

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631:659.78:528(075)

М.А. Солоха¹**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПОД СТИХИЙНЫМИ СВАЛКАМИ С ПОМОЩЬЮ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАЮЩЕГО АППАРАТА**

¹Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н.Соколовского», 61024, Харьков, ул. Чайковского, 4, Украина, e-mail: pochva@meta.ua

Аннотация. В данной статье описан опыт по разработке методического подхода к оперативному поиску стихийных свалок на территории за короткие временные сроки с помощью беспилотника, который позволил разработать и осуществить план мероприятий по рекультивации существующих стихийных свалок, а также отслеживать в дальнейшем появление новых свалок для своевременной их рекультивации. На основе многократно повторяющихся съемок одной и той же территории найдены закономерности размещения стихийных свалок, создана база данных, определены места отбора проб для исследования влияния стихийных свалок на основные агрохимические показатели почвы.

Ключевые слова: стихийные свалки, загрязнение почвы, беспилотный летающий аппарат, дистанционное зондирование.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении 2012-2015 годов на территории нескольких районов Харьковской области (Украина) проводились инновационные исследования по поиску стихийных свалок и отслеживанию последующей их рекультивации с помощью беспилотного летающего аппарата. В результате многократно повторяющихся съемок одной и той же территории отработан методический подход поиска стихийных свалок и найдены закономерности их размещения: удаление от населенных пунктов, обязательное наличие дорог. Найденные закономерности легли в основу поиска подобных объектов на территории всех районов исследования. С помощью беспилотного летающего аппарата найдены свалки даже спрятанные под листвой и почвой, в оврагах. Идентифицированы также свалки на частной территории с ограниченными возможностями наземной проверки. На основе фотографий с беспилотного летающего аппарата вместе с областными властями составлена оперативная карта стихийных свалок исследуемых

административных районов области, проверены и идентифицированы все сфотографированные свалки. С помощью ГИС системы составлена база данных описи стихийных свалок и приняты решения по их рекультивации. Каждому представителю местной власти в районах были разосланы выдержки из базы данных свалок, найденных на территории, за которую они несли ответственность, и дан срок по рекультивации мусора. Позже была проведена съемка для проверки выполнения поставленных задач по рекультивации и областным властям представлена обновленная карта рекультивированных свалок.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследований – почвы северных районов Харьковской области под стихийными свалками.

Регистрацию каналов модели RGB выполняли с помощью фотоаппарата Pentax W60, установленного на БЛА. Технические характеристики: 1/2,3" CCD-матрица, затвор при съемке: 1/5-1/320. ISO 50-1600 в режиме Digital SR (5 Мп). Съемка проводилась в дневные часы (с 9,30 до 17,00) с разных позиций и направлений визирования.

Спектральная яркость вычислялась в программном комплексе Edas Image 9.1. Высота полета БЛА над тестовыми площадками колебалась в диапазоне от 80 м до 100 м, съемка проводилась при разных условиях освещения и облачности для наработки методических решений по снижению влияния этих факторов на достоверность информации.

В отобранных образцах определялось содержание подвижных соединений фосфора и калия (по методу Мачигина), рН водной вытяжки и содержание соединений меди, железа, марганца, цинка в буферной аммонийно-ацетатной вытяжке с РН 4,8 методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Все аналитические работы проводились согласно действующим национальным стандартам Украины.

Наличие и характеристики стихийных свалок, установленных дистанционно, заносили в базу данных в ГИС пакете. Затем производилось моделирование тематического слоя стихийных свалок и построение базы данных с их характеристиками, с их географической привязкой в Mapinfo.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ последних исследований и публикаций показал растущий интерес к вопросам загрязнения почв: влиянию различных видов загрязнения на окружающую среду в целом и на почву в частности, способам обнаружения источников загрязнения и последующей рекультивации последствий.

Значительным источником загрязнения почвы являются свалки бытовых и производственных отходов. В результате исследований влияния свалок на окружающую среду посредством анализа мест складирования и захоронения отходов производства и потребления определено, что территории обследованных полигонов экологически опасны [1-5].

