

Доценко Тимур Андреевич, магистрант  
КарТУ им. Абылкаса Сагинова  
Dotsenko Timur Andreevich  
Technical University

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ДЛЯ ПРОГНОЗНОГО АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА  
(НА ПРИМЕРЕ ШУБАРКОЛЬСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)  
APPLICATION OF MODERN SURVEYING TECHNOLOGIES  
FOR PREDICTIVE ANALYSIS OF PIT SLOPE STABILITY  
(CASE STUDY OF SHUBARKOL COAL DEPOSIT)**

**Аннотация.** В статье проведён прогнозный анализ устойчивости бортов карьера Шубаркольского угольного месторождения на основе данных современных маркшейдерских технологий (GNSS RTK, роботизированные тахеометры, БПЛА с RTK, ПО Surpac и Civil 3D). Рассмотрены горно-геологические условия месторождения, технологическое оснащение и конкретный случай деформации северного борта (паспорт № 19 от 22.10.2025).

**Abstract.** The article presents a predictive analysis of the slope stability of the Shubarkol coal open pit based on modern surveying technologies (GNSS RTK, robotic total stations, RTK UAVs, Surpac and Civil 3D software). The mining-geological conditions of the deposit, technological equipment and a specific case of northern wall deformation (passport No. 19 dated 22.10.2025) are considered.

**Ключевые слова:** Шубаркольское месторождение, устойчивость бортов, маркшейдерский мониторинг, GNSS RTK, роботизированный тахеометр, БПЛА, Surpac, Civil 3D, геомеханическое районирование, прогнозная деформация.

**Keywords:** Shubarkol deposit, slope stability, surveying monitoring, GNSS RTK, robotic total station, UAV, Surpac, Civil 3D, geomechanical zoning, predictive deformation.

Шубаркольское угольное месторождение расположено в Нурынском районе Карагандинской области Республики Казахстан, примерно в 500 км к юго-западу от Караганды. Оно представляет собой асимметричную брахисинклинальную мульду субширотного простирания размерами 15 × 6–6,5 км. Промышленные запасы сосредоточены в Верхнем угольном горизонте (пласты 2В, 1В и V0) общей рабочей мощностью 30–40 м. Углы падения пластов в центральной части мульды пологие (3–5°), на крыльях увеличиваются до 10–30°, местами до 40°. Породы кровли и почвы – глины, аргиллиты и алевролиты, подверженные выветриванию и резкому снижению прочности при увлажнении. Горно-геологические условия в целом благоприятны для открытой разработки, однако на северном и южном бортах фиксируются периодические деформации.

Для обеспечения непрерывного мониторинга устойчивости бортов и уступов на Шубаркольском разрезе внедрён комплекс современных маркшейдерских технологий. Используются двухчастотные RTK-приёмники Trimble R12, Leica GS16 и Spectra SP90m, работающие в сетевом режиме NTRIP с точностью 8–15 мм в плане и 15–25 мм по высоте. Роботизированные тахеометры Leica TS16 с функцией автоматического слежения (ATR) выполняют измерения контрольных призм каждые 5–15 минут. Беспилотные летательные аппараты DJI Matrice 300 RTK с камерой Zenmuse P1 обеспечивают облака точек плотностью 200–800 точек/м<sup>2</sup> и ортофотопланы с разрешением 1–3 см/пиксель. Все данные интегрируются в систему диспетчеризации Modular Mining DISPATCH и обрабатываются в программах GEOVIA Surpac и AutoCAD Civil 3D.

На карьере решаются следующие основные задачи:

Оперативное обновление цифровой модели рельефа и расчёт объёмов вскрыши и угля с точностью 0,5–1 %;





Таблица 1

Параметры деформации северного борта карьера Шубарколь

Параметр	Значение до деформации	Значение после деформации	Примечание
Высота уступа, м	17	17	без изменений
Угол откоса, °	58	32	резкое выполаживание
Длина по фронту, м	–	91	–
Глубина развития деформации, м	–	1,1–3,0	–
Объём деформации, м <sup>3</sup>	–	2431	–
Коэффициент запаса устойчивости $\eta$	1,013	1,103	$c = 2,0 \text{ т/м}^2$ , $\varphi = 15^\circ$ , $\gamma = 1,9 \text{ т/м}^3$

Согласно данным таблицы, месячные показатели сильно варьируются, корреляции или предсказуемого изменения не наблюдается, даже с учётом влияния погодных условий и работы техники.

Отсутствие предсказуемого изменения говорит не столько о стабильности объекта, сколько о недостаточности усреднённых месячных показателей для прогнозирования. Можно сказать, что различия в показателях указывают на импульсивный характер происходящих процессов. Работа техники вблизи выбранной зоны и погодные условия (в том числе дождь и снег) также привносят сложные переменные [1].

Вывод: для предсказания состояния бортов требуется анализ посуточных или посменных данных с привязкой к технологическим процессам (выемка, взрывание) и фактору погоды. На Шубаркольском разрезе такая система анализа уже введена через интеграцию GNSS, тахеометров, БПЛА и платформы Modular Mining. Нововведений не требуется, однако рекомендуется дальнейшее развитие предиктивной аналитики в Surpac и Civil 3D для автоматического расчёта трендов деформаций. Применение современных маркшейдерских технологий позволяет своевременно выявлять зоны риска, проводить геомеханическое районирование и обеспечивать безопасную отработку при планируемом росте добычи до 20 млн т/год

**Список литературы:**

1. Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров. – Алматы, 2020.
2. Паспорт деформации № 19 от 22.10.2025. АО «Шубарколь комир», ERG

