

**А. В. Погорелов** (Кубанский государственный университет)

В 1979 г. окончил Кубанский государственный университет по специальности «география». В настоящее время — заведующий кафедрой геоинформатики Кубанского государственного университета. Доктор географических наук.

**С. В. Дулепа** (Министерство природных ресурсов Краснодарского края)

В 1982 г. окончил Ростовское высшее военное командно-инженерное училище по специальности «радиотехнические системы комплексов». В настоящее время — начальник отдела экологического мониторинга и охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов Краснодарского края.

**Д. А. Липилин** (ГБУ КК «КИАЦЭМ»)

В 2011 г. окончил Кубанский государственный университет по специальности «прикладная информатика в географии». В настоящее время ведущий — специалист отдела мониторинга государственного бюджетного учреждения Краснодарского края «Краевой информационно-аналитический центр экологического мониторинга» (ГБУ Краснодарского края «КИАЦЭМ»).

## Опыт космического мониторинга свалок на территории Краснодарского края

Проблема размещения твердых бытовых отходов (ТБО) в Краснодарском крае в силу его географических особенностей (курортная и аграрная специализации, черноземные почвы и пр.) стоит особенно остро. На ежегодные объемы отходов влияют высокая плотность местного населения, почти в 10 раз превышающая среднероссийский показатель, и значительное количество туристов (до 10–15 млн), ежегодно посещающих край. Несанкционированные свалки исключают из землепользования на территории Краснодарского края ценные земли различного назначения, включая сельскохозяйственные.

Спутниковые снимки, как известно, важный и объективный источник информации при слежении за состоянием региональных земельных ресурсов и мест складирования отходов [1–4]. Для временного анализа свалок в качестве исходных данных нами использованы спутниковые снимки GeoEye-1, IKONOS, QuickBird, WorldView-2. Обращение к этим снимкам обусловлено их пространственным (0,5–1 м) и спектральным разрешением, оптимальным для решаемых задач, а также наличием ретроспективных мате-

риалов. В настоящей работе мы не рассматриваем технические вопросы дешифрирования участков, покрытых мусором, и их картографирования [5], сосредоточившись на результатах. Анализ временной динамики выполнялся с применением программ ENVI и ArcGIS (Esri).

Из сотен обнаруженных на снимках свалок на территории края выбраны объекты, отражающие характерные географические условия региона (степные равнины, горы, морское побережье, размеры близлежащих населенных пунктов), а также особенности временной динамики (рис. 1):

- 1) свалка ТБО Абинского городского поселения;
- 2) свалка ТБО Адлерского городского поселения (Большой Сочи);
- 3) свалка ТБО Муниципального образования город-курорт Анапа (хутор Красный);
- 4) свалка ТБО Муниципального образования город Краснодар (хутор Копанской);
- 5) свалка ТБО Муниципального образования город Краснодар (центральный округ);
- 6) свалка ТБО Крымского городского поселения;



Рис. 1. Расположение исследуемых свалок на территории Краснодарского края

7) свалка ТБО Верхнеолооского сельского округа (Большой Сочи);

8) свалка ТБО Туапсинского городского поселения.

На спутниковых снимках прямыми индикаторными признаками мест размещения ТБО служат спектральные характеристики подстилающей поверхности, отличающиеся от фоновых, а также текстурные особенности. К косвенным признакам следует отнести возможное присутствие работающей тяжелой техники (бульдозер, экскаватор), а также наличие подъездных путей (грунтовой дороги), поскольку транспортному

средству для выгрузки мусора необходимо проехать к месту размещения ТБО. Кроме того, признаками служат объекты обустройства свалки: внешнее ограждение, водоотводная канава, обваловка по периметру свалки, контрольно-пропускной пункт на въезде.

Динамика состояния свалок с оценкой некоторых пространственных показателей исследовалась по серии разновременных спутниковых снимков. Среди показателей, отражающих динамику объектов, наиболее информативными служат простые картометрические характеристики — координатное описание, площадь и периметр (общая длина границы) свалки. Изменения площади рассчитывались по отношению к данным предыдущей съемки.

