ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СВАЛОК НА КОМПОНЕНТЫ ЛАНДШАФТНОЙ СФЕРЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОЙ СЪЁМКИ

Д.А. Липилин
Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, lipilin_dmitrii@mail.ru

EVALUATION EFFECTS LANDFILLS OF LANDSCAPE OF KRASNODAR REGION ACCORDING TO SATELLITE IMAGERY

D.A. Lipilin
Kuban state university
Krasnodar, Russia, lipilin_dmitrii@mail.ru

Abstract. The article presents the effect of municipal solid waste landfills in the components of landscape sphere (lithogenic basis of landscapes, runoff, vegetation, atmosphere), established according to satellite imagery. Possibilities and limitations in identifying and assessing the impact of landfills on the environment by using remote sensing data.

Keywords: municipal solid waste, landfill, environment, landscape, remote sensing, satellite imagery, monitoring, Krasnodar region.

Введение. Постоянное увеличение количества образующихся отходов приводит к росту площадей уже имеющихся свалок, изъятию земель для складирования или строительства новых мест размещения отходов, что, в свою очередь, усиливает воздействия скопления отходов на естественные ландшафты. Воздействия прямо или косвенно способны изменить многие природные процессы: биологического и геохимического круговорота, влагооборота, теплового баланса, вещественно-энергетического обмена вообще. Один из геоэкологических аспектов изучения несанкционированных и санкционированных свалок твердых бытовых отходов заключается в оценке их комплексного воздействия на компоненты окружающей природной среды (почвы, грунтовые воды, наземные водные объекты, растительность, атмосфера, ландшафты в целом). Наличие на свалках опасных отходов, а также значительные площади самих свалок способны нарушить сложившиеся процессы метаболизма в прилегающих к свалкам участках ландшафтной сферы.

Благоприятный климат вкуче с почвенно-земельными и рекреационными ресурсами формирует особый географический фон Краснодарского края. В этих условиях негативное воздействие складированных отходов на ландшафты края придает проблеме свалок действительно острый характер. В мировой геоэкологической практике выбору места расположения полигона твердых бытовых отходов или санкционированной свалки уделяется повышенное внимание [14, 16, 17]. Однако зачастую ошибки при выборе местоположения, недоучет ряда географических факторов, а также стихийный характер многих свалок приводят к негативным последствиям для окружающей среды.

В настоящей работе использованы спутниковые снимки GeoEye-1, QuickBird, WorldView-2. Обладая высокой обзорностью и информативностью, а также возможностью получения актуальных (до нескольких суток) и ретроспективных изображений – снимки являются качественным источником сведений о местах размещения отходов.

Изменение литогенной основы ландшафта и поверхностного стока. Свалки бытовых отходов способны приводить к изменениям литогенной основы ландшафта. Как известно [5], при крупномасштабной ландшафтной съемке (что отвечает масштабам нашего анализа) под литогенной основой ландшафта обычно понимают сочетание элементарных форм рельефа с особенностями состава и строения приповерхностных горных пород.

Появление крупных свалок часто провоцирует формирование осыпей, размылов, проседаний, обвалов и сползание пород. Образовавшиеся элементарные формы рельефа приводят к формированию новых природных комплексов; перемещение пород нарушает естественный режим поверхностных, почвенных, грунтовых вод, не говоря уже об их загрязнении. На наклонных поверхностях горного рельефа на некоторых свалках отчетливо фиксируются процессы сползания мусора, вовлекающего в движение и верхний слой литогенной основы. В качестве примера приведем свалки в районе Туапсинского городского поселения и Лермонтовского сельского поселения (рис. 1).

Стоки фильтрата способствуют образованию мелких поверхностных водоемов с вероятной последующей их эвтрофикацией. Подобные свалки показаны на рисунке 2; при этом площадь обнаруженных водоемов варьирует от 200 м² для свалки Коржевского сельского поселения (по состоянию на 2003 г.) и до почти 2 000 м² для свалки Нововеличковского сельского поселения (2010 г.). На Коржевской свалке образовалось несколько подобных водоёмов суммарной площадью около 1 500 м².

