

УДК 504.064:528.8

© Н.А. Новохацька, наук. співробітник;
О.М. Трофимчук, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН України

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

ТЕХНОЛОГІЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ МІСЦЬ ВИДАЛЕННЯ ВІДХОДІВ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

У статті пропонується технологія інвентаризації місць видалення відходів методами дистанційного зондування Землі для створення єдиної бази даних та реєстру сміттєзвалищ, що значно підвищить рівень екологічної безпеки на регіональному і державному рівні та дасть можливість розробити комплекс заходів щодо зменшення впливу на довкілля твердих побутових відходів.

Ключові слова: тверді побутові відходи, місця видалення відходів, державний облік, база даних, методи дистанційного зондування Землі, космічні знімки.

Вступ. Протягом останнього десятиріччя в Україні продовжує відбуватися прогресуюче накопичення відходів як у промисловому, так і в побутовому секторах. У містах і селищах міського типу України щорічно утворюється понад 50 млн м³ твердих побутових відходів (ТПВ). Зазвичай відходи акумулюють у місцях видалення відходів (МВВ), а також на стихійних звалищах малої місткості. Розміщення сміття на сьогоднішній день залишається актуальним, сміттєзвалища перенасичені відходами, а нові не відкриваються у зв'язку з відсутністю фінансування, тому на території області утворюється велика кількість несанкціонованих малих стихійних звалищ, які не піддаються достовірному обліку. Вони, як правило, знаходяться в ярах та балках, у лісосмугах, на околицях населених пунктів тощо. Продукти вивітрювання й горіння видалених відходів забруднюють прилеглі землі. Продукти деградації складових відходів забруднюють підземні води, особливо першого водоносного горизонту. Ступінь цього забруднення на більшості звалищ не контролюється системами моніторингу.

Об'єкти, що шкідливо впливають або можуть вплинути на стан довкілля, види та кількість шкідливих речовин, які потрапляють у навколишнє природне середовище, види й розміри шкідливих фізичних впливів на нього підлягають державному обліку (Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», стаття 24). Включенню до реєстру і, відповідно, – паспортизації підлягають усі місця видалення відходів (ті, що функціонують, закриті, законсервовані, постійні, тимчасові тощо).

Відповідно до закону України “Про відходи” оцінку потенційної екологічної небезпеки МВВ України необхідно проводити на підставі всього комплексу наявної інформації, включаючи вихідні дані проектів, матеріали виробничої паспортизації відходів, дані інвентаризаційних карток (якщо вони є) і відомостей прибутково-видаткових документів, дані моніторингу та спеціальних робіт, відомості спеціально уповноважених органів видавничої влади у сфері поводження з відходами, матеріали постійно діючих комісій з питань поводження з безхазяйними відходами при місцевих державних адміністраціях та органах місцевого самоврядування. Також сюди відносяться дані про обсяги накопичення відходів та клас їхньої небезпеки для людини, про наявність в районі розміщення МВВ забруднення вод, ґрунтів, атмосферного повітря та його рівень, про рівень природних та штучних засобів відвертання забруднення навколишнього природного середовища (водотривкі шари порід, ізоляційні екрани тощо), про наявність та рівень моніторингу вод, ґрунтів, атмосферного повітря в районі МВВ, про особливості розташування МВВ, про рівень дотримання вимог експлуатації МВВ тощо.

Законодавство України про відходи також визначає основні принципи діяльності суб’єктів у сфері поводження з відходами, в тому числі обов’язки власників відходів щодо запобігання та відвернення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище та здоров’я людини на території України [1].

