

УДК 004.9:(551.4:628.542)(477)

О.Т. АЗИМОВ¹, О.В. ШЕВЧУК², К.О. АЗИМОВА³

¹Державна установа «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України»,
вул. О. Гончара, 55-б, Київ, Україна, 01054,
e-mail: azimov@casre.kiev.ua

²Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
Чоколівський б-р, 13, Київ, Україна, 03186,
e-mail: sov27041996@ukr.net

³Незалежна експертка,
вул. І. Неходи, 8, Київ, Україна, 03110,
e-mail: katya.azimova@gmail.com

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ДОСЛІДЖЕННЯХ ЧИННИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ТЕРИТОРІЙ СМІТТЄЗВАЛИЩ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Найефективнішим засобом для аналізу, управління та планування діяльності у сфері поводження з різноманітними відходами є впровадження інформаційної системи гео-моніторингу районів впливу полігонів їх захоронення або накопичення, що заснована на застосуванні технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та географічних інформаційних систем (ГІС). Інтегровані у ГІС дані ДЗЗ дають змогу оперативно отримувати достовірну інформацію про поточний стан досліджуваних територій, проводити своєчасний контроль і прогнозування розвитку негативних явищ і процесів, які на них відбуваються. Це значно підвищує ступінь екологічної безпеки на державному, регіональному та об'єктовому рівнях і надає можливість розробити комплекс заходів щодо зменшення впливу на довкілля полігонів захоронення відходів різного походження.

Ситуація з відходами, особливо з побутовими, у Київській області щороку погіршується. Внаслідок цього зростає загроза здоров'ю населення і екологічному стану довкілля відповідних територій. Отримані результати показують, що однією з причин ситуації, що склалася, є вибір несприятливих ділянок, у межах яких розміщені полігони захоронення відходів.

Ключові слова: геоінформаційні системи, моніторинг, довкілля, сміттєзвалища, побутові відходи.

Актуальність питання. Статистичні дані [23] свідчать про те, що за 2019 рік в Україні (без урахування даних Автономної

республіки Крим та м. Севастополь) утворилося майже 53 млн м³ побутових відходів, або понад 10 млн т, які захоронюють

на 6 тис. сміттєзвалищах і полігонах загальною площею понад 9 тис. га. Послугами з їх вивезення у державі охоплено близько 78 % населення (станом на кінець 2019 р.). Найгірший показник стосовно цього сервісу відзначається у Волинській (64 %) та Луганській (62,9 %) областях.

Завдяки впровадженню в 1462 населених пунктах роздільного збирання побутових відходів, роботі 34 сміттесортувальних ліній, 1 сміттєспалювального заводу і 3 сміттєспалювальних установок протягом 2019 р. перероблено та утилізовано близько 6,1 % відходів цього типу, з них 2 % спалено, а 4,1 % потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи. На 19 полігонах облаштовано систему вилучення біогазу та експлуатуються когенераційні установки, потужність яких досягла 26 МВт. У 2019 р. кількість утилізованого біогазу становить 48,5 млн м³ (50 % метану), а виробленої електроенергії – 92,1 ГВт*год. Втім, кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 258 одиниць (4,2 %), а 905 од. (15 %) не відповідають санітарно-гігієнічним нормам та нормам екологічної безпеки [23].

Неналежним чином проводиться робота з паспортизації та рекультивації сміттєзвалищ. З 1657 сміттєзвалищ, які потребують паспортизації, у 2019 р. фактично паспортизовано лише 145 одиниць (потребує паспортизації 24,9 % сміттєзвалищ від їх загальної кількості). Найбільша кількість полігонів, що потребують паспортизації, розташована у Хмельницькій (90 % від їх загальної кількості полігонів в області) та Дніпропетровській (відповідно 68 %) областях. З 483 сміттєзвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 57 одиниць, що становить приблизно лише 12 %. Найбільша кількість полігонів, що потребують рекультивації, зосереджена у Черкаській області та у м. Києві [23].

Потреба у будівництві нових полігонів складає понад 384 одиниці. Найбільша потреба у будівництві нових полігонів у За-

карпатській області – 44 одиниці. Через неналежну систему поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) у населених пунктах України, як правило у приватному секторі, щорічно виявляється 26,9 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу 0,58 тис. га. З їх числа у 2019 р. ліквідовано 26,4 тис. несанкціонованих звалищ площею 0,53 тис. га [23].

Таким чином, у порівнянні з аналогічними даними за 2018 р. [23], які ми ретельно проаналізували у статті [9], ситуація щодо поводження з ТПВ в Україні на початок 2020 р. не покращилася, а за рядом показників навіть погіршилася. Разом з тим наслідки впливу полігонів захоронення ТПВ на об'єкти довкілля і на здоров'я населення, що проживає поблизу них, призводять до виникнення ряду істотних проблем, які викликають серйозне занепокоєння у суспільстві.

Стосовно Київської області, то за даними [24] на її території налічується принаймні 12 об'єктів (полігони, шламонакопичувачі, золовідвали), на яких зберігаються промислові відходи, і 36 звалищ для ТПВ (рис. 1). Їх загальна площа сягає 472 га, обсяг накопичених відходів – 56,14 млн т. На жаль, 75 % звалищ і полігонів не задовольняють санітарним вимогам. Полігони й звалища, виконуючи роль природоохоронних споруд шляхом захоронення та біодеградації ТПВ, самі є джерелами негативного впливу на довкілля. До негативних видів впливу слід віднести виведення значних земельних площ із господарського використання на довгостроковий термін, забруднення ґрунтів та порушення їх структури, забруднення поверхневих, ґрунтових і підземних вод, забруднення рослинного покриву, атмосферного повітря, підвищена пожежонебезпечність тощо. Зокрема, за активної участі одного з авторів вже встановлені факти забруднення компонентів ландшафту важкими металами та іншими токсикантами на одному з полігонів захоронення ТПВ і на ділянках поблизу нього [3, 4, 6–9, 13, 14,

25, 31–34 та ін.].

У цьому контексті найсерйознішою проблемою є забруднення ґрунтових вод. Просочуючись крізь шари захоронених відходів, дощова та тала вода “збагачується” різними хімічними речовинами, які утворюються у процесі розкладання сміття, формуючи небезпечний фільтрат. Останній нерідко проникає до підземної гідросфери. Разом з димом, атмосферними опадами через ґрунт, воду і рослини мінімальні дози певних важких металів та діоксинів імовірно з їжею і питною водою по харчовому ланцюжку потраплятимуть в організм людини. Це може зумовлювати виникнення ряду онкологічних захворювань, порушення репродуктивного здоров’я, зниження імунітету, уповільнення розвитку дітей тощо.

Зазначені проблеми притаманні й ряду полігонів і сміттєзвалищ Київської області. Наприклад, проблемним є Київський полігон захоронення ТПВ № 5 поблизу с. Підгірці Обухівського району (послуги з захоронення відходів на ньому надає підприємство Приватне акціонерне товариство – ПрАТ – «Київспецтранс»), офіційно закритий полігон № 6 у районі с. Пирогово поблизу м. Києва та полігон у м. Біла Церква (підпорядкований ПрАТ «Комунальне автотранспортне підприємство № 1028»). Характерною для всіх районів області є наявність великої кількості несанкціонованих звалищ ТПВ, які являють собою серйозну екологічну небезпеку, оскільки існує можливість виносу забруднюючих речовин безпосередньо у водні об’єкти.

Отже, дослідження еколого-геохімічного стану компонентів навколишнього природного середовища територій, що зазнають впливу пов’язаних з ТПВ різноманітних викидів (зокрема токсичних), наразі є дуже актуальним завданням в Україні у рамках вирішення загальної проблеми. Чільне місце під час вивчення факторів забруднення довкілля у місцях видалення відходів різно-

го генезису мають займати й сучасні геоінформаційні технології. І перші напрацювання у цьому напрямі вже є [2, 10, 13, 15, 19, 26, 27, 35 та ін.].

Мета, методи, завдання та матеріали досліджень. Головна мета статті полягає у формуванні загальних принципів створення і у визначенні основних складових інформаційної системи геомоніторингу районів впливу полігонів захоронення ТПВ, як частини інформаційно-аналітичної системи аналізу ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру загалом, спрямованої для забезпечення сталого регіонального розвитку України [1, 2, 5, 10–12, 30 та ін.].

Дослідження, базуючись на методі аналітичного порівняння, полягали в опрацюванні та певним чином в узагальненні опублікованих у науковій літературі матеріалів і результатів звітів про науководослідні роботи стосовно інформаційних технологій моніторингу й управління сміттєзвалищами ТПВ, а також щодо прогнозування техногенно-екологічної трансформації територій під їх впливом. При цьому особливий акцент робився на аналіз ролі геоінформаційних систем у розроблених або запропонованих технологіях [15–20, 24, 25, 29, 36–42 та ін.].

Деякі практичні аспекти реалізації, апробація інформаційної системи геомоніторингу районів впливу полігонів захоронення ТПВ, що розробляється або удосконалюється нами з застосуванням технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [6, 7, 13, 14, 25, 27, 31–33, 35], продемонстровані на прикладі регіону Київської області та кількох типових об’єктах в її межах. У цьому контексті наразі ми переслідували такі основні завдання:

– визначення просторового розташування полігонів побутових та промислових відходів на території Київської області стосовно активних геологічних структур і оглядове геодинамічне районування регіону з метою визначення блоків, зон і діля-

нок, сприятливих та несприятливих при виборі місць закладання сміттєзвалищ та інших подібних об'єктів;

– вивчення динаміки зміни площ сміттєзвалищ;

– дослідження стану окремих ділянок (черг) сміттєзвалищ.

