

**А.В. Абросимов** (Компания «Совзонд»)

В 1992 г. окончил географический факультет Удмуртского государственного университета по специальности «география». Работал руководителем вузовско-академической лаборатории Курганского государственного университета и Института географии РАН. В настоящее время — заместитель главного инженера компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

**Д.Б. Никольский** (Компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «исследование природных ресурсов авиакосмическими средствами». С 2007 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — заместитель директора департамента развития.

**Л.В. Шешукова** (Иркутский государственный технический университет)

Окончила Иркутский политехнический институт по специальности «прикладная геодезия». В настоящее время — аспирант кафедры промэкологии и БЖД Иркутского государственного технического университета.

## Использование космических снимков и геоинформационных технологий для мониторинга мест складирования отходов

Задача выявления, картографирования, мониторинга мест складирования различных видов отходов — одна из наиболее актуальных в сфере охраны окружающей среды. С одной стороны, это связано с серьезным негативным воздействием свалок на все компоненты ландшафта за счет физического, химического, биологического загрязнения, а также ухудшением качества жизни населения за счет резкого снижения эстетической ценности природных комплексов и возрастания техногенных рисков. С другой стороны, это обусловлено все большей актуальностью проблемы на фоне длительно продолжавшейся бесконтрольности в этой сфере, резкого снижения экологической культуры населения, возросшего уровня производства и потребления, что вместе с бурным развитием

композиционных, строительных и упаковочных материалов делает проблему стихийных свалок одной из наиболее острых.

Несанкционированные свалки по своей сути — очень многочисленные, крайне пространственно распределенные и в основном небольшие по площади объекты. Вокруг одного поселка городского типа может располагаться от нескольких десятков до полутора сотен мест несанкционированного размещения твердых отходов. Вокруг городов это число возрастает на порядок. В связи с этим полный наземный контроль связан с огромными финансовыми, временными, человеческими затратами, а во многих ситуациях просто невозможен. В таких условиях государственным органам остается осуществлять выборочный, единичный контроль и

реагировать на конкретные сигналы. Как следствие — нет общей информационной картины во времени и в пространстве, трудно оценить сложность проблемы в целом, разработать исходя из реальной ситуации полный комплекс мероприятий по очистке, рекультивации, профилактике возникновения несанкционированных свалок.

Практически единственным источником информации, дающим полную, актуальную, оперативную картину проблемы и при этом минимизирующим финансовые, временные, трудовые затраты для решения данной проблемы, являются современные

данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Безусловно, наиболее эффективная методика мониторинга мест складирования отходов должна опираться на современные компьютерные технологии, в частности на средства обработки данных ДЗЗ и геоинформационные системы (ГИС). Космические снимки в сочетании с выборочным наземным контролем, а также другими источниками информации — имеющимися электронными картами, цифровыми моделями рельефа — становятся основой для оперативного выявления, картографирования и мониторинга свалок (рис. 1).



QuickBird (03.08.2002)



QuickBird (09.08.2007)



GeoEye-1 (31.05.2009)



GeoEye-1 (18.09.2010)

Рис. 1. Мониторинг несанкционированной свалки

Первоначально объект, расположенный к востоку от Иркутска вблизи садоводств «Факел», «Химик» и «Рябинка», возник как несанкционированный карьер добычи песка (зафиксировано состояние на 3 августа 2002 г.). На 9 августа 2007 г. интенсивность разработок снизилась, а вдоль подъездной дороги началось складирование мусора. По снимку от 31 мая 2009 г. видно, что значительная часть территории используется для складирования отходов. При этом на карте территориального планирования здесь отмечен объект с атрибутом «Рекультивация существующих свалок». По факту на 18 сентября 2010 г. рекультивации не наблюдается, наоборот, отходы начинают размещать уже на подъездах к несанкционированной свалке. Общая площадь свалки (включая подъезды) составляет 1,87 га.

