

УДК 504.058:004.9

© О.Е. Архипова, А.А. Магаева

Геоэкология

*О.Е. Архипова, А.А. Магаева*

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ)

Задача выявления мест размещения различных видов отходов – одна из наиболее актуальных задач в сфере охраны окружающей среды. Это связано с серьезным негативным воздействием свалок за счет физического, химического, биологического загрязнения, а также за счет резкого снижения эстетической ценности природных комплексов и возрастания техногенных рисков. На рост свалок оказывает влияние длительное снижение экологической культуры населения, возросший уровень производства и потребления, бурное развитие композиционных, строительных и упаковочных материалов. Физическое захламление территорий поселений приводит к исключению из землепользования ценных земель, не предназначенных для такого вида использования.

Для целей информационного обеспечения органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в ходе хозяйственной и иной деятельности которых осуществляется обращение с отходами, а также для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих объекты размещения отходов [4] в Российской Федерации ведется Государственный кадастр отходов (ГКО). Вся информация, содержащаяся в ГКО, носит открытый характер, кроме информации, отнесенной к категории ограниченного доступа.

В Ростовской области (РО) региональный кадастр отходов ведется Министерством природных ресурсов и экологии Ростовской области с 2009 года (постановление Администрации Ростовской области от 13.04.2010 № 218 «Порядок ведения регионального кадастра отходов производства и потребления в Ростовской области»). Региональный кадастр отходов РО состоит из нескольких блоков:

1. Региональный реестр объектов размещения отходов, включающий:

- 15 полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО),
  - 6 полигонов промышленных отходов,
  - 244 санкционированных свалок ТКО,
  - 129 несанкционированных свалок ТКО,
  - 21 объект категории «другой».
2. Сведения о технологиях использования и обезвреживания отходов.
  3. Реестр организаций, использующих отходы в качестве вторичных ресурсов.
  4. Сведения об образовании и движении отходов на территории РО.

Данные, содержащиеся в региональном кадастре отходов РО, представлены в свободном доступе на официальном сайте Министерства природных ресурсов и экологии РО в табличном виде [6]. Кроме того, в ряде субъектов Российской Федерации, в том числе и в Ростовской области, разработана территориальная схема размещения мест складирования отходов, в состав которой входит и электронная модель территориальной схемы обращения с отходами Ростовской области. Информация об объектах размещения отходов поступает в ходе инвентаризации и последующей обработки сведений. Инвентаризации подлежат санкционированные и несанкционированные места размещения отходов производства и потребления.

Несанкционированные свалки по своей сути – очень многочисленные, пространственно распределенные объекты, в основном небольшие по площади. Надзор и выявление подобных объектов связан с финансовыми, временными, человеческими затратами, а во многих ситуациях просто невозможен. В таких условиях государственные органы осуществляют выборочный, единичный контроль и могут реагировать на конкретные сигналы.

Обнаружение объектов размещения отходов, в первую очередь несанкционированных, является одним из основных аспектов использования данных

дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в области оценки экологического состояния территорий.

### Материалы и методы исследования

Методика выявления и мониторинга несанкционированных мест складирования отходов опирается на серию космических снимков с необходимыми временными и техническими характеристиками и последующее дешифрирование снимков с целью выделения свалок и отображение полученных результатов в ГИС.

При выполнении работ, исходя из требований к точности получаемых картографических данных и точности определения наземных объектов, выбираются наборы ДДЗ, отвечающие следующим критериям:

- пространственное разрешение;
- зона покрытия исследуемой территории;
- периодичность получения новых данных;
- наличие архивной информации.

Для идентификации особо крупных объектов могут быть использованы снимки с космических аппаратов с пространственным разрешением 15-90 метров. Снимки среднего и высокого разрешения (до 10 м) позволяют не только обнаружить объект, но и определить геометрические параметры объекта, соответствие правилам размещения, эксплуатации и рекультивации объекта размещения отходов; места возгорания объекта размещения отходов. Снимки сверхвысокого разрешения дают возможность определить температурный режим, компонентный состав поверхности объектов размещения отходов, состояние почвы и растительности, урожайность в окрестности объектов размещения отходов (ОРО), формы деградации почвы и нарушений рельефа. Полигонам и свалкам, помимо прямых визуально-распознаваемых признаков, присущи некоторые косвенные признаки – значительно более светлые и яркие тона и зернистая текстура. Данное свойство рассматриваемых объектов позволяет достаточно точно определить принадлежность предполагаемого тела к свалкам. Исключение составляют менее отражающие сельскохозяйственные, лесохозяйственные и некоторые типы промышленных свалок [1]. Для повышения точности выявления несанкционированных свалок по снимку на этапе дешифрирования используются знания о возможном их расположении по отношению к антропогенным и природным объектам. К таковым следует отнести обязательное наличие подъездных путей или грунтовой дороги и близость жилого сектора или дачных участков. Подъездные пути (гравийные и грунтовые дороги) характеризуются вытянутой геометрией, плавным закруглением

и светлыми тонами по сравнению с цветом окружающих участков почвы.