У процесі досліджень застосовувалися дані ДЗЗ, які являють собою матеріали як космічного, так і повітряного знімання. Зокрема, використані космічні знімки двох типів: 1) з супутника «Ресурс-Ф», отримані камерою КФА-1000 (просторове розрізнення 8 м/піксель, рік зйомки – 1986); 2) з супутників IRS-1C і IRS-1D (просторове розрізнення 5,8 м/піксель для панхроматичних зображень та 16 м/піксель для окремих спектральних каналів, рік зйомки – 2006). Для детальних досліджень на окремих ділянках, де розташовані найбільші за площею і своїми обсягами сміттєзвалища (північна частина Обухівського району, район м. Біла Церква, район м. Трипілля), також були залучені знімки з космічного апарата QuickBird (просторове розрізнення 0,6 м/піксель для панхроматичних зображень, рік зйомки – 2006).

По території полігона № 5, приналежного до півночі Обухівського району, використані дані аерознімання надвисокого просторового розрізнення з безпілотного літального апарата (БПЛА). Зйомка виконана за ініціати́ви, силами і наявними технічними засобами Підгірцівської сільської ради, керівництво якої їй передало нам відповідні матеріали.

Крім космічних знімків при геодинамічному районуванні Київської області застосовувалися також морфометричні картосхеми та цифрова модель рельєфу, створені свого часу фахівцями Державного науково-виробничого підприємства (ДНВП) «Природа» на основі топографічних карт за допомогою географічної інформаційної системи (ГІС) ArcINFO/ArcGIS з модулями Spatial Analyst та ArcScene/3DAnalyst і запозичені нами з люб'язно наданої спів-

робітниками ПрАТ «Візіком» презентації [24]. Основним методом вивчення тектонічно активних структур був лінеаментний аналіз.

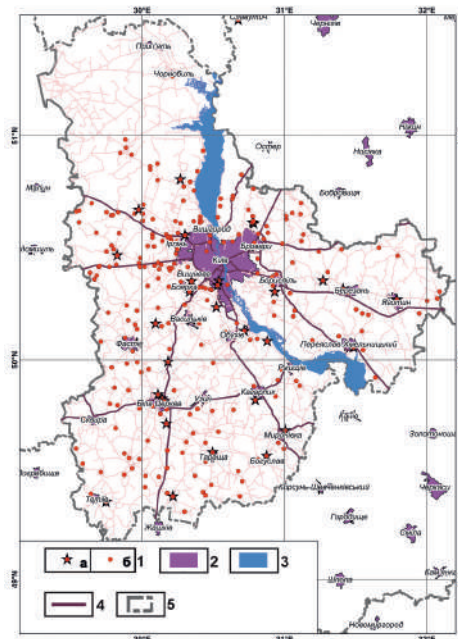


Рис. 1. Картосхема розміщення сміттєзвалищ на території Київської області, виявлених [24] за даними дистанційного зондування Землі (станом на 2016 р.). Складена з використанням матеріалів праці [24]. 1 – сміттєзвалища (а – офіційні, б – невідомого походження); 2 – міста; 3 – водні об'єкти; 4 – автомобільні траси; 5 – межі областей

Fig. 1. Schematic map of the landfills localities within the Kyiv's Oblast area distinguishing by remote sensing data (as of 2016 [24]). Compiled using materials [24]. 1 – landfills (a – authorized ones, b – of uncertain origins); 2 – cities and towns; 3 – water bodies; 4 – road traffic routes; 5 – Oblasts boundaries

Викладення основного матеріалу досліджень. Огляд і узагальнення наукових літературних джерел щодо базової структури інформаційної системи моніторингу основних компонентів довкілля районів впливу полігонів захоронення ТПВ [15, 19, 20, 24, 26, 29, 35–42 та ін.] дозволив встановити, що більшість розробок останніх років у багатьох країнах світу переважно стосувалися проблем вибору сприятливих ділянок для закладання, а надалі – управління сміттєзвалищами і полігонами

захоронення ТПВ. Проте, аналізуючи результати цих досліджень і напрацювань, нами визначено, що в них закладено такі етапи і складові створення інформаційної системи моніторингу основних об'єктів навколишнього природного середовища територій, на яких розміщені сміттєзвалища різних класів:

1. Аналіз теоретичних і науково-методологічних підходів та методів геомоніторингу територій, що зазнають впливу полігонів захоронення ТПВ. Вибір підходів і методів на основі геоінформаційних технологій, що є найбільш придатними для практичної їх реалізації з використанням відповідного програмного забезпечення.

2. Розробка моделі оцінки, аналізу та прогнозування техногенно-екологічної трансформації територій під впливом полігонів захоронення ТПВ.

3. Моделювання ситуацій забруднення складових довкілля у зоні впливу полігонів ТПВ та їх екологічних наслідків (зокрема надзвичайних ситуацій у зв'язку з аварійним викидом різноманітних токсикантів).

4. Адаптація алгоритмів оцінювання відповідно до наявних варіантів інформаційного забезпечення вхідними даними.

5. Науково-технічне обґрунтування, проектування і програмна реалізація дослідного зразка геомоніторингового блоку інформаційно-аналітичної оцінки, аналізу та прогнозування еколого-економічних втрат (збитків) від діяльності полігонів захоронення ТПВ в Україні.

6. Науково-технічне обґрунтування й розроблення блоку підтримки рішень та інтегрування його в єдину структуру діючого прототипу програмного комплексу інформаційно-аналітичної системи управління полігонами захоронення ТПВ.

7. Тестування прототипу системи та його дослідна експлуатація.

На нашу думку, в кожному з зазначених блоків інформаційної системи чільне місце повинні займати й сучасні технології ГІС та ДЗЗ. У подальшому удосконаленні ін-

формаційної системи моніторингу навколишнього природного середовища у місцях видалення (захоронення) ТПВ та прилеглих районів, що зазнають їхнього впливу, з застосуванням ДЗЗ/ГІС-технологій ми й вбачаємо свої перспективи.



Рис. 2. Дистанційне зображення Київського полігона № 5 станом на 2006 р., зроблене з космічного апарата Quick Bird, на якому чітко дешифруються площі відкритих дзеркал озер для збору фільтрату (окреслено червоним кольором): А, Б – карти полігона

Fig. 2. Quick Bird image of the Kyiv's Landfill No 5 as of 2006, where the areas of the water face of leachate ponds are identified clearly (outlined in red). A, Б – the Landfill Sections

Е.В. Щербиною [28] виділено такі періоди життєвого циклу полігонів захоронення ТПВ: пасивний (проведення інженерних досліджень на стадії обґрунтування інвестицій, виконання оцінки існуючого стану довкілля); активний (створення, експлуатація, рекультивація полігонів); пасивний (закриття полігонів). Отож, на особливостях використання геоінформаційних технологій, насамперед технологій ГІС та ДЗЗ, на перших з указаних періодах циклу існування і діяльності полігонів захоронення ТПВ зупинимось детальніше.

Як на початку першого (закладання), так і в період активного циклу того чи іншого

полігона захоронення ТПВ для здійснення геомоніторингу відповідної території необхідно підібрати дистанційні знімки. Метою їх використання є отримання в подальшому такої інформації: місце розташування (населений пункт, район, координати), режим функціонування (діюче, закрите), характеристика (об'єм, площа, наземне, підземне), тип відходів та інші характеристики полігона захоронення ТПВ. Для цього слід використовувати багатозональні космічні знімки надвисокого просторового розрізнення з апаратів типу Ikonos, QuickBird, Eros A, GeoEye-1, WorldView-2 тощо, які дають можливість отримувати зображення місцевості функціонуючих урбоєкосистем з просторовим розрізненням, близьким до 1 м/піксель в панхроматичному або мультиспектральному діапазонах електромагнітних хвиль.

Необхідне проведення атмосферної й геометричної корекції знімків, що уможливить їх подальше камеральне дешифрування, класифікацію, розпізнавання на них різноманітних об'єктів. Це можна виконувати як автоматизованими і напіваавтоматизованими, так і інтерактивними за активної участі фахівця методами. Однак, при цьому варто здійснювати й еталонні вимірювання параметрів полігона захоронення ТПВ на місцевості геодезичними методами, що дають можливість здійснити їх розпізнавання більш адекватно.

В активний період функціонування полігона слід проводити такі види моніторингу: моніторинг власне процесу захоронення ТПВ, моніторинг температурних режимів земних покривів, моніторинг утворення біогазу та фільтрату в його межах. Для сучасного документування полігонів слід застосовувати БПЛА, а для покращення візуалізації об'єктів розміщення відходів – представляти їх у вигляді тривимірних моделей. Отож, в активний період функціонування полігона періодичні знімання з БПЛА дадуть можливість створити базу даних, яка буде корисною для аналізу роботи

полігона, а підприємство, що займається його експлуатацією та утриманням, зможе виконувати контроль запроектованих технологічних операцій із захоронення відходів.