Проте існують ситуації, коли виявлені відходи не мають власника або їх власник відсутній. Такі відходи вважаються безхазяйними. Поняття, порядок виявлення, обліку та управління безхазяйними відходами визначено у Законі України “Про відходи” від 05.03.1998 р. (ст. 12), «Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів», затвердженому постановою КМУ від 03.08.1998 р. за № 1217. Власники і користувачі земельних ділянок, згідно з чинним законодавством зобов’язані повідомляти відповідні органи місцевої виконавчої влади чи місцевого самоврядування про безхазяйні відходи, які виявлені на земельних ділянках, що перебувають у їх власності або користуванні [2]. Підставами для здійснення процедури визначення відходів також можуть бути: заяви (повідомлення) громадян, підприємств, установ, організацій, засобів масової інформації, результати штатних інспекційних перевірок органів Міністерства екології та природних ресурсів України, санітарно-епідеміологічної служби, органів місцевого самоврядування [3]. Обов’язок ведення обліку безхазяйних відходів покладено на місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, які також несуть відповідальність за додержання умов поводження з ними і запобігання негативного впливу на довкілля та здоров’я людей.

Отже, наземний контроль та моніторинг сміттєзвалищ потребує величезних фінансових, часових та людських затрат, а іноді не можливий. Саме тому немає реальної та єдиної бази даних в галузі поводження з ТПВ, важко оцінити складність проблеми, що постала перед державою, та неможливо розробити комплекс заходів щодо зменшення впливу на довкілля ТПВ.

На сьогодні для моніторингу об’єктів, що негативно впливають на довкілля та здоров’я людей, частіше та ширше використовують методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Велика кількість робіт як в Україні, так і закордоном присвячена розгляду питань космічного моніторингу, результати яких дозволяють стверджувати про можливість застосування методів ДЗЗ для дослідження об'єктів накопичення відходів.

Постановка завдання. Космічні знімки у поєднанні із наземними методами моніторингу, а також з іншими джерелами інформації (електронні карти, цифрові моделі рельєфу) дають можливість оперативного виявлення, картографування та моніторингу звалищ. Як відомо, у поєднанні з методами ДЗЗ з успіхом використовують засоби геоінформаційних систем (ГІС), що дає можливість синтезувати картографічні моделі просторового розподілу МВВ [4].

Метою даного дослідження є розробка інформаційної технології інвентаризації МВВ, основаної на методах ДЗЗ, для створення єдиної бази даних та реєстру сміттєзвалищ. Це значно підвищить рівень екологічної безпеки на регіональному та державному рівні та дасть можливість розробити комплекс заходів щодо зменшення впливу на довкілля ТПВ.

Методика проведення досліджень. Методика виявлення, картографування та моніторингу звалищ включає в себе підбір космічних знімків з необхідними часовими та технічними характеристиками, їх дешифрування з метою виявлення сміттєзвалищ та загрузку результатів в ГІС.

Для успішного виконання зазначених цілей потрібно підібрати космічні знімки надвисокого просторового розрізнення (0,5–1 м), а саме QuickBird, WorldView, GeoEye, Pleiades, Ikonos та інші. Ці знімки дозволяють дешифрувати звалища, проводити вимірювання площі та ін. Зазвичай дешифрування проводять двома основними методами: візуальне і автоматизоване дешифрування. При цьому використовують дешифрувальні ознаки, які поділяються на прямі та непрямі. Прямі дешифрувальні ознаки характеризують властивості об'єкта, що знаходять безпосереднє відображення на знімках. До них відносяться такі ознаки, як геометричні (форма, тінь, розмір), яскравісні (фототон, рівень яскравості, колір, спектральний образ), структурні (текстура, структура). До геометричних відносяться ознаки, пов'язані з розмірами і формою об'єктів на місцевості. Форма є найбільш надійною ознакою, тому що слабо залежить від умов зйомки. До того ж око людини найбільш впевнено розпізнає саме форму об'єктів. Оскільки спектральна яскравість часто залежить від впливу зовнішніх факторів, то при дешифруванні космічних знімків і пошуку змін на місцевості необхідно застосовувати на додачу до алгоритмів, що засновані на перетворенні спектральної яскравості, алгоритми, що використовують структурні ознаки [5].

Так, для звалищ ТПВ характерна неправильна форма, витягування вздовж лінійних об'єктів (автодоріг, ж/д колій, ярів, балок і т. д.) Матеріали та предмети, з яких складаються ТПВ на звалищі, мають високий коефіцієнт відображення, що різко підвищує яскравість на космічних знімках; це такі відтінки, як червоний, білий, світло-жовтий, світло-голубий, синій та ін. Також дуже важлива ознака – дрібнозерниста текстура, що утворюється за рахунок нерівностей поверхні звалища. При дешифруванні космічних знімків використовують інформацію про можливе знаходження звалищ поблизу антропогенних та природних об'єктів.