Поэтому своевременное и оперативное обнаружение стихийных свалок для их последующей рекультивации являются актуальным вопросом. Так, например, Владимир С.А., Карчевский А.А. (2010) [2] применили смотровой метод поиска стихийных свалок, в котором главная роль поиска отводится человеку. Использование беспилотного летящего аппарата позволяет получить оперативную и актуальную информацию используемую, как для обнаружения стихийных свалок, так и для оценки и контроля проведения работ по их рекультивации.

Проект мониторинга стихийных свалок выполнялся в течение нескольких суток в интересах Государственного управления экологии и природных ресурсов в Харьковской области. Перед проведением мониторинга была предложена гипотеза относительно определения местоположения свалок, суть которой заключается в доступности местоположения свалки и удобства складирования отходов. Свалки согласно гипотезе должны быть расположены вдоль асфальтовых или грунтовых дорог, или лесопосадок, то есть был введен первый признак расположения стихийной свалки: доступность из-за наличия дороги. После проведения аэрофотосъемки на основе анализа полученной информации установлено, что места под стихийными свалками расположены не так далеко (до 1 км) от ближайшего населенного пункта. То есть выявлен еще один признак - расстояние от поселка или города до свалки.

Таким образом, характер пространственного расположения свалок имеет явно выраженный характер транзита - мусор сбрасывается с автомашин в процессе поездки (дом - работа, работа - дом,

дача - дом). Попадание мусора на свалку также имеет две основные черты: вывоз на собственных автомашинах и вывоз мусора на мусоровозах (водители экономят топливо засоряя территорию вокруг обустроенных свалок).

Также на основе анализа полученных снимков установлено, что наибольший удельный вес на свалке имеет пластик (бутылки и пакеты), который в видимом спектре предоставляет отметку близкую к почти белому цвету при общем доминировании темного цвета почвы. Следовательно, еще одним признаком свалки является контрастность по отношению к окружающей среде. Именно контрастный белый цвет указывает на расположение свалки (как обустроенной, так и стихийной) (рисунок 1, 2).

Выдвинутые положения были применены в методическом подходе к выявлению и нанесению на электронную карту стихийных свалок. Данный подход был реализован в виде электронной карты территории северных районов Харьковской области (М 1:5000). Вокруг каждого населенного пункта с помощью ГИС пакета (Mapinfo) построены круги радиусом не более 1 км от границы каждого населенного пункта. С целью повышения информативности и оперативности выявления стихийных свалок применена технология аэрофотосъемки земной поверхности, основанная на использовании беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [6-8]. С помощью этого аппарата были получены детальные (плановые и перспективные) аэрофотоснимки территории свалок (разрешение снимке 5 см) (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Пример типичной свалки в прямоугольнике на снимке между двумя сельскохозяйственными полями

Снимки обрабатывались с полученные данные заносились в базу помощью пакета анализа ErdasImage и данных (таблица 1).



Рисунок 2 – Пример стихийной свалки в прямоугольнике в овраге внутри поля

Таблица 1 – изображение базы данных стихийных свалок Дергачевского района Харьковской области (фрагмент)

ID	Рельеф	Широта	Долгота	Размер, м ²	Объем, м ³	Качественный состав
84	поле	50,04639	35,83285	500	50	5200,3;
94	склон	50,04196	35,85004	40	8	5200,3;
97	опушка	50,03787	35,86961	200	30	5200,3;
96	опушка	50,01408	35,84218	6000	20000	5200,3
98	овраг	50,03139	35,87866	300	40	5200,3;
93	склон	50,0536	35,84845	6000	800	5200,3;
91	склон	50,0542	35,85294	80	20	5200,3;
82	опушка	50,06256	35,83304	2	1	5200,3;
87	склон	50,05349	35,86001	80	10	5200,3;
74	склон	50,07101	35,8717	4000	120	5200,3;
75	склон	50,07066	35,87192	2400	100	5200,3; 1413,3
76	склон	50,07009	35,8724	2500	40	5200,3;
77	склон	50,06965	35,87279	2500	50	5200,3;
78	склон	50,06922	35,87324	600	40	5200,3;

База данных также содержала информацию о наличии фильтрата, качественных показателей загрязнения почвы, радиоактивности, органолептических свойствах и расстоянии до населенного пункта.

