

Код МРНТИ 52.13.04

Г.С. Мадимарова<sup>1</sup>, \*Т.Б. Нурпеисова<sup>1</sup>, А.Е. Ормамбекова<sup>1</sup>, Ш.А. Жантуева<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева  
(г. Алматы, Казахстан),<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет (г. Алматы, Казахстан)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ БАССЕЙНА КАРАТАУ

**Аннотация.** Статья посвящена решению научно-технической проблемы геомеханического обеспечения устойчивости откосов уступов и бортов карьеров фосфоритоносного бассейна Каратау для эффективной и безопасной разработки месторождений полезных ископаемых. Применены маркшейдерско-геодезические наблюдения с использованием GNSS-технологий (Leica GS16), рекогносцировочные и геолого-поисковые маршруты для анализа геологических структур, а также лабораторные испытания прочностных свойств пород. Данные обработаны в ArcMap для создания базы геоспространственной информации. Изучены материалы геодезической обеспеченности района, выполнена рекогносцировка и обследование пунктов государственной геодезической сети ГГС на наличие и их сохранность. Обследованию подлежали все пункты государственной геодезической сети в границах месторождений, имеющие координаты и высоты в местной системе координат. Создана база данных для мониторинга деформаций, позволяющая прогнозировать зоны риска обрушения.

**Ключевые слова:** геомеханика, деформация, устойчивость, трещиноватость, геодезические пункты, откос уступов, геомониторинг, GNSS.

### Каратау бассейнінің маркшейдерлік-геодезиялық және геотехникалық мәліметтерін зерттеу

**Аннотация.** Мақала Каратау фосфоритті бассейнінің кен орындарын тиімді және қауіпсіз игеру үшін карьерлердің ашық қазбалары мен борттарының орнықтылығын геомеханикалық қамтамасыз ету жөніндегі ғылыми-техникалық мәселені шешуге арналған. GNSS технологияларын (Leica GS16) пайдалана отырып, маркшейдерлік-геодезиялық бақылаулар, геологиялық құрылымдарды талдау үшін рекогносцировкалық және геологиялық-іздістіру маршруттары, сондай-ақ жыныстардың беріктік қасиеттерін зерттеуге арналған зертханалық сынақтар қолданылды. Мәліметтер ArcMap бағдарламасында өңделіп, геокеністіктік ақпараттар базасы жасалды. Ауданның геодезиялық қамтамасыз етілу материалдары зерттеліп, мемлекеттік геодезиялық желі (МГЖ) пункттерінің бар-жоғы және олардың сақталу жағдайына рекогносцировка мен тексеру жүргізілді. Кен орындарының шекараларындағы координаттары мен биіктіктері жергілікті координаталар жүйесінде анықталған барлық мемлекеттік геодезиялық желі пункттері тексерілді. Құлау қаупі жоғары аймақтарды болжауға мүмкіндік беретін деформацияларды бақылау бойынша деректер базасы жасалды.

**Түйінді сөздер:** геомеханика, деформация, тұрақтылық, жарықшақтану, геодезиялық нүктелер, стэндтік еңіс, геомониторинг, GNSS.

### Study of mining-geodesic and geotechnical data of the Karatau basin

**Abstract.** The article is dedicated to solving the scientific and technical problem of geomechanical support for the stability of slopes and benches of open-pit mines in the Karatau phosphorite basin for the effective and safe development of mineral deposits. Mine surveying and geodetic observations using GNSS technologies (Leica GS16), reconnaissance and geological survey routes for analyzing geological structures, as well as laboratory tests of rock strength properties were applied. The data were processed in ArcMap to create a geospatial information database. The geodetic support materials of the area were studied, and reconnaissance and inspection of the state geodetic network (SGN) points were conducted to assess their presence and preservation. All SGN points within the boundaries of the deposits with coordinates and elevations in the local coordinate system were examined. A deformation monitoring database was created, enabling the prediction of collapse risk zones.

**Key words:** geomechanics, deformation, stability, fracturing, geodetic points, bench slope, geomonitoring, GNSS.

### Введение

В настоящее время доля открытого способа добычи полезных ископаемых резко возросла за счет более экономических показателей, особенно при вскрытии неглубоких месторождений путем использования современной техники и технологии.

Проблема управления устойчивости карьерных откосов и отвалов приобретает все большее значение. В горной промышленности намечена определенная тенденция к последовательному увеличению доли наиболее эффективного открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых. Для современных карьеров характерным является усложнение условий производства горных работ из-за различных деформаций прибортовых массивов. Деформации карьерных откосов наносят значительный материальный ущерб горному предприятию, нарушая правильное и безопасное ведение горных работ, вызывая потери полезного ископаемого, которые становятся особо значимыми в условиях рыночной экономики.

