

Оценка остаточной емкости полигона отходов с использованием данных БПЛА

На территории Российской Федерации ежегодно происходит образование более 7000 миллионов тонн отходов производства и потребления. При этом вывозится для размещения на полигоны около 4000 миллионов тонн отходов [1, 2].

Полигон бытовых отходов является динамически изменяющейся системой, контроль за которой необходим в целях эффективного функционирования системы управления обращения с отходами муниципальных образований [7, 8]. Одной из положительных перспектив для данного способа утилизации отходов может явиться то, что полигон может увеличить свою расчетную емкость, что позволит продлить сроки его использования без вовлечения новых участков под строительство полигонов [9, 10].

Муниципальные твердые отходы обладают высокой способностью к сжимаемости, уплотнению, прессуемости. Уплотнение может быть вполне значительным под влиянием давления свалочных масс, техники, а также биодеградаци [3, 4]. Конечные изменения в вертикальной структуре полигона могут составлять 25–50 % от исходных значений [5, 6]. Биодегградация и стабилизация мусорных масс может продолжаться на протяжении нескольких лет.

Объектом обследования является действующий полигон твердых коммунальных отходов (ТКО). Общая площадь земельного участка составляет 10,2 га. Полигон рассчитан на вместимость 1,132 млн. м³ отходов. На момент обследования полигон работает, огорожен, охраняется (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид полигона ТКО

Целью работы являлось определить остаточную вместимость полигона отходов с помощью фотограмметрической обработки результатов аэрофотосъемки территории объекта исследования.

Полевые и инструментальные работы на территории полигона были выполнены в июле 2020 г. Аэрофотосъемочные работы проводили с использованием мультироторного беспилотного летательного аппарата (БПЛА) DJI Phantom 4. Координаты опорных точек определялись с применением ГНСС-приемника Emlid Reach RS+ методом RTK с точностью 1-2 см.

Фотограмметрические работы произведены в соответствии с ГОСТ Р 51833-2001. Фотограмметрия. Термины и определения, ГОСТ Р 53606-2009. Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ.

Для определения координат использовался сервис высокоточного позиционирования на территории РФ – SmartNet Russia. Расчёты проводились в компьютерных программах: Agisoft Photoscan, Golden Software Surfer 13. Построение карты рельефа по облаку точек, цифровая модель рельефа (ЦМР) и поперечные профили через площадь захоронения выполнены в программе Surfer 15.

По результатам предварительной обработки проектных данных, была построена объемная модель проектного холма захоронения исследуемого полигона (рис. 2). По результатам обработки данных полевых и инструментальных исследований построена объемная модель холма захоронения на момент исследования.

Полученные данные были использованы для проведения оценки остаточной вместимости полигона. Используемый программный комплекс позволил сравнить проектные значения геометрии пирамиды тела полигона с фактическими характеристиками захоронения путем сопоставления цифровых моделей рельефа и анализа поперечных профилей (рис. 3) наземной части зоны складирования отходов.

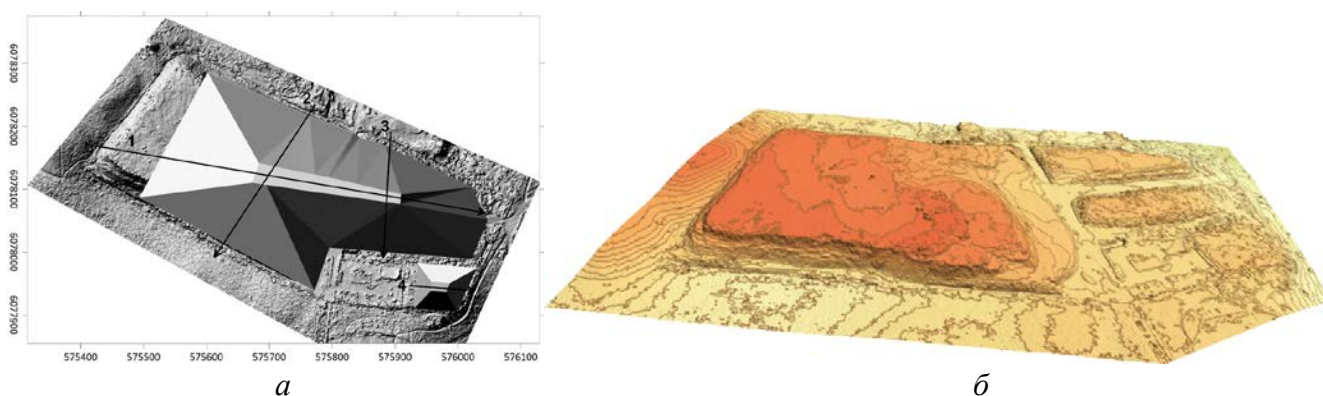


Рис. 2. Модели надземной части проектного холма захоронения полигона (а) и холма захоронения полигона на момент исследования (б).