Фильтрационные стоки – это один из основных источников загрязнения окружающей среды. Свалочный фильтрат – это дождевая, талая или выделившаяся из отходов вода, прошедшая сквозь толщу мусо-

ра и на своем пути собравшая болезнетворные микроорганизмы и токсичные вещества. Концентрация загрязнителей в фильтрате может в тысячи раз превышать допустимую норму.

Рис. 1. Сползание свалки по склону. Свалки Лермонтовского сельского поселения (слева) и Туапсинского городского поселения (справа). Стрелками показано направление сползания

Рис. 2. Образование фильтрационными стоками поверхностного водоёма. Свалки Коржевского сельского поселения, Славянский район (слева), Нововеличковского сельского поселения, Динской район (справа). Стрелками показано направление фильтрационных стоков

Нарушение естественного растительного покрова. При изъятии земель под полигоны ТБО происходит нарушение / сведение естественного растительного покрова либо замещение его сорными видами растительности. Так, под свалки вырубается участки лесных массивов, как, например, в районе Афицкого городского поселения в Северском районе (рис. 3).

Рис. 3. Свалка в лесном массиве в районе Афинского городского поселения, Северский район

Изъятие сельскохозяйственных земель. Еще одно характерное для исследуемой территории негативное явление – загрязнение сельскохозяйственных полей скоплением мусора. Последнее сопровождается соответствующим изъятием ценных земель сельскохозяйственного назначения. Нередки случаи складирования мусора в высохших речных руслах, степных балках. Подобные старые русла в степной зоне часто бывают распаханы, однако сохраняют свои морфологические особенности (линейную вогнутость), что делает их удобными для складирования отходов. Такие русла, как правило, сохраняют свои грунтово-дренажные свойства. Засорение элементов водно-эрозионной сети, в том числе балок и высохших русел, способно нарушить их дренирующую способность. Кроме того, представляют опасность фильтрационные стоки, попадающие в естественные дрены.

Нарушение водоохранного режима рек и водоемов. Особое положение в мониторинге негативно-го воздействия ТБО на компоненты окружающей среды занимает воздействие на водные ресурсы и подземные воды [Yousef et al., 2010]. И если негативное воздействие на подземные воды дистанционными методами оценить проблематично, то оценка воздействия на поверхностные воды вполне возможна [Baodong et al., 2008]. Поверхностные воды зачастую являются единственными источниками питьевой воды для местного населения. Поэтому соблюдение норм размещения мест складирования отходов и недопущение стоков фильтрата и атмосферных осадков с территории свалки в водоёмы является чрезвычайно важной санитарной мерой.

Хозяйственная деятельность в пределах водоохраных зон (ВЗ) и прибрежных защитных полос (ПЗП) водоемов и рек регулируется в соответствии с Водным кодексом РФ. Соблюдение водоохранного режима рек, включая обеспечение удаленности от водных объектов свалок ТБО, – важнейшее условие сохранения качества водных ресурсов. Водоохранная зона подразумевает территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер и водохранилищ. На этих территориях устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

В Краснодарском крае ширина водоохраных зон и прибрежных защитных полос для рек и ручьев регулируется законодательными нормами [7]. Для прибрежной защитной полосы ширина водоохранной зоны составляет 50 м. Для рек ширина водоохранной зоны устанавливается в зависимости от ее длины: при длине реки до 10 км – 50 м, при длине 10–50 км – 100 м, при длине свыше 50 км – 200 м.

Для оценки соблюдения водоохранного режима рек хорошие результаты даёт использование спутниковых снимков в сочетании с ГИС-технологиями. Некоторые результаты расчета положения водоохраных зон для водных объектов Краснодарского края иллюстрируют рисунок 4. Показанные объекты представляют интерес, прежде всего, ввиду обнаружения свалок внутри защитных полос и водоохраных зон.

