

УДК: 528.7

МОГИЛЬНЫЙ С.Г., АХОНИНА Л.И., ВОРОНИНА Н.В., ДЗЕКАНЮК А.О.
(ДонНТУ)

АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА АРХИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Описывается результат обработки архивных материалов аэрофотосъемки Криворожского карьера с помощью программного комплекса «BLOKMSG». Выполнена оценка точности фотограмметрических измерений. Показана возможность использования архивных материалов аэросъемки для решения современных задач.

К настоящему времени в научных учреждениях и на отдельных предприятиях накопилось большое количество производственных и экспериментальных материалов топографических аэрофотосъемок территорий открытых горных разработок, городов, поселков, выполненных 30–20 лет тому назад. На Украине первые специализированные фотограмметрические лаборатории начали функционировать еще в семидесятых годах в Криворожском бассейне, Донбассе, Вольногорске. С 1966 года и по 1990 г.г. выполнялись регулярные аэрофотосъемки территорий открытых горных разработок с целью получения маркшейдерских графических и цифровых планов для регулярного учета объемов вынутой горной массы, планирования развития горных работ, топопланов территорий поселков и городов и т.д.[1, 2]

Материалы аэрофотосъемки предыдущих лет и сейчас представляют практический интерес с точки зрения оценки экологического равновесия в горнодобывающих районах, оценки объемов перемещенных горных масс, решения задач рекультивации земель, решение вопросов земельного кадастра. Для решения поставленных вопросов появляется необходимость повторных измерений соответствующей точности аэрофотоснимков предшествующих лет.

Так как фотоснимки сохранялись в виде фотопленки, чаще всего разрезанной на отдельные кадры, то представляет интерес оценка достижимой точности стереофотограмметрических измерений по фотоснимкам после нескольких десятков лет их хранения. Одним из главных факторов, влияющих на точность прецизионных стереофотограмметрических измерений, являются метрическая стабильность аэрофотопленки.

Для оценки метрической стабильности фотопленки и точности стереофотограмметрических измерений фотопленки после многолетнего хранения использованы материалы маркшейдерской аэрофотосъемки карьера ЮГОК, выполненной летом 1971г.

Размеры карьера на 1971г. составляли в плане примерно 2,2 на 3,3 км, глубина — 140м. В карьере 10 рабочих уступов высотой в среднем 15м (рис.1).

В 1971 году в карьере сотрудниками кафедры геодезии ДПИ был создан экспериментальный геодезический полигон, включающий 147 точек, замаркированных четырехлучевыми знаками и расположенных по всем рабочим горизонтам.

Плановые координаты точек определялись путем прокладки по горизонтам теодолитных ходов повышенной точности в комбинации с боковыми засечками и без измерения длин линий. Измерения углов выполнялись теодолитом серии Т2 тремя приемами по трехштативной системе.

Средняя квадратическая ошибка измерения угла, определяемая по фактическим невязкам полигонов, составила 5,9", направления — 4,2". Максимальные средние

квадратические погрешности планового положения точек полигона по отдельным ходам составили 0,06–0,15 м.

Для определения отметок точек сети с поверхности до нижнего горизонта с отметкой минус 60м был проложен нивелирный ход III класса точности в прямом и обратном направлениях. На каждом горизонте закреплены реперы, от которых техническим нивелированием определены отметки точек аналитических теодолитных ходов. Длины ходов нивелирования составили от 1,4 км до 6,3 км. Максимальные ошибки высот точек (в середине хода) составили по ходам от 8мм до 19мм.

Аэрофотосъемка карьера ЮГОК выполнена в июле месяце 1971 г. с самолета АН-2 без гиросtabilизирующей установки аэрофотокамерой АФА-100 с высоты 1000м относительно земной поверхности карьера. Съемка произведена на черно-белую пленку тип 15 с двух маршрутов, расположенных к друг к другу под углом около 50° (рис.1).

