

**УДК 528.8.004.932**

**Дмитрів О. П., к.т.н., доцент, Дудко С. А., магістр** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **ВИЯВЛЕННЯ ТА МОНІТОРИНГ СМІТТЄЗВАЛИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ**

**В статті розглядається актуальне питання виявлення та моніторингу сміттєзвалищ на території України, що базується на матеріалах дистанційного зондування і ГІС-технологіях. Авторами проаналізовано сучасний стан інформаційного забезпечення даного питання та запропоновано концепцію геоінформаційного забезпечення моніторингу сміттєзвалищ з подальшим її впровадженням.**

**Ключові слова:** моніторинг, дані дистанційного зондування Землі, геоінформаційні технології, база даних, геопросторові дані.

**Постановка проблеми.** Важливого значення в Україні набуває питання виявлення та моніторингу стихійних звалищ, які найчастіше утворюються поблизу або ж на територіях міст та великих промислових підприємств. Систематичний пошук їх розташування, дослідження стану та складу відходів не проводиться жодною з відповідних служб. Зрозуміло, що оперативне виявлення незаконних звалищ потребує значних часових та матеріальних затрат, а в багатьох ситуаціях просто неможливий. В таких умовах державним органам залишається здійснювати вибірковий, одиничний контроль і реагувати на конкретні сигнали. Як наслідок, немає загальної інформаційної карти в часі і в просторі, важко оцінити складність проблеми в цілому, розробити виходячи з реальної ситуації повний комплекс заходів з очищення, рекультивації, профілактики виникнення несанкціонованих звалищ.

### **Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями**

В Україні розпочато інвентаризацію всіх звалищ. Розробляється інтерактивна карта таких територій. Згідно з дорученням Кабінету Міністрів України, триває збір інформації від місцевих органів влади та пересічних громадян.

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



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

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми**

Дослідження та аналіз розміщення полігонів захоронення відходів проведені такими дослідниками Готиняном В. С., Арістовим М. В., Томченко О. В. та Миколенко Л. І. [2].

Поєднанню методів ДЗЗ та ГІС-технологій присвячені роботи авторів Трофимчука А. Н., Готиняна В. С., Грекова Л. Д., Федорівського А. Д., Яковлева Є. А. та ін.

Оцінку впливу на довкілля сміттєзвалищ засобами ДЗЗ/ГІС-технологій представлено у працях Л. Д. Грекова, Г. Я. Красовського та В. І. Клименка [3]. Приділено увагу аналізу і пошуку можливостей використання багатоспектральних космічних знімків для ідентифікації несанкціонованих звалищ [4; 6].

За кордоном багатосторонній проблемі дослідження звалищ, в тому числі й методами дистанційного зондування, приділяється особлива увага. Дешифрування космічних знімків присвячені дослідження і зарубіжних вчених [8; 9].

Японські спеціалісти С. Оші, Я. Яцуока, М. Тамура розробили особливі методи дешифрування побутових відходів за характеристиками яскравості, використовуючи нормовані спектральні індекси NDVI та VSW, проте проблема розробки методики дистанційного виявлення несанкціонованих сміттєзвалищ залишається мало дослідженою [1].

**Постановка завдання проблеми.** Мета наукової статті – дослідити та проаналізувати сучасні підходи до питань виявлення та моніторингу сміттєзвалищ на основі ДЗЗ та представити на цій основі геоінформаційний підхід до вирішення даної проблеми.

### **Виклад основного матеріалу**

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

Для зручного сприйняття користувачами інформації системи на рис. 1 показано послідовний процес виконання операцій, які є невід'ємними для повноцінної роботи системи із виявлення та іденти-

фікації сміттезвалищ та успішного результату, за допомогою універсальної мови моделювання UML, а саме за допомогою діаграми сценаріїв виконання (прецедентів).



Рис. 1. Процес моделювання загальної системи виявлення та ідентифікації сміттезвалищ

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

Діаграма представлена у загальному вигляді та містить три дійові особи:

1. Оператор, наприклад, – це може бути спеціалізований відділ даної сфери.
2. Користувач – певна організація, наявна державна структура, а також громадяни, які є зацікавленими у функціонуванні розроб-



леної системи.

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

В даній системі Оператор виконує наступні операції:

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

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

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

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

Результатом опрацювання є площинні характеристики звалища, висоти тіла звалища, а також розрахунок обсягу сміття за рахунок виконання зйомки в стереоскопічному режимі. Крім вимірювання кількісних характеристик звалища, за космічними знімками визначається ряд її якісних параметрів: морфологічний склад (тип сміття) та визначення по знімку впливу звалища на стан ландшафту.