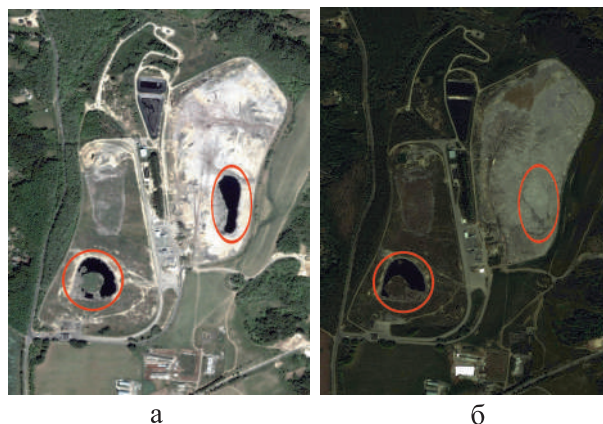


Рис. 3. Виявлення змін стану площ озер для збору фільтрату (окреслено червоним кольором) на полігоні № 5 за дистанційними зображеннями з космічного апарата Quick Bird від 26.05.2007 р. (а) та від 10.05.2008 р. (б)

Fig. 3. Distinguishing the change of the leachate pond area (outlined in red) within the Landfill No 5 using the Quick Bird image of 26.05.2007 (a) and 10.05.2008 (b)

Такий контроль загального характеру (усього полігона захоронення ТПВ) повинен відбуватися двічі на рік у міжвегетаційний період (рання весна та пізня осінь), коли відсутня рослинність на полігоні. Ще однією з функцій контролю є аналіз параметрів захоронення відходів на встановлених робочих картах (наприклад, ширина робочої карти до 15 м, а довжина – 50–120 м), контроль ступеня ущільнення відходів робочої карти (поки ущільнений шар відходів не досягне 2,0–2,5 м, після чого карту слід укривати ізолюючим шаром – ґрунту, глини, подрібнених будівельних відходів товщиною не менше 0,2 м). Це необхідно виконувати сучасними ГНСПриймачами (GNSS, Global Navigation Satellite System – супутникова система навігації) в режимі RTK (Real Time Kinematic

– позиціонування у режимі реального часу) або способом тахеометричного знімання. Дані знімання з БПЛА можуть використовувати спеціалісти житлово-комунального господарства, науково-дослідних організацій для виконання інженерних та проектних робіт.

Як приклад впровадження розробок на підставі застосування ДЗЗ/ГІС-технологій на етапі пасивного (початкового) періоду життєвого циклу полігонів захоронення ТПВ, нижче наведено продемонстровані у доповіді [13] результати структурно-геодинамічних досліджень території Київської області. Передусім було проаналізовано складену в попередні роки працівниками ДНВП «Природа» загальну картосхему мережі лінеamentів та їх зон регіону. Вони відображають активні на сучасному етапі розвитку земної кори геологічні структури, вірогідно диз'юнктивного характеру.



Рис. 4. Перспективне дистанційне зображення південної частини карти «А» полігона № 5, зроблене з безпілотного літального апарата 31.05.2019 р., яке дає змогу контролювати процес рекультивації сміттєзвалища (покриття інертним ґрунтом), розпізнавати його внутрішню «структуру», шлях проїзду по ньому, озеро для збору фільтрату, покрите захисним шаром (окреслене червоним кольором)

Fig. 4. Promising unmanned aerial vehicle image of the southern part of the Landfill No 5 Section «A» acquired on 31.05.2019, which allows controlling the landfill reclamation process (layering the inert soil) and distinguishing its inner «structure», passway through the landfill, leachate pond covered with the protected layer (outlined in red)

Територію області перетинає значна кількість лінійних утворень вказаного класу. Ступінь підтвердження виділених за космознімками розривних об'єктів результатами геолого-геофізичних робіт різна. Серед них є диз'юнктивні порушення, виявлені геолого-геофізичними методами у кристалічному фундаменті та осадовій товщі, в осадовій товщі та рельєфі земної поверхні (підтверджуються за геолого-геоморфологічними даними), у рельєфі та інших компонентах ландшафту (знаходять відображення за даними геоморфологічних і морфометричних досліджень).

Отримані результати свідчать, що частина полігонів ТПВ, полігонів будівельних та промислових відходів та інших подібних об'єктів на теренах Київської області розташовані не в оптимальних умовах. Вибір місць для величезних полігонів ТПВ у м. Києві та на його околицях – поблизу населених пунктів Пирогово та Підгірці – є невдалим. Ділянки полігонів № 5 та № 6 розташовані у Дніпровській лінеamentній зоні. Вона характеризується значною геодинамічною активністю, істотними вертикальними або (та) горизонтальними рухами, значною тектонічною роздробленістю, а значить проникністю товщ земної кори. До зон тріщинуватості часто приурочені річкові долини, балки, яри, тут активно розвиваються сучасні екзогенні процеси.

На геодинамічно активних ділянках розміщені полігони ТПВ, нехай і значно менші за розмірами, у районі Узина, Бородянки, Богуслава, Ставища, Яготина. Поблизу тектонічно активних структур розташовані полігони промислових відходів у районі Обухова та Білої Церкви.

Поряд з тим, можна виділити ділянки, найбільш сприятливі для розміщення полігонів побутових та промислових відходів. Серед територій, прилеглих до м. Києва, придатні для розміщення нових полігонів ТПВ ділянки локалізуються у

Вишгородському, Кагарлицькому, Васильківському, Бородянському, Бориспільському районах. У більшості випадків ці землі зайняті сільськогосподарськими угіддями, які необхідно буде виводити з обігу. Хоча тут же можна виділити ділянки, зайняті порівняно малоцінними землями, або ж ділянки, у межах яких поєднуються малоцінні землі та невеликі масиви сільськогосподарських угідь.

Подібні до наведених дослідження з застосуванням ДЗЗ/ГІС-технологій необхідно проводити і враховувати їх основні результати на етапі вибору ділянок і площ, сприятливих для закладання полігонів захоронення або сміттєзвалищ ТПВ.

Нижче розглянемо деякі конкретні чинники негативного екологічного впливу на природне середовище і населення полігонів захоронення ТПВ і можливості їх моніторингу засобами ДЗЗ.



Рис. 5. Перспективне дистанційне зображення північно-західної частини полігона № 5, зроблене з безпілотного літального апарата 31.05.2019 р., на якому простежуються місця височування фільтрату (чорно-коричневий колір) з «тіла» сміттєзвалища, стікання його по схилу і накопичення у підніжжі карти «А», а також поверхня найбільшого ставка-фільтратонакопичувача

Fig. 5. Promising unmanned aerial vehicle image of the north-western part of the Landfill No 5 acquired on 31.05.2019, where the percolation places of leachate (black brown color) from the landfill «body», its flowing down the slope and the accumulation at the Section «A» bottom, as well as the surface of the largest leachate collection pond are visible

Моніторинг температурних режимів об'єктів розміщення відходів. Горіння сміттєзвалищ має високу екологічну небезпеку, оскільки призводить до забруднення довкілля токсичними продуктами горіння. Значна кількість сміттєзвалищ горить десятками років, незважаючи на їх періодичні гасіння. Існують теорії, які взагалі виключають попередження самозаймання та горіння сміттєзвалищ традиційними методами. Для забезпечення належної якості навколишнього природного середовища і здоров'я населення необхідно усувати причини виникнення пожеж на звалищах і полігонах захоронення ТПВ та контролювати проведення профілактичних робіт для їх недопущення, вчасно виявляти осередки потенційного підземного самозаймання відходів.

Одним із таких засобів попередження є застосування даних космічного або аерознімання в інфрачервоному діапазоні спектра, які базуються на реєстрації теплового випромінювання поверхні та розміщених на ній об'єктів, або ж даних зі встановлених на літальних апаратах спеціалізованих тепловізорів. Останні допоможуть фіксувати осередки займання, площі розповсюдження горіння, а в подальшому – і під час їх ліквідації. Отже, ці засоби можуть бути використані при функціонуванні полігонів захоронення ТПВ загалом.

Наочним прикладом впровадження методики оперативного виявлення і картування осередків потенційного підземного самозаймання і наступного горіння відходів на основі дистанційних технологій є наведені у публікації [17] матеріали по торфовищах. Адже сутність біохімічних процесів, які відбуваються і на сміттєзвалищах, і на торф'яниках та формують пірологічну ситуацію в їхніх межах, фактично тотожна. Таким чином, застосування даних аерокосмічних знімків є вагомою ланкою у комплексі превентивних заходів з недопущення виникнення пожеж на звалищах і

полігонах захоронення ТПВ.

Моніторинг утворення біогазу та фільтрату. Процес утворення біогазу виникає в результаті природного розкладання органічних речовин. Для його добування слід встановлювати спеціальні свердловини, розташовані по всій ділянці “тіла” полігона. У подальшому газ спалюється чи переробляється на електроенергію.