Эффективная методика выявления, картографирования и мониторинга несанкционированных мест складирования отходов должна включать следующие обязательные шаги: подбор космических снимков с необходимыми временными и техническими характеристиками, выполнение их фотограмметрической обработки, дешифрирование снимков с целью выделения свалок и загрузка полученных результатов в ГИС.

Для мониторинга используются космические снимки сверхвысокого пространственного разрешения (0,5–1 м). К ним относятся данные со спутников WorldView-1,2, GeoEye, Pleiades-1A,1B, QuickBird, Ikonos и ряда других. Детальность и геометрическая точность этих снимков позволяют уверенно дешифрировать свалки, проводить измерения (линейные размеры, площадь), определять координаты и типы свалок (бытовые, промышленные, строительные, сельскохозяйственные, лесохозяйственные и др.). Для свалок характерна неправильная форма, вытягивание вдоль линейных объектов — авто- и железных дорог, склонов речных долин, берегов озер и болот. В основном содержащиеся в свалках материалы с высокими коэффициентами отражения дают резкое повышение яркости на космических снимках — белые, светло-желтые, светло-голубые оттенки. Исключение составляют менее отражающие сельскохозяйственные, лесохозяйственные и некоторые

типы промышленных свалок. Важнейший признак, отображающийся на снимках сверхвысокого разрешения, — мелкозернистая текстура (рисунок), образующаяся за счет неровностей поверхности свалок, слагаемых различными предметами. Несколько более крупная текстура характерна для промышленных и сельскохозяйственных свалок.

Для упрощения и ускорения работы по поиску свалок, а также для повышения точности их выявления по снимку на этапе дешифрирования используются знания о возможном расположении свалок по отношению к антропогенным и природным объектам. С использованием космических снимков сверхвысокого пространственного разрешения возможно визуально определять и картографировать свалки размером от 10 кв. м с очень большой степенью вероятности (до 90–95%).

Для установления фактов сокращения или увеличения площади ранее выявленных свалок, а также для контроля выполнения мероприятий по их рекультивации очень эффективно применение разновременных композитов — изображений, сформированных из двух разновременных космических снимков на одну и ту же территорию (рис. 2, 3). На таких результирующих изображениях очень контрастно выделяются именно изменившиеся в площадном отношении объекты, в том числе и свалки, что гарантирует тотальный безошибочный и малозатратный мониторинг.

Следует отметить, что, кроме измерения площадных характеристик свалок по одиночным космическим снимкам, современные системы ДЗЗ предоставляют возможность измерения высоты тела свалки (точность до 1 м), а также расчета объема складированного мусора за счет выполнения съемки в стереоскопическом режиме (по паре космических снимков).

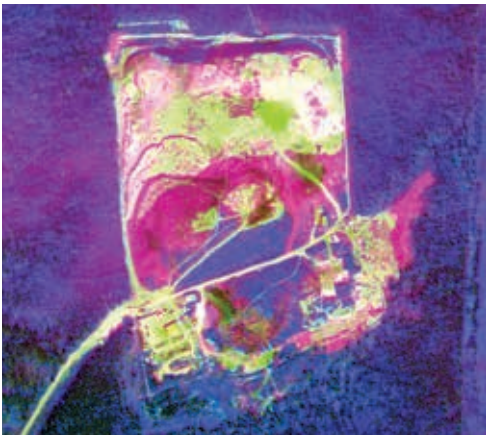
Кроме установления самого факта складирования отходов и измерения количественных характеристик свалки, по космическим снимкам можно определить и ряд ее качественных параметров, практически выходя на составление экологического паспорта свалки, одной из составляющих которого становится определенный ранее морфологический состав (тип мусора), а другой — определение по снимку воздействия свалки на компоненты



GeoEye-1 (31.05.2009)



GeoEye-1 (10.10.2010)

*Рис. 2. Разновременные снимки**Рис. 3. Мультивременной композит (ярко-розовым цветом выделяются изменения)*

вмещающего ландшафта:

- повреждение травяного покрова, кустарников, деревьев по периферии свалки;
- наличие стоков с территории свалки;
- захламленность береговой линии, водной акватории объектов, прилегающих к свалке;
- горение, тление свалки;
- испарения от свалки (фиксируются только очень мощные потоки).

