

зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан 04.04.2013 г.  
 Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания 13508-Ж.

Издается с января 2003 г.

Приказом №290 от 28.06.2022 г. Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК внесен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности.

*В журнале публикуются материалы, отражающие состояние и перспективы развития геологии, горного дела и металлургии не только в нашей стране, но и за рубежом. Журнал освещает проблемы охраны труда и техники безопасности, экономики, подготовки кадров и других вопросов, связанных с горно-металлургическим комплексом. В журнале представлены статьи прикладного характера, результаты фундаментальных исследований, служащие основой для новых технических разработок.*

*При перепечатке материалов ссылка на Горный журнал Казахстана обязательна. Ответственность за достоверность сведений в публикуемых статьях и рекламных материалах несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда может совпадать с мнением авторов.*

Адрес редакции:  
 050026, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401,  
 +7 (747) 343-15-02  
[minmag.kz](mailto:minmag.kz)

Представитель журнала на специализированных мероприятиях – Общество с ограниченной ответственностью «Маркетинг от Тимченко»

Представители журнала:

Республика Узбекистан –  
 ШЕРЗОД ВАФО-ОГЛЫ КАРИМОВ  
[karimov20-13@mail.ru](mailto:karimov20-13@mail.ru)

Российская Федерация, Москва –  
 ИРИНА ЯРОПОЛКОВНА ШВЕЦ  
[shvetsirina@yandex.ru](mailto:shvetsirina@yandex.ru)

Российская Федерация, Сибирский регион –  
 ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАПОШНИК  
[shaposhnikyury@mail.ru](mailto:shaposhnikyury@mail.ru)

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

Подписной индекс 75807 в каталогах:  
 АО «Казпочта»,  
 ТОО «Эврика-Пресс»,  
 ТОО «Агентство «Евразия пресс»

Подписано в печать 30.06.2023 г.

Отпечатано:  
 «Print House Gerona»  
 ул. Сатпаева 30А/3, офис 124  
 тел: + 7 727 250-47-40,  
 + 7 727 398-94-59,  
 факс: + 7 727 250-47-39

УЧРЕДИТЕЛЬ И СОБСТВЕННИК  
 ТОО «Научно-производственное  
 предприятие «ИНТЕРРИН»



Главный редактор

М.Ж. БИТИМБАЕВ, [mbitimbaev@mail.ru](mailto:mbitimbaev@mail.ru)

Заместитель гл. редактора

Л.А. КРУПНИК, [leonkr38@mail.ru](mailto:leonkr38@mail.ru)

Заместитель гл. редактора

Х.А. ЮСУПОВ, [yusupov\\_kh@mail.ru](mailto:yusupov_kh@mail.ru)

Ответственный редактор

Т.С. ДОЛИНА, [Tatyana.Dolina@interrin.kz](mailto:Tatyana.Dolina@interrin.kz)

Редакционная коллегия:

Fathi Habashi (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c. [St. Petersburg], Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima], Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

Fidelis Tawiah Suorineni, PhD,  
 Professor of Mining Engineering

М.Б. Барменшинова, канд. техн. наук

А.Б. Бегалинов, д-р техн. наук, профессор

А.А. Бекботаева, PhD

В.А. Белин (Россия), д-р техн. наук, профессор

В.И. Бондаренко (Украина), д-р техн. наук, профессор

Н.С. Буктуков, д-р техн. наук, профессор

А.Е. Воробьев (Россия), д-р техн. наук, профессор

С.Ж. Галиев, д-р техн. наук, профессор

В.Ф. Демин, д-р техн. наук

А.И. Едильбаев, д-р техн. наук

Д.Р. Каплунов (Россия), д-р техн. наук, профессор

Ш.В. Каримов (Узбекистан), PhD

В.Л. Лось, д-р геол.-минерал. наук, профессор

С.К. Молдабаев, д-р техн. наук, профессор

У.Ф. Насиров (Узбекистан), д-р техн. наук, профессор

В.И. Нифадьев (Кыргызстан), д-р техн. наук, профессор

М.Б. Нурпеисова, д-р техн. наук, профессор

Е.Н. Ольшанский, член-корреспондент МАИН

Е.А. Петров (Россия), д-р техн. наук, профессор

Б.Т. Ратов, д-р техн. наук, профессор

К.Б. Рысбеков, канд. техн. наук, профессор

И.Н. Столповских, д-р техн. наук, профессор

П.Г. Тамбиев, канд. техн. наук

Ш.Н. Туробов (Узбекистан), PhD

О.Г. Хайитов (Узбекистан), д-р геол.-минерал. наук, профессор

Р.А. Хамидов (Узбекистан), PhD

АН. Шодиев, д-р техн. наук

Т.А. Чепуштанова, PhD

® – статья на правах рекламы

ⓘ – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

- 3** Колонка главного редактора  
**Новости ESAB в Центральной Азии**
- 4** Оборудование ESAB на Международной выставке «Нефть и Газ Каспия»
- 7** Приветственное слово Генерального директора компании «Blast Maker»  
**Бурение скважин**
- 9** *В.В. Григорьев, \*М.А. Райымкулов, А.О. Киселев*  
**Программно-технический комплекс «BlastMaker»: возможности применения данных об энергоёмкости бурения в различных горно-технологических условиях**  
**Взрывное дело**
- 18** *В.А. Колосов, В.Г. Долгушев, А.И. Илларионов, \*М.А. Райымкулов*  
**Использование системы автоматизированного проектирования буровзрывных работ «BlastMaker» на предприятиях Акционерного Общества «Полиметалл Управляющая компания»**  
**Взрывное дело**
- 22** *А.А. Добраневская, \*М.А. Кулагина*  
**Автоматизация буровзрывных работ на подземном руднике «Удачный»**  
**Геотехнология**
- 26** *\*Е.Кн. Aben, D.K. Akmetkanov, S.M. Chukharev, A. Omirgali*  
**Increase in flow rate of extraction wells during uranium leaching using a chemical reagent**  
**Геодезия**
- 32** *Э.О. Орынбасарова, Р.А. Ахметов, А.А. Балтиева, \*А. Ержанқызы*  
**Определение оптимального метода постобработки ГНСС-измерений в условиях геодинамического мониторинга**  
**Обогащение полезных ископаемых**
- 39** *А.Б. Бегалинов, \*М.Р. Шаутонов, В.В. Перегудов, А.В. Третьяков*  
**Предварительные результаты по обогатимости Такыр-Кальджирской россыпи золота**  
**Геодезия**
- 48** *Е.Б. Кенжехан, \*Ы. Жакыпбек, Ж.Т. Кожасев, А.С. Әбен*  
**Жолбарысты, Шован, Келіншектау алтын кен орындарында жоспарлы-биіктік негіздеме картасын құру**  
**Охрана труда и безопасность в горной промышленности**
- 55** *\*Б.Т. Уахитова, Ж.С. Саркулова, А.Б. Калжанова, А. Мерекеқызы*  
**Жарақатты азайту мақсатында металлургиялық өндірістегі жұмысшыларының жарақаттарының статистикалық сараптамасы мен психологиялық зерттеулері**  
**Юбилей**
- 62** К 90-летию со дня рождения академика РАН К.Н. Трубецкого
- 68** Требования к оформлению и условия предоставления статей



## КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат  
Жакупович  
Битимбаев**  
*главный редактор*

**Уважаемые коллеги!  
Дорогие читатели!**

События, которые предвляли наступление лета и связанные с нашей специализацией на службе своей Родине и любимому делу, были поистине значимыми и достойными внимания. Международный Конгресс по развитию горно-металлургической отрасли Казахстана, состоявшийся 23-24 мая, и АММ-2023, проведенный следом 1-2 июня 2023 года, были организованы таким образом, что были как бы продолжением друг друга.

Сразу следует отметить, что оба мероприятия были интересными, полезными и были наполнены практическим смыслом. Вопросы инвестиционной стратегии, точка зрения Европейского Банка реконструкции и развития (EBRD), перспективы развития отрасли, цифровизация и автоматизация, особенности ESG-трансформации горнорудного сектора, стратегия декарбонизации и значение углеродной пошлины, транспортно-логистическая политика – все эти взаимосвязанные направления получили достаточно подробное внятное звучание на Международном Конгрессе с практической привязкой к казахстанским реалиям.

Для нашего журнала отраден факт желания многих докладчиков повторить свои выступления в расширенном формате на страницах издания. Такая постановка вопроса нами акцентирована неспроста, потому что во многих случаях ценная тематика и ее нестандартное обсуждение не доходит до широкого круга читателей, большинство из которых в свою очередь являются теми людьми, на которых, в конечном счете, замыкается исполнение.

Остановлюсь еще на одном событии, которое по своей актуальности в наше время является необходимым элементом общения между собой специалистов разных поколений. На полях АММ-2023 была организована встреча таких людей – геологов, горняков, обогатителей и металлургов в возрасте от 25-30 до 75-90 лет.

Инициаторы и организаторы встречи – семья известного в Казахстане горного инженера И.Б. Едильбаева, которому в этом году могло бы исполниться 90 лет. Все участники этих торжественных и грустных минут благодарны детям Ибрагима Баймуратовича за память и почтение к своему отцу и в его лице ко всем ветеранам горно-металлургической отрасли, которые стояли у истоков первых тонн руды, концентратов и металлов.

Сохранив в памяти ушедшее время и людей, которые сделали его счастливым и праздничным, мы тем самым подчеркиваем связь поколений, которые вместе творили и продолжают творить, передавая эстафетную палочку по дистанции.

Хотелось бы, чтобы эта инициатива стала традицией, но для этого нужна организованная работа, которая может стать одним из добрых начинаний, которую должны, наверное, возглавлять профсоюзы, Ассоциация горно-металлургических предприятий и Министерство индустрии и инфраструктурного развития. Думается, было бы полезно создать из их состава такой Совет с участием ветеранов и боевой молодежи, способных организовать ежегодно праздник поколений.

Вот такое пожелание родилось в голове, когда мы сидели вместе и вспоминали добрые дела и блистательную биографию моего коллеги и старшего товарища Ибрагима Едильбаева.

До встречи в следующем номере.

## ОБОРУДОВАНИЕ ESAB НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ «НЕФТЬ И ГАЗ КАСПИЯ»

2 июня 2023 г. в Баку завершилась Международная выставка «Нефть и Газ Каспия». В мероприятии принял участие официальный дистрибьютор одного из лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для сварки и резки компании ESAB – торговый дом В.І. Profit.

На мероприятии специалисты компании представили линейку стандартного и промышленного оборудования и расходных материалов ESAB. В частности, особый интерес посетителей вызвал полуавтомат Warrior 500i CC/CV. Многофункциональный и гибкий в работе Warrior 500i CC/CV полностью отвечает классу IP23 и устойчив к тяжелым климатическим условиям. Автоматический горячий старт обеспечивает надежное зажигание дуги, предотвращая прилипание электрода, что особенно важно при сварке ответственных металлоконструкций. В свою очередь, эргономичность и легкий вес оборудования гарантируют максимальную производительность и комфорт сварочного процесса при строительных работах, прокладывании трубопроводов, а также при выполнении стандартных работ в сфере сварочного производства.

Кроме этого, на стенде В.І. Profit были представлены уже зарекомендовавший себя полуавтомат REBEL 320IC, сварочные аппараты Renegade ES 300i, Rogue ES 200i Pro, а также инвертор для плазменной резки ESAB Cutmaster 120.

В сегменте расходных материалов были представлены сварочные электроды ОК 48Р, ОК 48.00, а также ОК 55.00. Последние характеризуются повышенной влагостойкостью и являются незаменимым решением при сварке особо ответственных изделий из конструкционных сталей повышенной прочности. Кроме этого, все посетители могли ознакомиться с рутитовой порошковой проволокой ОК TUBROD 15.14, которая обеспечивает более мягкую сварочную дугу и прекрасно подходит для сварки строительных и мостовых конструкций.

*«Торговый дом В.І. Profit уже много лет является надежным партнером и поставщиком сварочного оборудования и расходных материалов компании ESAB в Центральной Азии. Разделяя фундаментальные принципы компании, направленные на стабильный рост и развитие, в прошлом году мы открыли офис и склад в Азербайджане, чтобы стать еще ближе к заказчикам в этом регионе.»*

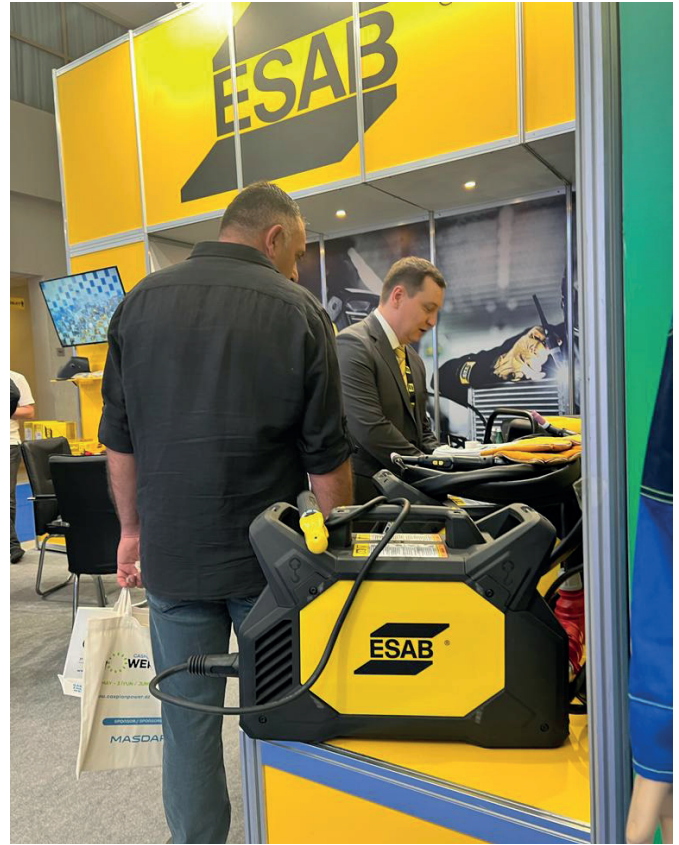




## Новости ESAB в Центральной Азии

Поэтому, безусловно, участие в профильных мероприятиях имеет для нас ключевое значение. На выставке «Нефть и Газ Каспия» в Баку у нас была возможность представить наиболее востребованное для региона оборудование, а также пообщаться с существующими заказчиками, встретиться и обсудить планы дальнейшего сотрудничества с руководителями крупных локальных компаний. Кроме этого, во время обхода выставочных площадок, наш стенд посетил глава Азербайджанской Республики, пожелал успехов и дальнейшего развития!», – прокомментировал Искандер Иминов, руководитель группы компаний «B.I. Profit».

«Для ESAB, как для одного из лидеров в сварочной отрасли, всегда было важно быть ближе к своим заказчикам в Центральной Азии. В этой связи мы особенно ценим возможность обширного присутствия в регионах, которая нам доступна благодаря такому надежному партнеру, как B.I. Profit. Компания уже более 13 лет является нашим стратегическим партнером, благодаря которому у нас есть возможность расширять не только свое присутствие в Центральноазиатском регионе, но и технологические возможности локальных компаний, заинтересованных в повышении своей производительности», – добавила директор по продажам ESAB, регион Центральная Азия, Екатерина Татарина.





**T**

Тимченкодан  
Маркетинг

Маркетингтік  
нигилизм  
агенттігі

+7 705 818 40-65  
communication@stimchenko.com  
www.stimchenko.kz

**S**

# ДО САМОЙ СУТИ!

Маркетинг для  
производственных  
компаний

- Создаем бренды
- Формируем имидж и репутацию
- Отстраиваем от конкурентов
- Увеличиваем продажи
- Выводим на новые рынки

Стратегия | Дизайн | Репутация | Отраслевые выставки | Работа со СМИ



## ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА КОМПАНИИ «BLAST MAKER»

В этом году «Blast Maker» отмечает свой 20-летний юбилей образования компании как юридического лица. История становления научного развития исследований и практической реализации задач автоматизации проектирования буровзрывных работ берет отсчет с конца 70-х – начала 80-х годов прошлого столетия. Именно тогда на базе Фрунзенского политехнического института под руководством В.А. Коваленко был создан коллектив молодых ученых и энтузиастов, задачей которого было развитие и реализация идеи оптимального проектирования массовых взрывов на карьерах с использованием вычислительной техники.

И сейчас, самый главный актив нашей компании – это коллектив высокопрофессиональных сотрудников, которые своим неформальным отношением к делу ежедневно помогают компании идти намеченным курсом, создавать уникальные продукты, реализовывать самые амбициозные планы и уверенно занимать ведущую позицию в отрасли. В нашей компании всегда царит дух творчества, профессионализма и стремления добиваться самых перспективных и востребованных решений.

Особая благодарность всем нашим партнерам, особенно тем, кто на заре появления нашего продукта поверил в нас. Многие из них, своими пожеланиями и участием в формировании комплекса задач автоматизации, помогли стратегическому развитию наших программных продуктов.

Большое место в работе компании занимает создание собственных технических средств сбора информации и мониторинга. Задолго до эпохи импортозамещения мы создавали свои датчики, контроллеры, средства измерения, включая высокоточную навигацию. Наша цель – максимальная техническая независимость.

В интересах заказчика и для скорейшего перехода предприятий на отечественные технические и программные средства мы сотрудничаем с любыми российскими и зарубежными контрагентами, включая конкурентов. В компании оперативно создано и успешно работает специальное подразделение интеграции со сторонними системами.

Умение максимально адаптировать комплекс к индивидуальным условиям предприятия с учетом требований и пожеланий заказчика – это ключевая особенность и стиль работы нашей компании. Профессиональным кредо компании «Blast Maker» были и остаются – научный подход, высокое качество предлагаемого продукта и надежность партнерских отношений.

В заключении, от имени всего коллектива, позвольте выразить слова бесконечной благодарности создателю научного направления и основателю компании, почетному профессору, Виталию Акимовичу Коваленко, ушедшему из жизни в 2021 году.

*С уважением,  
Владимир Григорьев  
Генеральный директор*

### Партнеры компании “Blast Maker”

#### На этапе промышленной эксплуатации:

- 2005 ● ОАО «Северсталь»: Карельский окатыш
- 2010 ● АО «СУЭК»: Разрез Тугнуйский, СУЭК-Кузбасс, Ургалуголь, Восточно-Бейский разрез, СУЭК-Хакасия
- 2011 ● Группа «Полиметалл»
- 2017 ● Госкомпания (КР): «Кумтор Голд Компани»
- 2014 ● Группа «АЛРОСА»: Айхальский ГОК,  
2019 Нюрбинский ГОК, Удачинский ГОК  
2021
- 2017 ● ПАО «Полнос»: Полнос Алдан
- 2017 ● ОАО «Холдинговая компания  
2019 “Металлоинвест“»: Михайловский ГОК, Лебединский ГОК
- 2019 ● ПАО «Селигдар»: Золото Селигдара
- 2019 ● АО «Самрук - Казына»: Богатырь Комир
- 2020 ● Группа компаний – ООО «Новоангарский обогатительный комбинат», Горевский ГОК

#### На этапе пилотного внедрения:

- 2022 ● Eurasian Resources Group (ERG): ССТПО
- ПАО «Полнос»: Полнос Красноярск
- ПАО «Северсталь»: Карельский окатыш





Онлайн регистрация

01 / 08 / 23

Завершение регистрации

04 / 09 / 23

Заезд и размещение

05 / 09 / 23

Открытие конференции  
Доклады

06 / 09 / 23

Доклады

07 / 09 / 23

Экскурсия

08 / 09 / 23

Отъезд

📍 Кыргызстан, г. Бишкек,  
ул. Киевская 44

☎ +996 (312) 66-01-40

🌐 [www.blastmaker.kg](http://www.blastmaker.kg)

✉ [office@blastmaker.kg](mailto:office@blastmaker.kg)

XVII Международная научно-практическая конференция

# ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Место: Озеро Иссык-Куль, Кыргызстан

Организатор: Институт коммуникаций  
и информационных технологий КРСУ

Приглашаем Вас принять участие в ежегодной XVII Международной научно-практической конференции «Передовые технологии в горном деле», приуроченной к юбилею компании «Blast Maker».

## 20 лет BLAST MAKER

Конференция проводится ежегодно с 2006 года и посвящена обзору передовых технологий на карьерах и подземных горных выработках, обобщению практического опыта внедрения и эксплуатации автоматизированной подготовки производства, расширению и углублению научно-производственных связей между учеными СНГ и дальнего зарубежья, а также сокращению разрыва между фундаментальными исследованиями и производством.

Стоимость организационного взноса: 500 \$

Организаторы обеспечивают:

Встречу и проводы участников конференции  
Бронирование гостиниц в Бишкеке и на Иссык-Куле  
Транспорт на весь период проведения конференции  
Официальный прием  
Экскурсии

Код МРНТИ 52.47.15

В.В. Григорьев<sup>1</sup>, \*М.А. Райымкулов<sup>1</sup>, А.О. Киселев<sup>2</sup><sup>1</sup>Институт коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского Университета (г. Бишкек, Кыргызская Республика),<sup>2</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Blast Maker» (г. Бишкек, Кыргызская Республика)

## ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «BLASTMAKER»: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ОБ ЭНЕРГОЕМКОСТИ БУРЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Аннотация.** В статье приведены примеры применения данных энергоёмкости бурения в качестве характеристики неоднородности массива при различных горно-технологических условиях. Информация, получаемая по результатам обурирования технологических скважин, позволяет уточнить пространственное залегание прочных и мягких прослоек. Программно-технический комплекс «BlastMaker» позволяет производить сбор и анализ данных о неоднородности массива. Для угольных месторождений информация об энергоёмкости бурения позволяет уточнить данные предварительной геологической разведки, отследить залегание угольных пластов. Информация о неоднородности массива может быть также использована и для решения задачи оптимизации конструкции заряда, например, с применением воздушного промежутка. При этом для каждой группы скважин может быть определена такая конструкция заряда, чтобы, например, заряд был расположен напротив прочных участков, а воздушный промежуток напротив мягкого прослойка.

**Ключевые слова:** энергоёмкость бурения, геологоразведка, оптимизация горных работ, проектирование буровзрывных работ, программно-технический комплекс BlastMaker.

**«BlastMaker» бағдарламалық-техникалық кешені: әртүрлі тау-кен-технологиялық жағдайларында бұрғылаудың энергия сыйымдылығы туралы деректерді қолдану мүмкіндіктері**

**Аңдатпа.** Мақалада тау және технологиялық жағдайларда сілемдердің әртекті сипаттамасы ретінде бұрғылаудың энергия сыйымдылығының деректерін қолдану мысалдары келтірілген. Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау нәтижелері бойынша алынған ақпарат берік әрі жұмсақ қабатшалардың кеңістікте жайғасын нақтылауға мүмкіндік береді. «BlastMaker» бағдарламалық-техникалық кешені сілемнің әртектілігі туралы деректерді жинауға және талдауға мүмкіндік береді. Көмір кен орындары үшін бұрғылаудың энергия сыйымдылығы туралы ақпарат алдын ала геологиялық барлау деректерін нақтылауға, көмір қыртыстарының жайғасын қадағалауға көмектеседі. Сілемнің әртектілігі туралы ақпарат ауа аралығын қолдана отыру сияқты заряд құрылымын онтайландыру міндеттерін шешу үшін де қолданылуы мүмкін. Бұл ретте әр ұңғыма тобы үшін заряд берік учаскелеріне қарама-қарсы орналасып, ауа аралығы жұмсақ қабатшаға қарсы орналасу сияқты осындай заряд құрылымы анықталуы мүмкін.

**Түйінді сөздер:** бұрғылаудың энергия сыйымдылығы, геологиялық барлау, тау жұмыстарын онтайландыру, бұрғылау-жару жұмыстарын жобалау, BlastMaker бағдарламалық-техникалық кешені.

**«BlastMaker» software and hardware complex: possibilities of applying the data on energy intensity of drilling in different mining and technological conditions**

**Abstract.** The article provides examples of the application of drilling energy intensity data as a characteristic of massif heterogeneity under various mining and technological conditions. The information obtained from the results of infill drilling makes it possible to clarify the spatial occurrence of hard and soft layers. The software and hardware complex «BlastMaker» allows collection and analysis of data on the heterogeneity of the massif. For coal deposits, information about drilling energy intensity allows to clarify the data of preliminary geological exploration, to trace the occurrence of coal seams. Information about the massif heterogeneity can also be used to solve the problem of optimizing the design of the charge, for example, using an air gap. In this case, for each group of wells, a charge design can be defined so that, for example, the charge is located opposite the hard areas, and the air gap opposite the soft layer.

**Key words:** drilling energy intensity, exploration, optimization of mining operations, design of drilling and blasting operations, BlastMaker software and hardware complex.

### Введение

Непредсказуемая неоднородность прочностных свойств горных пород остается главным фактором, осложняющим достижения оптимальных параметров буровзрывных работ (БВР) и снижения требуемого качества дробления горной массы. Геологическая разведка в общем случае не может дать достаточно точной и подробной информации о структуре массива и прочности горных пород, необходимой для поставленных задач, поскольку такой подход ограничен плотностью разведочной сети.

Возникает необходимость в применении новых методов для оперативного учета характеристик массива в границах отрабатываемого блока. Один из эффективных способов получения необходимых сведений о свойствах взрываемого массива – использование цифровых технологий для получения такого параметра, как удельная энергия бурения непосредственно с бурового станка в процессе бурения скважин [1]. Данный подход привлекателен прежде всего тем, что не нарушает существующего на карьере режима

работ и не требует затрат на проведение дополнительных геофизических работ по детализации свойств горных пород взрываемого блока.

Программно-технический комплекс (ПТК) «BlastMaker» – практическая реализация такого подхода на основе передовых технологий в микропроцессорной технике и программировании. Комплекс включает в себя информационно-аналитический программный пакет «BlastMaker» и систему «КОБУС» для обеспечения сбора и передачи данных о свойствах массива, определяемых в процессе бурения взрывных скважин. Комплекс позволяет выполнять контроль над бурением, используя данные, полученные с каждого бурового станка в режиме реального времени, изучать прочностные свойства массива горных пород и непрерывно отслеживать динамику их изменения в пределах отрабатываемого поля. Данная информация, при соответствующих условиях, может быть полезной для оптимизации параметров конструкции заряда и БВР с применением инструментов проекти-

рования, обработки данных и моделирования программного пакета «BlastMaker» [2].

На примере некоторых месторождений, где полноценно развернут комплекс «BlastMaker», рассматриваются особенности получаемых данных по удельной энергоёмкости бурения как характеристики обуриваемого массива и обсуждаются возможности применения данного параметра в задачах анализа массива и проектирования БВР.

### Методы исследования

В основу работы системы «КОБУС» положена методика определения прочностных характеристик массива в виде данных удельной энергоёмкости бурения, которая зависит от таких параметров, как нагрузка на шарошечное долото (осевое давление), сечение скважины, тип шарошечного долота, скорость вращения бурового става, вращающий момент шарошечного долота, скорость проходки скважины и др. Результатом соответствующей обработки полученных данных является детализированное пространственное распределение удельной энергоёмкости бурения.

Если прочностные характеристики пород контрастно отличаются, то после накопления достаточной статистической информации появляется возможность идентифицировать породы по прочностным характеристикам, что позволяет получить такие характеристики блока, как, например, участки залегания полезного ископаемого. Вся информация, получаемая в процессе бурения по каждому блоку, автоматически архивируется в базе данных комплекса. Такой массив информации сопоставим с комплексом геофизических исследований и может быть полезным для уточнения предварительной геологической разведки [4,5].

### Результаты исследований

#### Кумтор

Месторождение Кумтор является уникальным объектом, входящим в число крупнейших золоторудных месторождений мира. Месторождение приурочено к одноименному разлому, который прослежен на поверхности вдоль северо-западного склона хребта Акшийрак и расположено на высоте свыше 4000 м. над уровнем моря. Определяющую роль в строении месторождения играют разломы. Сложная геологическая структура, наличие тектонических нарушений приводит к оползням и обрушениям. Анализ практики эксплуатации месторождения показывает, что использование рациональных методов в процессе добычных работ на действующем предприятии – одно из решений по обеспечению качества взрыва и снижению техногенных опасностей. Такой подход усложняется тем, что при проектировании БВР в качестве физико-механических свойств среды применяются данные для преобладающей породы, и таким образом не учитывается неоднородность массива.

В результате полноценного внедрения комплекса «BlastMaker» появилась возможность регистрировать и анализировать данные о характере неоднородности массива. На рисунке 1 представлены примеры вертикальных сечений с отображением энергоёмкости бурения на руднике Кумтор на протяжении 100 и более метров. По данным картирования появилась возможность установить

характер залегания более прочных пород и произвести прогнозирование данных энергоёмкости бурения на нижележащем горизонте. Таким образом, при проектировании взрывных работ, источником информации о характере массива, наряду с данными предварительной геологической разведки, может служить информация о распределении энергоёмкости бурения в смежных блоках и блоках на вышележащих горизонтах.

Также анализ данных энергоёмкости бурения позволил выделить типичную для месторождения структуру массива на обуриваемом блоке: верхние слои массива, мощность которых варьируется в диапазоне 1-3 м., ослаблены горными работами на вышележащих горизонтах (рис. 2). Энергоёмкость бурения на ослабленных участках меньше в 2 раза, чем для остального участка массива, что позволяет достаточно быстро произвести районирование участков по прочностным характеристикам. Такая информация может быть полезна для определения оптимальных параметров конструкции заряда в скважине, например, применения воздушного промежутка в конструкции заряда, таким образом, чтобы снизить долю взрывной энергии, распространяемой в области ослабленных участков блока.

#### Разрез Тугнуйский

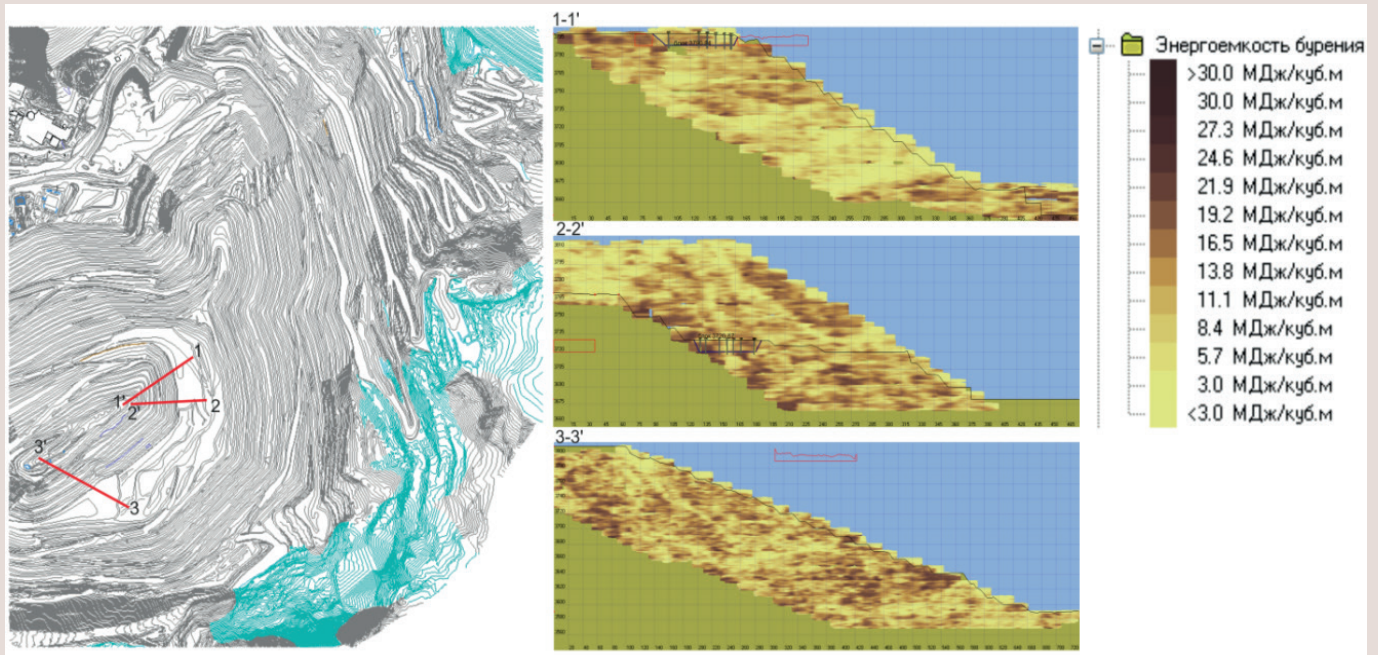
ОАО «Разрез Тугнуйский» – крупнейшее угледобывающее предприятие Забайкальского края и республики Бурятия, ведущее добычу каменного угля на Олонь-Шибирском и Никольском каменноугольных месторождениях. Мощные угольные пласты имеют сложное и очень сложное строение, в них фиксируются флексуриобразные складки, различные пликативы, относящиеся к структурам третьего порядка. Геологическая разведка не может дать достаточно полной информации, так как плотность разведочной сети составляет минимум 180м x 200 м.

Даже несмотря на высокую разведанность, при отработке месторождения встречаются неподтверждения строения пласта, мощности, зольности, наличие нарушений, не установленных разведкой [4].

Применение ПТК «BlastMaker» на месторождении предприятия «Разрез Тугнуйский» позволило получить полную привязку скважины: высотную отметку и координаты в плане, высотную отметку кровли кондиционного пласта; установить положение некондиционных пластов, расщепление пласта, выявить тенденцию в блоке, например, определить угол падения нарушения, контакты пород.

По результатам бурения на своем рабочем месте на экране монитора геологу четко виден результат разведки с абсолютной привязкой. Это значительно упрощает работу геолога, обеспечивая их актуальной информацией, без выезда на разрез. Поскольку сетка взрывных скважин составляет, например, 6 x 6 м, то появляется возможность оперировать геологическими данными достаточной степени точности. С помощью средств ПО «BlastMaker» удалось получить разрез в абсолютных отметках, на котором светло-желтым цветом показывается уголь, а крепкие скальные породы темно-коричневым цветом (рис.3). Было показано, что реальная картина геологического разреза с достаточной точностью совпадает с прогнозной, полученной по данным системы «BlastMaker».