**Свалка ТБО Абинского городского поселения.** На снимке 2003 г. видно, что на расчищенной территории начинают размещать мусор, покрывающий площадь 1,17 га (рис. 2). К 2010 г. разросшаяся более чем в два раза свалка приобретает обустроенный вид: появляются ангар для тяжелой техники и ограждение, обеспечивающее пропускной режим на объект. Наличие капитальных строений, вероятнее всего, свидетельствует о санкционированном характере данной свалки. Пространственные показатели свалки ТБО Абинского городского поселения представлены в табл. 1.



Рис. 2. Свалка ТБО Абинского городского поселения

Дата съемки	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км
30.08.2003	1,17	—	0,77
27.05.2010	2,58	2,58	0,79

Табл. 1. Пространственные показатели свалки ТБО Абинского городского поселения

Свалка ТБО Адлерского городского поселения представляет собой пример восстановления нарушенных земель. Судя по снимкам (рис. 3), в период с 2005 по 2007 г. на свалке происходило сокращение площади, занятой мусором, с 4,19 до 1,97 га, однако к 2010 г. площадь свалки уве-

личилась до 8,1 га (табл. 2). В середине 2011 г. мусор был локализован на двух относительно небольших участках общей площадью 0,32 га; к сентябрю 2011 г. эти участки были полностью расчищены. При этом площадь рекультивированных земель оказалась равной 7,78 га.

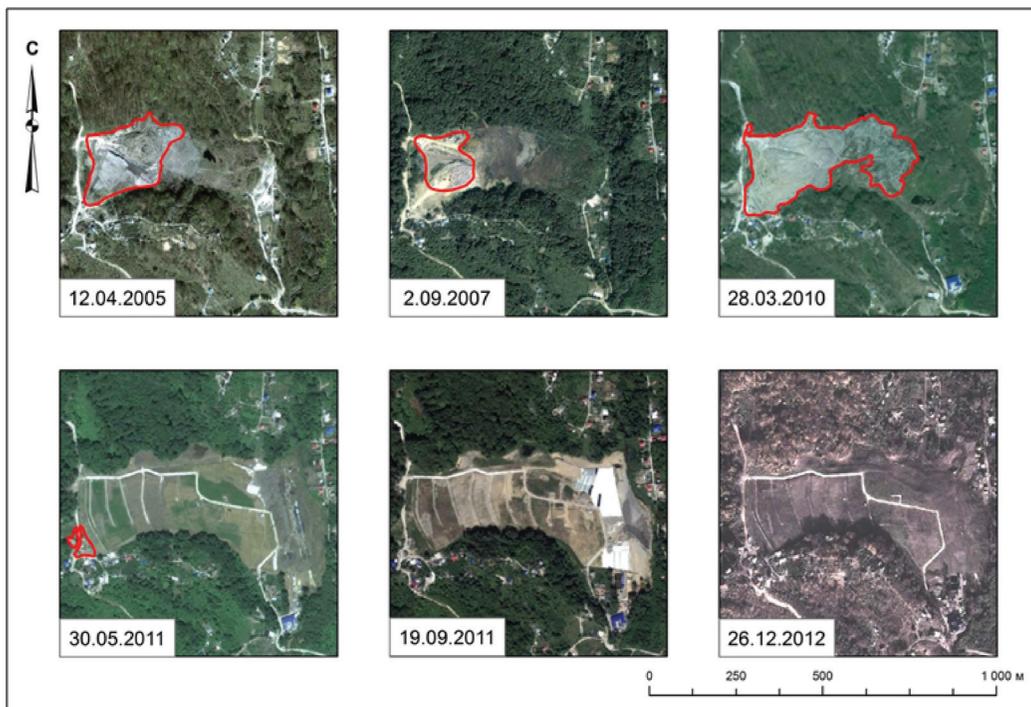


Рис. 3. Свалка ТБО Адлерского городского поселения

Дата	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км	Площадь рекультивированной земли, га
12.04.2005	4,19	—	0,92	—
02.09.2007	1,97	47	0,60	—
28.03.2010	8,10	411	1,79	—
30.05.2011	0,32	4	0,38	—
19.09.2011	0	—	—	7,78

Табл. 2. Пространственные показатели свалки ТБО Адлерского городского поселения

Свалка ТБО Муниципального образования город-курорт Анапа расположена в районе хутора Красный. Динамика постепенно растущей свалки, находящейся в курортной зоне, представлена на спутниковых снимках (рис. 4). За 10 лет общая площадь свалки увеличилась почти в 3 раза — с 9 до 26 га (табл. 3). Наиболее значительное увеличение произошло в период с 2006

по 2011 г. Участки, занятые отходами, имеют сложную конфигурацию, поэтому периметр свалки изменялся в последние годы от 2,61 до 2,88 км. На снимках 2011 и 2013 г. отчетливо видно появление капитальных сооружений — ангара и контрольно-пропускного пункта, что, скорее всего, свидетельствует о санкционированном статусе объекта.

