

Колоколова Алина Дмитриевна, Магистрант
Карагандинский технический университет
имени Абылкаса Сагинова

Долгоносков Виктор Николаевич
Кандидат технических наук, доцент
Карагандинский технический университет
имени Абылкаса Сагинова

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА-ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ И РАСЧЁТА ОБЪЁМОВ СКЛАДИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. В статье рассмотрены методика выполнения аэрофотосъёмки БПЛА-фотограмметрии для последующего построения цифровых моделей местности и расчёта объёмов складированного материала на промышленных объектах в фотограмметрических программных комплексах. Установлено, что применение цифровой фотограмметрии позволяет повысить оперативность, точность и безопасность выполнения геодезических работ

Ключевые слова: БПЛА-фотограмметрия, цифровая модель местности, аэрофотосъёмка, CloudCompare, Agisoft Metashape, горное дело

Современное развитие горнодобывающей промышленности требует применения высокоточных и оперативных методов получения пространственной информации. Одной из важнейших задач маркшейдерско-геодезического обеспечения является создание цифровых моделей местности и определение объёмов складированного материала. Традиционные методы геодезической съёмки отличаются значительной трудоёмкостью и ограниченной производительностью, особенно при работе на крупных промышленных объектах и труднодоступных территориях.

В последние годы всё более широкое распространение получают технологии беспилотной аэрофотосъёмки и цифровой фотограмметрии. Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет оперативно выполнять съёмку объектов с высокой степенью детализации, обеспечивать безопасность работ и получать пространственные данные, пригодные для последующего анализа и расчётов [1].

Применение БПЛА-фотограмметрии в горном деле позволяет создавать цифровые модели местности, ортофотопланы и облака точек, используемые при мониторинге состояния территорий, контроле горных работ и расчёте объёмов складированного материала. В связи с этим исследование возможностей применения БПЛА-технологий для решения задач горного производства является актуальным направлением современных инженерно-геодезических исследований [2].

Целью исследования является разработка и апробация методики применения БПЛА-фотограмметрии для построения цифровых моделей местности и расчёта объёмов складированного материала на объектах горнодобывающей промышленности.

В качестве основного метода исследования использовалась технология БПЛА-фотограмметрии, основанная на выполнении аэрофотосъёмки и последующей обработке полученных данных методами цифровой фотограмметрии. Исследование проводилось на территории угольных складов горнодобывающего предприятия.

Аэрофотосъёмка выполнялась с применением БПЛА DJI Matrice 300 RTK. Геодезическое обеспечение работ осуществлялось с использованием GNSS-приёмника South Galaxy G1 в режиме RTK. На исследуемой территории были установлены планово-высотные опорные точки, координаты которых использовались при фотограмметрической обработке материалов съёмки.



Фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков выполнялась в программном комплексе Agisoft Metashape [3].

На первом этапе в программу были импортированы аэрофотоснимки, полученные в результате съёмки с БПЛА. Далее выполнялось выравнивание снимков, в ходе которого определялись элементы внешнего ориентирования камер и формировалось разреженное облако точек. После добавления координат опорных точек, полученных с использованием GNSS-оборудования, была проведена оптимизация модели. Следующим этапом являлось построение плотного облака точек, на основе которого формировалась цифровая модель местности и ортофотоплан исследуемой территории. Полученные результаты обеспечили детализированное пространственное представление рельефа местности и поверхности складированного материала (смотреть рисунок 1).

