
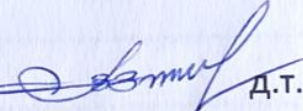


Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ «Інститут геології»  
Кафедра геоінформатики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА  
Спеціальність 193 – Геодезія та землеустрій  
освітня програма «Геоінформаційні системи та технології»

ТЕМА: «ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ  
ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ»

Виконав студент 4-го курсу групи ГІС  
Кафедри геоінформатики  Шиць Володимир Олександрович

Науковий керівник  д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Робота рекомендується до захисту (протокол №4 номер протоколу)  
засідання кафедри геоінформатики від вввести дату 13.06.23р.

Завідувач кафедри  д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Київ – 2023

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ І ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ</b>	<b>13</b>
1.1. Основні терміни і поняття .....	13
1.2. Законодавча та нормативна бази у сфері поводження з відходами .....	20
1.3. Класифікація твердих промислових відходів .....	28
1.4. Сучасні проблеми, що пов'язані з промисловими відходами .....	29
1.5. Аналіз інформаційних систем управління ТПВ .....	34
<b>РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ МОНІТОРИНГУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОД</b> .....	<b>43</b>
2.1. Визначення функцій ГІС для моніторингу та утилізації ТПВ .....	43
2.2. Джерела даних для ГІС моніторингу відходів.....	47
2.3. Оцінка можливості застосування технологій ДЗЗ для вирішення завдань моніторингу ТПВ .....	53
2.3.1. Pleiades-1 .....	58
2.3.2. KOMPSAT .....	60
2.4. Аерознімання територій за допомогою систем повітряного базування ЛІДАР .....	62
2.5. Аерозйомка територій за допомогою БПЛА .....	65
<b>РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВЩОДО СТВОРЕННЯ ГІС МОНІТОРИНГУ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ</b> .....	<b>68</b>
3.1. Моніторинг ТПВ на території України.....	68
3.2. Обґрунтування вибору програмного забезпечення для створення ГІС моніторингу ТПВ .....	71
3.3. Методика моніторингу полігонів ТПВ за допомогою МДЗ .....	80
<b>РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СМІТТЕЗВАЛИЩ ПОЛІГОНІВ ТПВ</b> .....	<b>92</b>
4.1. Загальні відомості .....	92

<b>4.2. Особливості моделювання автотоматизованої системи моніторингу</b>	
ТПВ на прикладі Київської області .....	94
<b>4.3. Приклад створення ГІС для моніторингу ТПВ на прикладі м. Чернігова ....</b>	<b>101</b>
<b>4.4. Робота з базою даних .....</b>	<b>107</b>
<b>4.5. Джерела вихідних даних .....</b>	<b>109</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>117</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>119</b>

**Перелік умовних позначень, символів, одиниць вимірювання,  
скорочень**

БПЛА – безпілотний літальний апарат.

ГІС – геоінформаційні системи.

ГІТ – геоінформаційні технології.

ГДВ – гранично допустимий викид.

ГДК – гранично допустима концентрація.

ДБН державні будівельні норми.

ДЗЗ – дистанційне зондування Землі.

ДСЕС – Державна санітарно-епідеміологічна служба

ДСТУ – державний стандарт України.

ДСН – державні санітарні норми.

ДСП – державні санітарні правила.

ПЕК – паливно-енергетичний комплекс

НС – надзвичайні ситуації.

ТПВ – тверді побутові відходи

ЦМР – цифрові моделі рельєфу.

ГДР – гранично допустимий рівень;

ГТП – гумо-тканинне покриття;

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Використання технологій ГІС ТА ДЗЗ в задачах моніторингу та утилізації твердих побутових відходів» Всього \_\_\_ сторінки, \_\_ додатків, \_\_ літературних джерел.

**Об'єкт дослідження** – тверді побутові відходи (ТПВ), моніторинг їх збереження та утилізації.

**Предмет дослідження** – сучасні геоінформаційні системи (ГІС), геоінформаційні технології (ГІТ) в задачах виявлення, обробки, аналізу просторової інформації для прийняття управлінських рішень і забезпечення екологічної безпеки громадян.

**Мета роботи** – дослідження проблеми забруднення територій, зайнятих ТПВ, сучасного стану моніторингу місць збереження, прогресивні способи їх утилізації та можливість створення ефективної інформаційної системи підтримки системи моніторингу збереження і переробки ТПВ на базі ГІТ.

**Методи дослідження** – метод системного аналізу, статистичний метод, техніко-економічний, еколого-економічний, порівняльний аналіз, методи графічного і математичного моделювання.

**Актуальність теми дослідження.** Економіка України протягом тривалого періоду була орієнтована на розвиток сировино-переробних галузей. Структура виробництва, що склалася у результаті цього впливу, разом із застарілою технологічною базою призвели до утворення великої кількості відходів. Навіть в умовах загального спаду виробництва в основних галузях промисловості прогресує процес їх накопичення і спостерігається стійка тенденція до збільшення обсягів твердих побутових відходів, які вивозять для поховання на 4157 сміттєвих звалища і полігони загальною площею близько 7,4 тисячі гектарів. Щорічно їх утворюється 700-720 млн.т. Загальна маса накопичених на території України відходів у поверхневих сховищах перевищує 25 млрд. т., що в розрахунку на 1 кв.км площі становить близько 40 тис. тонн.

На превеликий жаль на сьогодні найпоширенішим способом поводження з промисловими відходами в Україні є розміщення їх у відвали, терикони, шламо-, хвостосховища, звалища та інші накопичувачі. Вони займають мільйони гектар родючих земель, є джерелом забруднення повітря, фільтрат із них проникає в ґрунти, підземні води. Площа земель, зайнята ними, становить близько 160 тис.га.

Більше 80 % полігонів твердих побутових відходів (ТПВ), що експлуатуються сьогодні в Україні, не відповідають санітарним нормам перетворюючись у стихійні звалища.

Проте, сьогодні на зниження рівня екологічної безпеки впливають вже не стільки кількість накопичених відходів, а стан місць де вони зберігаються.

Природа вже неспроможна самостійно переробити цю зростаючу кількість відходів що накопичились і продовжують накопичуватись на полігонах і сміттєзвалищах, територіях підприємств, золо- і шлаконакопичувачах, стихійних місцях зберігання сміття.

Оскільки інформація використовувана для аналізу якості довкілля має просторово-розподілений характер, то при розробці технологій уведення, збереження, переробки, аналізу і візуалізації цієї інформації доцільно застосовувати ГІТ.

**Практична значимість.** Проведене дослідження є комплексним аналізом впливу функціонуючого полігону ТПВ на навколишнє середовище і може бути використана для розробки моделювання та прогнозування впливу такого об'єкту на довкілля.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Однією із основних задекларованих пунктів політики України є збереження навколишнього природного середовища (НПС) та його складових, необхідних для існування людини, її нинішнього й майбутніх поколінь.

Серед низки проблем які потребують найшвидшого вирішення в Україні, однією з найгостріших є проблема раціонального поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ), оскільки ситуацію, що склалася в Україні у цій сфері більшість вчених вважають катастрофічною. Сучасна практика управління побутовими відходами орієнтована на вивезення та захоронення побутових відходів на полігони та сміттєзвалища.

Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 261 одиниць (4,3%), а 868 одиниць (14%) не відповідають нормам екологічної безпеки (<https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2020-rik-2/>).

Сміттєзвалища можуть містити різні відходи різного рівня небезпеки. Окрім того, їх розміщують без урахування санітарних правил і норм. Це зазвичай найбільш наближені до населених пунктів ділянки лісосмуг, яри вздовж трас, узбережжя водойм та степові зони, де вражаються отруйними речовинами значні території, гинуть рідкісні види флори й фауни, а населені пункти отримують забруднену воду і їдкий сморід від випарів у повітря (<https://www.reline.com.ua/statti/smittezvalyshha-ta-dovkillya/>).

За різними даними, рівень переробки ТПВ в Україні коливається від 3 до 8%, тоді як для країн Європейського Союзу він складає до 60% ТПВ . При цьому більше 90% ТПВ спрямовується на полігони та несанкціоновані звалища. Згідно з офіційними розрахунками, 10 000 га землі зайнято близько 6 700 полігонами та звалищами, хоча неофіційні показники можуть бути навіть ще вищими (<https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/504c5765-89d4-4be1-916e-ea27aa94feaf/>).

Економіка України протягом багатьох десятиріч була орієнтована на розвиток сировино-переробних галузей. Структура виробництва, що склалася в результаті цього впливу, разом із застарілою технологічною базою призвели до утворення великої кількості відходів.

Більше 80 % полігонів твердих побутових відходів (ТПВ), що експлуатуються сьогодні в Україні, не відповідають санітарним нормам перетворюючись у стихійні звалища. Загальна маса накопичених на території України відходів у поверхневих сховищах перевищує 25 млрд. т, що в розрахунку на 1 км<sup>2</sup> площі становить близько 40 тис. т (<https://sites.google.com/site/osobivutilizaciiemitta/pedradi>).

Відходи слугують джерелом забруднення повітря, фільтрат із них проникає в ґрунти, підземні води. Можливості розширення наявних полігонів суттєво обмежені (Кутовий В. О., 2006).

Проте, сьогодні на зниження рівня екологічної безпеки впливають вже не стільки кількість накопичених відходів, а стан місць де вони зберігаються.

Природа вже неспроможна самостійно переробити цю зростаючу кількість відходів що накопичились і продовжують накопичуватись на полігонах і сміттєзвалищах, територіях підприємств, золо- і шлаконакопичувачах, стихійних місцях зберігання сміття.

Забруднення НПС породжує новий ряд проблем: вимирання цілих видів флори та фауни, виникнення нових модифікацій захворювань, що передаються генетично та інше.

На даний момент практично відсутній єдиний підхід до збору та характеру представлення інформації про відходи та моніторинг їх місця розташування та стану (<https://eco.kiev.ua/assets/files/Osnovna-chastina.pdf>). Тому при оцінюванні якості НПС виникає чимало проблем, пов'язаних із розбіжністю різних норм, які характеризують стан довкілля і є перешкодою для розробки єдиної системи показників контролю за довкіллям та для розробки системи заходів щодо нейтралізації негативних наслідків техногенної діяльності. Така ситуація не

дозволяє одержувати об'єктивні показники екологічного стану як по окремому підприємству, так і загалом по регіонах, виявляти основні джерела техногенного забруднення довкілля та проводити кількісну оцінку рівня екологічно безпечної діяльності виробництва, що значно ускладнює процес вибору та прийняття оптимальних заходів щодо зменшення обсягів утворення та нагромадження відходів.

Проблеми утилізації відходів та моніторингу довкілля – це надзвичайно серйозна екологічна проблема, затримка рішення якої може призвести до значного зростання кількості захворювань та підвищення смертності населення України. Першочерговими задачами у вирішенні цієї проблеми повинні стати пошук ефективних технологій переробки та інформатизація суспільства і органів влади про реальний стан довкілля в якому ми живемо.

Дані чинники визначили вибір теми та зумовили її актуальність і практичне значення. Актуальним також представляється застосування інструментарію, який би забезпечував би не тільки уведення інформації, але й надавав би можливість розрахунків усіляких допоміжних показників, які характеризують динаміку зміни екологічного стану довкілля, як по окремих точкових об'єктах збереження і переробки ТПВ, так і по регіонах, побудові рейтингових оцінок, що відображують реальний стан довкілля.

Оскільки інформація, що використовується для аналізу якості довкілля має просторово-розподілений характер, то при розробці технологій введення, збереження, переробки, аналізу та візуалізації цієї інформації доцільно застосовувати технології ГІС ТА ДЗЗ.

Використання технологій ГІС ТА ДЗЗ дає можливість аналізувати просторове розміщення полігонів побутових та промислових відходів, причому не тільки стосовно населених пунктів, але й враховуючи також особливості геосистем у зонах розташування об'єктів захоронення. Ці особливості визначають ландшафтні умови, в яких відбувається накопичення відходів. Матеріали ДЗЗ дають змогу вивчати процеси, що відбуваються у геосистемах –

умови міграції забруднюючих речовин, які утворюються у процесі експлуатації звалищ, а також ті умови, що необхідні для підтримання штатного технологічного режиму складування і переробки відходів (Азімов О.Т., Шевчук О.В., Азімова К.О., 2020).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблемам утворення та раціонального використання відходів, як складової ресурсозбереження та екологізації виробництва, присвячено багато наукових праць таких вчених та науковців як О.Ю. Амосова, О.О. Веклича, Т.Ю. Голіка, Б.М. Данилишина, М.І. Долішнього, Я.О. Костенка, В.С. Міщенко, Л.Г. Мельника, С.В. Онищенко, М.С. Самойліка, І.М. Сотника, Ю.Ю. Туниці, А.В. Шегди, В.Я. Шевчука, З.Є. Шершньова, М.В. Щурика та ін. Однак недостатність досліджень даної проблематики в Україні, що викликає низку проблем у сфері поводження з відходами, обумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямі.

**Метою роботи** є дослідження проблеми забруднення територій, зайнятих ТПВ, сучасного стану моніторингу місць збереження, прогресивні способи їх утилізації та можливість створення ефективної інформаційної системи підтримки системи моніторингу збереження і переробки ТПВ на базі ГІТ.

**Об'єкт дослідження** – тверді побутові відходи, моніторинг їх збереження та утилізації.

**Предмет дослідження** – сучасні ГІС та технології ДЗЗ для виявлення, обробки, аналізу просторової інформації для прийняття управлінських рішень і забезпечення екологічної безпеки громадян.

**Наукова новизна** роботи полягає у висвітленні проблем розміщення ТПВ та використання інструментарію ГІТ для задач моніторингу.

**Практичне значення** полягає у розробці бази геоданих і запропонованні заходів з впровадження новітніх інформаційних технологій в систему моніторингу місць збереження і утилізації відходів.