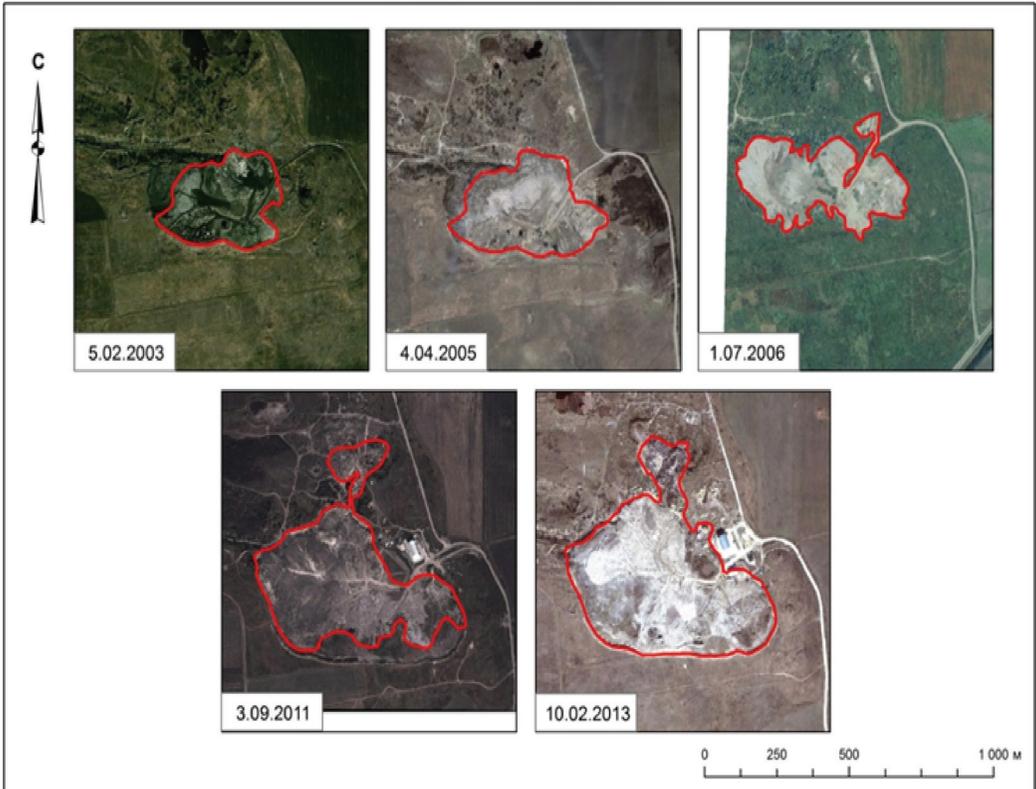


Рис. 4. Свалка ТБО Анапского городского поселения

Дата съемки	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км
05.02.2003	9,03	—	1,32
04.04.2005	11,02	122	1,48
01.07.2006	11,77	107	2,61
03.09.2011	20,20	172	2,88
10.02.2013	25,98	129	2,56

Табл. 3. Пространственные показатели свалки ТБО Анапского городского поселения

Свалка ТБО Муниципального образования город Краснодар вблизи хутора Копанской представляет особый интерес. Снимки этой крупной свалки в муници-

пальном образовании город Краснодар отражают общую динамику роста ее площади в 2003–2011 гг. с 15,8 до 27,2 га (рис. 5, табл. 4).



Рис. 5. Свалка ТБО вблизи хутора Копанской

Дата съемки	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км
13.10.2003	15,83	—	1,57
15.07.2010	23,91	151	1,95
27.04.2011	27,24	114	2,04

Табл. 4. Пространственные показатели свалки ТБО вблизи хутора Копанской

На снимках свалки ТБО в центральном округе города Краснодара отражена разнонаправленная динамика изменения ее площади. Так, до 2011 г. площадь свалки увеличивалась,

причем иногда весьма значительно — до 61% в год. С 2011 г. наблюдается резкое и значительное (на 80%) уменьшение замусоренной площади (рис. 6, табл. 5).