Кроме того, признаками свалки являются: наличие ограждения, канавы или обваловки по периметру свалки; контрольно-пропускной пункт на въезде; присутствие на полигоне тяжелой техники (чаще всего это бульдозер или экскаватор). Съемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяют обнаружить небольшие объекты и определить несанкционированные свалки на этапе их возникновения [6]. Для мониторинга всей территории Ростовской области имеет смысл использовать комбинированные данные, то есть снимки среднего разрешения и высокоточную детальную съемку территорий. Материалы космической съемки должны обеспечивать полное покрытие территории Ростовской области. По информации официальных дистрибьюторов данных дистанционного зондирования в России, компаний «Сканэкс» и «Совзонд», которые сотрудничают с ведущими странами-поставщиками материалов, более половины субъектов Российской Федерации практически полностью покрыты новейшими малооблачными (до 20 процентов) съемками со спутников WorldView-1, 2; QuickBird-1; GeoEye-1 и Ikonos [12, 8]. По данным, представленным из этих источников, территория Ростовской области покрыта на 100 процентов данными снимков среднего и высокого разрешения, такой вывод можно сделать, основываясь на том, что фирмы предоставляют наборы региональных пространственных данных.

Для организации научных работ, не имеющих финансового обеспечения, можно найти иные пути бесплатного получения данных. Альтернативой является данные геологической службы США [20], предоставляющей архивные и современные снимки земной поверхности со спутниковой системы Landsat. Временной ряд предоставляемых геологической службой США данных охватывает период постоянных наблюдений не менее 10 лет. Инструментами получения данных могут послужить: бесплатное программное обеспечение SAS Planet [17], архивные данные более высокого разрешения других съемочных систем, находящихся в свободном доступе, а также сервис Google Earth [14].

Космические снимки в сочетании с выборочным наземным контролем, данными детальной съемки, производимой при помощи БПЛА, могут быть основой для оперативного выявления, дешифрирования и мониторинга несанкционированных свалок. С использованием таких снимков сверхвысокого пространственного разрешения возможно визуально определять и картографировать свалки размером от 10 м<sup>2</sup> с очень большой степенью вероятности (до 90-95%) [1].

Многоступенчатая процедура распознавания свалок по данным снимков технически достаточно сложна и, как следствие, трудоемка (даже в случае автоматизации некоторой части дешифрирования). Ввиду этого предъявляются особые требования к качеству исходной пространственной информации – спутниковым снимкам земной поверхности. Понятие качества одних и тех же спутниковых изображений может быть неоднозначным в аспекте их целевого использования. С одних позиций некоторое изображение может считаться высококачественным, с других – низкокачественным. Так, снимок со спутника с современной высокотехнологической аппаратурой, имеющий качественные показатели в части пространственного разрешения, точности позиционирования (по орбитальным данным), будет считаться несоответствующим, если он не отвечает требованиям числа спектральных каналов или оперативности получения данных. В этом смысле основным показателем качества спутникового изображения является соответствие его технических характеристик выполнению поставленной задачи.

Классификация многозонального снимка предполагает компьютерное, программное распознавание объектов на снимке. Использование многозональных снимков для распознавания объектов основано на особенностях их спектральной отражательной способности, следствием которых являются различия яркостных характеристик на зональных снимках, благодаря чему человек воспринимает различия в цвете.

Существует несколько возможных способов выделения подобных объектов по данным дистанционного зондирования Земли. Одним из них является построение вегетационных индексов [2]. Другим способом является классификация космических снимков. Классификация без обучения построена на полностью автоматическом распределении пикселей по классам на основе статистики распределения яркостных значений пикселей. Классификация с обучением предполагает наличие эталона, с яркостью которого сравнивается яркость каждого пикселя. Методы классификации с обучением: метод минимального расстояния, метод главных компонент, метод максимального правдоподобия [9, 3]. В результате, имея несколько эталонов, заранее заданных, можно получить множество объектов, разделенных на классы.