**Методи досліджень** – метод системного і порівняльного аналізу, статистичний метод, техніко-економічний, еколого-економічний, методи графічного і математичного моделювання.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ І ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

#### 1.1. Основні терміни і поняття

Проблема відходів в Україні вирізняється особливою масштабністю і значимістю як наслідок домінування в національній економіці ресурсоємних багатовідхідних технологій, так і через відсутність протягом тривалого часу адекватного реагування на її виклики. *(Постанова Кабінету Міністрів України Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року).*

Ситуація ускладнюється подальшим занепадом промислових об'єктів та інженерних споруд, внаслідок чого значно зросли показники викидів забруднювальних речовин і відходів, а технології перероблення та використання вторинних ресурсів впроваджуються повільно.

«Відходи – це будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення» *(Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР).*

Тверді відходи поділяються на дві групи: на відходи виробництва та відходи споживання.

Сьогодні, проблема забруднення НПС від полігонів ТПВ стоїть дуже гостро.

В Україні щороку утворюється понад 30 млн. тонн твердих органічних відходів. За даними Державної служби статистики у 2018 р. в Україні зібрано 11,86 млн. т побутових та подібних відходів, або 280,5 кг з розрахунку на одного мешканця країни. Такі відходи та об'єкти їх накопичення становлять небезпеку для довкілля та здоров'я людини: збір та нагромадження в непристосованих та

неорганізованих місцях з утворенням та виділенням фільтрату, потрапляння його у водні об'єкти, займання та пожежі на звалищах з утворенням та емісією в атмосферу шкідливих речовин (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>), потрапляння токсичних сполук металів у ґрунт, значна потреба у додаткових землях під депонування та інше.

«Загальна маса накопичених відходів в Україні становить 25 млрд. т, що у перерахунку на одного громадянина складає близько 600 т» (*Державна служба статистики України. Утворення та поводження з відходами, 2017*).

Рівень переробки та утилізації твердих органічних побутових та промислових відходів в Україні не перевищує 20% (з них 4,72% спалюється з або без отримання енергії, 3,93% утилізується, лише 10-15% використовується як вторинна сировина).

Слід зазначити, що ці відходи знаходяться на санкціонованих сміттєзвалищах та складуються згідно вимог ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування» (*ДБН В.2.4-2-2005*). Цей нормативний документ дозволяє зменшити можливе антропогенне навантаження на навколишнє середовище, але не є досконалим. В свою чергу за останні десятиріччя з'явилася тенденція щодо збільшення несанкціонованих місць звалення ТПВ. Так, станом на 2015 р. в Україні (*Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2016 рік*). виявлено більш 28 тис. незаконних звалищ ТПВ, в яких знаходиться 20,5 млн м<sup>3</sup> відходів. Несанкціоновані сміттєзвалища є найнебезпечнішим джерелом забруднення. Отже, своєчасне виявлення несанкціонованих сміттєзвалищ та моніторинг за динамікою законних та незаконних звалищ ТПВ є досить актуальною задачею.

Звалища ТПВ є активними забруднювачами навколишнього середовища. Неправильна їх експлуатація призводить до забруднення атмосферного повітря, підземних і поверхових вод та ґрунту (рис. 1.1).

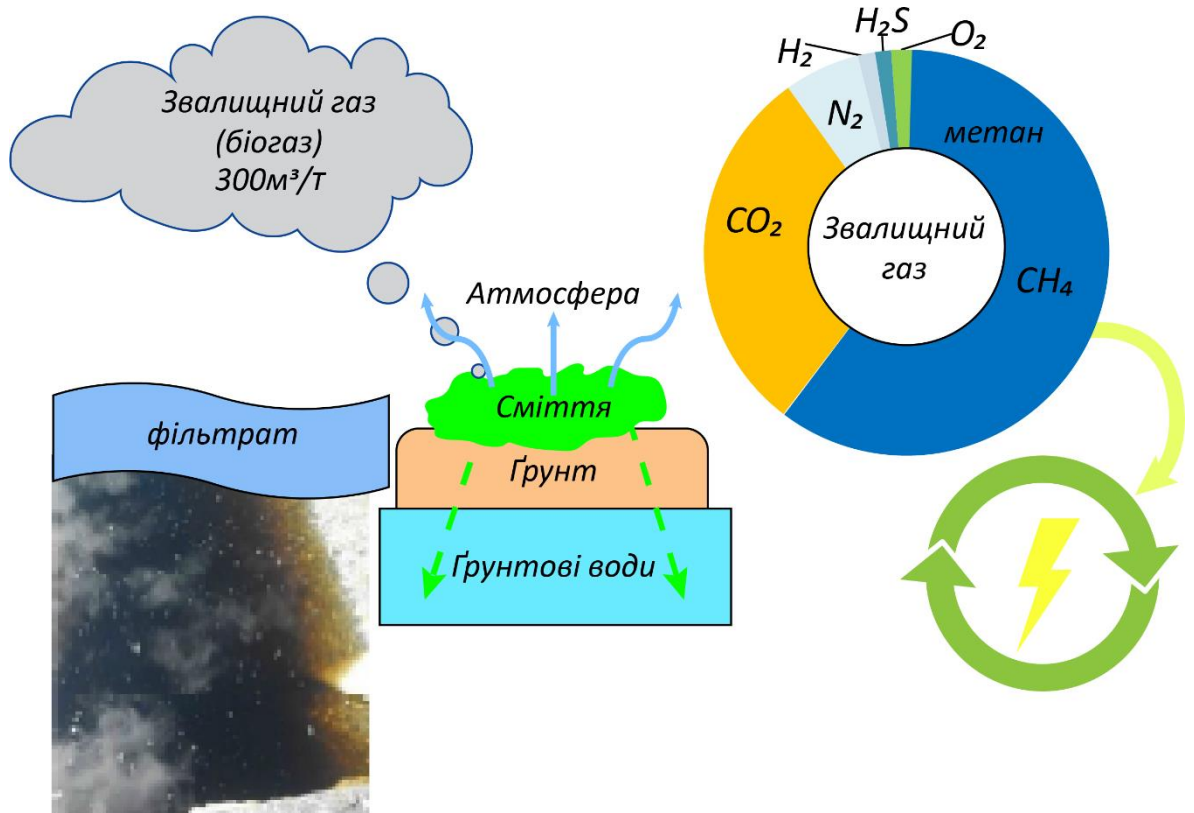


Рис. 1.1. Вплив сміттєзвалища на навколишнє середовище  
(<http://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/983>)

**Побутові відходи** складають, орієнтовно, 2,5 % від загальної кількості відходів. За даними Мінрегіону, в Україні щороку утворюється близько 52 млн.м<sup>3</sup> побутових відходів, або близько 10 млн. тон.

У територіальному розрізі для України саме промислово розвинені регіони формують найбільшу кількість відходів. Так, у 2017 р. в Центральному регіоні утворилося майже 78% всіх відходів країни, у Східному 11%, у Південному – 8%. Найменше відходів створюють Північний (1%) і Західний (2%) регіони (рис. 1.2).

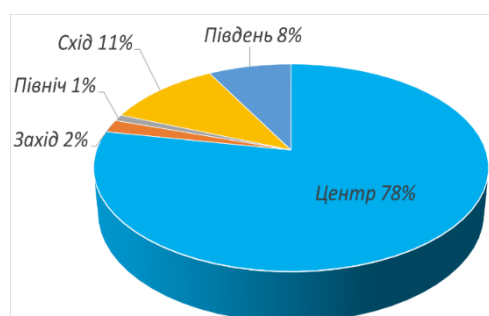


Рис. 1.2. Утворення відходів за регіонами України  
([https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research\\_report\\_publishing-dec-2019.pdf](https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research_report_publishing-dec-2019.pdf))

Найбільше відходів утворюється в таких областях: Дніпропетровській (66%), Кіровоградській (10%), Полтавській (10%), Донецькій (6%).

Проблема управління токсичними (небезпечними) відходами одна з найбільш актуальних для більшості розвинених країн світу. Динаміку утворення токсичних відходів на підприємствах країни за класами небезпеки наведено в табл. 1.1

Таблиця 1.1

## Промислові токсичні відходи

Клас небезпеки	1996	2005	2010	2015
I	30,1	28,7	18,7	20,4
II	605,7	923,6	183,2	183,6
III	2515,7	2209,1	2252,2	2616,5
IV	132007,7	88634,6	81578,6	85653,3
Всього	135158,6	91796,0	84032,7	88475,5

В Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 р. йдеться про проблему відходів як про масштабну, і таку, яка викликана, в першу чергу, домінуванням в національній економіці ресурсоємних багатовідхідних технологій, а також відсутністю ефективного управління відходами ([http://meteo.univ.kiev.ua/files/statti/shevch\\_prez.pdf](http://meteo.univ.kiev.ua/files/statti/shevch_prez.pdf)).

Серед основних тенденцій, пов'язаних з неефективним управлінням відходами в Україні виділяють такі:

- 1) значні обсяги утворення і накопичення відходів як у промисловому, так і побутовому секторі;
- 2) орієнтація на полігонне захоронення відходів;
- 3) розміщення відходів на сміттєзвалищах та/або стихійних сміттєзвалищах, більшість з яких не відповідають вимогам екологічної безпеки;
- 4) низький рівень використання відходів у якості вторинної сировини;
- 5) низький рівень впровадження ефективних підходів і технологій поводження з відходами тощо.

Слід зазначити, що державний облік та статистика побутових відходів в Україні мають суттєві недоліки. У статистичній звітності та нормативно-правових актах щодо поводження з різними видами відходів оперують як об'ємними, так і ваговими категоріями. Перерахунок одних одиниць в інші призводить до значних похибок під час проведеної оцінки, прогнозів тощо (*Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року*).

Неефективне управління відходами призводить до значного негативного впливу на довкілля (атмосферне повітря, підземні води, тваринний і рослинний світ, ґрунти, необхідність вилучення великих земельних ділянок), а також на здоров'я людей.

Утилізація відходів є серйозною економічною та екологічною проблемою. Одним із перспективних способів вирішення цієї проблеми є повторне використання промислових відходів. На жаль, у такий спосіб перероблюється близько 30 % відходів. Інші 70 % не використовуються.

В Україні загальна маса накопичених відходів перевищила 25 млрд т і нині вони займають площу більшу ніж 160 тис. га ([https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25143/1/Posibnyk\\_Utylizatsiia\\_upakuvan.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25143/1/Posibnyk_Utylizatsiia_upakuvan.pdf)). А повторне використання відходів не тільки вирішує екологічні проблеми, а також дає змогу економити на природних ресурсах та енергії (*Балабушевич А.Г., Дубяга Н.А., 1998*).

## **1.2. Законодавча та нормативна бази у сфері поводження з відходами**

Першою спробою організувати управління відходами в країні став Закон України «Про відходи», який було прийнято у 1998 р. (*Закон України «Про відходи», 1998*). До нього в країні майже не було структурованих інституційних обов'язків. Можна припустити, що це є одним з чинників, які обумовили теперішню ситуацію. Прийнята в Україні в 2017 р. Національна стратегія управління відходами до 2030 року (*Національна стратегія управління*

*відходами в Україні до 2030 року, 2017)* базується на принципах інтегрованого управління відходами, закладених в директивах ЄС:

1. Принцип ієрархії поводження з відходами.
2. Перехід до економіки замкненого циклу.
3. Принцип наближеності.
4. Принцип попередності.
5. Принцип спільної відповідальності.
6. Принцип розширеної відповідальності виробника.
7. Принцип самодостатності.
8. Принцип «забруднювач платить».

В цілому можна стверджувати, що законодавчо-нормативна база в Україні в сфері управління з відходами має багато напрацювань та активно реформується останнім часом. Так, на сьогоднішній день основу 50 законодавчо-нормативної бази складають наступні нормативно-правові документи, що діють на різних рівнях:

1) Національна стратегія управління відходами до 2030 року (*Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, 2017*), що має забезпечити запровадження системного підходу до питань поводження з відходами на рівні держави та регіонів шляхом реформування всієї сфери, інтеграції директив ЄС, тощо.

2) Національний план управління відходами до 2030 року (*Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року», 2019*), який визначає практичні заходи, що мають бути впроваджені для досягнення цілей, поставлених в Стратегії управління.

3) Закон України «Про відходи» (*Закон України «Про відходи», 1998*), який визначає загальнодержавну політику в сфері управління та поводження з відходами,

4) Закон України «Про житлово-комунальні послуги» (*Закон України «Про житлово-комунальні послуги, 2018*), яким регулюються в тому числі питання поводження з побутовими відходами, віднесені за законом до комунальних послуг.

5) Закон України «Про благоустрій населених пунктів» (*Закон України «Про благоустрій населених пунктів», 2005*), в якому висуваються вимоги до поводження з побутовими відходами на об'єктах благоустрою,

6) Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» (*Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні», 1997*), за яким ряд заходів в сфері поводження з побутовими відходами відноситься до компетенції органів місцевого самоврядування, серед яких надання згоди на розміщення об'єктів захоронення відходів, визначення суб'єктів господарювання для здійснення збирання та перевезення побутових відходів, тощо.

7) Правила надання послуг з поводження з побутовими відходами (*Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил надання послуг з поводження з побутовими відходами», 2008*).

8) Постанова КМУ від 26.07.2006 р. № 1010 «Про затвердження Порядку формування тарифів на послуги з поводження з побутовими відходами» (*Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів», 1998*).

9) Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.01.2006 р. № 5 «Про 51 затвердження Рекомендацій з удосконалення експлуатації діючих полігонів та звалищ твердих побутових відходів» (*Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006 р.*).

10) Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 р. № 133 «Про затвердження Методики роздільного збирання побутових відходів» (*Наказ Міністерства*

*регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2011 р.).*

11) Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 176 від 07.06.2010 р. «Про затвердження Методичних рекомендацій з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів» *(Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 176 від 07.06.2010 р. «Про затвердження Методичних рекомендацій з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів», 2010).*

12) Постанова КМУ від 31.08.1998 р. № 1360 «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів» *(Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів», 1998).*

13) Постанова КМУ від 03.08.1998 р. № 1216 «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів» *(Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів», 1998).*

14) Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 12.04.2019 № 142 «Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами» *(Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України, 2019)* та інші.