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

Побудова діаграми діяльності дає можливість представити процес виявлення та ідентифікації сміттєзвалищ у якості певної послідовності дій, розмежованої між трьома доріжками, що значно полегшує комплексне відображення перебігу даного процесу, не розмежовуючи його на окремі процеси через необхідність встановлення відповідальних осіб для окремих складових.

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

Наступним кроком є побудова цифрової моделі рельєфу в обраному програмному продукті для більш наочного сприйняття досліджуваної території. Здійснюється детальний аналіз знімків та їх фотограмметрична обробка в спеціальному програмному забезпеченні. Оператор здійснює підготовку дешифрування знімків – здійснює вибір методу, яким в подальшому буде здійснювати дешифрування, обравши дешифрувальні ознаки.

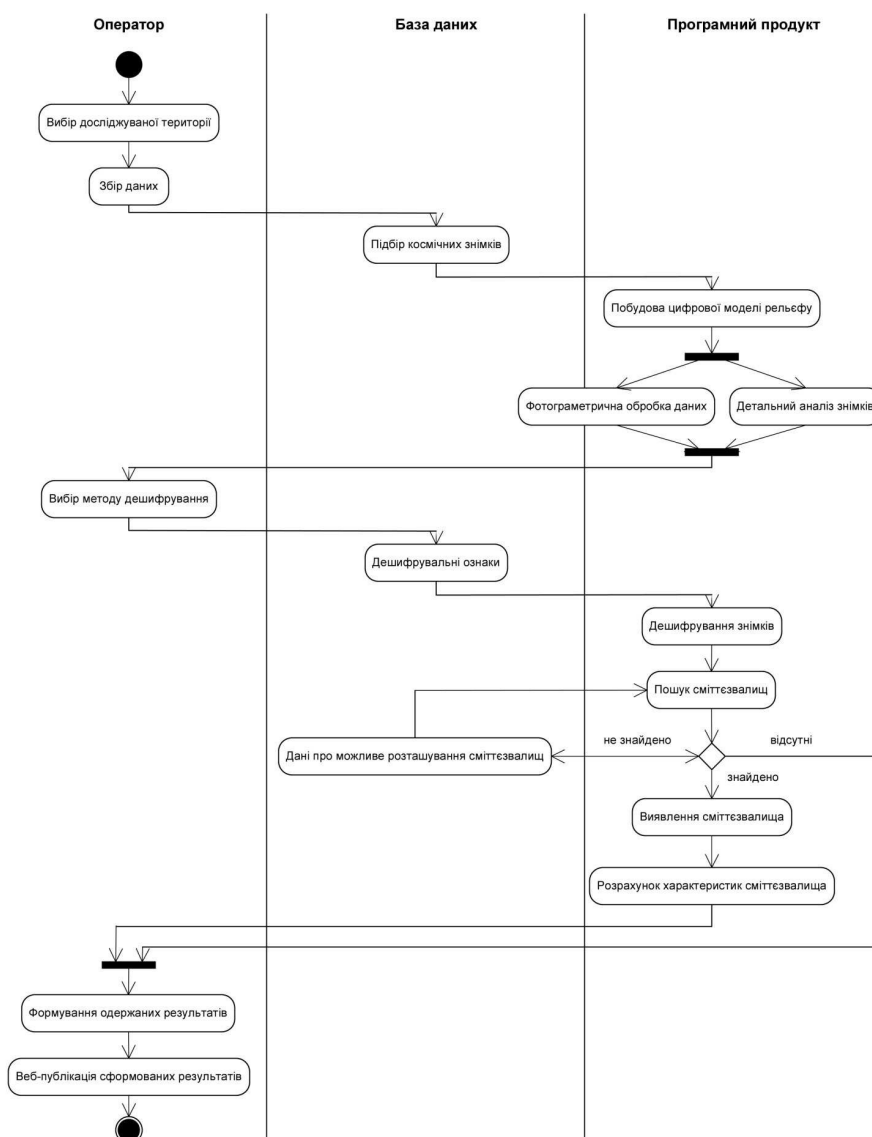


Рис. 2. Структура функціонування розробленої ГІС

Пошук сміттезвалищ може виконуватися як за основним сцена-



рієм, так і за допомогою додаткової інформації з повторним пошуком.

