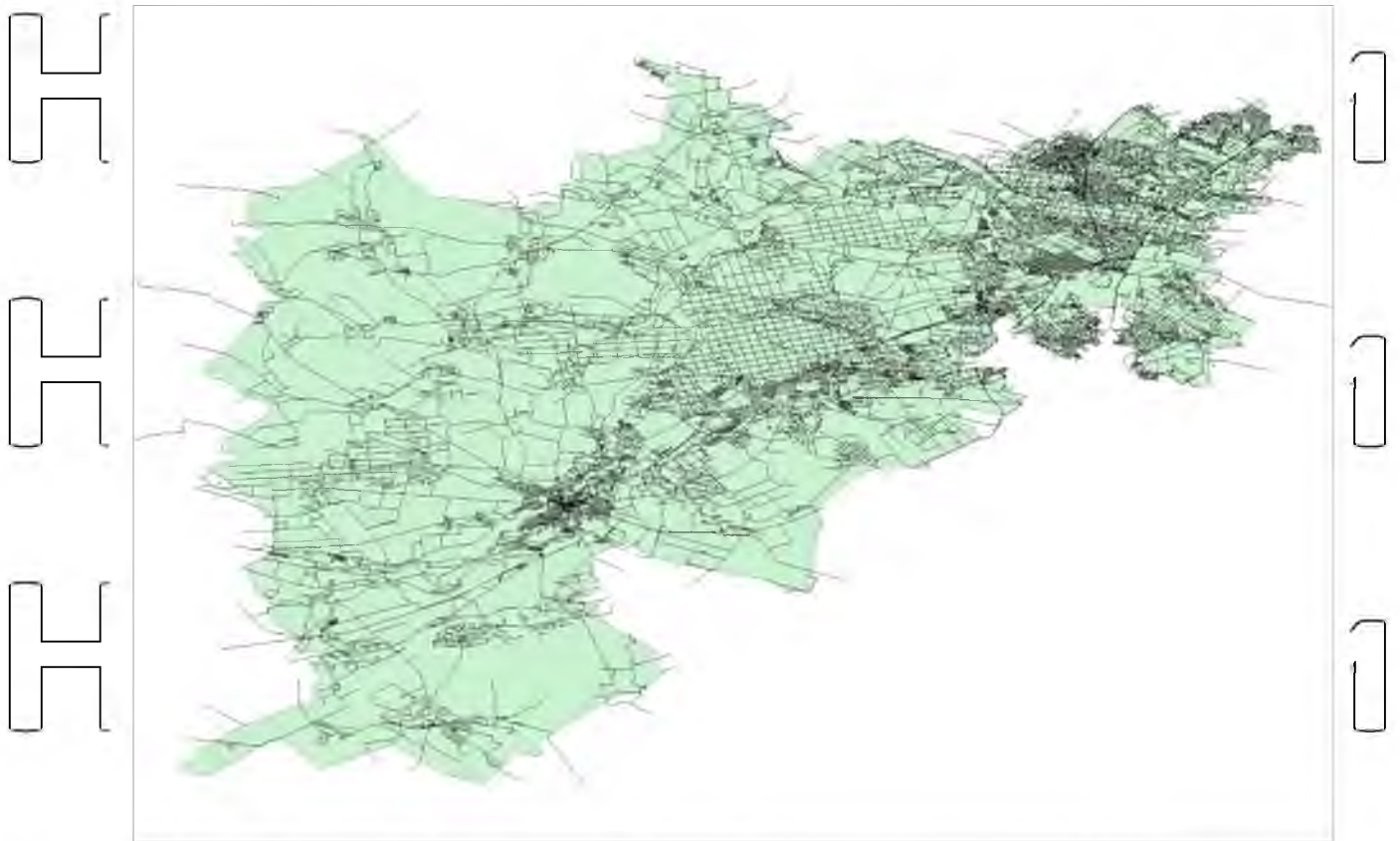


Рис. 3.12. Дорожньо-транспортна мережа в межах території нового Фастівського району Київської області

Використовуючи той самий підхід на основі даних відкритих джерел

Open Street Map побудовано просторовий шар який відображає залізничні колії в межах території Фастівського району Київської області, представлені в межах поточного району (рис. 3.13)