Виявлення та розпізнавання сміттєзвалищ пропонується проводити у два етапи: виділення об'єкту на зображенні та розпізнавання його класу (рис. 1). На етапі виділення об'єкта необхідно мати карту місцевості в якості апріорної інформації, яку просторово поєднують із зображенням дистанційного зондування, потім формують вектор ознак для кожного пікселя на зображенні, класифікують його і виділяють об'єкт на цьому зображенні. На етапі розпізнавання класу об'єкта формують вектор ознак для кожного об'єкта та безпосередньо розпізнають клас об'єкта на зображенні. При виконанні останнього етапу необхідно врахувати апріорну інформацію (цифрова карта місцевості) та характерні значення ознак, що містяться в базі даних еталонних об'єктів [6]. База даних еталонних об'єктів створюється попередньо з тих полігонів МВВ, які паспортизовані та мають систему моніторингу.

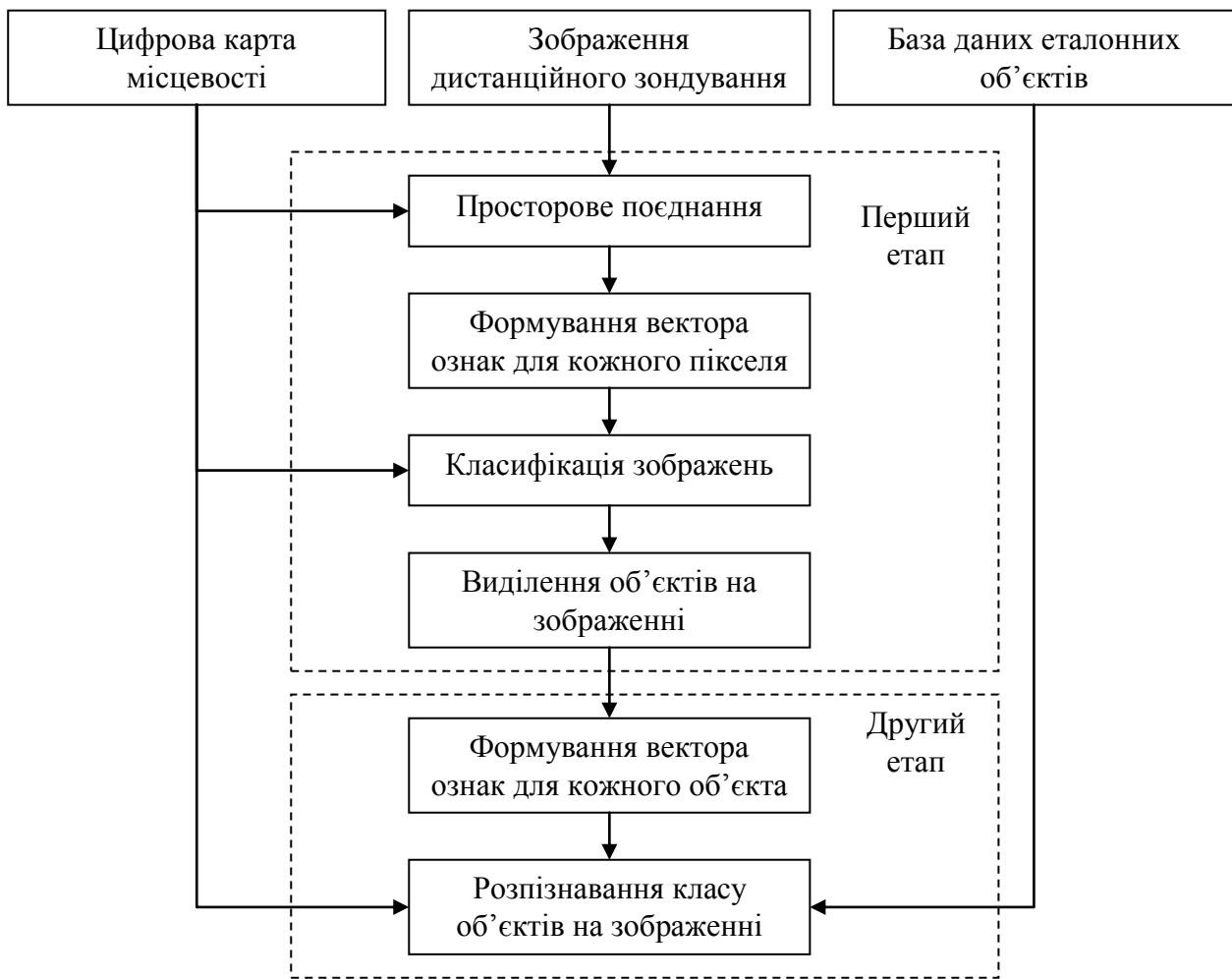


Рис. 1 – Схема виявлення та розпізнавання сміттєзвалищ

Результати дослідження. Авторами проводилось дослідження на прикладі Київської області, де станом на 01.01.2013 налічується 30 полігонів для ТПВ загальною площею 255,56 га. Найбільшим за площею в області є полігон ТПВ (15 га), розташований на землях Києво-Святошинського району Київської області на відстані 1,8 км від с. Тарасівка і 1,6 км від с. Крюківщина (рис. 2), саме цей полігон ТПВ був обраним еталонним об'єктом при