При обработке гиперспектральных ДДЗ целесообразно использовать небольшое количество признаков (из-за высокой коррелированности каналов). Преимущество гиперспектральных данных по сравнению с мультиспектральными состоит в возможности выбора наиболее информативных

признаков, которые позволяют более точно выделять различные типы растительности. Таким образом, общая методика распознавания свалок выглядит следующим образом:

1. Поиск и подбор данных дистанционного зондирования исследуемых земель, отвечающих основным техническим требованиям.
2. Приобретение найденных снимков или бесплатное использование из открытых источников.
3. Предварительная обработка полученных материалов для последующего анализа и интерпретации, включающая атмосферную и геометрическую коррекцию.
4. Процесс идентификации объектов размещения ТБО, для которых известно их точное местоположения.
5. Выявление характерных инфраструктурно-визуальных параметров.
6. Поиск новых объектов на заданной территории в соответствии с установленными параметрами.

При дешифрировании космических снимков по указанной методике можно выявить:

- нелегальные свалки мусора, в том числе стихийные, возникающие вблизи дачных поселков и зон отдыха, на обочинах сельских дорог и др.; преимущественный вид отходов (бытовые, строительные, сельскохозяйственные и др.);
- приблизительный объем накопленных отходов, площадь захоронений отходов; внутреннюю структуру объектов размещения отходов (ОРО) и состояние отдельных участков (карт) полигонов;
- удаленность от жилых массивов, гидрографической сети, охраняемых территорий и т.д.

Для установления фактов сокращения или увеличения площади ранее выявленных свалок, а также для контроля выполнения мероприятий по их рекультивации очень эффективно применение разновременных изображений. 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 метра) [1].

Сопоставление снимков одной и той же территории требует относительной схожести природных и технических условий съемки: погодных, сезонных и в идеале суточных. Для определения многолетней изменчивости свалок применяются снимки сопоставимого пространственного разрешения (от 0,6 до 2 м),

во временном отношении близкие к одной фенологической фазе (разброс 1-2 декады). Для оценки многолетний изменчивости существующих объектов можно воспользоваться открытым веб-приложением Google Earth [11]. Функционал приложения Google Earth позволяет просматривать изображения того или иного объекта во времени, исследовать площадные характеристики свалок, определять их статус – временные они или постоянные, являются плановым полигоном ТБО или возникли стихийно. Оно может быть использовано для визуального дешифрирования, так как для большинства территорий содержит «мозаику» на основе снимков высокого разрешения. Территория Ростовской области покрыта снимками достаточно высокого разрешения, что позволяет дешифрировать большинство объектов складирования отходов по их признакам. К сожалению, для некоторых территорий визуальное дешифрирование невозможно, так как используются снимки, которые имеют недостаточное разрешение для распознавания таких объектов.

Наличие электронной модели территориальной схемы обращения с отходами позволяет систематизировать данные, полученные в ходе инвентаризации, однако не в состоянии оценить такие динамически развивающиеся объекты, как стихийные свалки. Помочь в решении проблемы может использование общедоступного веб-приложения, которое позволит проводить оперативный мониторинг несанкционированных объектов отходов на территории РО. Приложение «Кадастр отходов Ростовской области» использует принцип краудсорсинга, т.е. привлечения широкого круга лиц для получения новой информации об объектах складирования отходов. Эффективность интернет-ресурсов, основанных на краудсорсинге, подтверждается успехом как отечественных, так и зарубежных проектов, таких, как ЭкоКарта России [15], Svaloknet.riamo [13], TrashOut [18], ZmapujTo [19].

### Результаты и обсуждение

Объектом анализа в аспекте мониторинга свалок выбраны репрезентативные свалки и полигоны ТБО, отражающие наиболее характерные географические условия региона. Наблюдения за происходящими изменениями охватили период 2003-2014 гг., обеспеченный спутниковыми снимками. Для выявления стихийных свалок и оценки их динамики во времени были использованы как методы визуального дешифрирования данных высокого разрешения на основе исторических снимков Google Earth, так и данные спутниковых снимков среднего разрешения Landsat5, Landsat8. При анализе данных спутниковых систем Landsat были использованы комбиниро-

ванные методы с использованием вегетационных индексов и методов контролируемой классификации. По результатам анализа (табл. 1) наибольшее количество свалок приходится на Кашарский район (33 шт.); значительное их количество выявлено на территории Миллеровского (30 шт.), Тарасовского (30 шт.) и Цимлянского (26 шт.) районов. Это в 3 раза превышает средний показатель по области, равный 9,4 свалкам. В основном типичными объектами размещения являются свалки, площади которых колеблются в пределах от 0,5 до 3 га. Учитывая изложенные факты, можно предположить, что некоторые из найденных объектов располагаются на землях, не предназначенных для этих целей по своему целевому назначению.