НУБІП України

НУБІП України

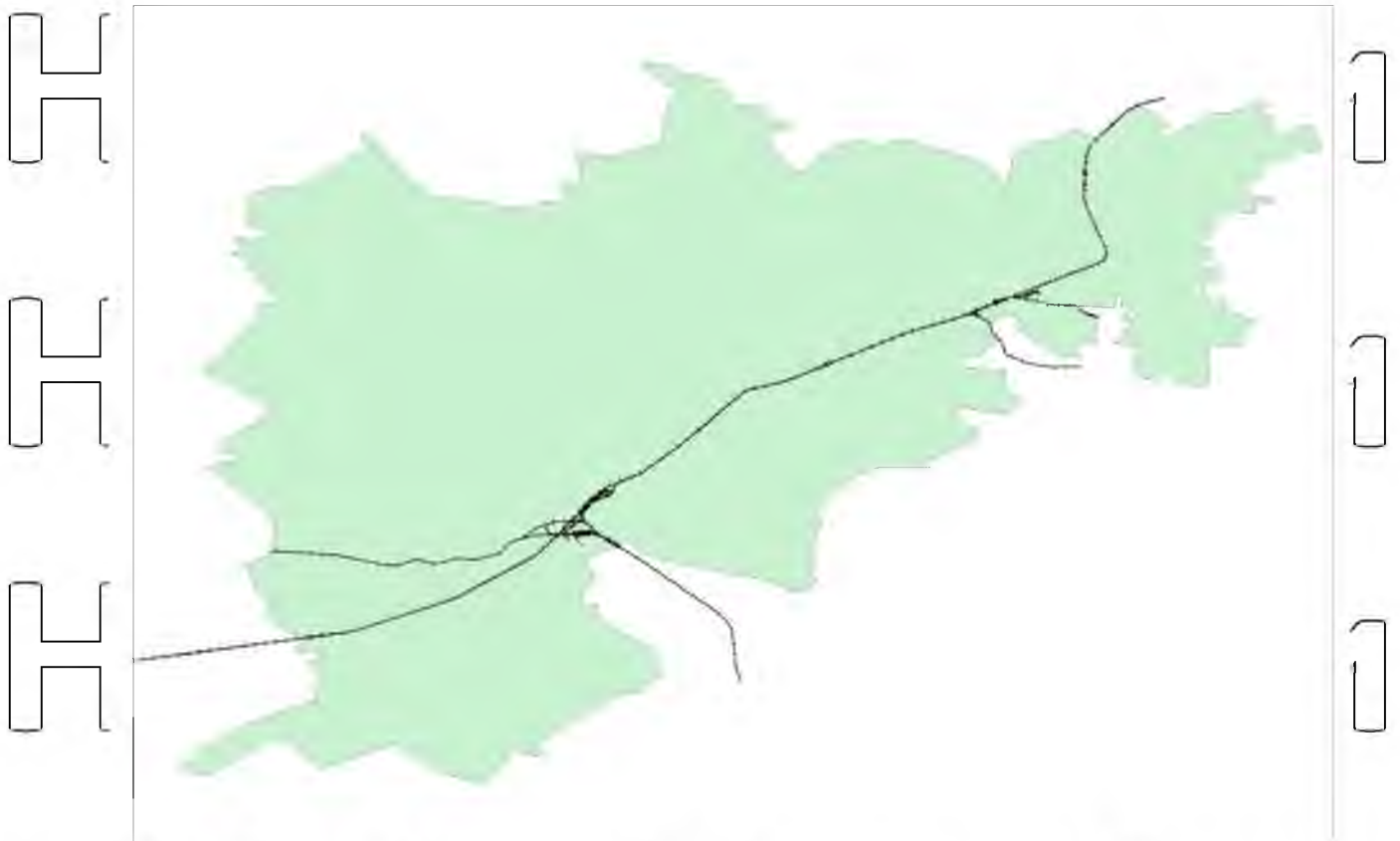


Рис. 3.13. Залізнична мережа в межах території нового Фастівського району Київської області

Враховуючи аналогічний підхід було сформовано на основі даних відкритих джерел Open Street Map просторовий шар який відображає всі населені пункти в межах території Фастівського району Київської області в межах поточного району (рис. 3.14)