При построении границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос относительно береговой линии использован инструмент Buffer программы ArcGIS [4, 5].

Рис. 4. Свалки в водоохранных зонах р. Челбас сельского поселения Коржовское, Ленинградский район (слева) и Ахтарских соленых озерах сельского поселения Ахтарское, Приморско-Ахтарский район (справа)

Картометрические показатели обнаруженных свалок, нарушающих водоохранный режим, представлены в таблице 1.

Таблица 1
Сведения о свалках в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос

Населенный пункт	Водный объект	Площадь свалки, га	Площадь свалки в границах ВЗ, га	Площадь свалки в границах ПЗП, га
Хутор Коржи	Река Челбас	1,72	1,07	0,65
Пос. Ахтарский	Ахтарские соленые озера	1,53	1,53	—

Показанные нарушения водоохранный режим на территории Краснодарского края ограничиваются несколькими примерами и нацелены на демонстрацию возможностей предлагаемых приемов обнаружения подобных нарушений.

Загрязнение атмосферного воздуха на свалках происходит в процессе выделения из тела свалки «свалочного газа» и дыма при возгорании отвалов ТБО. Свалочным газом называется смесь газов, образующаяся при разложении отходов в теле свалки. Этот газ образуется в анаэробных условиях в результате жизнедеятельности метаногенных бактерий. По данным Красовской [2012], основными компонентами свалочного газа являются метан и двуокись углерода, которые относятся к числу газов, создающих «парниковый» эффект. Соотношение этих газов может значительно изменяться в зависимости от условий, типа отходов и степени их разложения на свалке. Например, содержание метана в выделяемом газе может изменяться от 20 до 75% [13, 15]. Одновременно в зависимости от состава ТБО в качестве малых примесей могут присутствовать и другие газы.

Состав выделяемых газов существенно изменяется в случае возгорания свалки. Особую опасность для атмосферного воздуха и окружающей среды представляют систематические и длительные возгорания тела свалки, что приводит к задымлению полигона и прилегающей к нему территории со всеми вытекающими

ми последствиями. При этом во время горения в воздух выбрасываются сажа, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода и прочие загрязнители атмосферы.

Если выделение на спутниковых снимках «свалочного газа» затруднено, то задача мониторинга пожарной обстановки дистанционными методами решена давно и достаточно просто [9, 8]. Примеры возгорания свалок твердых бытовых отходов в Кавказском районе и городе Геленджике представлены на рисунке 5. На каждом из снимков отчетливо виден шлейф дыма, источником которого является тело свалки.

Рис. 5. Горящие свалки в окрестностях Лосевского сельского поселения (слева) и Мирского сельского поселения, Кавказский район (справа)