Ще одним компонентом необхідного моніторингу є фільтрат, що здебільшого утворюється в результаті попадання атмосферних опадів на “тіло” сміттєзвалища та просочування їх крізь нього. Зазвичай фільтрат потрапляє у відповідні збірники (озера). Таким чином, необхідно проводити періодичні вимірювання площ дзеркал збірників фільтратів та моніторити їх зміну на основі дистанційних знімків, як це показано на рис. 2–5. Проблема переповнення ставків-фільтратонакопичувачів полягає у посиленні тиску на захисні дамби, що може спричинити їх деформації. Також перетікання фільтрату через захисні греблі відстійників внаслідок їх переповнення, витікання (височування) його з “тіл” сміттєзвалищ і наступне стікання по схилах і накопичення у їх підніжжях є одним зі шляхів забруднення цією небезпечною рідиною поверхневої та підземної гідросфер (рис. 5, 6).



Рис. 6. Фотографічне зображення «тіла» східної частини черги «А» полігона № 5, на якому темно-коричневим кольором позначено місця височування і стікання фільтрату

Fig. 6. Photographic image of the eastern part of the Section «A» «body» of the Landfill No 5, where the percolation places of leachate and its flowing down the slope are marked out (black brown color)

Іншим шляхом потрапляння фільтрату до підземних вод є прориви захисних плівок у “тілах” сміттєзвалищ. Загалом для розуміння цього процесу вирисовується зображена на рис. 7 логічна схема впливу фільтрату на підземні води та якість питних вод для населення.

У постексплуатаційний період проводять моніторинг просторового зміщення “тіла” полігона ТПВ. Причиною закриття полігонів може бути закінчення терміну їх експлуатації або надзвичайні ситуації (зсуви, пожежі), протести мешканців сусідніх населених пунктів, невідповідність нормам експлуатації та захоронення відходів на полігонах та інші. Після закриття полігона відбувається процес стабілізації його “тіла”, який передбачає виположення схилів і приведення їх до норми в 18° (рис. 4, 5). При розробленні проекту рекультивациі необхідним буде використання даних топографічного знімання, зокрема: при вертикальному плануванні, розрахунку необхідного об’єму ґрунту для ізоляції (верхній шар), для визначення відстані від полігона ТПВ до найближчих містобудівних об’єктів, площі, зайнятої безпосередньо відходами тощо. У подальшому після технічної та біологічної рекультивациі необхідне виконання закладання геодезичних пунктів, що в подальшому слугуватимуть для визначення просторових зміщень “тіла” полігона.

Як ілюстративні приклади апробації зазначених підходів, нами, зокрема, встановлено [13], що на детальних космічних знімках добре розрізняється стан досліджених звалищ, насамперед їхня внутрішня “структура”: відпрацьовані ділянки, закриті шаром інертного ґрунту; ділянки, де в даний час складаються відходи; водойми для збору фільтрату чи окремі ділянки, де застоюються забруднені води; під’їзні шляхи; канали тощо (рис. 2, 3, 8).

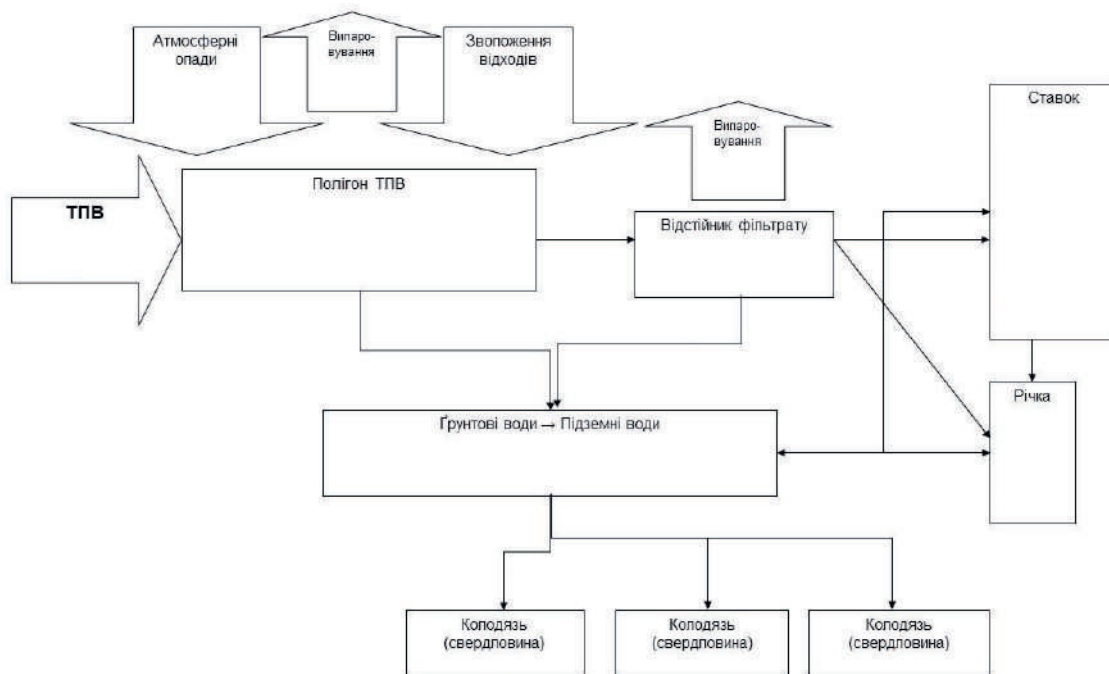


Рис. 7. Логічна схема впливу фільтрату на підземні води та якість питної води для населення. Складена з використанням матеріалів праці [26], з доповненнями

Fig. 7. Logical scheme of the effect of leachate on groundwater and drinking water quality for the population. Compiled using materials [26], with additions



Рис. 8. Дистанційне зображення сміттєзвалища на околиці м. Біла Церква станом на 2006 р., зроблене з космічного апарата Quick Bird. Віддешифрований контур сміттєзвалища: блакитний колір - станом на 1986 р., червоний - станом на 2006 р. Карти складування побутових відходів: жовтий колір - станом на 1986 р., білий - станом на 2006 р.

Fig. 8. Quick Bird image of the landfill site on the outskirts of Bila Tserkva as of 2006. Landfill outline is identified: its positions as of 1986 and 2006 are highlighted in blue and red, respectively. There are the Sections of municipal waste disposal as of 1986 (yellow) and as of 2006 (white)

На знімку полігона захоронення ТПВ м. Біла Церква виявлено явище самозаймання сміття. Воно відображається помітним

шлейфом диму, який розповсюджується від вогнища горіння у північно-західній частині сміттєзвалища (рис. 8).

Вивчення динаміки зміни площі Білоцерківського полігона за період у 20 років виконано за спектрометричними характеристиками і текстурою зображень. Виділено ділянки звалища, що експлуатувалися у різний час. На космічних знімках помітні зміни рослинності на прилеглих районах, вдалося дешифрувати шляхи під'їзду до сміттєзвалища, що використовувалися у різний час (рис. 8).

Детальні дослідження геодинамічної безпеки та сучасних екзогенних процесів за космічними знімками QuickBird дозволяють виявляти потенційно-небезпечні ділянки на полігонах, шламонакопичувачах та об'єктах інженерної інфраструктури. На цих знімках також виділяються зсуви, активні яри, площі утворення боліт, деформації земної поверхні на місці старих ділянок звалищ та інші процеси, що потребують уваги.

Також застосування космознімків високого

просторового розрізнення дало змогу виявити стихійні звалища, ділянки несанкціонованого скидання сміття (зокрема в межах забудови, в ярах, лісосмугах тощо). Так, було встановлено декілька звалищ сміття у межах м. Києва та у його найближчих околицях: у лісовому масиві поблизу Державного підприємства «Антонов», поблизу м. Вишневе, у зоні малоповерхової забудови поряд з Совськими ставками, у районі дачної забудови поблизу смт. Глеваха тощо.

Інформативними щодо оцінювання стану сміттєзвалищ та полігонів ТПВ (поточного та колишнього), щодо виявлення і моніторингу різноманітних негативних процесів і явищ в їх межах та на прилеглих ділянках безсумнівно також є матеріали повітряних знімань з БПЛА (рис. 4, 5).

Отже, наведені результати дозволяють стверджувати, що застосування геоінформаційних технологій, складовими частинами яких є ДЗЗ/ГІС-технології, допомагає підвищувати ефективність комплексу робіт, спрямованих на планування, контроль, оперативний аналіз і оцінку ряду характеристик, управління об'єктами, пов'язаними з відходами різного генезису. Комплекс просторово розподілених дистанційних даних, що завірені наземними спостереженнями, вирізняється низкою позитивних якостей, важливими з яких є: актуальність, оперативність отримання, об'єктивність у відображенні об'єктів та процесів, велика оглядовість, інтегруюча здатність (природна генералізація), своєрідна "рентгеноскопічність", повторюваність,

можливість отримання матеріалів аерокосмічного знімання одного і того ж регіону різних масштабів, можливість одержання зображень у декількох зонах спектра електромагнітних хвиль, відносна дешевина при вирішенні поставлених завдань тощо.

Основний висновок. Найефективнішим засобом для аналізу, управління та планування діяльності у сфері поводження з різноманітними відходами є впровадження інформаційної системи геомоніторингу районів впливу полігонів їх захоронення або накопичення, що основана на застосуванні ДЗЗ/ГІС-технологій. Інтегровані у ГІС дані ДЗЗ дозволяють оперативно отримувати достовірну інформацію про поточний стан територій, що досліджуються, проводити своєчасний контроль і прогнозування розвитку негативних явищ і процесів, які на них відбуваються. Це значно підвищує ступінь екологічної безпеки на державному, регіональному та об'єктовому рівнях і надає можливість розробити комплекс заходів щодо зменшення впливу на довкілля полігонів захоронення відходів різного походження.