НУБІП України

НУБІП України

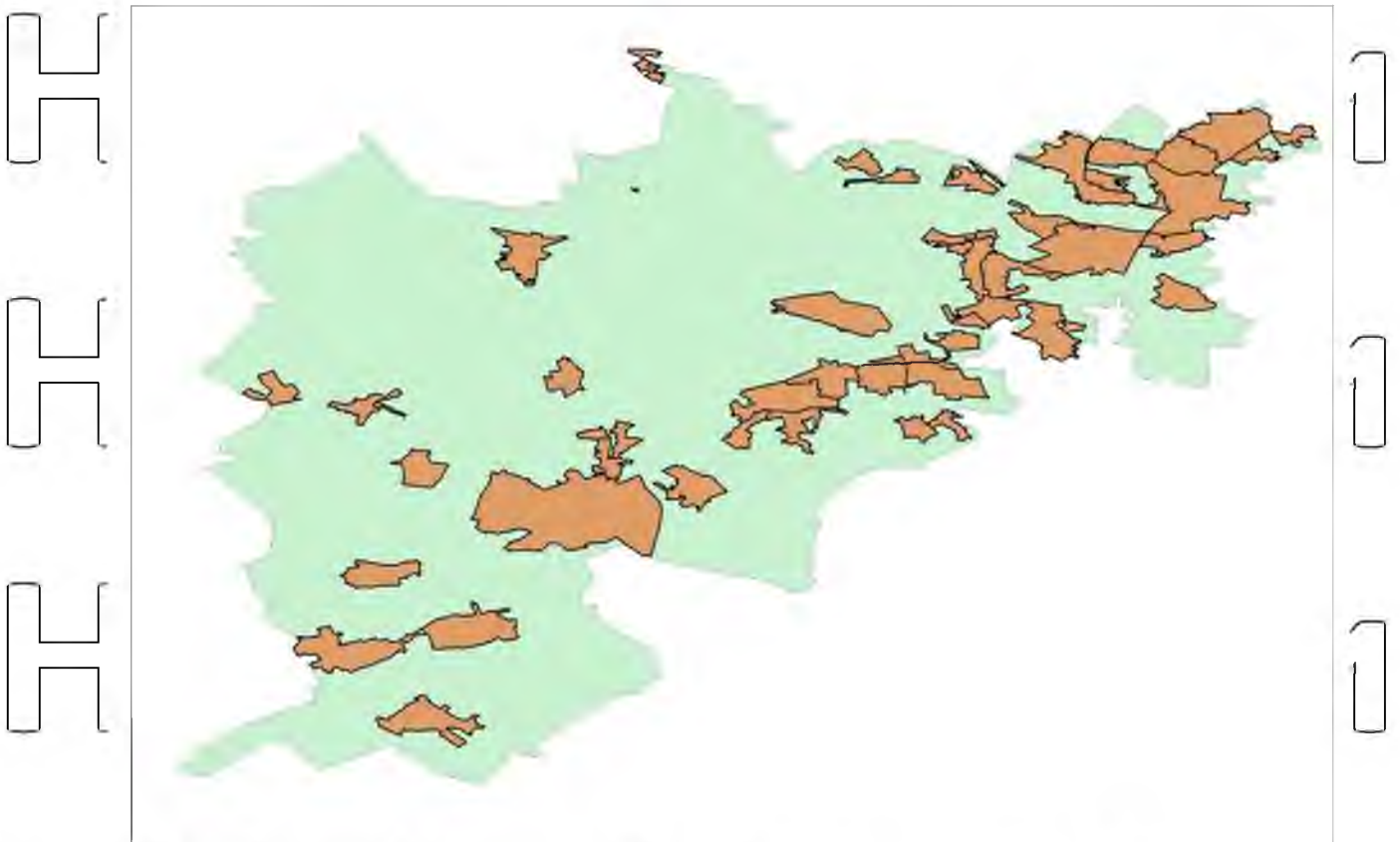


Рис. 3.14. Населені пункти в межах території нового Фастівського району Київської області

Всі отримані дані були інтегровані з TIN моделлю рельєфу та був сформована комплексна картосхема Фастівського району (рис. 3.15)