дослідженні. Зазначений полігон розташовано в яру біля автодороги, що з'єднує с. Тарасівку і с. Крюківщину і є основним сполученням з м. Київ, що характеризує полігон як дуже зручний та доступний для транспортування сміття. Одним із особливостей полігону є розташування поблизу (1 км) ставку, який має рибогосподарське та рекреаційне значення для населення прилеглих населених пунктів, а постійний дренажний стік утворює невелику річку Сіверку. Таке розташування сміттєзвалища дає підстави стверджувати про наявний постійний і значний вплив на навколишнє природне середовище та здоров'я населення і необхідність детального і систематичного моніторингу стану довкілля поблизу цього потенційно небезпечного об'єкта.



Рис. 2 – Космознімок та фото полігону ТПВ с. Тарасівка, Києво-Святошинський р-н, Київська обл.

При дешифруванні космічних знімків, підібраних на територію Київської області, використовували інформацію про можливе знаходження звалищ поблизу антропогенних та природних об'єктів, що дозволило нам виявити та розпізнати несанкціоновані стихійні сміттєзвалища, деякі з яких представлені на рис. 3.



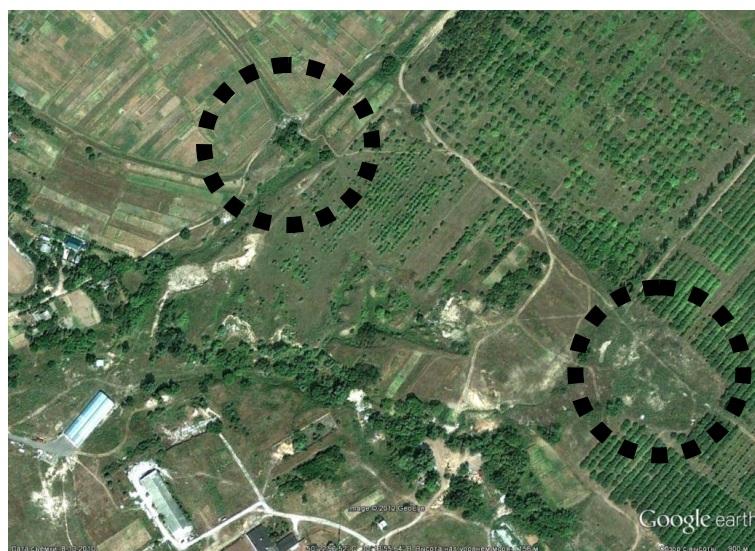
Рис. 3 – Виявлені несанкціоновані стихійні сміттєзвалища на території Київської обл.