Основной идеей работы является проведение комплексных исследований геомеханического состояния прибортовых массивов карьеров с целью получения данных о прочностных свойствах пород и элементах залегания структуры массива, совершенствовании методов расчета устойчивости откосов в анизотропной среде, технологических схемах за откосами уступов и способах инструментального контроля состояния бортов.

Поэтому проблема обеспечения устойчивости карьерных откосов является одной из важнейших в горном деле. Для решения этой проблемы необходимо изучить причины деформаций прибортовых массивов и все разнообразия их проявлений.

Исследования, выполненные рядом научно-исследовательских, проектных и учебных институтов в Республике Казахстан (ИГД им. Д.А. Кунаева НАН РК, КазНИМИ, КазИТУ, КарГТУ, ЖезказганНИПИ-цветмет и др.), в Российской Федерации (ВНИМИ и его филиалы, МГТУ, ВИОГЕМ, УНИПРОМмедь, ИГД им. А.А. Скочинского) и отдельными учеными, такими как: Н.В. Мельников, В.В. Ржевский, В.В. Соколовский, Г.Л. Фисенко, А.Ж. Машанов, И.И. Попов, В.Н. Попов, М.Е. Певзнер, Ю.И. Туринцев, В.Р. Рахимов, Р.П. Окатов, Д.Г. Букейханов, М.Б. Нурпеисова, Ф.К. Низаметдинов, Т.Т. Ипалаков, О.Т. Токмурзин, А.Т. Каймаков и др., позволили заложить научные основы решения проблемы управления устойчивостью карьерных откосов, разработать и внедрить на практике инженерные методы их расчетов [1, 2].

Устойчивость откосов уступов и бортов карьеров основывается на изучении механики деформирования откосов структурных особенностей и геомеханических свойств горных пород, методов расчета устойчивости откосов и мероприятий по обеспечению их устойчивости. С этих позиций в научной работе нами проведен анализ состояния откосов на карьерах и механизм деформирования прибор-

тового массива. Представлен также анализ структурных особенностей и прочностных свойств горных пород.

В соответствии с этим, дальнейшее повышение эффективности открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых и рационального использования земель вызывает необходимость в изыскании способов установления оптимальных параметров устойчивых откосов уступов и бортов карьеров.

Совокупность природных и технологических факторов определяют прочность массива горных пород и условия его деформирования во времени. Естественно, что степень влияния перечисленных факторов и форма их учета различны для каждого конкретно взятого месторождения.

### Методы/исследования

Фосфоритоносный бассейн Каратау (ФБК) находится на территории Жамбылской и Южно-Казахстанской областей и представляет собой полосу длиной 120 км и шириной 25 км, протягивающуюся в северо-западном направлении. В пределах фосфоритоносного бассейна Каратау выявлено 48 месторождений фосфоритовых руд с общими прогнозными запасами порядка 13,7 млрд т руды.

Месторождения расположены на расстоянии 90–100 км от г. Каратау и 200 км на запад от областного центра г. Тараз. Месторождения связаны с городами, асфальтированными и железными дорогами. Электроснабжение осуществляется по ЛЭП от г. Тараз.

Объектом исследования является месторождение Каратау-1 (Шийлибулак) протяженностью 4,2 км, на флангах ограничено диагональными разрывными разрушениями сбросо-сдвигового типа и приурочено к северному борту Аксайской долины субширотного простирания, а юго-восточным продолжением месторождения Аксай, от которого отделено меридиальным разрывным нарушением с амплитудой смещения до 600 м, отметка дна карьера +680 м. Мощность фосфоритового пласта 11,0 м. В строении месторождения принимают участие две мощные осадочные толщи: терригенная и карбонатная. Балансовые запасы для открытой разработки по категориям (тыс. т): В – 5663; C<sub>1</sub> – 1616; A+B+ C<sub>1</sub> – 7279.

Терригенная толща здесь представлена малокаройской свитой венда, а карбонатная – тамдинской свитой.

Малокаройская свита (Vмк) на территории месторождения приурочена ко дну долины, на 70% перекрыта четвертичными отложениями и представлена глинисто-кремнистыми сланцами.

С размывом на малокаройской свите залегает чулактауская свита, к которой приурочен продуктивный горизонт месторождения.

Расположение основных полезных ископаемых в районе фосфоритового бассейна Каратау приведены на рис. 1.