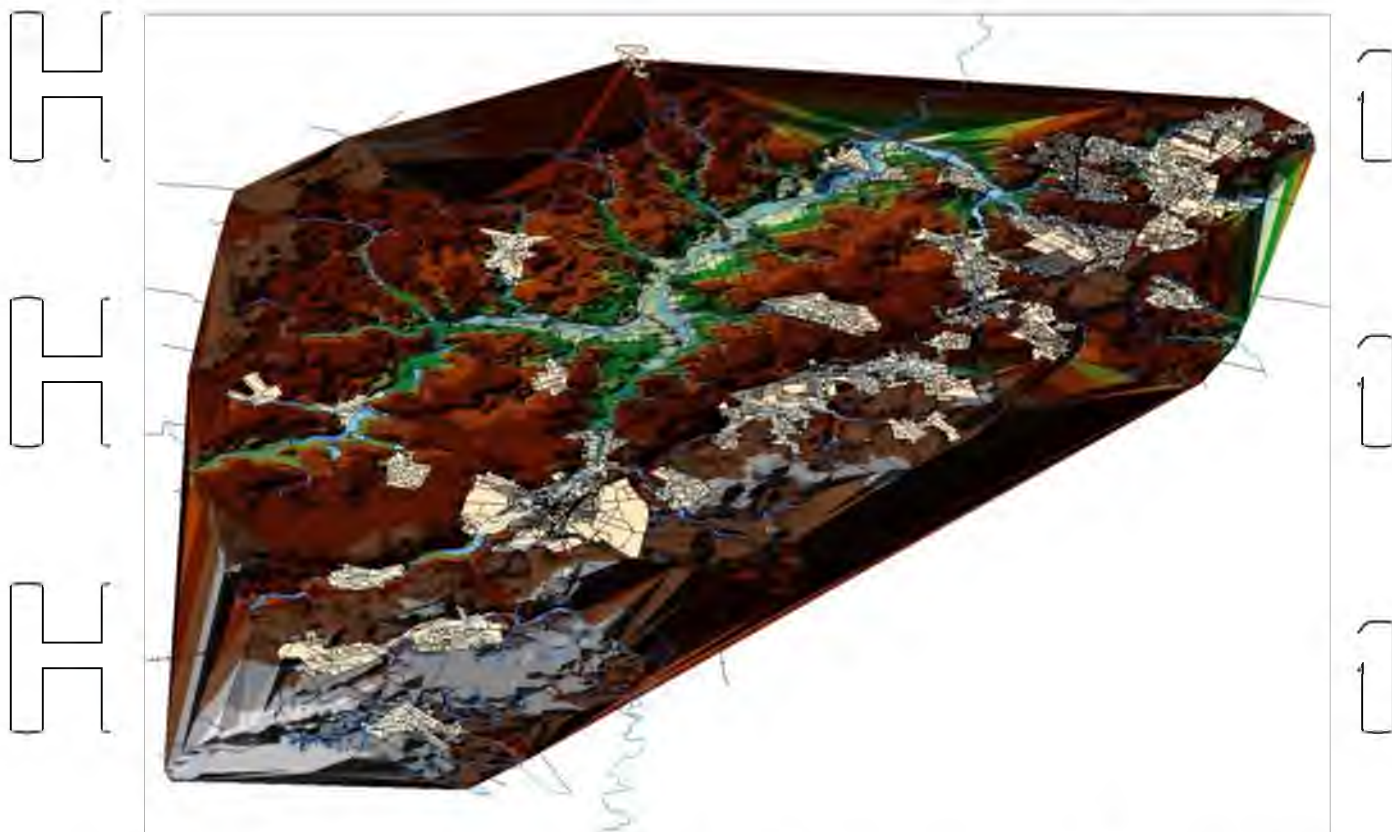


Рис. 3.14. TIN модель разом з сукупністю просторових шарів OSM в межах території нового Фастівського району Київської області

На завершальному етапі потрібно провести геоінформаційних аналіз всіх утворених просторових шарів і визначити оптимальне місце розташування для розміщення сміттєзвалища в межах Фастівського району.

