

УДК 528.71:622.1

## СОСТАВЛЕНИЕ ЦИФРОВОГО ПЛАНА ГОРНЫХ РАБОТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АЭРОСЪЁМКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

Нурлашев Р.П., студент гр. ГМси-201, IV курс

Латагуз М.М., ст преподаватель кафедры МДиГ

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,

г.Кемерово

Панов И.Е., (ООО «Сибирский Институт Горного Дела» )

г. Кемерово

Маркшейдерские работы в настоящее время выполняют достаточно современными приборами и инструментами. На пике технологического освоения из инструментальных средств измерения на данный момент является беспилотный летательный аппарат (БПЛА). Производство беспилотных аппаратов переживает стремительный бум. Каждый производитель завоевывая, рынок быстро подстраивается под требования потребителей и наполняет данный аппарат современными технологиями. Сегмент летательных аппаратов применяемых в горнодобывающей промышленности разнообразен. БПЛА получили мощную силовую установку, оптимальные скоростные режимы, высокий уровень защиты, позволяющий использовать летательные аппараты в непогоду, резервирование ключевых модулей, замечательные интеллектуальные функции.

Маркшейдерские работы с использованием БПЛА на горнодобывающих предприятиях имеют уже отработанный регламент действия, а вот обработка снимков, это процесс индивидуальный, который требует определенного набора опыта для каждого маркшейдера ,чтобы понять все нюансы при составлении цифровых планов.

Обновление цифровой модели выполняется каждый месяц по материалам аэрофотосъемки с точностью масштаба 1:2000. Технология выполнения работ состоит из двух основных этапов: полевые и камеральные работы.

Камеральная обработка снимков один из ответственных моментов в составлении цифрового плана.

После выполнения полета данные с камеры летательного аппарата , стачиваются на компьютер для дальнейшей фотограмметрической обработки в ПО Photomod.

В зависимости от площади горнодобывающего участка количество снимков может исчисляться десятками тысяч в среднем это 5000 штук. Высота полёта зависит от точности выполнения съёмочных работ. Для обра-

ботки в качестве воздушного судна применялся беспилотный летательный аппарат самолетного типа SupercamS250F (рис. 1).



Рис. 1 – SupercamS250F

Данные с приемника после выгрузки на компьютер импортируются в ПО Justin для дальнейшей обработки. Выполняется уравнивание и привязка данных с бортового приемника и базы. В ручную выставляются координаты базовой станции и высота, ей присваивается тип опорного пункта. Далее выполняется связывание уже уравненных координат центров фотографирования с соответствующими фотографиями в ПО AeroPhoto. Далее в ПО AgisoftMetashape удаляются снимки, выходящие за границу съемочного контура, а также выполняется дополнительное выравнивание фотографий относительно контрольных пунктов.

После этого выполняется построение плотного облака точек, полученного на основе ортофотоплана. На основе этого облака точек создается DEM модель поверхности в формате .dxf и экспортируется в различное программное обеспечение.

Для обрисовки DEM модели орто фотоплана и получения цифрового плана горных работ работа проводится в программном продукте 3DReshaper. Данное ПО позволяет создавать 3D-полилинии по детальным DEM моделям. Этими полилиниями являются структурные линии элементов естественного и искусственного рельефа. С помощью этих структурных линий (Рис. 2) достигается более высокая детальность отображения поверхности.

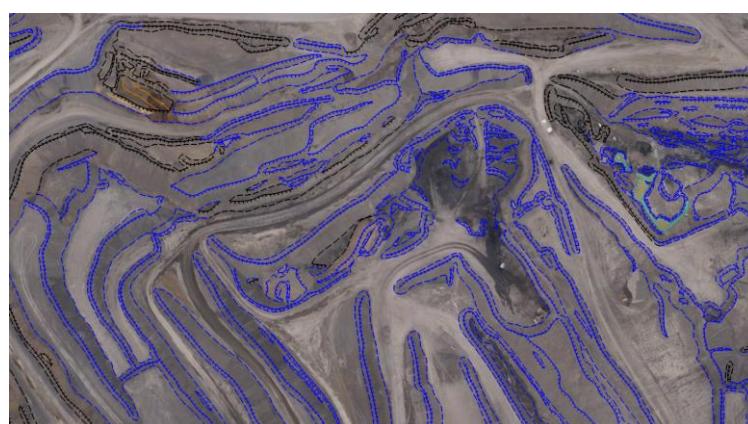


Рис.2 – Структурные линии

Каждой характерной линии присваивается свой слой и тип линии. Структурные линии сглаживаются и экспортируются в формат .dxf для дальнейшего добавления и обновления цифрового плана горных работ (Рис. 3).