Дата съемки	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км
10.10.2002	1,80	—	0,99
07.08.2003	2,81	156	1,14
14.09.2004	2,86	102	1,18
12.08.2006	2,88	101	1,34
11.03.2007	4,62	161	2,12
25.03.2010	4,71	102	1,60
10.06.2011	1,05	22	0,85
12.07.2012	0,44	42	0,71

Табл. 5. Свалка ТБО в центральном округе г. Краснодара



Рис. 6. Пространственные показатели свалки в центральном округе г. Краснодара

Анализ снимков свалки ТБО Крымского городского поселения свидетельствует о значительном увеличении площади свалки с 1,8 до 4,6 га

в период с 2002 по 2012 г. (рис. 7, табл. 6). Наиболее значительный рост за год (увеличение площади на 56%) произошел с 2009 по 2010 г.

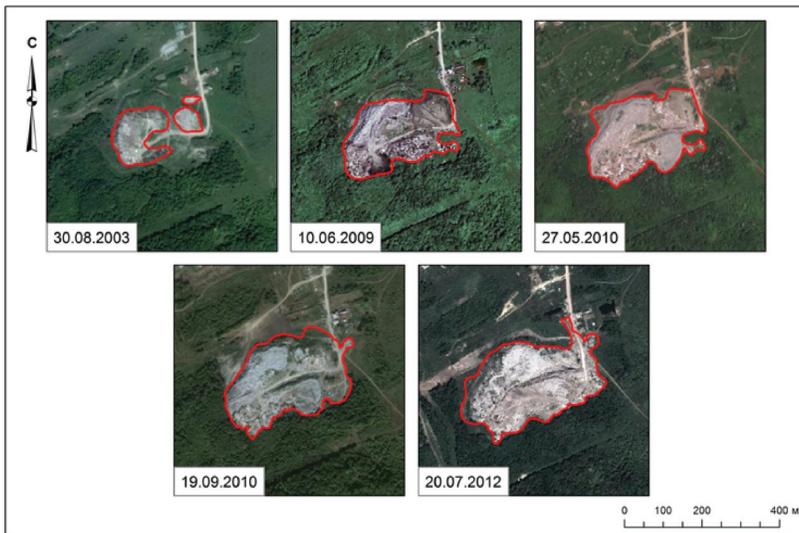


Рис. 7. Свалка ТБО Крымского городского поселения

Дата съемки	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км
30.08.2002	1,80	—	1,15
10.06.2009	2,81	156	0,84
27.05.2010	3,79	135	0,98
19.09.2010	4,24	112	0,92
20.07.2012	4,62	109	1,31

Табл. 6. Пространственные показатели свалки ТБО Крымского городского поселения

При анализе ретроспективных данных на территорию свалки ТБО Верхнелооского сельского округа установлено, что в период с середины 2002 по конец 2010 г. площадь свалки выросла в 2,7 раза, при этом наиболее

активно она росла с 2009 по 2010 г. (рис. 8). Последнее объясняется гравитационным сползанием мусора. Пространственные показатели свалки ТБО Верхнелооского сельского округа представлены в табл. 7.

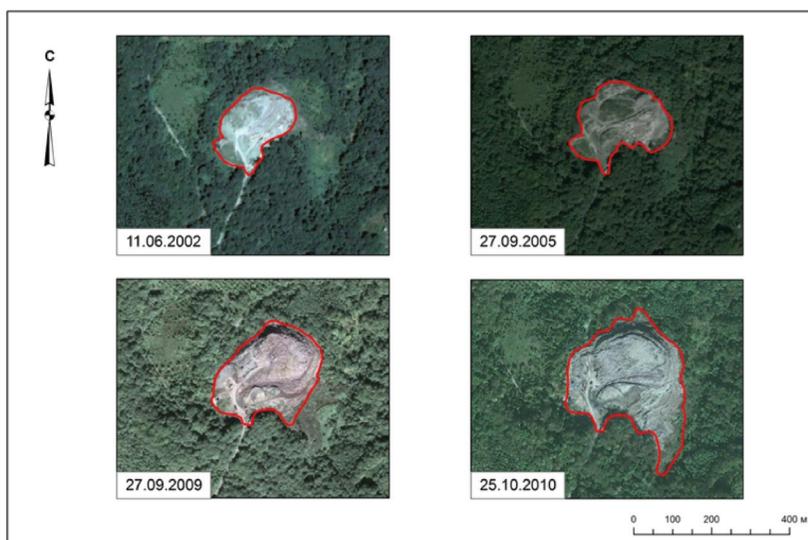


Рис. 8. Свалка ТБО Верхнелооского сельского округа

Дата съемки	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км
11.06.2002	2,77	—	0,69
27.09.2005	3,69	133	0,87
27.09.2009	5,01	136	0,92
25.10.2010	7,51	150	1,31