Спочатку будуються буферні відстані від просторових об'єктів в межах яких є небажаним та/або неможливе розміщення сміттєзвалища. Навколо гідрографічних об'єктів буфер встановлюємо 2000 м, навколо дорожньої мережі – 200 м, навколо залізничних колій – 200 м та навколо населених пунктів – 500 м. В результаті отримаємо наступну картосхему з усіма буферними відстанями (рис. 3.15)

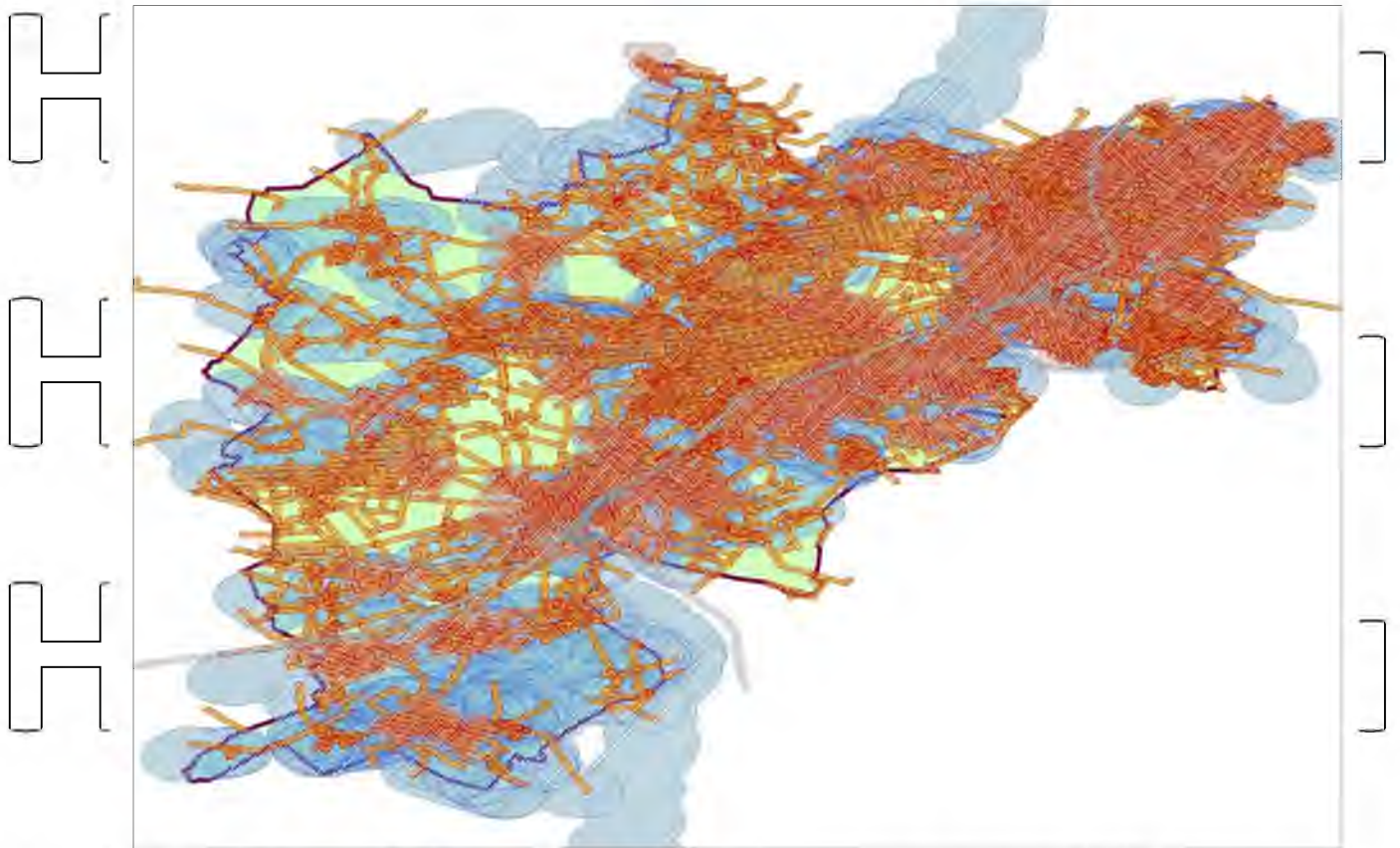


Рис. 3.15. Буферні відстані від просторових об'єктів (гідрографічні об'єкти, дороги, залізниці, населені пункти) в межах Фастівського району Київської області де є неможливим (небажаним) розташування сміттєзвалища