Из рисунка видно, что месторождения бассейна Каратау разделены между собой крупными разломами, имеющими длительную историю развития и влиявшими на осадконакопление. Формирование тектонических элементов, прослеживаемых в пределах рудных полей и месторождений, находятся в тесной связи с указанными разрывными нарушениями и складчатými формами. Как во времени, так и в пространстве размещение рудных полей непосред-



**Рис. 1. Расположение основных месторождений фосфоритового бассейна Каратау. Сурет 1. Каратау фосфорит бассейнінің негізгі кен орындарының орналасуы. Figure 1. Location of the main deposits of the Karatau phosphorite basin.**

ственно связано с геомеханическими процессами, которые испытал регион под действием тектонических сил. Именно на участках, где имела место максимальная разрядка напряжений, появились явно выраженные тектонические деформации, приведшие к возникновению разного рода разрывных нарушений.

Горизонт темно-серых и черных кремней, мощность изменяется от 4 до 16 м, продуктивный горизонт представлен фосфоритами от темно-серого до черного цвета. Внутри фосфоритного пласта, особенно в нижней его части, отмечаются прослои и линзы фосфато-кремнистых и фосфато-карбонатных пород. Мощность фосфоритного пласта 2–18 м.

Отложения четвертичной системы (Q) перекрывают чехлом малокаройскую и чулактаускую свиты и представлены элювиальными, пролювиальными и аллювиальными образованиями – грубообломочными породами, чередующимися с суглинками. Мощность от 1,5 до 40 м. Параметры карьера Каратау-1 приведены в таблице 1.

**Таблица 1  
Параметры карьера Каратау-1  
Кесте 1  
Каратау-1 карьерінің параметрлері  
Table 1  
Parameters of the Karatau-1 quarry**

	Длина	Ширина	Отметка дна карьера	Высота уступа	Глубина карьера
Проектная	1,4	200	630	10	-
Фактическая	0,95	160	680	10	30

Максимальная длина карьера составляет 1440 м, ширина по верху – 210 м, глубина – от 50 м (висячий бок)

до 130 м (лежачий бок). Добыча ведется на горизонтах +710, +700, +690, +680 и +670 м.

Методика проведения работ учитывает существующую степень изученности месторождения бассейна Каратау. Один из основных акцентов в предстоящих работах направлен на максимальное использование предшествующих геологических работ, результатов геофизических исследований. Методика исследуемых работ, необходимая плотность поисковой и оценочной сети определяется, исходя из геологических особенностей фосфоритовых месторождений и проявлений, морфологии, параметров рудных зон и тел с учетом возможностей геофизических, горных и маркшейдерско-геодезических методов.

Основные виды исследуемых работ:

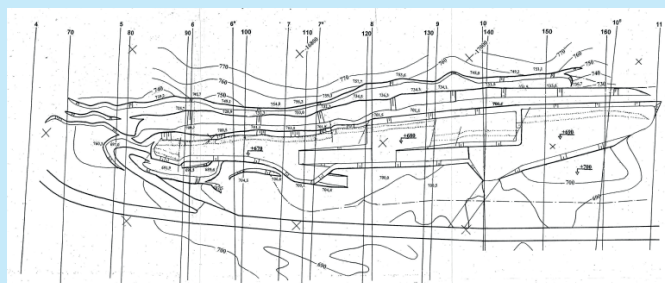
*рекогносцировочные и геолого-поисковые маршруты;*  
*маркшейдерско-геодезические работы;*  
*горные работы.*

Рекогносцировочные маршруты предусмотрены для ознакомления с основными геологическими структурами района; посещения эталонных поисковых объектов ведущих геолого-промышленных типов района; составления и сбора эталонной и полевой коллекции образцов и руд; ознакомление с геологическими, геоморфологическими, гидрогеологическими, инженерно-геологическими и географо-экономическими особенностями территории проекта. Маршруты проводились пешком и на различных видах транспорта в зависимости от проходимости территории. В процессе маршрутов велась полевая документация. Направление маршрутов – в основном вкост главных структур проектной площади. Маршруты предусмотрены как на территории проекта, так и за его пределами. Особое внимание было уделено изучению объектов с высокометаморфизованными фосфоритами.

Геолого-поисковые маршруты проводились с целью решения конкретных вопросов, возникших в процессе подготовительных, полевых и камеральных работ и для составления разномасштабных геологических профилей № 10 и № Б месторождения.

Маршруты будут пройдены вкост простирания рудоносных структур, стратиграфических подразделений, тектонических нарушений и зон гидротермально-метасоматических изменений.

Границами карьера являются: на северо-западе – геологический разрез 4; на юго-востоке – геологический разрез 11 (рис. 2).



**Рис. 2. План карьера. М 1:2000.**  
**Сурет 2. Карьер планы. М 1:2000.**  
**Figure 2. Quarry plan. М 1:2000.**

Из рисунка видно, что план карьера Каратау-1 в масштабе 1:2000 отображает границы карьера, основные геологические разрезы и расположение вентиляционного ствола. Это помогает в анализе пространственной конфигурации карьера и планировании горных работ, включая определение зон устойчивости бортов.

