

## Пример использования геодезического дрона для контроля эффективности работ в золоторудном карьере



На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты активно используются в инженерных изысканиях, в том числе инженерно-геодезических, и во многих других сферах человеческой деятельности, поскольку их технологические преимущества позволяют экономически эффективно, точно и быстро выполнять самые разные виды съемок на очень больших и зачастую труднодоступных территориях. Сегодня мы расскажем об использовании геодезического дрона для контроля эффективности работ в золоторудном карьере на конкретном примере.

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ СЛУЖБА «ГЕОИНФО»**  
[info@geoinfo.ru](mailto:info@geoinfo.ru)

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА, дроны) стали популярными инструментами для самых разных видов съемок во многих сферах науки и производства. В том числе они получили широкое применение в геодезии, картографии, горнодобывающей промышленности.

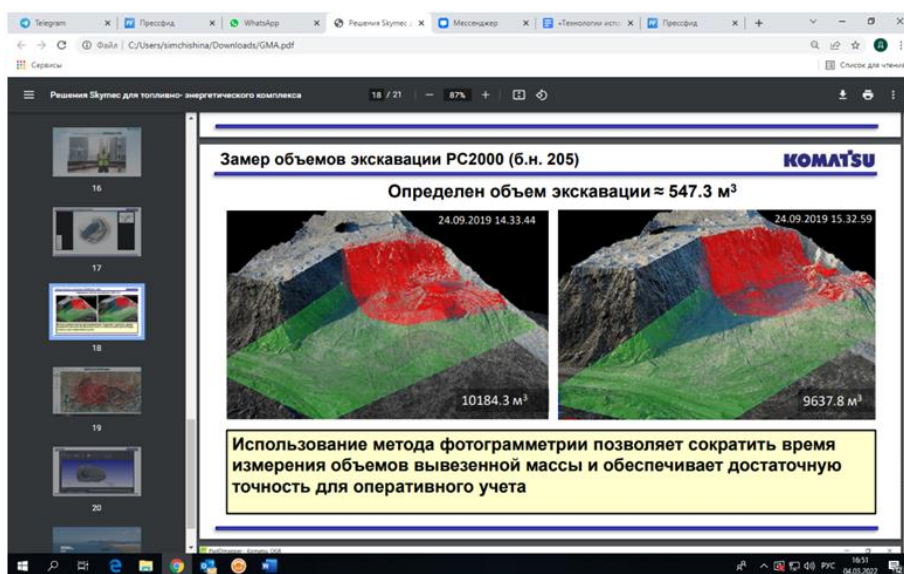
По мнению Сергея Заверткина, директора по развитию промышленных решений компании Skymes, традиционные методы геодезических исследований по-прежнему остаются востребованными, однако БПЛА позволяют гораздо быстрее собирать качественные данные с использованием новых возможностей для фотограмметрии, 3D-моделирования, топографической съемки и многого другого. Поэтому сегодня отмечается постоянно растущий спрос на беспилотные технологии.

Эффективность использования беспилотных летательных аппаратов для того или иного типа съемки (или даже сразу для нескольких ее видов) определяется правильно подобранным комплексом интегрированного или навесного специализированного оборудования. Например, геодезические дроны для полноценной работы могут быть оборудованы компактной фотокамерой для профессиональной геодезической аэросъемки, мультиспектральной камерой для получения изображений в широком спектральном диапазоне при дистанционном зондировании, мультифункциональным тепловизором с дистанционным определением температуры участков исследуемой поверхности или объекта, модулями апгрейда для модификации недорогих стандартных дронов нужных версий профессионального применения и пр.

Геодезические дроны позволяют оперативно получать точные данные в том числе для объектов горнодобывающей промышленности.

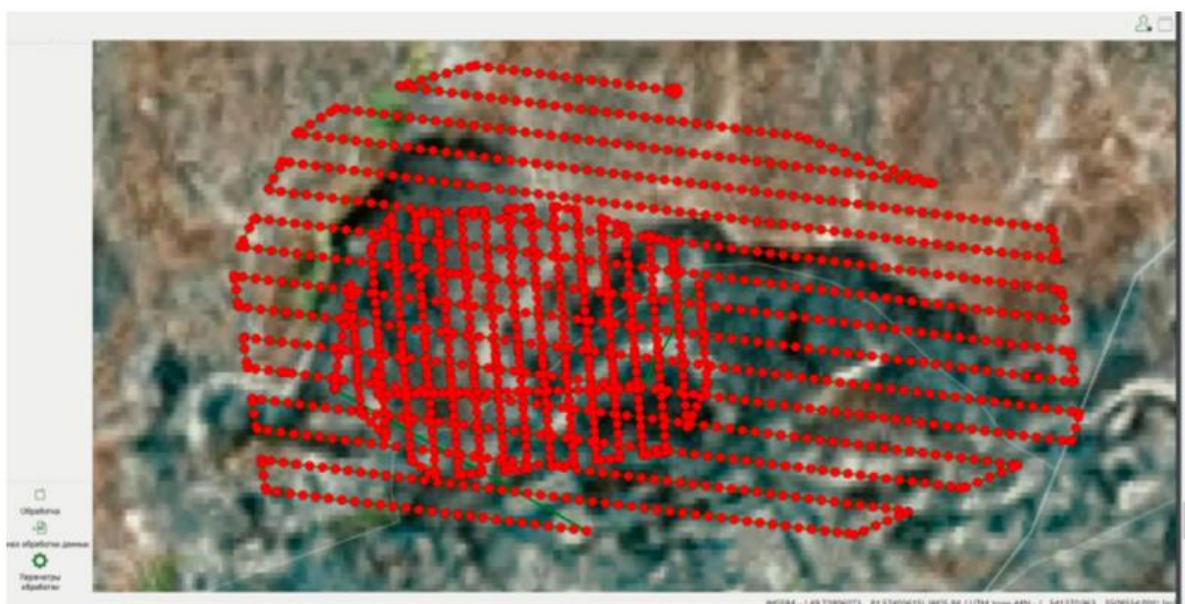
Например, инженеры огромной японской транснациональной корпорации Komatsu для анализа эффективности работы карьерной техники использовали дроны, оснащенные навигационными картографическими GPS приемниками/навигаторами производства американской компании Garmin, которые эффективно помогли в детальном построении трасс дорог и конфигураций карьеров. Для маркшейдерского обеспечения горных работ это также очень полезно. Если при этом необходимо построить геопространственные модели, то БПЛА оборудуют другими инструментами (GNSS-приемниками, тахеометрами).