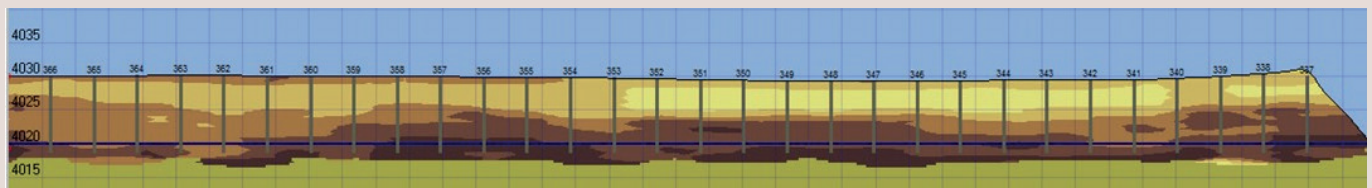




**Рис. 1. Энергоемкость бурения на различных вертикальных сечениях карьера Кумтор: темные участки соответствуют более прочным породам, светлые – менее прочным.**

**Сурет 1. Құмтөр ашықкеніштің түрлі тік қималарындағы бұрғылаудың энергия сыйымдылығы: қара учаскелер беріктеу таужыныстарына, ашық түстілер беріктігі аздау таужыныстарына сәйкес келеді.**

**Figure 1. Drilling energy intensity in different vertical sections of the Kumtor open pit: dark zones correspond to harder rocks, light zones correspond to less hard rocks.**



**Рис. 2. Энергоемкость бурения на вертикальном сечении обуренного блока.**

**Светлые зоны соответствуют ослабленным участкам массива.**

**Сурет 2. Бұрғыланған блоктың тік қимасындағы бұрғылаудың энергия сыйымдылығы.**

**Ашық түсті аймақтар сілемнің әлсіз учаскелеріне сәйкес келеді.**

**Figure 2. Drilling energy intensity in the vertical section of a drilled block. Light zones correspond to weakened areas of the massif.**

### *Михайловский ГОК им. А.В. Варичева*

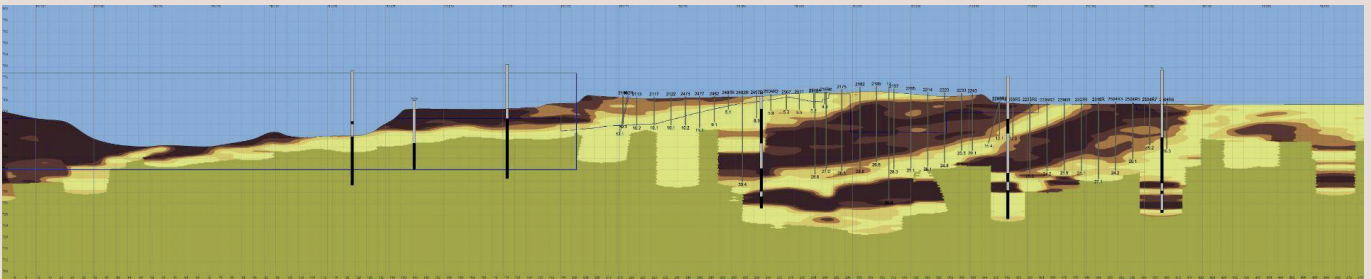
По горнотехническим условиям разработки карьер Михайловского ГОКа им. А.В. Варичева (МГОК) относится к месторождению неглубокого залегания, пригодного для открытых работ. Оно приурочено к широкому полю железистых кварцитов и имеет большую ширину залегания. Железистые кварциты повсеместно залегают в основании богатых руд, что создает условия, благоприятные для одновременной разработки руд обоих типов. Богатые железные руды (50-60% содержания железа) залегают под осадочным чехлом и являются корой континентального выветривания железистых кварцитов. На предприятии распространены кварциты окисленные, кварциты неокисленные легкообогатимые, кварциты неокисленные среднеобогатимые, кварциты неокисленные труднообогатимые и богатая железная руда, коэффициент крепости по шкале проф. Протодяконова которых варьируется в диапазоне от 10 до 20 (и выше).

Первоначальный анализ данных об энергоемкости бурения на месторождении Михайловского ГОКа позволил сделать предварительные выводы о свойствах горного массива. Массив по данным энергоемкости бурения имеет преимущественно однородный характер, поскольку прочностные свойства кварцитов имеют близкие значения (рис.4, 5). Участки массива с меньшими значениями энергоемкости бурения предположительно представлены раздробленными породами в результате отработки вышележащих блоков или участками массива с высоким содержанием железной руды. Данный вывод о характере массиве вполне согласуется с предварительными сведения о свойствах пород месторождения Михайловского ГОКа, полученных от геологической службы.

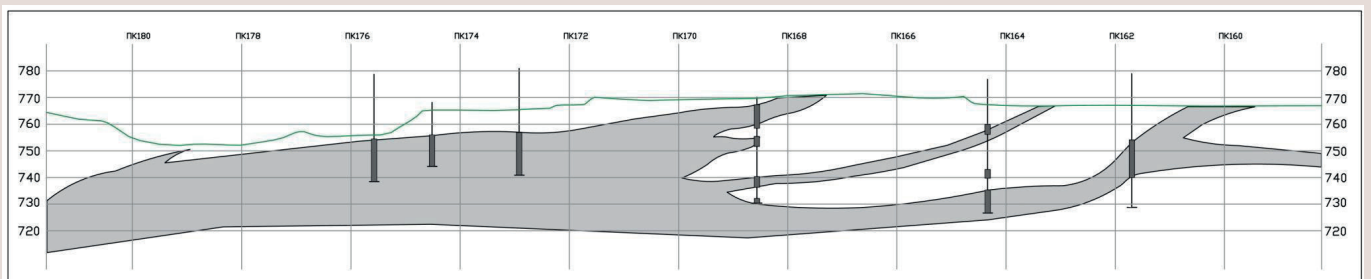
Сравнение данных энергоемкости бурения для участков с содержанием богатой руды показали, что энергоемкости бурения для богатой руды в 1,5-2 раза меньше, чем для железистых кварцитов (рис. 5). Это позволяет в последующем идентифицировать менее прочный участок бога-



а) фотосъемка фактической отработки участка угольного месторождения;  
 а) көмір кен орнының нақты өңделген учаскесінің фототүсірілімі;  
 a) photograph of actual mining of the coal deposit area.



б) распределение энергоемкости бурения на данном участке: светлые участки соответствуют залеганию угольного пласта;  
 б) осы учаскеде бұрғылаудың энергия сыйымдылығын үлестіру: ашық түсті учаскелер көмір қабатының жайғасуына сәйкес келеді;  
 б) distribution of drilling energy intensity in a given area: light zones correspond to the occurrence of the coal seam.



в) уточненное залегание угольных пластов по данным энергоемкости бурения;  
 в) бұрғылаудың энергия сыйымдылығы деректері бойынша көмір қабаттарының нақтыланған жайғасымы;  
 в) refined occurrence of coal seams according to the drilling energy intensity data.

**Рис. 3. Применение данных энергоемкости бурения для целей эксплуатационной разведки угля на каменноугольном месторождении предприятия «Разрез Тугнуйский» [4].**

**Сурет 3. «Торғай қимасы» кәсіпорнының тас көмір кен орнында көмірді пайдаланып барлау мақсаттары үшін бұрғылаудың энергия сыйымдылығы деректерін қолдану [4].**

**Figure 3. Application of drilling energy intensity data for the purposes of operational coal exploration at the coal deposit of the «Razrez Tugnuisky» enterprise [4].**

того содержания руды по результатам обработки данных, получаемых в процессе бурения.

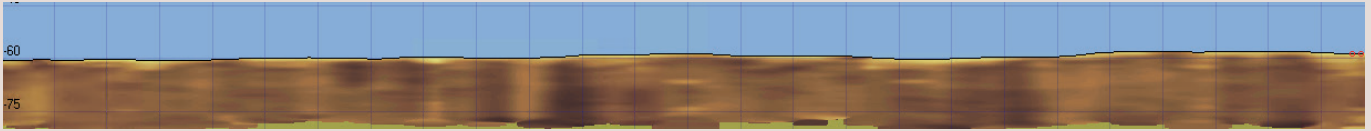
Поскольку железорудные месторождения, как правило, характеризуются близкими прочностными свойствами слагающих пород, энергоемкость бурения на разных участках достаточно однородная и заметно варьируется,

если наблюдаются участки массива с заметно отличающимися прочностными свойствами.

#### **Рудник Куранах**

Россыпное месторождение Куранах предприятия АО «Полюс Алдан» является сложноструктурным, с нали-

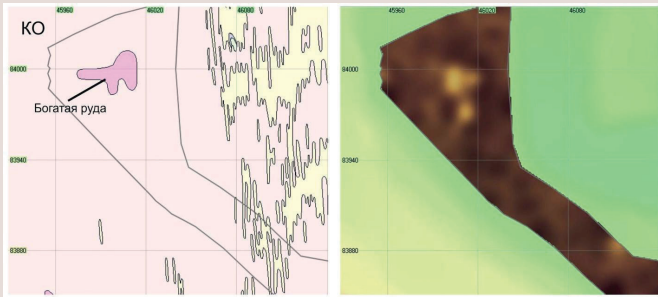




**Рис. 4. Пример энергоемкости бурения блока на вертикальном сечении для месторождения Михайловского ГОКа. Массив носит относительно однородный характер по прочностным характеристикам, составлен преимущественно прочными породами.**

**Сурет 4. Михайловск тау-кен байыту комбинатының кен орны үшін тік қимада блоқты бұрғылаудың энергия сыйымдылығының үлгісі. Сілемде беріктік сипаттамасы бойынша біртекті сипаты бар, көбінесе берік таужыныстарымен құрастырылған.**

**Figure 4. Example of the energy intensity of drilling a block in the vertical section for the Mikhailovsky GOK deposit. The massif is relatively homogeneous in terms of strength characteristics, composed mainly of hard rocks.**



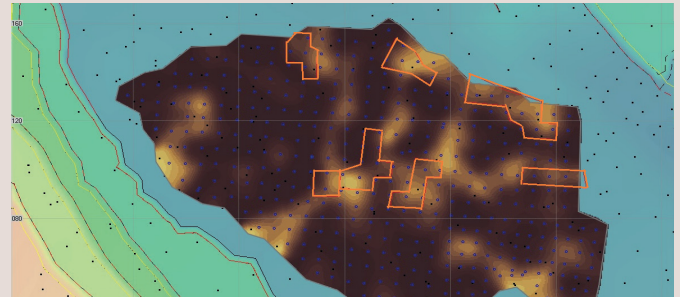
**Рис. 5. Пример районирования массива по данным геологической разведки и данных энергоемкости бурения на МГОКе. Преобладающий тип породы – прочные кварциты. Богатая руда выделяется светлым участком на фоне прочных пород.**

**Сурет 5. МТКБК-да бұрғылаудың энергия сыйымдылығының деректері мен геологиялық барлау деректері бойынша сілемді аудандастыру үлгісі. Берік кварциттер таужынысы түрі басым. Бай кен берік таужыныстар аясында ашық түсті учаскемен белгіленеді.**

**Figure 5. Example of massif zoning according to geological exploration data and energy intensity drilling data at MGOK. The predominant rock type is strong quartzite. The rich ore stands out as a light area against the background of hard rocks.**

чием в массиве различного рода прослоек, вечномерзлых пород и включений с физико-механическими свойствами, резко отличными от рудовмещающих пород. Месторождение состоит из рудных залежей неправильной пластообразной формы, сформированных в депрессиях вблизи даек лампрофиров, фиксирующих рудоконтролирующие структуры. Рудные залежи, как правило, приурочены к линейно-вытянутым тектоническим зонам и повторяют слоистые конфигурации карстовых полостей.

Сложная структура вмещающих пород представлена ожелезненными рыхлыми песчано-глинистыми отложениями, в которых неравномерно распределены щебень, глыбы песчаников, карбонатных пород и ожелезненных кремнистых пород кавернозной брекчиевидной текстуры. Величина обломков колеблется от 0,01 до 2,0 м, а количество – от 30 до 70%. Количество крупнообломочного материала (от 0,3 до 2,5 м) составляет 20-40%. Крепость



**Рис. 6. Сопоставление положения рудных тел по данным геологической разведки с распределением средней энергоемкости бурения на руднике Куранах. Сурет 6. Куран кен орнында бұрғылаудың орташа энергия сыйымдылығын үлестірумен бірге геологиялық барлау деректері бойынша кен орны денелерінің орналасуын салыстыру.**

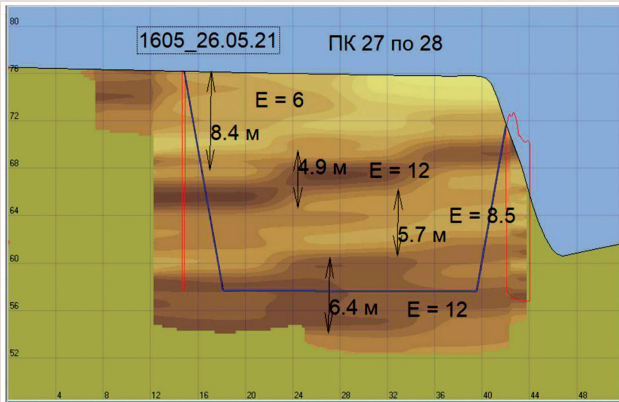
**Figure 6. Comparison of the position of ore bodies according to geological exploration data with the distribution of the average drilling energy intensity at the Kuranakh mine.**

обломков от 6 до 11 по шкале проф. М.М. Протодяконова. Данные участки оказались достаточно легко идентифицируемыми по данным энергоемкости бурения как светлые, менее прочные участки (рис.6).

Поскольку невозможность точного определения положения твердых включений было одним из факторов, усложняющих оптимизацию БВР на предприятии, то получение данных энергоемкости бурения позволило с высокой степенью точности определить положение участков крепких пород и производить проектирование взрывных работ с учетом особенностей массива рудника.

#### **Богатырь Комир**

На сегодняшний день перед горнодобывающими предприятиями стоит задача идентификации прочностных свойств обрабатываемого массива с целью рационального использования взрывчатых веществ (ВВ) и снижения выхода негабаритов. Такая необходимость, в том числе, возникла на предприятии «Богатырь Комир». На долю данной компании приходится 70% от объема всего добываемого в Экибастузском угольном бассейне угля. По данным геологической службы коэффициент крепости по шкале проф.



**Рис. 7. Сопоставление энергоёмкости бурения  $E$  на вертикальном сечении с горно-технологической картой, полученной от геологической службы в условиях месторождений предприятия «Богатырь Комир».**

**Сурет 7. «Богатырь Көмір» кәсіпорны кен орындары жағдайында геологиялық қызметтен алынған тау-технологиялық картамен тік қимада  $E$  бұрғылаудың энергия сыйымдылығын салыстыру.**

**Figure 7. Comparison of energy intensity of drilling  $E$  in the vertical section with the mining and technological map obtained from the geological service in the conditions of deposits of Bogatyr Komir enterprise.**

Протодяконова на участках добычи варьируется в диапазоне 1,5-4,5, а на участках по вскрыше 4,5-7,5. При этом могут встречаться породы с коэффициентом крепости значительно выше ожидаемых значений. Для поддержки высокой интенсификации производства на предприятии возникла необходимость уточнения имеющейся геологоразведочной информации по данным энергоёмкости бурения: точного определения положения, например, особо прочных участков на вскрышных и добычных блоках, уточнять значения коэффициента крепости по шкале проф. Протодяконова.

В ряде исследований [7, 8] отмечалась линейная зависимость между сопротивлением породы сжатию и энергоёмкостью бурения. В силу особенностей физико-механических свойств пород, такая зависимость наиболее часто наблюдается для угольных месторождений, что успешно было продемонстрировано на примере месторождений предприятия «Богатырь Комир».

На основании статистического сопоставления данных предварительной геологической разведки, передаваемых в виде коэффициента крепости по шкале проф. Протодяконова и получаемой информации об энергоёмкости бурения, была получена линейная зависимость крепости пород  $f$  от энергоёмкости бурения  $E$  с точностью корреляции до 85%:

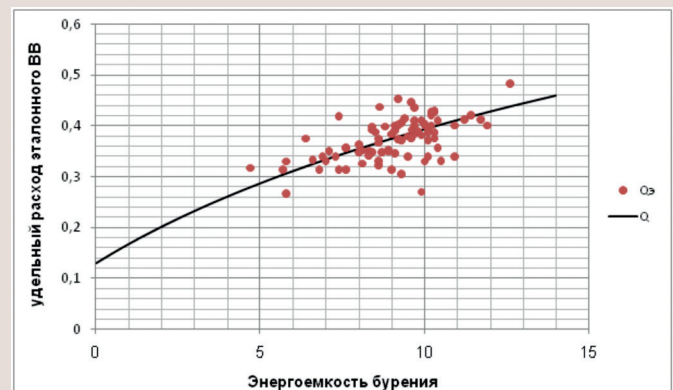
$$f = b_1 E + b_2,$$

где  $b_1, b_2$  – коэффициенты, определенные для условий месторождения. Из полученной зависимости следует вывод: чем выше энергоёмкость бурения, тем прочнее породы. Такая зависимость позволила идентифицировать вскрышные породы и угольные пласты по данным энергоёмкости бурения.

При сопоставлении данных было также отмечено, что по данным энергоёмкости бурения в условиях предприятия Богатырь удается уточнить неоднородность массива (рис. 7). Положение более прочных прослоек по данным энергоёмкости бурения хотя и подтвердили ожидаемое положение по предварительной геологической разведке, но и позволили уточнить структуру массива, положение и особенность геометрии прочных участков.

Совместная работа с отделом БВР предприятия позволила также получить зависимость оптимального удельно-

го расхода ВВ для эталонного ВВ (6ЖВ) от энергоёмкости бурения. Первоначально производился анализ применяемого удельного расхода ВВ при проектировании в зависимости от характера массива. Анализ массива осуществлялся отделом БВР на основе горно-технологической карты, качественной оценки массива при выезде на участок и информации об энергоёмкости бурения. Информация о применяемом расходе ВВ, качестве взрыва заносилась в Базу Данных ПО «BlastMaker», а в результате обработки дан-



**Рис. 8. Сопоставление расчетного и фактического удельного расхода ВВ в зависимости от энергоёмкости бурения. Удельный расход приведен в эквивалент эталонного ВВ диаметра скважины 250 мм и среднего кондиционного куска 500 мм.**

**Сурет 8. Бұрғылаудың энергия сыйымдылығына байланысты ЖЗ есептік және нақты меншікті шығынын салыстыру. Меншікті шығын 250 мм ұңғыма диаметрінің эталонды ЖЗ мен 500 мм орташа кондициялық бөліктің эквивалентіне келтірілген.**

**Figure 8. Comparison of calculated and actual specific consumption of explosives depending on drilling energy intensity. Specific consumption is given in the equivalent of the reference explosive of the borehole diameter with a well diameter of 250 mm and an average conditioned piece of 500 mm.**

ных получена зависимость расчета удельного расхода по данным энергоемкости бурения:

$$q_p = k_1 \ln(k_2 E + k_3),$$

где  $k_1$ ,  $k_2$  и  $k_3$  – коэффициенты, уточняемые для условий конкретного месторождения.

Уточнение полученных коэффициентов производилось на основе проведения экспериментальных взрывов в рамках опытно-промышленных испытаний. Для осуществления экспериментальных взрывов на предприятии были обеспечены бесперебойность передачи данных об энергоемкости бурения от станков до рабочего места проектировщика, оперативная зачистка блока от предыдущей взорванной горной массы и непрерывный мониторинг за качеством взрыва. В результате для каждого блока были получены данные о примененном удельном расходе ВВ, качестве взрыва и средней энергоемкости бурения. Такой набор информации позволил получить уточненную зависимость рекомендуемого удельного расхода для эталонного ВВ (6ЖВ), диаметра скважины 220 мм и среднего размера кондиционного куска 500 мм от энергоемкости бурения (рис. 8). Полученная зависимость позволяет проектировщику получить рекомендуемый расход ВВ в соответствии с импортируемыми данными с системы «КОБУС» о характере массива в виде энергоемкости бурения.

### Заключение

Информация, получаемая с системы КОБУС в процессе бурения скважин, позволяет уточнять пространственное залегание прочных и мягких прослоек, выделять особо прочные участки массива, требующие специального внимания при подготовке проекта на массовый взрыв и пр.

Такой подход продемонстрирован на примере предприятий Тугнуйский угольный разрез, Богатырь Комир, Михайловский ГОК им. А.В. Варичева и др.

Как показывает сопоставление данных, для месторождений, характеризующихся контрастностью прочностных свойств пород, как показано на примере карьера Богатырь Комир, наблюдается линейная зависимость между энергоемкостью бурения и крепостью пород по шкале проф. Протодяконова с точностью корреляции до 85%. Такая зависимость позволяет количественно уточнять данные предварительной геологической разведки на конкретном участке массива.

Энергоемкость бурения может применяться при непрерывном мониторинге состояния массива на обрабатываемом участке. При переходе от блока с типичным распределением энергоемкости бурения к блоку, где чаще встречаются более крепкие породы, взрывнику следует принять меры, чтобы добиться ожидаемого качества взрыва.

Установленная зависимость между удельным расходом и энергоемкостью бурения для эталонного ВВ позволяет рассчитать оптимальное распределение выбранного заряда по блоку в соответствии с прочностной неоднородностью массива. Энергоемкость по блоку может быть районирована на участки, в зависимости от размера блока и степени неоднородности. При этом для каждого участка рассчитывается свой удельный расход. Если же массив по энергоемкости бурения достаточно однороден, то заряд при равномерной сетке скважин также распределяется равномерно по блоку.

Информация о неоднородности массива может быть также использована и для решения задачи оптимизации конструкции заряда, например, с применением воздушного промежутка. При этом воздушный промежуток необходимо расположить напротив мягкого прослойка.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тангаев И. А. Буримость и взрываемость горных пород. М.: Недра. – 1978. – С. 184 (на русском языке)
2. Коваленко В.А. Автоматизированная подготовка производства на карьерах // Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета. – 2009. – Т. 9. – №11. – С. 118-123 (на русском языке)
3. Артемьев В.Б., Коваленко В.А., Каинов А.И., Опанасенко П.И., Исайченков А.Б. Современные информационные технологии в подготовке и проведении БВР на угольных разрезах СУЭК // Уголь. – 2012. – №11. – С. 6-14 (на русском языке)
4. Белкина Т.А. Геологическое сопровождение отработки Олонь-Шибирского месторождения с использованием возможностей ПТК «Blast Maker» // Передовые технологии на карьерах: сборник докладов. – Бишкек: КРСУ. – 2015. – С. 65-67 (на русском языке)
5. Игнатъев Н.Н. Применение бескернового бурения для целей эксплуатационной разведки и оценки зольности угля на Олонь-Шибирском каменноугольном месторождении // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – №3. – С. 134-141. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-03-0-134-141 (на русском языке)
6. Татарчук С. Ю. Опыт внедрения и эксплуатации ПТК Blast Maker на карьерах // Горный журнал. – 2013. – №11(103). – С. 29-32 (на русском языке)
7. Vogusz A., Wikowska M. Удельная энергия разрушения угольных пород // Журнал геотехники и механики. – 2015. – №1(37). – С. 9-16. DOI: 10.1515/sgem-2015-0002 (на английском языке)
8. Wang Q., Qin Q., Gao S., Li S., Gao H. Энергетический подход в анализе корреляции между параметрами бурения и пределом прочности на сжатии пород // Журнал по вопросам угольной промышленности в Китае. – 2018. – 43(5). – С. 1289-1295 (на английском языке)

### ПАЙДАЛАНЫЛГАН ЭДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Тангаев И. А. Таужыныстарының бұрғылануы мен жарылғыштығы. М.: Недра. – 1978. – Б. 184 (орыс тілінде)
2. Коваленко В.А. Ашықкеништерде өндірістің автоматтандырылған дайындығы // Қыргыз-Ресей Славян университеті хабаршысы. – 2009. – Т. 9. – № 11. – Б. 118-123 (орыс тілінде)



3. Артемьев В.Б., Коваленко В.А., Каинов А.И., Опанасенко П.И., Исайченков А.Б. СКЭЖ көмір қималарында БЖЖ дайындау және өткізуде заманауи ақпараттық технологиялар // Көмір. – 2012. – №11. – Б. 6-14 (орыс тілінде)
4. Белкина Т.А. «Blast Maker» БТК мүмкіндіктерін пайдаланатын Олонь-Шибир кен орнын өңдеудің геологиялық сүйемелдеу // Ашықкеніштердегі озық технологиялар: баяндамалар жинағы. – Бішкек: КРСУ. – 2015. – Б. 65-67 (орыс тілінде)
5. Игнатъев Н.Н. Олонь-Шибир тас көмір кен орнында көмірдің күлділігін пайдаланып барлау және бағалау мақсатында кернсіз бұрғылауды қолдану // Тау ақпараттық-аналитикалық бюллетень (ғылыми-техникалық журнал). – 2019. – №3. – Б. 134-141. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-03-0-134-141 (орыс тілінде)
6. Татарчук С. Ю. Ашықкеніштерде Blast Maker БТК ендіру және пайдалану тәжірибесі // Тау журналы. – 2013. – №11(103). – Б. 29-32 (орыс тілінде)
7. Bogusz A., Bukowska M. Көмір таужыныстарын бұзудың меншікті энергиясы // Геотехника және механика журналы. – 2015. – №1(37). – Б. 9-16. DOI: 10.1515/sgem-2015-0002 (ағылшын тілінде)
8. Wang Q., Qin Q., Gao S., Li S., Gao H. Таужыныстарын бұрғылау параметрлері мен қысымға беріктігі шегі арасындағы корреляцияны талдаудағы энергетикалық тәсіл // Қытайдағы көмір өнеркәсібі мәселелері жөніндегі журнал. – 2018. – 43(5). – Б. 1289-1295 (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. Tangaev I. A. Drillability and explosibility of rocks. M.: Nedra. – 1978. – P. 184 (in Russian)
2. Kovalenko V.A. Automated preparation of production in quarries // Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University. – 2009. – Vol. 9. – No. 11. – P.118-123 (in Russian)
3. Artemyev V.B., Kovalenko V.A., Kainov A.I., Opanasenko P.I., Isaichenkov A.B. Modern information technologies in the preparation and conduct of drilling and blasting at SUEK coal mines // Ugol. – 2012 – No.11. – P. 6-14 (in Russian)
4. Belkina T.A. Geological support for the development of the Olon-Shibirsk deposit using the capabilities of the «Blast Maker» SHC // Advanced technologies in quarries: a collection of reports, Bishkek: KRSU. – 2015 – P. 65-67 (in Russian)
5. Ignatiev N.N. Application of coreless drilling for the purposes of operational exploration and assessment of coal ash content in Olon-Shibirsk coal field// Mountain Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). – 2019 – No. 3. – P. 134-141. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-03-0-134-141 (in Russian)
6. Tatarchuk S. Y. Experience of implementation and operation of the Blast Maker SHC at the quarries // Mining Journal. – 2013. – No. 11(103). – P. 29-32 (in Russian)
7. Bogusz A., Bukowska M. Specific energy of hard coal under load. Studia Geotechnica et Mechanica. – 2015. – 1(37). – P.9-16. DOI: 10.1515/sgem-2015-0002 (in English)
8. Wang Q., Qin Q., Gao S., Li S., Gao H. Relationship between rock drilling parameters and rock uniaxial compressive strength based on energy analysis// Journal of China Coal Society. – 2018. – 43 (5). – P. 1289-1295 (in English)

## Сведения об авторах:

**Григорьев В.В.**, кандидат технических наук, директор Института коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского Университета (г. Бишкек, Кыргызская Республика), [grigorevww@blastmaker.kg](mailto:grigorevww@blastmaker.kg); <https://orcid.org/0009-0005-9435-2203>

**Райымкулов М.А.**, старший научный сотрудник Института коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского Университета (г. Бишкек, Кыргызская Республика), [raiymkulovma@blastmaker.kg](mailto:raiymkulovma@blastmaker.kg); <https://orcid.org/0009-0002-4831-1038>

**Киселев А.О.**, начальник управления «Кобус» Общества с ограниченной ответственностью «Blast Maker» (г. Бишкек, Кыргызская Республика), [kiselev@blastmaker.kg](mailto:kiselev@blastmaker.kg); <https://orcid.org/0009-0004-1145-6449>

## Авторлар туралы мәліметтер:

**Григорьев В.В.**, техника ғылымдарының кандидаты, Қырғыз-Ресей Славян университетінің Байланыс және ақпараттық технологиялар институтының директоры (Бішкек қ., Қырғыз Республикасы)

**Райымкулов М.А.**, Қырғыз-Ресей Славян университетінің Байланыс және ақпараттық технологиялар институтының аға ғылыми қызметкері (Бішкек қ., Қырғыз Республикасы)

**Киселев А.О.**, «Blast Maker» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің «Кобус» бөлімінің басшысы (Бішкек, Қырғыз Республикасы)

## Information about authors:

**Grigoriev V.V.**, Candidate of Technical Sciences, Director of the Institute of Communications and Information Technologies of the Kyrgyz-Russian Slavic University (Bishkek, Kyrgyz Republic)

**Raiymkulov M.A.**, Senior Researcher, Institute of Communications and Information Technologies of Kyrgyz-Russian Slavic University (Bishkek, Kyrgyz Republic)

**Kiselev A.O.**, Head of the «Kobus» Department of the Limited Liability Company «Blast Maker» (Bishkek, Kyrgyz Republic)

0+

# Металлообработка. Металлургия

26–29  
сентября

16-я выставка современных технологий,  
оборудования, материалов для машиностроения,  
металлообрабатывающей промышленности,  
подготовительного и литейного производства

2023, Пермь

крупнейший  
специализированный  
региональный проект  
в России

(342) 264-64-27  
egorova@expoperm.ru  
metal.expoperm.ru



XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

СУРГУТ.  
НЕФТЬ И ГАЗ  
2023

27-29  
СЕНТЯБРЯ

+7 (3462) 94-34-54  
sales@yugcont.ru  
sngexpo.ru

XXVIII INTERNATIONAL  
SPECIALIZED  
TECHNOLOGICAL EXHIBITION

SURGUT.  
OIL & GAS  
2023

г. Сургут,  
СОК «Энергетик»  
ул. Энергетиков, 47



Код МРНТИ 52.13.21

В.А. Колосов<sup>1</sup>, В.Г. Долгушев<sup>2</sup>, А.И. Илларионов<sup>1</sup>, \*М.А. Райымкулов<sup>3</sup><sup>1</sup>Акционерное общество «Полиметалл Управляющая компания» (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация),<sup>2</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Blast Maker» (г. Бишкек, Кыргызская Республика),<sup>3</sup>Институт коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского Университета (г. Бишкек, Кыргызская Республика)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ «BLASTMAKER» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «ПОЛИМЕТАЛЛ УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ»

**Аннотация.** В связи с горно-технологическими особенностями, экономическими и техническими требованиями к добыче минеральных ресурсов, у предприятий АО «Полиметалл УК» возникает необходимость в применении особо точных инструментов для проектирования и планирования буровзрывных работ. Одним из таких инструментов является система автоматизированного проектирования буровзрывных работ «BlastMaker». В статье обзорно рассматриваются адаптированные инструменты системы для условий открытых и подземных горных работ на предприятиях АО «Полиметалл УК».

**Ключевые слова:** горно-геологические информационные системы, сортовое планирование, буровзрывные работы, зоны дробления, цифровизация взрывных работ.

**«Полиметалл Басқарушы компаниясы» Акционерлік қоғамының кәсіпорындарында «BlastMaker» бұрғылау-жару жұмыстарын автоматтандырылған жобалау жүйесін пайдалану**

**Аннотация.** Тау-кен-технологиялық ерекшеліктеріне, минералды ресурстарды өндіруге қойылатын экономикалық және техникалық талаптарға байланысты «Полиметалл БК» АҚ кәсіпорындарында бұрғылау-жару жұмыстарын жобалау және жоспарлау үшін аса дәл құралдарды қолдану қажеттілігі туындайды. «BlastMaker» бұрғылау-жару жұмыстарын автоматтандырылған жобалау жүйесі осындай құралдардың бірі болып табылады. Мақалада «Полиметалл БК» АҚ кәсіпорындарында ашық және жерасты тау-кен жұмыстарының жағдайларына арналған бейімделген жүйе құралдары қарастырылады.

**Түйінді сөздер:** тау-кен-геологиялық ақпараттық жүйелер, сұрыптық жоспарлау, бұрғылау-жару жұмыстары, ұсақтау аймақтары, жару жұмыстарын цифрландыру.

**Using BlastMaker automated drilling and blasting design system at the enterprises of Polymetal Managing company joint stock company**

**Abstract.** In view of the mining and technological specifics, economic and technical requirements for the extraction of mineral resources, the enterprises of Polymetal MC JSC have the need to use highly accurate tools for the design and planning of drilling and blasting operations. BlastMaker, an automated drilling and blasting design system, is one such tool. The article reviews the adapted tools of the system for the conditions of open-pit and underground mining works at the enterprises of JSC Polymetal MC.

**Key words:** mining and geological information systems, grade planning, drilling and blasting, crushing zones, digitalization of blasting.

### Введение

Минеральные ресурсы, представленные на предприятиях Полиметалла, характеризуются тонкими рудными телами, богатыми по содержанию золота и серебра. Объем горной массы, взрываваемой на одном блоке, составляет от 2 до 15 тыс. куб. м., что обусловлено малыми размерами рудных тел. В связи с этим на предприятиях требуется подготовить большое количество проектов за короткий срок. Ранее проекты готовились в полуручном режиме с применением системы AutoCAD. Скудность возможностей не позволяла прорабатывать различные параметры буровзрывных работ (БВР), в результате проектирование велось преимущественно по заданным параметрам, например, по фиксированной сетке скважин. Такой процесс проектирования достаточно трудоемкий и не позволяет достичь необходимого эффекта минимизации разубоживания и потерь.

В связи с этим возникает необходимость в цифровой системе, обеспечивающей высокую точность и оперативность проектирования БВР, позволяющей производить имитацию результатов взрывных работ, оценку потерь и разубоживания и при необходимости производить редактирование проекта. Система автоматизированного проектирования БВР (САПР БВР) «BlastMaker» больше всего отвечает на данные запросы [1]. Этап адаптации програм-

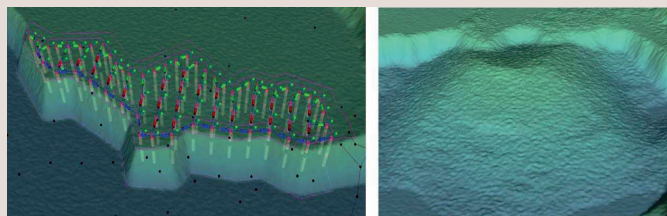
мы под конкретные горно-технологические особенности месторождений позволяет включать новые функции и возможности в САПР БВР и, тем самым, в полном объеме удовлетворить запросы предприятий.