Табл. 7. Пространственные показатели свалки Верхнелооского сельского округа

При анализе спутниковых снимков свалки Туапсинского городского поселения (рис. 9) установлен двукратный рост ее площади в период с 2007 по 2013 г. Наиболее заметное

увеличение площади отмечено с 2009 по 2011 г. (площадь увеличилась на 50%). В дальнейшем с 2011 по 2013 г. площадь свалки увеличивалась ежегодно примерно на 10% (табл. 8).

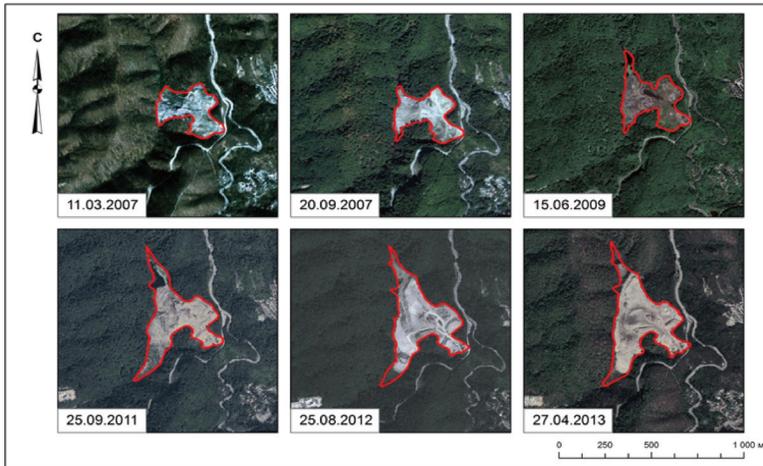


Рис. 9. Свалка ТБО Туапсинского городского поселения

Дата съемки	Площадь, га	Изменение площади, %	Периметр, км
11.03.2007	6,69	—	1,41
20.09.2007	6,72	133	1,61
15.06.2009	8,09	136	1,88
25.09.2011	11,76	150	2,51
25.08.2012	12,91	110	2,59
27.04.2013	13,92	108	2,68

Табл. 8. Пространственные показатели свалки Туапсинского городского поселения

Таким образом, космические снимки сверхвысокого пространственного разрешения позволяют надежно идентифицировать свалки ТБО и оценивать их многолетнюю динамику в регионе. Целесообразно использовать такого рода измерения вкупе с наземным наблюдением, всесторонне развивая средства и эффективность мониторинга. Очевидны перспективы дальнейшей работы: инвентаризация мест складирования ТБО с установлением дополнительных параметров свалок (вплоть до расчета объемов тела свалки), а также оценка воздействия свалок на компоненты местного ландшафта.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Погорелов А. В., Липилин Д. А. О дешифрировании объектов землепользования по космическим снимкам на территории Краснодарского края // Вестник

Северо-Кавказского федерального университета. 2013. № 2. С. 46–52.

2. Тимофеева С. С., Шешукова Л. В., Охотин А. Л. Мониторинг свалок твердых бытовых и промышленных отходов в Иркутском районе по данным космических снимков // Вестник ИрГТУ. 2012. №9. С. 76–81.

3. Бровкина О. В., Скорописов Д. Ю. Мониторинг свалок твердых бытовых и промышленных отходов (на примере территории Кронштадского района г. Санкт-Петербурга) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. №1. С. 153–155.

4. Абросимов А. В., Никольский Д. Б., Шешукова Л. В. Использование космических снимков и геоинформационных технологий для мониторинга мест складирования отходов // Геоматика. 2013. №1. С. 68–74.

5. Липилин Д. А. Особенности дешифрирования свалок на территории Краснодарского края по материалам спутниковых снимков (методика и результаты) // Географические исследования Краснодарского края. Вып.7. – Краснодар. 2012. С. 243–250.