Ситуація з відходами, особливо з побутовими, у Київській області щороку погіршується. Внаслідок цього зростає загроза для здоров'я населення і для екологічного стану довкілля відповідних територій. Отримані результати показують, що однією з причин ситуації, що склалася, є вибір несприятливих ділянок, у межах яких розміщені полігони захоронення відходів.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Азімов О.Т. Задачі інформаційно-аналітичної системи аналізу ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру у контексті забезпечення сталого розвитку регіонів України. Друга Міжнар. наук.-практ. конф. «Техногенно-екологічна безпека регіонів як умова сталого розвитку України» (16-19 квіт. 2002 р., м. Львів): матеріали. Київ: Т-во «Знання» України, 2002. С. 199–201.
2. Азімов О.Т. Супутникові та ГІС-технології у вирішенні проблеми вибору ділянок, придатних для зберігання токсичних відходів промислового походження. II Наук.-техн. конф. «Нові технології та обладнання по переробці промислових та побутових відходів і їх медико-екологічне забезпечення» (17-20 лют. 2003 р., смт. Східниця): твори. Київ: Т-во «Знання» України, 2003. С. 23–25.
3. Азімов А.Т., Злобина Е.С., Кармазиненко С.П., Кураева И.В. Мониторинг качества поверх-

- ностных вод районов захоронения твердых бытовых отходов. Междунар. науч. экол. конф. «Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития» (г. Краснодар, 24-26 марта 2020 г.): материалы; сост. Л.С. Новопольцева, под ред. И.С. Белюченко. Краснодар: КубГАУ, 2020. С. 340–343. <http://ecokavkaz.ru/media/docs/conf/conf2020.pdf>
4. Азімов А.Т., Кармазиненко С.П., Кураева В.В., Войтюк Ю.Ю. Анализ результатов комплексных геохимических исследований образцов компонентов ландшафта из зоны влияния мест захоронения твердых бытовых отходов. Междунар. науч. экол. конф. «Отходы, причины их образования и перспективы использования» (г. Краснодар, 26-27 марта 2019 г.): материалы; сост. Л.С. Новопольцева, под ред. И.С. Белюченко. Краснодар: КубГАУ, 2019. С. 198–200. <http://www.ecokavkaz.ru/media/docs/conf/conf2019.pdf>
5. Азімов О.Т., Коротинський П.А., Колесніченко Ю.Ю. Огляд поточного стану природно-техногенної безпеки в Україні та перспективи розвитку аналітичної інтерактивної системи моніторингу надзвичайних ситуацій засобами дистанційних, телематичних та ГІС-технологій. Геоінформатика. 2006. № 4. С. 52–66.
6. Азімов О.Т., Кураева І.В., Бахмутов В.Г. та ін. Оцінка розподілу важких металів у ґрунтах районів захоронення твердих побутових відходів. Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Геологія. 2019. Вип. 4 (87). С. 76–80. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.87.11>
7. Азімов О.Т., Кураева І.В., Войтюк Ю.Ю. та ін. Еколого-геохімічна оцінка об'єктів довкілля територій поховання твердих побутових відходів. Пошукова та екологічна геохімія. 2018. № 1 (19). С. 22–26.
8. Азімов О.Т., Кураева І.В., Кармазиненко С.П., Злобіна К.С. Рациональный комплекс геохимических методов при дослідженні довкілля районів поховання твердих побутових відходів. VI Міжнар. геол. форум «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво» (17-22 черв. 2019 р., м. Одеса, Україна): матеріали. Київ: УкрДГРІ, 2019. С. 13–16. Режим доступу: http://ukrdgri.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/material_geoforum_2019_1.pdf
9. Азімов О.Т., Кураева І.В., Трофимчук О.М. та ін. Забруднення ґрунтів та інших об'єктів довкілля важкими металами в районах полігонів захоронення твердих побутових відходів. Геоінформатика. 2020. № 1 (73). С. 82–98. <http://www.geology.com.ua/>
10. Азімов О.Т., Лялько В.І., Ходоровський А.Я., Сахацький О.І. Аерокосмічні дослідження при виборі ділянок захоронення РАВ та контролі впливу сховища на екологічний стан довкілля. СТИХИЯ-2002: V-й Севастопольский Междунар. семинар «Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза стихийных, техногенных и социальных катастроф» (Севастополь, 14-22 сент. 2002 г.): материалы. Севастополь: СИНЭКО, 2002. С. 128–129.
11. Азімов О.Т., Сасюк М.М. Технології дистанційного зондування Землі і ГІС при створенні інформаційно-аналітичної системи аналізу ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. Конф. «ГІС Форум-2000» (Київ, 13-16 листоп. 2000 р.): матеріали. Київ: ГІС-Асоц. України, 2000. С. 66–72.
12. Азімов О.Т., Тесленко О.М., Чумаченко С.М. Інформаційне забезпечення моніторингу навколишнього середовища та підтримки прийняття рішень під час ліквідації надзвичайних ситуацій на основі використання краудсорсінгових та геоінформаційних технологій. Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку: VI Всеукр. наук.-практ. конф. «Картографія в науковій, освітянській та управлінській діяльності» (м. Київ, 2-3 жовт. 2014 р.): збірник матеріалів. Київ: ДНВП «Картографія», 2014. Вип. 6. С. 8–12.
13. Азімов О.Т., Томченко О.В., Кармазиненко С.П. та ін. Моніторинг територій полігонів твердих побутових відходів з використанням дистанційних технологій. Формування програм щодо поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад: проблемні питання та кращі практики: Нац. форум «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (Київ, 22-23 листоп. 2018 р.): матеріали. Київ: Центр екол. освіти та інформації, 2018. С. 84–87.
14. Азімов О.Т., Трофимчук О.М., Кураева І.В., Кармазиненко С.П. Оцінка вмісту важких металів у ґрунтах та інших компонентах ландшафту в районах захоронення твердих побутових відходів. Екологічна безпека та природокористування. 2019. Вип. 2 (30). С. 5–17. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.2.5-17>
15. Красовський Г.Я., Бутенко О.С., Горелик С.І. Досвід розробки і впровадження технології космічного моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. XVI Міжнар. наук.-практ. конф. «Су-

- часні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (Київ, Пуща-Водиця, 03-04 жовт. 2017 р.): матеріали за заг. ред. С.О. Довгого. Київ: ТОВ «Вид-во «Юстон», 2017. С. 156–158. <https://itgip.org/wp-content/uploads/2018/08/Збірка-макет-1.pdf>
16. Кухарський І.А., Подліпаєв В.О., Шумейко В.О., Атрасевич О.В. Моніторинг екологічно-небезпечних об'єктів із застосуванням геоінформаційних технологій та використанням матеріалів дистанційного зондування Землі. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2013. № 4 (13). С. 113–116. <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/556>
17. Ліщенко Л.П., Пазинич Н.В. Дистанційні дослідження торфовищ у зв'язку з їх пожежонебезпечністю. Космічні дослідження в Україні. 2014–2016; наук. ред. О.П. Федоров. Київ: Академперіодика, 2016. С. 58–63.
18. Лященко А., Патракеєв І. Онтологія та особливості компонентів геоінформаційного моніторингу за технологією баз геопросторових даних. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2015. Вип. 1 (29). С. 174–177. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sdgn_2015_1_42
19. Новохацька Н.А. Система контролю за станом довкілля у зоні впливу сміттєзвалищ. XIV Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (5-9 жовт. 2015 р., м. Київ, Пуща-Водиця): збірник наук. праць. Київ: МП «Леся», 2015. С. 112–115. https://itgip.org/wp-content/uploads/2013/11/Book_2015_web.pdf
20. Новохацька Н.А., Трофимчук О.М. Технологія інвентаризації місць видалення відходів методами дистанційного зондування Землі. Екологічна безпека та природокористування. 2014. Вип. 14. С. 31–40.
21. Рогожин О.Г., Трофимчук О.М., Хлобистов Є.В. та ін. Автоматизована інвентаризація місць видалення відходів в регіоні засобами ГІС і ДЗЗ. XV Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (Київ, Пуща-Водиця, 03-06 жовт. 2016 р.): матеріали. Київ: ТОВ «Вид-во «Юстон», 2016. С. 89–94. <https://itgip.org/wp-content/uploads/2013/11/Zbirka.pdf>
22. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2018 рік. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2018-rik/?fbclid=IwAR1o8-GKuiH_3jPkv8Xa089vdJVRR2W6MEePun-rjTMN124pNLdrcoulr7Q
23. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2019 рік. Київ: Мінрегіон України, 2020. <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vi/>
24. Тішаєва А.М., Томченко О.В. Локалізація та виявлення закономірностей просторового розміщення сміттєзвалищ на території Київської області за даними ДЗЗ. XV Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (Київ, Пуща-Водиця, 03-06 жовт. 2016 р.): матеріали. Київ: ТОВ «Вид-во «Юстон», 2016. С. 54–56. <https://itgip.org/wp-content/uploads/2013/11/Zbirka.pdf>
25. Трофимчук О.М., Азімов О.Т., Кураєва І.В. та ін. Особливості моніторингу гідросферних процесів у межах техноекосистем територій захоронення твердих побутових відходів з застосуванням дистанційних технологій. XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: актуальні питання» (Київ, 01-02 жовт. 2019 р.): матеріали за заг. ред. С.О. Довгого. Київ: ТОВ «Вид-во «Юстон», 2019. С. 72–76. https://itgip.org/wp-content/uploads/2019/10/1_Книга_сайт.pdf
26. Трофимчук О.М., Рогожин О.Г., Хлобистов Є.В. та ін. Інформаційні технології управління сміттєзвалищами в забезпеченні сталого регіонального розвитку: звіт про НДР (заключний). № ДР 0115U004148. Київ: ІТГІП НАН України, 2019. 187 с.
27. Шевчук О.В., Азімов О.Т. Сутність геоінформаційного моніторингу полігонів твердих побутових відходів. XVI наук.-техн. конф. студентів, аспірантів, докторантів та молодих учених ««Інноваційні технології» (м. Київ, 20-21 листоп. 2019 р.): матеріали за заг. ред. Бабікової К.О., Мельничук Л.М. Київ: ІНТЛ НАУ, 2019. С. 288–293. http://cnt.nau.edu.ua/sites/default/files/pictures/zbirnik_20_11_19-1-min.pdf
28. Щербина Е.В. Методология анализа жизненного цикла при проектировании полигонов

