Кузнецов А.А., Вишневская Н.А., Гроссул П.П.
Определение геометрических параметров деформаций с применением
современных методов аэрофотосъемки

*НАО «КарТУ»
(Казахстан, Караганда)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-69

Аннотация

В данной статье рассматривается процесс определения геометрических параметров деформаций с использованием беспилотных летательных аппаратов на золоторудном месторождении, ведущем добычу полезных ископаемых открытым способом.

Ключевые слова: БПЛА, ЦММ, деформация, геометрические параметры.

Abstract

This article examines the process of determining the geometrical parameters of deformations using unmanned aerial vehicles in open-pit mining fields.

Key words: UAV, CMM, deformation, geometric parameters.

Интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом вызывает проявления широкого спектра геодинамических процессов на земной поверхности и вблизи нее. Они являются результатом воздействия различных механизмов работ, посредством которых осуществляется добыча.

Организация комплексов мероприятий, направленных на регулярное наблюдение технического состояния объектов, с целью предотвращения негативных явлений, связанных с работами, влияющими на целостность и надежность наблюдаемых объектов, производят с использованием современных методик и технологий, позволяющих избежать присутствия человека в непосредственной зоне возможного возникновения деформаций.

Для определения полного и объективного механизма деформирования откосов уступов бортов карьеров необходимо определить геометрические параметры локальных деформаций.

В рамках нашего исследования определение геометрических параметров локальных деформаций производилось на золоторудном месторождении центрального Казахстана (рис.1) с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) производства компании VolJet.

Рисунок 1. Объект исследования

Фотограмметрическая обработка полученных данных и создание цифровой модели местности (ЦММ) была произведена в программе Agisoft Photoscan. На основе созданной модели местности построены профильные линии, по которым определены геометрические параметры локальных деформаций и протяженность зон отрыва горной массы.

Первым этапом нашей работы являлось производство аэрофотосъемки с применением беспилотного летательного аппарата VolJet X5 с вертикальным взлетом (рис.2), оснащенный бортовым GNSS приемником.

Рисунок 2. БПЛА VolJet X5

Бортовой спутниковый приемник позволяет определять координаты центров фотографий непосредственно в момент фотографирования и производить точную привязку модели местности. Для контроля полученных координат с бортового приемника нами было создано высотнo-плановое обоснование по всей территории карьера (рис.3). Точки высотнo-планового обоснования были определены спутниковыми двух частотными, GNSS приемниками компании Leica Geosystems, с погрешностью 10 мм.

Рисунок 3. Схема опорных знаков.

Полет беспилотного летального аппарат производился на высоте 170 м в течении 40 минут. Результатом полета являлся набор из 896 фотографий. Заданная высота полета и частота фотографирования позволила достигнуть фронтального и бокового перекрытия в 80 и 70 процентов соответственно, обеспечивая высокое качество фотоматериала для создания цифровой модели местности.

Обработка полученных фотографий производилась в программном обеспечении Agisoft Photoscan. Первым этапом в процессе обработки и создании цифровой модели местности являлось выравнивание фотографии согласно определенным координатам в процессе полета, и получение разряженного облака точек (рис.4) по общим пикселям фотографий, состоящим из 490 650 точек.

Рисунок 4. Разряженное облако точек.

Проверка планово-высотной привязки созданной разряженной модели производилось по загруженным контрольным точкам определенным с погрешностью 10 мм. По итогам оптимизации разряженного облака и трансформации модели ее точность по контрольным точкам составила 4 см.

Далее в программе производился расчет плотного облака точек (рис.5) отличающийся большим количеством точек по сравнению с разряженным облаком (386 905 406 точек).

Рисунок 5. Модель плотного облака

Плотное облако точек отличается большей информативностью и объемом пространственных данных именно на его основе производилось создание тайловой модели местности, карты высот и ортофотоплана.

Благодаря созданной контрастной карте высот (рис.6) с легкостью можно определить зоны подверженных деформационным процессам в разных стадиях развития.

Рисунок 6. Карта высот.

По созданным моделям нами были определены участки локальных деформаций выраженные в виде отрыва верхней бровки карьера на протяженности более 100 м.

В северо-восточной части карьера был обнаружен ряд вскрышных уступов подверженных осыпанию (рис.7).

Рисунок 7. Зона деформаций.

Используя материалы полученных в процессе аэрофотосъемки и обработки цифровой модели местности были построены профильные линии (рис.8) в районе

деформаций и за её пределами для оценки геометрических параметров откосов уступов борта карьера.

Рисунок 8. Профиля для определения геометрических параметров.