В Україні також діє ряд державних стандартів, будівельних норм, що регулюють різні питання сфери поводження з відходами: ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу», ДСТУ 3910-99 (ГОСТ 17.9.1.1-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій», ДСТУ 3911-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні

вимоги», СОУ ЖКГ 10.09-014:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів», СОУ ЖКГ 03.09-18:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення відходів скла, що є у складі твердих побутових відходів», СОУ ЖКГ 03.09-17:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення відходів пластмас, паперу та картону, що є у складі твердих побутових відходів», СОУ ЖКГ 08.09-022:2013 «Тверді побутові відходи. Брикет для захоронення твердих побутових відходів. Технічні умови», ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування», Правила експлуатації полігонів побутових відходів тощо.

На регіональному та локальному рівнях розробляються обласні та міські програми, стратегії, затверджені рішеннями відповідних органів місцевого самоврядування на місцях. Проте, на нашу думку, на сьогоднішній день існують значні прогалини в законодавстві, які не дають можливості впроваджувати задекларовані на національному рівні вимоги до поводження з відходами, в тому числі з ТПВ, що відображають сучасні європейські підходи, на регіональному рівні.

Недостатньо опрацьованими є питання класифікації відходів виробництва та споживання за ступенем небезпеки, статус та особливості поводження з такими специфічними категоріями відходів, як відходи електричного та електронного обладнання, небезпечні відходи, відходи упаковки та пакувальних матеріалів і тари тощо. Дані види відходів зазвичай змішуються з твердими побутовими відходами (або не вилучаються у окремі потоки) та становлять єдиний потік відходів.

З точки зору системного підходу до управління ТПВ, такі методи є неприйнятними та перешкоджають запровадженню європейських принципів. Потребує детального дослідження механізм впровадження розширеної відповідальності виробників продукції та товарів, розробка належних підходів до застосування економічних важелів в сфері поводження з відходами – тарифів, які б забезпечували дотримання сучасних вимог та розвиток системи управління

ТПВ, економічних стимулів забезпечення скорочення утворення ТПВ, їх більш повного перероблення та утилізації, тощо.

Немає механізмів нормативно-правового регулювання процесів спалювання ТПВ, зменшення захоронення відходів, що підлягають біологічному розкладанню.

Одним з важливих завдань сьогодення є необхідність адаптації українського законодавства до вимог та нормативів Європейського Союзу, що передбачено Угодою про асоціацію між Україною та ЄС.

### 1.3. Класифікація твердих промислових відходів

Класифікація відходів представлена на рис. 1.3, а їх класифікатор на рис.

1.4.

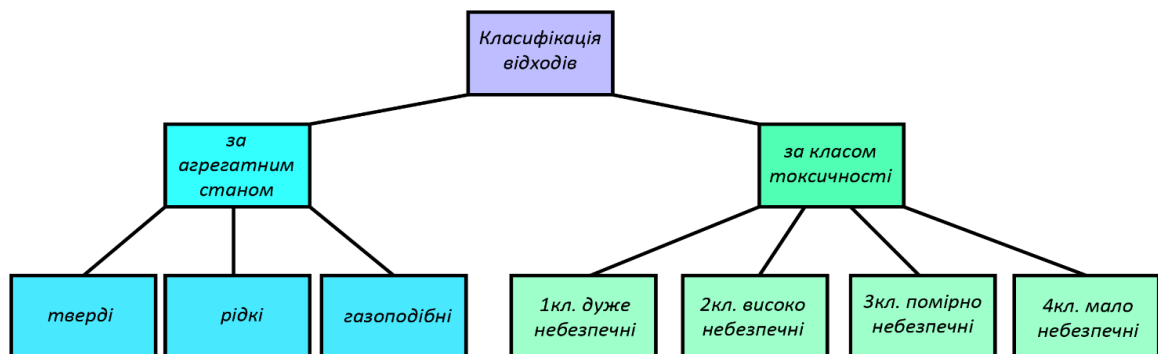


Рис. 1.3. Види класифікації відходів

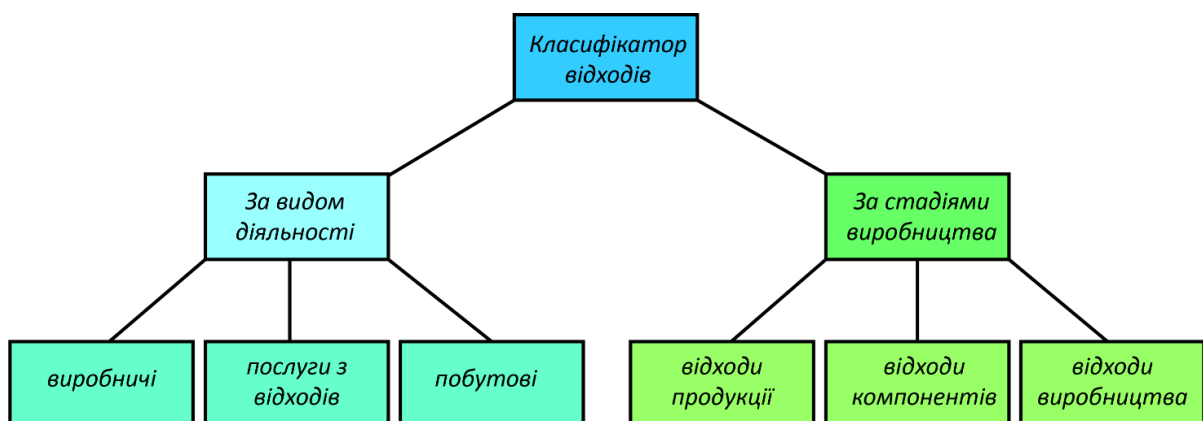


Рис. 1.4. Класифікатор відходів

- Класифікація промислових відходів проводять за наступними ознаками:
- за галузями промисловості – відходи паливної, металургійної, хімічної та інших галузей;
  - за конкретними виробництвами – відходи виробництва сірчаної кислоти, содового, фосфоро-кислотного й інших виробництв;
  - за агрегатним станом – тверді, рідкі, газоподібні;
  - за горючістю – горючі й негорючі;
  - за методом переробки;
  - за можливостями переробки – вторинні матеріальні ресурси (ВМР), які переробляють або планують надалі переробляти і відходи, що на даному етапі розвитку економіки переробляти недоцільно;
  - за небезпечністю – промислові відходи підрозділяють на чотири класи небезпеки (табл. 1.2).

Таблиця 1.2.

Класи небезпеки промислових відходів	
Клас	Характеристика відходів
Перший	Надзвичайно небезпечні
Другий	Високо небезпечні
Третій	Помірно небезпечні
Четвертий	Мало небезпечні

Класи небезпечних відходів представлені на рис. 1.5.



Рис. 1.5. Класи небезпечних відходів  
(<https://expertcentr.com.ua/klasifikaciya-vidxodiv/>)

Клас небезпеки відходів встановлюють залежно від вмісту в них високотоксичних речовин експериментальним, розрахунковим методами (ДСанПіН 2.2.7. 029-99), також згідно з переліком відходів, що наведений в Державному класифікаторі відходів. На всі види відходів розробляють технічний паспорт згідно з ДСТУ-2195-99.

#### **1.4. Сучасні проблеми, що пов'язані з промисловими відходами**

Утворення, розміщення, збирання, перевезення, зберігання, утилізація, знешкодження і видалення відходів стали для розвинених країн однією з найбільш пріоритетних проблем від вирішення яких залежить стан НПС.

Щорічно в Україні утворюється близько 1,5 млрд. т промислових відходів, до 1 – 3 класу небезпеки відноситься до 8 млн. т із зазначеного об'єму. Загальний обсяг накопичених промислових відходів перевищує 25 млрд. т. Утилізація та знешкодження відходів проводить незначна кількість підприємств, які фактично не забезпечені належною технологічною базою (<https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/29/6-29-kl48.pdf>).

Основну масу відходів видаляють до відвалів, териконів, шламо- і хвостосховищ, звалищ, полігонів та інших накопичувачів, яких вже нараховують декілька тисяч. Найбільшу кількість складають розкривні, які вміщують шахтні породи видобування, хвости збагачення руд, вугілля, металургійні шлаки, шлами хімічних, гальванічних виробництв, горіла земля тощо. Для цих накопичувачів відчужують значні площі земельних угідь, а також на більшій частині їх не забезпечена надійна ізоляція навколишнього середовища від забруднення.

Рівень використання відходів різних класів небезпеки в нашій країні коливається від 10 до 30 %, а обсяг знешкодження не перевищує і 2 % (Бригінець К. Д., ХНАМГ).

В багатьох випадках відходи містять у своєму складі чорні, кольорові, рідкісні, благородні метали, а також нерудну сировину. Серед них, насамперед,

відходи гальванічних виробництв, чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості тощо. Накопичувачі таких відходів розцінюють як техногенні родовища. В Україні проводиться обстеження таких родовищ з метою виявлення обсягів відходів, їх складу, властивостей, впливу на довкілля.

Гальванічні відходи складають домінуючу частку відходів 1-3 класів небезпеки, що утворюються в процесі виробництва на багатьох підприємствах. Одночасно вони відносяться до цінних ВМР. Утилізація цієї категорії відходів стримується відсутністю опрацьованих технологій, а також сукупним розміщенням з іншими видами відходів у місцях їх видалення.

Вирішення цієї проблеми може бути орієнтоване на створення на підприємствах ділянок з утилізації та знешкодження зазначених відходів, а також спеціалізованих підприємств із запровадженням на них відповідних технологій знешкодження та утилізації відходів з вилученням з них цінних компонентів (Абашина К.О., 2016).

Особливу групу дуже небезпечних відходів складають непридатні та заборонені до застосування пестициди та отрутохімікати, хлорорганічні сполуки, бензапірен, формальдегіди тощо. Переважну частину їх вивозять на непристосовані звалища; іноді їх зберігають на території підприємств у випадкових приміщеннях а подекуди й просто неба (Абашина К.О., 2016).

Деякі відходи містять у своєму складі водорозчинні сполуки. Накопичувачі таких відходів, які не мають необхідного захисту довкілля, призводять до засолення ґрунтів, підземних та поверхневих вод. Ця проблема може бути вирішена шляхом удосконалення технології видобутку корисних копалин, що виключає підйом на поверхню таких відходів (Маланчук З.Р., Маланчук Є.З., Корнієнко В.Я., 2017).

Значну кількість відходів, які утворюються на багатьох підприємствах у невеликому обсягу, складають різноманітні відходи: пил та шлами з систем газоочищення промислових агрегатів, шлам з очисних споруд стічних вод, забаластовані відходи, що містять нафтопродукти, відходи лаків, фарб, емалей,

кубові залишки, шліфувальні, полімерні, паперові, гумові відходи, відпрацьовані ртутні лампи і лампи розжарювання, будівельні відходи (багато їх утворюється при знесенні будівель і споруд) тощо (Абашина К.О., 2016).

Для переробки зазначених відходів необхідно створювати спеціалізовані підприємства або комплекси, які будуть здійснювати збір відходів та одночасно утилізувати декілька видів їх з урахуванням особливостей і властивостей та енергетичного потенціалу їх горючих компонентів. Спеціалізовані комплекси мусять мати у своєму складі стаціонарне технологічне обладнання та пересувну транспортабельну техніку.

Вирішення проблеми у сфері поводження з небезпечними відходами на високому технологічному рівні також потребує створення відповідної нормативної бази.

## РОЗДІЛ 2

### ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ МОНІТОРИНГУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

#### 2.1. Визначення функцій ГІС для моніторингу та утилізації ТПВ

Для ефективного функціонування системи управління відходами необхідно оперувати дуже великими обсягами різномірної інформації, частина з якої прив'язана до певної точки географічного простору і зазнає постійних змін. А джерелом актуальної, неупередженої просторової інформації є матеріали ДЗЗ. Тому доцільно використовувати аерокосмічні методи для оновлення й актуалізації інформаційного забезпечення в даній сфері, а також можливість зручного подання інформації для одержувача.

Одним з основних завдань у системі управління відходами стає розробка багатоцільової інформаційної автоматизованої системи для накопичення та візуалізації даних, а також створення єдиного інформаційного простору для системного аналізу інформації та ефективного управління відходами.

Найбільш повно цим вимогам відповідають геоінформаційні системи (ГІС).

В Україні перші дослідження сміттєзвалищ за допомогою методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) здійснило ДНВП «Природа», яке виконало аналіз розміщення полігонів ТПВ, закартографувало їх, дослідило динаміку змін розмірів полігонів та розробило геодинамічне районування території Київської області на основі космічних знімків (*Режим доступу до ресурсу: <http://www.pryroda.gov.ua/index.php?newsid=57>*).

До завдань ГІС включають:

– забезпечення обліку (збір, збереження) всіх відомостей про відходи в місті, включаючи джерела відходів, систему збору, транспортування, переробки, утилізації та захоронення відходів;

- своєчасне надання необхідної інформації контролюючим органам і зацікавленим організаціям;

- обмін інформацією в системі тощо.

Аерокосмічні знімки слугують основним джерелом інформаційного забезпечення для будь-якої ГІС. Цифрова карта, яка створюється на основі отриманих знімків являє собою цифрову просторово прив'язану інформацію.

Карти для системи управління відходами повинні містити наступні шари:

- географічні об'єкти регіону;

- населені пункти;

- гідрографічну мережу;

- автодорожню мережу і мережу залізничних доріг;

- рельєф;

- адміністративно-територіальний поділ тощо.

Можна додати шари з інформацією про геологічну будову ґрунтів, гідрологічний режим для оцінки екологічного стану природного середовища в районах розміщення відходів, для підбору місць розташування майбутніх сміттєпереробних заводів тощо. Необхідно мати шари з інформацією про джерела утворення відходів виробництва та споживання і бази даних по підприємствах, що здійснюють їх переробку та захоронення. Вона може бути представлена шаром об'єктів із зазначенням їх місцеположення на карті регіону.

Атрибутивна таблиця даних, пов'язана з кожним об'єктом системи поводження з відходами, може містити наступну інформацію: найменування підприємства, його адресу та реєстраційний номер; серія та номер ліцензії; види відходів, що утворюються на даному підприємстві; дозволені види діяльності (поховання, спалювання, переробка), технічне оснащення підприємства тощо.