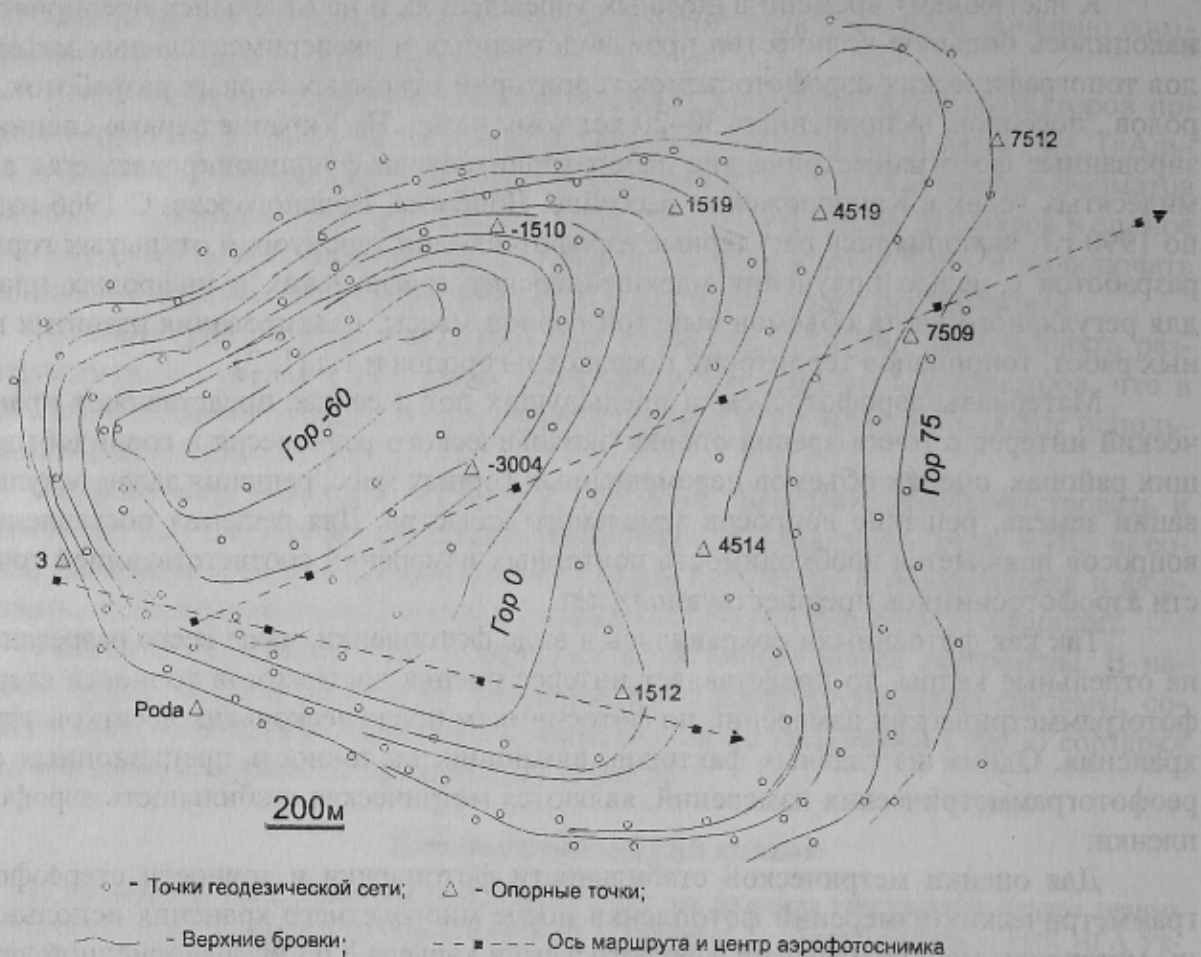


Рис. 1. Схема расположения точек геодезического полигона и осей маршрутов аэрофотосъемки

Один маршрут включает 6 снимков с продольным перекрытием от 90% до 60%, другой — четыре с продольным перекрытием 60–70%.

