

# ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО 3D ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА КОСТОМУКШСКОМ ЖЕЛЕЗОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ\*

ОАО «Карельский окатыш» — дочернее предприятие ОАО «Северсталь» — ведет разработку Костомукшского железорудного месторождения — крупнейшего на Северо-Западе России. Промышленные запасы железной руды в утвержденных проектных контурах карьера составляют 1,15 млрд тонн. Срок освоения такого месторождения — 40 лет.

Осенью 2012 г. специалисты маркшейдерской службы предприятия одними из первых в России начали использовать в своей работе маркшейдерский сканер Leica HDS8800. Сканер способен выполнять съемку объектов, находящихся на расстоянии до 2000 м, и уверенно работает при температуре воздуха до  $-40^{\circ}\text{C}$ . О том, как происходит работа со сканером на открытых горных выработках и о целесообразности применения технологии наземного 3D лазерного сканирования в маркшейдерии специалисты НАВГЕОКОМ поговорили с маркшейдером карьера ОАО «Карельский окатыш» Владимиром Витальевичем Шмелевым.

## ▼ Владимир Витальевич, какие задачи Вы решаете с помощью сканера Leica HDS8800?

Основное направление нашей работы со сканером — съемка поверхности развалов взорванной горной массы. Эта



В.В. Шмелев, маркшейдер ОАО «Карельский окатыш»

информация в дальнейшем используется для недельно-суточного планирования горных работ. Наличие трехмерной цифровой модели развалов, получаемой с помощью сканера, позволяет повысить качество планирования. Два раза в неделю проводятся взрывные работы, после которых мы выполняем сканирование поверхности взорванных участков карьера, а затем начинается отработка взорванных блоков. В день взрыва сканируем те блоки или те их участки, которые в первую очередь идут в отработку. На следующий день — оставшиеся блоки или участки. От нас требуется выполнить съемку как можно быстрее, так как ситуация в карьере стремительно ме-

няется, а информация в цифровой модели развалов должна соответствовать пространственному положению блоков в карьере до начала их отработки, да и наши смежники — геологи и технологи — ожидают эту информацию для дальнейших расчетов.

Сейчас мы пытаемся развить второе направление технологии лазерного сканирования: наблюдение за устойчивостью бортов карьера. Благо, в программном обеспечении I-Site Studio есть модуль, который позволяет анализировать изменение состояния бортов, снятых с определенным временным интервалом.

Пробовали выполнять съемку рельефа местности на новом

\* Статьи в рубрике «Технологии Leica Geosystems» подготовлены пресс-службой ООО «НАВГЕОКОМ».

месторождении: 30 га за 40 минут — это потрясающе.

▼ **Как происходит Ваш рабочий процесс, какие этапы наиболее важные?**

Успех сканирования зависит от трех условий: состояния атмосферы, состояния сканируемой поверхности (главным образом, влажная она или нет) и размещения блока (участка) сканирования в карьере (от того, как просматривается объект, зависит наличие «мертвых» зон). При благоприятном сочетании этих факторов сканирование проходит оперативно и с наименьшими трудозатратами.

Накануне выезда в карьер проверяем заряд аккумуляторов всех приборов, которые используем при съемке: сканера, планшетного компьютера и приемника ГНСС. Затем изучаем, какие именно участки будут взорваны, наносим их на цифровую модель карьера. Мы пытаемся, таким образом, предварительно определить для себя, с каких мест придется выполнять сканирование, с какой стороны лучше заехать, сколько станций (точек установки сканера) придется сделать.

Изучаем прогноз погоды. Очень плохо, если льет сильный

дождь или идет плотный снег. Для самого сканера — это пустяки, он водонепроницаемый. Но мокрая поверхность теряет отражающую способность, серьезно уменьшается видимость — все это приводит к снижению дальности съемки и, соответственно, к падению производительности, так как приходится проводить сканирование с дополнительных станций, чтобы охватить весь участок съемки. Притом, что обычно поверхность развала мы сканируем с расстояния в километр до нее.