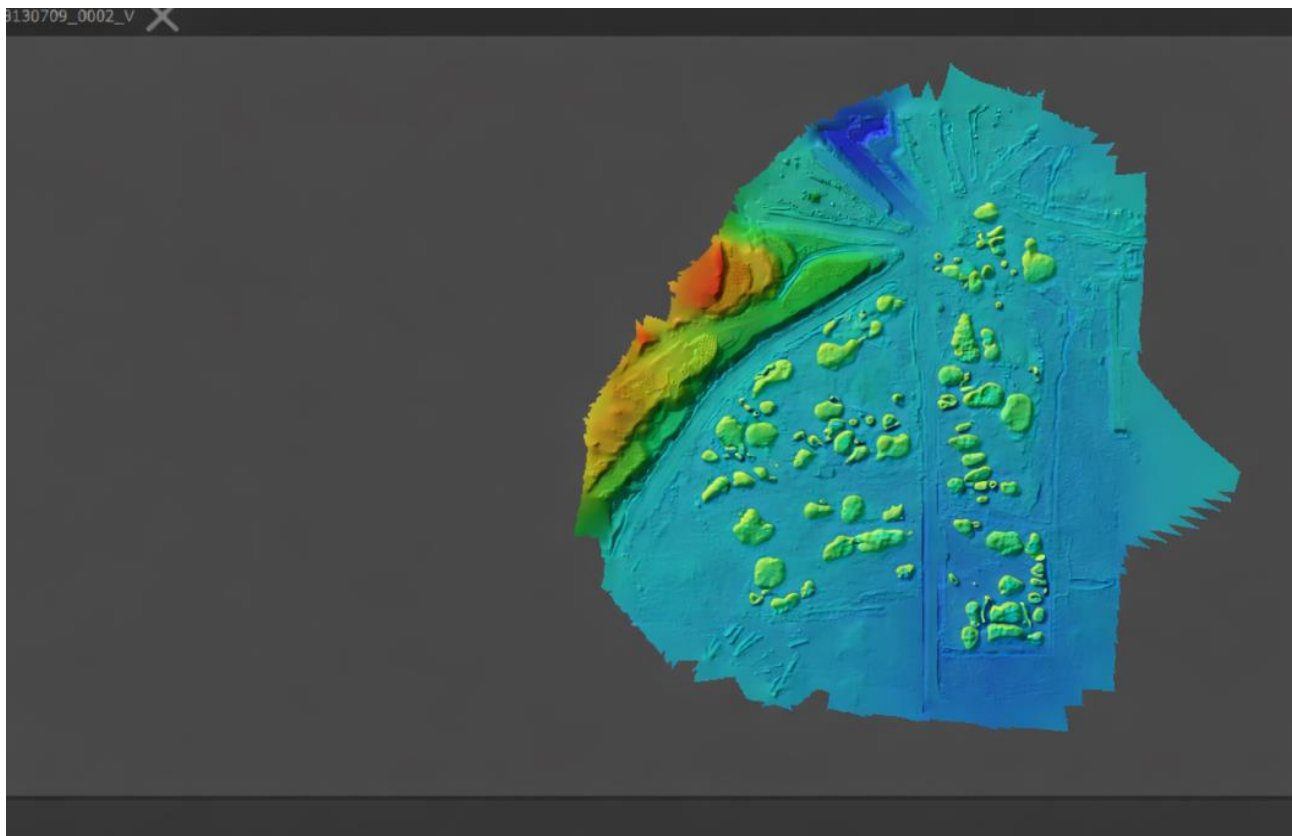


Рис. 1 Цифровая модель местности

Для анализа пространственных данных и расчёта объёмов складированного материала использовалось программное обеспечение CloudCompare [4].

После экспорта плотного облака точек из Agisoft Metashape выполнялся импорт модели в среду CloudCompare с сохранением пространственных координат и цветовой информации. На этапе предварительной обработки производилась очистка облака точек от посторонних объектов и шумов, включая элементы инфраструктуры и артефакты фотограмметрической обработки. Далее выполнялась сегментация отдельных складов с выделением поверхности складированного материала и основания насыпи. Расчёт объёмов осуществлялся методом 2.5D Volume, основанным на сравнении поверхности исследуемого объекта с базовой поверхностью. Использование данного метода позволило определить объёмы складированного материала и выполнить анализ пространственных характеристик исследуемой территории (на рисунке 2 представлен результат исследования отдельного объекта).