В районе Усть-Каменогорска (Казахстан, зона степей и предгорий) специалисты вышеупомянутых компаний Komatsu и Skymec использовали БПЛА для аэрофотосъемки с последующей фотограмметрической обработкой полученных материалов не только для построения геопространственной модели карьера на золоторудном месторождении, но и для мониторинга динамики открытых горных работ. Они опробовали новую методику оценки производительности одного из экскаваторов, произведенных в Komatsu. Для этого в начале и в конце смены в воздух поднимался дрон Phantom 4 RTK производства китайской компании DJI и фиксировал изменения рельефа на участке работы этой единицы техники. Путем сравнения трехмерных моделей этого участка, полученных до и после смены, с высокой точностью рассчитывался объем извлеченной экскаватором породы (рис. 1).



**Рис. 1.** Инженеры компаний Komatsu и Skymec определяли точные объемы породы, извлекаемой экскаватором за каждую смену, с помощью аэрофотосъемки с дрона DJI Phantom 4 RTK и последующей фотограмметрической обработки полученных материалов

Затем инженеры компаний Komatsu и Skymec применили облет беспилотным летательным аппаратом DJI Phantom 4 RTK почти всей территории ведения горных работ (3 кв. км из 5 кв. км) на высоте 350 и 175 м со скоростью 8 м/с и степенью перекрытия 60% в поперечном направлении и 80% в продольном (рис. 2). Для эффективного использования нужного режима планирования (для выполнения таких автоматизированных операций, как выбор маршрута полета с новым режимом распознавания местности Terrain Awareness Mode, настройка высоты и скорости полета, настройка параметров камеры и коэффициента наложения и др.) и интеллектуального управления этим дроном использовалось специальное приложение DJI GS RTK для геодезических исследований. После фотограмметрической обработки полученных материалов аэрофотосъемки была построена 3D-модель карьера для внедрения системы контроля эффективности работы техники. Если говорить о временных затратах, то в сумме было потрачено всего 90 минут на полет и 4 часа на обработку собранных данных.



**Рис. 2.** Инженеры компаний Komatsu и Skymec применили облет беспилотным летательным аппаратом почти всей территории ведения горных работ с последующей фотограмметрической обработкой полученных материалов для построения 3D-модели карьера для внедрения системы контроля эффективности работы в нем техники

Для моделирования компания Komatsu приобрела специальную компьютерную программу, в которую вводилась информация о геометрических характеристиках карьера и о каждой единице работавшей там техники – экскаваторах, погрузчиках, самосвалах.

На этой основе была получена геопривязанная 3D-модель карьера в формате OBJ для импорта в программное обеспечение для анализа эффективности работы карьерной техники. С ее помощью была спрогнозирована идеальная производительность за разные промежутки времени – от недели до полугода. Помимо очевидных экономических преимуществ точного прогнозирования объемов выработки стало возможным выявлять причины потерь эффективности производства и работать непосредственно над их устранением. Так, было выяснено, что до 50% себестоимости рассматриваемых горнодобывающих работ в целом составляли затраты на вывоз пустой породы. Поэтому была дана рекомендация по возможности сократить именно эти затраты хотя бы на 10%.

что уже даст существенную экономию, которая окупит затраты на использование современных методов построения указанной модели и анализа функционирования карьера с ее помощью.

Таким образом, для создания трехмерных фотограмметрических моделей работающих карьеров необходимы аэрофотосъемка (которую дешевле всего делать с дронов) и специализированное программное обеспечение для последующей обработки материалов съемки. В результате визуализируется динамика изменений рельефа в карьере, что дает возможность рассчитывать объемы разработанной породы даже посуточно и при этом без привлечения большого количества геодезистов, как этого бы потребовали наземные работы.

Как подчеркивает С. Заверткин, основанный на этом мониторинг производительности каждой отдельной единицы техники практически за любой промежуток времени открывает новые горизонты в области работы объектов горнодобывающей отрасли.

*Заглавное фото: Skytес*