Отрадно, что морозы для сканера — не проблема. Когда температура опускалась ниже  $-35^{\circ}\text{C}$ , сканер работал также хорошо.

После того как определены погодные условия, мы выезжаем на место съемки. По приезде в район работ делаем рекогносцировку: выбираем, где лучше установить сканер, чтобы обеспечить максимальную видимость. На это место из машины переносим все оборудование, а затем устанавливаем на штатив сканер, закрепляем на нем приемник ГНСС, ориентируем сканер на точку с известными координатами и выполняем сканирование объекта.

▼ **Приемник ГНСС Вы устанавливаете непосредственно на сканер? Как, вообще, ориентируется прибор?**

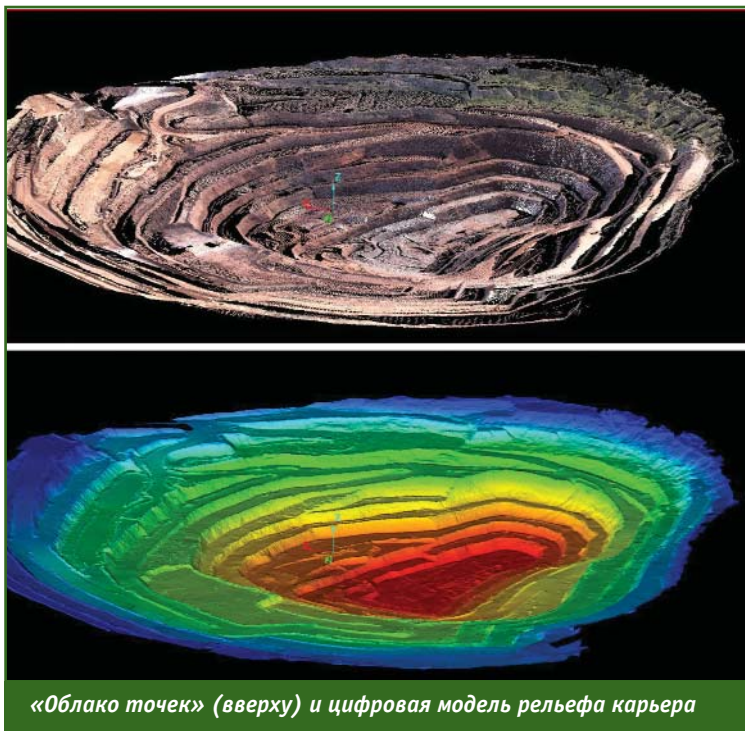
Мы используем одночастотный приемник ГНСС, для крепления которого на сканере предусмотрено стандартное резьбовое соединение, а координаты точки стояния прибора определяем при постобработке по результатам спутниковых измерений. Ориентирование сканера выполняется наведением на одну точку с известными координатами, — и это очень большое преимущество Leica HDS8800, которое я хочу отметить. Это значительно ускоряет процесс сканирования. Если сравнивать этот прибор с другими сканерами, с которыми я немного знаком, то при работе с ними при сканировании объекта с нескольких станций следует обязательно позаботиться, чтобы была зона перекрытия, либо необходимо установить марки, определить их координаты и отсканировать. На все это нужно время. А тут навел и — вперед.

При съемке сканером мы тахеометр никогда с собой не берем. Нам нужен только приемник ГНСС и точки, на которые ориентироваться, а они у нас всегда есть: вокруг карьера расположены пункты опорного обоснования с известными координатами. Чтобы получить фиксированное решение при работе с одночастотным приемником ГНСС, нам достаточно 10–12 минут. Таким образом, за рабочий день можно выполнить измерения на 15–16 станциях, а скорость для нас очень важна.

В случае использования двухчастотного приемника ГНСС и перехода на режим RTK, время измерений на одной станции можно уменьшить до 5–7 минут и, соответственно, увеличить количество станций.



