

## ПРИНЦИПЫ ЦИФРОВОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ГРАНИЦ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СКВАЖИН, ПРОБУРЕННЫХ С ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

**Абдiazизов Аслиддин Адхам угли**  
*Научный руководитель: ассистент, КГТУ*  
**Рамазонов Самандар Нусратилло угли**  
*Студент., КГТУ*

**Аннотация:** В данной статье приведены принципы определения границ полезных ископаемых на основе скважин, пробуренных с земной поверхности, и их отображения с помощью цифровой фотограмметрии. Развитие технологий цифрового отображения позволяет с высокой точностью моделировать геологические объекты, создавать трёхмерные (3D) модели рельефа и с высокой точностью устанавливать границы месторождений. В исследовании рассмотрены методы создания геопривязанных ортофотопланов и цифровой модели местности (ЦММ) путём интеграции аэрофотоснимков, спутниковых изображений и данных наземных наблюдений. Результаты показывают, что цифровая фотограмметрия обеспечивает более высокую точность и эффективность при определении границ в горном деле по сравнению с традиционными методами.

**Ключевые слова:** цифровая фотограмметрия, скважина, ЦММ, ортофотоплан, аэротриангуляция, ГИС.

### PRINCIPLES OF DIGITAL VISUALIZATION OF MINERAL DEPOSIT BOUNDARIES BASED ON BOREHOLES DRILLED FROM THE SURFACE

**Abstract:** This article presents the principles of determining mineral deposit boundaries based on boreholes drilled on the Earth's surface and visualizing them using digital photogrammetry. The development of digital imaging technologies enables the precise modeling of geological objects, the creation of three-dimensional (3D) relief models, and the high-precision delineation of deposit boundaries. The study examines methods for creating georeferenced orthophotoplans and a digital terrain model (DTM) by integrating aerial photographs, satellite images, and ground survey data. The results indicate that, in mining, digital photogrammetry provides higher accuracy and efficiency for boundary delineation compared to traditional methods.

**Keywords:** digital photogrammetry, borehole, DTM, orthophoto, aerotriangulation, GIS.

### ВВЕДЕНИЕ

Геоинформационные системы с каждым годом приобретают всё большее значение в изучении и прогнозировании геолого-гидрогеологических

изменений. Это можно объяснить удобством использования и ростом функциональных возможностей системы. Безусловно, для проведения научных исследований важно использовать обоснованные и достоверные данные. Определение границ залежей полезных ископаемых в горнодобывающей промышленности является важной научно-практической задачей. Традиционные геологические методы зачастую требуют много времени и не могут обеспечить высокую точность. Современная же цифровая фотограмметрия позволяет определять геометрические, радиометрические и семантические свойства объектов путём обработки изображений.

С помощью технологий цифровой визуализации возможно:

- интегрировать данные скважин в пространственную модель;
- визуально и аналитически определять границы месторождения;
- создавать 2D и 3D модели.

Поэтому целью данного исследования является разработка научных и практических аспектов цифровой визуализации границ залежей полезных ископаемых на основе данных скважин.

Анализ литературы. Цифровая фотограмметрия включает в себя следующие основные этапы:

Сбор данных: аэрофотоснимки, спутниковые снимки, данные наземных скважин.

Оцифровка изображений: сканирование в высоком разрешении, обработка данных с цифровых камер.

Геопривязка: определение координат с помощью систем GPS/INS, установка опорных точек.

Аэротриангуляция: установление связи между изображениями, уточнение координат (X, Y, Z).

Создание цифровой модели рельефа: ЦМР (DTM - Digital Terrain Model), 3D-модель рельефа.

Создание ортофотоплана: корректировка геометрических искажений, приведение к единому масштабу.

Цифровая система обладает следующими возможностями: автоматическая обработка изображений, стереоскопическое зрение, определение гомологичных точек, построение горизонталей, 3D-моделирование, интеграция с ГИС-системами.

В цифровой фотограмметрии широко используются сенсоры ПЗС (Прибор с зарядовой связью, англ. CCD, Charge-Coupled Device).

Их основные характеристики:

- высокая точность;
- быстрая передача данных;
- спектральная чувствительность (RGB, инфракрасный диапазон).

Камеры делятся на два типа:

- матричные камеры (высокая точность, статичное изображение);
- строчные (линейные) камеры (динамическое изображение, охват обширной территории).

Результаты и их обсуждение. В результате исследования было установлено, что возможно достижение следующих результатов:

При создании ортофотопланов — геометрическая коррекция и привязка к реальным координатам.

При создании цифровой модели рельефа (ЦМР) — получение точного изображения рельефа, возможность определения перепадов высот.

При определении границ полезных ископаемых — интеграция с данными скважин, получение визуального представления в 3D-модели.

В части повышения точности — более высокая эффективность по сравнению с традиционными методами, снижение влияния человеческого фактора.

В качестве обсуждения следует отметить, что системы цифровой фотограмметрии открывают новые возможности в горном деле.

