

PHOTOMOD для маркшейдерской аэрофотограмметрической съемки карьеров.

Г.В. Забродин, Н.А. Позднякова ВНИМИ

Санкт-Петербург, Россия

Фотограмметрические методы нашли широкое применение для маркшейдерской съемки карьеров. С развитием вычислительной техники на смену традиционным оптико-механическим методам обработки съемки; где для каждого вида работ нужен отдельный прибор (например: для сгущения - стереокомпаратор, для составления плана – универсальный прибор, для получения фотоплана - фототрансформатор), пришли цифровые методы обработки. При цифровой обработке фотоизображений компьютер с набором соответствующих программ и периферийного оборудования (сканирующее устройство и средства вывода) решает все перечисленные выше задачи. Более того, цифровые методы обработки позволяют в дальнейшем перейти и к съемке цифровой камерой. В результате можно получить цифровую, графическую, фотографическую документацию, которая является основой для решения широкого круга маркшейдерских и горных прикладных задач.

Главной задачей разработки технологии автоматизированного составления маркшейдерской, цифровой, графической и фотографической документации карьера с использованием системы цифровой обработки фотоизображений является выбор программно-аппаратного комплекса.

Основными требованиями предъявляемыми к технологии является ее точность и экономичность. В лаборатории фотограмметрии ВНИМИ выполняется работа, по оценке серийно выпускаемой в России цифровой фотограмметрической системы PHOTOMOD применительно к технологии маркшейдерской съемки карьеров. На сегодняшний день выполнена экспериментальная работа по оценке точности определения пространственных координат точек по цифровым аэроснимкам карьеров. Для испытаний использовались аэроснимки Кальмакырского карьера масштаба 1:10000, полученные аэрофотоаппаратом АФАТЭ-100 с фокусным расстоянием ~ 100 мм, а также аэрофотоснимки Краснобродского угольного разреза в масштабе 1:14000, полученные аэрофотокамерой MRB9/2323 с форматом кадра 23смХ23см и фокусным расстоянием объектива - 90мм. Именно такие материалы используются, как правило, для дополнительной маркшейдерской съемки карьеров. Глубина Кальмакырского карьера -130м, глубина Краснобродского разреза -170м.

Фотограмметрическая обработка выполнялась на ПЭВМ Pentium II 266/64/ 6400. Для стереоизмерений использовались затворные очки 3D IR Helmet. Сканирование выполнялось на профессиональном фотограмметрическом сканере DSW200 с разрешением 2000dpi (0.012мм) и полиграфическом сканере Umax MirageII с разрешением 1000dpi (0.025мм). При цифровой обработке снимков на сканере Umax MirageII выполнили его геометрическую коррекцию по контрольной сетке с использованием программы PHOTOMOD SkanCorrect.

Точность определения пространственных координат точек оценивалось по невязкам координат контрольных точек, для Кальмакырского карьера – это 63 замаркированные на местности контрольные точки, координаты которых определены из полевых геодезических измерений со средней квадратической погрешностью $M_x = M_y = 0.05$ м. Для Краснобродского разреза в качестве контрольных точек использовались 145 четких контурных точек, координаты которых определены из построения маршрутной фототриангуляционной сети с погрешностью $M_x = M_y = \pm 0.2$ м.

Пространственные координаты X, Y, Z контрольных точек определялись при измерениях на стереомодели и на ортофотоплане. На стереомодели измерения выполнялись в режиме визуального совмещения измерительной марки с изображением контрольной точки и автоматическом режиме, когда измерительная марка совмещалась визуально только с изображением контрольной точки на одном снимке стереопары (координаты X, Y), а совмещение по высоте выполнялось автоматически. При измерениях на ортофотоплане координаты Z точки определялась по данным цифровой модели. Результаты оценки точности обработки стереопары представлена в таблице 1. Кроме того, для оценки точности изображения рельефа с использованием ЦМР было выполнено ее совмещение с ортофотопланом Кальмакырского карьера. Координаты X,Y изображений точек на ортофотоплане или X,Y,Z точек ортофотоплана, совмещенного с ЦМР, определялись при наведении измерительной марки (курсора) на изображение точки на экране монитора ПЭВМ.

Анализируя данные, видим, что средняя квадратическая погрешность планового положения пикета на цифровом ортофотоплане не превышает 0.5 мм при пятикратном увеличении ортофотоплана по сравнению со снимком-оригиналом. Таким образом, по аэрофотоснимкам масштаба 1:10000 можно составить кондиционный цифровой ортофотоплан масштаба 1:2000. Кроме того были оценены временные затраты на выполнение этапов работ.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения цифровой фотограмметрической системы PHOTOMOD для маркшейдерской аэрофотограмметрической съемки карьеров.

Таблица 1

**Оценка точности определения координат точек
в режиме Stereodraw**

Тип сканера	Разрешение сканирования мкм	Способ измерения по высоте	Погрешности, м		
			M _x	M _y	M _z
DSW200	12	Визуальный	0,23	0,21	0,25
DSW200	12	Автоматический	0,23	0,21	0,21
UMAX	18	Визуальный	0,21	0,20	0,25

Таблица 2

Оценка точности составления цифрового ортофотоплана карьера.

№ п/п	Название объекта	Тип АФА	Тип сканера	Разрешение сканирования, мм	Кол-во стерео-пар	Погрешности, м		
						x	y	z
1	Кальмакырский карьер	АФА-ТЭ-100	DSW2000	0.012	4	0.25	0.27	0.31
2	Кальмакырский карьер	АФА-ТЭ-100	UMAX Мигаге II	0.025	4	0.31	0.33	-
3	Краснобордский разрез	МРВ 9/2323	UMAX Мигаге II	0.025	10	0.88	1.01	-

Таблица 3

Затраты времени на выполнение работ

Процессы	Время, мин
Трансформирование стереопары	4
Получение ЦМР (5670 точек)	10
Получение ортофотоплана с разрешением 1 пиксел = 1 метр	5