Маркшейдеры ОАО «Карельский окатыш» знакомятся с работой сканера Leica HDS8800

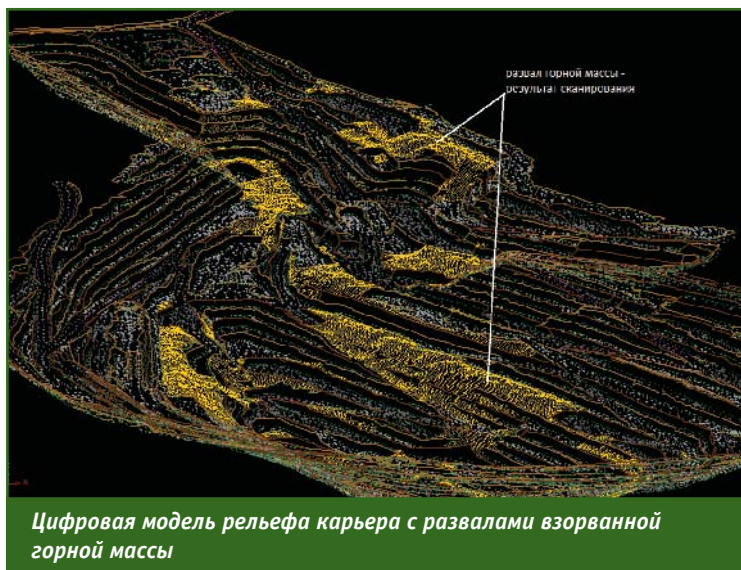


«Облако точек» (вверху) и цифровая модель рельефа карьера

нас очень интенсивно. Раньше на всех горных предприятиях, на открытых разработках месторождений применялась наземная стереофотограмметрическая съемка. И у нас было такое оборудование. Но от фотограмметрии мы в свое время отказались, потому что конфигурация карьера такова, что имеются «мертвые» зоны, недоступные для стереофотограмметрической съемки. И чтобы покрыть эти зоны, надо было закладывать дополнительные базисы, корректурные точки и т. д. А это влекло за собой повышение трудозатрат и падение производительности. Если сравнивать с технологией лазерного сканирования, то необходимо было выполнять в десятки раз боль-

▼ **Что происходит с данными сканирования после их сбора? Как выполняется обработка и представление данных?**

Конечная цель нашей работы — цифровая модель рельефа карьера с развалами взорванной горной массы, представленная в программном обеспечении Geomcom Surpac. Мы начинаем обработку данных в программе I-Site Studio: сшиваем «облака точек», очищаем их от «мусора», вырезаем конкретный участок, немного разрежаем и строим триангуляционную поверхность. Эту поверхность экспортируем в формат DXF и загружаем в Geomcom Surpac, где отрисовываем характерные линии с привязкой к поверхности и оконтуриваем нужный объект. В программе есть инструменты построения регулярной сетки с заданным шагом, мы строим сетку, «сажаем» ее на триангуляционную поверхность, привязываем и получаем цифровую модель рельефа. Часть этих инструментов есть и в программе I-Site Studio, но нам привычнее Geomcom Surpac.



Цифровая модель рельефа карьера с развалами взорванной горной массы

А дальше эти данные используются для точного подсчета объемов взорванной горной массы.

▼ **Полевой этап, зависимость от метеоусловий, сложная обработка данных. Кажется, что наземное 3D лазерное сканирование — довольно трудоемкий процесс. Насколько эта технология действительно необходима и востребована в маркшейдерии, на Ваш взгляд?**

В целом, мы довольны приобретением. Сканер работает у

ший объем работ. Вот это был по-настоящему трудоемкий процесс. Отказавшись от стереофотограмметрической съемки, мы, конечно, испытывали определенные затруднения. Пробовали снимать развалы электронными безотражательными тахеометрами, что было непроизводительно, поэтому занимались этим в исключительных случаях. С приобретением сканера мы получили новые возможности, стараемся максимально их использовать и развивать.