Проводимо об'єднання буферних відстаней щоб отримати фіналізовану карту з оптимальним місцем розташування для сміттєзвалища у Фастівському районі Київської області (рис. 3.16)

НУБІП України

НУБІП України

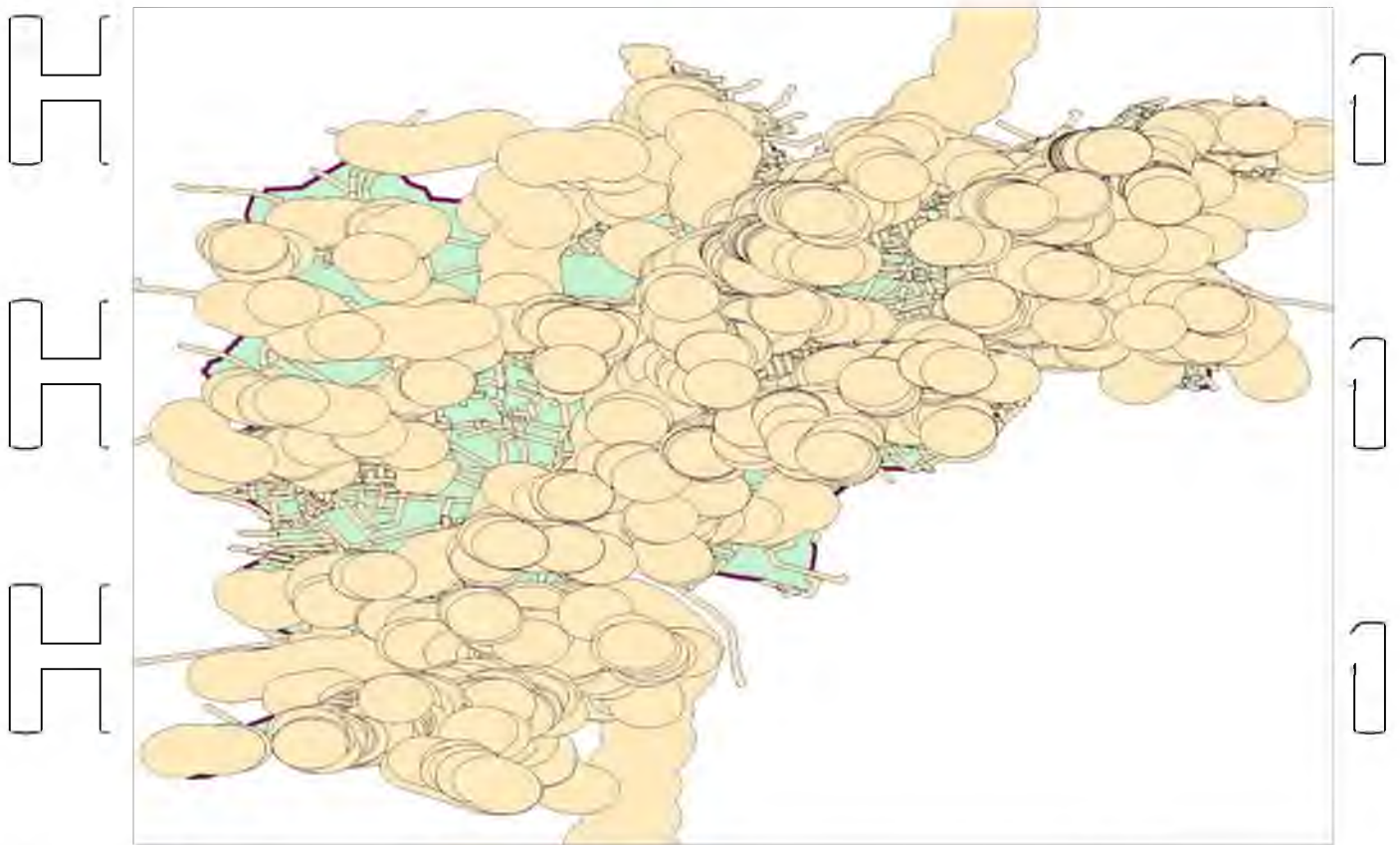


Рис. 3.16. Геоінформаційний аналіз оптимального розташування сміттєзвалища в межах Фастівського району Київської області

З рис. 3.16 видно, що зелені території є найбільш сприятливими для розміщення сміттєзвалища в межах території Фастівського району Київської області.