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

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

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

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

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

Дані дистанційного зондування є необхідними та оптимальними матеріалами для даної роботи. Вони проходять попереднє опрацювання, а саме виконується їх корекція та відновлення. В результаті на покращеному знімку виконують класифікацію об'єктів. Мета класифікації полягає в автоматизованій процедурі ідентифікації об'єктів. Серед безлічі методів класифікації виділяють два основних: контрольовану і неконтрольовану класифікації. Результатом роботи є

класифіковане зображення. Цей етап є одним з найголовніших і найскладнішим у процесі опрацювання. Не менш важливо об'єднати дані космічної зйомки з іншими даними на підставі географічної прив'язки до досліджуваної території. Для цього використовують засоби ГІС. Виконується оцінка точності класифікації об'єктів на знімку різними методиками та здійснюється вибір найкращої з них. Кінцевим етапом є формування результатів даного опрацювання і представлення у вигляді картографічних матеріалів та звітів.

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

Основними напрямками застосування дистанційного зондування в даній сфері є:

- виявлення несанкціонованих звалищ;
- моніторинг стану звалищ;
- виявлення і оцінка впливу звалищ на компоненти навколишнього природного середовища.

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

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

1. Аристов М. Мониторинг мусоросвалок и обнаружение стихийных свалок по данным ДЗЗ / Аристов М. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – [http://internetgeo.ru/archive\\_ua/14-22009.html](http://internetgeo.ru/archive_ua/14-22009.html).
2. Геодинамічне районування території Київської області з використанням космічних знімків (для аналізу розміщення полігонів захоронення відходів) / Готинян В. С., Аристов М. В., Томченко О. В., Миколенко Л. І. – К. : ДНВЦ „Природа”. – <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=719>.
3. Греков Л. Д., Оцінки впливу на довкілля Васильківського місця видалення відходів засобами ДЗЗ / ГІС технологій / Греков Л. Д., Красовський Г. Я., Клименко В. І. – К. : ІПНБРНБОУ <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=707>.
4. Доманська М. В. Ідентифікація несанкціонованих звалищ побутових відходів за матеріалами ДЗЗ [Текст] / М. В. Доманська, С. П. Боднар // Часопис картографії. – 2013. – Вип. 7. – С. 114–126.
5. Дудзяний І. М. Об'єктно-орієнтоване моделювання програмних систем : навчальний посібник. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 108 с.
6. Кохан С. С. Оцінка можливості ідентифікації звалищ за багатоспектральними космічними знімками [Текст] / С. С. Кохан, А. А. Москаленко // Вісник геодезії та картографії. – 2009. – № 6. – С. 29–34.
7. Розвиток тематичної складової інфраструктури геопросторових даних в Україні: Зб. наук. праць. – К., 2011. – 193 с.



8. Cui S. Y. Building detection and Recognition from High Resolution Remotely Sensed Imagery [Text] / S. Y. Cui, Q. Yan, Z. J. Liu, M. Li // Proceedings of XXI ISPRS Congress. – Beijing, China, 2008. – Vol. XXXVII. – P. 411–416. 9. Wood, C. Strategic Environmental Assessment [Text] / C. Wood, N. Lee. – Manchester: Manchester EIA Centre, 1995. – 298 p.

Рецензент: к.т.н., доцент Бялик І. М. (НУВГП)

---

**Dmytriv O. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Dudko S. A., Master's-degree Student** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

### **DETECTION AND MONITORING OF DUMPS USING REMOTE SENSING DATA AND GIS TECHNOLOGY**

**In the article the actual problem detection and monitoring of landfills in Ukraine, based on materials of remote sensing and GIS technologies. The authors analyzed the current state of information support of the issue and proposed the concept of geo landfill monitoring software with its subsequent implementation.**

**Keywords:** monitoring, remote sensing data, GIS technology, database, geospatial data.

---

**Дмытрив О. П., к.т.н., доцент, Дудко С. А., магистр**  
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **ВЫЯВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГ СВАЛОК С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**В статье рассматривается актуальный вопрос выявления и мониторинга свалок на территории Украины, основанный на материалах дистанционного зондирования и ГИС-технологиях. Авторами проанализировано современное состояние информационного обеспечения данного вопроса и предложена концепция геоинформационного обеспечения мониторинга свалок с последующим ее внедрением.**

**Ключевые слова:** мониторинг, данные дистанционного зондирования Земли, геоинформационные технологии, база данных, пространственные данные.