

Применение БПЛА при картографическом мониторинге мест размещения ТКО

В. П. Ступин^{1}, Ш. Р. Охунов¹, С. А. Радченко¹*

¹ Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация
*e-mail: Stupinigu@mail.ru

Аннотация. Приведен опыт использования материалов дистанционного зондирования, полученных с беспилотных летательных аппаратов, в целях картографического мониторинга мест складирования твёрдых коммунальных отходов на территорию юга Иркутской области. Рассмотрены технология и возможности этих материалов для создания фотопланов и цифровых моделей несанкционированных свалок, определения площадей, объемов и состава скоплений мусора. Дана оценка дешифровочных возможностей снимков с точки зрения мониторинга отходов.

Ключевые слова: картографический мониторинг ТКО, беспилотные летательные аппараты, параметры свалок

The use of UAVs in cartographic monitoring of MSW placements

V. P. Stupin^{1}, S. R. Akhunov¹, S. A. Radchenko¹*

¹ Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation
*e-mail: Stupinigu@mail.ru

Annotation. The experience of using remote sensing materials obtained from unmanned aerial vehicles for the purpose of cartographic monitoring of solid municipal waste storage sites on the territory of the south of the Irkutsk region is given. The technology and capabilities of these materials for creating photo plans and digital models of unauthorized landfills, determining the areas, volumes and composition of garbage accumulations are considered. An assessment of the decryption capabilities of the images from the point of view of waste monitoring is given.

Keywords: cartographic monitoring of MSW, unmanned aerial vehicles, landfill parameters

Введение

В соответствии с законодательством, стихийные скопления бытового мусора объёмом более 1 м³ являются местами несанкционированного размещения твёрдых коммунальных отходов (ТКО) и подлежат ликвидации собственниками земельных участков в административно-принудительном порядке в течение тридцати дней со дня получения этими собственниками уведомления со стороны регионального оператора, ответственного за обращение с ТКО [1-4].

Для своевременного выявления мест несанкционированного размещения ТКО, определения объёма и типа мусора, а также планирования и контроля работ по его ликвидации необходима качественная система мониторинга, одной из современных и эффективных форм которого является картографо-аэрокосмический мониторинг, основной задачей которого является ведение и постоянная актуализация мониторинговых карт территории ответственности [5, 6].

Очевидно, что картографический мониторинг размещения ТКО предполагает в качестве своей неотъемлемой и важнейшей части информационное обеспечение, в состав которого, в частности, входит получение и использование данных дистанционного зондирования (ДЗЗ), позволяющих актуализовать и уточнять дежурные мониторинговые карты движения и складирования ТКО и других видов мусора. Система обеспечения материалами ДЗЗ должна быть оперативной и непрерывной, а сами материалы иметь высокую детальность и возможность автоматизированной обработки и получения качественных (состав) и количественных (площади, объемы, массы) характеристик мест размещения ТКО. Представляется, что таким требованиям в высокой степени удовлетворяют материалы ДЗЗ, полученные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Методы и материалы

В качестве объектов исследования выступили свалки несанкционированных ТКО, выявленные на различных территориях юга Иркутской области – в городских поселениях Шелехов и Слюдянка, рабочем поселке Белореченский Усольского района, селе Карлук Иркутского района и др. Топографо-геодезические работы на этих объектах выполнялись на основании договоров между заказчиками, в лице которых выступали администрации соответствующих муниципальных образований и исполнителем - ООО НПК «Байгео».

Перед выполнением аэрофотосъемки территорий свалок ТКО производилась маркировка опознаков и определение их координат и высот с применением глобальных навигационных спутниковых систем GNSS.

Аэрофотосъемка мест скопления несанкционированных ТКО производилась с помощью квадрокоптера DJI Mavic Pro (рис. 1). Этот небольшой (весом всего 734 г) аппарат, позволяет производить аэросъемку с высот до 500 м на удалении до 4 км от оператора на протяжении 20-25 мин. Камера данного БПЛА имеет матрицу с разрешением 12,4 Мп, обеспечивает угол обзора 78,8° и оборудована системой GPS/IMU.



Рис. 1. Квадрокоптер DJI Mavic Pro

По выполнении летно-съёмочных работ, полученные снимки в формате JPG и данные о центрах фотографирования передавались в ПО AgiSoft PhotoScan.

Результаты

В результате обработки материалов аэрофотосъемки в программе AgiSoft PhotoScan были получены ортофотопланы в формате GeoTIFF и цифровые модели местности (ЦММ) в формате DEM (рис. 2).