В результате проведения работы с помощью ГИС технологий были построены картосхемы расположения стихийных свалок на территории каждого района (рисунок 3).

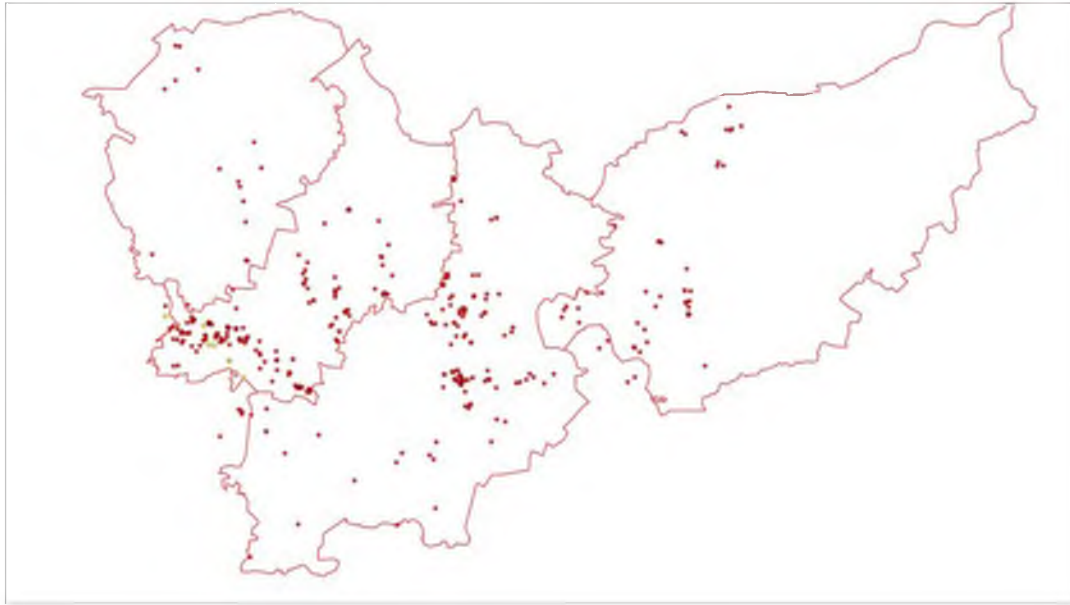


Рисунок 3 – Северные районы Харьковской области. Звездочками показано расположение стихийных свалок

После ранжирования свалок по степени опасности все списки и сопутствующая информация были официально переданы в органы местного самоуправления в районы, и был дан срок в несколько месяцев на рекультивацию свалок: переработке на месте мусора, вывозу на полигоны твердых бытовых отходов или сжигании с последующим нанесением почвенного слоя на эту территорию. Исходя из их опасности для окружающей среды предложено как минимум двухступенчатая схема рекультивации, когда в первую очередь рекультивируются самые опасные свалки, а после все остальные.

Представители власти разработали двойную схему контроля за выполнением рекультивации свалок, которая заключалась в повторной работе по облету территории районов и наземной проверке самими представителями власти на местах. Таким образом, проверялась модель управления стихийными свалками в

реальном режиме времени. Спустя два месяца была проведена работа по повторному облету территории северных районов Харьковской области. Результат работы представлен на рисунке 4.

Следующим этапом работы было исследование влияния стихийных свалок на почву. На основе имеющихся данных и снимков стихийных свалок были намечены места отбора проб для последующего лабораторного анализа (рисунок 5, 6).

Отбор образцов со стихийных свалок намечался исходя из рельефа и местоположения свалок. На основе собственного опыта замечено, что наиболее опасные стихийные свалки находятся на уклонах и оврагах, что приводит к увеличению фильтрата и промывок в почве. Также необходимо было проверить воздействие стихийной свалки на почвы возделываемого поля (уплотненный рельеф).