По отстроеным профилям были определены следующие геометрические параметры:

- угол наклона (генеральный угол)
- угол наклона группы уступов
- угол наклона отдельных уступов
- высота группы уступов
- высота отдельных уступов
- протяженность отрыва уступов в зоне деформаций (рис.9-13)

Рисунок 9. Профиль I.

Профиль I располагается в северо-восточном районе северного борта карьера, вблизи зоны отрыва уступов. По профилю I угол наклона борта (генеральный угол) составляет 18° , угол наклона группы уступов вблизи участка отрыва составляет 33° ,

угол наклона уступа вблизи дна карьера составляет 32° , высота группы уступов вблизи участка отрыва составляет 20,6 м, высота уступа вблизи дна карьера 30,6 м.

Рисунок 10. Профиль II.

Профиль II располагается в зоне отрыва горной массы верхней бровки. По профилю II угол наклона борта (генеральный угол) составляет 16° , угол наклона уступа по участку отрыва составляет 68° , угол наклона уступа вблизи дна карьера составляет 34° , высота уступа вблизи дна карьера 28,2 м.

Рисунок 11. Профиль III.

Профиль III располагается в зоне отрыва горной массы верхней бровки. По профилю III угол наклона борта (генеральный угол) составляет 14° , угол наклона уступа по участку отрыва составляет 67° , угол наклона уступа вблизи дна карьера составляет 29° , высота уступа вблизи дна карьера 22,2 м.

Рисунок 12. Профиль IV.

Профиль IV располагается в зоне отрыва горной массы верхней бровки. По профилю IV угол наклона борта (генеральный угол) составляет 12° , угол наклона уступа по участку отрыва составляет 62° , высота уступа вблизи участка отрыва 17,9 м.

Рисунок 13. Профиль V.

Профиль V располагается западнее зоны горной массы уступов верхней бровки. По профилю V угол наклона борта (генеральный угол) составляет 15°, угол наклона уступа вблизи участка отрыва составляет 35°, высота уступа вблизи участка отрыва 15,1 м

Таким образом нами были определены геометрические параметры локальных деформаций на золоторудном месторождении, что позволило более объективно оценить развитие деформационных процессов на данном месторождении и дать дополнительные рекомендации для предотвращения дальнейшего развития деформационных процессов, в частности начать формирование породного подпора с целью увеличения коэффициента запаса устойчивости.

Использование беспилотных летательных аппаратов в данном случае позволило получить высокоточные результаты в кратчайшие сроки с высоким уровнем детализированной модели местности без малейшего риска для здоровья и жизни человека.

1. В.П.Ступин, К.И. Антипина. Геодезический мониторинг карьера Нюрбинского ГОКа/ Вестник ИрГТУ, Россия, Иркутск, 2012.-с.122-126
2. Краснопевцев Б.В. Методические указания по фотограмметрической обработке снимков на цифровой фотограмметрической системе Photomod 4.4 Demo и Photomod 4.4 Lite. М.: МИИГАиК, 2012.-44 с.
3. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. - Астана: Комитет по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью РК, 2008. -109 с.
4. ВНИИ. Инструкция по наблюдению за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. - Л., 1971. - 187с.
5. Ожигина С.Б., Ожигин С.Г., Ким С.П. Создание геомониторинга при разработке месторождений полезных ископаемых // Материалы научно-практической конференции «Карагандинская область: история, реалии, перспективы» к 70-летию Карагандинской области. Караганда, КарГТУ, 2006. - С.126- 128.

Моисеев С.А., Рябкин Е.А., Каргин В.И., Камалихин В.Е.

Влияние сроков сева на показатели структуры урожая ярового ячменя

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»
(Россия, Саранск)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-70

Аннотация

Сроки сева при возделывании ярового ячменя имеют огромное влияние на качество урожая ярового ячменя. Они в первую очередь зависят от климатических особенностей зоны возделывания, поэтому к выбору сроков сева необходимо относиться очень серьезно. Посев должен проводиться только в почву, которая достигла состояния физической спелости. Только в этом состоянии в почве активно развиваются почвенные организмы и создаются все условия для полноценного формирования урожая.

Ключевые слова: яровой ячмень, срок сева, высота стебля, длина колоса, число зёрен в колосе, масса зерна с колоса, физическая спелость почвы.

Abstract

The timing of sowing in the cultivation of spring barley has a huge impact on the quality of the spring barley crop. They primarily depend on the climatic characteristics of the cultivation zone, so the choice of sowing dates should be taken very seriously. Sowing should