Еще одной логичной закономерностью является тот факт, что в тех районах и городских округах, где имеются оборудованные в соответствии со всеми стандартами полигоны ТБО, количество других объектов размещения отходов (свалок) минимально или они вообще отсутствуют. Такая ситуация наблюдается в Аксайском (1 шт.), Веселовском (1 шт.), Матвеево-Курганском (1 шт.) районах, в городских округах Донецк (1 шт.), Зверево (1 шт.), Шахты (3 шт.). Исключением из данного правила являются Орловский и Пролетарский районы, на территории которых расположено 15 и 19 объектов размещения отходов соответственно. Такая ситуация может объясняться пространственной отдаленностью населенных пунктов относительно друг друга, а также плохой дорожной связью или качеством дорожного покрытия магистралей, проходящих между ними.

Также были выделены районы и городские округа, в которых, по имеющимся данным, не зафиксировано ни одного объекта размещения отходов, – это городской округ Батайск и городской округ Азов. В ходе анализа нами был проведен детальный осмотр данных территорий на предмет наличия неучтенных в кадастре объектов с использованием методов визуального дешифрирования снимков высокого разрешения.

В результате на территории города Батайска было выявлено 7 объектов, которые, по описанным ранее признакам, можно отнести к объектам размещения отходов. Разрешенный вид использования рассматриваемых земельных участков получен на основе данных Росреестра, которые находятся в открытом доступе. В результате сделан вывод, что все обнаруженные объекты располагаются на землях, не предназначенных для этих целей в соответствии с видом разрешенного использования. Основными местами скопления свалок являются овраги, откосы, пустыри, территории, прилегающие к гаражным кооперативам и новостройкам, участкам земель внутри жилых кварталов, особенно частного

Таблица 1  
**Распределение объектов размещения отходов ТБО в районах и городах Ростовской области**

*Distribution of waste disposal objects in the districts and cities of the Rostov oblast*

Муниципальное образование	Площадь образования, га	Количество свалок шт.	Площадь свалок	
			Абсолютная, га	Относительная, %
Азовский район	286 200	7	22	0,01
Аксайский район	117 000	1	6	0,01
Багаевский район	95 000	7	24,06	0,03
Белокалитвинский район	265 000	22	22	0,01
Боковский район	192 700	7	7	0,00
Верхнедонской район	267 500	4	4	0,00
Весёловский район	135 500	1	4	0,00
Кашарский район	314 200	33	40,97	0,01
Миллеровский район	319 000	30	64,1	0,02
Тарасовский район	276 700	30	64,4	0,02
Цимлянский район	252 900	26	34,69	0,01
Матвеево-Курганский район	170 700	1	8	0,00
Орловский район	330 000	15	30,81	0,01
Пролетарский район	274 000	19	49,8	0,02
Донецк	11 200	1	6,4	0,06
Зверево	3 230	1	12,9	0,40
Ростов-на-Дону	34 850	6	44,31	0,13
Таганрог	8 000	5	24,13	0,30
Шахты	15 820	3	30,54	0,19
Азов	6 750	0	0	0,00
Батайск	7 768	0	0	0,00

сектора, территории, граничащие с крупными промышленными предприятиями и т.п. Такая ситуация является нарушением законодательства и ведет к административной ответственности в виде наложения штрафа в соответствии со статьей 8.8 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, а в некоторых случаях возможно наказание в виде административного приостановления деятельности [10].

Как было описано ранее, среди показателей, отражающих динамику объектов, наиболее информативными служат простые и одновременно

информативные картометрические характеристики – площадь и периметр (общая длина границы) свалки. Изменения площади рассчитывались по отношению к данным предыдущей съемки. Был рассмотрен ряд исторических снимков, полученных с Google Earth. В качестве примера рассмотрим объект, который находится в Аксайском районе, пос. Ковалевка (рис. 1). По имеющимся разновременным снимкам была установлена динамика его изменений. Для данной территории был рассмотрен период с 2004-2014 гг. (табл. 2). На снимках отчетливо видно, что в 2004 году объект располагался севернее того места, где он