В заключение отметим, что высокая обзорность и оперативность спутниковых данных делают их качественным источником для выявления фактов и оценки степени негативного влияния свалок на компоненты ландшафтной сферы. Однако при всех положительных качествах и возможностях мультиспектральной спутниковой съемки имеются некоторые ограничения. Дистанционными методами весьма затруднительно определить точный состав отходов, наличие отходов 1–2 классов опасности (ртутные и люминесцентные лампы, градусники, аккумуляторные батареи и др.), а также факты загрязнения подземных и грунтовых вод. Возможно в будущем в решении рассматриваемых задач помогут активно развиваемые в настоящее время гиперспектральные системы дистанционного зондирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. *Водный кодекс Российской Федерации*: [федер. закон: принят Гос. Думой 12 апр. 2006 г.: по состоянию на 28 дек. 2013 г.] / Консультант Плюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/Vodnyi_kodeks_Rossiiskoi_Federatsii: [Feder. zakon: printy Gos. Dumoi 12 apr. 2006 g.: po sostoyniu na 28 dek. 2013] / Consultant Plus. – Regim dostupa: <http://www.consultant.ru/> (In Russian).
2. *Красовская С.П.* Размещение отходов в условиях Черноморского побережья Кавказа: дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Красовская Светлана Петровна. М., 2012. – 20 с.
Krasouskaya S.P. Razmeshchenie othodov v usloviy Chornomorskogo poberegia Kavkaza: dis. ... cand. tehn. sciences: 06.01.02 / KrasouskayaSvetlanaPetrovna. M., 2012. – 20 p. (In Russian).
3. *Липилин Д.А.* О контроле соблюдения водоохранного режима рек степной зоны по данным спутниковых снимков (на примере Краснодарского края) / Д.А. Липилин // Управление водными ресурсами: рациональное использование, охрана и безопасность: материалы научно-практической конференции. – Краснодар, 2012а. – С. 127–132.
Lipilin D.A. O kontrole sobludeniya vodoohrannogo regima rek stepnoi zony po dannym sputnikovyh snimkov (na primere Krasnodarskogo kraya) / D.A. Lipilin // Upravlenie vodnymi resursami: ratsionalnoe ispolzovanie, ohrana ibezopasnost: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Krasnodar, 2012a. – P. 127–132. (In Russian).
4. *Липилин Д.А.* Разработка методики контроля водоохранного режима рек степной зоны Краснодарского края по данным спутниковых снимков / Д.А. Липилин // Геоинформационные технологии и косми-

ческий мониторинг: материалы V Международной конференции, 2–6 сентября. 2012. – Ростов н/Д, 2012б. – С. 147–152.

Lipilin, D.A. Razrabotka metodiki kontrolya vodoohrannogo regima rek stepnoi zony Krasnodarskogo kraia po dannym sputnikovyh snimkov/D.A. Lipilin/Geoinformatsionnye tehnologii i kosmichesky monitoring: materialy V Megdunarodnoi konferetsii, 2–6 sentyabrya. 2012. – Rovtov n/D, 2012b. – P. 147–152. (In Russian).

5. Мильков Ф.Н. Общее землеведение: учебник для студ. географ. спец. вузов / Ф.Н.Мильков. – М.: Высш. шк., 1990. – 335 с.

Milkov F.N. Obshcheezemlevedenie: uchebnikdlystud. geograf. spets. vuzov/ F.N. Milkov. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 335 p. (In Russian).

6. Миняйло, Е.Э. Загрязнения от свалок / Е.Э. Миняйло // Canterbury Enviromental education center: электрон. журн. – Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2008/ggeo/minyailo/lib/st3.htm>

Minyalo E.E. Zagryznenie ot svalok / E.E. Minyalo //Canterbury Enviromental education center: электрон. журн. – Regim dostupa: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2008/ggeo/minyailo/lib/st3.htm> (In Russian).

7. Об установлении ширины водоохранных зон и ширины прибрежных защитных полос рек и ручьев, расположенных на территории Краснодарского края: [постановление Законодательного собрания Краснодарского края: принято Зак. собранием Краснодарского края 15 июля 2009 г.]. – Режим доступа: <http://www.kubzsk.ru/lawdevelop/GIMLoader.html?idFile=83A651C110D94273E040A8C0070154E4>

Ob ustanovlenii shiriny vodoohrannyh zoni shiriny pribregnyh zashchitnyh polos reki rucheiv, raspologennyh na territorii Krasnodarskogo kray: [postanovlenie Zakonodatel'nogo sobrania Krasnodarskogo kray: prinyto Zak. Sobranie Krasnodarskogo kray 15 iuny 2009 g.]. –Regim dostupa: <http://www.kubzsk.ru/lawdevelop/GIMLoader.html?idFile=83A651C110D94273E040A8C0070154E4>

8. Пупышева Н.В. Ежедневный спутниковый мониторинг пожарной обстановки в России / Н.В. Пупышева, В.В. Морозов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2010. – № 9. – С. 65–71.