### Методика

В процессе адаптации функционала САПР БВР «BlastMaker» разработчиками программного обеспечения и специалистами предприятия проводится совместный анализ горно-технологических особенностей месторождения. По результатам анализа разрабатываются методики расчетов, которые включаются в программный пакет. Для обеспечения оперативности проектирования БВР и планирования горных работ возникает необходимость в разработке дополнительных функций и инструментов программы. Настройки расчетных моделей и инструментов производятся по результатам опытно-промышленных испытаний в условиях месторождения.

### Результаты

Совместная работа АО «Полиметалл УК» с САПР БВР «BlastMaker» началась с 2012 года на предприятии «Ресурсы Албазино» (Харабароский край, Российская Федерация). В последующем адаптация была произведена на



**Рис. 1. Задание схемы коммутации и результаты моделирования развала горной массы в среде САПР БВР «BlastMaker».**

**Сурет 1. «BlastMaker» БЖЖ АЖЖ ортасында тау массасының құлауын модельдеу нәтижелері мен коммутация схемасының тапсырмасы.**

**Figure 1. The switching scheme task and the results of rock mass breakdown in BlastMaker DBO ADS modeling environment.**

таких месторождениях, как Варваринское, Омолонская ЗРК, Комаровское, Бакырчикское и т.д.

В результате адаптации на предприятиях Полиметалла в программу было внесено более 50 различных функций и инструментов для проектирования открытых горных работ. В том числе, расширены и добавлены функции для разделения карьера по зонам с различными типами пород и различными физико-механическими свойствами для более точного прогнозирования линии отрыва горного массива. Добавлен ряд функций для оперативного задания параметров взрывных работ. Настроен экспорт данных вертикальных сечений проекта из САПР БВР «BlastMaker» в систему AutoCAD. Разработан инструмент подсчета показателей потерь и разубоживания с учетом определенных граничных содержаний для нескольких сортов руды, расширены функции работы с триангуляционными поверхностями и каркасами, блочными геомеханическими и рудопородными моделями и т.д.

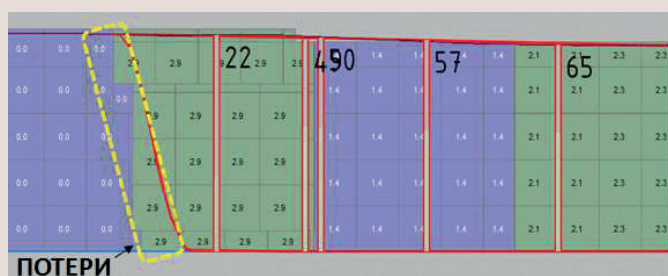
Из-за отсутствия удовлетворительной системы проектирования БВР для подземных горных выработок (ПГР) в условиях предприятий АО «Полиметалл УК», возникла необходимость в разработки специального программного

обеспечения «BlastMaker Underground». В течение года с июня 2017 по июнь 2018 со стороны предприятий проводились консультации с разработчиками программы, обсуждения способов реализации функционалов проектирования, тесты промежуточных версий, устранялись ошибки и уточнялись детали. В результате получена окончательная базовая версия программного обеспечения и пошаговая инструкция по использованию ПО. Первая адаптация САПР БВР для ПГР проведена под условия месторождений Арылах и Дукаат «Серебра Магадана» [2].

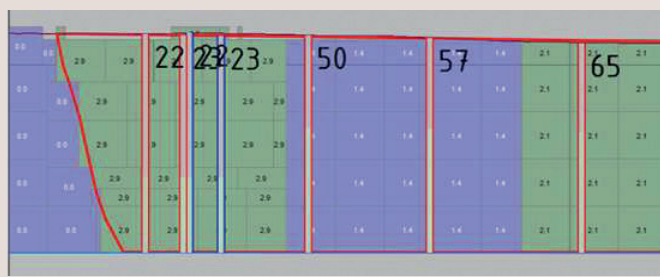
### Сортовое планирование в САПР БВР «BlastMaker»

Объединив усилия разработчиков программы и специалистов АО «Полиметалл УК», была проведена работа по реализации подготовки всех этапов сортового планирования в САПР БВР «BlastMaker» с целью оптимизации работы целевых специалистов и повышения качества планирования. В ходе усовершенствования программы, удалось многократно расширить ее функционал. Реализованы возможности и преимущества для перехода из сторонней программы Datamine в САПР БВР «BlastMaker» в рамках сортового планирования. Вся работа настроена в одном ПО от построения поверхности рельефа до расчета товарной руды. Настроена возможность использования максимально приближенных контуров товарной руды к реальной отработке блока при добычных работах для исключения нагрузки на технику в участках, где массив недостаточно разрушен. При этом контур товарной руды строится на основе границ имитации взрывных работ, за счет чего при подготовке сортового плана одновременно подготавливается проект на бурение и взрыв. Усовершенствованы инструменты при работе с каркасами для построения зоны погашения.

Реализована возможность оперативного расчета товарной руды, потерей и разубоживания. Функционал САПР БВР «BlastMaker» позволяет произвести расчет товарной руды как исключительно в контуре товарной руды, так и в контуре каркаса лимита, в котором учитываются объемы товарной руды и потери, оставленные в массиве при плани-



а)



б)

**Рис. 2. Корректировка сортового плана в среде САПР БВР «BlastMaker» по результатам моделирования каркаса взрыва (вертикальное сечение). В первом случае наблюдаются потери (а), которые исключаются добавлением дополнительного ряда скважин (б).**

**Сурет 2. Жарылыс қаңқасын (тік қима) модельдеу нәтижелері бойынша «BlastMaker» БЖЖ АЖЖ ортасында сұрыптық жоспарды түзету. Бірінші жағдайда шығындар (а) байқалады, олар ұңғымалардың қосымша қатарын қоса отырып алынып тасталады (б).**

**Figure 2. Adjustment of the grade plan in the BlastMaker DBO ADS environment based on the results of blast frame modeling (vertical section). In the first case, there are losses (a), which are eliminated by adding an additional row of wells (b).**

ровании. После полного расчета товарной руды и получения показателей потерей и разубоживания в рамках планируемой отработки рудных секторов производится оценка контуров товарной руды с целью повышения качества добываемой руды и снижения плановых потерь. По результатам оценки производится редактирование параметров БВР так, чтобы максимально снизить количество потерь и разубоживания. Результаты могут быть экспортированы как в форматы программы Datamine, так и в табличные форматы Excel.

Для проверки расчета товарной руды в САПР БВР «BlastMaker» были произведены дополнительные проверочные расчеты в Datamine. Разница отклонений по качественным и количественным показателям составила 0,3-1,0 %.

### Система проектирования БВР для подземных горных выработок

Для полноценного проектирования БВР в условиях подземных горных выработок предприятий АО «Полиметалл УК» в программу «BlastMaker Underground» включены функции и инструменты для создания нового проекта, импорта триангуляционных поверхностей горных выработок (актуальных и планируемых), блочных рудопородных и геомеханических моделей, построения и редактирования сечений, задания скважин, моделирования взрыва, расчета товарной руды и оформления проектной документации. Предполагается, что все исходные данные для проектирования (камеры, штреки и блочные модели) поставляются из программы Datamine. Но это вовсе не исключает использование других систем горно-геологического моделирования как источника исходных данных для программы «BlastMaker Underground».

Геологическая служба предприятия занимается созданием и непрерывным пополнением модели минерализации и модели контроля содержаний, что обеспечивает

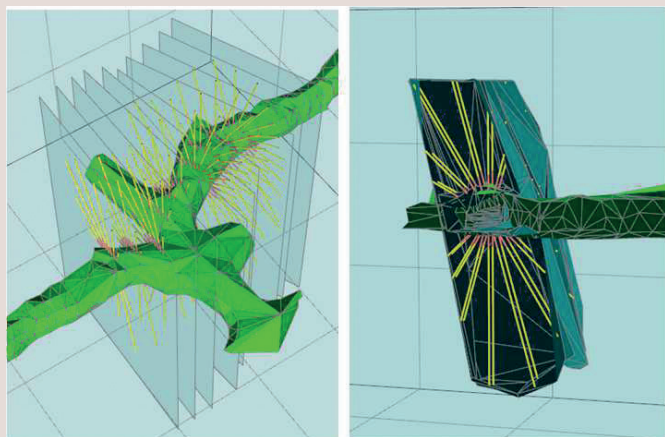
актуальность поставляемых данных в программу. Для удобства проектирования модель можно расцветить в различном виде.

В программе учитываются габариты буровой техники. Под каждый вид техники можно ввести габаритные параметры техники и проверить возможность размещения техники для выполнения проекта БВР. В процессе проектирования скважин производится автоматическая проверка возможности размещения бурового оборудования в выработке в заданном положении не только в плоскости сечения, но и по всем габаритам установки. Это позволяет проектировщику БВР более детально проработать план бурения.

Включены инструменты автоматической расстановки параллельных и веерных скважин в привязке к загруженным каркасам, а также к контурам на плоскостях сечений, построенным вручную по разрезу блочной модели (для сортового планирования). Помимо автоматической расстановки, присутствуют инструменты ручного построения и редактирования спроектированных скважин. Разработаны инструменты для совмещения в одном сечении веерных и параллельных скважин, задания величины недобура и перебура, положения податчика и точки забуривания по-сегментно для различных участков веера.

Информация о физико-механических свойствах массива позволяет произвести расчет распространения энергии взрыва с учетом бризантно-фугасных свойств взрывчатого вещества и давления пороховых газов в скважине. Данная математическая модель и параметры настраивается для каждого месторождения в рамках адаптации совместно со специалистами предприятий по результатам опытно-промышленных испытаний.

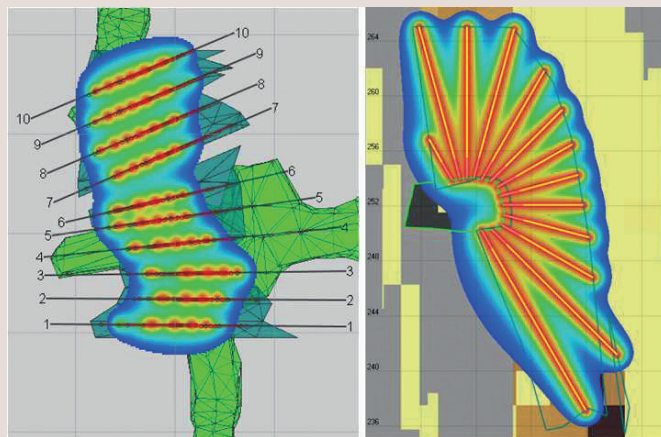
Оперативный расчет контура отрыва, его изменений в случае корректировки положения и заряда скважин, оперативный расчет показателей товарной руды в границах контура



**Рис. 3. Проектирование БВР: расстановка веерных скважин с привязкой к планируемому контуру отбойки в среде «BlastMaker Underground».**

**Сурет 3. БЖЖ жобалау: «BlastMaker Underground» ортасында жоспарланған қопару контурына байланған тарамды ұңғымаларды орналастыру.**

**Figure 3. DBO design: fan placement with reference to the planned drilling contour in the BlastMaker Underground environment.**



**Рис. 4. Моделирование взрыва и анализ распределения энергии по объему и в сечении в среде «BlastMaker Underground».**

**Сурет 4. Жарылысты модельдеу және «BlastMaker Underground» ортасында көлем мен қима бойынша энергияның таралуын талдау.**

**Figure 4. Blast simulation and analysis of energy distribution by volume and cross section in the BlastMaker Underground environment.**



отрыва, а также расчет потерей и разубоживания позволяет проектировщику добиться оптимального варианта сортового плана. По результатам анализа отработки опытно-промышленных испытаний фактическая средневзвешенная выемочная мощность превысила плановую на 0,1-0,5 м.

### Закключение

Таким образом, совместный анализ горно-технологических особенностей месторождения разработчиками программного обеспечения и специалистами предприятия позволил произвести полномасштабную адаптацию САПР БВР «BlastMaker» для условий предприятий АО «Полиме-

талл УК». По результатам анализа разработаны методики расчетов, которые включены в программный пакет.

В ходе совместных работ удалось многократно расширить функционал программы, обеспечив всю работу в одной программной среде от задания поверхности до расчета товарной руды, потерей и разубоживания. Настройка расчетных моделей позволила добиться сходимости моделируемых каркасов взрыва к реальной отработке блока, что привело к снижению нагрузки на технику, в участках, где массив недостаточно разрушен, и возможности оперативного редактирования проекта для обеспечения минимума потерей и разубоживания.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгушев В.Г. Система автоматизированного проектирования буровзрывных работ на карьерах «BlastMaker» // Горный журнал Казахстана. – 2013. – №11. – С. 28-32 (на русском языке)
2. Манакоев А.А., Парамонов Г.П. Использование программного обеспечения для анализа показателей потерей и разубоживания в условиях рудника «Дукат» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – №56. – С. 333-341 (на русском языке)

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Долгушев В.Г. «BlastMaker» кеніштерінде бұрғылау-жару жұмыстарын автоматтандырылған жобалау жүйесі // Қазақстанның тау-кен журналы. – 2013. – №11. – Б. 28-32 (орыс тілінде)
2. Манакоев А.А., Парамонов Г.П. «Дукат» кенішіндегі шығындар мен құнарсыздандыру көрсеткіштерін талдау үшін бағдарламалық қамтылымды пайдалану // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені (ғылыми-техникалық журнал). – 2019. – №56. – Б. 333-341 (орыс тілінде)

### REFERENCES

1. Dolgushev V.G. The BlastMaker system of automated drilling and blasting design in open pits // Mining Journal of Kazakhstan. – 2013. – No.11. – P. 28-32 (in Russian)
2. Manakov A.A., Paramonov G.P. Using software for analysis of loss and dilution indicators in the conditions of the Dukat mine // Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). – 2019. – No.56. – P. 333-341 (in Russian)

### Сведения об авторах:

**Колосов В.А.**, заместитель директора Производственной дирекции Акционерного общества «Полиметалл Управляющая компания» (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация), [Kolosov@polymetal.ru](mailto:Kolosov@polymetal.ru); <https://orcid.org/0009-0006-7264-670X>

**Долгушев В.Г.**, начальник управления «Система автоматизированного проектирования буровзрывных работ «BlastMaker» Общества с ограниченной ответственностью «Blast Maker» (г. Бишкек, Кыргызская Республика), [dolgushevvg@blastmaker.kg](mailto:dolgushevvg@blastmaker.kg); <https://orcid.org/0009-0000-1563-2295>

**Илларионов А.И.**, ведущий специалист по открытым горным работам Технического управления Производственной дирекции Акционерного общества «Полиметалл Управляющая компания» (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация), [IllarionovAI@polymetal.ru](mailto:IllarionovAI@polymetal.ru); <https://orcid.org/0009-0004-2760-5170>

**Райымкулов М.А.**, старший научный сотрудник Института коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского Университета (г. Бишкек, Кыргызская Республика), [raiymkulovma@blastmaker.kg](mailto:raiymkulovma@blastmaker.kg); <https://orcid.org/0009-0002-4831-1038>

### Авторлар туралы мәліметтер:

**Колосов В.А.**, «Полиметалл басқарушы компаниясы» акционерлік қоғамының Өндірістік дирекциясы директорының орынбасары (Санкт-Петербург қ., Ресей Федерациясы)

**Долгушев В.Г.**, «Blast Maker» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің «BlastMaker» бұрғылау-жару жұмыстарын автоматтандырылған жобалау жүйесі басқармасының бастығы Бішкек қ., Қырғыз Республикасы)

**Илларионов А.И.**, «Полиметалл басқарушы компаниясы» акционерлік қоғамының Өндірістік дирекциясы техникалық басқармасының Ашық тау-кен жұмыстары жөніндегі жетекші маманы (Санкт-Петербург қ., Ресей Федерациясы)

**Райымкулов М.А.**, Қырғыз-Ресей Славян университетінің коммуникациялар және ақпараттық технологиялар институтының аға ғылыми қызметкері (Бішкек қ., Қырғыз Республикасы)

### Information about the authors:

**Kolosov V.A.**, Deputy Director of Production Directorate, Polymetal Management Company Joint Stock Company (St. Petersburg, Russian Federation)

**Dolgushev V.G.**, Head of BlastMaker Automated Blasting Design System, BlastMaker Limited Liability Company (Bishkek, Kyrgyz Republic)

**Illarionov A.I.**, Leading Specialist for Open Pit Mining Works, Technical Administration of Production Directorate of Polymetal Management Company (Saint-Petersburg, Russian Federation)

**Raimkulov M.A.**, Senior Research Fellow, Institute of Communications and Information Technologies, Kyrgyz-Russian Slavic University (Bishkek, Kyrgyz Republic)

Код МРНТИ 52.13.21

А.А. Добраневская<sup>1</sup>, \*М.А. Кулагина<sup>2</sup><sup>1</sup>Подземный рудник «Удачный» Удачинского горно-обогатительного комбината акционерной компании «АЛРОСА» (публичное акционерное общество) (г. Удачный, Российская Федерация),<sup>2</sup>Институт коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского Университета (г. Бишкек, Кыргызская Республика)

## АВТОМАТИЗАЦИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ «УДАЧНЫЙ»

**Аннотация.** В статье описана автоматизация буровзрывных работ на подземном руднике «Удачный» Удачинского ГОКа АК «АЛРОСА» (ПАО) с применением системы автоматизированного проектирования буровзрывных работ (САПР БВР) «BlastMaker». Буровзрывные работы – ответственный процесс в технологии горных работ, качество ведения которых определяет эффективность всех последующих процессов: транспортировки и переработки полезных ископаемых. В процессе цифровизации БВР на руднике было применено программное обеспечение САПР БВР «BlastMaker» для автоматического расчета параметров БВР (в том числе используя возможности имитационного моделирования), опасной и запретной зон, времени проветривания, параметров электровзрывной сети, что дало возможность инженерам-проектировщикам оперативно оптимизировать проекты на бурение и взрыв, как следствие, сократить временные трудозатраты на подготовку проектной документации.

**Ключевые слова:** горнодобывающие предприятия, подземные горные выработки, оптимизация горных работ, проектирование буровзрывных работ, имитационное моделирование, САПР БВР BlastMaker.

### «Удачный» жерасты кенішінде бұрғылау-жару жұмыстарын автоматтандыру

**Аннотация.** Мақалала «BlastMaker» бұрғылау-жару жұмыстарын автоматтандырылған жобалау жүйесін (БЖЖ АЖЖ) қолдана отырып, АЛРОСА (ЖАҚ) АК Удача ТБК-ның «Удачный» жерасты кенішінде бұрғылау-жару жұмыстарын автоматтандыру сипатталған. Бұрғылау – жару жұмыстары – тау-кен жұмыстарының технологиясындағы жауапты процесс, оны енгізу сапасы пайдалы қазбаларды тасымалдау мен өңдеудің барлық кейінгі процестерінің тиімділігін анықтайды. БЖЖ цифрландыру процесінде кеніште БЖЖ параметрлерін (оның ішінде имитациялық модельдеу мүмкіндіктерін пайдалана отырып), қауіпті және тыйым салынған аймақтарды, желдету уақытын, электр жарылыс желісінің параметрлерін автоматты түрде есептеу үшін «BlastMaker» БЖЖ АЖЖ бағдарламалық қамтылымы қолданылды, ол жобалаушы инженерлерге жобалық құжаттаманы дайындауға кететін уақытша еңбек шығындарын қысқарту нәтижесінде бұрғылау мен жарылысқа арналған жобаларды жедел оңтайландыруға мүмкіндік берді.

**Түйінді сөздер:** тау-кен өндіру кәсіпорындары, жерасты тау-кен қазбалары, тау-кен жұмыстарын оңтайландыру, бұрғылау-жару жұмыстарын жобалау, имитациялық модельдеу, BlastMaker БЖЖ АЖЖ.

### Automation of drilling and blasting operations at the Udachny underground mine

**Abstract.** The article describes the automation of drilling and blasting operations at the Udachny underground mine of ALROSA JSC of Udachninsky Mining and Process Plant (MPP) using the BlastMaker automated design system (ADS) for drilling and blasting operations (DBO). Drilling and blasting is a critical process in the technology of mining operations, and its quality determines the productivity of all subsequent processes of transportation and processing of minerals. In the process of DBO digitalization at the mine the BlastMaker software was used for automatic calculation of DBO parameters (including the use of simulation modeling), dangerous and prohibited areas, ventilation time, blasting circuit parameters, which enabled design engineers to optimize drilling and blasting projects, as a result reducing the time spent on preparation of design documentation.

**Key words:** mining enterprises, underground workings, mining optimization, drilling and blasting design, simulation modeling, BlastMaker DBO ADS.

### Введение

Буровзрывные работы (БВР) – это совокупность производственных процессов по отделению скальных горных пород от массива с помощью взрыва. Термин возник с целью подчеркивания неразрывности, взаимосвязи и взаимозависимости процессов бурения, заряжания взрывчатых веществ и непосредственно самого взрыва.

Буровзрывные работы – один из сложнейших и ответственных процессов в технологии горных работ, качество введения которых определяет эффективность всех последующих процессов транспортировки и переработки полезных ископаемых. К безопасности, экономичности и технологичности производства буровзрывных работ (БВР) предъявляются высокие требования, которые касаются, в том числе, документальной отчетности и проектирования.

На подземном руднике Удачный Удачинского АК «АЛРОСА» (ПАО) буровзрывным способом ведутся горнопроходческие и очистные работы. С 2019 года в структуру управления производством на руднике введен отдел буровзрывных работ, перед которым поставили задачу повышения качества и эффективности работ. Это решение было действительно уникальным для компании, так как ни на одном комбинате специализированного инженерного отдела БВР, помимо непосредственно взрывных участков, на тот момент не существовало.

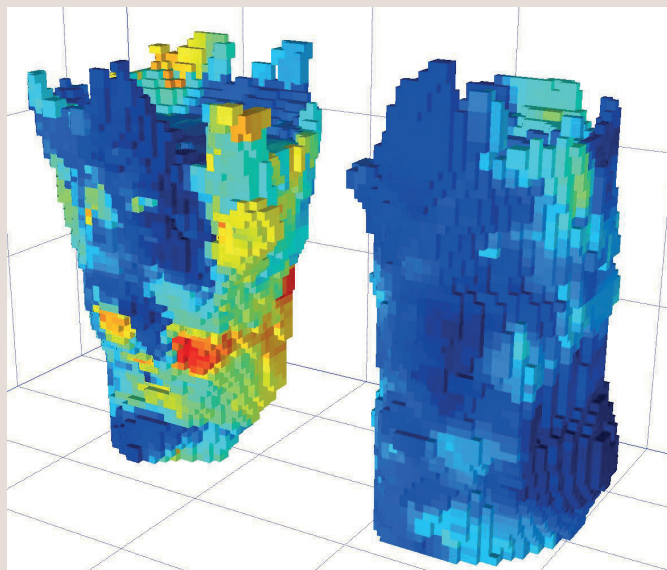
За прошедшее время новому отделу удалось создать базу детальной факторной отчетности и контроля качества БВР, что, в свою очередь, стало основой для начала активной деятельности по поиску оптимальных параметров, повышения операционной эффективности и качества ведения горных работ.

В процессе цифровизации БВР на руднике было применено программное обеспечение САПР БВР «BlastMaker» для автоматического расчета параметров БВР (в том числе, используя возможности имитационного моделирования), опасной и запретной зон, времени проветривания, параметров электровзрывной сети, что дало возможность инженерам-проектировщикам оперативно оптимизировать проекты на бурение и взрыв, как следствие сократить временные трудозатраты на подготовку проектной документации. В данной статье описывается внедрение САПР БВР «BlastMaker» в условиях рудника.

### Методы и исследования

Процесс БВР сопровождается немалой по объему проектной документацией. Особое внимание уделяется паспорту на производство взрывных работ. Расчет параметров БВР, опасной и запретной зон, времени проветривания, параметров электровзрывной сети – ответственный и трудоемкий процесс. В поисках решения, которое в том числе помогло бы сократить временные трудозатраты,





**Рис. 1. Блочная модель месторождения трубки «Удачная» в ПО «BlastMaker».**

**Сурет 1. «BlastMaker» БҚ-да «Удачная» түтік кен орнының блокты моделі.**

**Figure 1. Block model of the Udachnaya pipe deposit in BlastMaker.**

связанные с подготовкой проектов БВР, специалисты отдела начали сотрудничество с компанией «Blast Maker».

Программный продукт компании «Blast Maker» изначально предназначен для выполнения работ, связанных с подготовкой проектно-технической документации на производство БВР на открытых работах. АЛРОСА также использует данное решение на карьерах в Айхальском и Мирнинско-Нюрбинском горно-обогатительных комбинатах.

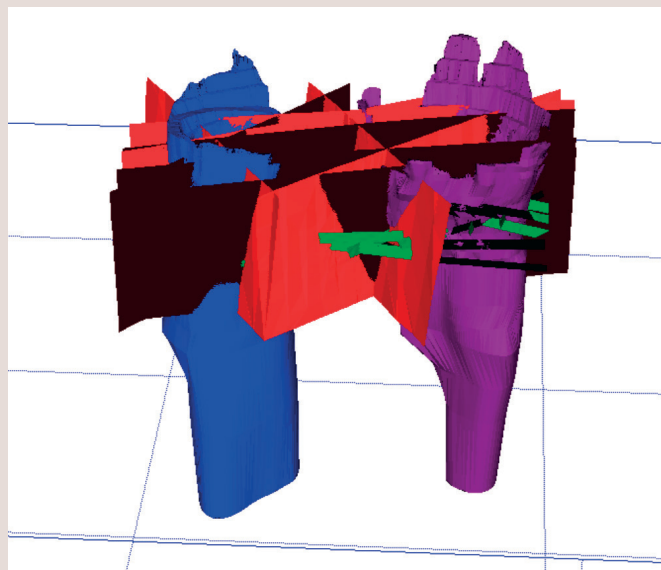
В результате работы по улучшению и развитию программного продукта компания «Blast Maker» представила программное обеспечение (ПО) для подземных работ – САПР БВР «BlastMaker» для подземных горных работ (ПГР). Данный проект был внедрен в отделе буровзрывных работ подземного рудника «Удачный» в 2022 году.

Процесс адаптации ПО является достаточно продолжительным по времени и выполняется в несколько этапов. Первоначально осуществляется сбор и обработка необходимых данных для предварительного определения значений настроечных коэффициентов математических моделей и вычислительных алгоритмов.

### **Результаты**

Немаловажным и актуальным направлением в текущем состоянии развития рудника Удачный является автоматизация и цифровизация процессов БВР, в котором отдел также является лидирующим и прогрессивным. В процессе цифровизации БВР на руднике помимо прочего ПО было применено ПО САПР БВР «BlastMaker» для ПГР.

Для использования программы САПР БВР «BlastMaker» в условиях рудника «Удачный» были введены данные по используемым типам взрывчатых веществ и средств инициирования. Заданы шаблоны конструкций скважин-



**Рис. 2. Основные и второстепенные разломы трубки «Удачная» в ПО «BlastMaker».**

**Сурет 2. «BlastMaker» БҚ-дағы «Удачная» түтігінің негізгі және қосымша сынықтары.**

**Figure 2. Main and auxiliary faults of the Udachnaya pipe in BlastMaker.**

ных зарядов для автоматического формирования параметров заряжения. Для корректного математического расчета энергии взрывания произведен ввод типов пород по литологическому коду по данным блочной модели месторождения.

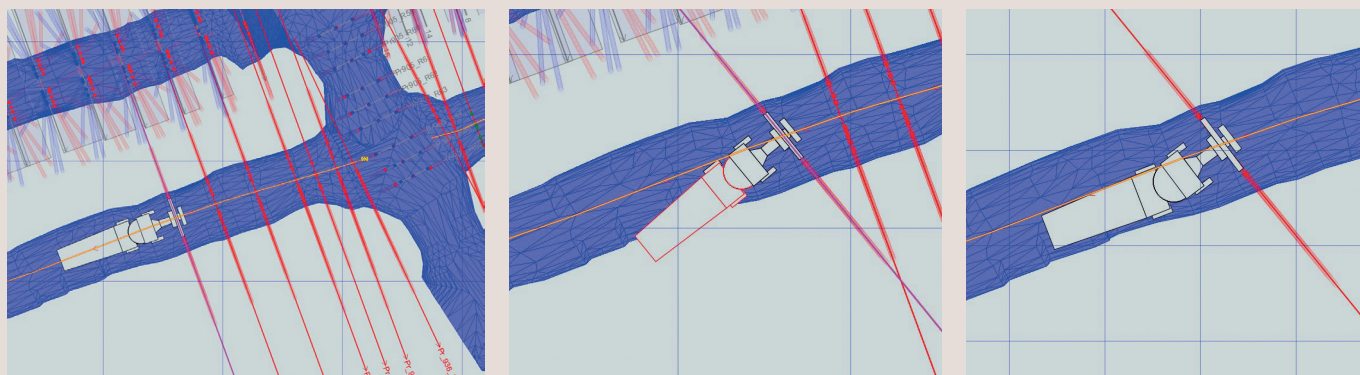
САПР БВР «BlastMaker» для ПГР дает возможность использовать на стадии проектирования бурового веера геомеханические показатели, такие как крепость, трещиноватость и плотность. Появилась возможность загружать данные об основных и второстепенных разломах рудных тел, которые учитываются при проектировании вееров.

Инструментарий по проектированию буровых вееров в САПР БВР «BlastMaker» для ПГР является расширенным и адаптивным к производственному процессу, принятому на предприятии. Среди достоинств программы можно выделить определение геометрии буровой установки, что является полезным при решении сложных задач в труднодоступных местах рудника. Программа просто не позволит позиционировать машину и подсветит буровую установку как «недопустимое положение установки» (рис. 3).

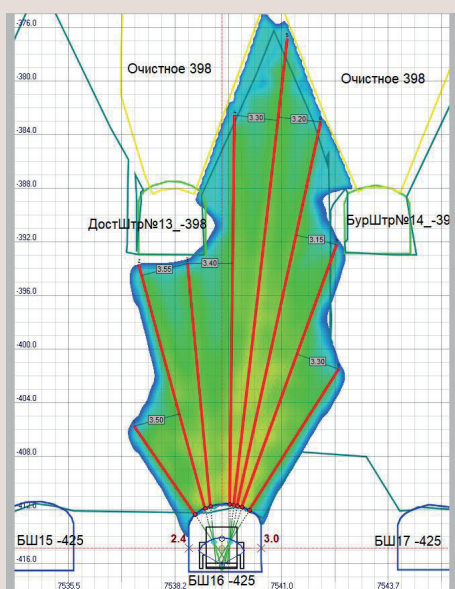
Для адаптации САПР БВР «BlastMaker» для ПГР необходимо было настроить удобный процесс импорта всей необходимой триангуляционной базы из имеющейся системы. Данная задача была успешно решена, что обеспечило в дальнейшем комфортное проектирование.

После того, как машинист буровой установки выносит фактические данные на USB-накопителе, они загружаются обратно в систему. Проектировщик приступает к оценке веера и дальнейшему расчету взрывных работ.

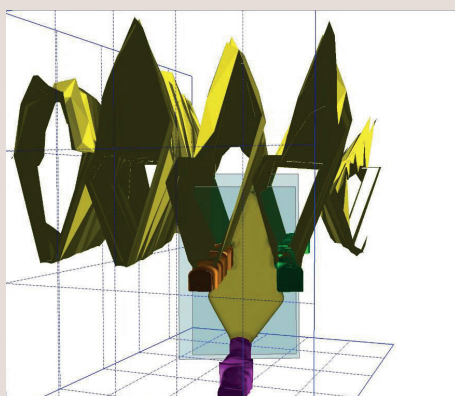
По заданным шаблонам программа осуществляет заряжение веера. На данном этапе появляется возможность



**Рис. 3. Работа с геометрией буровой установки в ПО «BlastMaker».**  
**Сурет 3. «BlastMaker» БҚ-дағы бұрғылау қондырғысының геометриясымен жұмыс.**  
**Figure 3. Working with drilling rig geometry in BlastMaker.**



**Рис. 4. Распределение энергии взрыва в веере в ПО «BlastMaker».**  
**Сурет 4. «BlastMaker» БҚ-да тарамда жарылыс энергиясын бөлу.**  
**Figure 4. Blast energy distribution in the fan in BlastMaker.**

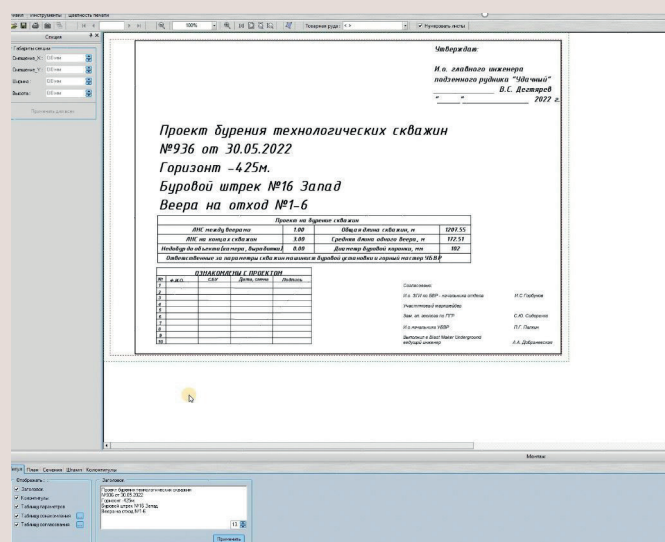


**Рис. 5. Модель взрыва в ПО «BlastMaker».**  
**Сурет 5. «BlastMaker» БҚ-дағы жарылыс моделі.**  
**Figure 5. Blast model in BlastMaker.**

сmodelировать этот взрыв и оценить будущий отбываемый объем и зону влияния энергии взрыва. На рис. 4 представлено изображение распределения энергии взрыва. В случае, если результат будущего взрыва по каким-либо причинам не подходит, проектировщик может изменить конструкцию заряда или сценарий коммутации скважин и заново смоделировать взрыв. Программа также учитывает и распространяет энергию на сопряженные со взрывом объекты, такие как ранее отработанная горная выработка или обнаженные плоскости очистного пространства (рис. 5).

Завершающий этап проектирования – печатный проект БВР, который полностью подготавливается на базе специально разработанных шаблонов предприятия. Процесс стал максимально удобным и быстрым. Проектировщику больше не нужно производить однотипные рутинные расчеты для каждого взрыва заново. Непосредственно из окна программы специалист завершает и проверяет шаблон, после чего отправляет проект на печать (рис. 6).