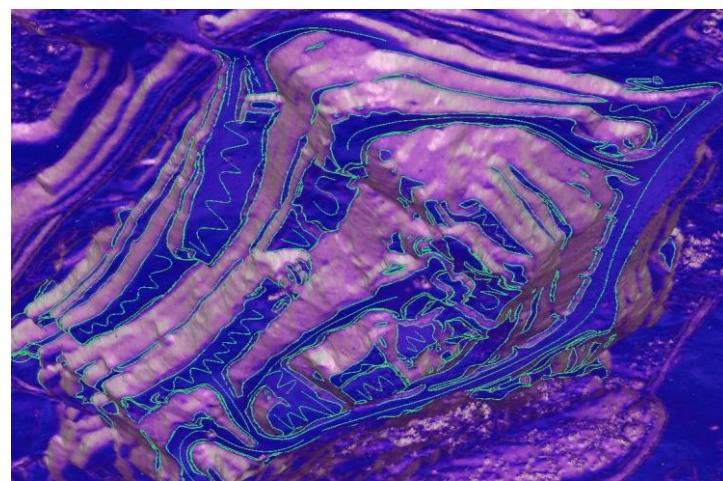


Рис. 3 – Полная обрисовка

После присвоения данных параметров всем линиям этот файл подключается к старому плану и происходит обновление цифрового плана горных работ путем корректировки в местах изменения (Рис. 4).

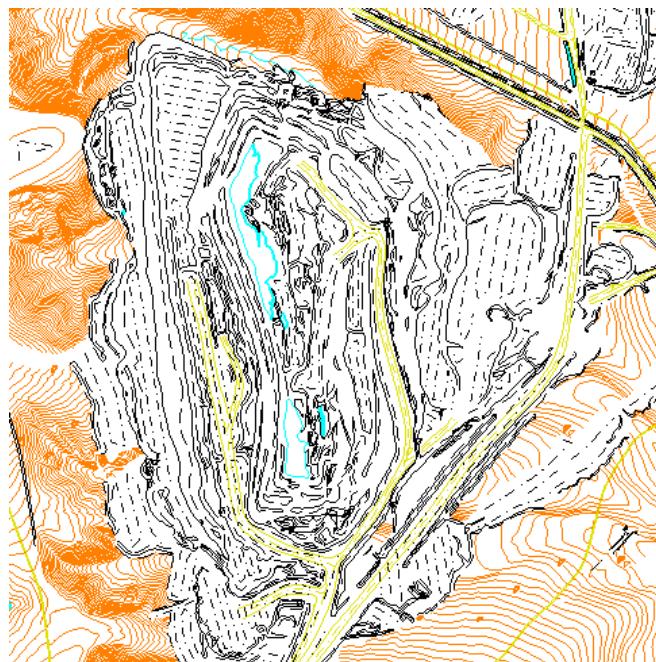


Рис. 4. – Цифровой план горных работ

После обновления элементов рельефа обновляются дороги и места скопления воды. Обновление этих элементов происходит так же в MicroStation. В качестве подложки подключается растровое изображение местности, полученное в результате выполненной аэрофотосъемки, и непосредственно по нему обводится контур воды и оси новых дорог (Рис. 5).