Екологічна безпека та природокористування

З метою встановлення фактів скорочення або збільшення площі звалища та для контролю виконання заходів з їх рекультивації є доцільним порівнювати різночасові знімки на одну і ту ж саму територію, що гарантує безпомилковий та з незначними витратами моніторинг досліджуваної території (рис. 4 та рис. 5). Нами було порівняно знімки виявленого стихійного сміттєзвалища ТПВ в с. Білогородка, Києво-Святошинського р-на, Київської обл. за 2005 та 2010 роки, на яких видно зміни розміщення сміттєзвалища.



а) 2005 рік



б) 2010 рік

*Рис. 4 – Виявлення змін розміщення сміттєзвалища на космічних знімках.
Космознімки с. Білогородка, Києво-Святошинський р-н, Київська обл.: а) 2005 рік; б) 2010 рік*



а) 2005 рік



б) 2008 рік



в) 2010 рік

Рис. 5 – Динаміка заповнення полігону ТПВ. Космознімки полігону ТПВ с. Тарасівка, Києво-Святошинський р-н, Київська обл.: а) 2005 рік; б) 2008 рік; в) 2010 рік

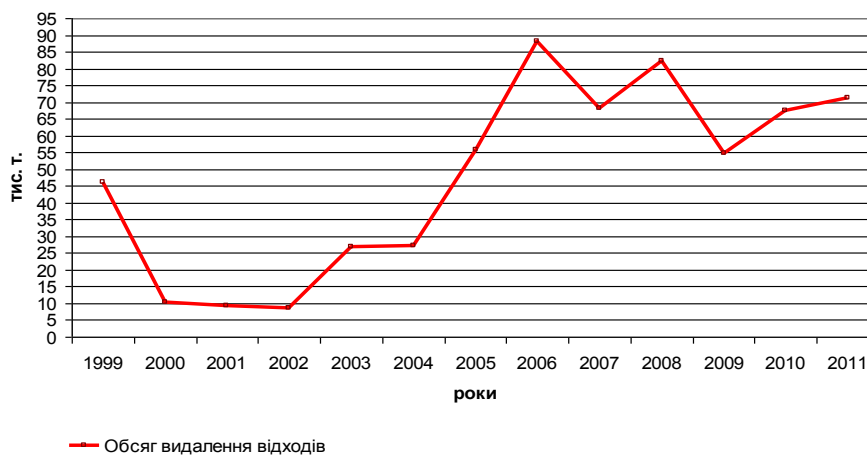
В ході проведення роботи було відібрано також космічні знімки території досліджуваного нами полігону ТПВ біля с. Тарасівка за 2005, 2008 та 2010 роки, за якими проаналізовано динаміку заповнення полігону ТПВ, зміну площі, стан полігона та відповідність фактичних границь полігона дозвільній документації. Для аналізу динаміки накопичення відходів на полігоні було використаний додатковий матеріал, а саме дані паспорту цього полігону (табл. 1).

Протягом усього періоду діяльності полігону накопичення відходів повільно зростає, але з 2005 р. почалося більш різке їх накопичення (рис. б), що призводить до використання більшої площі для складування та частішої зміни відпрацьованих секцій.

Таблиця 1 – Обсяг видалення відходів полігону ТПВ

Обсяг видалення відходів, тис. т		
Роки	За попередній рік	Обсяг накопичення видалених відходів
1999	46,128	
2000	10,318	259,528
2001	9,262	269,846
2002	8,734	279,108
2003	26,882	287,842
2004	27,114	314,274
2005	55,89	341,838
2006	88,222	397,728
2007	68,126	485,951
2008	82,195	554,078
2009	54,567	636,273
2010	67,599	690,841
2011	71,293	758,44
2012		829,732