На этапе опытной эксплуатации системы по мере накопления оперативной информации были уточнены кор-



**Рис. 6. Печатный проект БВР в ПО «BlastMaker».**  
**Сурет 6. «BlastMaker» БҚ-дағы БЖЖ баспа жобасы.**  
**Figure 6. Printed project of DBO in BlastMaker.**



реляционные функции крепости и взрываемости горных пород; подбираются оптимальные способы фильтрации данных, получаемых с буровых станков; корректируются параметры вычислительных алгоритмов с целью максимального соответствия результатов численного моделирования с результатами фактических выполненных взрывов. После завершения «тонкой» настройки всех модулей и компонентов системы ПО обеспечение было переведено в промышленную эксплуатацию.

### Заключение

В процессе цифровизации БВР на руднике было применено программное обеспечение САПР БВР «BlastMaker» для ПГР, которое является удобным инструментом для подготовки проектной документации на бурение и взрыв с использованием заданных конструкций зарядов, что по-

зволяет автоматически определять параметры заряжения.

К одним из достоинств ПО можно отнести функциональные возможности, позволяющие контролировать позиционирование самоходной буровой установки в буровом штреке, а также производить расчет энергии взрывания исходя из типов и данных блочной модели месторождения. Также пользователь может автоматически рассчитать параметры БВР (в том числе используя возможности имитационного моделирования), определить опасную и запретную зоны, время проветривания, параметры электровзрывной сети.

САПР БВР «BlastMaker» для ПГР дало возможность инженерам-проектировщикам оперативно оптимизировать проекты на бурение и взрыв, наглядно увидеть слабые стороны проекта; оперативно внести изменения и получить оптимальный проект на БВР, как следствие, сократить временные трудовые затраты на подготовку проектной документации.

### Сведения об авторах:

*Добраневская А.А.*, ведущий инженер отдела буровзрывных работ подземного рудника «Удачный» Удачинского горно-обогатительного комбината акционерной компании «АЛРОСА» (публичное акционерное общество) (г. Удачный, Российская Федерация), [DobranevskayaAA@alrosa.ru](mailto:DobranevskayaAA@alrosa.ru); <https://orcid.org/0009-0009-3679-3675>

*Кулагина М.А.*, ведущий инженер-программист Института коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского университета (г. Бишкек, Кыргызская Республика), [kulagina@krsu.edu.kg](mailto:kulagina@krsu.edu.kg); <https://orcid.org/0000-0001-7979-7881>

### Авторлар туралы маълумат:

*Добраневская А.А.*, «АЛРОСА» акционерлік компаниясының (жария акционерлік қоғам) Удачный тау-кен байыту комбинатының «Удачный» жерасты кенішінің бұрғылау-жару жұмыстары бөлімінің жетекші инженері (Удачный к., Ресей Федерациясы)

*Кулагина М.А.*, Кыргыз-Ресей Славян университетінің коммуникациялар және ақпараттық технологиялар институтының жетекші инженер-бағдарламашысы (Бишкек к., Кыргыз Республикасы)

### Information about the authors:

*Dobranevskaya A.A.*, Leading Engineer of Drilling and Blasting Operations Department, Udachny underground mine, Udachny Mining and Processing Plant, ALROSA Joint Stock Company (public joint-stock company) (Udachny, Russian Federation)

*Kulagina M.A.*, Leading Programming Engineer, Institute of Communications and Information Technologies, Kyrgyz-Russian Slavic University (Bishkek, Kyrgyz Republic)



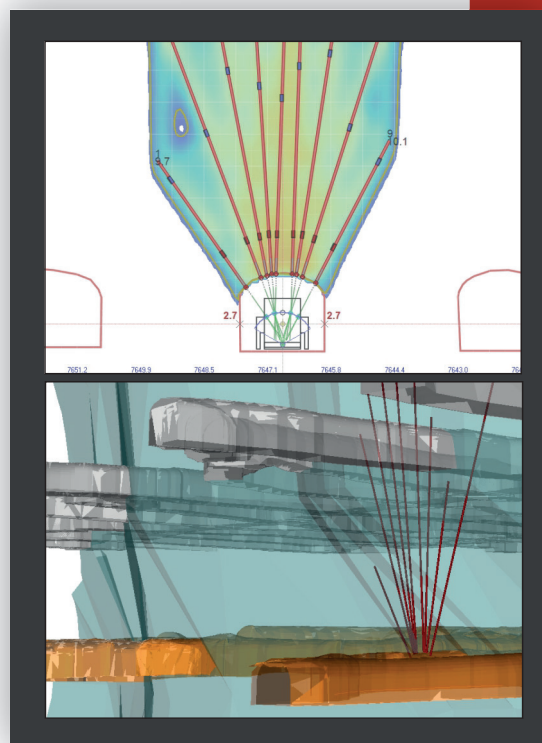
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ БУРОВЗРЫВНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

# BLAST MAKER

## САПР БВР

### Blast Maker Underground:

1. ПО предназначено для составления проектов на бурение и взрыв для подземных горных работ, ведения базы данных и оптимизации процесса составления паспортов БВР.
2. В программе присутствуют инструменты автоматической расстановки параллельных и веерных скважин, а также инструменты ручного построения и редактирования скважин.
3. В процессе проектирования скважин производится автоматическая проверка возможности размещения бурового оборудования в выработке в заданном положении не только в плоскости сечения, но и по всем габаритам установки.



Код МРНТИ 52.13.19

\*E.Kh. Aben<sup>1</sup>, D.K. Akmetkanov<sup>1</sup>, S.M. Chukharev<sup>2</sup>, A. Omirgali<sup>1</sup><sup>1</sup>Satbayev University (Almaty, Kazakhstan),<sup>2</sup>National University of Water and Environmental Engineering (Rivne, Ukraine)

## INCREASE IN FLOW RATE OF EXTRACTION WELLS DURING URANIUM LEACHING USING A CHEMICAL REAGENT

**Abstract.** The article presents the results of the study and analysis of the mining and geological features of the object of study, which made it possible to identify the main reason for the decrease in the flow rate of pumping wells due to the colmatation of filters and the filter part of wells due to the predominance of silicon compounds in the array. Therefore, the technology of decolmatization of filters and the filter part of wells is proposed and the results of pilot work to increase the flow rate of pumping wells during underground borehole leaching of uranium using ammonium bifluoride are presented. Comparative results before and after treatment of the leaching solution with ammonium bifluoride showed that the flow rate of various pumping wells increased from 1.4 to 4.4 m<sup>3</sup>/h, and in others – from 2 to 5.3 m<sup>3</sup>/h.

**Key words:** colmatization of filters, uranium, underground well leaching, flow rate, extraction well, ammonium bifluoride, hydrofluoric acid.

### Химиялық реагентті қолдана отырып уранды сілтілеу кезінде айдау ұңғымаларының дебитін арттыру

**Аннотация.** Мақаллада зерттеу объектісінің тау-кен геологиялық ерекшеліктерін зерттеу және талдау нәтижелері келтірілген, бұл массивте кремний қосылысының басым болуына байланысты сүзгілер мен ұңғымалардың сүзгі бөлігінің колматациясына байланысты сорғы ұңғымаларының дебитінің төмендеуінің негізгі себебін анықтауға мүмкіндік берді. Сондықтан сүзгілерді және ұңғымалардың сүзгі бөлігін деколматациялау технологиясы ұсынылды және аммоний бифторидін қолдана отырып, уранды жерасты ұңғымасымен шаймалау кезінде сорғы ұңғымаларының дебитін арттыру бойынша тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстардың нәтижелері келтірілген. Бифторидті аммониймен шаймалау ерітіндісін өндеуге дейінгі және кейінгі салыстырмалы нәтижелер әртүрлі сорғы ұңғымаларының дебиті сағатына 1,4-тен 4,4 м<sup>3</sup> дейін, ал басқаларында сағатына 2-ден 5,3 м<sup>3</sup> дейін өскенін көрсетті.

**Түйінді сөздер:** сүзгілерді колматациялау, уран, жерасты ұңғымаларын шаймалау, дебит, сорғы ұңғымасы, аммоний бифториді, фтор қышқылы.

### Повышение дебита откачных скважин при выщелачивании урана с применением химического реагента

**Аннотация.** В статье приведены результаты изучения и анализа горно-геологических особенностей объекта исследования, что позволило выявить основную причину снижения дебита откачных скважин из-за колматации фильтров и прифильтровой части скважин за счет преобладания в массиве соединений кремния. Поэтому предложена технология деколматации фильтров и прифильтровой части скважин и приведены результаты опытно-промышленных работ по повышению дебита откачных скважин при подземном скважинном выщелачивании урана с применением бифторида аммония. Сравнительные результаты до и после обработки выщелачивающим раствором бифторид аммонием показали, что дебит различных откачных скважин увеличились с 1,4 до 4,4 м<sup>3</sup>/ч, а в других – с 2 до 5,3 м<sup>3</sup>/ч.

**Ключевые слова:** колматация фильтров, уран, подземное скважинное выщелачивание, дебит, откачная скважина, бифторид аммония, плавиковая кислота.

### Introduction

In terms of mineral reserves the Republic of Kazakhstan ranks second in the world among the uranium-producing states, it's estimated at 1,5 million tons. Therefore the country can almost unlimitedly increase cheap uranium production, along with Canada and Australia [1].

According to the moderate scenario of development of the world nuclear energy, uranium reactor needs will increase to 109 thousand tons by 2030 [2]. Uranium price is predicted to rise in the world because of the introduction of new nuclear reactors [3]. Today Kazakhstan makes the greatest contribution to uranium mining, ranking number one in the world. This fact was descended due to the use of underground in-situ leaching (ISL) technology [4]. About 70% of uranium reserves in Kazakhstan are suitable for processing in this way.

The main requirement for technological wells in ISL is a long period of exploitation (from 1-2 to 3-5 years) at conservation their productivity. Increase the efficiency of working out ore blocks can be achieved by managing the flow rate of technological wells [5, 6].

One of the main reasons for reducing the flow rate during underground well leaching is the colmatization of filters and filtered aquifer zones. It provokes an increase in hydraulic resistance and a decrease in the flow of mortar into the wells.

Colmatation (from Italian colmata-filling, embankment) is the process of reducing natural penetration or artificial introduction of small (colloidal, clay and dusty) particles and microorganisms into rock pores and cracks, as well as deposition of chemicals

in them, which contributes to reducing their water permeability, which in turn negatively affects the effectiveness of ISL [7].

A lot of efforts have been made to eliminate coltation processes in the filter zone, but in practice this problem has not been solved till now. Hence, it is very important to develop tools that can ensure fast and effective recovery of technological well flow rate.

Therefore, the purpose of this work is to restore the flow rate of extraction wells by finding effective methods to prevent colmatization.

### Research methods

Study and analysis of geological features, chemical composition of ore and rock, causes of colmatation at the research site. During the pilot work, in order to avoid the loss of hydrogen fluoride during the reaction to the mouth of the casing column of the well, a loading box was installed and ammonium bifluoride was poured through it. Then, lowering the drain hose into the casing string to a depth below the static level of 5-10 m and fixing it at the mouth of the well, sulphuric acid solution was fed. The rate of the reagent supply to the well was regulated by the drain valve depending on its injectivity. The required supply volume of ammonium bifluoride and sulphuric acid solution to the well was determined taking into account the individual characteristics of the latter. After the supply of required quantity of mortar to the well, the drain valve was closed, the drain hose was removed from the well. Then a leaching solution (up to 5 m<sup>3</sup>/h) was then applied to the well under pressure for 36 hours.

In conclusion, the filter zone of the well and settling tank were pumped up until the solutions were clarified.



### Discussion of the results

The main reason for the decrease in the productivity of extraction wells is mechanical and chemical colmatation of their filters and filter zone. Usually formation sand and products of chemical compounds are colmatating substances. The filter is filled with mechanical suspensions during the entire period of well operation. Part of the suspension is extraction out together with the productive solution, and the part, consisting of larger particles, settles and accumulates in the stand, and then in the filter zone [8, 9].

In most cases, sediments, colmatating filters and filter zones are multicomponent and at the same time may contain iron, manganese and hydroxides, calcium or magnesium carbonates, silica and sulphide compounds, as well as sand and clay. They are deposited on the surface of filters and in the pores of adjacent rocks under the influence of gravity or adsorbed under surface tension. Pumping of technological wells with compressed air and swapping are successfully used to combat mechanical colmatation [10].

When chemical colmatation is formed, the gradient of pH values in the permeable ore-bearing rock changes during the movement of leaching solutions from the injection well to the extraction well. As the pH value increases, the solutions are saturated with some salts that were simultaneously dissolved by sulphuric acid. Treatment of the filter zone of the technological well with solutions of different acidity is used to combat chemical colmatation. Resulting in partial or complete dissolution of salted compounds in the inter pore space of ore-containing rocks. As a result of which the pore section increases and the productivity (debit) of the wells is restored. But, in addition to the loss of salts, which are relatively easily dissolved by sulphuric acid, there is a loss of dissolved amorphous silica in the inter pore space of colloidal systems.

The object of this study is the Semizbay uranium field, located northeast of Stepnogorsk on the territory of the Enbekshilder district of Akmola region. It is timed to the north-eastern outskirts of the Kazakh Highlands, which passes into the West Siberian plain.

The mineral composition of the ores of the facility varies quite widely.

Ores and ore-bearing rocks by granulometric composition are sandy-clay, with low filtration coefficients. The yield of the size class (3 + 0) mm is 56.3-85.2%. A significant share of the ores is occupied by the aleuritic clay fraction – 22-45 %. The clay fraction contains less silicon (59-62%) and more aluminum (15-17%) compared to the entire ore. In chemical compositions, uranium ores are aluminous silicate, low-carbonate (less than 2% carbon dioxide), partially carbonated (organic substance less than 3%) and sulphide (sulphides less than 2% in total sulphur). The organic substance is quite widespread.

Its content in terms of Sorg varies from tenths to 5%, the substance is represented by carbonised plant residues (leaves, roots, stems, bark, trunks). Other sorbents are iron hydroxides (goethite, hydrohetite, hydrohematite) and sulphides: pyrite, markasite, less often bravoite, sphalerite, chalcopyrite, halenite.

The hydromica is most common clay mineral found in almost all types of ore-bearing rocks. Its content varies from

3-5 to 15-25% depending on the lithological type of rocks. Kaolinitis is found almost everywhere, but in relatively smaller quantities than hydromica. In the permeable part of the section, its number does not exceed 1-10%. The content of montmorillonite ranges from 0 to 10-15%, on average for individual sections (including clay-aluristics sediments) 6-7%.

Carbonates are an important part of cement. In permeable varieties, their content does not exceed 6-10%. The average CO<sub>2</sub> content in ores, calculated from samples with a total capacity of 2,739.4 metres, is 1.51%. The CO<sub>2</sub> content separately for aluminosilicate and carbonate ores was 1.02 and 7.96%, respectively. The bulk of carbonates is calcite and siderite, with ferrous dolomite and ankerite. Carbonates form inclusion in clay cement, separately insulated curbs or poikilite cement (in intensively carbonated rocks), often completely replacing clay minerals.

Useful components in ore are represented by minerals easily soluble in sulphuric acid solutions, localised among the bulk of insoluble and insoluble minerals. Uranium minerals are found in clay and carbonate cement, in organic matter and in association with iron minerals – pyrite, markasite, iron hydroxides. In addition to these ore components, soluble minerals include carbonates (calcite, dolomite, siderite), layered alumine silicates (chlorite, montmorillonite, kaolinite). Crystallised silica compounds in the inter pore space are insoluble compounds and actually act as cement-forming rock in permeable rocks.

Often, chemical treatment of process wells using high acidity solutions does not give a positive result of proper quality (the effect of increasing the flow rate is short-term or no complete or the increase in flow rate occurs slightly). These facts indicate that most of the colicating compounds are represented by silicon compounds.

It is known that hydrofluoric acid (hydrogen fluoride – HF) is the effective means of dissolving such compounds. Its action is based on the formation of a gaseous silicon tetra fluoride. But a solution of hydrofluoric acid is an extremely dangerous compound, so direct contact with it on the surface is extremely undesirable.

It seems more acceptable to form hydrofluoric acid directly in the well by mixing ammonium bifluoride (fluoric acid salt produced by the chemical industry) and sulphuric acid solution. The resulting chemical product acts as a reagent for dissolving insoluble silicon compounds in the filter zone of the process well. This method was tested at the Semizbay field and the mine of the same name.

The table presents the results of chemical treatment using ammonium bifluoride in 8 extraction wells. The waiting time after pouring the solution averaged 36 hours. Ammonium bifluoride consumption for processing one well was 25 kg.

As can be seen from the data presented in the table, after chemical treatment of wells using the tested method, the flow rates in some wells increased from 1.4 to 4.4 m<sup>3</sup>/h, and in others – from 2 to 5.3 m<sup>3</sup>/h, i.e. from 48% to 200%. The processing of the table data results in changes in the flow rate of process wells before and after processing ammonium bifluoride.

Table 1

## Results of production well flow research

Кесте 1

## Технологиялық ұңғымалардың дебиттерін зерттеу нәтижелері

Таблица 1

## Результаты исследований дебитов технологических скважин

| № | Well number | Type of well | Flow rate before processing with NH <sub>4</sub> F*HF, m <sup>3</sup> /hour | Volume NH <sub>4</sub> F*HF, kilo | Waiting time, hour | Flow rate after processing with NH <sub>4</sub> F*HF, m <sup>3</sup> /hour |
|---|-------------|--------------|---|-----------------------------------|--------------------|--|
| 1 | 18a-8-9     | pumping      | 2,3   | 25                                | 36                 | 3,8  |
| 2 | 18a-6-4     | pumping      | 2,9   | 25                                | 36                 | 4,3  |
| 3 | 51-14-1     | pumping      | 1,7   | 25                                | 36                 | 4,0  |
| 4 | 52-28-3     | pumping      | 2   | 25                                | 36                 | 5,3  |
| 5 | 50-7-7      | pumping      | 1,4   | 25                                | 36                 | 4,4  |
| 6 | 51-12-5     | pumping      | 3,1   | 25                                | 36                 | 5,3  |
| 7 | 51a-9-6     | pumping      | 1,5   | 25                                | 36                 | 2,7  |
| 8 | 50-8-6      | pumping      | 0,7   | 25                                | 36                 | 2,1  |

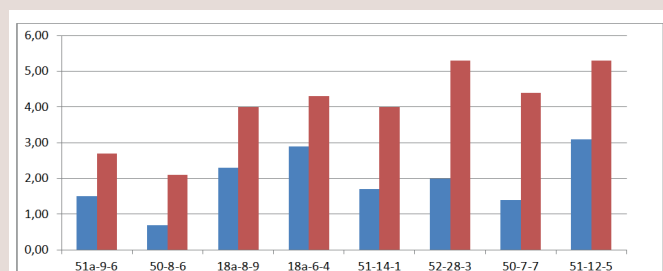


Figure. Change in flow rates of process wells

- – before processing;
- – after processing.

## Сурет. Технологиялық ұңғымалардың дебиттерін өзгерту

- – өңдеуге дейін;
- – өңдеуден кейін.

## Рисунок. Изменение дебитов технологических скважин

- – до обработки;
- – после обработки.

## Conclusion

1. An effective way to develop hydrogenic uranium deposits is to use ISL technology. However, when using ISL, one of the main reasons for reducing the flow rate of wells is the colmatation of filters and filter zones of the aquifer, which causes an increase in hydraulic resistance and a decrease in the flow of mortar into the wells.

2. There are various ways to combat colmatation. injection of technological wells with compressed air and swabation are used to combat mechanical colmatation. The filter zone of

the process well is treated with solutions with different acidity to combat chemical colmatation. As a result, the dissolution of salted compounds in the pore space of ore-containing rocks occurs, the pore section increases, and the productivity (flow rate) of the wells is partially restored. However, these methods do not yield the desired results, so far a number of issues related to the development of methods and means of well recovery have not been resolved.

3. In terms of chemical composition, the uranium ores of the Semizbay are aluminosilicate, low-carbonate (less than 2% carbon dioxide), partially carbonated (organic substance less than 3%) and sulphidized (sulphides less than 2% in total sulphur), organic matter is quite widespread. Therefore, it was proposed to conduct research to eliminate colmatation using ammonium bifluoride.

4. Studies in various process wells have shown that their flow rates after chemical treatment with ammonium bifluoride are increasing. With the latter's consumption of 25 kg, the flow rate increases from 48 to 200%

5. Ammonium bifluoride should not be mixed with other solutions, but poured into the well in dry form; after pouring the chemical reagent with acidic solution, hydrofluoric acid is formed directly in the filter zone, which dissolves insoluble silicon compounds, thereby reducing the colmatation of process well filters.

## Gratitude

*These studies were carried out thanks to grant No. AP14871011 of the Committee on Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.*



REFERENCES

1. Hanly A. Uranium Production and Processing: an Introduction: presentation // Training Workshop on Uranium Exploration Methods, 11-15 April 2016. – Mendoza: IAEA. – 2016. – P. 1-41 (in English)
2. Nazarova Z.M., Ovseychuk V.A., Lementa O.Yu. The uranium market: current state, problems and prospects of its development // Problems of the modern economy. – 2016. – No.2. – P. 159-162 (in Russian)
3. Derek M. Insight: Uranium is in a holding pattern // Commodity Insights Bulletin. – 2015. – P. 8. URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/12/uranium-q2-q3-2015.pdf> (in English)
4. Arnold N., Gufler K. The future of Nuclear Fuel Supply // Proceedings of the 1st INRAG Conference on Nuclear Risk, 16-17 April 2015. – Vienna: University of Natural Resources and Life Sciences in Vienna. – 2015. P. 1-27 (in English)
5. Semenova R.A. The influence of the heterogeneity of the productive horizon capacity on the efficiency of block development // Youth and Science: tez. dokl. XVI International. Telecommunication Conference of Young Scientists and students, October 1 – December 30, 2012. – Moscow: Publishing House of the National Research Nuclear University «MEPhI». – 2013. – Part 1. – P. 158 (in Russian)
6. Sakirko G.K., Noskov M.D., Istomin A.D. Optimization of block mining during uranium extraction by the method of borehole underground leaching // IV International School-Conference of Young Nuclear Scientists of Siberia: sat. tez. dokl., October 23-25, 2013. Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University. – 2013. – P. 30 (in Russian)
7. Bitimbayev M. Zh. Chemical colmatation and ways to eliminate it during underground leaching of metals // Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan. – 2009. – No. 2(32). – P. 122-125 (in Russian)
8. Karmanov T. D. Substantiation of parameters for restoring the flow rate of technological wells during uranium extraction: dissertation of Candidate of Technical Sciences. – Almaty. – 2010. – P. 3-7 (in Russian)
9. Alibayeva K.A. Numerical study of ways to increase the production of a deposit during the extraction of minerals by underground leaching: dissertation of doctor of philosophy. – Almaty. – 2013. – P. 35-42 (in Russian)
10. Armstrong D., Jeuken B. Management of In-Situ Recovery (ISR) Mining Fluids in a Closed Aquifer System // Proceedings of the International Mine Water Conference, 19-23 October 2009. – New York: Curran Associates. – 2009. – P. 688-697 (in English)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Hanly A. Уранды өндіру және өңдеу: кіріспе: презентация // Уранды барлау әдістері бойынша оқу семинары, 11-15 сәуір 2016 ж. – Мендоза: МАГАТЭ. – 2016. – Б. 1-41 (ағылшын тілінде)
2. Назарова З.М., Овсейчук В.А., Лемента О.Ю. Уран нарығы: қазіргі экономика, оның даму мәселелері мен болашағы // Қазіргі экономика мәселелері. – 2016. – №2. – Б. 159-162 (орыс тілінде)
3. Derek M. Түсіну: Уран ұстау режимінде // Тауарлар бойынша ақпараттық бюллетень. – 2015. – Б. 8. URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/12/uranium-q2-q3-2015.pdf> (ағылшын тілінде)
4. Arnold N., Gufler K. Ядролық отынмен қамтамасыз етудің болашағы // 1-ші ИНРАГ ядролық тәуекел конференциясының материалдары, 16-17 сәуір 2015 ж. – Вена: Венадағы Табиғи ресурстар және өмір туралы ғылымдар университеті. – 2015. – Б. 1-27 (ағылшын тілінде)
5. Семенова Р.А. Өнімді горизонт қуатының гетерогенділігінің блокты өңдеу тиімділігіне әсері // Жастар және ғылым: тезис. ДОК. XVI Халықаралық. телекоммуникациялық конф. жас ғалымдар мен студенттер, 1 қазан – 30 желтоқсан 2012 ж. – М.: «МИФИ» Ұлттық ядролық зерттеу университетінің басылымы. – 2013. – 1-бөлім. – Б. 158 (орыс тілінде)
6. Сакирко Г.К., Носков М.Д., Истомин А.Д. Ұңғымалық жерасты шаймалау әдісімен уран өндіру кезінде блоктарды өңдеуді оңтайландыру // Сібірдің жас атомшыларының IV Халықаралық мектеп-конференциясы: СБ. тез. ДОК., 23-25 қазан 2013 ж. – Томск: Томск политехникалық университетінің басылымы. – 2013. – Б. 30 (орыс тілінде)
7. Битимбаев М.Ж. Химиялық колматация және металдарды жерасты шаймалау кезінде оны жою тәсілдері // Қазақстан Республикасы Ұлттық Инженерлік академиясының хабаршысы. – 2009. – №2(32). – Б. 122-125 (орыс тілінде)
8. Карманов Т.Д. Уран өндіру кезінде технологиялық ұңғымалардың дебитін қалпына келтіру параметрлерін негіздеу: канд. техник. ғыл. дис. – Алматы. – 2010. – Б. 3-7 (орыс тілінде)
9. Алибаева К.А. Жер асты шаймалау әдісімен минералдар өндіру кезінде кен орнын өндіруді арттыру жолдарын сандық зерттеу: философия докторы дис. – Алматы. – 2013. – Б. 35-42 (орыс тілінде)

10. *Armstrong D., Jeuken B. Жабық Сулы Горизонт жүйесіндегі тау сұйықтықтарын өндіруді басқару (ISR) // Шахта сулары бойынша халықаралық конференция материалдары, 19-23 қазан 2009 ж. – Нью-Йорк: Карран Ассошиэйтс. – 2009. – Б. 688-697 (ағылшын тілінде)*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Hanly A. Добыча и переработка урана: введение: презентация // Учебный семинар по методам разведки урана, 11-15 апреля 2016 года. – Мендоса: МАГАТЭ. – 2016. – С. 1-41 (на английском языке)*
2. *Назарова З.М., Овсейчук В.А., Лементя О.Ю. Рынок урана: современное состояние, проблемы и перспективы его развития // Проблемы современной экономики. – 2016. – №2. – С. 159-162 (на русском языке)*
3. *Derek M. Мнение: уран находится в режиме резервирования // Информационный бюллетень по сырьевым товарам. – 2015. – С. 8. URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/12/uranium-q2-q3-2015.pdf> (на английском языке)*
4. *Arnold N., Gufler K. Будущее поставок ядерного топлива // Материалы 1-й конференции INRAG по ядерному риску, 16-17 апреля 2015 года. – Вена: Университет природных ресурсов и наук о жизни в Вене. – 2015. – С. 1-27 (на английском языке)*
5. *Семенова Р.А. Влияние неоднородности мощности продуктивного горизонта на эффективность отработки блока // Молодежь и наука: тез. докл. XVI Междунар. телекоммуникационной конф. молодых ученых и студентов, 1 октября – 30 декабря 2012 г. – М.: Изд-во Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». – 2013. – Ч. 1. – С. 158 (на русском языке)*
6. *Сакирко Г.К., Носков М.Д., Истомин А.Д. Оптимизация отработки блоков при добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания // IV Международная школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сб. тез. докл., 23-25 октября 2013 г. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та. – 2013. – С. 30 (на русском языке)*
7. *Битимбаев М.Ж. Химическая кольтация и способы ее устранения при подземном выщелачивании металлов // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2009. – №2(32). – С. 122-125 (на русском языке)*
8. *Карманов Т.Д. Обоснование параметров восстановления дебита технологических скважин при добыче урана: дис. ... канд. техн. наук. – Алматы. – 2010. – С. 3-7 (на русском языке)*
9. *Алибаева К.А. Численное исследование путей повышения выработки месторождения при добыче минералов методом подземного выщелачивания: дис. д-ра философии. – Алматы. – 2013. – С. 35-42 (на русском языке)*
10. *Armstrong D., Jeuken B. Управление подземным скважинным выщелачиванием горных флюидов в закрытой системе водоносных горизонтов // Материалы Международной конференции по шахтным водам, 19-23 октября 2009 года. – Нью-Йорк: Карран Ассошиэйтс. – 2009. – С. 688-697 (на английском языке)*

#### Information about the authors:

**Aben E.Kh.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), [y.aben@satbayev.university](mailto:y.aben@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-8537-229X>

**Akmetkanov D.K.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), [d.akhmetkanov@satbayev.university](mailto:d.akhmetkanov@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0003-4824-7240>

**Chukharev S.**, Candidate of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Development of Deposits and Mining, National University of Water and Environmental Engineering (Rivne, Ukraine), [s.m.chukharev@nuwm.edu.ua](mailto:s.m.chukharev@nuwm.edu.ua); <https://orcid.org/0000-0002-4623-1598>

**Omirgali A.K.**, doctoral student, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), [armanbek@inbox.ru](mailto:armanbek@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0002-5916-3504>

#### Авторлар туралы мәліметтер:

**Абен Е.Х.**, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Ахметқанов Д.К.**, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Чухарев С.М.**, техника ғылымдарының кандидаты, кен орындарын игеру және пайдалы қазбаларды өндіру кафедрасының доценті, Ұлттық Су шаруашылығы және табиғатты пайдалану университеті (Ровно қ., Украина)

**Өміргали А.Қ.**, докторанті, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

#### Сведения об авторах:

**Абен Е.Х.**, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Ахметканов Д.К.**, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Чухарев С.М.**, кандидат технических наук, доцент кафедры разработки месторождений и добычи полезных ископаемых, Национальный университет водного хозяйства и природопользования (г. Ровно, Украина)

**Өміргали А.Қ.**, докторант, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)



# miningmetals

UZBEKISTAN

17-я Международная выставка  
**Горное дело, металлургия  
 и металлообработка**

**1 | 2 | 3 Ноября 2023**

Узэкспоцентр, Ташкент, Узбекистан



**Iteca Exhibitions**

Тел: +998 71 205 18 18; Факс: +998 71 237 22 72

E-mail: [mining@iteca.uz](mailto:mining@iteca.uz); Web: [www.mining.uz](http://www.mining.uz)



@itecaExhibitions



@itecaExhibitions



@iteca



@iteca\_exhibitions



Код МРНТИ 36.16.19

Э.О. Орынбасарова<sup>1</sup>, Р.А. Ахметов<sup>1</sup>, А.А. Балтиева<sup>2</sup>, \*А. Ерманқызы<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Satbayev University (Алматы, Казахстан),  
<sup>2</sup>Институт горного дела им.Д. Кунаева (Алматы, Казахстан)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ПОСТОБРАБОТКИ ГНСС-ИЗМЕРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**Аннотация.** При выполнении ГНСС измерений важным результатом является определение координат с наиболее высокой точностью. На результат влияют два основных фактора: процесс обработки данных (алгоритм, математическая модель) и точность исходных ГНСС-данных. Актуальным является выбор наиболее точного и оптимального метода для постобработки ГНСС-данных. В статье представлен сравнительный анализ результатов обработки ГНСС измерений, выполняемых в рамках проекта по проведению комплексного мониторинга геодинамических процессов. Постобработка выполнена по двум модулям ПО Giodis, модуль multi-session и multi-site метод обработки непосредственных ГНСС-измерений, получая сантиметровую точность для базовых линий до 2000 км. Это дает возможность в условиях сильной разреженности станций сети IGS на территории Казахстана получать в любой ее точке геоцентрические координаты с точностью – на уровне первых сантиметров. Второй модуль выполняет обработку вторых разностей ГНСС-измерений, позволяя достичь миллиметровой точности на расстояниях до десятков километров, и может использоваться для высокоточных наблюдений за земной поверхностью.

**Ключевые слова:** глобальные навигационные спутниковые системы, постобработка, спутниковые измерения, базовая станция дифференциальной коррекции, геодинамический мониторинг, сдвигения земной поверхности, геоцентрические координаты, International GNSS Service, высокоточные наблюдения, средняя квадратическая ошибка.

### Геодинамикалық мониторинг жағдайында ГНСЖ-өлшемдерді өңдеуден кейінгі оңтайлы әдісті анықтау

**Аннотация.** ГНСС өлшеулерін орындау кезінде маңызды нәтиже координаттарды ең жоғары дәлдікпен анықтау болып табылады. Нәтижеге екі негізгі фактор әсер етеді: деректерді өңдеу процесі (алгоритм, математикалық модель) және ГНСС бастапқы деректерінің дәлдігі. ГНСС деректерін өңдеуден кейінгі ең дәл және оңтайлы әдісті таңдау өзекті болып табылады. Мақалада геодинамикалық процестерді кешенді бақылау жобасы аясында орындалған ГНСС өлшемдерін өңдеу нәтижелерінің салыстырмалы талдауы берілген. Кейінгі өңдеу Giodis бағдарламалық жасақтамасының екі модулінде, көп сеанстық модульде және тікелей ГНСС өлшемдерін өңдеуге арналған көп учаскелік әдісте орындалады. 2000 км дейінгі базалық сызықтар үшін сантиметрлік дәлдік алады. Бұл Қазақстан аумағындағы IGS желісі станцияларының күшті сиректігі жағдайында оның кез келген нүктесінде алғашқы бірінші сантиметрлік дәлдікпен геоцентрлік координаттарды алуға мүмкіндік береді. Екінші модуль ГНСС өлшемдерінің екінші айырмашылықтарын өңдеуді жүзеге асырады, ондаған километрге дейінгі қашықтықта миллиметрлік дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді және оны жер бетін жоғары дәлдікпен бақылау үшін пайдалануға болады.

**Түйінді сөздер:** галамдық навигациялық спутниктік жүйелер, кейінгі өңдеу, спутниктік өлшеулер, дифференциалды түзету базалық станциясы, геодинамикалық мониторинг, жер бетінің жылжуы, геоцентрлік координаттар, International GNSS Service, жоғары дәлдіктегі бақылаулар, орташа квадраттық қате.