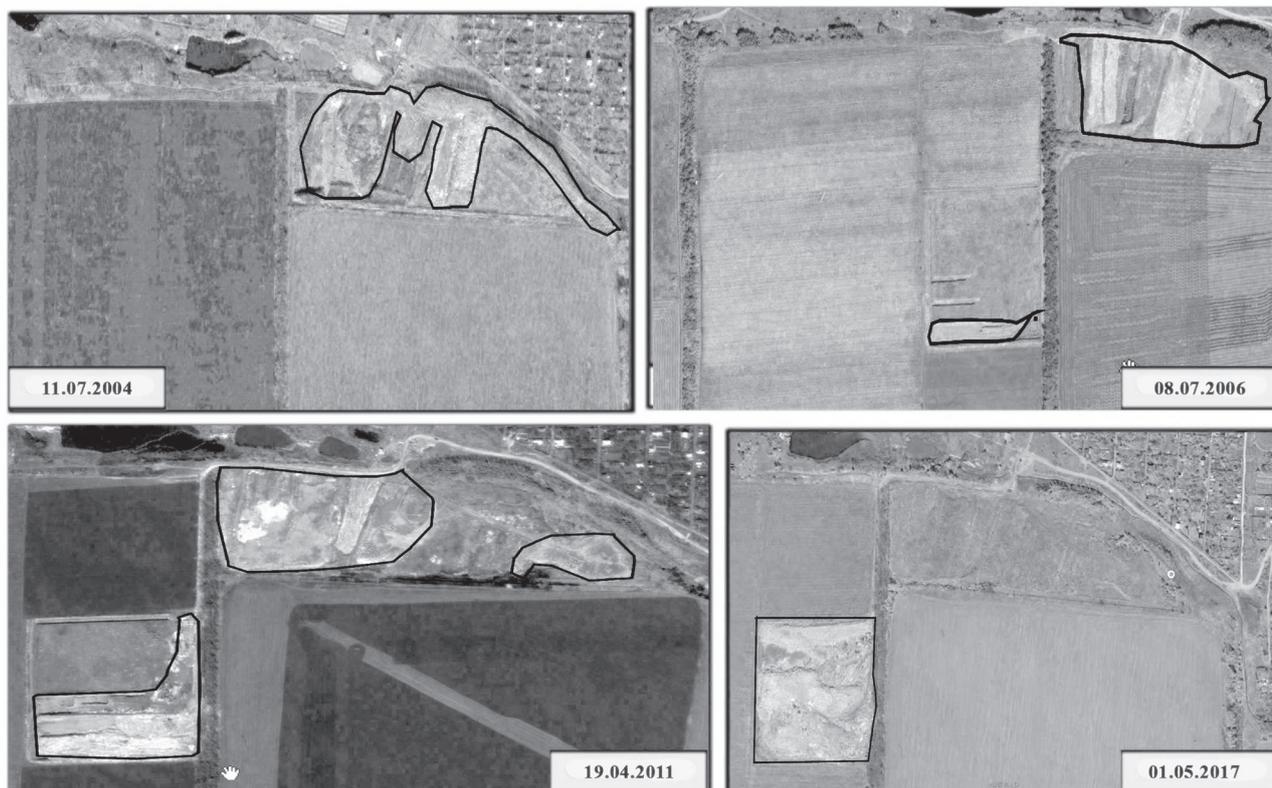


Рис. 1. Динамика объекта размещения отходов в пос. Ковалевка, Аксайский район

*Fig. 1. Dynamic of waste disposal object in the pos. Kovalevka, Aksay rayon*

Таблица 2

**Характеристика свалки, Аксайский район, пос. Ковалевка**

*Dump characteristics, Aksay rayon, pos. Kovalevka*

Дата снимка	Площадь замусоренной территории, га	Изменение площади к предыдущему году, %
07.11.2004	2,4	100
07.08.2006	3,07	127,9
28.08.2010	3,65	118,9
02.07.2014	3,56	97,5

находится сейчас, т.е. изначально для размещения отходов использовался абсолютно другой участок земли. Уже в 2010 году объект начал разрастаться и передвигаться на смежный участок, при этом в этот период тело свалки характеризуется наибольшими площадными характеристиками. На момент 2014 года основное тело свалки переместилось на юго-запад, на другую сторону от лесополосы, а прежде занимаемый участок находится на рекультивации и уже

практически не видны признаки того, что ранее здесь была большая свалка.

При этом на публичной кадастровой карте (рис. 2) данный объект (новая площадка) располагается на двух земельных участках, один из которых действительно предназначен для размещения полигона ТБО, а второй южный участок должен использоваться для сельскохозяйственного производства.