- твердых бытовых отходов. Урбанистика, строительство, экология: Консультации, рецензии, проекты, оценка специалистов. 2012. <http://lerschtul.ru/ocologi/metodologiya-analiza-zhiznennogo-cikla-pri-proektirovanii-poligonov-tverdyx-bytovyx-otxodov.html>
29. Ahmed Sh.M., Muhammad H., Sivertun A. Solid waste management planning using GIS and remote sensing technologies case study Aurangabad City, India. 2006 Int. Conf. Advances in Space Technologies (2-3 Sept. 2006, Islamabad, Pakistan): Conference Papers. 2006. P. 196–200. DOI: 10.1109/ICAST.2006.313826
30. Azimov O. Using remote sensing data for selection of prospective sites for Chornobyl NPP radioactive waste disposal in deep boreholes within the Korostensky crystalline massif. Int. Sci. Workshop «Radioecology of Chornobyl Zone» (Slavutych, 18-19 September 2002): Abstracts Poster Display Presentations. Slavutych: Int. Radioecol. Lab., 2002. P. 14.
31. Azimov O.T., Bakhmutov V.G., Voytyuk Yu.Yu. et al. Reconnaissance integrated geoecological study of the disposal region for municipal solid waste with the aim of environmental assessment. 12th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (13-16 November 2018, Kyiv, Ukraine): Extended Abstracts. 2018. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201803142
32. Azimov O.T., Dorofey Ye.M., Trofymchuk O.M. et al. Monitoring and assessment of impact of municipal solid waste landfills on the surface water quality in the adjacent ponds. 13th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (12-15 November 2019, Kyiv, Ukraine): Conference Papers. 2019. 6 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201903228
33. Azimov O.T., Kuraeva I.V., Trofymchuk O.M. et al. Estimation of the heavy metal pollution for the soils and different environmental objects within the solid domestic waste landfills. 18th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (13-16 May 2019, Kyiv, Ukraine): Conference Papers. 2019. 7 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902129
34. Azimov O.T., Trofymchuk O.M., Kuraeva I.V. et al. Ecological and geochemical study of the state of soil deposits in the impact areas of municipal solid waste landfills. 19th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (11-14 May 2020, Kyiv, Ukraine): Conference Papers. 2020. 7 p. <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2020/05/17388.pdf>
35. Azimov O.T., Shevchuk O.V. Geoinformation systems in monitoring studies of environmental pollution factors in the areas of municipal solid waste landfills. Ibid. 2020. 7 p. <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2020/05/18387.pdf>
36. Deblina D., Goel S. Applications of remote sensing and GIS in solid waste management – A review. In: Goel S. (Ed.) Advances in solid and hazardous waste management. Cham: Springer, 2017. P. 133–151. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57076-1_7
37. Demesouka O.E., Vavatsikos A.P., Anagnostopoulos K.P. GIS-based multicriteria municipal solid waste landfill suitability analysis: A review of the methodologies performed and criteria implemented. Waste Management & Research. 2014. Vol. 32, iss. 4. P. 270–296. DOI: 10.1177/0734242X14526632
38. Iacoboaia C., Petrescu F. Landfill monitoring using remote sensing: a case study of Glina, Romania. Ibid. 2013. Vol. 31, iss. 10. P. 1075–1080. DOI: 10.1177/0734242X13487585
39. Jimoh R., Chuma V., Moradeyo A. et al. GIS based appraisal of waste disposal for environmental assessment and management in Mainland area of Lagos state, NG. International Journal Environment & Geoinformatics (IJEGEO). 2019. Vol. 6, iss. 1. P. 76–82. DOI: 10.30897/ijegno.476449
40. Khan D., Samadder S.R. Municipal solid waste management using Geographical Information System aided methods: A mini review. Waste Management & Research. 2014. Vol. 32, iss. 11. 1049–1062. DOI: 10.1177/0734242X14554644
41. Munn R.E. Global environmental monitoring system (GEMS): Action plan for phase I (SCOPE Report 3). Toronto, Canada: Int. Council Sci. Unions, SCOPE, 1973. 130 p. https://www-legacy.dge.carnegiescience.edu/SCOPE/SCOPE_3/scope_3.pdf
42. Singh A. Remote sensing and GIS applications for municipal waste management. Journal Environmental Management. 2019. Vol. 243. P. 22–29. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.05.017

Надійшла до редакції 23.04.2020

REFERENCES

1. Azimov O.T. Problems of the information analysis system for the risk assessment in case of technogenic and natural emergencies within the context of maintenance of sustainable development for the regions in Ukraine. 2nd Sci. & Practical Conf. «Technogenic and environmental safety of the regions as a precondition for the sustainable development of Ukraine» (16-19 April 2002, Lviv): Proc. Kyiv: Tovarystvo «Znannya» Ukrayiny, 2002. P. 199-201 (in Ukrainian).
2. Azimov O.T. Satellite and GIS technologies in solving the selection problem of sites applicable for the disposal of toxic waste of industrial origin. 2nd Sci. & Practical Conf. «New technologies and equipment for the converting industrial and domestic waste and their healthcare provision» (17-20 February 2003, urb. settlement Skhidnytsia): Proc. Kyiv: Tovarystvo «Znannya» Ukrayiny, 2003. P. 23-25 (in Ukrainian).
3. Azimov O.T., Zlobina K.S., Karmazinenko S.P., Kuraeva I.V. Monitoring surface water quality in the regions of municipal solid waste disposal. Int. Sci. Ecol. Conf. «Agricultural landscapes, their stability, and the development features» (Krasnodar city, 24-26 March 2020): Proc.; Compiler L.S. Novopoltseva, Ed. I.S. Beliuchenko. Krasnodar: Kuban State Agrarian Univ., 2020. P. 340-343. <http://ecokavkaz.ru/media/docs/conf/conf2020.pdf> (in Russian).
4. Azimov O.T., Karmazynenko S.P., Kuraeva I.V., Voytyuk Yu.Yu. Analysis of the results of the complex geochemical investigations of samples for the landscape components within the affected zone of municipal solid waste disposal areas. Int. Sci. Ecol. Conf. «Waste, the reasons of their formation and prospects of utilization» (Krasnodar city, 26-27 March 2019): Proc.; Compiler L.S. Novopoltseva; Ed. I.S. Beliuchenko. Krasnodar: Kuban State Agrarian Univ., 2019. P. 198-200. <http://www.ecokavkaz.ru/media/docs/conf/conf2019.pdf> (in Russian).
5. Azimov O.T., Korotynskyi P.A., Koliesnichenko Yu.Yu. The current state review of environmental and technogenous safety in Ukraine and perspets of developing the analytical interactive system for emergencies monitoring by means of remote sensing, telematical and GIS-technologies. *Geoinformatyka – Geoinformatics (Ukraine)*. 2006. No 4. P. 52-66 (in Ukrainian with English summary).
6. Azimov O., Kuraeva I., Bakhmutov V., Voytyuk Yu., Karmazynenko S. Assessment of the heavy metal distribution in soils within the areas for the municipal solid waste disposal. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia – Visnyk (Bull.) Taras Shevchenko Nat. Univ. of Kyiv: Geol. (Ukraine)*. 2019. Iss. 4 (87). P. 76-80. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.87.11> (in Ukrainian with English abstract).
7. Azimov O.T., Kuraeva I.V., Voytyuk Yu.Yu., Samchyk A.I., Karmazynenko S.P., Bakhmutov V.G. Ecological-geochemical assessment of the territories for the municipal solid waste disposal. *Poshukova ta ekolohichna geokhimiia – Explor. Environ. Geochem. (Ukraine)*. 2018. No 1 (19). P. 22-26 (in Ukrainian with English summary).
8. Azimov O.T., Kuraeva I.V., Karmazynenko S.P., Zlobina K.S. Rational complex for the geochemical methods in the environment study of the municipal solid waste disposal areas. 6th Int. Geol. Forum «Actual problems and prospects of the development of geology: science and production» (17-22 June 2019, Odesa, Ukraine): Proc. Kyiv: UkrSGRI, 2019. P. 13-16. http://ukrdgri.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/material_geoforum_2019_1.pdf (in Ukrainian with English summary).
9. Azimov O.T., Kuraeva I.V., Trofymchuk O.M., Karmazinenko S.P., Zlobina K.S. The heavy metal pollution for the soils and different environmental objects within the areas of municipal solid waste landfills. *Geoinformatyka – Geoinformatics (Ukraine)*. 2020. No 1 (73). P. 82-98. <http://www.geology.com.ua/> (in Ukrainian with English abstract).
10. Azimov O.T., Lyalko V.I., Hodorovsky A.Ya., Sakhatsky O.I. Aerospace research when selecting sites for the RAW depository and monitoring depository impact on the ecological state of the environment. In: *NATURE-2002: Proc. 5th Sevastopol Int. Seminar «Fundamental and applied problems of monitoring and prognosis of natural, man-caused and social disasters»* (Sevastopol, 14-22 September 2002). Sevastopol: SINECO, 2002. P. 128-129 (in Ukrainian).
11. Azimov O.T., Sasiuk M.M. Remote sensing and GIS-technologies in the development of the information analysis system for the risk assessment in case of technogenic and natural emergency. Conf. «GIS Forum-2000» (Kyiv, 13-16 November 2000): Proc. Kyiv: GIS Assoc. Ukraine, 2000. P. 66-72 (in Ukrainian).
12. Azimov O.T., Teslenko O.M., Chumachenko S.M. Information support for the environment monitoring and maintenance of decision making during the mitigation of emergency on a basis of crowdsourcing and geoinformational technologies. In: *National cartography: state, problems, and*