Крім того, до системи керування відходами повинні бути віднесені сміттєперевантажувальні станції, інформація про яких також має бути внесена до ГІС.

Окремим блоком в ГІС повинні бути відображені дані про підприємства, що займаються переробкою відходів ([Трифонов Т.А., 2003](#)).

Головними функціями ГІС в управлінні відходами слід вважати облік та контроль обсягів утворення, зберігання, транспортування, переробки, утилізації, знешкодження відходів. Крім того, сюди входять реєстри забруднювачів, розміщення об'єктів складування, кадастри природних ресурсів, тематичні карти антропогенного впливу та забруднення довкілля.

Виходячи з вимог нормативних актів з державного обліку і паспортизації відходів, система інформаційного забезпечення повинна надавати можливість автоматизованого складання і ведення паспортів відходів і паспорта об'єкта утворення, видалення й утилізації відходів.

Важливим є питання визначення кола підприємств, на яких утворюються промислові відходи, оцінки їх кількості і класу небезпеки. Нова функція складання реєстрів об'єктів утворення, поводження та утилізації відходів і об'єктів розміщення відходів покладена на місцеві державні адміністрації та органи самоврядування разом з Держуправлінням охорони навколишнього природного середовища областей, які також не в змозі обійтися без розробки відповідного інформаційного забезпечення для автоматизації складання, ведення й аналізу реєстрових даних (*Моніторинг довкілля, 2010*).

## **2.2. Джерела даних для ГІС моніторингу відходів**

Виробнича і побутова діяльність людини неминує пов'язана з утворенням твердих відходів. Якщо газоподібні і рідкі відходи порівняно швидко поглинаються природним середовищем, то асиміляція твердих відходів триває десятки і сотні років. Місця складування відходів займають величезні території. Щорічно в Україні складається до 1,5 млрд. тонн твердих відходів (*Сучасні маловідходні технології, 2016*).

Всього в країні їх скупилося до 30 млрд. т. Звалища відходів займають більше 150 тис. га. У зв'язку з низьким рівнем технологічних процесів об'єм утворення промислових відходів в Україні в 6,5 разу вище, ніж в США, і в 3,2 разу вище, ніж з країнах ЄС. ([https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/2019/la\\_19\\_02\\_l\\_01.pdf](https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/2019/la_19_02_l_01.pdf)).

Проблема відходів – це проблема великих міст, і чим більше місто, тим ця проблема гостріша

Оцінка стану та прогноз зміни НПС мають досить важливе значення для виявлення погрози порушення екологічної рівноваги в природі, а також велике народногосподарське значення.

Припускається, що моніторинг має здійснюватися на трьох ієрархічних рівнях: регіональному; детальному; локальному.

Ефективність дослідження характеристик земної поверхні та процесів, що відбуваються на ній, за результатами ДЗЗ найчастіше може бути досягнута тільки при сумісній обробці даних, одержаних у різний час, різними знімальними системами, з різних аерокосмічних апаратів, у різних діапазонах.

### **2.3. Оцінка можливості застосування технологій ДЗЗ для вирішення завдань моніторингу ТПВ**

**«Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) – це спостереження та вимірювання енергетичних і поляризаційних характеристик власного та відбитого випромінювання елементів суші, океану та атмосфери Землі в різних діапазонах електромагнітних хвиль, що сприяють опису місцезнаходження, характеру та тимчасової мінливості природних параметрів і явищ, ресурсів Землі, навколишнього середовища, а також антропогенних об'єктів і утворень»** (Зацерковний В.І., 2018).

**«Спектральна розрізненість** визначається характерними інтервалами довжин хвиль електромагнітного спектру, до яких чутливий датчик. Найбільш

широке застосування в методах ДЗЗ з космосу знаходить вікно прозорості, що відповідає оптичному діапазону (він також називається світловим), що поєднує видиму (380...720 нм), ближню інфрачервону (720...1300 нм) і середню інфрачервону (1300...3000 нм) області» (Зацерковний В.І., 2018).

Характеристики спектральних діапазонів відображені в табл.2.1.

Таблиця 2.1

<b>Характеристики спектральних діапазонів</b>	
<b>Область спектру</b>	<b>Ширина області спектру</b>
<b>Видима область, мкм</b>	
<i>Кольорові зони</i>	
фіолетова	0.39-0.45
синя	0.45-0.48
блакитна	0.48-0.51
зелена	0.51-0/55
жовто-зелена	0.55-0.575
жовта	0.575-0.585
помаранчева	0.585-0.62
червона	0.62-0.80
<b>Область ІЧ випромінення, мкм</b>	
ближня	0.8-1.5
середня	1.5-3.0
дальня	>3.0
<b>Радіохвильова область, см</b>	
X	2.4-3.8
C	3.8-7.6
L	15-30
P	30-100

**«Просторова розрізненність** – величина, що характеризує розмір найменших об'єктів, помітних на зображенні» (Зацерковний В.І., 2018).

Співвідношення масштабу карт з просторовою розрізненності знімків наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Співвідношення масштабу карт з просторовою розрізненності знімків

<b>Датчик</b>	<b>Розмір пікселя</b>	<b>Можливий масштаб</b>
TERRA RIR	90 м	1:1 000 000
TERRA (ASTER) SWIR	30 м	1:300 000
TERRA (ASTER) VNIR	15 м	1:100 000
RapidEYE	5 м	1:25 000
ALOS AVNIR	10 м	1:100 000
ALOS PRISM	2.5 м	1:12 500
EROS	0.7 м	1:5 000
IKONOS MSI	3,2 м	1:20 000
IKONOS PAN, PSM	0,82 м	1:5 000
QUICKBIRD MSI	2.44 м	1:12 500
QUICKBIRD PAN, PSM	0.61 м	1:2 000
WorldView-2 MSI	1,84 м	1:10 000
WorldView-2 PAN та PSM	0,46 м	1:2 000
WorldView-1	0.5 м	1:2 000
GeoEYE MSI	1,65 м	1:10 000
GeoEYE PAN та PSM	0.41 м	1:2 000

**«Радіометрична розрізненність»** визначається кількістю градацій значень кольору, відповідних переходу від яскравості абсолютно «чорного» до абсолютно «білого», і виражається в кількості біт на піксель зображення» (Зацерковний В.І., 2018). Методи обробки космічних знімків поділяють на методи попередньої і тематичної обробки.

## РОЗДІЛ 3

### ОБГРУНТУВААННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО СТВОРЕННЯ ГІС МОНІТОРИНГУ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

#### 3.1. Моніторинг ТПВ на території України

Проблема інтенсивного росту і накопичення відходів притаманна усім населеним пунктам України, особливо великим містам. Незважаючи на те, що частка твердих побутових відходів (ТПВ) у загальному об'ємі відходів, які утворюються в Україні, становить лише близько 1,5 %, проблема поводження з такими відходами є надзвичайно складною. Це, зокрема, пов'язано з великою різноманітністю компонентів, що входять до складу ТПВ, наявністю небезпечних складників, великою кількістю джерел утворення побутових відходів та значною їх розосередженістю.

Карта розміщення полігонів ТПВ представлена на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Карта розміщення офіційних полігонів ТПВ

Основним методом поводження з ТПВ в Україні є їх захоронення на полігонах та сміттєзвалищах (Березюк О.В., Лемешев М.С., 2022).

Виконання завдань моніторингу ТПВ організаційно забезпечують:

– на державному рівні – МНС України, міністерства та інші центральні органи виконавчої влади, які мають у своєму підпорядкуванні потенційно-небезпечні об'єкти (ПНО), відповідно до Положення про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру;

– на регіональному рівні – уповноважені органи з питань надзвичайних ситуацій (НС);

– на об'єктовому рівні – відповідальні посадові особи.

З метою своєчасного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій відходами, запобігання та реагування на них відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади здійснюються:

– створення і підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю;

– організація збирання, опрацювання і передавання інформації про стан довкілля, забруднення, води радіоактивними, хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими біологічними агентами.

Інформацію для оцінки й прогнозу стану довкілля в Україні отримують у результаті наземних спостережень, аеро- та космічних спостережень з літаків, штучних супутників Землі і космічних орбітальних станцій.

Згідно з чинним законодавством України об'єкти, які негативно впливають на стан довкілля, підлягають державному обліку (Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», стаття 24). Включенню до реєстру таких об'єктів і їхній паспортизації підлягають також місця видалення відходів як діючі, закриті, законсервовані, постійні або тимчасові. До первинної інформації, яка необхідна для такої паспортизації, доцільно залучати матеріали тематичного

дешифрування космічних знімків як самих полігонів, так і прилеглої території до їхньої локалізації. Отримані при цьому матеріали у формі картографічних моделей заданого масштабу дозволяють отримати об'єктивну і достовірну інформацію про просторово-часові характеристики впливу на довкілля процесів деструкції накопичених відходів.

Основним джерелом неупереджених і актуальних даних для задач моніторингу полігонів ТПВ є матеріали ДЗЗ (МДЗ). При цьому, задача моніторингу полягає в інформаційній підтримці управлінських рішень з питань мінімізації їхніх негативних впливів на довкілля і поліпшення санітарно-екологічних показників прилеглих територій.

Для вирішення цього завдання необхідно (*Шевякина А., Трофимчук А. М., Красовський Г. Я., Клименко В. І., 2019*):

- виконати ідентифікацію топогеодезичних параметрів полігонів з метою визначення їхньої динаміки на визначену глибину ретроспективи;
- визначити основні напрями переносу продуктів горіння сміття у приземному шарі атмосфери і межі ділянок їхнього осідання на земну поверхню;
- визначити напрями міграції продуктів деструкції накопичених відходів із водами першого водоносного горизонту і поверхневого стоку.

Зазначені завдання достатньо ефективно можна реалізувати на основі методів тематичного дешифрування космічних знімків і технологій ГІС. Використання космічних знімків і векторних електронних карт дозволяє проаналізувати індивідуальні особливості розміщення полігонів ТПВ відносно населених пунктів і природно-техногенних систем. Ці особливості визначають умови, у яких відбувається складування відходів і їхню взаємодію з навколишнім середовищем, а саме умови міграції забруднювальних речовин, які утворюються в процесі експлуатації звалищ (*Шевякина А., Трофимчук А. М., Красовський Г. Я., Клименко В. І., 2019*).

### 3.2. Обґрунтування вибору програмного забезпечення для створення ГІС моніторингу ТПВ

Реалізація заходів програми поводження з відходами неможлива без створення повномасштабної інформаційної системи. Будь-які процеси управління базуються на зборі, обробці й аналізі необхідної інформації.

В систему управління відходами на всіх рівнях повинна бути включена ще одна ланка, яка на основі аналізу фактичної інформації з утворення, руху і накопичення промислових відходів і динаміки їх зміни буде видавати науково обґрунтовані рекомендації для планування і розробки програм різного рівня з метою розвитку мережі підприємств – об'єктів обробки, утилізації і розміщення відходів. Така ланка на сучасний момент відсутня.

Слід зазначити, що розроблені і використовувані в Україні інформаційні системи надають користувачам в основному первинні фактографічні дані про утворення і подальший рух промислових відходів, фактично представляючи собою інформаційно-довідкові системи.

Створення ГІС ділиться на кілька етапів: розробка загальної методики для майбутньої системи (створення абстрактної моделі); реалізація докладного алгоритму створення ГІС у рамках цієї моделі. На рис. 3.2 представлена функціональна схема створення ГІС.

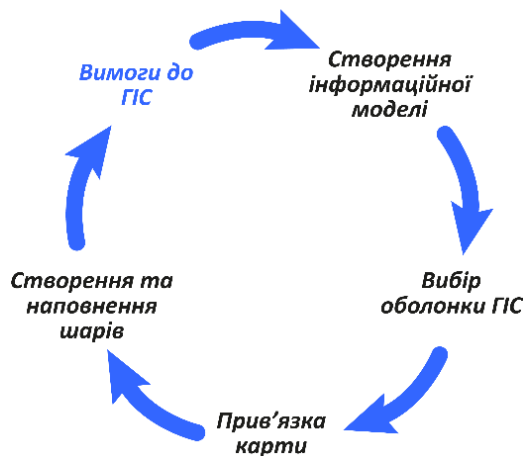


Рис. 3.2 Схема створення ГІС

На першому етапі створюється концептуальна модель, що описує структуру ГІС, властивості її елементів і зв'язки між ними. Вона представлена на рис. 3.3.

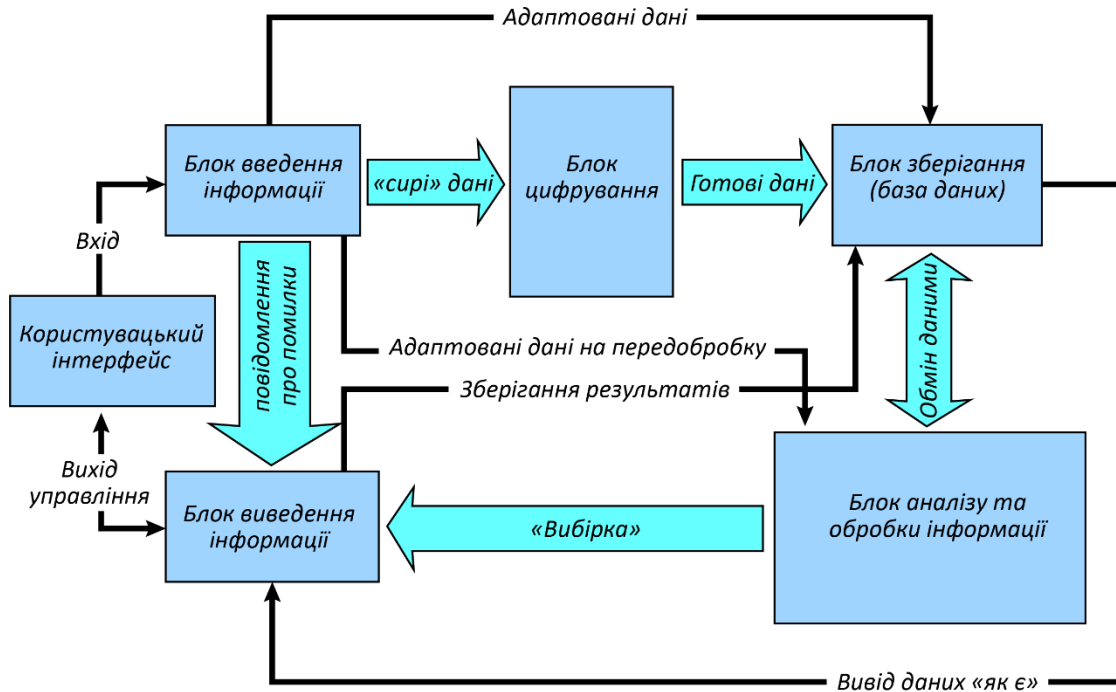


Рис. 3.3. Концептуальна схема створюваної ГІС

Загальна технологічна схема введення, обробки і виводу даних в ГІС, підтримувана відповідними програмними засобами, може бути представлена у вигляді набору узагальнених функцій (функціональних груп), серед яких прийнято виділяти наступні.