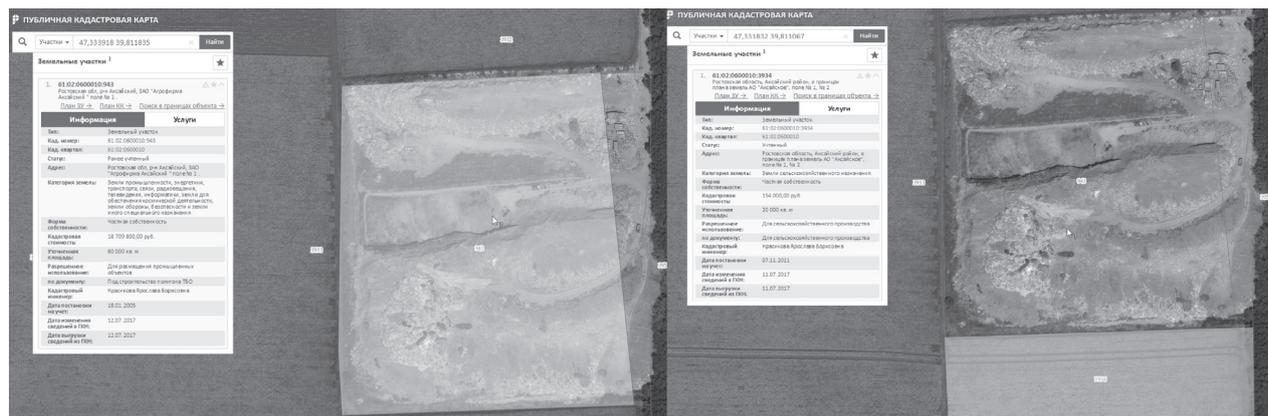


Рис. 2. Информация об объекте размещения отходов в пос. Ковалевка, Аксайский район из Публичной кадастровой карты

Fig. 2. Information from Public cadastral map about waste disposal object in the pos. Kovalevka Aksay rayon

Таким образом, можно утверждать, что далеко не все объекты складирования отходов находят свое отражение в кадастре объектов размещения отходов. Спутниковые снимки позволяют обнаружить и зафиксировать наличие несанкционированных или неучтенных объектов на территории Ростовской области и определить законность их существования.

Как было отмечено выше, использование снимков среднего разрешения не всегда позволяет выявить возникающие свалки, при использовании методов визуального дешифрирования главным недостатком является малая периодичность получения снимков исследуемой территории и узкая полоса охвата. Веб-приложение «Кадастр отходов Ростовской области» представляет собой дополнительное средство, позволяющее оперативно отслеживать изменяющуюся обстановку на основе информации, предоставляемой активными пользователями сети. Общедоступное приложение предоставляет возможность размещения данных об объектах хранения отходов, обмена информацией, путем добавления новых, ранее неизвестных объектов размещения отходов. Службы экологического мониторинга могут оперативно отслеживать существующую обстановку, проверять поступающую информацию, вносить дополнительную информацию, полученную в ходе проверки. Для создания приложения была использована платформа ArcGIS фирмы Esri [16]. Функционал программных продуктов ArcGIS используется для управления рабочими процессами и проектами ГИС, для построения карт, моделей и приложений. Используемое программное обеспечение является отправной точкой и базовым фундаментом для развертывания ГИС в организациях и веб-среде. Оно

используется для публикации и обмена географической информацией с другими пользователями [7]. Основные этапы развертывания приложения основаны на данном программном обеспечении и представлены на рис. 3.

Исходными данными для веб-приложения послужили данные об объектах размещения отходов на территории Ростовской области, содержащиеся в региональном кадастре и полученные в Министерстве природных ресурсов и экологии Ростовской области.

Данные представлены в виде таблицы, содержащей название населенного пункта, в котором или вблизи которого расположена свалка, примерное описание местоположения свалки (например, в 1 км к северо-западу от хутора), наименование объекта размещения отходов (полигон ТБО, свалка и т.д.) и его площадь. Визуализация данных проводится путем визуального дешифрирования космоснимков. Приложение имеет дружественный и понятный интерфейс, что делает работу с сервисом удобной и понятной.

Данное приложение может работать с помощью мобильного устройства или смартфона в режиме веб-браузера или с использованием мобильного приложения Collector ArcGIS [5], которое позволяет создавать, обновлять и редактировать пространственные и табличные данные с помощью смартфона. Приложение доступно для мобильных платформ IOS, Android, Windows Phone. Данное приложение может быть использовано для проверки сведений, поступающих в базу данных службами экологического мониторинга. Выездная бригада проводит мониторинг объектов на местности и корректирует или подтверждает информацию с помощью планшета или смартфона, оснащенного GPS и установленной



Рис. 3. Этапы создания и принцип функционирования web-приложения «Кадастр отходов Ростовской области»

Fig. 3. Stages of creation and the principle of functioning of the web-application «Cadastr of waste of the Rostov region»

программой Collector for ArcGIS. Приложение позволяет работать в автономном режиме, т.е. без подключения к интернету. При сборе информации все объекты сохраняются на смартфон, а при последующем подключении к интернету происходит синхронизация данных с приложением в «облаке». По нашему мнению, этот вариант является достаточно перспективным для муниципальных органов власти. При проведении рейдовых мероприятий по выявлению несанкционированных объектов отходов осуществляют сбор данных в автономном режиме с помощью планшета или смартфона. Затем происходит выгрузка и обработка данных на сервер и публикация итоговых данных в сеть.