В настоящей работе параметры бортов карьера при погашении характеризуются следующими данными, приведенными в таблице 2.

**Таблица 2**

**Параметры бортов карьера при погашении**

**Кесте 2**

**Карьерді қазу кезіндегі карьер жағы параметрлері**

**Table 2**

**Quarry side parameters during quarrying**

Наименование пород	Показатели		
	Угол откоса, град	Ширина бермы, м	Высота уступа, м
Фосфато-кремнистые и фосфато-глинистые сланцы	60	16	30
Кремни	60	16	30
«Нижние» доломиты	65–70	10	30
Доломиты окремненные	60	10–14	30
Доломиты с мергелистыми, глинисто-алевролитовыми прослойками	60	14–15	30
Доломиты тонко-среднезернистые с редкими прослойками известняков	60–75	16	30
Известняки	65–75	10–20	30
Наносы	40	15	20

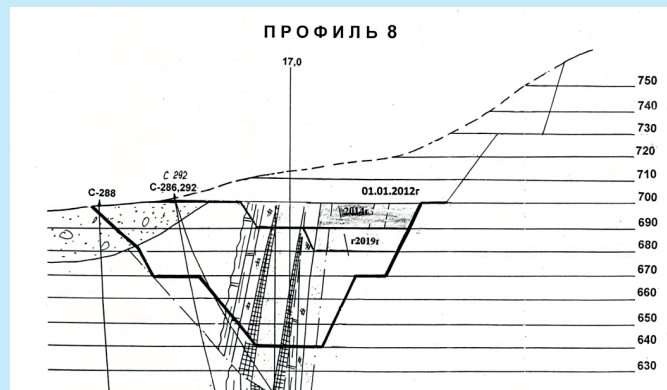
При этом основные параметры карьера составляют:

- максимальная длина карьера принимается равной 1440 м;
- наибольшая ширина карьера по верху - 210 метров;
- наиболее низкая отметка дна карьера +630 метров;
- наиболее высокая отметка со стороны лежачего бока +760 метров;
- наиболее высокая отметка со стороны висячего бока +700 метров;
- наиболее низкая отметка дна карьера +630 метров;
- наиболее высокая отметка дна карьера +650 метров;
- максимальная глубина карьера со стороны висячего бока - 50 метров;
- максимальная глубина карьера со стороны лежачего бока - 130 метров.

В связи с тем, что все работы будут проводиться в действующем карьере Каратау-1, обеспеченность карьера запасами гарантирует стабильную работу в период действия проекта, добыча фосфоритов в период действия проекта

# Маркшейдерское дело

будет осуществляться на горизонтах +710, +700, +690, +680 и +670 м (рис. 3).



**Рис. 3. Геологический профиль № 8. М 1:2000.**  
**Сурет 3. Геологиялық профиль № 8. М 1:2000.**  
**Figure 3. Geological profile No. 8. М 1:2000.**

## Обсуждение результатов

Анализ состояния методологии проведения маркшейдерско-геодезических наблюдений на территории разрабатываемого месторождения в первую очередь связан с отсутствием эффективных методов определения величин деформаций. Это диктует необходимость совершенствования методологии маркшейдерско-геодезических наблюдений за деформациями горных пород с использованием современных приборов.

Маркшейдерско-геодезические наблюдения позволяют выявить массовые деформации, что важно для оценки геомеханической ситуации в районе полевых работ, где возможны подвижки земной поверхности, нарушения устойчивости откосов и бортов карьера [3, 4, 5, 6]. Но они не дают полной картины деформационных процессов с течением времени. Это может быть выполнено только при использовании предложенной комплексной методики проведения геомониторинга состояния придонных массивов.

Следующим этапом были изучены материалы геодезической обеспеченности карьера, а также выполнена рекогносцировка и обследование пунктов государственной геодезической сети ГГС на наличие и их сохранность. Обследованию подлежали все пункты государственной геодезической сети в границах месторождений, имеющие координаты и высоты в местной системе координат расположенные на территории карьера Каратау-1 [7, 8, 9].

Комплекс геодезических измерений и вычислений проведен с целью актуализации данных о действующих пунктах государственной геодезической сети и получения параметров (ключей) пересчета между системами координат WGS84 и МСК на территорию месторождения.

Применена улучшенная по точности измерения технология нового поколения Глобальной навигационной спутниковой системы, нового поколения GNSS, одновременно отслеживаемые многие типы современных спутниковых систем и сигналов для надежности определения координат и отметок.