*Користувацький інтерфейс.* Інтерфейс користувача – сукупність засобів для обробки та відображення інформації, максимально пристосованих для зручності користувача; у графічних системах яка реалізується багатовіконним режимом, змінами кольору, розміру, видимості (прозорість, напівпрозорість, невидимість) вікон, їх розташуванням, сортуванням елементів вікон, гнучкими налаштуваннями як самих вікон, так і окремих їх елементів (файли, папки, ярлики, шрифти тощо), доступністю багатокористувацьких налаштувань

*Блок введення інформації.* Сюди входить аналого-цифрове перетворення даних, імпорт готових цифрових даних, контроль помилок цифрування,

топологічної і геометричної коректності і загальна оцінка якості одержуваної цифрової моделі. Обробка цих даних може супроводжуватись передачею адаптованих даних до блоку зберігання даних, перед обробку до блоку аналізу та обробки інформації, а також передача повідомлень про помилки на блок виведення інформації для попередження користувача.

Дані, що були введені в попередньому блоці, тобто «Сирі дані» переходять в блок цифрування даних, де визначаються методи і технології цифрування картографічних джерел з допомогою дигітайзерів з ручним обводом або шляхом сканування оригіналів з подальшою аналоговою векторизацією. Отримана цифрова модель може існувати, зберігатися й оброблятися в рамках певних моделей, до яких відносять растрову, векторну, квадротомічну та інші дво- та тривимірні моделі даних, яким відповідають деякі формати даних.

Готові дані направляються до блоку зберігання (бази даних). У цьому блоці відбувається проектування та ведення баз даних (БД) атрибутивної інформації ГІС, підтримка функцій систем керування базами даних (СКБД), включаючи введення, збереження, маніпулювання, обробку запитів (в тому числі просторових), пошук, вибірку, сортування, оновлення, збереження цілісності, захист даних і створення бази метаданих в рамках основних моделей організації даних БД: ієрархічної, мережевої та реляційної, реалізація геореляційно і об'єктно-орієнтованого підходів до БД ГІС. При необхідності інформація з бази даних може одразу в неопрацьованому вигляді передаватись на блок виведення інформації. На рис. 3.4. позначено типи програмних компонентів ГІС.

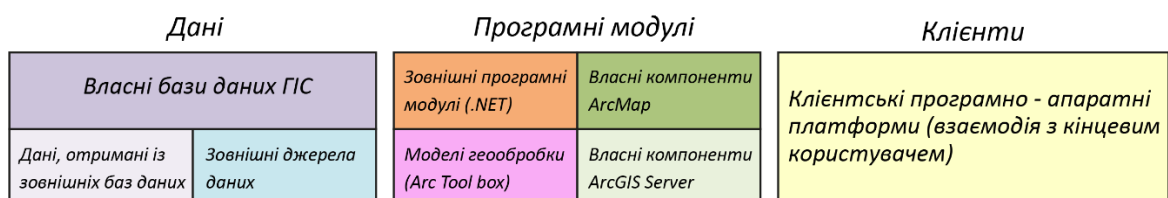


Рис. 3.4. Позначення типів програмних компонентів ГІС

Програмні продукти компанії ESRI дозволяють розв'язувати поставлені задачі за допомогою реалізації можливостей потужних високопродуктивних систем для кінцевих користувачів за доступною ціною на PC платформах, що дає змогу розвивати систему по вертикалі для вирішення регіональних задач різного рівня. Система дозволяє використовувати та інтегрувати дані ДЗЗ та GPS для оперативного реагування на зміни об'єктів навколишнього середовища (Орлова Т.А., 2005).

Іншим успішним підприємством у галузі виробництва апаратно-програмних засобів для ГІС став Intergraph Corp (Орлова Т.А., 2004).

Сучасні корпоративні ГІС використовуються для вирішення широкого кола завдань, у тому числі для забезпечення інформаційної підтримки прийняття рішень в галузях, пов'язаних з обробкою великих обсягів оперативних просторових даних по великих територіях, наприклад, в галузі управління відходами. Прикладом такої системи є геоінформаційна система, програмна архітектура якої в рамках класичної клієнт-серверної архітектури з «товстим» клієнтом показана на рис. 3.5.

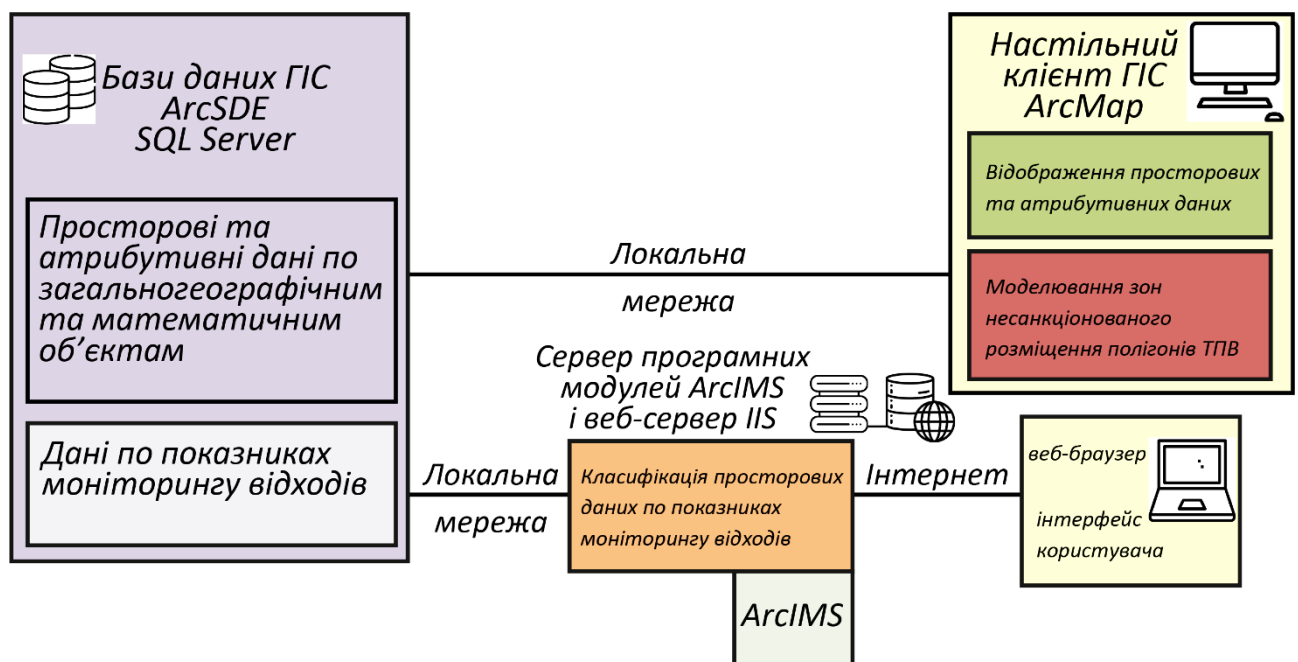


Рис. 3.5. Клієнт-серверна архітектура ГІС з «товстим» клієнтом

База просторових даних реалізована на основі програмного забезпечення ESRI ArcSDE і Microsoft SQL Server і розміщується на сервері, а всі функціональні можливості ГІС реалізуються в рамках «товстого» настільного клієнта ArcGIS Desktop, при цьому завдання вирішуються засобами:

- стандартних функцій ArcMap, наприклад, відображення просторових і атрибутивних даних в ГІС;
- розроблених моделей геообробки ArcToolbox, наприклад, система моделювання зон можливого затоплення при підйомі води в річковій мережі;
- спеціальних програмних модулів, розроблених на платформі .NET і функціонуючих в середовищі програми ArcMap, наприклад, підсистема класифікації просторових даних за показниками водних ресурсів.

Клієнт-серверна архітектура з «товстим» клієнтом і «тонким» клієнтом ГІС представлена на рис. 3.6.

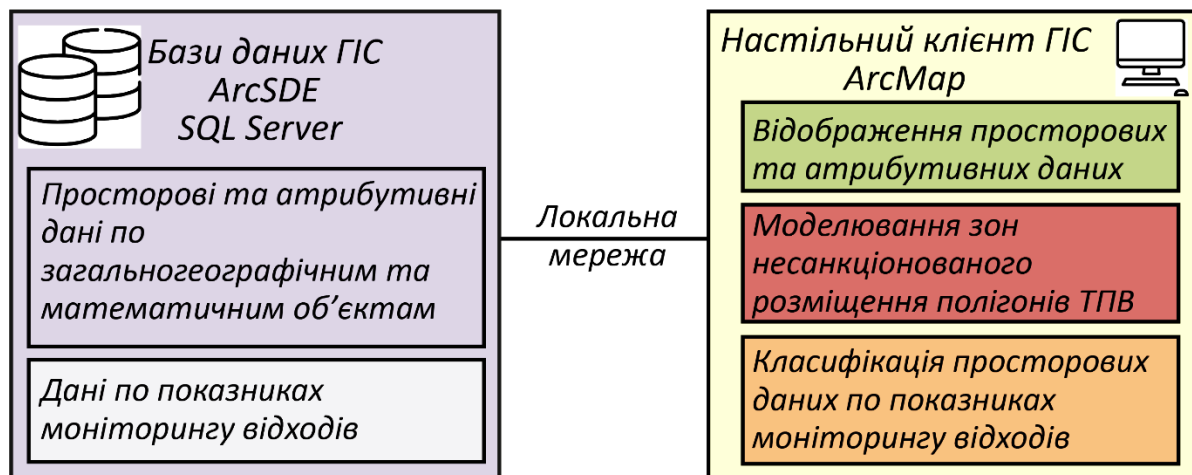


Рис. 3.6. Клієнт-серверна архітектура з «товстим» клієнтом і «тонким» клієнтом ГІС

Сервіс-орієнтована архітектура ГІС представлена на рис. 3.7.

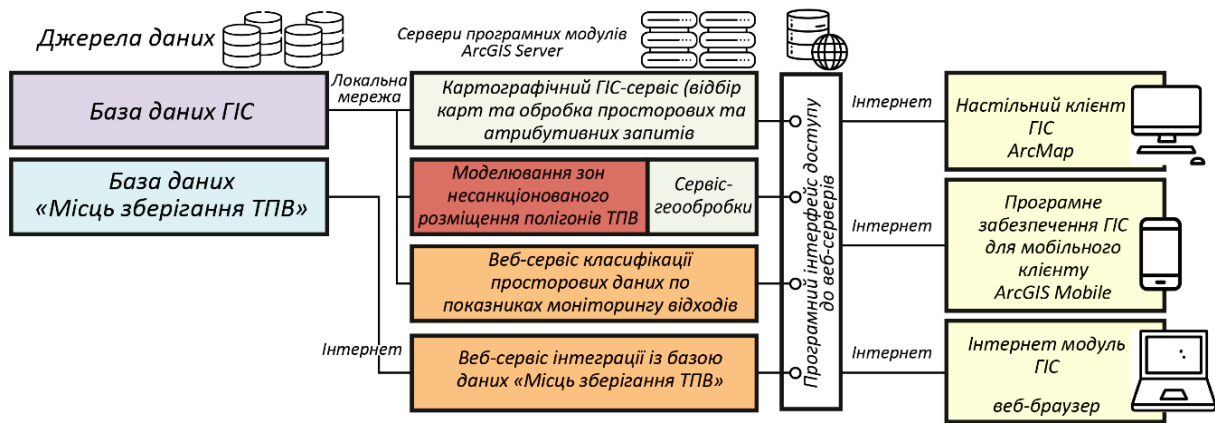


Рис. 3.7. Сервіс-орієнтована архітектура ГІС

Платформа ArcGIS надає розробникам ряд технологічних можливостей по реалізації сервіс-орієнтованого підходу до створення ГІС.

### 3.3. Методика моніторингу полігонів ТПВ за допомогою МДЗ

За основу методики моніторингу полігонів ТПВ доцільно взяти алгоритм, запропонований в праці (Шевякина А., Трофимчук А. М., Красовський Г. Я., Клименко В. І., 2019). Він включає підбір космічних знімків з необхідними показниками періодичності зйомок заданих ділянок місцевості та розрізнення, та подальше їхнє тематичне дешифрування.

Результати дешифрування у формі векторних карт і масивів атрибутивних даних є основою для ідентифікації багаторічної динаміки меж площ сміттєзвалищ, зокрема несанкціонованих, масштабів і рівнів впливу на поточний санітарно-екологічний стан земельних і водних ресурсів, повітря приземного шару атмосфери прилеглих територій.

Отримані дані є інформаційною основою підтримки рішень з питань планування стратегічних і тактичних заходів поводження з відходами на регіональних рівнях.

Для успішного виконання зазначених завдань доцільно залучати космічні знімки надвисокого розрізнення (0.5...15 м) у спектральному діапазоні 0.4...1.1

мкм з борту КА «QuickBird», «WorldView», «GeoEye», «Pleiades», «Ikonos» та ін. Ці знімки дозволяють, зокрема, ідентифікувати координати локалізації звалищ, проводити вимірювання їхніх площ, що зручно виконувати засобами програмного комплексу ERDAS IMAGINE (Model Maker) (Шевякина А., Трофимчук А. М., Красовський Г. Я., Клименко В. І., 2019).