**Заключение**

Мониторинг состояния территорий размещения предполагает проведение систематических мониторинговых исследований земель, как главного средства оценки и прогнозирования изменений их состояния, для выработки решений по улучшению условий использования земель, предупреждению и устранению негативных процессов, в том числе

захламления территорий. Для этих целей необходимо совершенствовать имеющуюся систему мониторинга, включая в нее спутниковый мониторинг, который заключается в непрерывном многократном получении информации о качественных и количественных характеристиках природных и антропогенных объектов и процессов с точной географической привязкой, за счет обработки данных, получаемых со спутников ДЗЗ (космической съемки). Космический мониторинг позволяет получать однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для обширных территорий, что практически недостижимо при любых наземных обследованиях.

Все более возрастающее значение проблемы, связанной с отходами, указывает на необходимость скорейшей разработки качественных и действенных государственных и региональных программ и принятия управленческих решений для минимизации воздействия на окружающую среду, возникающего на всех этапах сбора, перевозки, хранения, комплексной переработки или уничтожения не утилизируемой части отходов. При этом для разработки и внедрения таких программ необходимо

иметь полную информацию о пространственном расположении, масштабах занимаемых территорий и об объемах накопленных отходов. Однако в настоящее время такая информация в полном объеме и с достаточной степенью достоверности отсутствует. Это затрудняет осуществление государственного земельного и экологического надзора и принятие эффективных управленческих решений, направленных на улучшение состояния окружающей среды и охраны земельных ресурсов.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 01201363188.

**Ключевые слова:** экологическое состояние, мониторинг, несанкционированные свалки, веб-приложение.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов А.В. Использование космических снимков и геоинформационных технологий для мониторинга мест складирования отходов // Геоматика. – 2013. – № 1. – С. 68-74.
2. Архипова О.Е., Качалина Н.А., Тютюнов Ю.В., Ковалев О.В. Оценка засоренности антропогенных фитоценозов на основе данных дистанционного зондирования Земли (на примере амброзии полынно-листной) // Исследования Земли из космоса. – 2014. – № 6. – С. 15-26.
3. Архипова О.Е., Герасюк В.С. Оценка состояния рекреационной зоны Таганрогского залива на основе анализа мультиспектральных данных (LandSat) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 65-74.
4. Батракова Г.С., Ивенских И.О., Пономарчук А.И. Применение дистанционного зондирования Земли для экологической оценки территорий складирования отходов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2012. – № 4 (8). – С. 73-83.
5. Возможности картографии для эффективности полевых сотрудников [Электронный ресурс]. – URL: <http://doc.arcgis.com/ru/collector/> (дата обращения 05.05.2016).
6. Гарифзянов Р.Д., Батракова Г.М. Идентификация и оценка экологического состояния территории размещения отходов методом дешифрирования космических снимков // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 3. – С. 86-95.
7. Использование ArcGIS в сети Интернет [Электронный ресурс]. – URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000016000000.htm> (дата обращения: 26.05.2016).
8. ИТЦ «Сканекс» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.scanex.ru/> (дата обращения: 17.08.2017).

9. Качалина Н.А., Гречищев А.В., Архипова О.Е. Оценка засоренности агрофитоценозов Ростовской области с использованием гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли // Информатика и космос. – 2016. – № 1. – С. 131-136.
10. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 30.10.2017) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/csa05db11a87bb3ab6d7f241c59ce1a1a4a981f9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/csa05db11a87bb3ab6d7f241c59ce1a1a4a981f9/) (дата обращения: 28.11.2017).
11. Новый взгляд на мир [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (дата обращения: 28.11.2017).
12. ООО «Компания СОВЗОНД» [Электронный ресурс]. – URL: <http://sovzond.ru/> (дата обращения: 10.08.2017).
13. Проект РИАМО [Электронный ресурс]. – URL: <http://svaloknet.riamo.ru/> (дата обращения: 15.04.2017).
14. Уфимцев А.Е., Ермак А.А. Использование данных дистанционного зондирования Земли при организации рационального землепользования // Вестник Югорского государственного университета. – 2014. – № 3 (34). – С. 70-73.
15. Экологическая карта России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecokarta.ru> (дата обращения: 25.11.2017).
16. About ArcGIS [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis> (дата обращения: 28.11.2017).
17. SAS.Планета [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 28.11.2017).
18. Trash-карта, [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.trashout.ngo/?hl=ru> (дата обращения: 25.04.2016).
19. ZmapujTo [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zmapujto.cz> (дата обращения: 25.05.2016).
20. U.S. Geological Survey [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.usgs.gov/> (дата обращения: 15.04.2016).