### Determination of the optimal method for post-processing of GNSS-measurements under geodynamic monitoring conditions

**Annotation.** When performing GNSS measurements, the important result is to determine coordinates with the highest accuracy. Two main factors influence the result: the data processing process (algorithm, mathematical model) and the accuracy of the original GNSS data. The choice of the most accurate and optimal method for post-processing of GNSS data is relevant. The article presents a comparative analysis of the results of processing GNSS measurements carried out within the framework of the project on complex monitoring of geodynamic processes. The post-processing was carried out using two modules of the Giodis software, multi-session module and multi-site method of processing of direct GNSS measurements, obtaining centimeter accuracy for baselines up to 2000 km. This makes it possible in conditions of severe sparse stations in the IGS network in Kazakhstan to obtain at any point of its geocentric coordinates with accuracy – at the level of the first centimeters. The second module performs processing of the second differences of GNSS-measurements, it possible to achieve millimeter accuracy at distances of up to tens of kilometers, and can be used for high-precision observations of the earth's surface.

**Key words:** Global navigation satellite systems, data processing, satellite measurements, differential correction base station, geodynamic monitoring, surface displacements, geocentric coordinates, International GNSS Service, high-precision observations, mean square error.

### Введение

Для эффективной и безопасной разработки горнодобывающих месторождений необходимо исследовать воздействие природных и техногенных факторов на развитие деформационных процессов, что позволит оценить возможности регулирования их влияния на породный массив, земную поверхность и инженерные сооружения. Одной из актуальных проблем при интенсивном ведении добычи полезных ископаемых является изучение техногенных движений земной поверхности [1, 2]. Данная проблема решается внедрением на исследуемом объекте комплексного геодинамического мониторинга [3].

В рамках проекта для комплексного геодинамического мониторинга ведутся работы по: изучению горно-геологических и горнотехнических условий отработки месторождения; проведению периодических серий наблюдений за сдвижением земной поверхности с применением ГНСС технологий [4]; проведению ретроспективного анализа сдвижений земной поверхности с применением диффе-

ренциальной радарной интерферометрии. Объектом исследования является Жезказганское месторождение, расположенное в центральном Казахстане.

### Методы исследования

Полевые работы по спутниковому определению координат деформационных пунктов геодинамического полигона Жезказганского месторождения выполнялись в период с 14 по 17 июня 2021 года. Данные измерения являлись нулевым циклом комплекса инженерно-геодезических работ по наблюдению за деформационными процессами на геодинамическом полигоне.

Наблюдения выполнялись в режиме Статика, с продолжительностью каждого сеанса наблюдений на пункте не менее 5 часов, с применением GPS-приемников Leica Geosystems. Измерения производились на 24 пунктах, одним из которых является пункт ГГС. Выбор данного пункта триангуляции обусловлен тем, что из-за своей отдаленности от зон активной выработки он находится вне зоны



деформационных процессов. Этот пункт в дальнейшем будет служить для определения относительных сдвигов в данном регионе.

Для пост-обработки полученных данных использовалось программное обеспечение, предназначенное для высокоточной обработки спутниковых измерений Giodis [5]. Данный программный продукт по точности является приближенным к таким научным программам как Bernes и Gamit. Giodis имеет два модуля пост-обработки, метод многосеансной (multi-session) и сетевой (multi-site) обработки измерений ГНСС, и метод, выполняющий обработку вторых разностей ГНСС-измерений [6, 7].

В связи с большой удаленностью пунктов сети IGS от объекта исследования, обработка спутниковых измерений была выполнена с использованием многосеансного модуля. В качестве опорных пунктов были выбраны пункты IGS: CHUM, IRKJ, MDVJ, NVSK, POL2, TEHN, ZECK.

Основным критерием в выборе данных пунктов являлось их расположение к объекту исследований, а также расположение пунктов таким образом, что они создавали замкнутый полигон со всех сторон объекта. Как известно, одними из основных источников ошибок при спутни-

ковых наблюдениях являются неточное знание эфемерид спутников, состояние ионосферы и тропосферы, а также разности часов спутника и GPS-приемника [8, 9]. Для исключения данных ошибок в проект обработки были дополнительно подгружены скорректированные точные эфемериды, карты состояния ионосферы и тропосферы и поправки за несинхронность часов.

### Результаты исследования

Полученные среднеквадратические ошибки (СКО) пунктов сети показывают, что значения колеблются в диапазоне нескольких сантиметров. Для выявления характера и направления деформационных процессов данных значения СКО являются неприемлемыми. Одной из возможных причин больших значений СКО могла быть большая удаленность пунктов IGS, которые были приняты за исходную основу, и недостаточная продолжительность сеансов наблюдений, увеличение продолжительности наблюдений может значительно увеличить точность и уменьшить количество выбросов для коротких сессий [10]. В таблице 1 приведены конечные результаты пост-обработки данного проекта многосеансного модуля.

Таблица 1

Конечные результаты пост-обработки проекта с использованием многосеансного модуля

Кесте 1

Қоп сессиялы модульді қолдана отырып, жобаны өңдеуден кейінгі соңғы нәтижелер

Table 1

Final results of project post-processing using a multi-session module

| Имя пункта       | B                | L                 | h, м     | СКО N, м | СКО E, м | СКО U, м |
|------------------|------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| RP14_Line 178    | 47°51'34,74158"N | 067°24'36,05564"E | 347,9801 | 0,0242   | 0,0533   | 0,0651   |
| RP07_Line 177    | 47°51'43,22357"N | 067°24'31,00909"E | 352,7594 | 0,0283   | 0,0548   | 0,0670   |
| RP14_Line 175    | 47°51'48,53265"N | 067°24'38,42122"E | 350,4167 | 0,0240   | 0,0532   | 0,0651   |
| RP27_Line 84     | 47°51'49,53034"N | 067°24'50,16120"E | 348,7131 | 0,0243   | 0,0532   | 0,0651   |
| RP40_Line RP bis | 47°52'48,46813"N | 067°28'58,44098"E | 362,3393 | 0,0345   | 0,0236   | 0,0777   |
| RP05_Line 67     | 47°52'48,01059"N | 067°28'43,86717"E | 363,8516 | 0,0413   | 0,0243   | 0,0808   |
| RP09_Line 66     | 47°52'59,35965"N | 067°28'47,86007"E | 367,5358 | 0,0368   | 0,0242   | 0,0781   |
| RP19_Line 65     | 47°52'54,04993"N | 067°28'42,06607"E | 366,6639 | 0,0363   | 0,0237   | 0,0778   |
| RP26_Line 30bis  | 47°52'29,45952"N | 067°28'28,60883"E | 361,9314 | 0,0241   | 0,0174   | 0,0241   |
| RP02_Line 100    | 47°52'21,55279"N | 067°28'32,47855"E | 357,0425 | 0,0248   | 0,0174   | 0,0235   |
| RP36_Line 30bis  | 47°52'26,26976"N | 067°28'38,17633"E | 359,1758 | 0,0246   | 0,0173   | 0,0244   |
| RP19_Line 100    | 47°52'31,40621"N | 067°28'41,85173"E | 363,1907 | 0,0247   | 0,0172   | 0,0245   |
| RP05_Line 212    | 47°53'37,46595"N | 067°25'55,33720"E | 385,3141 | 0,0189   | 0,0227   | 0,0594   |
| RP09_Line 112    | 47°53'22,71666"N | 067°25'44,84161"E | 374,8623 | 0,0180   | 0,0227   | 0,0591   |
| RP13_Line 18     | 47°53'16,46931"N | 067°26'02,01868"E | 374,2460 | 0,0182   | 0,0227   | 0,0592   |
| RP04_Line 76     | 47°52'01,43318"N | 067°26'25,36349"E | 360,3716 | 0,0366   | 0,0476   | 0,0873   |
| RP59_Line 23     | 47°52'19,38743"N | 067°26'08,55192"E | 369,2009 | 0,0378   | 0,0483   | 0,0883   |
| RP54_Line 21     | 47°52'13,56688"N | 067°25'55,55686"E | 371,3633 | 0,0368   | 0,0477   | 0,0872   |
| RP15_Line 23     | 47°52'01,94525"N | 067°26'02,34833"E | 369,1710 | 0,0368   | 0,0477   | 0,0871   |
| RP99_Line 127    | 47°51'33,27052"N | 067°26'13,17247"E | 355,7892 | 0,0275   | 0,0447   | 0,0654   |
| RP77_Line 127    | 47°51'39,59125"N | 067°26'09,91814"E | 358,3046 | 0,0274   | 0,0444   | 0,0653   |
| RP68_Line 128    | 47°51'36,88821"N | 067°26'06,42054"E | 358,2526 | 0,0277   | 0,0444   | 0,0653   |
| SAYI             | 47°53'04,39579"N | 067°23'46,95352"E | 372,5577 | 0,0295   | 0,0455   | 0,0675   |

Возможным решением возникшей проблемы могло быть наличие пункта с относительно близким расположением к объекту, в радиусе нескольких десятков километров и на котором выполнялись бы постоянные спутниковые наблюдения в режиме Статика. Продолжительность сеанса наблюдений в несколько суток могло бы обеспечить большую точность СКО, определяемого пункта при обработке в многосанном модуле. А в дальнейшем данный пункт послужил бы в качестве исходного для пост-обработки с использованием второго модуля программного обеспечения, предназначенного как раз-таки для деформационного мониторинга.

Был выбран пункт, который является базовой референционной станцией для GPS-приемников фирмы South, расположенный в городе Жезказган (ZHEZ).

Значения СКО на определяемой точке, даже с учетом большой дальности пунктов IGS от определяемого объекта, получены в диапазоне нескольких миллиметров. Исходя из этого, можно заключить, что для компенсации большой отдаленности исходных пунктов и получения большей точности необходимо выполнять спутниковые наблюдения с большей продолжительностью сеансов. Далее создали новый проект, куда были загружены сырые данные полевых наблюдений и файлы наблюдений с базовой

станции ZHEZ. Обработка данного проекта выполнялась с использованием второго (multi-site) модуля программы Giodis. Результаты пост-обработки приведены в таблице 2.

### Обсуждение результатов

Как видно, значения СКО получились в диапазоне первых миллиметров, данные значения являются пригодными для их использования при наблюдениях за деформационными процессами.

Если обратить внимание на значения СКО на пунктах RP05\_212, RP04\_110, RP09\_112 и RP13\_18, то можно заметить, что их значения выделяются на фоне остальных. При выяснении природы возникновения данных ошибок была выявлена взаимосвязь этих пунктов между собой, этой связью является то, что полевые наблюдения на данных пунктах выполнялись одновременно. Грубое значение СКО вызвано тем, что во время полевых наблюдений на данных пунктах произошел сбой в работе базовой станции ZHEZ и сырые данные на этот промежуток не были записаны.

Минимальные и максимальные значения полученных СКО в плане составили 0.8 мм и 2 мм соответственно, минимальные и максимальные значения полученных СКО по высоте составили 3.5 мм и 4.9 мм соответственно. Данные

Таблица 2

*Результаты пост-обработки проекта вторым модулем Giodis*

Кесте 2

*Екінші Giodis модулімен жобаны өңдеуден кейінгі нәтижелер*

Table 2

*Results of post-processing the project with the second Giodis module*

| Имя пункта | B                | L                 | h, м     | СКО N, м | СКО E, м | СКО U, м |
|------------|------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| RP14_178   | 47°51'34,74123"N | 067°24'36,05729"E | 348,0063 | 0,0010   | 0,0010   | 0,0036   |
| RP07_177   | 47°51'43,22332"N | 067°24'31,01075"E | 352,7861 | 0,0010   | 0,0009   | 0,0036   |
| RP14_175   | 47°51'48,53231"N | 067°24'38,42289"E | 350,5539 | 0,0010   | 0,0009   | 0,0036   |
| RP27_84    | 47°51'49,53001"N | 067°24'50,16287"E | 348,8506 | 0,0010   | 0,0010   | 0,0036   |
| RP40_65bis | 47°52'48,46845"N | 067°28'58,44301"E | 362,3564 | 0,0013   | 0,0009   | 0,0043   |
| RP05_67    | 47°52'48,01085"N | 067°28'43,86924"E | 363,8681 | 0,0013   | 0,0010   | 0,0043   |
| RP09_66    | 47°52'59,35991"N | 067°28'47,86207"E | 367,6655 | 0,0013   | 0,0009   | 0,0043   |
| RP19_65    | 47°52'54,05012"N | 067°28'42,06820"E | 366,7917 | 0,0013   | 0,0010   | 0,0043   |
| RP02_100   | 47°52'21,55201"N | 067°28'32,47550"E | 357,0670 | 0,0013   | 0,0010   | 0,0042   |
| RP36_30bis | 47°52'26,27001"N | 067°28'38,17344"E | 359,3220 | 0,0013   | 0,0011   | 0,0042   |
| RP19_100   | 47°52'31,40644"N | 067°28'41,84884"E | 363,3380 | 0,0013   | 0,0011   | 0,0042   |
| RP05_212   | 47°53'37,46343"N | 067°25'55,34930"E | 385,6223 | 1,9596   | 5,4692   | 2,5210   |
| RP04_110   | 47°53'28,09060"N | 067°26'01,10134"E | 387,8600 | 0,3536   | 1,0810   | 0,4826   |
| RP09_112   | 47°53'22,71640"N | 067°25'44,85324"E | 375,0982 | 0,3534   | 1,0810   | 0,4816   |
| RP13_18    | 47°53'16,46878"N | 067°26'02,02778"E | 374,4935 | 2,6666   | 7,3649   | 3,4154   |
| RP04_76    | 47°52'01,43317"N | 067°26'25,36569"E | 360,3777 | 0,0015   | 0,0012   | 0,0035   |
| RP59_23    | 47°52'19,38744"N | 067°26'08,55405"E | 369,2083 | 0,0015   | 0,0012   | 0,0035   |
| RP54_21    | 47°52'13,56688"N | 067°25'55,55910"E | 371,4814 | 0,0015   | 0,0012   | 0,0035   |
| RP15_23    | 47°52'01,94524"N | 067°26'02,35058"E | 369,2887 | 0,0015   | 0,0012   | 0,0035   |
| RP99_127   | 47°51'33,27001"N | 067°26'13,17179"E | 355,8451 | 0,0008   | 0,0011   | 0,0038   |
| RP77_127   | 47°51'39,59074"N | 067°26'09,91756"E | 358,4715 | 0,0008   | 0,0010   | 0,0038   |
| RP68_128   | 47°51'36,88773"N | 067°26'06,41999"E | 358,4197 | 0,0008   | 0,0010   | 0,0038   |
| SAYI       | 47°53'04,39485"N | 067°23'46,95314"E | 372,6172 | 0,0020   | 0,0019   | 0,0049   |





Рис. 1, 2. Сравнение СКО по широте (В), по долготе (L) по пунктам.

Сурет 1, 2. СҚО-ны ендік бойынша салыстыру (В), бойлық бойынша салыстыру (L) тармақтар бойынша.

Figure 1, 2. Comparison of the RMS by latitude (B), by longitude (L) at points.



Рис. 3. Сравнение СКО по высоте (H) на пунктах.

Сурет 3. СҚО-ны биіктігі бойынша салыстыру (H) тармақтар бойынша.

Figure 3. Comparison of RMS by height (H) at points.

значения взяты без учета ранее названных 4 пунктов, на которых значения СКО были выше по объективным причинам.

На рисунке 1, 2 и 3 приведено графическое сравнение полученных СКО по широте (В), долготе (L) и высоте (H).

### Заклучение

В данной статье представлен анализ результатов измерений, в котором велась обработка серии спутниковых (ГНСС) наблюдений по двум модулям постобработки программного обеспечения Giodis. При проведении эксперимента сравнивались значения СКО, полученные первым и вторым методами пост-обработки, результаты позволяют сделать вывод, что второй метод, где координаты базовой станции, расположенной в непосредственной близости к объекту исследований с привязкой к сети IGS, определяются первым (multi-session) модулем, координаты пунктов объекта исследований определяются вторым (multi-site) модулем, что является более подходящим для исследований и обеспечивающим большую конечную точность с целью выявления деформационных процессов.

**Финансирование:** Проект финансируется Комитетом науки МОН РК по линии грантов для молодых ученых на научно-технические проекты 2021-2023 гг., грант №AP09058620 по теме: «Разработка WebGIS на основе комплексного геодезического мониторинга данных для месторождения ТОО «Корпорации Казахстан»».

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Vatiugin A. Предлагаемая классификация областей земной коры по уровню геодинамической угрозы. // Геодезия и геодинамика. – 2021. – Т. 12. – Вып. 1. – С. 21-30. ISSN 1674-9847. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2020.10.002> (на английском языке)
2. Panzhin A., Panzhina N. Спутниковый геодезический геодинамический мониторинг при добыче полезных ископаемых на Урале. // Журнал горных наук. – 2013. – Т. 48.6. – С. 982-989. <https://doi.org/10.1134/S1062739148060056> (на английском языке)
3. Кафтан В., Устинов А. Повышение точности локального геодинамического мониторинга с использованием глобальных навигационных спутниковых систем. // Горный журнал. – 2015. – Вып. 10. – С. 32-37. <https://doi.org/10.17580/gzh.2015.10.06> (на русском языке)
4. Кафтан В.И., Татаринцов В.Н., Маневич А.И., Прусаков А.Н., Кафтан А. В. Оценка точности ГНСС-наблюдений на эталонном базисе как средство проверки измерительной аппаратуры локального геодинамического мониторинга // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – №7. – С. 37-46. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-961-7-37-46 (на русском языке)
5. Иодис В. Система мониторинга деформаций компании JAVAD GNSS. // Геопрофи. – 2015. – Вып. 3. – С. 4-8 (на русском языке)

6. Дорогова И. Е., Духовников К. С. Программное обеспечение, сервисы и открытый код для решения задач геодинамики // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2022. – С. 138-145. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2022-1-138-145> (на русском языке)
7. Lee J., Kwon J.H., Lee H. & Park J.S. Анализ точности ортометрической высоты, полученной с помощью ГНСС, в горных районах. // *Журнал Корейского общества геодезии, фотограмметрии и картографии*. – 2018. – Вып. 36(5). – С. 403-412. <https://doi.org/10.7848/KSGPC.2018.36.5.403> (на английском языке)
8. Karaim M. et al. Источники ошибок ГНСС // *Многофункциональная работа и применение GPS*. – 2018. – Гл. 4. – С. 69-85. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75493> (на английском языке)
9. Валайтите А.А. Анализ точности оценки зенитных тропосферных задержек, полученных с помощью метода высокоточного абсолютного местоопределения // *Труды МАИ*. – 2020. – Вып. №110. – С. 15. <https://doi.org/10.34759/trd-2020-110-15> (на русском языке)
10. Wang G.Q. GPS-мониторинг оползней с миллиметровой точностью с использованием точного позиционирования точек с разрешением по фазовой неоднозначности одного приемника (PPP-SRPA): тематическое исследование в Пуэрто-Рико. // *Журнал геодезических наук*. – 2013. – Вып. 3(1). – С. 22-31. <https://doi.org/10.2478/jogs-2013-0001> (на английском языке)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Batugin A. Жер қыртысының аймақтарының геодинамикалық қауіп деңгейі бойынша ұсынылып отырған классификациясы. // *Геодезия және геодинамика*. – 2021. – Шығ. 12. – №1. – Б. 21-30. ISSN 1674-9847. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2020.10.002> (ағылшын тілінде)
2. Panzhin A., Panzhina N. Уралдағы тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде спутниктік геодезиялық геодинамикалық бақылау. // *Тау-кен ғылымдары журналы*. – 2013. – Шығ. 48.6. – Б. 982-989. <https://doi.org/10.1134/S1062739148060056> (ағылшын тілінде)
3. Кафтан В., Устинов А. Фаламдық навигациялық спутниктік жүйелерді пайдалана отырып, жергілікті геодинамикалық мониторингтің дәлдігін арттыру. // *Тау-кен журналы*. – 2015. – Шығ. 10. – Б. 32-37. <https://doi.org/10.17580/gzh.2015.10.06> (орыс тілінде)
4. Кафтан В.И., Татаринцев В.Н., Маневич А.И., Прусаков А.Н., Кафтан А.В. Жергілікті геодинамикалық мониторингтің өлшеу жабдығын тексеру құралы ретінде анықтамалық негізде GNSS бақылауларының дәлдігін бағалау // *Геодезия және картография*. – 2020. – Шығ. 81. – №7. – Б. 37-46. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-961-7-37-46 (орыс тілінде)
5. Иодис В. JAVAD GNSS деформацияны бақылау жүйесі. // *Геопрофи*. – 2015. – Шығ. 3. – Б. 4-8 (орыс тілінде)
6. Дорогова И.Е., Духовников К.С. Геодинамика мәселелерін шешуге арналған бағдарламалық қамтамасыз ету, қызметтер және ашық бастанқы код // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2022. – Б. 138-145 <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2022-1-138-145> (орыс тілінде)
7. Lee J., Kwon J.H., Lee H. & Park J.S. Таулы аймақтардағы ГНСЖ ортометриялық биіктік дәлдігін талдау. // *Геодезия, фотограмметрия және картография бойынша Корея қоғамының журналы* – 2018. – Шығ. 36(5). – Б. 403-412. <https://doi.org/10.7848/KSGPC.2018.36.5.403> (ағылшын тілінде)
8. Karaim M. et al. ГНСЖ қателерінің көздері // *GPS-тің көп функционалды жұмысы және қолданылуы*. – 2018. – Бөл. 4. – Б. 69-85. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75493> (ағылшын тілінде)
9. Валайтите А.А. Жоғары дәлдіктегі абсолютті позициялау әдісімен алынған зениттік тропосфералық кешігуді бағалаудың дәлдігін талдау // *МАИ істері*. – 2020. – Шығ. №110. – Б. 15. <https://doi.org/10.34759/trd-2020-110-15> (орыс тілінде)
10. Wang G.Q. Миллиметрлік дәлдік GPS көмегімен көшкіндерді бақылау бір қабылдағыш фазасының анық еместігі туралы шешімді нақты позициялау (PPP-SRPA): Пуэрто-Рикодағы жағдайды зерттеу. // *Геодезиялық ғылымдар журналы*. – 2013. – Шығ. 3(1). – Б. 22-31. <https://doi.org/10.2478/jogs-2013-0001> (ағылшын тілінде)

#### REFERENCES

1. Batugin A. A proposed classification of the Earth's crustal areas by the level of geodynamic threat. // *Geodesy and Geodynamics*. – 2021. – Vol. 12. – Issue 1. – P. 21-30. ISSN 1674-9847. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2020.10.002> (in English)
2. Panzhin A., Panzhina N. Satellite geodesy-aided geodynamic monitoring in mineral mining in the Urals. // *Journal of Mining Science*. – 2013. – Vol. 48.6. – P. 982-989. <https://doi.org/10.1134/S1062739148060056> (in English)
3. Kaftan V., Ustinov A. Improving the accuracy of local geodynamic monitoring using global navigation satellite systems. // *Mining Journal*. – 2015. – Vol. 10. – P. 32-37. <https://doi.org/10.17580/gzh.2015.10.06> (In Russian)



4. Kaftan V.I., Tatarinov V.N., Manevich A.I., Prusakov A.N., Kaftan A.V. Estimation of the accuracy of GNSS observations on a reference basis as a means of checking the measuring equipment of local geodynamic monitoring // *Geodesy and cartography*. – 2020. – Vol. 81. – №7. – P. 37-46. <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2020-961-7-37-46> (In Russian)
5. Iodis V. JAVAD GNSS deformation monitoring system. // *GEOPROFI*. – 2015. – Vol. 3. – P. 4-8 (in Russian)
6. Dorogova I.E., Dukhovnikov K.S. Software, services and open source software for solving geodynamic problems // *Interexpo Geo-Siberia*. – 2022. – P. 138-145. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2022-1-138-145> (in Russian)
7. Lee J., Kwon J.H., Lee H. & Park J.S. Accuracy Analysis of GNSS-derived Orthometric Height in Mountainous Areas. // *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*. – 2018. – Vol. 36(5). – P. 403-412. <https://doi.org/10.7848/KSGPC.2018.36.5.403> (in English)
8. Karaim M. et al. GNSS error sources // *Multifunctional Operation and Application of GPS*. – 2018. – Chapter 4. – P. 69-85. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75493> (in English)
9. Valaitite A.A. Analysis of the accuracy of estimates of the zenith tropospheric delays obtained using the method of high-precision absolute positioning // *Proceedings of MAI*. – 2020. – Vol. №110. – P.15. <https://doi.org/10.34759/trd-2020-110-15> (in Russian)
10. Wang G.Q. Millimeter-accuracy GPS landslide monitoring using Precise Point Positioning with Single Receiver Phase Ambiguity (PPP-SRPA) resolution: a case study in Puerto Rico. // *Journal of Geodetic Science*. – 2013. – Vol. 3, no.1. – P. 22-31. <https://doi.org/10.2478/jogs-2013-0001> (in English)

**Сведения об авторах**

**Орынбасарова Э.О.**, PhD, зав. кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [e.orynbassarova@satbayev.university](mailto:e.orynbassarova@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-6421-4698>

**Ахметов Р.А.**, PhD студент, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [r.akhmetov@satbayev.university](mailto:r.akhmetov@satbayev.university); [orcid.org/0000-0002-0677-6307](https://orcid.org/0000-0002-0677-6307)

**Балтиева А.А.**, зав. лабораторией Филиала РГП «Национальный центр комплексной переработки полезных ископаемых» (г. Алматы, Казахстан), [a.baltiyeva@gmail.com](mailto:a.baltiyeva@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-1089-3351>

**Ержанқызы А.**, PhD студент, старший преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [a.yerzhankyzy@satbayev.university](mailto:a.yerzhankyzy@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0003-2559-3220>

**Авторлар туралы мәліметтер**

**Орынбасарова Э.О.**, PhD, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедраның меңгерушісі, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Ахметов Р.А.**, PhD студенті, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Балтиева А.А.**, Пайдалы қазбаларды кешенді өңдеудің ұлттық орталығы «РМК филиалының зертхана меңгерушісі» (Алматы қ., Қазақстан)

**Ержанқызы А.**, PhD студент, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының аға оқытушысы, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Information about authors**

**Orynbassarova E.O.**, PhD, Head of the Department of Mine Surveying and Geodesy, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Akhmetov R.A.**, PhD student, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Baltieva A.A.**, Head of the Laboratory of the Branch of the Republican State Enterprise «National Center for Complex Processing of Minerals» (Almaty, Kazakhstan)

**Yerzhankyzy A.**, PhD student, Senior Lecturer, Department of Mine Surveying and Geodesy, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

# MinTech-2023

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ  
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ,  
УГОЛЬНОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**24-26 мая**  
**г.Павлодар**

**30 мая - 1 июня**  
**г.Усть-Каменогорск**

**18-20 октября**  
**г.Актобе**

**КАЗАХСТАН**



[www.kazexpo.kz](http://www.kazexpo.kz)



**БИЗНЕС-ТУРЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАЗАХСТАНА**



АО "УМЗ"



Аккуская электростанция  
АО "ЕЭК"



Донской ГОК  
АО ТНК "Казхром"



ТОО "Актюбинская  
медная компания"

По вопросам участия  
обращайтесь к организаторам:



тел: +7 (727) 250-75-19, 313-76-28,  
моб: +7 707 456-53-07  
e-mail: [kazexpo@kazexpo.kz](mailto:kazexpo@kazexpo.kz)



Код МРНТИ 52.45.15:52.45.17

А.Б. Бегалинов<sup>1</sup>, \*М.Р. Шаутинов<sup>1</sup>, В.В. Перегудов<sup>2</sup>, А.В. Третьяков<sup>3</sup><sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),<sup>2</sup>Товарищество с ограниченной ответственностью «КРИЦ-НТК» (г. Степногорск, Казахстан),<sup>3</sup>Товарищество с ограниченной ответственностью «Институт Геологических Наук имени К.И. Сатпаева» (г. Алматы, Казахстан)

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОБОГАТИМОСТИ ТАКЫР- КАЛЬДЖИРСКОЙ РОССЫПИ ЗОЛОТА

**Аннотация.** Отбор представительной пробы на обогатимость осуществлялся из Центрально-Такырского участка галечников Тузбакской свиты эоцена и гравийно-песчаных образований. Содержание золота в галечнике класса крупности -80+2 мм составило 0,37 г/т, в песках класса крупности -2+0 мм 1,41 г/т. Разработана технологическая схема обработки представительной пробы и аппаратная схема цепи аппаратов для ее осуществления. Отобранная проба золотосодержащих песков из Центрально-Такырского участка галечников исследовалась на обогатимость методом «пассивной» и «активной» гравитации в винтовом сепараторе СВ-500 и виброцентробежном чашевом аппарате, разработанном в КазННТУ им. К.И. Сатпаева [1]. Лабораторные испытания проводились по двухстадийной схеме обогащения. В первой стадии обогащению подвергался природный материал (пофракционный). На второй стадии предварительно весь материал обрабатывался в мельнице самоизмельчения с последующим обогащением оттертых песков (-2+0 мм). В отличие от всех ранее существующих методик, в обработку включен весь материал пробы. Обогащение проводилось на разработанной укрупненной технологической установке в каскадном исполнении – вибровинтовой сепаратор – виброцентробежный аппарат, позволяющий извлекать все (размером ≥ микрон) свободное самородное золото в гравикоцентрирате центробежного аппарата, а связанное (включения в породные минералы) в концентрате вибровинтового сепаратора. Тонкодисперсное золото оказалось практически все сконцентрировано в окончательных хвостах обогащения.

**Ключевые слова:** золото, россыпь, галечники, пески, обогащение, технологическая схема, класс крупности, мельница самоизмельчения, вибровинтовой сепаратор, центробежный чашевый аппарат.

### Тақыр-Қалжыр шашыранды алтын кенін байытудың алғашқы нәтижелер

**Аңдатпа.** Байытылуы тексерілген арнаулы кен сынамаcы, Орталық-Тақыр учаскесінің қиыршық тастарынан Тузбақ эоцен свитасының және қиыршық-құм түзілімдерінен алынды. Ірілігі -80+2 мм класты құрайтын малтатастағы алтынның үлесі 0,37 г/т, құмдарда -2+0 мм 1,41 г/т құрайтыны анықталды. Арнайы сынамаcы өңдеудің технологиялық схемасы және оны жүзеге асыру үшін аппараттар тізбегінің аппаратуралық схемасы жасалды. Орталық-Тақыр малтатаc учаскесінен құрамында алтынны бар құмдардың іріктелген сынамаcы СВ-500 бұрандалы сепараторында және Қ.И. Сәтбаева атындағы ҚазҰТЗУ-да әзірленген ортадан текіші табақшалы аппаратта «пассивті» және «белсенді» ауырлық күші әдісімен байытылуы зерттелді [1]. Зертханалық сынақтар екі сатылы байыту схемасы бойынша жүргізілді. Бірінші кезеңде – бөлшектелген табиғи материал байытуға берілді. Екінші кезеңде – алдын-ала барлық материал өзін-өзі ұнтақтау диірменінде өңделді, содан кейін үгітілген (-2+0 мм) құмдық байытылды. Барлық қолданыстағы әдістерден айырмашылығы, сынама материалы өңдеуге түсіріледі. Байыту процесі ірілендірілген технологиялық қондырғыда каскадты түрде орындалған вибровинттік сепараторда – ортадан текіші аппаратта жүргізіледі, олар арқылы (≥ микрон мөлшерінде) бос сап алтын ортадан текіші аппаратта, ал құрамында бос жынысты минералдары бар алтын вибровинттік сепараторда бөлініп алынады. Жұқадисперсті алтын түгелдей байытудың соңғы қалдықтарында қалғаны анықталады.

**Үйін сөздер:** алтын, шашырандылар, малтатастар, құмдар, байыту, технологиялық схема, ірілік класы, өзін-өзі ұнтақтау диірмені, вибровинттік сепаратор, ортадан текіші табақшалы аппарат.

### Preliminary results on the enrichment of the Takyr-Kaldzhir gold placer

**Abstract.** The selection of a representative sample for enrichment was carried out from the Central Takyr site of pebbles of the Tuzbak formation of the Eocene and gravel-sand formations. The gold content in pebbles of the size class -80+2 mm was 0.37 g/t, in sands of the size class -2+0 mm 1.41 g/t. The technological scheme of processing a representative sample and the hardware circuit of the circuit of devices for its implementation have been developed. The selected sample of gold-bearing sands from the Central Takyrsky section of pebbles was studied for enrichment by the method of «passive» and «active» gravity in a screw separator SV-500 and a vibration-centric bowl apparatus developed at KazNITU named after K.I. Satbayev [1]. Laboratory tests were carried out according to a two-stage enrichment scheme. In the first stage, natural material (fractionated) was subjected to enrichment. At the second stage, all the material was pre-processed in a self-grinding mill with subsequent enrichment of graded sands (-2+0 mm). Unlike all previously existing methods, the entire sample material is included in the processing. The enrichment was carried out on a developed enlarged technological installation in a cascade design – a vibro-screw separator – a vibro-centric apparatus that allows extracting all (≥ micron in size) free native gold into the gravity concentrate of the centrifugal apparatus, and the associated (inclusions in rock minerals) into the concentrate of the vibro-screw separator. Fine gold turned out to be almost all concentrated in the final tailings of enrichment.

**Key words:** gold, placer, pebbles, sands, enrichment, technological scheme, size class, self-grinding mill, vibrating screw separator, centrifugal bowl apparatus.

### Введение

В настоящее время основным объектом отработки золотосодержащего минерального сырья являются коренные золоторудные месторождения, россыпи же практически не отрабатываются.

В то же время, за историю человечества из россыпей добыто не менее 23583 тонн золота [2, 3]. По сведениям Н.Т. Патык – Кара и других, за период освоения россыпей (с 1930-х годов) в золотоносных районах Северо-Востока Азии добыто около 5450 тонн, в районах Приамурья – 700-800 тонн, на Урале – около 900 тонн [4]. Анализ распределения мировой добычи золота по типам месторождений за 1998 год показывает, что из россыпей было добыто около 10% (259 тонн) [5]. В России, по данным Б.И. Беневаляского и др., из россыпей добывается до 70% золота, в Казахстане же добыча золота менее 1,4% [6].

Причина заключается в том, что геолого-разведочные работы были ориентированы на изучение и освоение аллювиальных типов россыпей в современных долинах, перспективы которых не велики. Большинство из них уже отработаны. Дальнейшее развитие золотодобычи следует увязать с вовлечением в разработку глубокозалегающих россыпей и создание новых технологий их добычи и переработки [7, 8, 9, 10].

### Методы исследования

В работе исследованы методы химического, минералогического и гранулометрического анализов. Экспериментальные исследования обогатимости отобранной представительной пробы золотосодержащих песков Такыр-Кальджирского участка на основе гравитационного обогащения осуществлялись в условиях ТОО «КРИЦ-НТК» г. Степногорск Акмолинской области.