- prospects for the development: Proc. 6th All-Ukrainian Sci. & Practical Conf. «Cartography in scientific, educational, and management activities» (Kyiv, 2-3 October 2014). Kyiv: SSPE «Kartographia», 2014. Iss. 6. P. 8-12 (in Ukrainian with English summary).
13. Azimov O.T., Tomchenko O.V., Karmazynenko S.P., Kuraeva I.V., Voytyuk Yu.Yu. Monitoring the municipal solid waste landfill areas using the remote sensing technologies. In: Program development on the waste management for the united territorial communities: key problematic issues and the best practices: Proc. Nat. Forum «Waste management in Ukraine: legislation, economics, technologies» (Kyiv, 22-23 November 2018). Kyiv: Centre for the ecol. education & information, 2018. P. 84-87 (in Ukrainian).
14. Azimov O.T., Trofymchuk O.M., Kuraeva I.V., Karmazinenko S.P. Estimations of heavy metals in soils and different landscape components within the municipal solid waste disposal areas. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya – Environ. Safety Nat. Resources (Ukraine)*. 2019. Iss. 2 (30). P. 5-17. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.2.5-17> (in Ukrainian with English abstract).
15. Krasovskyi H.Ya., Butenko O.S., Horelyk S.I. Experience in the developing and implementation of the technology for satellite monitoring of the unauthorized landfill sites. 16th Int. Sci. & Practical Conf. «Modern Information Technologies of the Ecological Management, Natural Resource Use and Emergency Measures» (Kyiv, Pushcha-Vodytsia, 03-04 October 2017): Proc.; Ed. S.O. Dovhyi. Kyiv: LLC Yuston Press, 2017. P. 156-158. <https://itgip.org/wp-content/uploads/2018/08/36ipka-maket-1.pdf> (in Ukrainian).
16. Kukharskyi I.A., Podlipaiev V.O., Shumeiko V.O., Atrasevych O.V. Monitoring of ecologically dangerous objects using technologies and materials remote sensing. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy – Sci. Tech. Air Force of Ukraine (Ukraine)*. 2013. No 4 (13). P. 113-116. <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/556> (in Ukrainian with English summary).
17. Lischenko L.P., Pazynych N.B. Remote study of peatlands in connection with their flammability risk. *Space research in Ukraine*. 2014–2016; Ed. O. Fedorov. Kyiv: Akademperiodyka, 2016. P. 54-59.
18. Lyashchenko A., Patrakeev I. Ontology and features of components geoinformation monitoring for geospatial database technology. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva – Modern Achievements Geodetic Sci. Prod. (Ukraine)*. 2015. Iss. 1 (29). P. 174-177. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sdgn_2015_1_42 (in Ukrainian with English summary).
19. Novokhatska N.A. System of control for environment conditions within the zone of landfill influence. 14th Int. Sci. & Practical Conf. «Modern Information Technologies of the Ecological Management, Natural Resource Use and Emergency Measures» (5-9 October 2015, Kyiv, Pushcha-Vodytsia): Proc. Kyiv: MP Lesya, 2015. P. 112-115. https://itgip.org/wp-content/uploads/2013/11/Book_2015_web.pdf (in Ukrainian).
20. Novokhatska N.A., Trofymchuk O.M. Technology inventory waste deposits methods of remote sensing. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya – Environ. Safety Nat. Resources (Ukraine)*. 2014. Iss. 14. P. 31-40 (in Ukrainian with English summary).
21. Rogozhin O.G., Trofymchuk O.M., Khlobystov Ye.V., Trofymchuk V.O., Novokhatska N.A., Kodatskyi M.B., Vasyniuk A.V. Automatized inventory of waste disposal areas in the region by means of GIS and RSE. 15th Int. Sci. & Practical Conf. «Modern Information Technologies of the Ecological Management, Natural Resource Use and Emergency Measures» (Kyiv, Pushcha-Vodytsia, 03-06 October 2016): Proc. Kyiv: LLC Yuston Press, 2016. P. 89-94. <https://itgip.org/wp-content/uploads/2013/11/Zbirka.pdf> (in Ukrainian).
22. State of the municipal waste treatment sphere in Ukraine for 2018. Kyiv: Ministry of Regional Development, Building and Housing and Communal Services of Ukraine, 2019. http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/teretory/stan-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2018-rik/?fbclid=IwAR1o8-GKuiH_3jPkV8Xa089vdJVRr2W6MEePun-rjTMN124pNLdrcoulr7Q (in Ukrainian).
23. State of the municipal waste treatment sphere in Ukraine for 2019. Kyiv: Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine, 2020. <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/teretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vi/> (in Ukrainian).
24. Tishaeva A.M., Tomchenko O.V. Localization and identification of patterns for the spatial distribution of landfill sites at the terrain of the Kyiv's Oblast using RSE data. 15th Int. Sci. & Practical Conf. «Modern Information Technologies of the Ecological Management, Natural Resource Use and Emergency Measures» (Kyiv, Pushcha-Vodytsia, 03-06 October 2016): Proc. Kyiv: LLC Yuston Press, 2016. P. 54-56. <https://itgip.org/wp-content/uploads/2013/11/Zbirka.pdf> (in Ukrainian).