### REFERENCES

1. Abrosimov A.V. Ispol'zovaniye kosmicheskikh snimkov i geoinformatsionnykh tekhnologiy dlya monitoringa mest skladirovaniya otkhodov [The use of satellite imagery and geo-information technologies for monitoring waste storage sites] // Geomatika. 2013. No. 1. P. 68-74.
2. Arkhipova O.Ye., Kachalina N.A., Tyutyunov Yu.V., Kovalev O.V. Otsenka zasorennosti antropogennykh fitotsenozov na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli (na primere ambrozii polynolistnoy) [Assessment of weed infestation of anthropogenic

- phytocenoses based on the data of remote sensing of the Earth (using the example of ambrosia wormwood) // *Issledovaniya Zemli iz kosmosa*. 2014. No. 6. P. 15-26.
3. Arkhipova O.Ye., Gerasyuk V.S. Otsenka sostoyaniya rekreatsionnoy zony Taganrogskogo zaliva na osnove analiza mul'tispektral'nykh dannykh (LandSat) [Assessment of the state of the recreational zone of the Taganrog Bay based on the analysis of multispectral data (LandSat)] // *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2018. V. 15. No. 2. P. 65-74.
4. Batrakova G.S., Ivenskikh I.O., Ponomarchuk A.I. Primeneniye distantsionnogo zondirovaniya Zemli dlya ekologicheskoy otsenki territoriy skladirovaniya otkhodov [The use of Earth remote sensing for the environmental assessment of waste storage areas] // *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. 2012. No. 4 (8). P. 73-83.
5. Vozmozhnosti kartografii dlya effektivnosti polevykh sotrudnikov. URL: <http://doc.arcgis.com/ru/collector/> (date of access: 05.05.2016).
6. Garifzyanov R.D., Batrakova G.M. Identifikatsiya i otsenka ekologicheskogo sostoyaniya territorii razmeshcheniya otkhodov metodov deshifirovaniya kosmicheskikh snimkov [Identification and assessment of the ecological state of the waste disposal area of methods for the interpretation of satellite images] // *Vestnik PNIPU. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. 2014. No 3. P. 86-95.
7. Use ArcGIS on the Internet. URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000016000000.htm> (date of access: 26.05.2016).
8. ScanEx 2017. URL: <http://www.scanex.ru/> (date of access: 17.08.2017)
9. Kachalina N.A., Grechishchev A.V., Arkhipova O.Ye. Otsenka zasorennosti agrofitotsenozov Rostovskoy oblasti s ispol'zovaniyem giperspektral'nykh dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Assessment of debris in agrophytocenosis of the Rostov region using hyperspectral data of Earth remote sensing] // *Informatiya i kosmos*. 2016. No. 1. P. 131-136.
10. Kodeks Rossiyskoy Federatsii ob administrativnykh pravonarusheniyakh [Russian Federation Code of Administrative Offenses]. 30.12.2001. No. 195-FZ (ed. 30.10.2017). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/cca05db11a87bb3ab6d7f241c59ce1a1a4a981f9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/cca05db11a87bb3ab6d7f241c59ce1a1a4a981f9/) (date of access: 28.11.2017).
11. Novyy vzglyad na mir [New world view]. URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (date of access: 28.11.2017).
12. SOVZOND. URL: <http://sovzond.ru/> (date of access: 10.08.2017).
13. RIAMO. URL: <http://svaloknet.riamo.ru/> (date of access: 15.04.2017).
14. Ufimtsev A.Ye., Yermak A.A. Ispol'zovaniye dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli pri organizatsii ratsional'nogo zemlepol'zovaniya [The use of Earth remote sensing data in the organization of rational land use] // *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014. No. 3 (34). P. 70-73.
15. Ekologicheskaya karta Rossii [Ecological map of Russia]. URL: <http://www.ecokarta.ru> (date of access: 25.11.2017).
16. About ArcGIS. URL: <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis> (date of access: 28.11.2017).
17. SAS.Planeta. URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (date of access: 28.11.2017).
18. Trush-karta, [Trush map]. URL: <http://www.trashout.ngo/?hl=ru> (date of access: 25.04.2016).
19. ZMapujTo. URL: <http://www.zmapujto.cz> (date of access: 25.05.2016).
20. U.S. Geological Survey. URL: <https://www.usgs.gov/> (date of access: 15.04.2016).