Попфракционное обогащение представительной пробы осуществлялось на разработанной укрепленной технологической установке по отработке минералого-технологических проб. В состав минералого-технологических исследований входили следующие процедуры: изучение гранулометрического и минерального состава обломочного материала; пофракционное гравитационное обогащение исходного материала; пофракционное обогащение материала, предварительно обработанного в мельнице самоизмельчения; изучение свободного самородного и связанного золота в продуктах обогащения, их количественная оценка.

### Результаты и их обсуждение

Исследования выполнены на отобранной пробе золото-содержащих песков Такыр-Кальджирского участка галечников. Масса пробы 81,2 кг, содержание золота в пробе по паспортным данным составляло 352 мг/м<sup>3</sup>.

Исходная проба была разделена на две части. Одна исследовалась на материале природной крупности (гранулометрический, химический, минеральный состав) с пофракционным обогащением выделенных классов крупности и получением стандартного набора технологических параметров, позволяющих оценить количество свободного и связанного самородного золота.

Другая – проходила предварительную обработку в мельнице самоизмельчения с последующим обогащением песчаной (-2+0 мм) фракции по гравитационной схеме – вибровинтовой сепаратор – виброцентробежный чашевый аппарат с целью количественного определения свободного и связанного самородного золота.

Гранулометрический состав определялся мокрым ручным грохочением с растиранием на сетке тонкозернистого материала. Грохочение осуществлялось на грохоте с крупной и квадратной (с 5 мм и мельче) ячейкой. Жидкая фаза сохранялась, твердые частицы отстаивались в течение 24 часов и осаждались во фракции -0,044+0 мм.

Материал пробы был расситован на 11 классов крупностей (мм): -40+20; -20+10; -10+5; -5+2; -2+1; -1+0,5; -0,5+0,25; -0,25+0,1; -0,1+0,074; -0,074+0,044 и -0,044+0.

Более или менее равномерное распределение в гравийно-галечных (выход 10,5 – 17,61%) и со значительно более низким выходом в песчаных классах, с более или менее равномерным распределением (3-4%).

Обломочный материал полуоктан – округло-угловатой формы. С уменьшением размерности зерна степень окатанности также уменьшается. Грохочение грубо-обломочного материала, галечника и песка осуществлялось в грохотах диаметром 80 мм, 40 мм и на ситах 5x5 мм, 2x2 мм.

Крупнообломочный (-80+2 мм) класс составляет 47%, с ним связано около 20% золота с содержанием золота 0,37 г/т (таблицы 1, 2). Мелкообломочный (-2+0 мм) класс преобладает, его выход более 50% (53,06%) и с ним связано 81,13% от всего золота в пробе при содержании 1,41 г/т. Обломочный материал округлен. Таким образом, валовое содержание золота в исследуемом материале пробы составляет 0,92 г/т.

Таблица 1

*Распределение галечников и гравийно-песчаных образований в исследуемой пробе\**

Кесте 1

*Зерттелетін сынамада малтатастар мен қиыршық-құм түзілімдерінің таралуы\**

Table 1

*Distribution of pebbles and gravel-sand formations in the test sample\**

| Наименование   | Класс крупности, мм | Выход |       | Содержание Au, г/т | Распределение Au, % |
|----------------|---------------------|-------|-------|--------------------|---------------------|
|                |                     | кг    | %     |                    |                     |
| галечник       | -80+2               | 38,39 | 47,27 | 0,37               | 19,02               |
| пески          | -2+0                | 42,82 | 52,73 | 1,41               | 80,98               |
| Исходная проба |                     | 81,21 | 100   | 0,92               | 100                 |

*\*анализы выполнены здесь и далее атомно-абсорбционным методом*

Таблица 2

*Гранулометрический состав и распределение золота по классам крупности\**

Кесте 2

*Алтынның гранулометриялық құрамы және ірілік кластары бойынша таралуы\**

Table 2

*Granulometric composition and distribution of gold by size classes\**

| Наименование   | Класс крупности, мм | Выход |       |
|----------------|---------------------|-------|-------|
|                |                     | кг    | %     |
| галечник       | +40                 | 3,55  | 4,37  |
|                | -40+20              | 9,10  | 11,21 |
|                | -20+10              | 9,10  | 11,21 |
|                | -10+5               | 8,80  | 10,84 |
| гравий         | -5+2                | 7,84  | 9,65  |
| пески          | -2+1                | 7,86  | 9,68  |
|                | -1+0,5              | 11,08 | 13,64 |
|                | -0,5+0,25           | 2,88  | 3,55  |
|                | -0,25+0,1           | 5,25  | 6,46  |
|                | -0,1+0,074          | 8,30  | 10,22 |
| глины          | -0,074+0,044        | 2,09  | 2,57  |
|                | -0,044+0            | 5,36  | 6,60  |
| Исходная проба |                     | 81,21 | 100   |

*\*содержание золота, оттертого в мельнице галечника*

Лабораторные испытания на обогатимость проводились по двухстадиальной схеме обогащения. На первой стадии обогащению подвергался природный материал (пофракционный), во второй предварительно весь материал обрабатывался в разработанной мельнице самоизмельчения с последующим обогащением оттертых песков (-2+0 мм). Обогащение проводилось на укрепленной технологической установке, приведенной на рисунке 1.





**Рис. 1. Укрупненная технологическая установка**  
**1 – мельница самоизмельчения; 2 – винтовой сепаратор;**

**3 – виброцентробежные чашевые аппараты.**

**Сурет 1. Минералдық-технологиялық сынама аларды өңдеу бойынша ірілендірілген технологиялық қондырғы:**  
**1 – өздігінен ұнтақтайтын диірмен;**  
**2 – бұрандалы сепаратор; 3 – дірілден тепкіш машиналар.**

**Figure 1. Enlarged technological installation for processing mineral and technological samples:**  
**1 – self-grinding mill; 2 – screw separator;**  
**3 – vibration-centric thickener apparatuses.**

В разработанной мельнице самоизмельчения в качестве мелющего тела используется природная галька (обломочный материал исходной пробы исследуемого материала).

Новизна предлагаемой технологии переработки материала пробы связана с количественной оценкой золота всего материала пробы, начиная от песков и заканчивая валунно-галечниковыми отложениями.

Результаты гравитационного обогащения на золото природного материала гравийно-песчаной размерности представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3 при обогащении фракций практически все тонкодисперсное золото сконцентрировано в окончательных хвостах. Общее его содержание в песках составляет 1,41 г/т, по данным термоактивации 1,74 г/т, что на 2,34% превышает исходные.

Разработанная технологическая схема обработка проб представлена на рисунке 2.

Гравитационным обогащением на золото песков, оттертых с галечников в мельнице мокрого самоизмельчения с получением в качестве продукта оттирки золотосодержащего песка, получены следующие продукты: галька оттертая (+2 мм) – 79,60 кг; пески (-2+0 мм) – 126,40 кг; коллективным гравеоцентриком – 6,315 кг; окончательные хвосты 120,085 кг; исходный вес пробы 199,68 кг.

Как видно из таблицы 3 при обогащении фракций практически все тонкодисперсное золото сконцентрировано в окончательных хвостах. Общее его содержание в песках составляет 1,41 г/т, по данным термоактивации 1,74 г/т, примерно на 2,34% превышают исходные.

Количество тонкодисперсного золота определялось термоактивацией в разработанном термоактиваторе [8]. Термическая активация осуществлялась нагревом до красного колена извне корпуса пробоприемника за счет сжигания угля (температура 400-750-800 °С), нагрев материала пробы (450-1000 г.) происходил внутри термоактиватора в раскаленной газовой среде без доступа воздуха и нарушения сплошности исследуемого материала. При этом происходило разрушение органо-минеральных «рубашек» золотин, их расплавление и укрепление. Летучие фракции улавливались здесь же в термоактиваторе на специально разработанном углеродсодержащем сорбенте.

Причем нанозолото, к которому мы относим его летучие фракции (т.е. сорбированные), максимально установлено в глинисто-шламистом материале ~70% (68,87%) и тонкозернистом (-0,1+0,074 мм) ~55% (54,61%), в остальных укладывается в интервал 15-25%.

Таким образом, термоактивационным анализом нам удалось подтвердить не просто наличие тонкодисперсного золота, но и его порядок содержания 1,74 г/т для песков.

Выход свободного гравитируемого самородного золота в продуктах обогащения:

|  |                          |
|--|--------------------------|
| - концентрат вибровинтового сепаратора   | -9,409 мг                |
| - концентрат виброцентробежного аппарата | -0,54 мг                 |
| в итоге по пробе                         | -9,949 мг                |
| в пересчете 1 м <sup>3</sup> песков      | -99,65 мг/м <sup>3</sup> |
| в пересчете 1 м <sup>3</sup> песков      | -99,65 мг/м <sup>3</sup> |

Общий вид свободного самородного золота при различных увеличениях под оптическим микроскопом приведен на рисунке 3.

Результаты гравитационного обогащения, связанного тонкодисперсного золота представлены в табл. 4. Тонкодисперсное золото практически не гравитируется (общее извлечение в гравеоцентрике составило 8,84%). Содержание тонкодисперсного золота в пробе 1,52 г/т, количество нанозолота (летучей фракции) ~9%. Содержания золота в гравикоцентрате низкие некондиционные.

Предлагается перерабатывать сырье с тонкодисперсным золотом гидрометаллургическими методами обогащения.

В процессе исследований было выполнено минералогическое описание свободного самородного золота в продуктах обогащения всех классов крупности, а также отбор его в классах минус 2+0,044 мм, взвешивание и определение состава.

При обогащении фракций практически все тонкодисперсное золото было сконцентрировано в окончательных хвостах обогащения.

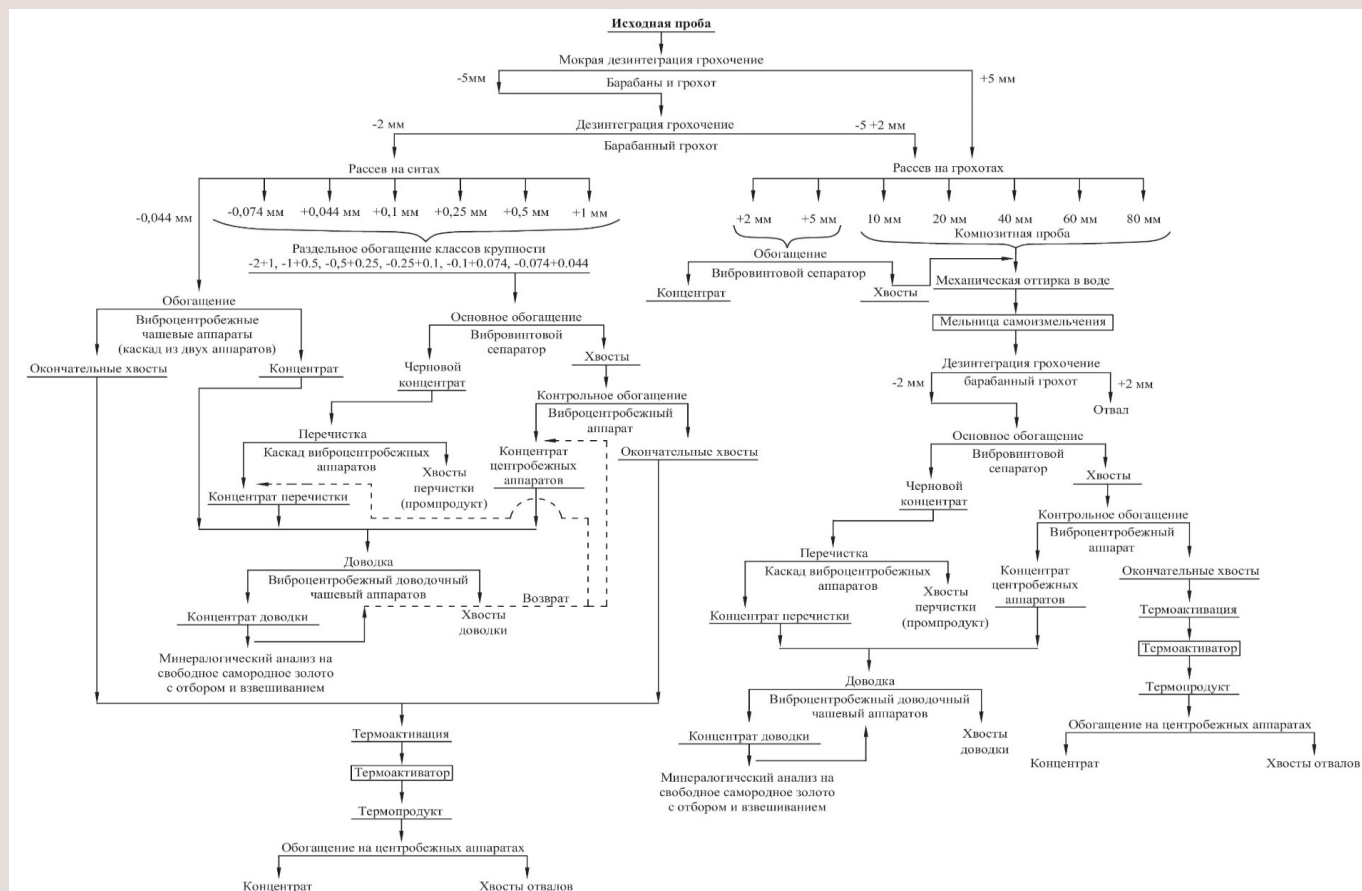


Рис. 2. Технологическая схема обработки проб Такыр-Кальджирского участка.  
 Сурет 2. Такыр-Кальжир учаскесінің сынамаларын өңдеудің технологиялық сұлбасы.  
 Figure 2. Technological scheme of sample processing of the Takyr-Kaldzhir site.

Таблица 3

Результаты гравитационного обогащения на золото природного материала  
 гравийно-песчаных классов крупности

Кесте 3

Қирыықтас-құм кластарының табиғи материалын алтынга гравитациялық байыту нәтижелері

Table 3

The results of gravity enrichment for gold of natural material of gravel-sand size classes

|      | Продукты обогащения                       | Выход |       | Номера проб | Содержание Au, г/т | Распределение Au, % |
|------|---|-------|-------|-------------|--------------------|---------------------|
|      |   | кг    | %     |             |                    |                     |
| -5+2 | Концентрат винтового сепаратора           | 0,19  | 2,43  | 3           | 0,88               | 3,77                |
|      | Хвосты                                    | 7,65  | 97,57 | 2           | 0,52               | 96,23               |
|      | Исходное                                  | 7,84  | 100   | 1           | 0,53               | 100                 |
| -2+1 | Концентрат перемешки винтового сепаратора | 0,077 | 0,37  | 8           | 2,35               | 1,74                |
|      | Хвосты перемешки винтового сепаратора     | 0,715 | 9,09  | 7           | 1,63               | 4,35                |
|      | Концентрат центробежного аппарата         | 0,08  | 1,02  | 6           | 1,22               | 1,74                |
|      | Хвосты                                    | 6,994 | 88,92 | 5           | 1,08               | 92,17               |
|      | Исходный -2+1 мм                          | 7,866 | 100   | 4           | 1,15               | 100                 |



Продолжение таблицы 3

| 1                         | 2  | 3      |       | 4  | 5    | 6     |
|---------------------------|--|--------|-------|----|------|-------|
| -1+0,5                    | Концентрат перечистки винтового сепаратора | 0,045  | 0,40  | 13 | 0,30 | 0,09  |
|                           | Хвосты перечистки винтового сепаратора     | 1,107  | 9,98  | 12 | 3,33 | 27,64 |
|                           | Концентрат центробежного аппарата          | 0,063  | 0,57  | 11 | 1,56 | 2,45  |
|                           | Хвосты                                     | 9,87   | 89,05 | 10 | 0,89 | 69,92 |
|                           | Исходный -1+0,5 мм                         | 11,085 | 100   | 9  | 1,13 | 100   |
| -5+0,25                   | Концентрат перечистки винтового сепаратора | 0,080  | 2,77  | 18 | 1,43 | 5,19  |
|                           | Хвосты перечистки винтового сепаратора     | 0,127  | 4,40  | 17 | 1,47 | 7,79  |
|                           | Концентрат центробежного аппарата          | 0,088  | 3,03  | 16 | 1,37 | 5,19  |
|                           | Хвосты                                     | 2,590  | 89,30 | 15 | 0,70 | 81,83 |
|                           | Исходный -0,5+0,25 мм                      | 2,885  | 100   | 14 | 0,77 | 100   |
| -25+0,1                   | Концентрат перечистки винтового сепаратора | 0,085  | 1,62  | 24 | 1,21 | 4,0   |
|                           | Хвосты перечистки винтового сепаратора     | 0,063  | 1,80  | 23 | 1,30 | 3,0   |
|                           | Концентрат центробежного аппарата          | 0,094  | 1,79  | 22 | 1,34 | 4,80  |
|                           | Хвосты                                     | 5,010  | 95,39 | 21 | 0,46 | 88,20 |
|                           | Исходный -0,25+0,1 мм                      | 5,252  | 100   | 19 | 0,50 | 100   |
| -1+0,074                  | Концентрат перечистки винта                | 0,103  | 1,24  | 29 | 2,68 | 2,16  |
|                           | Хвосты перечистки винтового сепаратора     | 0,503  | 6,06  | 28 | 2,18 | 8,62  |
|                           | Концентрат центробежного аппарата          | 0,95   | 1,14  | 27 | 1,40 | 1,04  |
|                           | Хвосты                                     | 7,60   | 91,56 | 26 | 1,48 | 93,18 |
|                           | Исходный -0,1+0,074 мм                     | 8,301  | 100   | 25 | 1,53 | 100   |
| -074+0,044                | Концентрат перечистки винтового сепаратора | 0,060  | 2,87  | 34 | 1,36 | 2,95  |
|                           | Хвосты перечистки винтового сепаратора     | 0,072  | 3,45  | 33 | 2,72 | 5,65  |
|                           | Концентрат центробежного аппарата          | 0,006  | 0,29  | 32 | 1,49 | 0,35  |
|                           | Хвосты                                     | 1,95   | 93,39 | 31 | 1,29 | 81,05 |
|                           | Исходный -0,074+0,044 мм                   | 2,088  | 100   | 30 | 1,33 | 100   |
| -0,044+0                  | Концентрат винта                           | 0,037  | 0,70  | 38 | 1,04 | 0,20  |
|                           | Концентрат центробежного аппарата          | 0,0013 | 0,24  | 37 | 1,05 | 0,11  |
|                           | Хвосты                                     | 5,26   | 99,26 | 36 | 3,47 | 99,69 |
|                           | Исходный материал -074+0,044 мм            | 5,36   | 100   | 35 | 3,45 | -     |
| Исходный материал -5+0 мм |  | 50,66  | 100   | -  | 1,30 | -     |
| Класс крупности -2+0 мм   |  | 42,88  | 100   | -  | 1,41 | -     |

Таблица 4

Результаты гравитационного обогащения песка, оттертого в мельнице валовой пробы

Кесте 4

Жалпы сынама дүірменінде үйкелген құмдарды гравитациялық байыту нәтижелері

Table 4

The results of gravitational enrichment of sand, grated in the mill of the gross sample

| Продукты обогащения                         | Выход  |      | % от пробы | Содержание золота, г/т | Распределение золота, % |
|---|--------|------|------------|------------------------|-------------------------|
|   | кг     | %    |            |                        |                         |
| +2 (галька оттертая)                        | 79,60  | -    | -          | 0,37                   | -                       |
| -2 мм                                       | 126,40 | -    | -          |                        | -                       |
| Концентрат перерешетки винтового сепаратора | 0,04   | 0,03 | 46         | 2,74                   | 0,06                    |
| Хвосты перерешетки винтового сепаратора     | 6,18   | 4,89 | 45         | 2,74                   | 8,82                    |
| Концентрат центробежного аппарата           | 0,09   | 0,08 | 44         | 8,76                   | 0,46                    |
| Окончательные хвосты                        | 120,09 | 95,0 | 43         | 1,45                   | 90,66                   |
| Исходный песок                              | 126,40 | 100  | -          | 1,52                   | 100                     |

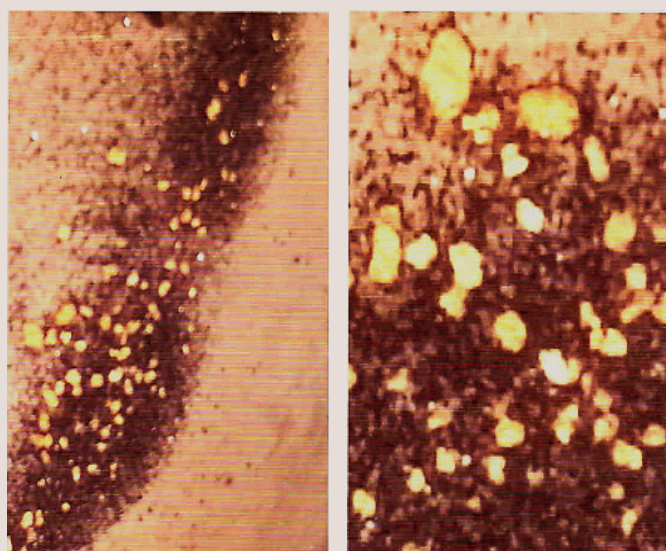


Рис. 3. Общий вид свободного самородного золота при различных увеличениях под оптическим микроскопом.

Сурет 3. Оптикалық микроскоптың көмегімен әртүрлі үлкейту кезіндегі бос алтынның жалпы көрінісі.

Figure 3. General view of free native gold at various magnifications under an optical microscope.

Тонкодисперсное золото практически не гравитируется (обогащается), общее извлечение в гравиконоцентрат составило 8,84%. Содержание тонкодисперсного золота в пробе 1,52 г/т, после термоактивации повысилось до 1,90 г/т (на 25%), количество нанозолота (летучей фракции) ~9%.

Содержание свободного самородного золота в целом по пробе 327 мг/м<sup>3</sup>, т.е. на порядок меньше, чем тонкодисперсного, но оно высокотехнологично и из-

влекается простыми, самыми дешевыми гравитационными методами, поэтому представляет практический интерес.

#### Заключение

На основе изучения минерального состава золотосодержащих галечников и формах нахождения полезного компонента в них проведены исследования на их обогащаемость.

Произведен отбор представительной пробы из галечников Такыр-Кальджирского участка. Разработана технологическая схема обогащения и укрупненная технологическая установка по обработке минералого-технологических проб.

Контроль содержания тонкодисперсного золота в золотосодержащих продуктах осуществлялся на основе термоактивации в разработанном термоактиваторе.

Разработана технологическая схема обработки представительной пробы и аппаратная схема цепи аппаратов для ее осуществления.

Проведено пофракционное гравитационное обогащение природных предварительно обработанных в мельнице самоизмельчения песков пробы на разработанной цепи аппаратов, состоящей из вибровинтового сепаратора и центробежных аппаратов.

#### Благодарность

Данная статья была написана по результатам НИР ГФ по проекту AP09259631 «Разработка технологии добычи и переработки песков древних большеобъемных россыпей впадин с преобладанием мелко, тонкого, свободного и связанного золота (участок Такыр-Кальджирский)» на 2021-2023 гг., руководитель д.т.н., профессор Бегалинов А. Исследование финансировалось Комитетом по науке Министерства образования и науки Республики Казахстан.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Ожогин Г.А., Мотовилов И.Ю. Виброцентробежный чашевый аппарат периодического действия – Инновационный патент РК №30418 от 15.10.2015. – НИИС РК (на русском языке)
2. Полеванов В.П. Крупные золотороссыпные провинции и их роль в мировой золотодобыче. – Москва. – 1990. – С. 88 (на русском языке)
3. Третьяков А.В. Формирование закономерности размещения и перспективы россыпной золотоносности Востока Казахстана. – Алматы. – 2009. – С. 290 (на русском языке)
4. Патык-Кара Н.Г. Многопластовые россыпи приразломных впадин // Россыпные месторождения России и стран СНГ. – Москва. – 1997. – С. 92-98 (на русском языке)
5. Ерофеев В.С. Геологическая история южной периферии Алтая в палеогене и неогене. – Алма-Ата. – 1969. – С. 165 (на русском языке)
6. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Бегалинов А.А. Перспективы выявления большеобъемных россыпей золота в Казахстане // Известия НАН РК серия геологии. – 2005. – №6 – С. 32-43 (на русском языке)
7. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Кургузкин Е.В. Новый тип золота в галечных образованиях россыпей. Материалы XXVI Национальной научно-технической конференции. «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья». – 26-27 мая 2021 г. – С. 41-46 (на русском языке)
8. Перегудов В.В., Левин В.Л., Ожогин Г.А., Бекенова Г.К. Термоактиватор. Патент на полезную модель №7613 от 25.11.2022. – НИИС РК (на русском языке)
9. Федотов П.К., Сенченко А.Е., Федотов К.В., Бурдонов А.Е. Исследования обогатимости сульфидных и окисленных руд золоторудных месторождений Алданского щита. Записки Горного института. – 2020. – Т. 242. – С. 218-227. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.218 (на русском языке)
10. Суримбаев Б.Н., Каналы Е.С., Болотова Л.С., Шалгымбаев С.Т. Оценка гравитационной обогатимости золотосодержащей руды – GRG. – 06.2020. Mining Science and Technology. – 5(2):92-103. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-2-92-103 (на английском языке)

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Ожогин Г.А., Мотовилов И.Ю. Мерзімді әсер ететін дірілді ортадан тепкіш тостағанды аппарат – ҚР ҒЗИ 15.10.2015 жылғы №30418 ҚР инновациялық патенті (орыс тілінде)
2. Полеванов В.П. Ірі алтын өндіретін провинциялар және олардың әлемдік алтын өндірудегі рөлі. – Мәскеу. – 1990. – Б. 88 (орыс тілінде)
3. Третьяков А.В. Қазақстанның шығысындағы шашыранды алтынның орналасу заңдылығын және перспективасын қалыптастыру. – Алматы. – 2009. – Б. 290 (орыс тілінде)
4. Патык-Кара Н.Г. Сілемнің жарықтанған аймағындағы ойпаттардың көп қабатты шашыранды кендері // Ресей мен ТМД елдерінің шашаранды кен орындары. – Мәскеу. – 1997. – Б. 92-98 (орыс тілінде)
5. Ерофеев В.С. Палеогенді және неогендегі Алтайдың Оңтүстік перифериясының геологиялық тарихы. – Алма-Ата. – 1969. – Б. 165 (орыс тілінде)
6. Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Бегалинов А.А. Қазақстанда үлкен көлемді шашыранды алтын кендерін анықтау перспективалары // ҚР ҰҒА жаңалықтары геология сериясы. – 2005. – №6. – Б. 32-43 (орыс тілінде)
7. Перегудов В.В., Шаутинов М.Р., Бегалинов А.Б., Третьяков А.В., Кургузкин Е.В. Шашыранды малта тас түзілімдеріндегі алтынның жаңа түрі. XXVI Ұлттық ғылыми-техникалық конференция материалдары. «Кен және техногендік шикізатты қайта өңдеудің ғылыми негіздері мен практикасы». – 2021 жылғы 26-27 мамыр. – Б. 41-46 (орыс тілінде)
8. Перегудов В.В., Левин В.Л., Ожогин Г.А., Бекенова Г.К. Термоактиватор. ҚР ҒЗИ 25.11.2022 жылғы №7613 пайдалы модельге Патент (орыс тілінде)
9. Федотов П.К., Сенченко А.Е., Федотов К.В., Бурдонов А.Е. Алдан қалқаны алтын кен орындарының сульфидті және тотыққан кендерінің байытылуын зерттеу. Тау-кен институтының жазбалары. – 2020. – Т. 242. – Б. 218-227. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.218 (орыс тілінде)
10. Суримбаев Б.Н., Каналдар Е.С., Болотова Л.С., Шалгымбаев С.Т. Құрамында алтын бар кендердің гравитациялық байытылуын бағалау – GRG. 06.2020. Mining Science and Technology. – 5(2):92-103. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-2-92-103 (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. *Peregudov V.V., Shautenov M.R., Ozhogin G.A., Motovilov I.Yu. Vibrocentrous bowl apparatus of periodic action – Innovative patent of the Republic of Kazakhstan No. 30418 dated 15.10.2015 of the Research Institute of the Republic of Kazakhstan (in russian)*
2. *Polevanov V.P. Large gold-bearing provinces and their role in world gold mining. – Moscow – 1990. – P. 88 (in russian)*
3. *Tretyakov A.V. Formation of regularities of placement and prospects of placer gold content of the East of Kazakhstan. – Almaty. – 2009. – P. 290 (in russian)*
4. *Patyk-Kara N.G. Multilayer placers of near-fault depressions // Placer deposits of Russia and CIS countries. – Moscow. – 1997. – P. 92-98 (in russian)*
5. *Erofeev V.S. Geological history of the southern periphery of Altai in the Paleogene and Neogene. – Alma-Ata. – 1969. – P.165 (in russian)*
6. *Begalinov A.B., Tretyakov A.V., Begalinov A.A. Prospects for detecting large-volume placers of gold in Kazakhstan // Izvestiya NAS RK series of Geology. – 2005. – No.6. – P. 32-43 (in russian)*
7. *Peregudov V.V., Shautenov M.R., Begalinov A.B., Tretyakov A.V., Kurguzkin E.V. New type gold in pebble formations of placers. Materials of the XVI National Scientific and Technical Conference. «Scientific foundations and practice of processing ores and technogenic raw materials». – May 26-27, 2021. – P. 41-46 (in russian)*
8. *Peregudov V.V., Levin V.L., Ozhogin G.A., Bekenova G.K. Thermoactivator. Utility model patent No.7613 dated 25.11.2022 of the National Research Institute of the Republic of Kazakhstan (in russian)*
9. *Fedotov P.K., Senchenko A.E., Fedotov K.V., Burdonov A.E. Studies of the enrichment of sulfide and oxidized ores of gold deposits of the Aldan shield. Notes of the Mining Institute. – 2020. – Vol. 242. – P. 218-227. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.218. (in russian)*
10. *Surimbayev B.N., Kanaly E.S., Bolotova L.S., Shalgymbayev S.T. Assessment of gravity dressability of gold ore – GRG test. – 06.2020. Mining Science and Technology. – 5(2):92-103. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-2-92-103 (in english)*

## Сведения об авторах:

**Бегалинов А.**, доктор технических наук, профессор, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [begalinov\\_a@mail.ru](mailto:begalinov_a@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4793-6207>

**Шаутинов М.Р.**, кандидат технических наук, профессор, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [shautenov\\_m@mail.ru](mailto:shautenov_m@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0266-3882>

**Перегудов В.В.**, директор лаборатории, Товарищество с ограниченной ответственностью «КРИЦ-НТК» (г. Степногорск, Казахстан), [pereval150520@mail.ru](mailto:pereval150520@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-6173-1374>

**Третьяков А.В.**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Товарищество с ограниченной ответственностью «Институт геологических наук имени К.И. Сатпаева» (г. Алматы, Казахстан), [alextrt\\_1210@mail.ru](mailto:alextrt_1210@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5286-2823>

## Авторлар туралы мәлімет:

**Бегалинов Ә.**, техника ғылымдарының докторы, профессор, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Шаутинов М.Р.**, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Перегудов В.В.**, «КРИЦ-НТК» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі, зертхана директоры (Степногорск қ., Қазақстан)

**Третьяков А.В.**, геология-минералогия ғылымының докторы, бас геолог, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Геология ғылымдары институты» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (Алматы қ., Қазақстан)

## Information of the authors:

**Begalinov A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Shautenov M.**, Candidate of engineering, Professor, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Peregudov V.**, director of the laboratory, Limited Liability Partnership «CRIC-NTK» (Stepnogorsk, Kazakhstan)

**Tretyakov A.**, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Limited Liability Partnership Institute of Geological Sciences named after K. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)





**TECH MINING  
RUSSIA**

— [www.techmining.ru](http://www.techmining.ru)

TECH MINING  
RUSSIA | 2023

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

5-я международная конференция и выставка  
7-8 сентября 2023, Москва

16+



Код МРНТИ 36.16.19

Е.Б. Кенжехан, \*Ы. Жакыпбек, Ж.Т. Кожаев, А.С. Әбен  
Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

## ЖОЛБАРЫСТЫ, ШОВАН, КЕЛІНШЕКТАУ АЛТЫН КЕН ОРЫНДАРЫНДА ЖОСПАРЛЫ- БИІКТІК НЕГІЗДЕМЕ КАРТАСЫН ҚҰРУ

**Аннотация.** Бүкіл әлемде ғаламдық навигациялық спутниктік жүйенің (GNSS) көмегімен координаттарды анықтау (нақты уақыттағы кинематикалық, дәл нүктелік позициялау немесе статикалық режимде) бірнеше ғылыми және техникалық қосымшаларда талданды. Көптеген ғылыми-техникалық орталықтарда, геодезиялық өндіріс ұйымдарында, жүк және жолаушы тасымалдарында, мұнай-газ құрылыстарында өлшеу қорытындысын шұғыл және электронды сандық карта түрінде беретін спутниктік технологиясын жан-жақты зерттеп, өндіріс үрдісіне енгізуде. Мақалада Жолбарысты, Шован, Келіншектау алтын кен орындарында орындалған геодезиялық жетілдіру жұмыстары қарастырылған. Кен орнына құрылған жоспарлы-биіктік негіздемесінің картасын ГАЗ технологиялары бойынша картасын құру жұмыстары талданған.

**Түйінді сөздер:** геодезия, жоспарлы-биіктік, GPS, Google Earth, карта, ГАЗ, GNSS, RTK, NRTK, пенер.

### Creation of a plan-height justification map at the Zholbystinsky, Shovan, and Kelinshektau gold deposits

**Abstract.** Worldwide, several scientific and technical applications have analyzed the determination of coordinates using the Global Navigation Satellite System (GNSS) (kinematic in real time, precise point positioning, or in static mode). In many scientific and technical centers, geodetic production organizations, freight and passenger transportation, oil and gas facilities, and satellite technologies are comprehensively studied and introduced into the production process, which provides measurement results in the form of emergency and electronic digital maps. The article discusses the work on geodetic improvements carried out in the fields of Zholbarysty, Shovan, and Kelinshektau. The work on the creation of a map of the planned high-altitude justification at the field using GIS technologies is analyzed.