Материалы аэрофотосъемки в тот же период времени были использованы для составления графических маркшейдерских планов, подсчета объемов вынутой горной массы, сгущения опорной сети на карьере методом аналитической фототриангуляции [3].

По истечении почти 30 лет хранения аэрофотопленки в разрезанном виде выполнено измерение по материалам аэрофотосъемки 1971 г и вычислены координаты

точек геодезического полигона карьера ЮГОК. с помощью программного комплекса «BLOKMSG», разработанного в ДонНТУ [4,5].

Программа включает две ступени. Первая: измерения и построение независимых стереомоделей выполняются с помощью аналитического комплекса РИЦ — СК1818-ПЭВМ. Данные измерений позволяют оценить метрические качества аэрофотопленки по отклонениям измеренных координат координатных меток АФА от их паспортных значений, а также по величинам остаточных параллаксов в каждой точке стереомодели и в среднем по всем точкам стереопары.

Вторая ступень — вычислительная обработка, заключающаяся в построении блока фототриангуляции, т.е. соединении независимых моделей в один блок, уравнивания результатов измерений, с вычислением координат точек сети и оценкой точности. Качество стереофотограмметрических измерений можно оценить по отклонениям на связующих точках стереопар, опорных точках и по результатам сравнения координат точек сети из измерений наземными методами и фотограмметрическими.

Измерения блока фотоснимков выполнялись дважды двумя операторами с интервалом между ними в один год (1999–2000г.г.). Результаты получены следующие. Величины отклонений координат меток (на снимках изображены только четыре метки, расположенные на взаимно перпендикулярных линиях) находятся в пределах 10мкм. Более представительными являются величины остаточных поперечных параллаксов на стереопаре. В пределах стереопары измерялись координаты порядка 20–30 точек. Величины остаточных поперечных параллаксов в точках каждой стереопары составляли 5–15 мкм.

Результаты вычислительной обработки экспериментальной сети фототриангуляции по программе «BLOKMSG» представлены в таблице и в графической интерпретации на рис. 2.

Таблица. Численные показатели экспериментальной сети фототриангуляции

Данные обработки	1999г	2000г
Построение сети фототриангуляции		
1. Количество опорных точек на местности	7	10
2. Количество точек сети на местности	128	163
3. Количество контрольных точек на местности	39	55
4. Всего измеренных изображений на снимках	232	294
5. Всего снимков в блоке	8	10
6. Число стереопар в блоке	6	8
7. Кол-во уравнений связи моделей	52	76
8. Средние отклонения при соединении моделей, м:		
на связующих точках	0,21	0,17
на опорных точках	0,25	0,23
9. Средние отклонения на контрольных точках, м:		
в плане	0,35	0,30
по высоте	0,32	0,40
Уравнивание сети		
10. Количество определяемых пунктов на местности	67	73
11. Количество уравнений коллинеарности блока	460	588
12. Количество избыточных измерений в блоке	211	309
13. Средние квадратические величины поправок в фотокоординаты:		
по оси x, мм	0,008	0,008
по оси y, мм	0,012	0,012
Ошибка единицы веса, мм	0,015	0,013
14. Средние отклонения на опорных точках, м		
в плане	0,26	0,20
по высоте	0,26	0,26
15. Всего контрольных точек	30	55
16. Средние отклонения на контрольных точках, м:		
в плане	0,36	0,34
по высоте	0,41	0,40

В строках 1–9 таблицы представлены данные результата соединения моделей в блок. Погрешность соединения в обоих вариантах находится в пределах 0,25м. На этом же этапе определены величины расхождений между координатами точек местности (контрольными), измеренных по снимкам и наземными методами. Средняя величина таких расхождений получена несколько больше и составила 0,40м.

Сопоставление координат контрольных точек сети, полученных из наземных инструментальных измерений и фототриангуляции, показали следующие величины отклонений: в плане не более 0,30м, по высоте не более 0,41м в среднем по геодезическому полигону.

После уравнивания (данные в строках 10–16 таблицы) средние отклонения на опорных точках составили не более 0,26м, а на контрольных не более 0,40м.