На рис. 3.8 наведено схему послідовності операцій побудови критеріїв розрізнення на знімку з залученням сканувального вікна.

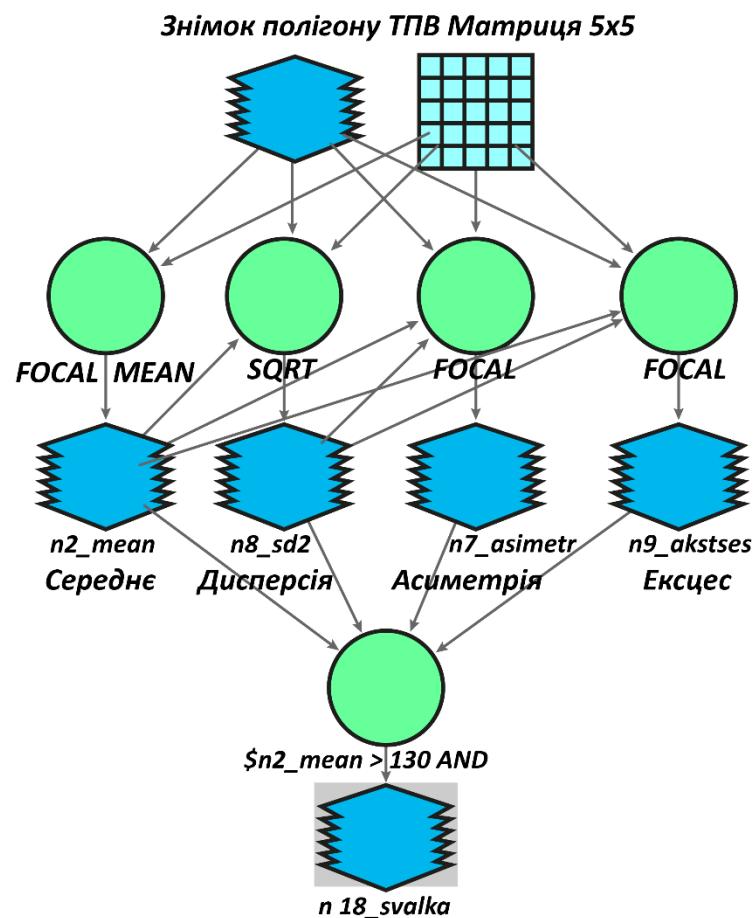


Рис. 3.8. Схема моделі автоматизованого розпізнавання полігону звалища

Матриця вікна вибирається з розрахунку суперпозиції двох факторів. Що більша матриця, то більша достовірність побудови ознак, що менша матриця, то точніша класифікація складових довокілья. У більшості практично цікавих випадків достатньо обирати матрицю сканувального вікна розміром 5x5. Побудова зони полігону ТПВ на знімку та розрахунок гістограм зональних яскравостей їхнього зображення дозволяє створити діапазон значень пікселів,

які належать звалищу. Виявлення та розпізнавання сміттєзвалищ доцільно проводити у два етапи: виділення об'єкта на зображенні та розпізнавання його класу (*Шевякина А., Трофимчук А. М., Красовський Г. Я., Клименко В. І., 2019*).

На етапі виділення полігону ТПВ на карті місцевості, як апіорна інформація, просторово поєднана із зображенням на космічного знімку, формується вектор ознак для кожного пікселя на зображенні.

На етапі розпізнавання класу об'єкта формується вектор ознак для кожного об'єкта та безпосередньо виконується розпізнавання класу об'єкта на зображенні (*Інформатизація аерокосмічного землезнавства, 2001*).

Для ідентифікації сміттєзвалища та обстеження місцевості враховуються прямі дешифрувальні ознаки, які характеризують властивості об'єкта та містять безпосереднє відображення на знімках. Це такі ознаки, як геометричні (форма, тінь, розмір), яскравісні (фототон, рівень яскравості, колір, спектральний образ), структурні (текстура, структура).

## РОЗДІЛ 4

### ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СМІТТЕЗВАЛИЩ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

#### 4.1. Загальні відомості

Забруднення НПС ТПВ все частіше стає серйозною проблемою для муніципальних утворень. Зростаючі обсяги відходів, зокрема побутових, наявність численних стихійних звалищ, а також місць захоронення, що не обладнані належним чином, постійно загрожують навколишньому середовищу, мають негативний вплив на стан здоров'я населення, а також знижують привабливість території.

Процес накопичення відходів, за своєю суттю, є динамічним, що змінюється в часі. Процес же контролю за відходами більше залежить від різних факторів. Управління цим процесом часто вимагає негайної коректування прийнятих раніше рішень або навіть їх скасування. Очевидно, що для швидкого та ефективного прийняття рішення потрібна оперативна інформація про місце локалізації звалищ на територіях в реальному режимі часу. Тому джерелом актуальної інформації повинні бути МДЗ. Звичайно, таке завдання не вирішується одномоментно і вимагає ряду послідовних кроків.

Основні етапи побудови системи включають:

- створення топологічно коректної мережі автодоріг міста;
- математичне моделювання маршрутів руху;
- створення і наповнення бази даних по контейнерних майданчиках;
- зв'язування даних з електронною картою міста.

Як інструменти реалізації системи запропоновані:

- ГІС – основа системи контролю і моніторингу;
- СКБД – носій інформаційних ресурсів

– Мережа GSM, GPS-приймачі – система навігації (спостереження).

Таким чином, створення і реалізація ГІС моніторингу накопичення, збору, вивезення та утилізації твердих побутових відходів на основі комплексної оцінки території міста і планів його розвитку, а також автоматизованої системи контролю руху спецтехніки, дозволить вирішити одне з найважливіших завдань у сфері міського господарства, створити комфортну та екологічно безпечне середовище проживання для населення міста.

#### **4.3. Приклад створення ГІС для моніторингу ТПВ на прикладі м. Чернігова**

Традиційно інформаційно-довідкові підсистеми геоінформаційних систем моніторингу навколишнього середовища створюють таким чином, щоб в зручній формі можна було працювати з об'єктами векторних карт, підключаючи інформацію з баз даних.

База даних по видах відходів являє собою програмний комплекс, що дозволяє отримати інформацію про:

- природокористувачів;
- відходах;
- компонентах відходів.

За допомогою БД користувач може отримати докладну інформацію щодо наявних в базі даних відходів, а саме:

- компонентного складу;
- технологічного процесу виробництва відходів;
- реакційної здатності;
- класу небезпеки відходів;
- повну інформацію про виробника.

Зручний інтерфейс Банку даних (БД) дозволяє складати запит по різних категоріях: виробляти вибірку по виробниках, за кодом ФККО або по компонентах відходу (Мокин В.Б. та ін, 2007).

Для створення уніфікованої інформаційно-довідкової підсистеми ГІС пропонується підхід, який полягає в тому, що на основі баз даних і карт кожної спеціалізованої ГІС формується база метаданих (БМД) у формалізованому вигляді. За цій базі і визначається склад та місце розташування інформації по кожному об'єкту в уніфікованої інформаційно-довідкової підсистемі.

База метаданих (з лат. «Метадані» – «дані про дані») містить інформацію про структуру та інші особливості зберігання даних. Для побудови моделі бази метаданих слід спочатку побудувати модель самої системи, де ці дані зберігаються системою.

Без інвентаризації джерел забруднення і без знання їх просторового положення, якісних і кількісних показників неможливо здійснювати правильну природоохоронну і екологічну політику. З цією метою під керівництвом проф. Зацерковного В.І. була створена підсистема регіональної ГІС Чернігівської області – база даних (БД) місць зберігання ТПВ та ХЗЗР (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Головне вікно бази даних місць зберігання ТПВ та заборонених і непридатних до використання ХЗЗР в Чернігівській області

Підсистема дозволяє уводити, зберігати та візуалізувати місця збереження ТПВ та небезпечних або заборонених засобів захисту рослин по районам області (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Інтерфейс бази даних для візуалізації даних

Використання ГІТ дає можливість аналізувати стан забруднення території області та виконувати функції просторового аналізу.

Знання сучасного еколого-економічного і соціального стану регіону дозволяє визначити вихідну поточну позицію при розробці екологічних програм і комплексних програм економічного і соціального розвитку регіону.

Також підсистема дозволяє виводити на екран дані по окремим районам про джерела забруднення ТПВ та ХЗЗР на окремих підприємствах (рис. 4.3).

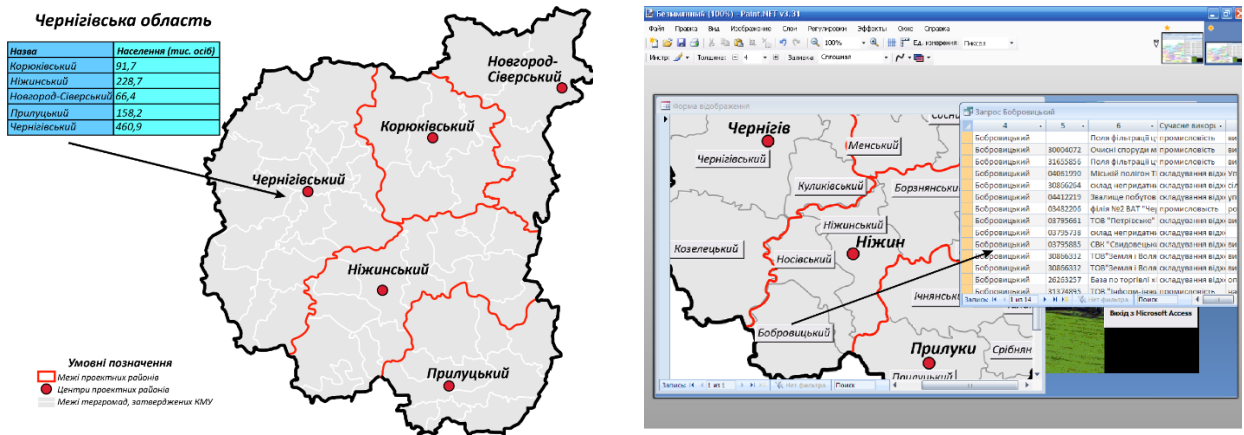


Рис. 4.3. Візуалізація даних

Уведення і виведення даних здійснюється у формах, наближених до стандартизованих бланків (рис. 4.4).

<b>Національний центр поводження з небезпечними відходами</b> <i>Інвентаризація забруднених ділянок</i>		<b>Національний центр поводження з небезпечними відходами</b> <i>Інвентаризація забруднених ділянок</i>		Розрахунок звіту
<b>Ідентифікація</b>				
Територіальний код(КОАТУУ)		Ідентифікаційний номер		
Область				
Район	Чернігівський			
<b>Діяльність</b>				
Код ЄДРПОУ	31942796			
Назва установи	СТОБ "Хмельницьке"			
Сучасне використання землі	складування відходів			
Тип точкового джерела	складування відходів			
Код КВЕД	21110	Діяльність	Виробництво с/г продукції	
Тип діяльності	Виробництво с/г продукції			
Діточка / не діточка	недіточка			
Період дії	Рік відкриття 1976	Рік закриття 2003	Роки дії / роботи 27	
Зареєстрований утворювач відходів:	ні			
Зареєстрований накопичувач відходів (Паспорт):	ні			
<b>Ділянка</b>				
Загальна задіяна територія	320			
Адреса ділянки				
Інша назва місця ділянки	хімічний склад			
Місто	с. Хмельниця	Поштовий індекс	15510	
Координати	Широта 51 38 26.5	Довгота	31 12 16.7	
Дані зібрав	Ініціали	К.Т.М.	Дата	27.04.2004
Затвердив	Ініціали		Дата	
<b>Стан ділянки</b>				
Клас ризику	3			
Відстань до водотоку або іншого реципієнту	400	Назва водотоку	ставок	
Забір води з водотоку	ні	Відстань до найближчого поверхневого водозабору		
Координати водозабору	Широта 51 38 27.4	Довгота	31 11 58.0	
Відстань до свердловини забору питної води (м)	400	Назва водоочисної станції		
Координати свердловини водозабору	Широта 51 38 27.4	Довгота	31 11 58.0	
Відстань до населених пунктів (м)	1200	Назва населеного пункту	с. Хмельниця	
Обсяг видалених відходів	0	тон	Відстань до будівель	1200 м
Наявність небезпечних речовин на ділянці	ні			
Інспекція ділянки	так	Дата	27.04.2004	
Складування хімікатів на групі	ні	Кількість/одиниць	0	
Загальний стан ділянки	нормальний стан			
Зазначення забруднення	ні	Пояснить		
<b>Коментарі</b>				
Загальні коментарі щодо інформації та збору інформації				
Дані зібрав	Ініціали	К.Т.М.	Дата	27.04.2004
Затвердив	Ініціали		Дата	

Рис. 4.4. Форма уведення виведення інформації.

За допомогою ГІТ була розроблена та представлена класифікація районів області по кількості накопичених ХЗЗР (рис. 4.5).

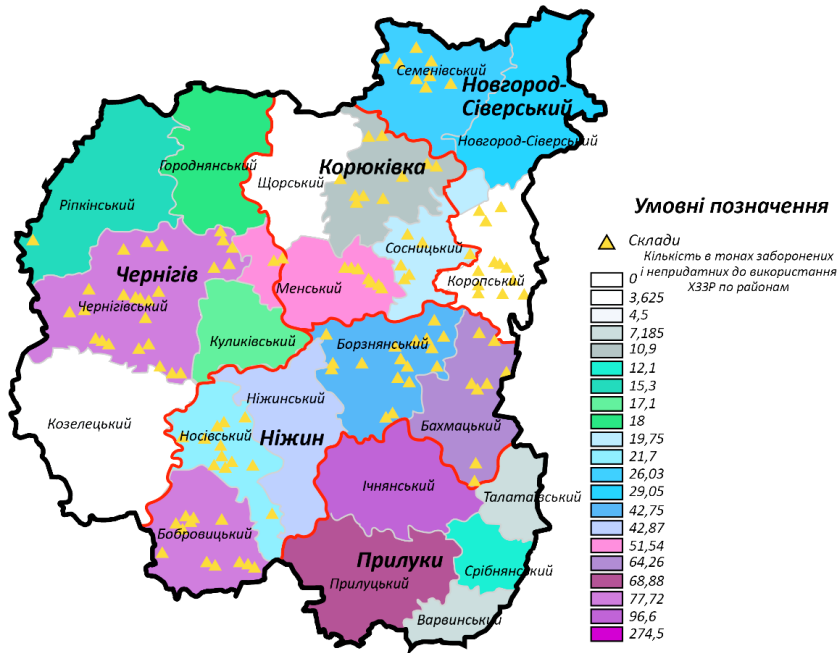


Рис. 4.5. Електронна карта Чернігівської області із визначенням кількості (в тоннах) заборонених і непридатних до використання хімічних засобів захисту рослин та місця їх знаходження

ГІТ по своїй суті дають науково-обґрунтований методичний підхід до створення інформаційно-аналітичної системи екологічної безпеки .