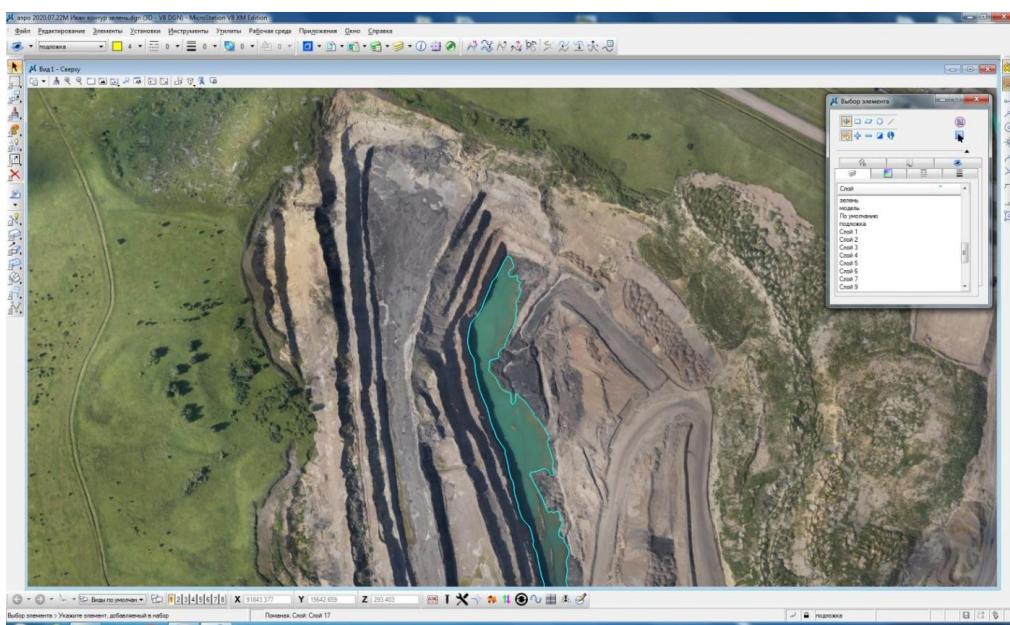


Рис. 5 – Отрисовка контура воды

После отрисовки этих контуров их необходимо опустить на поверхность для задания им высотных отметок. Для этого необходимо иметь поверхность в виде триангуляционной модели TIN, которую можно построить в MicroStation. Исходными данными является цифровая модель, полученная в результате аэрофотосъемки. На плане выбирается контур построения (Рис.6).

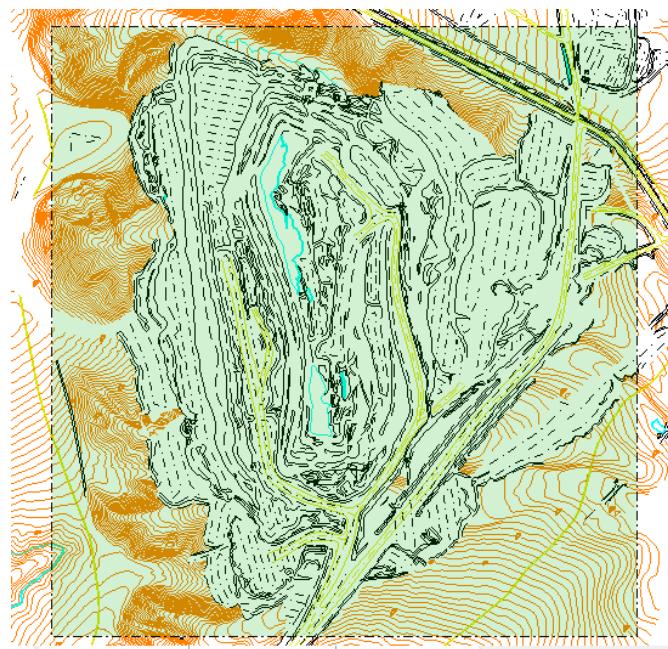


Рис. 6 – Контур построения

В окне «BuildTriangles», выбирается наш файл в расширении .dat и указывается имя для создания файла TIN. Программа отстраивает сеть треугольников TIN для выбранного контура (Рис. 7)

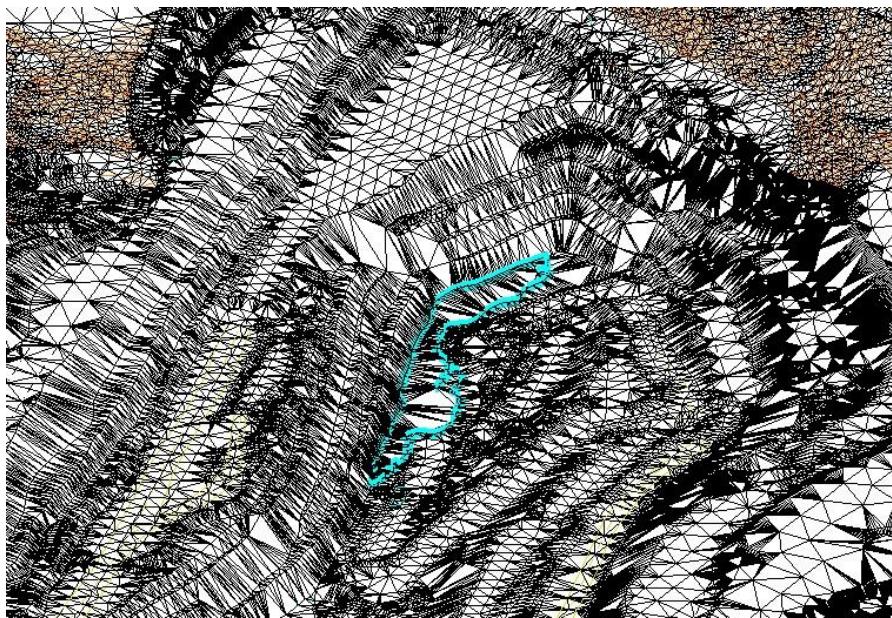


Рис. 7 – Сеть треугольников TIN

Данная поверхность (Рис. 8) так же может использоваться для вычисления объемов. Вычисление объема выполняется в среде САПР AutoCAD Civil 3D по двум поверхностям на различные даты замера.