**Key words:** geodesy, planar-altitude, GPS, Google Earth, map, GIS, GNSS, RTK, NRTK, rep.

### Составление карты планово-высотного обоснования на месторождениях Жолбарысты, Шован, Келиншектау

**Аннотация.** Во всем мире определение координат с помощью глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) (кинематическое в реальном времени, точное точечное позиционирование или в статическом режиме) анализировалось в нескольких научных и технических приложениях. Во многих научно-технических центрах, геодезических производственных организациях, грузовых и пассажирских перевозках, нефтегазовых сооружениях всесторонне изучают и внедряют в производственный процесс спутниковые технологии, которые выдают результаты измерений в виде экстренных и электронных цифровых карт. В статье рассмотрены работы по геодезическим усовершенствованиям, выполненные на месторождениях Жолбарысты, Шован, Келиншектау. Проанализированы работы по созданию карты планово-высотного обоснования на месторождении по ГИС технологиям.

**Ключевые слова:** геодезия, план-высота, GPS, Google Планета Земля, карта, ГИС, GNSS, RTK, NRTK, пенер.

### Кіріспе

Ғаламдық навигациялық спутниктік жүйемен (GNSS) алынған координаттарды әртүрлі тәсілдер арқылы есептеуге болады (салыстырмалы және дифференциалды әдістер немесе нүктені абсолютті дәл орналастыру әдісі). Дәстүр бойынша, салыстырмалы сауалнама нәтижелері бойынша статика және кинематика режимдері арасында көптеген айырмашылықтар бар (RTK, нақты уақыттағы кинематика режимі немесе RTK, желілік RTK). Атап айтқанда, статика режимі түсіруге кететін уақытқа қарамастан ең жоғары дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді, ал деректерді кейінгі өңдеу оның қолданылуын шектеуі мүмкін [1].

Кинематикалық модельді қолдана отырып, Ровер қабылдағыштарының арасындағы қашықтық аз болуы керек, әдетте 20 км-ден аз, статикалық позициялаудың сантиметрлік дәлдігін алу үшін «ұшу» процедуралары арқылы фазаны бекіту түсініксіздігін жою керек. Жоғарыда аталған шектеуді еңсеру үшін соңғы бірнеше жылда тұрақты жұмыс істейтін GNSS (CORS) тірек станцияларының тораптары нақты уақыт режимінде жоғары дәлдікпен орналасу үшін кеңінен қолданылды. Кең таралған GNSS CORS желілерінің болуы Станциялар арасындағы қашықтық шектеулерін еңсеруге мүмкіндік беретін NRTK технологиясын қолдануға түрткі болды.

GNSS CORS желісін пайдалану сонымен қатар виртуалды тірек станциясының тәсілі (VRS), көп тірек станциясының тәсілі (MRS), Flächen Korrektur параметрінің тәсілі (FKP) немесе бетті түзетудің басқа тәсілдері [2] сияқты үлкен аумақтарға дифференциалды түзетулерді се-

німдірек қолдануға мүмкіндік береді. Бірнеше авторлар [3, 4] NRTK техникасы статикалық өлшеулермен салыстыруға болатын сантиметрлік дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік беретіндігін көрсетті.

Көптеген басқа зерттеулер PPP (Нүктені дәл орналастыру) шешімдерінің конвергенциясын жақсарту үшін статикалық және кинематикалық өлшеулер үшін [5, 6] геодезиялық түсіруді басқару желісін құру және көп шоқжұлдызды өлшеу мүмкіндіктерін тексеру үшін осы әдістемені талқылады. PPP (нүктені дәл орналастыру) әдісінің дәлдігі сонымен қатар әртүрлі спутниктік эфемеридтік бағдарламалық құралмен өнімдерді пайдалана отырып, онлайн веб-қызметтердің нәтижелерін салыстыру [7], статикалық позициялау және тропосферадағы кідірісті бағалау үшін тегін онлайн PPP (Нүктені дәл орналастыру) қызметтерінің тиімділігін бағалау [8, 9] арқылы зерттелді. Басқа жұмыстар сонымен қатар қысқа бақылау кезеңін қолдана отырып, PPP (Нүктені дәл орналастыру) көмегімен жоғары позициялау дәлдігіне қол жеткізу мүмкіндігін талдады [10].

Жоғары дәлдікпен пункттердің геодезиялық координаттарының каталогтарын алу мақсатында жүргізілетін геодезиялық жұмыстардың түрі геодезиялық жоспарлы-биіктік негіздемені құру болып табылады. Пункттердің координаттар каталогтары топогеодезиялық түсіріс жұмыстарының барлық практикалық түрлерін жүргізу кезінде, аэрофототүсіріс материалдарын байланыстыру мен көптеген басқа геодезиялық және іздестіру жұмыстарын орындауда маңызды рөл атқарады.

Топографиялық-геодезиялық өндірістің спутниктік технология әдісі негізінде координатты анықтауға көшуі ғы-

лыми-техникалық және өндірістік міндеттерді неғұрлым тиімді шешуде, талап етілетін дәлдіктерге жетуде, жер беті пункттерінің координаттары мен биіктіктерін нақты анықтауға мүмкіндік береді.

### Зерттеу әдістері

Тірек (түсіру) геодезиялық тораптарын құру олардың дәлдігін бағалай отырып, кеніштердегі барлық жерасты қазбаларын үйлестіру үшін пункттердің жоғары дәлдікті геодезиялық координаттарының каталогтарын алу мақсатында жүргізілетін геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерінің бірі болып табылады. Пункттердің координат-

тар каталогын GPS құрылғысы арқылы статика режимінде анықталды.

Статика режимінде өлшеулер «Trimble» компаниясының «S-MAX GEO» GPS құрылғысы арқылы жүргізілді.

Координаттар жүйесі – WGS 84.

Биіктік жүйесі – Балтық.

Статикалық өлшеу уақыты – 55 минутқа созылды.

Статика режиміндегі координаттарды қайта есептеу жұмыстары Trimble RTX Solution есептеу нәтижесі көмегімен жасалды. Кен орнының WGS-84 координаталық жүйеде анықталған шахталық реперлер координаттары 1 – кестеде көрсетілген.

*Кесте 1*

*Кен орнының шахталық реперлер координаттары*

*Table 1*

*Coordinates of mine rappers of the deposit*

*Таблица 1*

*Координаты шахтных реперов месторождения*

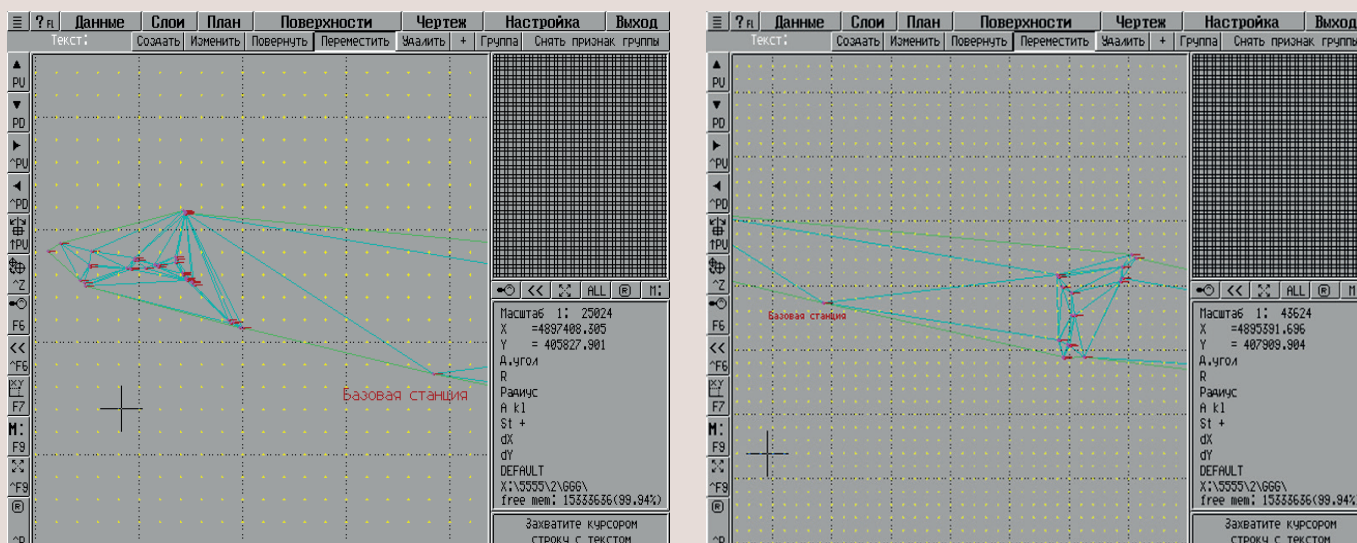
| Rp         | X            | Y           | Z         |
|------------|--------------|-------------|-----------|
| base1      | 4897721.8905 | 408845.0336 | 1050.4861 |
| 12rp1      | 4898551.6964 | 405431.1656 | 875.3589  |
| 12rp2      | 4898495.4001 | 405475.7224 | 877.3487  |
| 12rp3      | 4898533.3547 | 405472.1289 | 874.0239  |
| mwrp1      | 4896163.9499 | 425685.8088 | 364.6526  |
| mwrp2      | 4895609.8742 | 425875.6715 | 368.8407  |
| mwrp3      | 4895535.4909 | 425830.1984 | 369.9527  |
| mwrp4      | 4895047.124  | 425722.2812 | 376.4621  |
| mwrp5      | 4894986.4584 | 425748.9087 | 376.285   |
| mwrp6      | 4896655.4194 | 425688.5661 | 362.6072  |
| mwrp7      | 4896769.5499 | 425670.3217 | 362.3913  |
| mwrp8      | 4896622.958  | 426115.5677 | 365.5828  |
| mwrp9      | 4896612.3775 | 426102.034  | 367.0745  |
| RanAta     | 4896549.6219 | 418650.2725 | 418.5221  |
| YGL rp2    | 4898425.1208 | 414117.2806 | 396.5256  |
| YGL rp3    | 4898472.8165 | 414058.6365 | 397.0201  |
| tg 88rp4   | 4898286.3296 | 413901.4433 | 401.8983  |
| knap5      | 4898110.0187 | 413900.5647 | 405.1801  |
| kna3rp6    | 4898055.4985 | 413852.3069 | 406.7166  |
| DSK1 Rp1   | 4897886.2687 | 413042.9209 | 416.8187  |
| DSK1 Rp2   | 4897976.7824 | 412879.582  | 413.4944  |
| TZAV10 Rp3 | 4897544.875  | 413088.3944 | 434.6787  |
| TZAV2 Rp5  | 4897542.9256 | 413032.0958 | 445.9932  |
| NK01 Rp1   | 4896886.7104 | 413246.0282 | 491.6067  |
| NK tsk 4   | 4896888.6972 | 413250.1893 | 491.379   |

Түсірілім негіздемесін дамыту бойынша жұмыстарды жүргізу кезінде спутниктік анықтамалардың жылдам статикалық әдісі негізгі болып табылады. Ол пункттердің жоспарлы координаттарын және олардың биіктігін масштабты қатардың көп бөлігі және бедер қимасының биіктік-

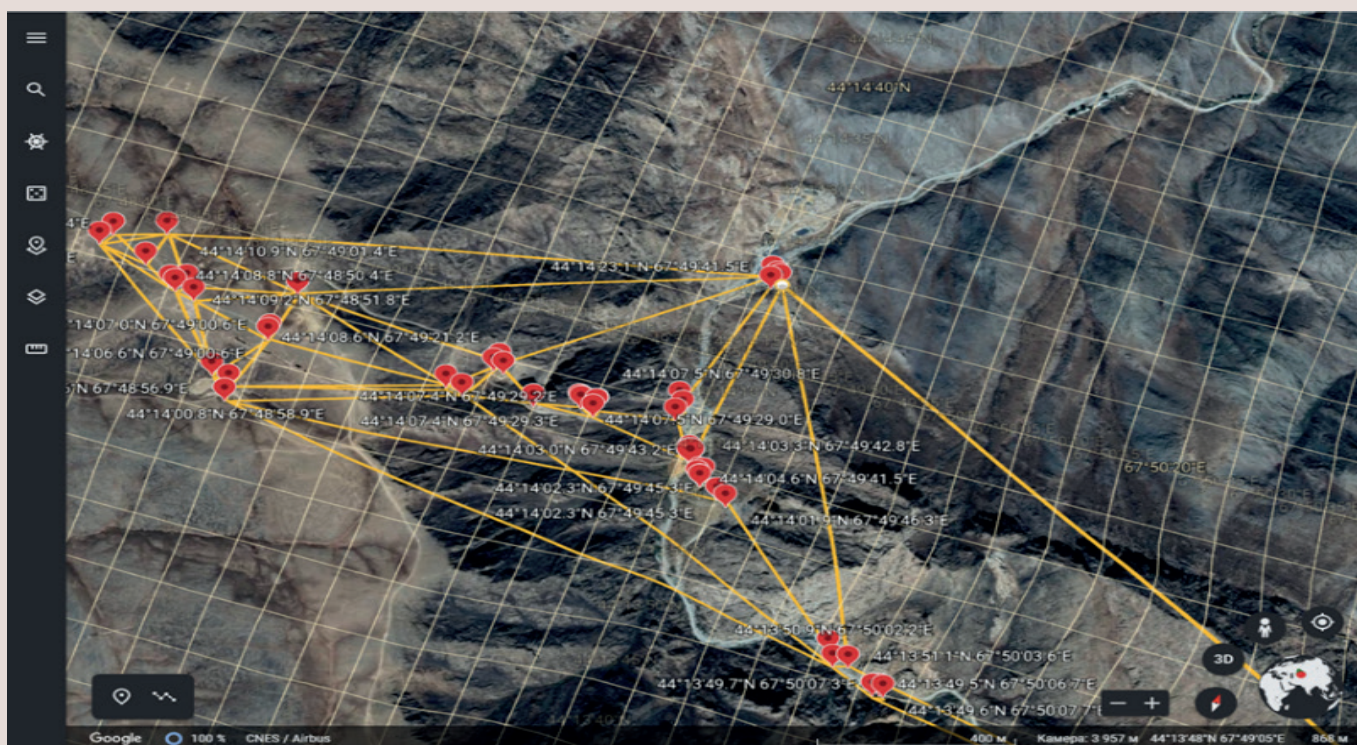
тері үшін жеткілікті дәлдікпен және жоғары жеделдікпен анықтайды.

**Нәтижелер.** WGS 84 координаттар жүйесінде Келіншектау, Шован, Жолбарысты кен орындарының жоспарлы-биіктік негіздемелері құрылды.





**Сурет 1. Жолбарысты, Шован кен орнында құрылған жоспарлы-биіктік негіздеме.**  
**Figure 1. Planning and high-altitude justification of the Zholbarysty and Shovan deposits.**  
**Рис. 1. Планово-высотное обоснование месторождений Жолбарысты и Шован.**



**Сурет 2. Жоспарлы-биіктік негіздеме картасы.**  
**Figure 2. Map of the planned high-altitude justification.**  
**Рис. 2. Карта планово-высотного обоснования.**

Жоспарлы-биіктік негіздемесін жасау үшін GPS технологиясын қолданумен орындалды.

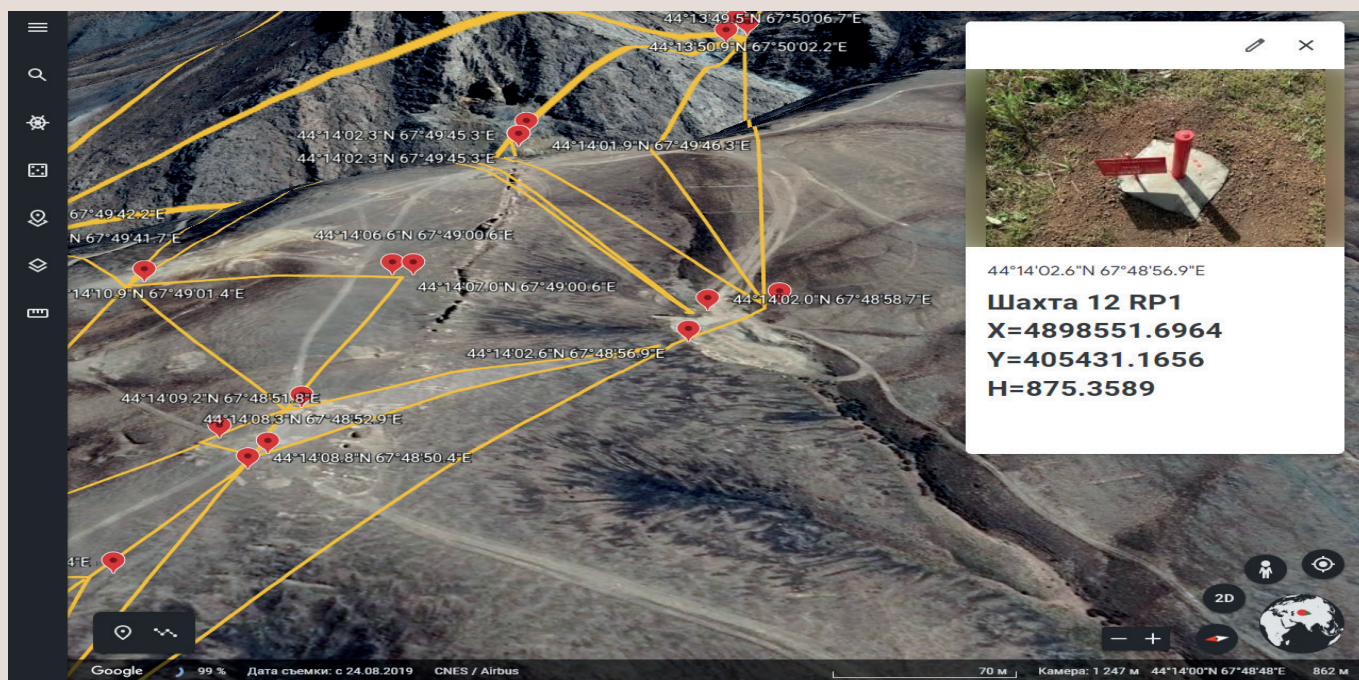
Торапты жобалаудың негізгі мақсаттары:

- Түсіру талаптарына сәйкес келу
- Дала жұмыстарын жүргізуді оңтайландыру
- Өрісте жиналған деректерді бақылауды қамтамасыз ету
- Сенімді нәтижелер беру
- Құрылған торап арқылы кен орнының картасын құру

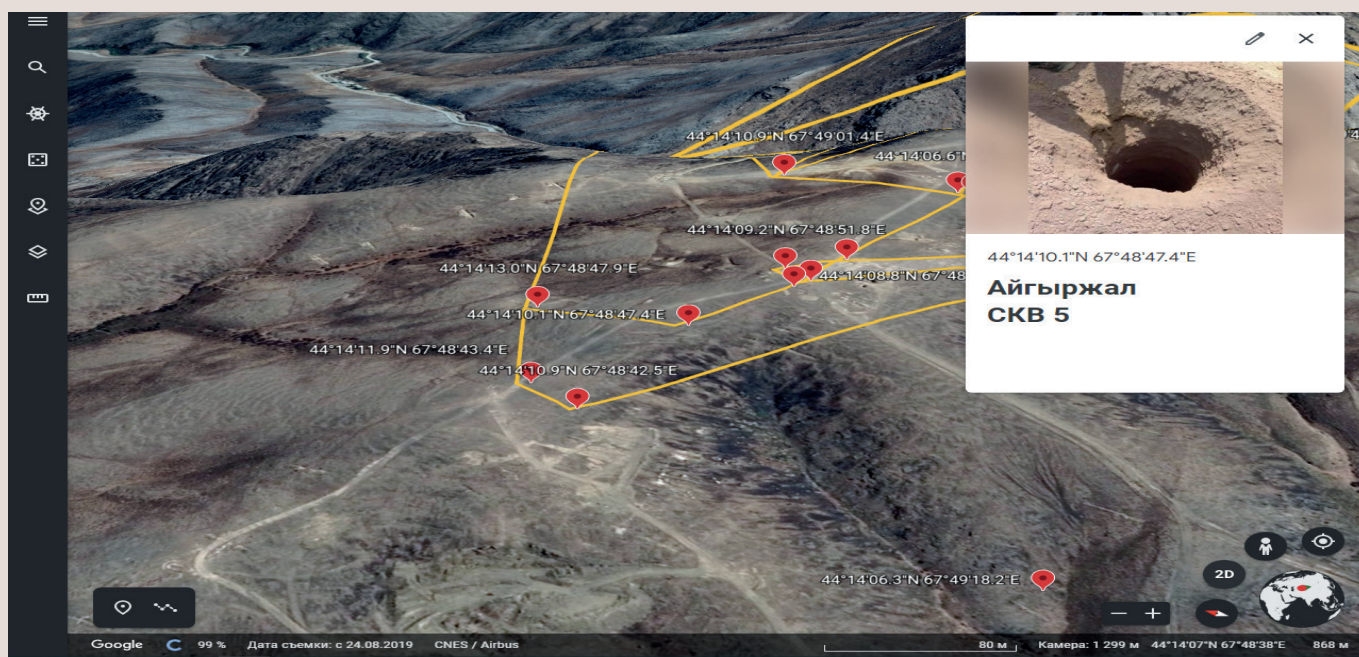
Қазіргі уақытта кез-келген нысанның электронды картасын әзірлеу кеңінен таралған. Электронды карта – сандық карталар немесе ГАЗ мәліметтер базасы негізінде видеоэкранда көрініс тапқан картографиялық бейне.

Кен орындарына құрылған жоспарлы-биіктіктік негіздеме картасын құру бұл үлкен маңызға ие жұмыс. Ол карта арқылы далалық жұмыстарды жеңілдетуге болады.





Сурет 3. Шахталық реперлер мәліметі.  
Figure 3. Information about mine reference points.  
Рис. 3. Сведения о шахтных реперах.



Сурет 4. Геологиялық мәліметтер.  
Figure 4. Geological data.  
Рис. 4. Геологические данные.

Жоспарлы-биіктіктің негізменің толық мәліметтерін сол картадан алуға болады. Карта жасауда «Google Earth» бағдарламасы алынды.

Google Earth сандық Глобус ретінде көрсетіледі және ол планетаның бетін қашықтықтан бір құрама кескінді қолдана отырып көрсетеді. Үлкейту кезінде суреттер бір аймақтан екіншісіне түсіру күні мен уақыты бойынша өзгеруі мүмкін ұсақ бөлшектері бар бір аймақтың әртүрлі суреттеріне ауысады.

Google Earth жеке қалалардағы ғимараттардың, құрылыстардың және ескерткіштердің 3D модельдерін жоғары сапада көрсету мүмкіндігіне ие.

Google Earth бағдарламасына өлшеулер жүргізілген пунктердің координаталарын WGS-84 координаттар жүйесінде импорттаймыз.

**Нәтижелерді талқылау.** Бұл құрылған карта кен орнындағы жоспарлы-биіктік негіздеме жайлы толық ақпарат береді. Олар:



- Базалық станция жайлы мәлімет
- Реперлердің орналасуы
- Шахталардың орналасуы
- Пункттердің екі координата жүйесінде өлшенген координаттары (WGS-84, UTM-42)
- Геологиялық ұңғымалар жайлы мәліметтер
- Шахталар арасындағы жолды жоспарлау мүмкіндігіне ие

### Қорытынды

Жолбарысты, Шован, Келіншектау алтын кен орындарында жоспарлы-биіктік негіздеме картасын құру арқылы көптеген жұмыстарды жеңілдетуге мүмкіндік ашты. Шахталардың орналасуы және әрбір шахтада орналасқан пункттердің екі координата жүйесінде өлшенген координаттары (WGS-84, UTM-42) жайлы толық мәліметтер аламыз. Сонымен қатар карта шахталар арасындағы жолды жоспарлау мүмкіндігіне ие.

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Gino Dardanelli, Antonino Maltese, Claudia Pipitone, Alessandro Pisciotta, Mauro Lo Brutto. RTK, PPP немесе статикалық, бұл мәселе. GNSS түсірілімі үшін әртүрлі орналасу шешімдерін сынау // Қашықтықтан зондтау. – 2021. – 13. – Б. 1406. <https://doi.org/10.3390/rs13071406> (ағылшын тілінде)
2. Kim J., Song J., No H., Han D., Kim D., Park B., Kee C. Модификацияланған бетті түзету параметрлерін түзету арқылы арзан бір жиілікті қабылдағыш үшін GPS дәлдігін жақсарту // ISPRS Int. J. Geo-Inf. – 2017. – 6. – Б. 222 (ағылшын тілінде)
3. Tusat E.A. Топографиялық карта мен кеңістіктік деректерді жасау үшін VRS және статикалық GPS өлшеу нәтижелерінің дәлдігін салыстыру: CORS – TR жағдайлық зерттеуі // Teh. Vjesn. – 2018. – 25. – Б. 158-163 (ағылшын тілінде)
4. Prochniewicz D., Szpunar R., Kozuchowska J., Szabo V., Staniszewska D., Walo J. Польшадағы GNSS желілік орналасу қызметтерінің тиімділігі: кейс-стади // J. Surv. Eng. – 2020. – 146. – 05020006 (ағылшын тілінде)
5. Abd Rabbou M., El-Rabbany A. GNSS-ті бірнеше шоқжұлдыздармен: GPS, GLONASS, Galileo және BeiDou көмегімен нүктелерді дәл орналастырудың тиімділігін талдау // Surv. Rev. – 2017. – 49. – Б. 39-50 (ағылшын тілінде)
6. Angrisano A., Dardanelli G., Innac A., Pisciotta A., Pipitone C., Gaglione S. GNSS GPS-GLONASS-Galileo шоқжұлдыздарын қолдана отырып, ашық бастанқы бағдарламалық жасақтаманы қолдана отырып, PPP зерттеулерінің тиімділігін бағалау // Appl. Sci. – 2020. – 10. – Б. 5420 (ағылшын тілінде)
7. Ocalan T., Erdogan B., Tunalioglu N., Durdag U.M. Орманның жанында/астында әртүрлі спутниктік эфемеридтерді қолдана отырып, салыстырмалы позициялауға қарсы PPP әдісінің дәлдігін зерттеу // Earth Sci. Res. J. – 2017. – 20. – Б. 1-9 (ағылшын тілінде)
8. Guo Q. Тропосферадағы статикалық позициялау мен кідірісті бағалаудағы төрт тегін онлайн PPP қызметін дәл салыстыру және талдау // Gps Solut. – 2015. – 19. – Б. 537-544 (ағылшын тілінде)
9. Astudillo J.M., Lau L., Tang Y.T., Moore T. Интернеттегі нүктені дәл орналастыру қызметтеріндегі (PPP) және PPP бағдарламалық пакеттеріндегі зениттік тропосфералық кідірісті бағалауды талдау // Sensors. – 2018. – 18. – Б. 580 (ағылшын тілінде)
10. Dabovc P. RTK және NRTK әдістерін ескере отырып кадастрлық түсірілім үшін жаппай нарықтағы GNSS қабылдағыштарын пайдалану ыңғайлылығы // Geod. Geodyn. – 2019. – 10. – Б. 282-289 (ағылшын тілінде)

### REFERENCES

1. Gino Dardanelli, Antonino Maltese, Claudia Pipitone, Alessandro Pisciotta, Mauro Lo Brutto. NRTK, PPP or Static, That Is the Question. Testing Different Positioning Solutions for GNSS Survey // Remote Sens. – 2021. – 13. – P. 1406 <https://doi.org/10.3390/rs13071406> (in English)
2. Kim J., Song J., No H., Han D., Kim D., Park B., Kee C. Accuracy Improvement of DGPS for Low-Cost Single-Frequency Receiver Using Modified Flächen Korrektur Parameter Correction // ISPRS Int. J. Geo-Inf. – 2017. – 6. – P. 222 (in English)
3. Tusat E.A. Comparison of the Accuracy of VRS and Static GPS Measurement Results for Production of Topographic Map and Spatial Data: A Case Study on CORS-TR // Teh. Vjesn. – 2018. – 25. – P. 158-163 (in English)
4. Prochniewicz D., Szpunar R., Kozuchowska J., Szabo V., Staniszewska D., Walo J. Performance of Network-Based GNSS Positioning Services in Poland: A Case Study // J. Surv. Eng. – 2020. – 146. – 05020006 (in English)
5. Abd Rabbou M., El-Rabbany A. Performance Analysis of Precise Point Positioning Using Multi-Constellation GNSS: GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou // Surv. Rev. – 2017. – 49. – P. 39-50 (in English)
6. Angrisano A., Dardanelli G., Innac A., Pisciotta A., Pipitone C., Gaglione S. Performance Assessment of PPP Surveys with Open Source Software Using the GNSS GPS-GLONASS-Galileo Constellations // Appl. Sci. – 2020. – 10. – P. 5420 (in English)
7. Ocalan T., Erdogan B., Tunalioglu N., Durdag U.M. Accuracy Investigation of PPP Method versus Relative Positioning Using Different Satellite Ephemerides Products near/under Forest Environment // Earth Sci. Res. J. – 2017. – 20. – P. 1-9 (in English)
8. Guo Q. Precision Comparison and Analysis of Four Online Free PPP Services in Static Positioning and Tropospheric Delay Estimation // Gps Solut. – 2015. – 19. – P. 537-544 (in English)

9. Astudillo J.M., Lau L., Tang Y.T., Moore T. Analysing the Zenith Tropospheric Delay Estimates in On-Line Precise Point Positioning (PPP) Services and PPP Software Packages // *Sensors*. – 2018. – 18. – P. 580 (in English)
10. Dabove P. The Usability of GNSS Mass-Market Receivers for Cadastral Surveys Considering RTK and NRTK Techniques // *Geod. Geodyn.* – 2019. – 10. – P. 282-289 (in English)

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Gino Dardanelli, Antonino Maltese, Claudia Pipitone, Alessandro Pisciotta, Mauro Lo Brutto. NRTK, PPP или Static, вот в чем вопрос. Тестирование различных решений для определения местоположения для GNSS-съемки // *Remote Sens.* – 2021. – 13. – С. 1406. <https://doi.org/10.3390/rs13071406> (на английском языке)
2. Kim J., Song J., No H., Han D., Kim D., Park B., Kee C. Повышение точности DGPS для недорогого одночастотного приемника с использованием модифицированной коррекции параметров // *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* – 2017. – 6. – С. 222 (на английском языке)
3. Tysat E.A. Сравнение точности результатов измерений VRS и статического GPS для создания топографической карты и пространственных данных: тематическое исследование CORS-TR // *Teh. Vjesn.* – 2018. – 25. – С. 158-163 (на английском языке)
4. Prochniewicz D., Szpunar R., Kozuchowska J., Szabo V., Staniszewska D., Walo J. Эффективность сетевых служб определения местоположения GNSS в Польше: тематическое исследование // *J. Surv. Eng.* – 2020. – 146. – 05020006 (на английском языке)
5. Abd Rabbou M., El-Rabbany A. Анализ эффективности точного позиционирования точек с использованием GNSS с несколькими созвездиями: GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou // *Surv. Rev.* – 2017. – 49. – P. 39-50 (на английском языке)
6. Angrisano A., Dardanelli G., Innac A., Pisciotta A., Pipitone C., Gaglione S. Оценка эффективности обследований PPP с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом с использованием созвездий GNSS GPS-ГЛОНАСС-Galileo // *Appl. Sci.* – 2020. – 10. – С. 5420 (на английском языке)
7. Ocalan T., Erdogan B., Tunalioglu N., Durdag U.M. Исследование точности метода PPP в сравнении с относительным позиционированием с использованием различных спутниковых эфемерид вблизи // *Earth Sci. Res. J.* – 2017. – 20. – С. 1-9 (на английском языке)
8. Guo Q. Сравнение точности и анализ четырех бесплатных онлайн-сервисов PPP в статическом позиционировании и оценке задержки в тропосфере // *Gps Solut.* – 2015. – 19. – С. 537-544 (на английском языке)
9. Astudillo J.M., Lau L., Tang Y.T., Moore T. Анализ оценок задержки в тропосфере в Зените в онлайн-сервисах точного позиционирования точек (PPP) и программных пакетах PPP // *Sensors*. – 2018. – 18. – С. 580 (на английском языке)
10. Dabove P. Удобство использования приемников GNSS массового рынка для кадастровых съемок с учетом методов RTK и NRTK // *Geod. Geodyn.* – 2019. – 10. – С. 282-289 (на английском языке)

**Авторлар туралы мәлімет:**

**Кенжехан Е.Б.**, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан), [yeldar0202@gmail.com](mailto:yeldar0202@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-5718-3619>

**Жақыпбек Ы.**, PhD, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан), [u.zhakupbek@satbayev.university](mailto:u.zhakupbek@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0002-2474-9927>

**Кожасев Ж.Т.**, PhD, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан), [zh.kozhayev@satbayev.university](mailto:zh.kozhayev@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0002-9976-9375>

**Әбен А.С.**, т.ғ.м., Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының оқытушысы (Алматы қ., Қазақстан), [a.aben@satbayev.university](mailto:a.aben@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-6222-8631>

**Information about the authors:**

**Kenjekhan E.**, graduate student at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Zhakupbek Y.**, PhD, Associate Professor at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Kozhaev Zh.**, PhD, Associate Professor at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Aben A.**, Master of Technical Sciences, lecturer at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Сведения об авторах:**

**Кенжехан Е.Б.**, магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Жақыпбек Ы.**, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Кожасев Ж.Т.**, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Әбен А.С.**, м.т.н., преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)





**МАЙНЕКС** 2023  
РОССИЯ

4-5 октября 2023 - Москва, Россия  
Рэдиссон Славянская

19-Й ГОРНО-  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ И ВЫСТАВКА  
**МАЙНЕКС РОССИЯ**  
**2023**

[2023.minexrussia.com](https://2023.minexrussia.com)

Код МРНТИ 86.00.00.

\*Б.Т. Уахитова<sup>1</sup>, Ж.С. Саркулова<sup>2</sup>, А.Б. Калжанова<sup>2</sup>, А. Мерекеқызы<sup>2</sup><sup>1</sup>Auezov University (Шымкент қ., Қазақстан),<sup>2</sup>Zhubanov University (Ақтобе қ., Қазақстан)

## ЖАРАҚАТТЫ АЗАЙТУ МАҚСАТЫНДА МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТЕГІ ЖҰМЫСШЫЛАРЫНЫҢ ЖАРАҚАТТАРЫНЫҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ САРАПТАМАСЫ МЕН ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРІ

**Аннотация.** Мақалада Ақтобе феррокорытпа зауытының (АФЗ) балқыту цехтарындағы 2012-2020 жылдар аралығындағы жарақатқа талдау жасалды. Статистикалық әдіс пен Ян Стреляу әдісін қолдана отырып, зерттеу кезеңінде АФЗ-а балқыту цехтарындағы ең қауіпті мамандықтар 26% феррокорытпа балқытушылары және 20% слесарь-жөндеушілер болып табылады, бұл екі мамандық барлық жарақат алғандардың жартысына жуығын құрайды (47%). Зерттеу нәтижелері бойынша жарақаттанушылардың ең қауіпті жасы 40 жастан бастап және одан жоғары жалпы алғанда 50%-ды, яғни барлық жарақаттанатын қызметкерлердің жартысын құрайтынын анықтады. Тестілеу нәтижелері бойынша (Ян Стреляу әдісі) талдау жүргізілді және тестіленген барлық қызметкерлердің орта есеппен 12%-ында жарақаттану үрдісі анықталды. Зерттеу нәтижелерінің негізінде жарақаттануға бейім адамдарды арнайы фактор бойынша қауіптілігі төмен кәсіптер мен жұмыс орындарына ауыстыру мүмкіндігі туралы қорытынды жасалды.