Обсяг видалення відходів



Обсяг накопичення відходів

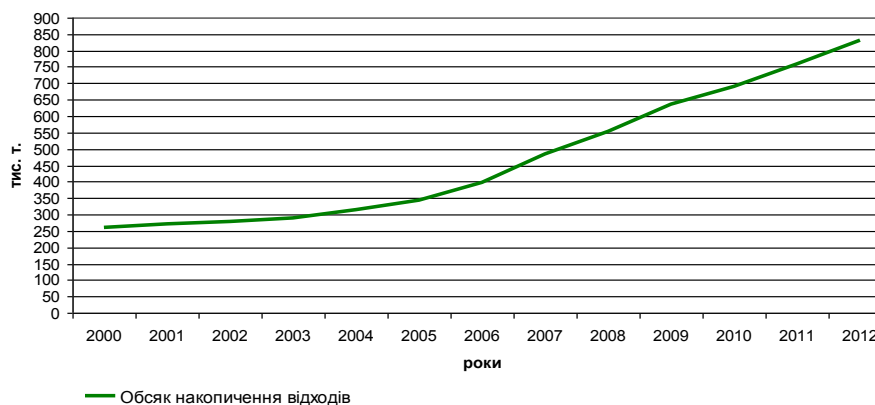


Рис. 6 – Графік обсягів видалення та накопичення відходів

Отже, інформація, отримана дистанційно за космічними знімками, підтверджується офіційними звітними даними розподілу за часом обсягу видалення та накопичення відходів на полігоні. Отримані дані дають можливість контролю за станом полігону в майбутньому, так як полігон відносно молодий і його заповнення буде продовжуватись (проектна потужність полігону 1 650 000 т).

Для роботи з космічними знімками було залучено засоби програмного комплексу ERDAS IMAGINE, який дає можливість реалізувати широкий спектр функцій їх обробки, візуалізації, аналізу та використовувати географічну інформацію. Вся наявна інформація була інтерпретована в ГІС, де сформована база даних та електронний реєстр сміттєзвалищ для Київської області.

Висновки. Розроблена інформаційна технологія інвентаризації сміттєзвалищ, використовуючи методи ДЗЗ для створення єдиної бази даних та реєстру сміттєзвалищ, дозволяє виявляти та розпізнавати несанкціоновані стихійні сміттєзвалища, оперативно отримувати достовірну інформацію про поточний стан досліджуваної території та проводити своєчасний контроль і прогнозувати розвиток негативних явищ і процесів, що значно підвищує рівень екологічної безпеки на регіональному та державному рівні і надає можливість розробки комплексу заходів щодо зменшення впливу на довкілля ТПВ.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 06.06.95 р. № 214/95.
2. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р.
3. Постанова КМУ «Порядок виявлення та обліку безхазяйних відходів» від 03.08.1998 р. № 1217.
4. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом / Л.Д. Греков, Г.Я. Красовський, О.М. Трофимчук. – К.: Наук. думка, 2007. – 123 с.
5. Гнатушенко В.В. Використання знімків надвисокого просторового розрізнення при моніторингу змін об'єктів земної поверхні / В.В. Гнатушенко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Х., 2010. – Вип. 26. – С. 14–19.
6. Орешкина Л. В. Обнаружение и распознавание класса объектов на многозональных изображениях дистанционного зондирования // Информатика. – М., 2005. – № 2. – С. 79–85.

Стаття надійшла до редакції 24.01.14 українською мовою

© Н.А. Новохацкая, А.Н. Трофимчук

ТЕХНОЛОГИЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ МЕСТ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТХОДОВ МЕТОДАМИ ДЗЗ

В статье предлагается технология инвентаризации мест накопления отходов методами дистанционного зондирования Земли для создания единой базы данных и реестра свалок, что значительно повысит уровень экологической безопасности на региональном

и государственном уровне и позволит разработать комплекс мероприятий по уменьшению воздействия на окружающую среду твердых бытовых отходов.

**© N.A. Novokhatska, A.N. Trofimchyk
TECHNOLOGY INVENTORY WASTE DEPOSITS
METHODS OF REMOTE SENSING**

In the article the technology inventory of waste accumulation methods of remote sensing to create a single database and registry dumps, which will significantly increase the level of environmental security at the regional and national level and will develop a set of measures to reduce the environmental impact of municipal solid waste.