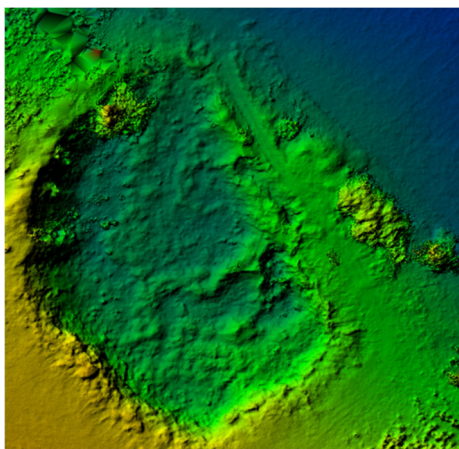


Рис. 2. Цифровая модель местности на участок размещения несанкционированных ТКО

Для векторизации границ свалок и подсчета их площадей и объемов использовалась программа AutoCAD Civil 3D, в которую предварительно импортировались полученные на предыдущем этапе ортофотопланы и ЦММ (рис.3).

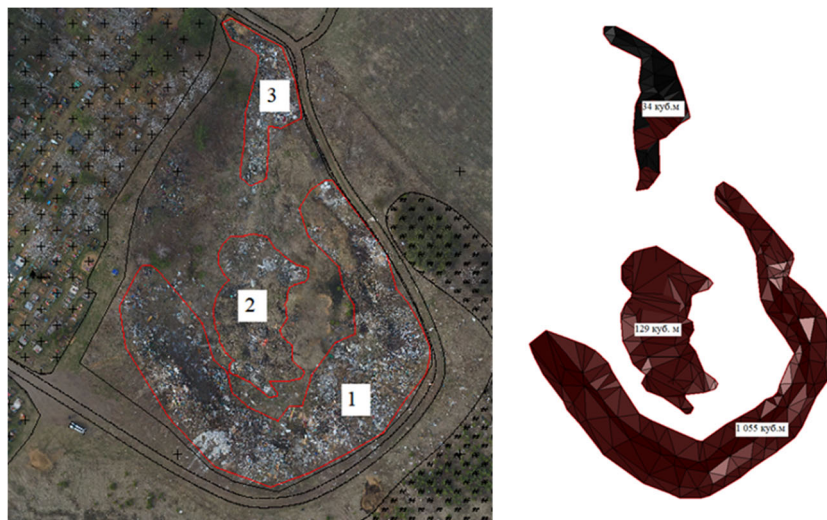


Рис. 3. Слева: фрагмент ОФП с выделенными блоками ТКО; справа: блоки ТКО с показателями объемов отходов

Дополнительно, в программе QGIS были выполнены работы по дешифрированию состава ТКО в целях выделения участков с разным типом мусора в пределах границ отдельных свалок, составления картограммы ТКО (рис. 4) и определения объемов и массы отходов разного типа. При этом, для подсчета массы

выявленных типов ТКО, помимо их объема, необходимо знать плотность отходов в соответствии с «Таблицей плотности отходов Министерства природных ресурсов РФ и паспортов вещества» [7].

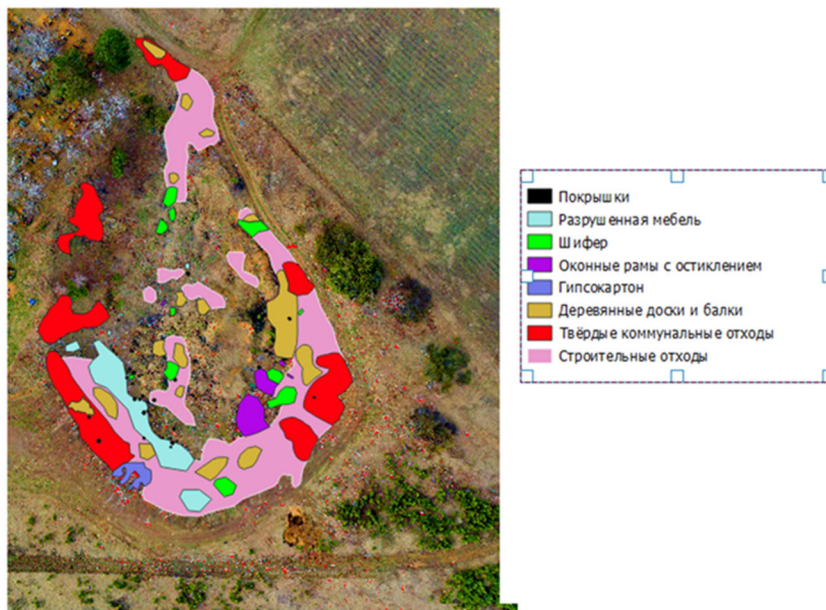


Рис. 4. Картограмма типов отходов

Таким образом, в результате выполненных работ на каждое выявленное место размещения несанкционированных ТКО были построены цифровая модель и ортофотоплан, составлен топографический план и подсчитаны объемы ТКО в целом и по типам отходов, то есть получена графическая и семантическая информация для актуализации дежурных мониторинговых карт.