Работы по рекогносцировке и по обследованию пунктов включают в себя поиск и нахождение пункта на местности, определение сохранности центра и внешнего оформления. Обследование геодезических пунктов выполнено с целью определения их состояния и пригодности для использования при выполнении топографо-геодезических работ. При поиске пунктов ГГС практически ко всем пунктам проезд осуществлялся по имеющимся полевым дорогам. Все пункты были обнаружены посредством визуального обнаружения. Также были использованы Тахеометры фирмы Leica TS06 для сгущения и уравнивания вновь заложенных реперов. На каждый пункт составлено подробное описание, его местоположение и фотофиксация (рис. 4).



**Рис. 4. Схема расположения реперных точек.**  
**Сурет 4. Реперлі нүктелердің орналасу схемасы.**  
**Figure 4. Layout of reference points.**

Схема показывает расположение геодезических пунктов, используемых для маркшейдерско-геодезического мониторинга. Это обеспечивает точность измерений и контроль деформаций горного массива, что критично для безопасной эксплуатации карьера.

Для восстановления и создания пунктов геодезических данных был взят тригонометрический пункт. Высота 813 с известными координатными данными взята с сайта <https://ggo.gov.kz/geoportal>.

Для выбора пунктов были использованы места малопроезжимые и на возвышенности, для дальнейшего сохранения. Пункты устанавливались согласно ГОСТу.

Для результата данных закрепленных пунктов использовались разные оборудования, в зависимости требований к точности измерений в конкретных зонах наблюдений карьера [10, 11, 12]. На все утраченные или поврежденные геодезические пункты составлены соответствующие акты (рис. 5).

Иллюстрация восстановленных геодезических пунктов подтверждает проведение полевых работ по обследованию и восстановлению пунктов государственной геодезической сети (ГГС). Это важно для создания надежной геодезической основы мониторинга.

В качестве исходных пунктов, послуживших плано-высотной основой, приняты существующие пункты государственной геодезической сети (далее ГГС): пункты триангуляции 2-го класса.



**Рис. 5. Восстановленные геодезические пункты.**  
**Сурет 5. Қалпына келтірілген геодезиялық пункттер.**  
**Figure 5. Restored geodetic points.**

С целью доведения геодезической сети до плотности, обеспечивающей необходимую точность топографо-геодезических работ, на двух пунктах ГГС были установлены базовые станции и от них было выполнено сгущение геодезической сети на участках съемки методом триангуляции с использованием спутниковой системы GPS с повышенной технологией точности класса GNSS, приемник Leica GS16 в комплекте База-Ровер. Список координат и высот пунктов в координатах в WGS-84 в таблице 3.

Создание базы данных в ArcMap для интеграции геопространственных данных, включая границы участка и геологические данные, позволило систематизировать информацию, обеспечить ее наглядное отображение и упростить дальнейший анализ при принятии проектных и производственных решений.

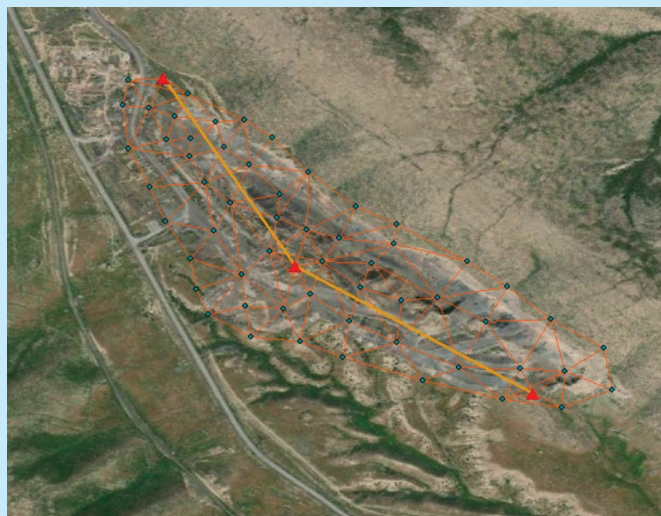
База данных была создана в формате ArcMap для комплексного мониторинга, которая включает в себя выбор подходящих инструментов и технологий для непрерывного наблюдения за состоянием горного массива и выполнение рекогносцировки местности, проведение серий наблюдений инструментальными технологиями.

Координаты точек геодезических пунктов загружены с тахеометра в компьютер в текстовом формате, далее импортированы в рабочий набор ArcMap.

Сети сгущения предварительно созданы для дальнейших измерительных работ.

Рельеф местности создавался с помощью спутникового наблюдения Aster.

В базе данных есть границы участка, границы обработанной земли, границы участка, где хранятся геологические данные (рис. 6).



**Рис. 6. Создание базы данных в ArcMap.**  
**Сурет 6. ArcMap бағдарламасында мәліметтер қорын құру.**  
**Figure 6. Creating a Database in ArcMap.**

Рисунок демонстрирует структуру базы данных в ArcMap, включающую границы участка, геологические данные и обработанные земли. Это визуализирует процесс интеграции геопространственной информации для комплексного геомониторинга.