За основу автоматизованої системи обрано програмний комплекс ArcGIS. Використання електронної карти міста дозволяє проаналізувати просторово розподілену інформацію про ТПВ, відстежувати зміни у накопиченні ТПВ та оптимізувати кошти на їх вивезення. СКБД, як носій інформаційних ресурсів, дозволить вести бази даних різного призначення і погоджувати їх з просторовою інформацією про становище джерел і їх характеристиками (кількість відходів, їх характер тощо).

Поєднання шару несанкціонованих звалищ із шаром щільності розташування контейнерних майданчиків на електронній карті дозволяє визначити необхідність їх додаткового розміщення для ліквідації звалищ.

Очевидно, що для швидкого та ефективного прийняття рішення потрібна оперативна інформація про місце розташування спеціалізованої техніки в будь-який момент часу. Тому системою навігації (спостереження) пропонується використати існуючу мобільну телефонну мережу спільно з системою глобального позиціонування GPS. Результатом роботи цієї системи буде оперативне відстеження місць розташування техніки на електронній карті міста.

Таке завдання вимагає ряду послідовних кроків:

- створення топологічно коректної мережі автодоріг міста;
- математичне моделювання маршрутів руху;
- створення і наповнення бази даних по контейнерним майданчикам;
- зв'язування даних з електронною картою міста.

Інструментарієм реалізації системи виступають:

- ГІС – основа системи контролю і моніторингу;
- СКБД – носій інформаційних ресурсів;
- мережа GSM, GPS-приймачі – система навігації (спостереження).

Таким чином, створення і реалізація ГІС моніторингу накопичення, збору, вивезення та утилізації твердих побутових відходів на основі комплексної оцінки території міста і планів його розвитку, а також автоматизованої системи контролю руху спецтехніки, дозволить вирішити одну з важливих завдань у сфері

міського господарства, створити комфортну та екологічно безпечне середовище проживання для населення міста (*Журнал ArcReview (№ 1 (40) 2007)*).

#### **4.4. Робота з базою даних**

Основою проекту БД є сформований користувачем перелік таблиць. Користувач налаштовує видимість полів, вказує підлеглі і керуючі таблиці, поля, за якими відбувається зв'язок.

Убудований Редактор таблиць допоможе створити нові або модифіковані існуючі таблиці, Редактор запитів – сформувані SQL – запити, Конструктор форм – спроектувати форми користувача, Редактор макросів – запускати, редагувати і видаляти макроси.

Записи таблиці бази даних можуть бути пов'язані з картою за номером об'єкта, за семантикою, один запис до одного об'єкта, багато до багатьох. Будь-який вид зв'язку забезпечує оперативне відображення інформації про об'єкт з одночасним показом його на електронній карті.

Функція геокодування, призначена для нанесення об'єктів на карту з таблиці бази даних. Для зміни семантичних характеристик об'єктів карти служить режим оновлення семантики. Сформований за допомогою редактора запитів SQL-запит дозволить:

- створювати бази даних;
- додавати, видаляти, підсумовувати дані;
- здійснювати оновлення бази даних;
- включати в набір даних поля і запису з однієї або декількох таблиць;
- вибирати запису за складним критерієм;
- сортувати набір даних по будь-якому полю, в тому числі не індексувати.

Конструктор форм – інструмент створення спеціалізованого інтерфейсу для розв'язку прикладних задач без програмування, дозволяє візуально проектувати

форми користувача за допомогою набору різноманітних компонент (кнопок, списків, сіток, закладок, навігаторів, перемикачів, запитів, таблиць, діаграм, зображень тощо). При виборі об'єкта відображається відповідна форма користувача з інформацією про нього.

Для автоматизації найбільш часто виконуваних завдань використовується макрос. Редактор макросів забезпечить створення, перегляд і зміна макросів. Макрос – це послідовність команд і функцій (наприклад, відкрити / закрити форму, відкрити карту, нанести точковий об'єкт, побудувати ізолінії, здійснити розрахунок по карті, сформуванню параметризований запит, запустити програму, сформуванню звіту тощо).

Система містить різноманітні засоби візуалізації інформації. На основі аналізу всіх наявних в наборі даних значень полів можлива побудова тематичних карт, різні види діаграм (лінійна, стовпчастих, кругова, полярна, майданна, точкова), діаграми з множинними серіями, графіків, гістограм, формування звітної документації.

Звіти являють собою файли формату Microsoft Office. Користувачеві надається гнучка система створення і налаштування звітних документів різних типів на основі шаблонів. Виклик і друк звітів баз даних здійснюється з форми користувача або головного меню системи.

Убудований «Помічник» автоматично надає довідкові відомості і дає корисні поради за рішенням типових завдань.

База даних забезпечує користувачам можливість виконувати операції, пов'язані зі зберіганням і пошуком даних, для прийняття найкращих рішень на основі наявної інформації (Зацерковний В.І., 2016).

#### **4.5. Джерела вихідних даних**

Важливим джерелом актуальних і неупереджених даних для ГІС є дані дистанційного зондування (ДДЗ).

МДЗ можуть бути подані у вигляді єдиного набору растрових зображень, прив'язаних до потрібної координатної системи, і на відміну від паперово-картографічних матеріалів можуть відображати одномоментну фіксацію всіх просторових об'єктів і зв'язків між ними в реальному часі.

Існують панхроматичні та спектрональні зображення.

Панхроматичні зображення мають більш високу розрізненість і застосовуються для корегування геометрії просторових об'єктів. – Спектрональні зображення мають нижчу розрізненість і застосовуються, в основному, для виявлення якісних характеристик просторових об'єктів. Наприклад, панхроматичні знімки з супутника IKONOS мають розрізненість 1 м, а багатозональні - 4м.

Для отримання геометричних параметрів просторових об'єктів незалежно від погодних умов більше всього підходять зображення, отримані за допомогою радарів.

На сьогодні не менш важливим джерелом даних є матеріали зйомок на місцевості (сукупність топографо-геодезичних робіт, виконуваних з метою створення карт і планів).

Крім традиційних методів проведення знімальних робіт останнім часом все більшого розповсюдження набуває використання GPS (Global Positioning System), електронних тахеометрів та інших геодезичних приладів.

Використання GPS і електронних тахеометрів дає змогу отримувати просторово-координатні дані вимірювань у цифровій формі і використовувати їх безпосередньо в середовищі ГІС, минаючи проміжні матеріали у вигляді карт-матеріалів на паперовій основі. Зберігання матеріалів теж здійснюється безпосередньо в цифровій формі.

Досвід свідчить, що використання вказаних приладів при досить великих обсягах робіт дає змогу знизити вартість зйомок у порівнянні з традиційними технологіями в 3-4 рази і більше, істотно підвищити швидкість зйомок (у 3-4 рази). За традиційними методами зйомки роботи над територією великого міста

можуть зайняти 5-10 років, внаслідок чого ступінь актуальності проведених вимірів буде суттєво втрачена. Збільшення швидкості зйомок із завершенням їх в один-два роки дозволить отримати значно однорідний цифровий картографічний матеріал, і, незважаючи на високу вартість обладнання і супутніх витрат, особливо в перший рік роботи, отримати значну економію коштів.

Апаратура для супутникових спостережень дає змогу виконувати виміри при відсутності перешкод між приймачами і супутником.

Для високоточного визначення взаємного положення синхронно працюючих приймачів потрібно, щоб ці приймачі приймали сигнали одних і тих же супутників. У деяких випадках (наприклад, густа рослинність або щільна висотна забудова) потрібних умов спостережень забезпечити не вдається, що обмежує їх застосування.

В таких умовах використовують електронні тахеометри. Електронний тахеометр – це геодезичний прилад, основним призначенням якого є вимірювання горизонтальних, вертикальних кутів і відстаней.

Сучасні тахеометри мають вмонтований мікропроцесор, який дає змогу виконувати необхідні геодезисту операції з даними (обчислення, запис до пам'яті, редагування тощо), і для підключення до зовнішніх пристроїв, наприклад комп'ютера. Таким чином, електронний тахеометр можна вважати спеціалізованим комп'ютером, призначеним для збору польової інформації.

Такі прилади не лише доповнюють апаратуру для супутникових спостережень, але й можуть використовуватись самостійно при створенні геодезичного обґрунтування й виконання власне знімальних робіт. Великою перевагою є можливість автоматичної реєстрації вимірів та їх експорту в ПЗ ГІС, що зменшує вірогідність появи помилок і підвищує продуктивність праці.

Приклади одержання актуальної інформації про сміттєзвалища та полігони ТПВ на різних територіях України представлені нижче.

Інформація одержується за допомогою дронів (рис. 4.7) та по матеріалах ДЗЗ (рис. 4.8 – рис. 4.14).



Рис. 4.7. Виявлення даних про несанкціоновані звалища за допомогою дронів

Колишній глиняний кар'єр Корчуватського комбінату будматеріалів і цегельного заводу, вул. Пирогівський шлях 94-96, а нині полігон №6 представлений на рис. 4.8.



Рис. 4.8. Полігон № 6 будівельного сміття

Сміттєзвалище с. Горенка, що отримане за допомогою БПЛА, та космічних знімків представлено на рис. 4.9.

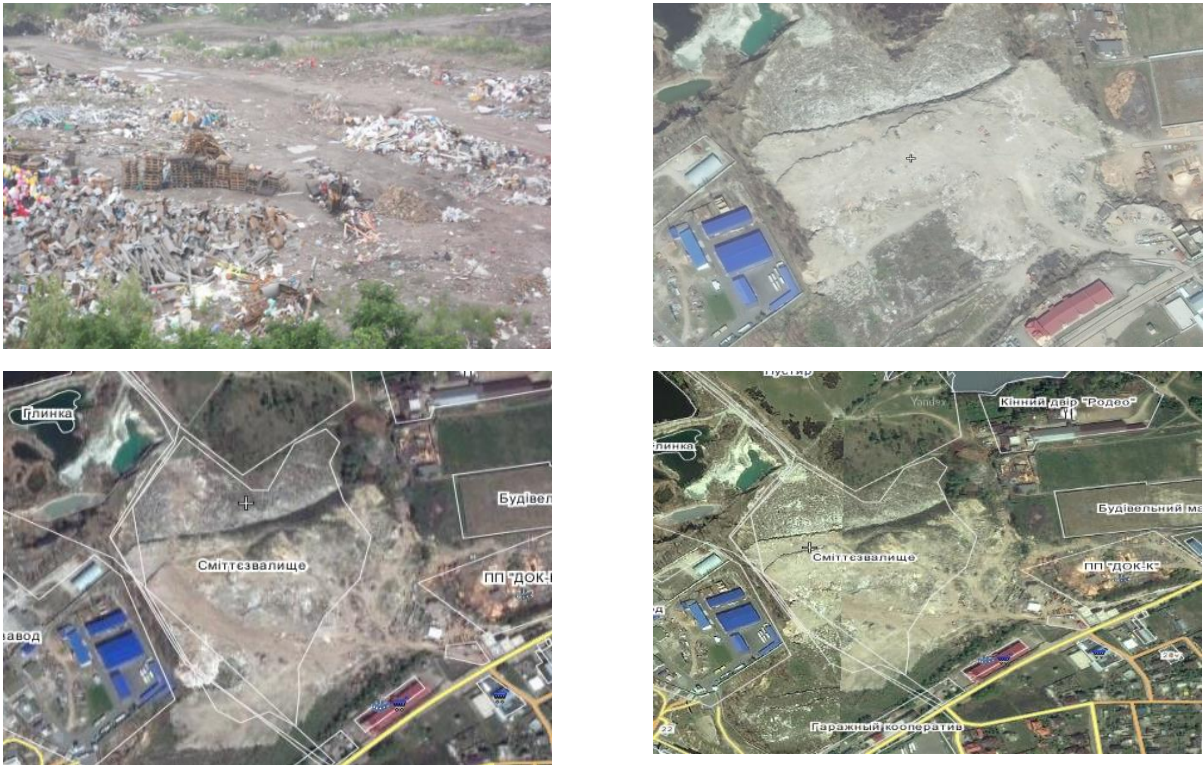


Рис. 4.9. Сміттєзвалище с. Горенка

Дані про сміттєспалювальний завод «Енергія»(Київ) у с. Княжичі, вул. Колекторна, 44 представлений на рис. 4.10.

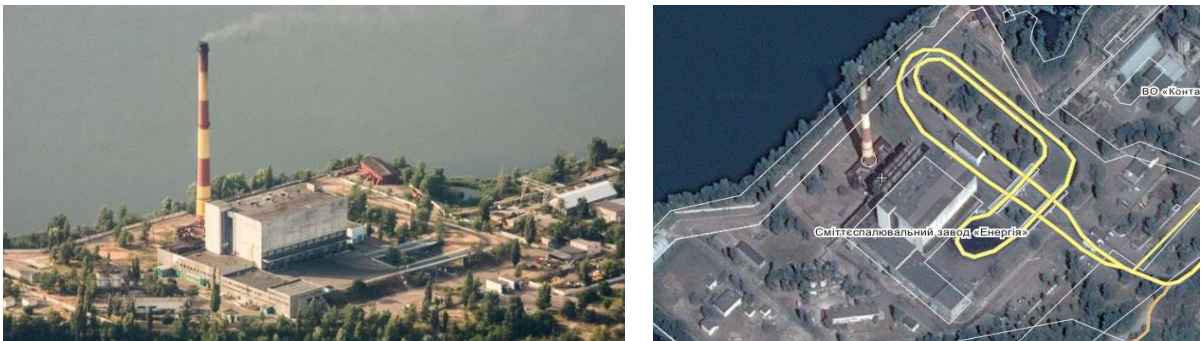


Рис. 4.10. Сміттєспалювальний завод «Енергія»(Київ)  
Княжичі, вул. Колекторна, 44

Дані про смітцевий полігон м. Бориспіль, що отримане за допомогою МДЗ представлено на рис. 4.11.