Безусловно, есть и ряд качественных и количественных параметров свалок, которые на сегодняшний день с применением космических снимков зафиксировать нельзя. В частности, к таким параметрам можно отнести химический состав смеси газов, испаряющихся с поверхности свалки состав растворов, уходящих в стоки. В этом отношении, в частности перспективным представляется применение для этих целей беспилотных летательных аппаратов с полезной нагрузкой в виде легких спектрометров.

Результаты дешифрирования снимков необходимо донести до заинтересованных лиц и предоставить им возможность удобной работы с ними. Наиболее современным вариантом решения данной задачи является создание геопространственного распределенного информационного ресурса — геопортала. Геопортал сочетает в себе геоинформационные и веб-технологии и позволяет пользователям получить удаленный доступ к актуальной пространственной и описательной информации, с возможностями редактирования и анализа данных, которые сравнимы с возможностями настольной ГИС. Для решения задач мониторинга мест складирования отходов геопортал должен обеспечивать доступ к разновременным космическим снимкам и созданным на их базе композитам, а также к результатам дешифрирования свалок в виде контуров с

определенным набором атрибутивной информации (тип свалки, категория, площадь, дата обнаружения, увеличение/уменьшение площади за период мониторинга и др.). Геопортал должен иметь возможность просмотра базовой картографической основы, что обеспечит адресную привязку выявленных мест складирования отходов для городских и сельских территорий и объектную привязку – для межселенных территорий. К наиболее важным инструментам геопортала можно отнести:

- возможность вывода обобщенной статистической информации по определенным критериям (тип свалки, дата обнаружения, категория, территориальная принадлежность и т. д.);
- возможность внесения информации (уточнение информации по полевым данным, а также нанесение новых объектов пользователями);
- автоматическая генерация паспорта объекта (указываются технические характеристики, расположение, принадлежность земельного участка, выполняется расчет ущерба по утвержденным методикам).

На рис. 4, 5 в качестве примера приведен интерфейс специализированного геопортала Центра космических технологий ИрГТУ, созданного специалистами компании «Совзонд» совместно с кафедрой маркшейдерского дела Иркутского государственного технического университета, в рамках которого была реализована система мониторинга мест складирования отходов на территории Иркутска и Иркутского района.

Помимо выявления и мониторинга состояния несанкционированных свалок, выполнялся мониторинг организованных полигонов твердых бытовых отходов (ТБО), пример которого приведен на рис. 6. Здесь основными критериями выступают: изменение площади полигона ТБО, соответствие фактических границ полигона разрешительной документации и состояние территории полигона.

Полигон ТБО расположен вблизи автодороги, соединяющей объездную трассу Иркутска и село Баклаши. В 2002 г. с 23 июня по 3 августа площадь свалки изменилась с 0,097 до 0,295 га. В дальнейшем отмечается рост площади складирования, свалка активно используется в 2009–2010 гг. — заметно, как

происходит перераспределение отходов в центральной части полигона. Площадь полигона ТБО по состоянию на 10 октября 2010 г. составляет 1,453 га.

Созданный геопортал представляет собой специализированный геоинформационный сервис, обеспечивающий мониторинговой информацией по местам складирования отходов муниципальные службы и организации. При организации широкого пользовательского доступа к такому сервису с добавлением инструмента принятия заявок данный ресурс может обеспечить оперативный сбор поступающей от жителей региона актуальной информации по вновь возникающим несанкционированным свалкам и фактическому выполнению рекультивационных мероприятий. Наряду с внесением информации пользователями для обеспечения функционирования системы необходимо продолжать мониторинг всей территории с использованием космических снимков (в части выявления и контроля мест складирования отходов) на регулярной основе, что особенно важно для городской территории ввиду интенсивной хозяйственной деятельности.