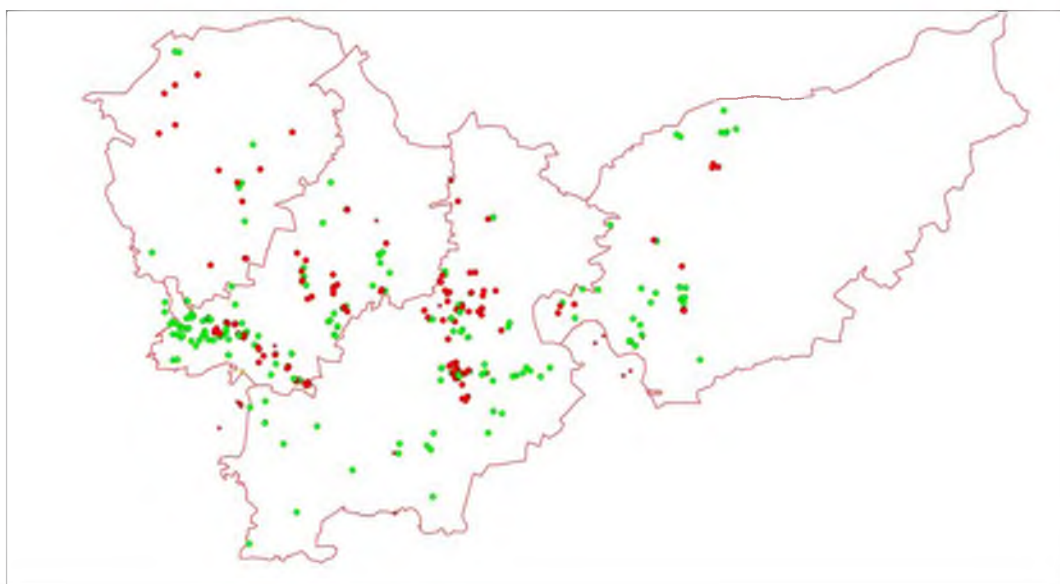


Рисунок 4 – Рекультивированные свалки (отмечены зелеными точками, красные точки – остались не рекультивированными)



Рисунок 5 – Стихийная свалка на поле (Точки 1.0-1.3)



Рисунок 6 – Стихийная свалка на склонах и поле. Точки (2.0-2.4)

В отобранных образцах определялось содержание подвижных соединений фосфора и калия (по методу Мачигина), pH водной вытяжки и содержание соединений меди, железа,

марганца, цинка в буферной аммонийно-ацетатной вытяжке с pH 4,8 методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии (таблица 2, 3).

Таблица 2 – Агрохимические показатели почвы под стихийными свалками

№	Номера отбора образцов	Содержание P_2O_5 , мг/кг	Содержание K_2O , мг/кг	$pH_{водн.}$, ед. pH
1	1.0	87,02	192,21	6,49
2	1.1	212,05	797,71	6,93
3	1.2	47,86	315,71	8,05
4	1.3	16,72	154,24	7,99
5	2.0	28,40	149,42	6,48
6	2.1	45,57	175,93	6,55
7	2.2	113,81	568,76	7,68
8	2.3	72,36	388,01	5,80
9	2.4	159,84	291,61	6,86

Таблица 3 – Содержание подвижных соединений тяжелых металлов в образцах

№	Номера отбора образцов	Содержание подвижных соединений, мг/кг								
		Cu	Fe	Mn	Ni	Co	Pb	Cr	Zn	Cd
1	1.0	1,865	0,950	6,910	3,295	0,440	1,015	2,365	3,395	0,210
2	1.1	0,805	1,655	7,475	1,435	2,255	2,915	1,800	4,580	0,055
3	1.2	0,400	3,675	2,580	1,710	1,410	4,545	3,260	9,850	0,055
4	1.3	0,200	1,665	6,490	1,515	0,375	5,400	2,920	0,790	0,470
5	2.0	1,145	1,665	9,495	1,255	1,565	2,390	1,855	0,765	0,520
6	2.1	0,725	1,060	7,665	2,880	1,150	3,685	0,685	0,685	0,170
7	2.2	0,940	3,339	12,15 5	1,865	0,165	3,210	1,095	2,848	0,495
8	2.3	1,210	1,075	8,365	2,690	0,715	1,145	1,065	2,010	0,325
9	2.4	0,360	0,450	24,68 5	1,160	1,150	0,565	0,655	15,940	0,190