НУБІП України

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень, виконаних в рамках даної магістерської роботи, можна зробити наступні висновки:

Питання оптимального розміщення сміттєзвалищ залишається надзвичайно актуальним у сучасному світі. Зростання кількості сміття та забруднення навколишнього середовища ставлять під загрозу природні ресурси та здоров'я людей.

Геоінформаційний аналіз є ефективним інструментом для вирішення проблеми оптимального розміщення сміттєзвалищ. ГІС дозволяють зібрати, обробити та аналізувати великі обсяги геопросторових даних, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень.

Використання ГІС у процесі розміщення сміттєзвалищ сприяє спільному прийняттю рішень. Це важливо, оскільки ця проблема стосується багатьох стейкхолдерів, включаючи громадськість, органи влади та підприємства. Геоінформаційний аналіз дозволяє зберегти природні ресурси шляхом обрання оптимальних місць для сміттєзвалищ, що має важливе значення для збереження біорізноманіття та раціонального використання землі.

Результати дослідження свідчать, що використання ГІС в розміщенні сміттєзвалищ сприяє сталому розвитку, оскільки вони допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Отже, геоінформаційний аналіз має великий потенціал для вирішення проблеми розміщення сміттєзвалищ та сприяє досягненню цілей сталого розвитку та збереження природних ресурсів.

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Goodchild, M.F. (1991), "Geographic information systems", *Journal of Retailing*, Vol. 67 No. 1, pp. 3-15.

2. Goodchild, M.F. (2000), "Part 1. Spatial analysts and GIS practitioners", *Journal of Geographical Systems*, Vol. 2 No. 1, pp. 5-10.

3. Goodchild, M.F. (2008), "Statistical perspectives on geographic information science", *Geographical Analysis*, Vol. 40 No. 3, pp. 310-325.

4. Goodchild, M.F. (2010), "Towards geodesign: repurposing cartography and GIS?", *Cartographic Perspectives*, No. 66, pp. 7-21.

5. Кохан С.С. Оцінка можливості ідентифікації звалищ за багатоспектральними космічними знімками [Текст] С. С. Кохан, А. А. Москаленко // Вісник геодезії та картографії. – 2009. – № 6. – С. 29–34.

6. Дмитрів, О.П.; Дудко, С.А. Виявлення та моніторинг сміттєзвалищ за допомогою даних дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки, 2017, 1, 40-47.

7. Monzambe, G. M., Mpfu, K., & Daniyan, I. A. (2021). Optimal location of landfills and transfer stations for municipal solid waste in developing countries using non-linear programming. *Sustainable Futures*, 3, 100046. doi:10.1016/j.sftf.2021.100046

8. L. Kareem, S., Al-Mamoori, S. K., Al-Mahki, L. A., Al-Dulaimi, M. Q., & Al-Ansari, N. (2021). Optimum location for landfills landfill site selection using GIS technique; Al-Naja city as a case study. *Cogent Engineering*, 8(1), 1863171/ doi:10.1080/23311916.2020.1863171

9. Amoah, R. A., & Kursah, M. B. (2019). Geospatial analysis of landfill site selection perspectives using geographic information systems in Bongo district, Ghana. *SN Applied Sciences*, 1(10). doi:10.1007/s42452-019-1273-y

10. Gbanie, S. P., Tengbe, P. B., Momoh, J. S., Medo, J., & Kabba, V. T. S. (2013). Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS)

and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone, *Applied Geography*, 36, 3–12. doi:10.1016/j.apgeog.2012.06.013

11. Yin, H.-M., & Su, S.-W. (2006). Modeling for Geospatial Database of National Fundamental Geographic Information. 2006 IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing. doi:10.1109/igarss.2006.222

12. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. – Кн. 2 / В. І. Зацерковний, В. П. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. // Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя – 2017. – 237 с.

13. Теоретичні аспекти геоінформаційного моделювання / Т. І. Козаченко // Український географічний журнал. – 2009. – № 4. С. 51–56

14. Основи ГІС-аналізу: навч. посібник / В. Д. Шипулін ; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 330 с.