Обсуждение

Места расположения стихийных свалок ТКО, особенно на густонаселённых территориях, весьма многочисленны, появляются внезапно и подвержены быстрым изменениям по как по площади распространения, так и по состоянию и составу отходов. При этом по площади они достаточно мелкие, редко превышают один квадратный километр, а чаще бывают еще меньше. Поэтому получение информации о состоянии стихийных свалок ТКО лучше всего осуществлять именно с БПЛА в силу их очевидного преимущества в оперативности, стоимости и трудозатратам перед другими методами – космической съемкой, аэросъемкой с пилотируемых аппаратов, наземным и воздушным лазерным сканированием, инструментальными геодезическими съемками. БПЛА самолетного типа не требуется аэродрома, а квадрокоптерам – большой взлетной площадки. При этом технические возможности современных БПЛА-комплексов (фотоаппаратура, системы навигации, управления и связи) обеспечивают минимальную зависимость от погодных условий, а также удовлетворительную точность и высокую (сантиметровую) разрешающую способность (рис. 5).



Рис. 5. Фрагменты цифровых снимков скоплений ТКО, полученных с БПЛА

Высокое пространственное разрешение и детальность снимков с БПЛА определяет специфику их дешифрирования. С одной стороны, вследствие дробности и пестроты изображения сильно затрудняется автоматизированное дешифрирование, а с другой, значительно расширяются возможности ручного.

Так, в процессе ручного дешифрирования достаточно легко распознаются автомобильные покрышки, имеющие характерную кольцевую форму и чёрный цвет. Также хорошо дешифрируются доски, сломанная мебель, обломки шифера и гипсокартона, пластиковые мешки с мусором, битые оконные рамы и т.п. Отходы, которые не удастся дешифрировать вследствие их малых размеров, можно подразделить на отдельные группы, например на строительные отходы, имеющие серо-голубоватый оттенок и мелкозернистую структуру или твёрдые коммунальные отходы, имеющие широкую гамму цветов, пеструю и крупнозернистую структуру.

Заключение

В ходе мониторинговых работ на территории ряда муниципальных образований первого уровня на территорию юга Иркутской области была произведена аэрофотосъемка части выявленных на этих территориях многочисленных участков несанкционированных свалок ТКО с применением БПЛА. По результатам съемки была построены ЦММ и ортофотопланы, а также подсчитаны объемы и определен состав бытового и строительного мусора. Также было выяснено, что часть несанкционированных свалок ТКО расположена не только на территории самого муниципального образования, но также располагается на соседних землях сельхозпредприятий и лесничеств.

По итогам расчётов, площадь несанкционированных свалок ТКО на отдельных территориях составляет тысячи квадратных метров, а масса бытового и строительного мусора на этих участке достигает сотен тонн.

Обобщая наш опыт применения БПЛА с точки зрения обеспечения информационной составляющей картографического мониторинга многочисленных, но небольших по размеру мест размещения несанкционированных свалок ТКО, можно сделать вывод, что такой вид съемки по своей оперативности, себестои-

мости и точности является наиболее предпочтительным по сравнению с наземными инструментальными, а также аэро- и космическими съемками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Полигоны для твёрдых коммунальных отходов [Электронный ресурс]: Свод правил 320.1325800.2017. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (утвержденные приказом Минприроды России от 05.08.2014 г. № 349). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Федеральный классификационный каталог отходов, 2014 г. (утвержденный приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.07.2014 №445) (в ред. Приказов Росприроднадзора от 28.04.2015 N 360, от 20.07.2015 N 585). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Шешукова Л. В., Охотин А. Л., Тимофеева С. С. Мониторинг свалок твёрдых бытовых и промышленных отходов в Иркутском районе по данным космической съёмки // Вестник ИрГТУ. – 2012. – №. 9. – С. 76–81.
6. Ступин В. П., Радченко С. А. Информационная основа картографо-космического мониторинга размещения отходов (на примере г. Иркутска) // Сборник материалов Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – 2020. – №. 1. – С. 41–47.
7. Плотность материалов, т/м³ [Electronic resource]. – Mode of access: <https://express-vyvoz.ru/documents/plotnost-othodov.pdf> (дата обращения 1.06.2021 г.)

© В. П. Ступин, Ш. Р. Охунов, С. А. Радченко, 2022