25. Trofymchuk O.M., Azimov O.T., Kuraeva I.V., Zlobina K.S., Karmazynenko S.P. Features of the monitoring hydrosphere processes within the techno-ecosystems of the solid municipal waste disposal areas using remote sensing technologies. In: Dovhyi S.O. (Ed.) Multi-authored monograph based on the 18th Int. Sci. & Practical Conf. Proc. – Modern Information Technologies of the Ecological Management, Natural Resource Use and Emergency Measures: Topical Issues (Kyiv, 01-02 October 2019). Kyiv: LLC Yuston Press, 2019. P. 72-76. https://itgip.org/wp-content/uploads/2019/10/1_Книга_сайт.pdf (in Ukrainian).
26. Trofymchuk O.M., Rogozhin O.G., Khlobystov Ye.V., Trofymchuk V.O., Novokhatska N.A., Vasyniuk A.V., Kodatskyi M.B., Kreta D.L. Information technologies for landfill management in ensuring sustainable regional development: Final report on research. No SR 0115U004148. Kyiv: Inst. Telecommunications & Global Information Space, NAS of Ukraine, 2019. 187 p. (in Ukrainian).
27. Shevchuk O.V., Azimov O.T. Essence of geoinformational monitoring of the municipal solid waste landfills. 16th Sci. & Tech. Conf. for the students, postgraduates, doctoral students, and young scientists «Innovation technologies» (Kyiv, 20-21 November 2019): Proc.; Babikova K.O., Melnychuk L.M. (Eds). Kyiv: Inst. Innovative Technologies & Leadership, NAU, 2019. P. 288-293. http://cnt.nau.edu.ua/sites/default/files/pictures/zbirnik_20_11_19-1-min.pdf (in Ukrainian).
28. Shcherbina E.V. Methodology of life cycle analysis in the design of municipal solid waste landfills. Urbanistika, stroitelstvo, ekologia: Konsultatsii, retsenzii, proekti, otsenka spetsialistov – Urban Sci., Construction & Ecology: Consultation, Reviews, Projects & Expert Assess. (Russia). 2012. <http://lershtul.ru/ocologi/metodologiya-analiza-zhiznennogo-cikla-pri-proektirovanii-poligonov-tverdyx-bytovyx-otxodov.html> (in Russian).
29. Ahmed Sh.M., Muhammad H., Sivertun A. Solid waste management planning using GIS and remote sensing technologies case study Aurangabad City, India. 2006 Int. Conf. Advances in Space Technologies (2-3 Sept. 2006, Islamabad, Pakistan): Conf. Pap. 2006. P. 196-200. DOI: 10.1109/ICAST.2006.313826
30. Azimov O. Using remote sensing data for selection of prospective sites for Chornobyl NPP radioactive waste disposal in deep boreholes within the Korostensky crystalline massif. Int. Sci. Workshop «Radioecology of Chornobyl Zone» (Slavutych, 18-19 September 2002): Abstr. Poster Display Presentations. Slavutych: Int. Radioecol. Lab., 2002. P. 14.
31. Azimov O.T., Bakhmutov V.G., Voytyuk Yu.Yu., Dorofey Ye.M., Karmazynenko S.P., Kuraeva I.V. Reconnaissance integrated geocological study of the disposal region for municipal solid waste with the aim of environmental assessment. 12th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (13-16 November 2018, Kyiv, Ukraine): Extended Abstr. 2018. 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201803142
32. Azimov O.T., Dorofey Ye.M., Trofymchuk O.M., Kuraeva I.V., Zlobina K.S., Karmazynenko S.P. Monitoring and assessment of impact of municipal solid waste landfills on the surface water quality in the adjacent ponds. 13th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (12-15 November 2019, Kyiv, Ukraine): Conf. Pap. 2019. 6 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201903228
33. Azimov O.T., Kuraeva I.V., Trofymchuk O.M., Karmazynenko S.P., Dorofey Ye.M., Voytyuk Yu.Yu. Estimation of the heavy metal pollution for the soils and different environmental objects within the solid domestic waste landfills. 18th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (13-16 May 2019, Kyiv, Ukraine): Conf. Pap. 2019. 7 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201902129
34. Azimov O.T., Trofymchuk O.M., Kuraeva I.V., Zlobina K.S., Karmazynenko S.P., Dorofey Ye.M. Ecological and geochemical study of the state of soil deposits in the impact areas of municipal solid waste landfills. 19th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (11-14 May 2020, Kyiv, Ukraine): Conf. Pap. 2020. 7 p. <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2020/05/17388.pdf>
35. Azimov O.T., Shevchuk O.V. Geoinformation systems in monitoring studies of environmental pollution factors in the areas of municipal solid waste landfills. Ibid. 2020. 7 p. <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2020/05/18387.pdf>
36. Deblina D., Goel S. Applications of remote sensing and GIS in solid waste management – A review. In: Goel S. (Ed.) Advances in solid and hazardous waste management. Cham: Springer, 2017. P. 133-151. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57076-1_7
37. Demesouka O.E., Vavatsikos A.P., Anagnostopoulos K.P. GIS-based multicriteria municipal solid waste landfill suitability analysis: A review of the methodologies performed and criteria implemented. Waste Manage. Res. 2014. Vol. 32, iss. 4. P. 270-296. DOI: 10.1177/0734242X14526632

38. Iacoboaia C., Petrescu F. Landfill monitoring using remote sensing: a case study of Glina, Romania. *Ibid.* 2013. Vol. 31, iss. 10. P. 1075-1080. DOI: 10.1177/0734242X13487585
39. Jimoh R., Chuma V., Moradeyo A., Olubukola O., Sedara S.O., Yusuf A., Jimoh A.A. GIS based appraisal of waste disposal for environmental assessment and management in Mainland area of Lagos state, NG. *Int. J. Environ. Geoinformatics (IJEgeo)*. 2019. Vol. 6, iss. 1. P. 76-82. DOI: 10.30897/ijegeo.476449
40. Khan D., Samadder S.R. Municipal solid waste management using Geographical Information System aided methods: A mini review. *Waste Manage. Res.* 2014. Vol. 32, iss. 11. 1049-1062. DOI: 10.1177/0734242X14554644
41. Munn R.E. Global environmental monitoring system (GEMS): Action plan for phase I (SCOPE Report 3). Toronto, Canada: Int. Council Sci. Unions, SCOPE, 1973. 130 p. https://www-legacy.dge.carnegiescience.edu/SCOPE/SCOPE_3/scope_3.pdf
42. Singh A. Remote sensing and GIS applications for municipal waste management. *J. Environ. Manage.* 2019. Vol. 243. P. 22-29. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.05.017

Receive 23.04.2020

O.T. Azimov¹, O.V. Shevchuk², K.O. Azimova³

¹ State Institution "Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of IGS of NAS of Ukraine",
55-b, Oles Honchar Str., Kyiv, 01054, Ukraine,
e-mail: azimov@casre.kiev.ua

² Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine,
13, Chokolivskiy Blvd., Kyiv, 03186, Ukraine,
e-mail: sov27041996@ukr.net

³ Independent expert, 8,
Ivan Nekhoda Str., Kyiv, 03110, Ukraine,
e-mail: katya.azimova@gmail.com

GEOINFORMATION SYSTEMS IN THE INVESTIGATIONS OF THE ENVIRONMENT POLLUTION DRIVERS WITHIN THE CATCHMENT AREAS OF LANDFILLS: CURRENT STATE AND TRENDS

Actuality of the investigations. In Ukraine as a whole there are near 6 ths landfills and disposals at the overall area more 9 ths ha, constructions of which are incompatible with the sanitary-hygienic standards. The effects of the landfills and disposals on the environment and the health of the population living in the vicinity of these areas are extremely worrying. The groundwater and surface water, soils and superficial deposits, vegetation are the most polluted. The integrated studies of the natural entities adjacent to these disposals are necessary for their objective ecological and geochemical evaluation. In the last years the implementation of an information system for geomonitoring the affected areas of landfills for the disposal and accumulation of waste based on the use of the technologies of remote sensing of the Earth (RSE) and geographic information systems (GIS) is more effective.

Purpose of investigations is to highlight the possibilities of using the RSE/GIS-technologies for monitoring studies of pollution factors of the environment within the landfills for disposal of different waste, especially within the municipal solid waste (MSW) landfill areas and in the ranges of their impact. Also the purpose is to formulate the general principles of creation and determine the main components of the information system of geomonitoring for the MSW disposal landfills impact areas. It has been shown at a case study of the Kyiv's Oblast.

Methods. The research is based on the method of analytical comparison, consisted in the elaboration of a certain way of generalization of materials published in the scientific literature regarding information technologies for MSW landfills monitoring and management, predicting

technogenic-ecological transformation of territories under their influence. Special emphasis was placed on analyzing the role of geoinformation systems in the developed or proposed technologies.

The ecological study of the landfills within the Kyiv's Oblast is carried out using the computerized interpretation of the images acquired by the satellite sensors and the unmanned aerial vehicles.

Findings. The review and synthesis of scientific literature sources on the basic structure of the information system for monitoring the major environmental components of MSW disposal landfill impact areas allowed determining the stages and components of its creation. In our opinion, modern RSE/GIS-technologies should be present in each of the mentioned blocks of the information system.

It has been shown that the RSE data integrated to GIS allow to quickly retrieval the accurate information about the current state of the studied area quickly, to conduct timely monitoring and forecasting the development of negative phenomena and processes, which significantly increases the level of environmental safety at national, regional and local levels and provides an opportunity to develop a set of measures to reduce the environmental impact of MSW disposal landfills.

The situation with waste, especially domestic waste within Kyiv's Oblast, is getting worse every year. As a result, there is an increasing threat to human and environmental health. The obtained results show that one of the reasons for the current situation is the selection of unfavorable sites for the allocation of waste disposal landfills.

Prospects for the further development of geoinformation systems in the monitoring of territories affected by MSW disposal landfills should be dedicate to modeling of environmental contamination situations in the area of MSW landfills exposure and their environmental consequences by means of the RSE/GIS-technologies.

Keywords: *geoinformation systems, monitoring, environment, disposals, domestic waste.*

A.T. Азимов¹, A.B. Шевчуук², Е.А. Азимова³

¹ Государственное учреждение «Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины»,

ул. О. Гончара, 55-б, Киев, 01054, Украина,
e-mail: azimov@casre.kiev.ua

² Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины,
Чоколовский б-р, 13, Киев, 03186, Украина,
e-mail: sov27041996@ukr.net

³ Независимая эксперт,
ул. И. Неходы, 8, Киев, 03110, Украина,
e-mail: katya.azimova@gmail.com

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ФАКТОРОВ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ МУСОРНЫХ
СВАЛОК: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Самым эффективным способом для анализа, управления и планирования деятельности в сфере обращения с различными отходами является внедрение информационной системы геомониторинга районов влияния полигонов их захоронения либо накопления, которая основана на применении технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и географических

информационных систем (ГИС). Интегрированные в ГИС данные ДЗЗ позволяют оперативно получать достоверную информацию о текущем состоянии исследуемых территорий, проводить своевременный контроль и прогнозирование развития негативных явлений и процессов, которые на них происходят. Это значительно повышает степень экологической безопасности на государственном, региональном и объектовом уровнях и дает возможность разработать комплекс мер по уменьшению влияния на окружающую среду полигонов захоронения отходов различного происхождения.

Ситуация с отходами, особенно с бытовыми, в Киевской области ежегодно ухудшается. Вследствие этого возрастает угроза для здоровья населения и для экологического состояния окружающей природной среды соответствующих территорий. Полученные результаты показывают, что одной из причин сложившейся ситуации является выбор неблагоприятных участков, в пределах которых размещены полигоны захоронения отходов.

Ключевые слова: геоинформационные системы, мониторинг, окружающая среда, мусорные свалки, бытовые отходы.