Для изучения фактической устойчивости откосов на карьерах определялись: высота уступа, углы откоса, тип пород, углы падения основных трещин и факторы, влияющие на устойчивость карьерных откосов.

**Координаты геодезических пунктов**  
**Геодезиялық нүктелердің координаттары**  
**Coordinates of geodetic points**

**Таблица 3**  
**Кесте 3**  
**Table 3**

Исходные данные					
Имя точки	Север	Восток	Высота (глобальная)	Широта (глобальная)	Долгота (глобальная)
ПП-1	4800777.642	599003.721	713,581	43°20'07.9175"	70°13'12.1177"
ПП-2	4801061.210	598604.091	701.231	43°20'17.2929"	70°12'54.5654"
ПП-3	4801485.576	598379.432	724.458	43°20'31.1466"	70°12'44.8667"

**Выводы**

Таким образом, карьер «Каратау-1» фосфоритоносного бассейна Каратау, характеризующийся сложной геологической структурой с фосфоритным пластом мощностью 2–18 м, перекрытым четвертичными отложениями, и анизотропным массивом, требует тщательного контроля устойчивости откосов.

Комплексный мониторинг включает маркшейдерско-геодезические съемки с использованием GNSS, рекогносцировочные и геолого-поисковые маршруты, а также анализ прочностных свойств пород. Данные интегрированы в базу ArcMap для мониторинга деформаций и оценки геомеханических условий.

Создана база данных в ArcMap, обеспечивающая обработку геопространственной информации и прогнозирование зон риска обрушения.

**Благодарность**

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета Науки Министерства науки и высшего образования РК (ГФ ИРН № AP23489372–«Исследование геотехнического состояния горного массива и разработка методики геомеханического комплексного мониторинга для прогноза деформационных процессов при освоении недр»).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Бек А.Ш. Геоинформационные основы прогнозирования характеристик устойчивости бортов карьеров: дис. ... д-р техн. наук: Алматы, 2009. 256 с. (на русском языке)
2. Нурпеисова Т.Б. Разработка методов формирования и использования геолого-маркшейдерской информации при решении задач обеспечения устойчивости карьерных откосов: дисс. ... канд. техн. наук: Алматы, 2005. 130 с. (на русском языке)
3. Методические рекомендации по оценке устойчивости бортов карьеров Акжал / Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М. – Алматы: КазНТУ, 2004. – 27 с. (на русском языке)
4. Любушин А.А. Геодинамический мониторинг: шумы, сигналы, предвестники // Проблемы геофизики XXI века: М.: Наука, 2003. Кн. 2. С. 70–94 (на русском языке)
5. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам (Хибинские апатито-нефелиновые месторождения / Коллектив авторов. – Апатиты: КНЦ РАН, 2002. – 97 с. (на русском языке)
6. Нурпеисова М.Б. Геомеханическое обеспечение промышленной безопасности горных предприятий // Материалы XXV межд. Научной школы им. академика С.А. Христиановича, Алушта, 2015. С.133–138 (на русском языке)
7. Геодезический мониторинг деформаций высотного здания с использованием технологии наземного лазерного сканирования Madimarova G. [и др.] // Journal of Applied Engineering Science. 2022. № 20 (4). С. 1083–1092 (на английском языке)
8. Анализ смещений земной поверхности под влиянием повторных горных работ в районе Жезказгана / Nizametdinov N.F. [и др.] // Journal of Mining Science. 2021. № 57 (2). С. 184–189 (на английском языке)
9. Проверка методов сбора данных для измерения запасов обследований / Hulapová M. [и др.] // Инженерия полезных ископаемых. 2023. № 2 (2). С. 141–146 (на английском языке)
10. Корректировка кадастровых карт на местности после добычи полезных ископаемых / Staniczková M. [и др.] // Инженерия полезных ископаемых. 2023. № 2 (2). С. 147–152 (на английском языке)
11. Изучение физико-механических свойств пород месторождения бассейна Каратау / Мадимарова Г.С. [и др.] // «Маркшейдерия и недропользования» научно-технический и производственный журнал. 2024. № 2. С. 46–50 (на русском языке)
12. Использование индекса NDVI при мониторинге земель фосфоритовых месторождений / Мурсалимова Э.А. [и др.] // Научный журнал «Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева. 2023. № 3. С. 88–96 (на русском языке)

**ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. Бек А.Ш. Карьер бекейінің тұрақтылық сипаттамаларын болжауға арналған географиялық ақпарат негіздері: т. г. д. ... дисс.: Алматы, 2009. 256 б. (орыс тілінде)
2. Нурпеисова Т.Б. Карьер беткейлерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселелерін шешу кезінде геологиялық-маркшейдерлік ақпаратты қалыптастыру және пайдалану әдістерін әзірлеу: т. г. к. дисс.: Алматы, 2005. 130 б. (орыс тілінде)
3. Ақжал карьері беткейлерінің тұрақтылығын бағалау бойынша әдістемелік ұсыныстар / Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М. – Алматы: ҚазҰТУ, 2004. 27 б. (орыс тілінде)
4. Любушин А.А. Геодинамикалық мониторинг: шу, сигналдар, алдын алушылар // XXI ғасыр геофизикасының мәселелері: М.: Ғылым, 2003. 2 кітап. Б. 70–94 (орыс тілінде)
5. Тау жыныстарының жарылуына бейім және қауіпті кен орындарында тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу жөніндегі нұсқаулық (Хибин апатит-нефелин кен орындары / Авторлар ұжымы. – Апатиты: КНЦ РАН, 2002. – 97 б. (орыс тілінде)

6. Нурпеисова М.Б. Тау-кен кәсіпорындарының өнеркәсіптік қауіпсіздігін геомеханикалық қамтамасыз ету // С.А. Христистанұлының академигі ХХІ Халықаралық ғылыми мектебінің материалдары, Алушта, 2015. Б. 133–138 (орыс тілінде)
7. Лазерлік сканерлеу технологиясын қолдану арқылы биік ғимараттың деформацияларын геодезиялық мониторингтеу / Madimarova G. [және т. б.] // *Journal of Applied Engineering Science*. 2022. № 20 (4). Б. 1083–1092 (ағылшын тілінде)
8. Жезқазған ауданында қайталанатын тау-кен жұмыстарының әсерінен жер бетінің ығысуын талдау / Nizametdinov N.F. [және т. б.] // *Journal of Mining Science*. 2021. № 57 (2). Б. 184–189 (ағылшын тілінде)
9. Тексеру зерттеулері қорларын өлшеу үшін деректерді жинау әдістерін тексеру / Hulanová M. [және т.б.] // *Пайдалы қазбалар инженериясы*. 2023. № 2 (2). Б. 141–146 (ағылшын тілінде)
10. Пайдалы қазбаларды өндіргеннен кейін жергілікті жерде кадастрлық карталарды түзету / Staniczková M. [және т.б.] // *Пайдалы қазбалар инженериясы*. 2023. № 2 (2). Б. 147–152 (ағылшын тілінде)
11. Қаратау бассейні кен орны тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін зерттеу / Мадимарова Г.С. [және т.б.] // «Маркшейдерлік іс және жер қойнауын пайдалану» ғылыми-техникалық және өндірістік журнал. 2024. № 2. Б. 46–50 (орыс тілінде)
12. Фосфорит кен орындарының жерлерін бақылауда NDVI индексын қолдану / Мурсалимова Е.А. [және т. б.] // Ғылыми журнал «Вестник ВКТУ им. Д. Серікбаева». 2023. № 3. Б. 88–96 (орыс тілінде)