Pupysheva, N.V. Egednevnyi sputnikovy monitoring pogarnoi obstanovki vRossii / N.V. Pupysheva, V.V. Morozov // Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel. – 2010. – № 9. – P. 65–71. (In Russian).

9. Романов А. А. Программно-аппаратный комплекс оперативного мониторинга пожарной обстановки вокруг критически важных объектов Российской Федерации / А.А. Романов, К.Ц. Литовченко, В.А. Толпин, А.А. Романов, А.А. Прошин // Исследовано в России. Моск. физ.-тех. ин-т : электрон. журн. – 2006. – С. 266–279. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/028.pdf>

Romanov A.A. Programmno-apparatnyi kompleks operativnogo monitoringa pogarnoi obstanovki vokrug kritisheski vagnyh ob'ektov Rossiiskoi Federatsii / A.A. Romanov, K.Ts. Litovchenko, V.A. Tolpin, A.A. Romanov, A.A. Proshin // IssledovanovRossii. Mosk. fiz-tehn. in-t: eliktron. gurnal. – 2006. – P. 266–279. – Regim dostupa: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/028.pdf>. (In Russian).

10. Свалка в Лoo.– Режим доступа: <http://www.ecotalk.ru/phorum/viewtopic.html&f=9&t=548>

Svalka v Loo.– Regim dostupa: <http://www.ecotalk.ru/phorum/viewtopic.html&f=9&t=548>

11. Солнцев, Н.Н. Учение о ландшафте. Избранные труды / Н.Н. Солнцев. – М: МГУ, 2001. – 384 с.

Solntsev, N.N. Uchenie o landshafte. Izbrannye trudy / N.N. Solntcev. – M: MGU, 2001. – 384 p. (In Russian).

12. Baodong, M. Remote Sensing Detection for Subsidence-Resulted Water Body and Solid-Waste Dump in Coal Mine Yanzhou Coal Mining Area Being a Case / M. Baodong, W. Lixin, L. Shanjun // ISPRS Archives – Volume XXXVII Part B6b: XXIst ISPRS congress youth forum, 3–11 July. 2008. – Beijing, 2008. – P. 269–272

13. Bareithera, C. A. Microbial diversity and dynamics during methane production from municipal solid waste / C.A. Bareithera, G.L. Wolfec, K.D. McMahond, C.H. Bensone // Waste management. – 2013. – V.33. – № 10. – P. 1982–1992. – Режимдоступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X12005776>

14. Biottoa G. GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills / G. Biottoa, S. Silvestria, L. Gobboa, E. Furlana, S. Valentia, R. Rossellia // International Journal of Geographical Information Science. – 2009. – V. 23. – № 10. – P. 1233–1244.

15. Ishii, K. Estimation of methane emission rate changes using age-defined waste in a landfill site / K. Ishii, T. Furuichi // Waste management. – 2013. – V.33. – № 9. – P. 1861–1869. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13002201>

16. Kabite, G. GIS-Based Solid Waste Landfill Site Selection in Addis Ababa, Ethiopia / G. Kabite, K.V. Suryabhagavan, M. Argaw, H. Sulaiman // International journal of Ecology and environmental sciences. – 2012. – V. 38. – № 2–3. – P. 59–72

17. Wang G. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China / G. Wang, L. Qin, G. Li, L. Chen // Journal of Environmental Management. – 2009. – V. 90. – № 8. – P. 2414–2421.

18. Yousef A.R. Hydrogeological Data Evaluation and Solid Waste Management at Al-Akeeder Landfill Site, Jordan: Assessing Pollution Risks /A.R. Yousef, M. A. Rosen, H. Ghrefat // International journal of Ecology and environmental sciences. – 2010. – V. 36. – № 2–3. – P. 175–186.