Рис. 4.11. Сміттевий полігон

Дані про харківський полігон ТПВ в Дергачах, представлений на рис. 4.12.



Рис. 4.12. Полігон ТПВ, Харків, Дергачі

Наступним важливим джерелом, актуальних даних, перед усім атрибутивних, є різного роду статистичні матеріали. В нашій країні досить добре розвинена статистика. Існує структура державних управлінь зі статистики, до яких усі підприємства, юридичні особи, які діють на території країни, повинні подавати статистичні звіти щодо діяльності своїх підприємств. Крім цього, статистичні управління займаються збором і узагальненням іншої різноманітної інформації (чисельність населення, демографічна ситуація тощо).

Багато статистичних даних зберігається в БД (в основному в найрозповсюдженішому форматі .dbf) і готові, без попереднього опрацювання, для подальшого використання в ГІС. Особливий інтерес статистичні дані викликають у зв'язку з тим, що вони збираються періодично і тривалий час. Таким чином, вони є джерелом для визначення динаміки процесів.

Крім структури державного статистичного управління збором і обробкою статистичних даних займаються різні організації, такі як Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Чернігівській області.

З розвитком мережі Internet з'явилась можливість отримати доступ до великої кількості різноманітної інформації. Internet цікавий для ГІС як джерело даних, до того ж як просторових, так і атрибутивних. Робота в мережі досить проста для будь-якого користувача, і відстані на земній поверхні не є перешкодою для отримання даних.

Internet / Intranet є найбільш перспективною технологією для створення розподілених ГІС, що працюють у реальному масштабі часу. Наприклад, робота з просторовими даними в режимі віддаленого терміналу в реальному часі (тобто можна зв'язатися з сервером, який їх містить), дає можливість зі свого комп'ютера продивлятися дані й використати їх для розв'язання своїх завдань. Особливо це ефективно при використанні клієнт-серверної технології. Цікава можливість здійснювати в реальному часі обмін даними між польовими приладами для збору даних і всією системою у цілому.

Сьогодні свої сервери в Internet розміщують організації, які займаються різними видами діяльності в галузі ГІС, тобто створюють, використовують і розповсюджують цифрові геопросторові дані на всіх рівнях управління, науки, освіти та приватного сектора.

Важливими джерелами даних також є текстові матеріали, довідкова література, результати лабораторних досліджень тощо.

Для збору інформації в регіональній геосистемі потрібно стандартизувати й уніфікувати процеси і рівні ієрархії збору територіальної інформації, визначити організацію поділу і одиниці збору. Це може бути реалізовано за умови зацікавленості перших керівників регіону.

Сучасний територіальний поділ організується у вигляді мереж територіальних одиниць, які відбивають природні або історичні просторові структури, що склалися, з довільною формою і розмірами їх територіальних

одиниць різного походження і типу (адміністративні район, урочище, міський квартал тощо) (Фролов А., 1996, <http://www.ecoinfo.ru/othod2.htm>)

## ВИСНОВКИ

Відходи, при їх накопиченні в місті, є джерелом суттєвої екологічної небезпеки та соціальної напруги, створюють негативний імідж місту. Разом з цим, накопичення значної кількості відходів свідчить про нездатність держави використовувати в достатній мірі такий вид місцевої сировини, якою є вторинні матеріальні ресурси. В організації цієї роботи в Україні взагалі, і в Києві зокрема, ще є значні недоліки і невикористані можливості.

Дослідивши динаміку утворення відходів по Україні можна зробити наступні висновки:

1. Якщо не вжити революційних заходів щодо поводження з ТПВ, кількість сміттєзвалищ буде щороку зростати і зростати. Адже кількість використаних «матеріалів» зростає щороку в середньому на 8-12%, а кількість, яка піддається рециркуляції досягає лише 40%, 60%, а все інше вивозиться на сміттєзвалища. Таке поводження відходами є не вигідним ні з екологічної ні економічної точки зору.

2. Для вирішення проблем пов'язаних з накопиченням ТПВ, доцільно застосовувати нові технології, щодо переробки та утилізації відходів, аби звести до мінімуму небезпеку нанесення шкоди здоров'ю людини.

3. Отримав підтвердження факт, що дуже ефективним для задач моніторингу сміттєзвалищ, моделювання та відображення рівнів забруднення території, визначення зон з найбільшими концентраціями, визначення територій ризиків для здоров'я населення є застосування технологій ГІС та ДЗЗ.

4. Запропоновано використовувати ГІС та ГІТ у всіх областях України, а потім формувати загальну базу даних пов'язану з моніторингом відходів, виробництвами, допустимими концентраціями та інші дані, для географічної прив'язки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

*Абашина К.О.* Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К. О. Абашина, О. В. Хандогіна ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 58 с.

*Автоматизована система екоінспекційного контролю стану забруднення довкілля України та викидів, скидів і відходів «Екоінспектор»:* Методичний посібник / В. Б. Мокін, Б. І. Мокін, Г. Ю. Псарьов, Ю. Л. Зіскінд та ін. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 128 с.

*Азімов О.Т., Шевчук О.В., Азімова К.О.* Геоінформаційні системи в дослідженнях чинників забруднення довкілля територій сміттєзвалищ: стан та перспективи. //Геоінформатика. 2020. № 2 (74). С. 69–88.

*Алексеенко С.В., Басин А.С.* Универсальная технология использования твердых бытовых отходов в качестве нетрадиционного топлива // Энергосбережение. – 2004.

*Березюк О.В.* «Моделирование состава биогаза при анаэробном разложении твердых бытовых отходов,» *Автоматизированные технологии и производства*, № 4 (10), с. 44-47, 2015.

*Березюк О. В., Лемешев М. С.* Динаміка кількості полігонів ТПВ в Україні, які не відповідають нормам. // *Вісник ВПІ*, вип. 2, с. 18–22, Квіт. 2022.

*Бригінець К. Д.* Утилізація промислових відходів. Основи утилізації відходів: конспект лекцій (для студентів 3 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / К. Д. Бригінець, К. О. Абашина; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012 – 58 с.

Горлицкий Б.А., Четвериков В.В., Дробышев Ю.П. Информационно-аналитическая система «Отходы» // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2015. – № 3. – С. 61-65.

ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування [Текст]. – Київ : Держбуд України, 2005. – 67 с.

Державна служба статистики України. Утворення та поводження з відходами (1994-2016) [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/ns\\_rik/ns\\_u/orap\\_u2005.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/ns_rik/ns_u/orap_u2005.html).

Журнал ArcReview (№ 1 (40) 2007 “Концептуальные основы ГИС “Чистый город”). [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_40/13\\_clear.html](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_40/13_clear.html)

Закон України «Про благоустрій населених пунктів». Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2005, № 49, ст.517.

Закон України «Про відходи». Відомості Верховної Ради України. 1998, № 36, ст. 242.

Закон України «Про житлово-комунальні послуги». Відомості Верховної Ради (ВВР). 2018, № 1, ст.

Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні». Відомості Верховної Ради України. 1997, № 24, ст. 170.

Зацерковний В.І. Геоінформаційні системи в науках про Землю / В.І. Зацерковний, І.В. Тішаєв, І.В. Віршило, В.К. Демидов // Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.

Зацерковний В.І. Дистанційне зондування Землі. Фізичні основи: навч. посіб. / В. І. Зацерковний. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. – 380 с.

Иванов Б.С., Старовойтов В.В. Обращение с отходами и его информационное обеспечение // Инженерная экология. – 2021. – № 1. – С. 29-34.

Інформатизація аерокосмічного землезнавства / С. О. Довгий, В. І. Лялько, О. М. Трофимчук, О. Д. Федоровський та ін. – К.: Наук. думка, 2001. – 606 с.

*Іщенко В.А.* Дорожня карта впровадження оптимального сценарію поводження з ТПВ у малих містах України [Текст] / В.А. Іщенко // Вісник ЛДУ БЖД. – 2014. – № 9. – С. 137-142.

*Колесников В. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф.* «Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного // *Экология*, № 3, с. 193-201, 2000

*Колодійчук І. А.* Формування територіально збалансованих систем управління відходами: регіональний вимір : монографія. Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долішнього НАН України», 2020. 524 с.

*Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом / Л. Д. Греков, Г. Я. Красовский, О. М. Трофимчук.* – К.: Наук. думка, 2007. – 123 с.

*Кулижников А.М., Юфряков А.В.* Моделирование рельефа, элементов геологии и гидрогеологии местности. – Архангельск: Арх. гос. техн. ун-т, 1997. - 125 с.

*Кутовий В. О.* Золівідвали електростанцій як джерело забруднення довкілля [ Текст] / В. О. Кутовий, М. В. Коновальчик, Н.П. Канюк // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2006. – № 1(2). – С. 90–94.

*Маланчук З.Р., Маланчук Є.З., Корнієнко В.Я.* Спеціальні технології видобутку корисних копалин. Навчальний посібник. – Рівне : НУВГП, 2017. – 266 с.

*Маликов А.Н., Чупис В.Н., Давыдова Е.П., Ульяновченко И.А., Растегаев О.Ю., Прозоров Л.В., Иванов С.В.* Внедрение современной системы управления вторичными ресурсами и отходами как одно из главных направлений экологического обустройства промышленных предприятий // Материалы 3-го Международного конгресса по управлению отходами "Waste Tech-2001". – Москва: ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл», 2001. – С. 41- 43.

*Мокин В.Б., Крыжановский Е. Н., Коновалюк Ю. М.; Кулемин Д. Ю.* Новый подход к созданию унифицированной информационно-справочной подсистемы ГИС мониторинга окружающей среды. Наукові праці. ВНТУ, 2007, № 1

*Моніторинг довкілля: підручник/ [Боголюбов В.М., М77 Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін.] ; під ред. В.М.Боголюбова. [ 2-вид., перероб. і доп.]. – Вінниця : ВНТУ, 2010. — 232 с.*

*Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.01.2006 р. № 5 «Про затвердження Рекомендацій з удосконалення експлуатації діючих полігонів та звалищ твердих побутових відходів». Інформаційний бюлетень Держжитлокомунгоспу України, 2006. № 1.*

*Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 176 від 07.06.2010 р. «Про затвердження Методичних рекомендацій з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів» // Інформаційний бюлетень з питань житлово-комунального господарства, 2010. № 5. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0176662-10#Text>*

*Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 12.04.2019 № 142 «Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0142737-19#Text>*

*Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 р. № 133 «Про затвердження Методики роздільного збирання побутових відходів» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11#Text>*

*Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.*

*Новохацька Н. А., Трофимчук О. М. Технологія інвентаризації місць видалення відходів методами дистанційного зондування Землі // Екологічна безпека та природокористування. — 2014. — № 14. — С. 31—40.*

Орлова Т.А. Проблема оценки пригодности территорий для размещения полигонов ТБО [Электронный ресурс] - <http://www.nbu.gov.ua/articles/2004/04otatbo.zip>

Орлова Т.А. Изучение химической загрязненности свалки твердых отходов г. Керчи [Электронный ресурс] - <http://waste.com.ua/cooperation/2005/theses/orlova.html>

Постанова Кабінету Міністрів України Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року від 08.11.2017 р. № 820-р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>

Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів». Офіційний вісник України. 1998. URL: № 31. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1216-98-%D0%BF#Text>

Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил надання послуг з поводження з побутовими відходами». Урядовий кур'єр. 2008. № 241. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1070-2008-%D0%BF#Text>

Практичні аспекти управління відходами в Україні. Посібник / Барінов М.О., Олексієвець І.Л., Родная Д.В., Журавель Т.В., Коломієць С.В., Козлова І. А., Пархоменко Г.П. – К.: «Поліграф плюс», 2021. – 118 с.

Разработка и формирование государственного банка данных об отходах (как части государственного кадастра отходов). <http://www.ecoinfo.ru/othod2.htm>

Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року» від 20.02.2019 р. № 117-р. Урядовий кур'єр. 2019. № 74. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text>

Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2016 рік. [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://blagoustriy.info/statistics/43/show/>.

*Сучасні маловідходні технології для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика» очної та заочної форм навчання / Укл. Горбунов О. Д. – м.Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 124 с.*

*Трифонов Т.А. Екологічний менеджмент. Учеб. посібник / Владим. держ. ун-т, Володимир. 2003 - 291 с.*

*Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Офіційний вісник України, 2014 р., № 75, том 1, стор. 290. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text)*

*Шевякина А., Трофимчук А. М., Красовський Г. Я., Клименко В. И. Методи і моделі космічного моніторингу зон впливу полігонів твердих побутових відходів на довкілля //Космічна наука і технологія. Т. 25. № 1. 2019.*

*Управление промышленными отходами: Учебное пособие: В 2 кн. – Харьков: РИП “Оригинал”, 2010. – Кн. 1: В 6 ч. Ч. 2: Братчиков В., Выговская А., Мищенко В. Система управления промышленными отходами в Украине. – 168 с.*

*Фролов А. Задачи, решаемые с помощью GPS-технологий в ГИС // ГИС-обозрение. - 1996. - С. 40-41.*

*Экологически безопасная утилизация нефтеотходов как завершающая стадия системы управления оборотом нефтепродуктов // Материалы 3-го Международного конгресса по управлению отходами "Waste Tech – 2001". – Москва: ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл». – 2001. – С. 257-258.*

*Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive). Environment. URL: <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>.*

*Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1567536552519&uri=CELEX:31999L0031>*

*Tapio P. Towards a theory of decoupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. Transport Policy. 2005. Vol. 12. Pp.137-151. doi:10.1016/j.tranpol.2005.01.001.*