Важным элементом в развитии геопортала Центра космических технологий ИрГТУ в части мониторинга мест складирования отходов должен стать дополнительный сервис мониторинга муниципального мусоровозного транспорта посредством ГЛОНАСС-технологий, что позволит отслеживать перемещение техники и сопоставлять эти данные с космическими снимками территории, данными по расположению несанкционированных свалок, и картографической основой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охотин А.Л. *Лазерное сканирование в маркшейдерии как основа создания ГИС горного предприятия. Материалы региональной научно-практической конференции «Геоинформационные технологии: от теории к практике», Иркутск, 2007.*
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. —Иркутск, 2012. — №9.*

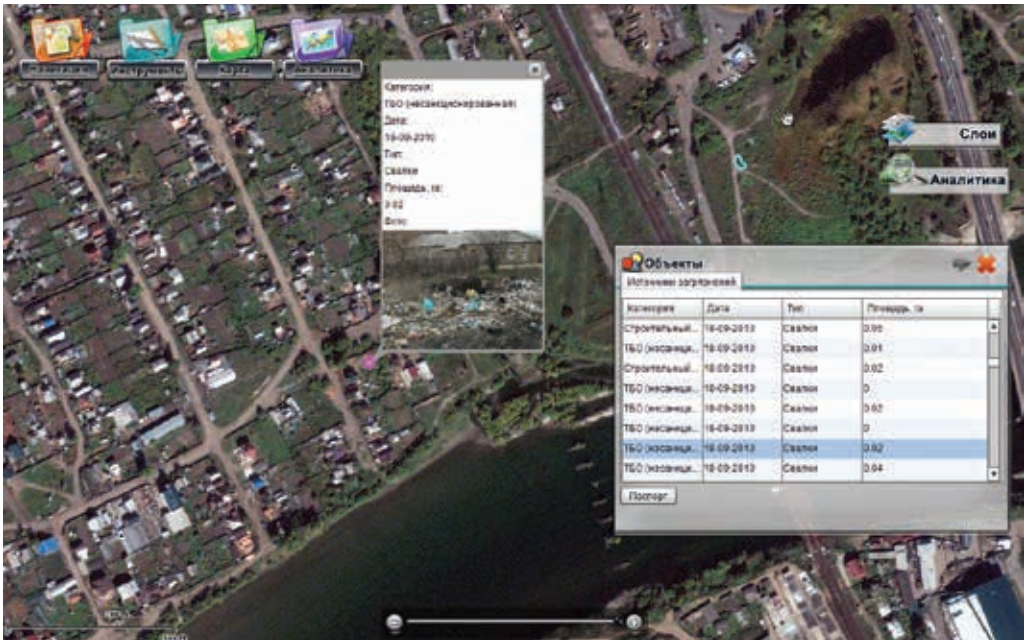


Рис. 4. Геопортал Центра космических технологий ИрГТУ. Выявленная несанкционированная свалка твердых бытовых отходов



Рис. 5. Геопортал Центра космических технологий ИрГТУ. Выявленная несанкционированная свалка строительного мусора



QuickBird (23.06.2002)



QuickBird (03.08.2002)



GeoEye-1 (31.05.2009)



GeoEye-1 (10.10.2010)

Рис. 6. Мониторинг полигона ТБО



КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

**КОМПАНИЯ «СОВЗОНД»**

Ваш спутник в мире информационных технологий

115563, г. Москва, ул. Шипиловская, д. 28а  
Тел.: +7 (495) 642-8870, +7 (495) 988-7511  
Факс: +7 (495) 988-7533  
sovzond@sovzond.ru | www.sovzond.ru