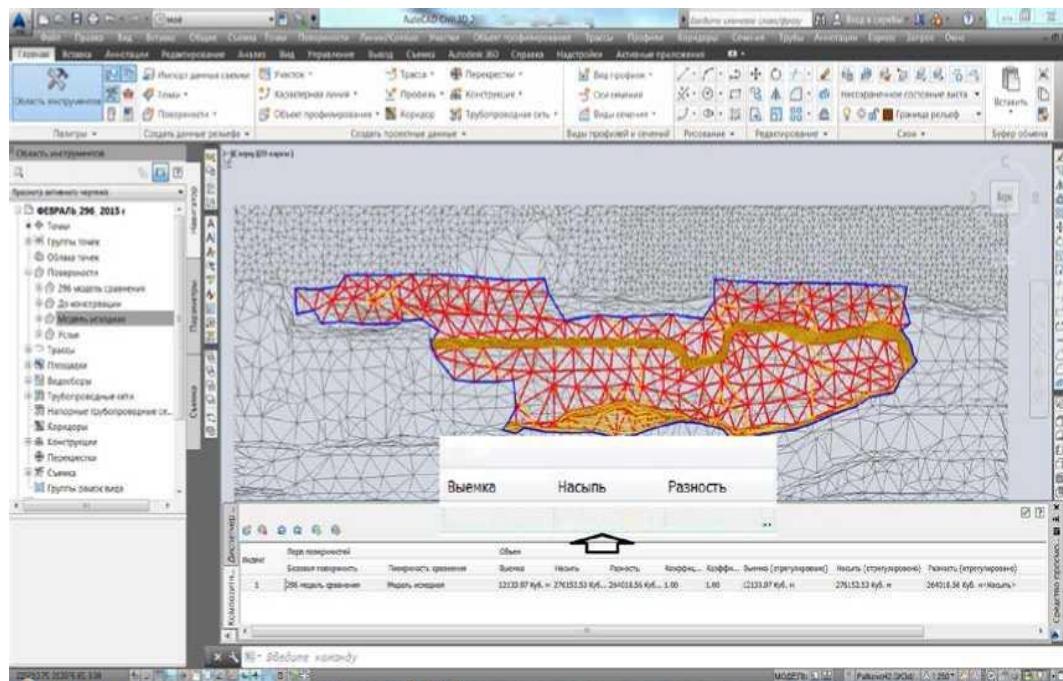


Рис. 8 – Совмещение двух поверхностей - исходной и поверхности сравнения

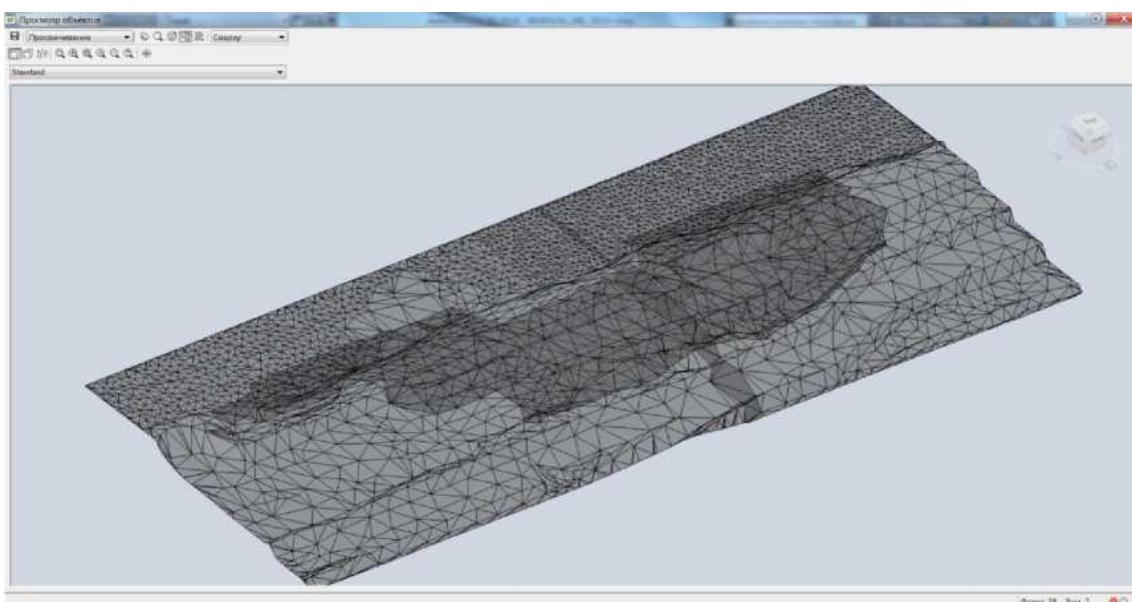


Рис. 9 – Вычисление объема между двумя поверхностями

Полученную модель можно так же использовать для построения профилей по любым заданным линиям. Методика построения следующая:

Нажимается кнопка «Profile» и добавляется наш файл TIN:  
Открывается «CreateProfile» и нажимается «PlaceProfileElement», чертится линия по которой будет строиться профиль и получается сам профиль:

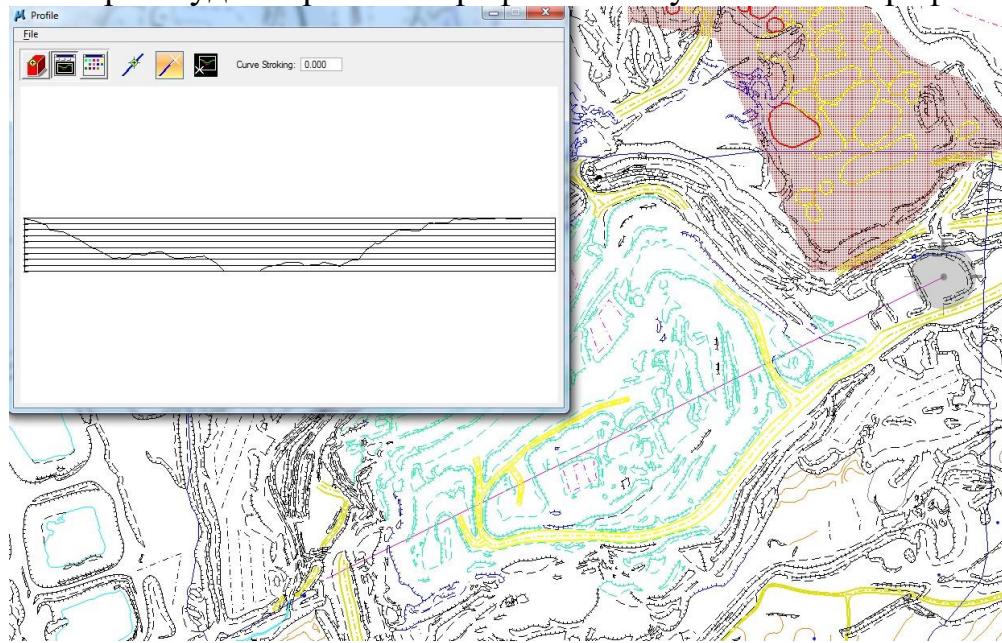


Рис. 10 – Изображение линии и построенного по ней профиля

Так же с помощью инструмента «PlaceProfile» полученный профиль можно вынести в любое место рабочего пространства:

Это лишь часть маркшейдерских задач которые могут быть решены благодаря материалам полученным в результате аэрофотосъемки и их производных. Цифровой план, полученный в результате аэрофотосъемки с приме-

нением БПЛА по вышеизложенной методике, значительно упрощает работу и увеличивает производительность маркшейдерской службы.

Все полученные в результате аэрофотосъемки данные возможно использовать для целого ряда инженерных задач: вычисление объемов, визуальный контроль и мониторинг в режиме реального времени безопасного ведения горных работ, экологии и общего состояния объекта съемки, а так же прилегающей территории.

Таким образом очевидно, что практика применения БПЛА в горнодобывающей промышленности со временем будет набирать все большую популярность в силу своих достоинств по части производительности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03), утвержденная Постановлением Госгортехнадзора России от 06.06.2003 г. №73;
2. Учебное пособие «Основы работы с GEOPAKGeoTerrain. Моделирование и анализ земной поверхности в среде MicroStation»;
3. Игнатов Ю. М. Учебная маркшейдерская практика, оформление результатов в виде цифрового маркшейдерского плана учебное пособие для студентов специальности 130402 «Маркшейдерское дело» Ю. М. Игнатов, Е. В. Бакланов, М. М. Латагуз ; ФГОУ ВПО «КузГТУ», <http://library.kuzstu.ru/meto.php.n=90489&type=utchposob:common>
4. Инструкцию по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. Утверждена Приказом Роскарто-графии от 11.06.2002г. N 84-пр.