В большинстве отобранных образцов наблюдается высокое и очень высокое содержание подвижных соединений фосфора и калия. Содержание подвижных соединений фосфора в образцах отобранных на первой свалке колеблется от 16,72 мг/кг почвы до 212,05 мг/кг почвы, что превышает норму в 3,5 раза, на второй свалке – от 28,40 мг/кг почвы до 159,84 мг/кг почвы, что превышает норму в 2,65 раза. Похожая ситуация и относительно содержания в образцах подвижных соединений калия: на первой свалке – от 154,24 мг/кг почвы до 797,71 мг/кг почвы (превышает норму в 1,99 раза), на второй свалке – от 149,42 мг/кг почвы до 568,76 мг/кг почвы. Это говорит о значительном накоплении подвижных соединений фосфора и калия в почве за период действия стихийных свалок.

Анализ почвенных образцов на наличие тяжелых металлов не выявил какого либо значительного превышения их в образцах. Хотя по гипотезе именно превышение по тяжелым металлам было основное в идее проведения исследования.

ВЫВОДЫ

1. Практически все стихийные свалки находятся на расстоянии не более 1 км от края населенного пункта.

2. Под стихийные свалки используют, как правило, лесополосу, карьер, овраг или край поля. То есть к каждому из свалок можно добраться на автотранспорте.

3. За период действия стихийных свалок происходит накопление подвижных соединений фосфора и калия в почве.

4. Превышения тяжелых металлов в почвенных образцах исследуемых стихийных свалок не обнаружено.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Применение спутниковых снимков. – Режим доступа к журналу: <http://www.tvvis.com.ua/USE.htm>, free.
- 2 Владимиров С.А. Эколого-ландшафтный мониторинг полигонов твердых бытовых отходов в республике Адыгея / С.А. Владимиров, А.О. Карчевский. – Режим доступа к журналу: <http://masters.donntu.edu.ua/2008/ggeo/minyailo/lib/st5.htm>
- 3 Луконина О.А. Влияние полигонов твердых бытовых и промышленных отходов на состояние окружающей среды / О.А. Луконина, Е.С. Булгаков, О.И. Старцев // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2000. – №4. – С. 126-133.
- 4 Полтавцев С.И. Современное состояние и новые тенденции строительства полигонов для хранения бытовых и малотоксичных отходов / С.И. Полтавцев // Известия Академии промышленной экологии. – 1997. – № 1. – С. 6-8.
- 5 Эколого-геологический мониторинг полигонов твердых отходов / В.А. Королев, Д.Б. Неклюдов, Б.А. Новаковский, Н.И. Тульская // Экология и промышленность России. – 2001. – №7. – С. 39-43.
- 6 Солоха М.О. Проблеми та перспективи аеромоніторингу ґрунтів / М.О. Солоха, С.А. Балюк // Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. – 2009. – №3. – С. 29-34.
- 7 Солоха М.О. Використання аерофотознімків для оперативного визначення еколого-агрономіоративного стану земель / М.О. Солоха, А.А. Лісняк // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2010. – Спец. Вип.. Кн. 2. – 348 с.
- 8 Солоха М.О. Сайт розробників БПЛА для екологічних завдань. – Режим доступа к журналу: www.solomax.org.ua
- 9 Класифікатор відходів. – Режим доступа к журналу: <http://prostonauka.com/klasyfikator-vidhodiv>