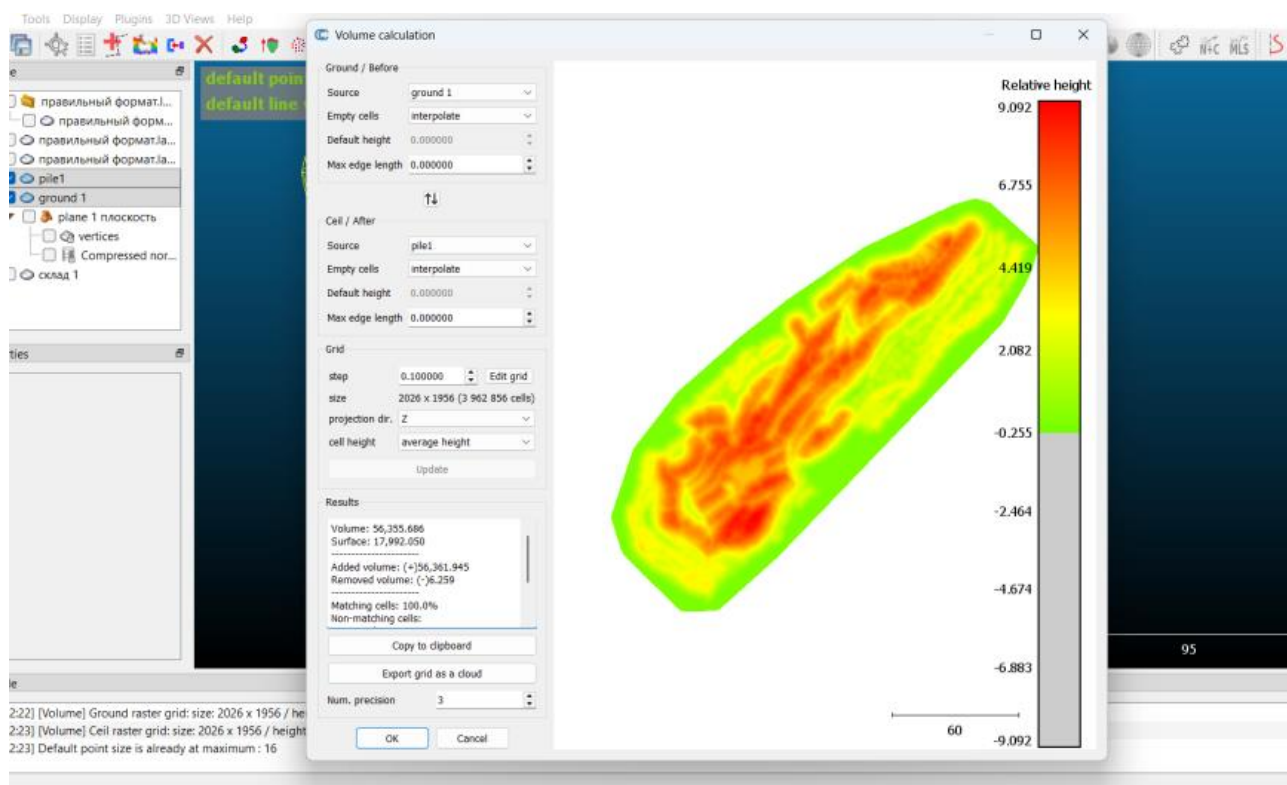


Рис 2 – результат обработки

По результатам проведенного исследования, можно сделать вывод о том, что применение современных фотограмметрических программных комплексов играет важную роль при решении инженерно-геодезических. Использование специализированного программного обеспечения позволяет автоматизировать обработку пространственных данных, повысить точность результатов и значительно сократить сроки выполнения работ. В зависимости от поставленных задач в геодезии могут применяться различные программные продукты, предназначенные для фотограмметрической обработки, анализа облаков точек, построения цифровых моделей местности и расчёта объёмов.

Использование программных комплексов Agisoft Metashape и CloudCompare в рамках выполненного исследования показало высокую эффективность их применения при создании цифровых моделей местности и обработке результатов аэрофотосъёмки.

Таким образом, применение современных фотограмметрических технологий и специализированного программного обеспечения является важным направлением развития геодезии и горного дела. Комплексное использование БПЛА, GNSS-оборудования и программ обработки пространственных данных позволяет получать высокоточные результаты, повышать производительность работ и обеспечивать эффективное решение широкого круга инженерных задач

Список литературы:

1. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – Москва: Академия, 2011. – 416 с.
2. Лобанов А. Н. Фотограмметрия: учебник для вузов. – Москва: Академический Проект, 2020. – 400 с.
3. Agisoft Metashape Professional User Manual. Version 2.0. – Agisoft LLC, 2023. – 192 p.
4. CloudCompare Documentation. – Режим доступа: CloudCompare Official Website