15. Ahmed, S., & Ali, S. (2006). People as partners: facilitating people's participation in public-private partnerships for solid waste management. *Habitat International*, 30(4), 781e796.

16. Al-hanbali, A., Alsaaidh, B., & Kiindoh, A. (2011). Using GIS-based weighted linear combination analysis and remote sensing techniques to select optimum solid waste disposal sites within Mafrq City, Jordan. *Journal of Geographic Information System*, 3, 267e278.

17. Al-Jarrah, O., & Abu-Qdais, H. (2006). Municipal solid waste landfill siting using intelligent system. *Waste Management*, 26(3), 299e306.

18. Baban, S. M. J., & Flannagan, J. (1998). Developing and implementing GIS-assisted constraint criteria for planning landfill site in the UK. *Planning Practice and Research*, 13(2), 139e151.

19. Chang, N.-B., Parvathinathan, G., & Breeden, J. B. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Waste Management*, 87(1), 139e153.

20. Chen, Y., Yu, J., & Khan, S. (2010). Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. *Environmental Modelling & Software*, 25(12), 1582e1591.

21. Daneshvar, R., Fernandes, L., Warith, M., & Daneshfar, B. (2005). Customizing Arcmap interface to generate a user-friendly landfill site selection, GIS tool. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 31(1), 1e12.

22. Davis, M. L., & Masten, S. J. (2008). *Principles of environmental engineering and science* (second ed.). McGraw-Hill Higher Education.

23. Delgado, O. B., Mendoza, M., Granados, E. L., & Geneletti D. (2008). Analysis of land suitability for the siting of inter-municipal landfills in the Cuitzeo Lake Basin, Mexico. *Waste Management*, 28(7), 1137e1146.

24. Din, M. A. M., Jaafar, W. Z. W., Rev Obot, M. M., & Hussin, W. M. A. W. (2008). How GIS can be a useful tool to deal with landfill site selection. In *International symposium on geoinformatics for spatial infrastructure development in earth and allied sciences*.

25. Eastman, R. J. (2006). *IDRISI Andes: Guide to GIS and image processing* Clark laboratory. Worcester: Clark University.

26. Eastman, R. J., & Jiang, H. (1996). Fuzzy measures in multi-criteria evaluation. In *Proceedings. Second international symposium on spatial accuracy assessment in natural resources and environmental studies*, May 23, 1996 (pp. 527e534). Fort Collins, CO.

27. Ekmekcioglu, M., Kaya, T., & Kahraman, C. (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. *Waste Management*, 30(8e9), 1729e1773.

28. Higgs, G., & Langford, M. (2009). GIScience, environmental justice. estimating populations at risk: the case of landfills in Wales. *Applied Geography*, 29(1), 63e76.

29. Javaheri, H., Nasrabadi, T., Jafarian, M. H., Rowshan, G. R., & Khoshnam, H. (2006). Site selection of municipal solid waste landfill using analytical hierarchy process method in a geographical information technology environment in Gireft. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 3(3), 177e184.

30. Khan, S., & Faisal, M. N. (2008). An analytic network process model for municipal solid waste disposal options. *Waste Management*, 28(9), 1500e1508.

31. Kontos, T. D., Komilis, D. P., & Halvadakis, C. P. (2005). Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. *Waste Management*, 25(8), 818e832.

32. Koroma, D. S., Turay, A. B., & Moigua, M. B. (2006). In S. S. Leone (Ed.), *Republic of Sierra Leone 2004 population and housing census: Analytical report on population projection for Sierra Leone*.

33. Lein, J. K. (1990). Exploring a knowledge-based procedure for developmental suitability analysis. *Applied Geography*, 10(3), 171e186.

34. Lin, H.-Y., & Kao, J.-J. (1998). A vector-based spatial model for landfill siting. *Journal of Hazardous Materials*, 58(1), 3e14.

35. Lin, H.-Y., & Kao, J.-J. (2005). Grid-based heuristic method for multifactor landfill siting. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 19(4), 369e376.

36. Mahini, A. S., & Gholamalifard, M. (2006). Siting MSW landfill with a weighted linear combination methodology in a GIS environment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 3(4), 435e445.

37. Malczewski, J. (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8(4), 270e277.

38. Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., Darvishsefat, A. A., & Zienalyan, M. (2010). Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). *Waste Management*, 30(5), 912e920.