REFERENCES

- 1 Primeneniye sputnikovykh snimkov. – Rezhim dostupa k zhurnalu: <http://www.tvvis.com.ua/USE.htm>, free.
- 2 Vladimirov S.A. Ekologo-landshaftny monitoring poligonov tverdykh bytovykh otkhodov v respublike Adigeya / S.A. Vladimirov, A.O. Karchevsky. – Rezhim dostupa k zhurnalu: <http://masters.donntu.edu.ua/2008/ggeo/minyailo/lib/st5.htm>
- 3 Lukonina O.A. Vliyanie poligonov tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov na sostoyaniye okruzhayushchey sredy / O.A. Lukonina, Ye.S. Bulgakov, O.I. Startsev // Izvestiya VUZov. Geologiya i razvedka. – 2000. – №4. – S. 126-133.
- 4 Poltavtsev S.I. Sovremennoye sostoyaniye i novye tendentsii stroitelstva poligonov dlya khraneniya bytovykh i malotoksichnykh otkhodov / S.I. Poltavtsev // Izvestiya Akademii promyshlennoy ekologii. – 1997. – № 1. – S. 6-8.
- 5 Ekologo-geologicheskyy monitoring poligonov tverdykh otkhodov / V.A. Korolev, D.B. Neklyudov, B.A. Novakovsky, N.I. Tulskeya // Ekologiya i promyshlennost Rossii. – 2001. – №7. – S. 39-43.
- 6 Solokha M.O. Problemi ta perspektivi ayeromonitoringu gruntiv / M.O. Solokha, S.A. Balyuk // Visnik Kharkivskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu imeni V.V. Dokuchaeva. – 2009. – №3. – S. 29-34.
- 7 Solokha M.O. Vikoristannya ayerofotoznimkiv dlya operativnogo viznachennya ekologo-agromeliorativnogo stanu zemel / M.O. Solokha, A.A. Lisnyak // Agrokhimiya i rruntoznnavstvo. – 2010. – Spets. Vip.. Kn. 2. – 348 s.

8 Solokha M.O. Sayt rozrobnikiv BPLA dlya ekologichnikh zavdan. – Rezhim dostupa k zhurnalu: www.solomax.org.ua

9 Klasifikator vidkhodiv. – Rezhim dostupa k zhurnalu: <http://prostonauka.com/klasifikator-vidkhodiv>

ТҮЙІН

М.А. Солоха¹

ПИЛОТСЫЗ ҰШҚЫШ АППАРАТПЕН АЭРОФОТОТУСІРІЛІМ НЕГІЗІНДЕ АПАТТЫ
ҚОҚЫСПЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚ ОРЫНДАРЫН АНЫҚТАУ

¹«А.Н. Соколов атындағы топырақтану және агрохимия институты»

Ұлттық ғылыми орталығы 61024, Харьков, Чайковский көш, 4, Украина,

e-mail: pochva@meta.ua

Бұл мақалада қысқа уақыт кезеңі ішінде өз аумағындағы өздігінен қоқыс полигондарын пилотсыз ұшқыш аппаратпен жедел іздестіретін, қазіргі кездегі қоқыс төгінділерін қалпына келтіру бойынша іс-шаралар жоспарын әзірлеу және іске асыру тәжірибесі көрсетілген, сондай-ақ алдағы уақытта жаңа полигондардың уақытылы қалпына келтірілуін қамтамасыз етеді. Сол аумақтың қайталама зерттеулерінің негізінде өздігінен қоқыс орындарын орналастыру заңдылықтары анықталды, деректер базасы құрылды, топырақтың негізгі агрохимиялық көрсеткіштеріне қоқыс полигондарынан әсерін зерттеу үшін топырақ үлгілерін алу нүктелері анықталды.

Түйінді сөздер: апатты қоқыстар, топырақтың ластануы, пилотсыз ұшатын аппараттар, қашықтан зондтау.

SUMMARY

M. Solokha¹

DETERMINATION OF SOIL POLLUTION POINTS UNDER NATURAL DRAWINGS WITH
AEROPHOTOSIS WITH A FREE FLYING EQUIPMENT

¹National scientific center «Institute for soil science and agrochemistry research named after O.N.Sokolovsky», 61024, Kharkiv, 4, Chaikovska Str., Ukraine, e-mail: [poch-](mailto:pochva@meta.ua)

va@meta.ua

This article describes the experience in developing a methodological approach to the operational search of spatial landfills in the territory for short periods of time with the help of a drone that allowed the development and implementation of a plan of measures for the remediation of existing spatial landfills, as well as tracking the emergence of new landfills for timely reclamation. On the basis of repeatedly taking pictures of the same territory, patterns of placement of the landfills are found, a database was created, sampling points were determined for the study of the influence of spontaneous dumps on the basic agrochemical indicators of the soil.

Key words: spontaneous dumps, soil contamination, unmanned aerial vehicle, remote sensing.