Визуально распределение величин погрешностей фотограмметрических измерений после уравнивания в каждой точке экспериментального геодезического полигона определено с помощью графического интерфейса (рис.2).



Рис. 2. Графический интерфейс сети фототриангуляции

На рис. 2 представлены в перспективном изображении оси маршрутов, центры фотографирования, расположение стереопар в блоке и линейные величины отклонений только в связующих точках стереопар. Наименьшие отклонения на опорных точках, на контрольных точках несколько большие, но они не превосходят предельных значений, что подтверждается и числовыми данными значений погрешностей в каждой точке, вычисленных после уравнивания сети. Аналогичные результаты получены и при визуальной оценке распределения линейных погрешностей на контрольных точках отдельно как в плане так и по высоте.

Результаты измерений по негативам аэрофото пленки типа 15 на триацетатной основе доказывают, что с течением времени пленка сохраняет свои метрические качества. Следовательно, архивные материалы аэрофотосъемки допустимо использовать для решения многих маркшейдерских и геодезических, кадастровых задач, на-

пример, построения цифровых моделей горных разработок, учета объемов вынутой горной массы на карьере, составлении кадастра и т.д., так как погрешности измерений находятся в пределах допусков согласно маркшейдерской и топографической инструкциям.

Библиографический список

1. Могильный С.Г., Айзенштейн Г.Л. Аналитический метод определения объемов складов полезного ископаемого с помощью ЭЦВМ по материалам стереофотограмметрической съемки. // Материалы совещания по применению фотограмметрии на горно-обогатительных комбинатах. «Вопросы маркшейдерского дела на открытых разработках». Белгород, 1971. — С 46–47.
2. Ахонина Л.И. О точности составления маркшейдерских планов открытых горных работ по материалам аэрофотосъемки. // Материалы совещания по применению фотограмметрии на горно-обогатительных комбинатах. «Вопросы маркшейдерского дела на открытых разработках». Белгород, 1971. — С 38–40.
3. Моисеева Н.Б. Опыт сгущения опорной сети на карьере ЮГОК методом аналитической фототриангуляции. // Материалы совещания по применению фотограмметрии на горно-обогатительных комбинатах. «Вопросы маркшейдерского дела на открытых разработках». Белгород, 1971. — С 53–54.
4. Могильный С.Г. Проблемы пространственной привязки изображений. Сборник инженерной геодезии, 1998г. — №40. — С. 113–115.
5. Могильный С.Г. Проблеми побудови мереж аналітичної фототриангуляції. / Науково-технічний журнал «Вісник Геодезії та Картографії», Укргеодезкартографія, 2000г. — №1 (16) — С. 23–27

© Могильный С.Г., Ахонина Л.И., Воронина Н.В., Дзеканюк А.О., 2001

УДК 622.1:681.3

ФИЛАТОВА И.В. (ПО «Укрутлегеология»)

ОПЫТ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ ГРАНИЦ МАРОК УГЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

В статье обобщен опыт автоматизированного построения контуров марочного состава углей с целью уменьшения влияния субъективных факторов и сокращения сроков выполнения работ. Предложены принципы формирования баз данных с целью уменьшения влияния краевых эффектов.

На всех этапах освоения угольного месторождения (разведка, проектирование, эксплуатация) основным материалом для принятия технических и технологических решений является модель месторождения, устанавливающая закономерности размещения полезного ископаемого и его свойств в пространстве. От степени ее достоверности, детальности и оперативности учета изменений зависит качество принимаемых решений.

Наиболее перспективными являются цифровые модели месторождения, позволяющие использовать математический аппарат, повысить точность и оперативность при поиске, обработке и обновлении данных.

Полезные ископаемые в недрах обычно недоступны непосредственному изучению. Основным источником о них является геологическая разведка и ее основное средство — опробование.

Показатели для создания модели месторождения определяются в отдельных точках подземного пространства. По этим дискретным данным необходимо построение непрерывной полно определенной модели месторождения, позволяющей полу-