В частности:

- оперативный анализ больших территорий;
- получение данных в режиме реального времени;
- автоматизированные расчёты.

Вместе с тем существуют и определённые проблемы:

В частности:

- высокие технологические затраты;
- необходимость хранения больших объёмов данных;
- потребность в специальном программном обеспечении;

Однако по мере развития технологий эти недостатки постепенно устраняются.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

В данном исследовании был проведён комплексный анализ теоретических и практических основ цифрового картирования границ месторождений полезных ископаемых на основе скважин, пробуренных на земной поверхности. Результаты исследования показали, что современные цифровые фотограмметрические и геоинформационные технологии обладают значительными преимуществами перед традиционными методами в горнодобывающей отрасли, особенно в части повышения точности и скорости определения границ месторождений.

Во-первых, установлено, что интеграция геологических данных, полученных из скважин, с цифровыми изображениями позволяет сформировать более точную и надёжную пространственную модель месторождения. Это даёт

возможность с высокой точностью определять геометрические параметры рудного тела (мощность, простирание, глубина залегания). В частности, ортофотопланы, созданные на основе аэрофотоснимков и спутниковых изображений, служат важным инструментом для восстановления реальной геометрии территории месторождения.

Во-вторых, применение цифровых фотограмметрических систем (включая стереоскопический анализ, аэротриангуляцию и создание ЦМР – цифровой модели рельефа) позволяет значительно снизить влияние человеческого фактора при определении границ месторождений. Это, в свою очередь, ведёт к уменьшению погрешностей и, как следствие, повышению надёжности процессов оценки и проектирования месторождений.

В-третьих, в ходе исследования было установлено, что результаты, полученные с помощью цифровых технологий, отличаются многофункциональностью. То есть их можно эффективно применять не только для определения границ месторождений, но и в следующих направлениях:

- планирование и оптимизация горных работ;
- экологический мониторинг и рациональное использование земельных ресурсов;
- кадастр и территориальное планирование;
- обеспечение безопасности горных работ.

В-четвёртых, сравнение аналитических и цифровых фотограмметрических систем показало, что цифровые системы превосходят их по уровню автоматизации, возможности оперативной обработки данных и получению высокоточных результатов. В частности, применение современных аэрофотосъёмочных систем, интегрированных с GPS/ГЛОНАСС, а также технологий LIDAR открыло новый этап в создании трёхмерных моделей месторождений.

В-пятых, результаты исследования показали, что на качество процесса получения цифровых изображений напрямую влияют следующие факторы:

- масштаб и разрешение съёмки;
- технология камер и сенсоров (качество CCD-матрицы);
- точность геопривязки (контрольные точки GPS);
- совершенство алгоритмов обработки изображений.

Поэтому для достижения высокоточных результатов требуется комплексный подход на всех технологических этапах.

В-шестых, процессы создания ортофотопланов и цифровой модели местности (ЦММ) были признаны одними из важнейших конечных продуктов в горнодобывающей практике. Эти продукты отражают реальное состояние территории месторождения и служат основным источником информации при принятии инженерных решений.

В-седьмых, в перспективе дальнейшее развитие технологий цифровой фотограмметрии целесообразно вести в следующих направлениях:

- автоматический анализ изображений на основе искусственного интеллекта;
- внедрение систем мониторинга в режиме реального времени;
- получение высокоточных данных с помощью дронов;
- обработка и интеграция больших объемов данных (Big Data).

В целом, результаты исследования показывают, что цифровое оконтуривание месторождений полезных ископаемых по данным скважин, пробуренных на земной поверхности, является неотъемлемой частью современного горного дела и важным фактором повышения эффективности производства, снижения затрат и обеспечения экологической безопасности.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гоипов А.Б. - Дистанционные исследования и цифровое картирование в геологии. Учебник. Ташкент – 2021, 271 с.
2. Охунов З. Д., Абдуллаев И. У., Рузиев А. С., Якубов Г. З. Сбор и интеграция данных: Учебное пособие. – Ташкент, 2015.
3. Болтаев Т. Х., Рахмонов К., Акбаров М. С. Научные основы геоинформационной системы. – Ташкент, 2015.
4. Корчуганова Н. И., Корсаков А. Дистанционные методы геологического картирования. – М.: КДУ, 2009. – 288 с.
5. Владимиров В. М., Дмитриев Д. Д. и др. Дистанционное зондирование Земли / Сибирский федеральный университет, Инфра-М. – 2017. – 196 с.
6. Абдуллаев Б. Д., Зокирова А. А. Составление гидрогеологических карт с использованием технологий геоинформационных систем // Теория последних научных исследований: Республиканский научно-методический журнал. – 2023. – № 9. – 13.04.
7. Кутумова Г. С., Фатхиддинова М. У., Уроков А. Б. Применение ГАТ-технологий при определении границ земельных участков // International scientific journal "Interpretation and researches." – Volume 1, issue 3. | ISSN: 2181-4163 | UIF-2023: 8.2.