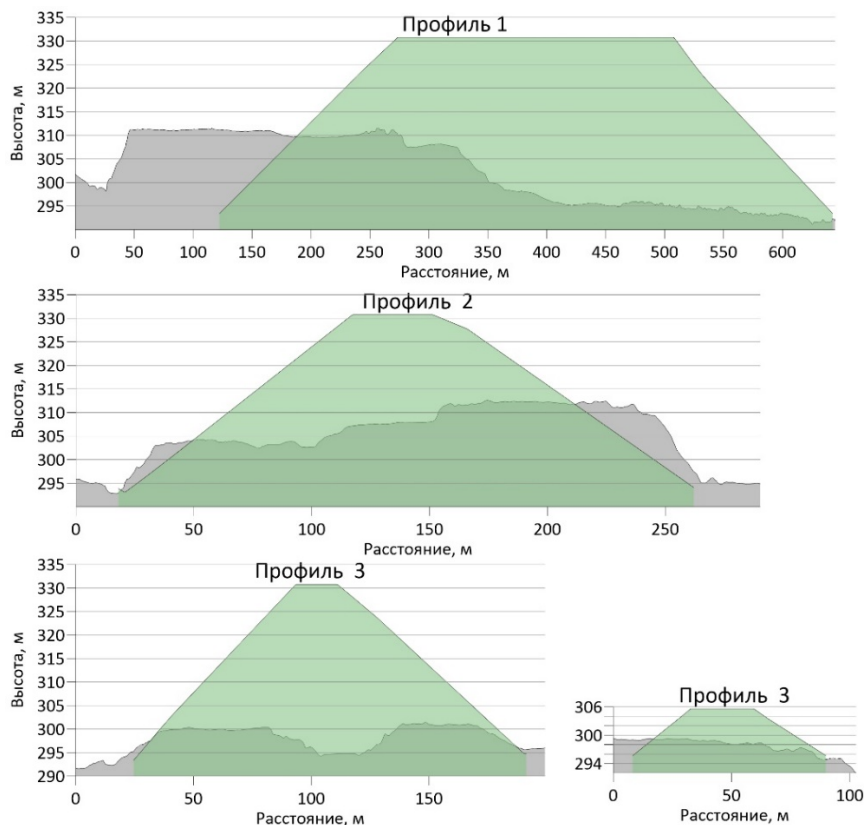


Рис. 3. Профили проектного холма захоронения полигона (зеленый - проектная форма тела полигона, серый – фактическая форма тела полигона)

Оценка остаточной вместимости полигона была определена, исходя из проектного объема надземной части холма захоронения и фактически накопленного объема отходов в надземной части холма захоронения.

Для расчета проектного и фактического объема в надземной части строилась модель «нулевого» рельефа по периметру зоны захоронения в соответствии с проведенными фотограмметрическими работами. Далее, объем надземной части считался путем вычитания модели «нулевого» рельефа из проектного и фактического на момент съемки.

По результатам геодезических изысканий, обработки результатов аэрофотосъемки, с учетом проектной вместимости полигона ТКО 1 796 227 м³, остаточная емкость на июль 2020 года составляет – 479 921 м³.

Остаточная вместимость полигона 26,7 % позволяет продолжать эксплуатировать данный объект размещения отходов.

Профили через надземную часть зоны захоронения также демонстрируют наличие достаточной емкости для складирования отходов. Кроме того, сопоставление проектных и фактических данных позволило выявить несоответствие зоны складирования отходов проектным решениям. Сопоставление цифровой модели фактического рельефа полигона с проектным наглядно демонстрирует выход зоны складирования за проектные границы (рис. 3).

Натурное инструментальное обследование территории полигона ТКО и последующая обработка данных позволяет оценить степень соответствия фактического состояния объекта проектным решениям и получить рекомендации к оптимизации складирования отходов.

Предложенный подход позволяет быстро и качественно осуществлять активный мониторинг инженерного сооружения. Фотограмметрическая обработка результатов низковысотной аэрофотосъемки позволяет получить объективные данные текущего фактического состояния полигонов отходов, осуществлять грамотное и обоснованное регулирование работы полигонов отходов. Немаловажно, что это позволит продлить срок службы (жизни) полигона, минимизировать негативные последствия воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. Образование, утилизация, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики (Росстат), - Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения 01.04.2021).
2. Мирный, А.Н. Государственное управление отходами в рамках концепции устойчивого развития. / А.Н. Мирный, В.Е. Мурашов, В.Е. Корецкий (Под ред. Мирного А.Н) // М.: Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, 2012. - 351 с.
3. Chen, Y.M. Aging and compressibility of municipal solid wastes. / Y.M. Chen, L.T. Zhan, H.Y. Wei, H. Ke // Waste Manage. – 2009. - № 29 (1), P. 86–95.
4. Gao, W. A practical approach for calculating the settlement and storage capacity of landfills based on the space and time discretization of the landfilling process / W. Gao, W. Xu, X. Bian, Y. Chen // Waste Management. - 2017- №69. – P. 202–214.
5. Wall, D.K. Municipal landfill biodegradation and settlement / D.K. Wall, C. Zeiss // J. Environ. Eng. - 1995. - № 121 (3), P. 214–224.
6. Ling, H.I. Estimation of municipal solid waste landfill settlement / H.I. Ling, D.Leshchinsky, Y. Mohri, T. Kawabata, // . J. Geotech. Geoenviron. Eng. - 1998. - № 124 (1). - P. 21–28.
7. Intharathirat, R. Forecasting of municipal solid waste quantity in a developing country using multivariate grey models / R. Intharathirat, P. A. Salam, S. Kumar, A. Untong // Waste Management. – 2015. - № 39. P. 3–14.
8. Kollikkathara, N. A system dynamic modeling approach for evaluating municipal solid waste generation, landfill capacity and related cost management issues / N. Kollikkathara, H. Feng, D. Yu, //, Waste Management. – 2010. - № 30(11). - P. 2194–2203.
9. Van Geel, P.J. Simulating settlement during waste placement at a landfill with waste lifts placed under frozen conditions / P.J. Van Geel, K.E. Murray // Waste Manage. – 2015. - № 46. - P. 352–361.
10. Висков, М.В. Изменение емкости массива захоронения отходов в процессе эксплуатации объектов захоронения твердых коммунальных отходов / М.В. Висков // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. - 2020. - № 1. - С. 126-134.