#### REFERENCES

1. Bek A.Sh. *Geoinformatsionnye osnovy prognozirovaniya kharakteristik ustoichivosti bortov kar'erov: dis. ... d-r tekhn. nauk [Geoinformation bases for forecasting the stability characteristics of quarry sides: dis. ... Dr. Tech. sciences]*, Almaty, 2009. 256 p. (in Russian)
2. Nurpeisova T.B. *Razrabotka metodov formirovaniya i ispol'zovaniya geologo-marksheiderskoi informatsii pri resheni zadach obespecheniya ustoichivosti kar'ernykh otkosov: diss. ... kand. tekhn. nauk [Development of methods for the formation and use of geological and mine surveying information in solving problems of ensuring the stability of quarry slopes: diss. ... candidate of technical sciences]*, Almaty, 2005. 30 p. (in Russian)
3. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke ustoichivosti bortov kar'erov Akzhal [Development of measures to ensure the stability of the sides of the Akzhal quarry]*, Nurpeisova M.B., Kasymkanova Kh.M., Kyrgyzbaeva G.M. – Almaty: KazNTU, 2004. – 27 p. (in Russian)
4. Lyubushin A.A. *Geodinamicheskii monitoring: shumy, signaly, predvestniki [Geodynamic monitoring: noise, signals, precursors]*, *Problemy geofiziki XXI veka [Problems of Geophysics of the XXI century]*, Moscow: Nauka, 2003. Book 2. 70–94 pp. (in Russian)
5. *Ukazaniya po bezopasnomu vedeniyu gornykh rabot na mestorozhdeniyakh, sklonnykh i opasnykh po gornym udaram (Khibinskie apatito-nefelinovyе mestorozhdeniya [Guidelines for the safe conduct of mining operations at deposits prone to and dangerous for rock bursts (Khibiny apatite-nepheline deposits)]*, A group of authors. – Apatity: KSC RAS, 2002. – 97 p. (in Russian)
6. Nurpeisova M.B. *Geomekhanicheskoe obespechenie promyshlennoi bezopasnosti gornykh predpriyatiy [Geomechanical support of industrial safety of mining enterprises]*, *Materialy KhKhV mezhd. Nauchnoi shkoly im. akademika S.A. Khristianovicha [Proceedings of the XXV International Scientific School named after Academician S.A. Khristianovich]*, Alushta, 2015. 133–138 pp. (in Russian)
7. *The geodetic monitoring of deformations of a high-rise building using ground-based laser scanning technology / Madimarova G. [et al.] // Journal of Applied Engineering Science*. 2022. No. 20 (4). 1083–1092 pp. (in English)
8. *Analysis of Ground Surface Displacements under the Influence of Repeated Mining Activities in the Zhezkazgan Area / Nizametdinov N.F. [et al.] // Journal of Mining Science*. 2021. No. 57 (2). 184–189 pp. (in English)
9. *Validation of Data Collection Methods for Survey Stockpiles Measurement / Hulanová M. [et al.] // Mineral Processing Engineering*. 2023. No. 2 (2). 141–146 pp. (in English)
10. *Adjustment of Cadastral Maps in the Field After Mineral Extraction / Staniczková M. [et al.] / Staniczková M. [et al.] // Mineral Processing Engineering*. 2023. No. 2 (2). 147–152 pp. (in English)
11. *Izuchenie fiziko-mekhanicheskikh svoystv porod mestorozhdeniya basseina Karatau [Study of physical and mechanical properties of rocks of the Karatau basin deposit]*, Madimarova G.S. [et al.], «Marksheideriya i nedropol'zovaniya» nauchno-tekhnicheskii i proizvodstvennyi zhurnal [«Mine surveying and subsoil use» scientific, technical and production journal]. 2024. No. 2. 46–50 pp. (in Russian)
12. *Ispol'zovanie indeksa NDVI pri monitoringe zemel' fosforitovykh mestorozhdenii [Use of the NDVI index in monitoring lands of phosphorite deposits]*, Mursalimova E.A. [et al.], *Nauchnyi zhurnal «Vestnik VKTU im. D. Serikbaeva [Scientific journal «Bulletin of VKTU named after D. Serikbaev»]*. 2023. No. 3. 88–96 pp. (in Russian)

# Маркшейдерское дело

## Сведения об авторах:

**Мадимарова Г.С.**, к.т.н, ассоциированный профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), [g.madimarova@satbayev.university](mailto:g.madimarova@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0002-9155-6332>

**Нурпеисова Т.Б.**, к.т.н., профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), [t.nurpeissova@satbayev.university](mailto:t.nurpeissova@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-8162-6053>

**Ортамбекова А.Е.**, доктор Ph.D, старший преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), [a.ormambekova@satbayev.university](mailto:a.ormambekova@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0003-2735-0257>

**Жантуева Ш.А.**, ст. преподаватель Satbayev University, Казахский национальный аграрный исследовательский университет (г. Алматы, Казахстан), [shnar19610408@gmail.com](mailto:shnar19610408@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0009-9630-4204>

## Авторлар туралы мәліметтер:

**Мадимарова Г.С.**, т.ғ.к., «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті (Алматы қ., Қазақстан)

**Нурпеисова Т.Б.**, т.ғ.к., «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті (Алматы қ., Қазақстан)

**Ортамбекова А.Е.**, Ph.D докторы, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының аға оқытушысы, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті (Алматы қ., Қазақстан)

**Жантуева Ш.А.**, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының аға оқытушысы, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті (Алматы қ., Қазақстан)

## Information about the authors:

**Madimarova G.S.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mine Surveying and Geodesy, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)

**Nurpeissova T.B.**, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Mine Surveying and Geodesy, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)

**Ormambekova A.E.**, Doctor Ph.D, Senior Lecturer Department of Mine Surveying and Geodesy, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)

**Zhantuyeva S.A.**, Senior lecturer, Satbayev University, Kazakh National Agrarian Research University (Almaty, Kazakhstan)

ТРЕТИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

# SEYMARTEC ТОИР

ЧЕЛЯБИНСК  
ОТЕЛЬ «RADISSON BLU»

16–18  
СЕНТЯБРЯ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ТОИР НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЭК,  
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА И МАШИНОСТРОЕНИЯ



[seymartec.ru](http://seymartec.ru)



+7 499 638-23-29



[info@seymartec.ru](mailto:info@seymartec.ru)