**Түйінді сөздер:** жарақат, жазатайым жағдай, еңбекті қорғау, қатер, қауіпті мамандық, өндіріс, статистикалық әдіс, жарақат, талдау, жұмысшылар.

### Statistical analysis of injuries and psychological studies of metallurgical workers in order to reduce injuries

**Abstract.** The article analyzes injuries in the smelting shops of the Aktobe Ferroalloy Plant (AFP) for the period from 2012 to 2020. Using the statistical method and Yan Strelyau's method, it was determined that the most dangerous professions in the AFP smelters in the study period were ferroalloy smelters 26% and mechanics-repairmen 20%. These two professions account for almost half of all injured (47%). According to the results of the study, it was found that the most dangerous age of the injured is 40 years and above. In general, this group of workers accounts for 50%, i.e. half of all injured workers. According to the results of testing according to the method of Jan Strelyau, a tendency to injury was revealed in an average of 12% of all tested workers. Based on the results of the study, the need to transfer persons predisposed to injuries due to a special factor to less dangerous professions and jobs is recommended.

**Key words:** injury, accident, occupational safety, risk, dangerous professions, production, statistical method, preventive measures, trauma, analysis, worker.

### Статистический анализ травматизма и психологические исследования работников металлургического производства с целью уменьшения травматизма

**Аннотация.** В статье проведен анализ травматизма в плавильных цехах Актюбинского завода ферросплавов (АЗФ) за период с 2012 по 2020 годы. Используя статистический метод и метод Яна Стреляу, определено, что наиболее опасными профессиями в плавильных цехах АЗФ в исследуемый период являются плавильщики ферросплавов 26% и слесари-ремонтники 20%. На эти две профессии приходится почти половина всех травмированных (47%). По результатам исследования установлено, что наиболее опасный возраст травмируемых от 40 лет и выше. В целом на указанную группу работников приходится 50%, т.е. половина всех травмируемых работников. По результатам тестирования по методу Яна Стреляу выявлена тенденция к травматизму в среднем у 12% всех протестированных работников. На основании результатов исследования рекомендована необходимость перевода лиц, предрасположенных к травматизму, по специальному фактору на менее опасные профессии и рабочие места.

**Ключевые слова:** травматизм, несчастный случай, охрана труда, риск, опасные профессии, производство, статистический метод, травма, анализ, работник.

### Кіріспе

Өндірістік жарақаттану адамның денсаулығы мен өміріне, әсіресе қауіпті өндірістік объекттер жұмысшылары үшін қатты әсер етеді. Біздің елімізде соңғы жылдары, статистикалық мәліметтер бойынша, толық өнеркәсіптік бойынша өндірістік жарақаттану деңгейінің кейбір төмендеуі көрсетілген. Өндірістің технологиялық үрдістерінің механизациясы мен атоматизациясының жоғары деңгейімен ерекшеленетін, металлургиялық саланың кәсіпорындары, өндірістік жарақаттану қауіпінің көрсеткіштерінің айтарлықтай деңгейімен ерекшеленеді [1].

Жұмыс орындардағы жарақаттану мен апаттың негізгі себептері инженерлік олқылықтарға, қондырғыны пайдалану жөнінен жұмыстарды ұйымдастырудың жеткіліксіздігіне, өндірісте жұмыс жағдайын дұрыс бағаламауға жиі байланысты екенін тәжірибеде көрсетіліп отыр. Яғни, «адами фактор» деп аталатын, адамның өзінен болатын, себепті бекітуге негіз бар. Жұмысшының психологиялық тұрақтылығынан өзінің қауіпсіздігімен қатар, жалпы кәсіпорынның өндірістік қауіпсіздігі де байланысты.

Қауіпсіз типтегі жеке тұлғаның критерийлерін өңдеу еңбекті қорғау қызметтерінің басшылары мен мамандарының қолына өндіріс жағдайында әлі де бағаланбаған

немесе аз пайдаланылған «адами факторының» резервтерін есепке алуға және жұмылдыруға бағытталған қауіпсіз жағдайларды жобалау құралын береді [2].

Еңбек қауіпсіздігі проблемасының жай-күйін талдау және металлургиядағы жұмысшының жұмыс қабілеттілігін арттыру негізінде келесі жалпылау жасалуы керек.

Техникалық прогресс көбінесе адамның ерекшеліктерін ескермейтін өзгеретін мамандандырылған құрылымдарды жасайды. Тірі ағзаның адам жасаған және бейімделген жасанды объекттері сияқты, өзгеретін жағдайларға тез бейімделу қабілеті жоқ. Адамның денсаулығы мен жұмысының табиғи ресурсының сарқылу проблемасын тудыратын, сапалы жаңа орта (өндірістік, ақпараттық, техногендік, санитарлық-гигиеналық және т.б.) пайда болады.

Жазатайым оқиғалардың, апаттар мен қираудың (катастрофа) өсуі туралы статистикалық деректер олардың адам факторына (оның ішінде олардың алдын алу) тәуелділігінің артуын растайды. Тиісті алғышарттардың үлесі 50-ден 90%-ға дейін ауытқиды деп саналады. Демек, жұмысшылардың еңбек қауіпсіздігі критерийлерін белгілеу, белгілі бір өндірістік жағдайлар үшін қауіпсіз типті тұлғаны қалыптастыру, жұмысшыларды психофизиологиялық іріктеу, оқыту және тәрбиелеу еңбекті қорғау міндеттерін



шешудегі басты мәселелердің бірі болуы мүмкін. Басқарылатын жүйенің техникалық сипаттамалары адамның мүмкіндіктеріне, оның физиологиялық, психофизиологиялық және әлеуметтік-психологиялық сипаттамаларына, сондай-ақ кәсіби дайындығына сәйкес келуі қажет.

Металлургия саласындағы жарақаттану-күрделі және көп факторлы құбылыс. Әдеби дереккөздерді талдаудан негізгі себептер факторлар бойынша 3 топқа бөлінетіндігі туындайды:

- Техникалы;
- Ұйымдастырушылық;
- Психофизиологиялық.

Ферроқорытпа зауыттары персоналының, әсіресе цехтардың инженерлік-техникалық жұмысшыларының желілік персоналының құзыреттілігінің жарақаттануға әсері зерттелмеген, дегенмен Ресейде жүргізілген зерттеулер, себептерге байланысты кәсіпорындағы жарақаттанудың жалпы деңгейінің 12-15% дейін жетуі мүмкін әсерді тікелей дәлелдейді [3]. Орындаушылардың құзыреттілігінің өндірістік жарақаттануға әсер етуінің шамалы деңгейі кәсіптік даярлық пен өндірістік өтілдің артықшылығына сүйене отырып, өнеркәсіптік кәсіпорындарда кадрларды іріктеудің тағы бір белгіленген қағидатын көрсетеді.

### Материалдар мен әдістер

Металлургиялық кластер кәсіпорындарындағы жарақаттану деңгейін бағалау бойынша зерттеулер АФЗ материалдары негізінде жүргізілді. 2012 жылдан 2020 жылға дейінгі кезеңдегі эксперименттік деректерді өңдеудің статистикалық әдістерін қолдана отырып, зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Өндірістік жарақаттану көрсеткіштерінің динамикасын зерттеу 2012 жылдан 2020 жылға дейінгі тоғыз жыл ішінде жазатайым оқиғалардың саны, атап айтқанда олардың жиілігі төмендегенін, бірақ соңғы жылдары өсу үрдісі бар екенін көрсетеді. Сонымен бірге, 32 жазатайым оқиғаның біреуі топтық түрге жатады, ал зардап шеккен 30 жұмысшының 19-ы ауыр, 11-і жеңіл, 4-і өліммен аяқталады. Бұл факт жанама түрде қауіп сезімін жоғалтуды, қоғамнан тыс жеке адамның зейінін төмендетуді көрсетуі мүмкін [4].

Өндірістік жарақаттанудың дұрыс және толық бейнесін алу үшін кәсіпорында зерттелген уақыт кезеңінде болған  $K_q$  жарақаттану жиілігінің коэффициентін;  $K_T$  жарақаттануының ауырлық коэффициентін;  $K_o$  қауіптілік коэффициентін немесе жалпы жарақаттану көрсеткішін;  $K_c$  өліммен аяқталған жарақаттану көрсеткішін талдадық.

$K_q$  жарақаттану жиілігінің коэффициенті белгілі бір күнтізбелік кезеңде (ай, тоқсан, жыл) 1000 жұмысшыға келетін жазатайым оқиғалардың санын айқындайды және формула бойынша анықталады:

$$K_q = (A/B) \cdot 1000, \quad (1)$$

мұндағы  $A$  – есеп берілетін кезеңде есепке алынған жазатайым оқиғалардың саны;  $B$  – қарастырылып отырған кезеңде осы кәсіпорында жұмыс істейтіндердің орташа тізімдік саны.

$K_q$  анықтау кезінде еңбекке қабілеттілігінен айырылған барлық жазатайым оқиғалар ескерілді. Алайда, жиілік коэффициенті бір жазатайым оқиғаға келетін, мүгедектіктің орташа ұзақтығымен сипатталатын, жарақаттанудың ауырлығын ескермейді. Сондықтан есеп берілетін кезең-

Кесте 1

АФЗ-дағы өндірістік жарақаттанудың сандық көрсеткіштері

Table 1

Quantitative indicators of industrial injuries in AFP

Таблица 1

Количественные показатели производственного травматизма в АФЗ

| № р/р | Көрсеткіштер  | Жылдар бойынша көрсеткіштер мәні |       |      |      |      |      |      |       |      |
|-------|---|----------------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|
|       |   | 2012                             | 2013  | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019  | 2020 |
| 1     | Ұйымдарда жұмыс істейтіндердің саны, $B$ , адам         | 3161                             | 3311  | 3784 | 3872 | 3991 | 4236 | 4278 | 4402  | 4286 |
| 2     | Жазатайым оқиғалар саны, $A$                            | 7                                | 4     | 2    | 1    | 1    | 2    | 2    | 6     | 7    |
| 3     | Зардап шеккендердің саны                                | 7                                | 2     | 1    | 1    | 1    | 2    | 1    | 8     | 7    |
|       | Ауыр зардап шеккендердің саны                           | 5                                | 2     | -    | -    | -    | 2    | -    | 5     | 5    |
|       | Жеңіл зардап шеккендердің саны                          | 2                                | -     | 1    | 1    | 1    | -    | 1    | 3     | 2    |
| 4     | Топтық жазатайым оқиғалардан зардап шеккендердің саны   | -                                | -     | -    | -    | -    | -    | -    | 3     | -    |
| 5     | Еңбекке жарамсыздықтың күнтізбелік күндерінің саны, $C$ | 604                              | 197   | 31   | 132  | 60   | 282  | 254  | 471   | 563  |
| 6     | Жиілік коэффициенті, $K_q$                              | 2,21                             | 1,21  | 0,52 | 0,25 | 0,25 | 0,47 | 0,46 | 1,36  | 1,63 |
| 7     | Ауырлық коэффициенті, $K_m$                             | 86,3                             | 49,25 | 15,5 | 132  | 60   | 141  | 127  | 78,5  | 80,4 |
| 8     | Жалпы жарақаттың көрсеткіші, $K_o$                      | 191                              | 59,6  | 8,1  | 33   | 15   | 66,3 | 59   | 106,8 | 131  |

де бір жәбірленушіге шаққандағы еңбекке қабілеттіліктің орташа жоғалуын сипаттайтын  $K_T$  жарақаттануының ауырлық коэффициенті енгізіледі, және формула бойынша анықталады:

$$K_m = C/A, \quad (2)$$

мұндағы  $C$  – жазатайым оқиғаларға байланысты мүгедектік күндерінің жалпы саны [5].

Жарақаттанудың ауырлық коэффициентіне өлім жағдайы кірмейді. Сондықтан өндірістік жарақаттануды неғұрлым толық бағалау үшін  $K_o$  жалпы жарақаттану көрсеткіші және  $K_c$  өліммен аяқталған жарақаттану көрсеткіші анықталды:

$$K_o = K_c \cdot K_m, \quad (3)$$

немесе

$$K_o = (C/B) \cdot 1000. \quad (4)$$

2012 – 2020 ж.ж. үшін кәсіптер бойынша жазатайым жағдайлар көрсетілген 2-кестеден ферроқорытпаларды балқытушы (26,5%), слесарь-жөндеуші (20,5%), ферроқорытпаларды сындырушы (12%), газэлектр дәнекерлеуші (12%) сияқты қауіпті кәсіптердің жұмысшылары анағұрлым бейілді, ал басқа кәсіптер бойынша бірең-сараң жағдайлар көрініп тұр. Ферроқорытпаларды балқытушыны орындаушы тобына – 1 айдан 6 жылға дейін жұмыс өтілі бар барлық жарақаттың дәрежесі; 4 жеңіл және 5 ауыр жас категориялар кіреді. Слесарь жөндеушілер – жасы 50-ден

жоғары – 3, 6, 11 және 22 жыл еңбек өтілі бар 4 адам; 2 жыл еңбек өтілі бар 48 жастағы; және 2 жыл еңбек өтілі бар 23 және 33 жастағы жұмысшылар. Жарақат дәрежесі 4 жеңіл және 3 ауыр.

Жоғарыда көрсетілгендей, кәсіпорындарда жарақаттану жағдайларының болуы, әсіресе, металлургиялық зауыттарда, техникалық, ұйымдастырушылық және психофизиологиялық факторлардың салдарымен байланысты. Сонымен бірге, соңғы фактордың әсері, әдебиеттік мәліметтер бойынша 65-70%-ды құрайды. Қазіргі зерттеулердің нәтижелері іс – жүзінде алдыңғы зерттеулер мәліметтерін дәлелдейді. Зерттеудің нәтижелерінен, соңғы жылдары жарақаттанудың көрсеткіштері жоғары тенденцияға ие екені көрініп тұр. Сонымен бірге, бұл көрсеткіштер, жауапты және күрделі жұмысшы орындарда (кәсіптерде) үлкен мәнге ие, сонымен қатар жұмысшының жасына байланысты өседі. Келесі фактор болып, қазіргі заманда металлургиялық өндірісте реконструкция мен жұмысшылардың психофизиологиялық параметрлеріне ғана емес, сонымен қатар кәсіби деңгейіне де жоғары талаптарды қажет ететін, жаңа инновациялық технологияларды енгізу табылады. Еңбектің қауіпсіз жағдайын қамтамасыз етуде аталмыш фактордың маңыздылығын бағалау мақсатында, шараларды жақсартып кәсіпорынның нақты материалдарында зерттеулерді жүргізу қажет [6, 7].

Ян Стреляу [<https://psycabi.net/testy/458-metodika-diagnostiki-temperamenta-yana-strelyau-test-lichnostnyj-oprosnik-izucheniya-temperamenta>] темпераментті диагностикалау әдісі жүйкелік жүйенің үш негізгі сипаттамасын: қозу үрдістерінің деңгейі (күш), тежеу үрдістерінің

**Кесте 2**

**Жазатайым оқиғаларды кәсіптер бойынша бөлінуі**

**Table 2**

**Distribution of accidents by profession**

**Таблица 2**

**Распределение несчастных случаев по профессиям**

| Кәсіп                          | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Жалпы саны |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Ферроқорытпаларды балқытушы    | 3    |      | 2    |      |      | 1    |      | 2    | 1    | 9          |
| Слесарь жөндеуші               | 1    |      |      |      | 1    |      |      | 5    |      | 7          |
| Ферроқорытпаларды сындырушы    | 1    |      |      | 1    |      |      |      |      | 2    | 4          |
| Газэлектр дәнекерлеуші         |      | 1    |      |      |      |      |      | 1    | 2    | 4          |
| Машинист қараушы               | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      | 1          |
| Ауысым басшысының м.о.         |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      | 1          |
| Тепловоз машинисінің көмекшісі |      | 2    |      |      |      |      |      |      |      | 2          |
| Электромонтер                  |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      | 1          |
| Бункерші                       |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 1          |
| Жөндеу жөнінен аға шебер       |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 1          |
| Монтаждаушы                    |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 1          |
| Жүргізуші                      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1          |
| Ферроқорытпаларды мөлшерлеуші  |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1          |



Кесме 3

Ақтөбе ферроқорытпа зауытының балқыту цехтарында жүргізілген, темперамент диагностикасының Ян Стреляу әдісі бойынша тесттердің нәтижелері

Table 3

Results of tests conducted in the smelting shops of the Aktobe ferroalloy plant using the Yang Strelau method of temperament diagnostics

Таблица 3

Результаты тестов по методу Яна Стреляу диагностики темперамента, проведенных в плавильных цехах Актюбинского завода ферросплавов

|   | Жұмысшылардың саны |       |       | Жұмысшылардың жасы |       |       |           |       |       |              |       |       | Психофизиологиялық факторлары  |
|---|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|--------------|-------|-------|--|
|   | БЦ №1              | БЦ №2 | БЦ №4 | 30 жаса дейін      |       |       | 31-40 жас |       |       | 40-тан асқан |       |       |  |
|   |                    |       |       | БЦ №1              | БЦ №2 | БЦ №4 | БЦ №1     | БЦ №2 | БЦ №4 | БЦ №1        | БЦ №2 | БЦ №4 |  |
| Жұмысшылардың жалпы саны (186 адам)     | 69                 | 65    | 52    | 30                 | 36    | 31    | 24        | 15    | 17    | 15           | 14    | 4     |  |
| 1 Қозу үрдістерінің деңгейі             |                    |       |       |                    |       |       |           |       |       |              |       |       |  |
| 25-тен 49-ға дейін қалыпты              | 21                 | 7     | 7     | 6                  | 2     | 6     | 11        | 2     | 1     | 4            | 3     | -     |  |
| 59-ға дейін орташа                      | 29                 | 37    | 26    | 14                 | 20    | 15    | 8         | 10    | 9     | 7            | 7     | 2     | Қозуға қатты жауапты реакция, стимул, жұмысқа тез қосылу, бабына тез ену (жұмысқа қабілеттілік) және жоғары өнімділікке қол жеткізу; төмен тозғыштық; жоғары жұмысқа қабілеттілік пен шыдамдылық   |
| 59-дан жоғары                           | 19                 | 21    | 19    | 9                  | 14    | 10    | 7         | 3     | 7     | 3            | 3     | 2     |  |
| 24-тен төмен                            | -                  | -     | -     | -                  | -     | -     | -         | -     | -     | -            | -     | -     | Қозуға әлсіз кешіккен реакция, шектен тыс тежелуге тез қол жеткізеді, баяу; жұмысқа қосылу, бабына енгендік және жоғары емес жұмысқа қабілеттілік; еңбекке жоғары шаршаңқылық, төмен жұмысқа қабілеттілік пен шыдамдылық                               |
| 2 Тежеу үрдістерінің деңгейі            |                    |       |       |                    |       |       |           |       |       |              |       |       |  |
| 21-ден 43-ке дейін қалыпты              | 3                  | -     | -     | -                  | -     | -     | 3         | -     | -     | -            | -     | -     |  |
| 50-ден жоғары                           | 66                 | 65    | 52    | 30                 | 36    | 29    | 21        | 15    | 17    | 15           | 14    | 6     | Тежеу жағынан мықты жүйкелік үрдістер; қозу, ынтасы оңай сөнеді; қарапайым сенсорлық дабылдарға тез жауап беру, жасы реакция; жоғары өзін бақылау, жинақылық, қырағылық, мінез-құлық реакцияларында салқынқандылық                                     |
| 24-тен төмен                            | -                  | -     | -     |                    |       |       |           |       |       |              |       |       | Тежеу үрдістерінің әлсіздігі, ынтаға жауап беру кездегі импульсивтілік, мінез-құлық реакцияларында әлсіз өзін-өзін бақылау, нақты шегіндірілген тежелу, өзіне талапшыл емес және кішіпейілділік; қарапайым дабылдарға жа немесе кешіккен жауап қайтару |
| Жүйкелік үрдістердің қозғалмалы деңгейі |                    |       |       |                    |       |       |           |       |       |              |       |       |  |
| 24-тен 49-ға дейін қалыпты              | 7                  | 2     | 1     | 1                  | 1     | 1     | 3         | 1     | -     | 3            | -     | -     |  |
| 50-ден жоғары                           | 62                 | 63    | 51    | 29                 | 35    | 28    | 21        | 14    | 17    | 12           | 14    | 6     | Қозудан тежеуге және керісінше жүйкелік үрдістердің оңай ауысуы; белгілі бір іс-әрекеттің бір түрінен басқа түріне тез ауысу; тез ауысу, табандылық, мінез-құлық реакцияларында батылдық   |
| 24-тен төмен                            | -                  | -     | -     |                    |       |       |           |       |       |              |       |       |  |
| Күш бойынша байсалдылық                 |                    |       |       |                    |       |       |           |       |       |              |       |       |  |
| 0,85-1,15                               | 58                 | 60    | 45    | 25                 | 32    | 24    | 21        | 14    | 17    | 12           | 14    | 4     | Байсалды адам  |
| 0,85                                    | 11                 | 3     | 6     | 5                  | 2     | 6     | 3         | 1     | -     | 3            | -     | -     | Тежеу жағына қарай қызбалық, яғни тежеу үрдістері өздігінен қозу үрдістерін теңестірмейді  |
| >1,15                                   | -                  | 2     | 1     | -                  | 2     | 1     | -         | -     | -     | -            | -     | -     | Қозу жағына қарай қызбалық, яғни қозу үрдістері өздігінен тежеу үрдістерін теңестірмейді   |

БЦ – балыту цехы

деңгейі (күш), жүйкелік үрдістердің қозғалғыштық деңгейін зерттеуде қолданылады.

$R$  күші бойынша байсалдылық  $F_c$  қозу бойынша күштің  $F_m$  тежеу бойынша күшке қатынасына тең:

$$R = F_c / F_m.$$

$R$  мәні неғұрлым бірге тең болса, соғұрлым байсалдылық жоғары болады.  $R$  мәні 0,85-1,15 интервалы шегінен аспаса, адам байсалды болып табылады. Егер  $R$  мәні интервал шегінен шықса, онда аталмыш индивидум өзінің психологиялық белсенділігінің қызбалығымен ерекшеленетінін ұйғауға болады. Сонымен қатар, егер бөлшектің мәні 1,15-тен үлкен болса, бұл қызбалық қозу дегенді білдіреді, яғни қозу үрдістері өздігімен тежеу үрдістерін теңестірмейді. Жүйкелік үрдістер балансы қозу жағына елеулі жылжуы болған кезде, қатты қысқа мерзімді эмоционалдық күйзеліс, тұрақсыз көңіл-күй, жанашылдыққа тез үйрену, тәуекелділік, бар ынтасымен мақсатқа ұмтылу, қандай жағдай болмасын қауіпке жауынгерлік қатынас, нашар кедергіге төзімділік болуы ықтимал. Егер мәні 0,85-тен аз болса – бұл тежеуге қарай қызбалық болы саналады, яғни тежеу үрдістері өздігімен қозу үрдістерін теңестірмейді. Жүйкелік үрдістер балансы тежеу жағына елеулі жылжуы болған кезде, байсалды мінез – құлық, тұрақты көңіл – күй, әлсіз эмоционалдық күйзеліс, жақсы шыдамдылық, ұстамдылық, салыңқандылық, қауіптілік кезде өзін-өзі еркін билейтін, өзінің қабілеттілігін шынайы бағалау, жақсы кедергіге төзімділік болуы ықтимал [8, 9].

Ақтөбе ферроқорытпа зауыты жағдайында психофизиологиялық факторлардың маңыздылығын орнату мақсатында, авторлармен, 186 адам қатысқан, Ян Стреляу әдісі бойынша жұмысшылардың темперамент диагностикасы әдісі бойынша тест жүргізілген болатын. Тесттерді өңдеу нәтижесінде, 163 жұмысшыда  $R$  байсалдылық көрсеткішінің мәні 0,85-1,15 интервал шегінде жатыр. Келтірілген мәліметтерді сараптау, көрсетілген интервал шегінен шыққан,  $R$  көрсеткіштерінің мәніне 23 жұмысты орындаушылар ие екені анықталды. Зерттелген жұмысшылар санынан 3 адам 1,15-ке тең  $R$  көрсеткішінің мәнінен жоғары деңгейге ие болды, ал 20 адам 0,85-ке тең, төмен деңгейге ие. Өндірісте еңбекті қорғау мен өндірістік қауіпсіздіктің нормативтік талаптарын бұзу жағдайларымен байланысты, жаңалықтардың пайда болуының анағұрлым ықтималдығы бар, қауіпкер тобын құрайтын аталмыш жұмысшылар екені белгілі.

Келтірілген мәліметтердің сараптамасы, негізгі цехтар жұмысшыларының жалпы санынан, қызба көрсеткіші

бар жұмысшылардың үлесі Ян Стреляу тесті бойынша 12,36%--ды құрайды. Цехтар қимасында жұмысшылардың аталмыш тобы келесідей көрсетілген:

№1 балқыту цехы бойынша – 16%; №2 балқыту цехы бойынша – 8%; №4 балқыту цехы бойынша – 13%. Келтірілген мәліметтер,  $R$  көрсеткішінің мәні, жұмысшылардың қарастырылып отырған тобында кәсіби біліктілігімен, еңбек өтілімен және жұмысшының жасымен әлсіз арақатынас орнатады, бұл өндірістік кәсіпорындарда оларға қарасты функционалдық міндеттерді орындағанда, әлсіз өзін – өзі басқаруды көрсетуге соңғылардың бейімділігін тексеру затына (тақырып бойынша) кадрларды таңдағанда, субъектінің психологиялық сипаттамасының мәні мен оның осы сипаттамаларды есепке алу қажеттілігіне меңзейді, ал бұл жарақаттануға (жазатайым жағдай) әкеліп соғуы мүмкін. Сондықтан, келтірілген мәліметтер, кәсіпорындар мен өндірістік құрылымдардың учаскесі мен жұмысшы орындарында, технологиялық операцияларды жоспарлау мен ұйымдастырғанда, бөлек орындаушылардың психофизиологиялық сапаларының мәнін есепке алу туралы дәлелдейді.

### Қорытындылар

Металлургиялық өндірістің кәсіпорындарындағы жұмысшы орындарында жазатайым жағдайлар мен жарақаттануға анағұрлым бейім болып: ферроқорытпаларды балқытушылар – (зардап шегушілердің жалпы санынан 26,5%); слесарь-жөндеуші – (зардап шегушілердің жалпы санынан 20,5%).

Жауапты учаскелерде жұмысшы орындарды жоспарлауды ұйымдастырғанда, жұмысшылардың жас көрсеткішін де есепке алу қажет.

Зерттеулердің нәтижелерінен, зардап шеккен жұмысшылардың 50%-ы 40 жастағы жұмысшылар құрайтыны белгілі болды, бұл өндірістік учаскелерде жұмысшы орындарды ұйымдастыру мен жоспарлау кезінде жас шектемесін есепке алу қажеттігіне меңзейді.

Зерттеулердің нәтижелері, барлық жұмысшылардың 12,36%-ы өзінің психофизиологиялық көрсеткіші бойынша, ЕҚ мен ҚТ бойынша нормативтік талаптардың бұзылуына бейім болып келетінін көрсетіп отыр [10].

Келтірілген мәліметтер, қауіпті кәсіптер мен жұмысшы орындарда, психологиялық фактор бойынша, жарақаттануға бейімділікке ие, тұлғаларды ауыстыру жолымен профилактикалық шараны ұйымдастыруды жүргізу туралы мәлімдейді, бұл балқыту цехтарында жарақаттанудың қауіпін 10%-дан төменге қысқартуы мүмкін [11,12].

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Имангазин М.К. (2014). Қазақстан Республикасының ферроқорытпа өндірісіндегі жарақаттануды талдау. Лап Ламберт академиялық баспасы. – Саарбрюккен. – Тамыз, 2014. – Германия. – ISBN:978-3659-58002-4 (ағылшын тілінде)
2. Губонина З.И. Металлургиядағы адамның сенімділігі және оны арттыру жолы мәселесі. МГОУ / Мәскеу. – 2004. – Б. 431 (орыс тілінде)
3. Неволіна Е.М. Персоналдың құзыреттілігін дамыту негізінде тау-кен кәсіпорнында жарақаттануды азайту. Техника ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін Диссертация, ФМУ ФТО – РФ Энергетика министрлігінің ғылыми-зерттеу институты және РФА Орал бөлімі. – Челябинск. – 2004. – Б. 128 (орыс тілінде)



4. Уахитова Багдагул. Металлургиялық кластердің өнеркәсіптік кәсіпорны мысалында өндірістік жарақаттану деңгейін талдау. Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының еңбектері, геологиялық және техникалық ғылымдар сериясы Ашық қол жетімділік. – Т. 2022. – Шығ. 1. – Б. 145. 1512022. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.151> (ағылшын тілінде)
5. Қазақстан Республикасындағы еңбекті қорғау / Ұлттық шолу / ХЕҰ 2008. – Б. 163. (орыс тілінде)
6. Котик М.А. Психология және қауіпсіздік. Басылым. 3-ші, орындалды және қосымша. – Таллин: Вальгус. – 1989. – Б. 448 (орыс тілінде)
7. Уахитова Багдагул. Ақтөбе облысының өнеркәсіптік кәсіпорындарындағы қызметкерлердің өндірістік жарақаттануының жай-күйі туралы. Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының еңбектері геологиялық-техникалық ғылымдар сериясы. – ISSN 2224-5278. – Т. 5. – Б. 170-175. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.111> (ағылшын тілінде)
8. Ханзоде В.В., Майти Дж., Рэй П.К. (2012). Өндірістік жарақаттар мен өндірістегі жазатайым оқиғаларды зерттеу: жан-жақты шолу. Қауіпсіздік туралы ғылым, 50(5): 1355-1367. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.015> (ағылшын тілінде)
9. Беляев Ю.К., Носков В.Н. Математикалық статистиканың негізгі түсініктері мен міндеттері: Оқу құралы. – М: ММУ. – 1998. – Б. 192 (орыс тілінде)
10. Халықаралық Еңбек Бюросы. Еңбекті қорғау саласында халықаралық стандарттарды енгізу және мемлекеттік бақылауды жүзеге асыру // тезис. ДОК. Халықаралық семинар. – Щучинск, ҚР. – 22 Қараша 2006 (орыс тілінде)
11. Поletaев В.П., Крюковская О.А. (2015). Металлургия аймағындағы Еңбекті қорғау. ДМТУ. – Украина. ISBN: 978-966-175-124-7 (орыс тілінде)
12. Хақимжанов Т.Е. (2008). Еңбекті қорғау. – Алматы: ЭВЕРО, Қазақстан. – ISBN: 9965-708-62-2 (орыс тілінде)

## REFERENCES

1. Imangazin M.K. (2014). Analysis of injuries in ferroalloy production of the Republic of Kazakhstan. LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. – August, 2014. – Deutschland. – ISBN:978-3659-58002-4 (in English)
2. Gubonina Z.I. The problem of human reliability in metallurgy and ways to improve it. Moscow Moscow State University. – 2004. – P. 431 (in Russian)
3. Nevolina E.M. Reduction of injuries at a mining enterprise based on the development of personnel competence. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences, FSUE STC – NII OGR of the Ministry of Energy of the Russian Federation and the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. – Chelyabinsk. – 2004. – P. 128 (in Russian)
4. Uakhitova Bagdagul. Analysis of the level of occupational injuries on the example of an industrial enterprise of a metallurgical cluster. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences Open Access. – Vol. 2022. – Issue 1. – P. 145. 1512022 <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.151> (in English)
5. Labor protection in the Republic of Kazakhstan / National Review / ILO 2008. – P. 163 (in Russian)
6. Kotik M.A. Psychology and safety. 3rd ed., ispr. and add. – Tallinn: Valgus. – 1989. – P. 448 (in Russian)
7. Uakhitova Bagdagul. On the state of industrial injuries of workers in industrial enterprises of the Aktubinsk region. News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences. – ISSN 2224-5278. – Vol. 5. – P. 170-175. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.111> (in English)
8. Khanzode V.V., Maiti J., Ray P.K. (2012). Occupational injury and accident research: A comprehensive review. Safety Science, 50(5): 1355-1367. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.015> (in English)
9. Belyaev Yu.K., Noskov V.P. Basic concepts and tasks of mathematical statistics: Study guide. – Moscow: Moscow State University. – 1998. – P. 192 (in Russian)
10. International Labour Office. Introduction of international standards in the field of labor protection and implementation of state control // Tez. dokl. International seminar. – Shchuchinsk, RK. – November 22, 2006 (in Russian)
11. Poletaev V.P., Kryukovskaya O.A. (2015) Labor protection in the metallurgical region. – DSTU. – Ukraine. – ISBN: 978-966-175-124-7 (in Russian)
12. Khakimzhanov T.E. (2008). Labor protection. – Almaty: EVERO, Kazakhstan. – ISBN: 9965-708-62-2 (in Russian)

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Имангазин М.К. (2014). Анализ травматизма на ферросплавном производстве Республики Казахстан. Академическое издательство ЛЭПА Ламберта. – Саарбрюккен. – Август 2014 года. – Германия. – ISBN:978-3659-58002-4 (на английском языке)

2. Губонина З.И. Проблема надежности человека в металлургии и пути ее повышения. – МГОУ / Москва. – 2004. – С. 431 (на русском языке)
3. Неволлина Е.М. Снижение травматизма на горнодобывающем предприятии на основе развития компетентности персонала. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, ФГУП НТЦ – НИИОГР Минэнерго РФ и Уральского отделения РАН. – Челябинск. – 2004. – С. 128 (на русском языке)
4. Уахитова Багдагуль. Анализ уровня производственного травматизма на примере промышленного предприятия металлургического кластера. Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологических и технических наук. Открытый доступ. – Т. 2022. – Вып. 1. – С. 145. 1512022 <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.151> (на русском языке)
5. Охрана труда в Республике Казахстан / Национальный обзор / МОТ 2008. – С. 163 (на русском языке)
6. Котик М.А. Психология и безопасность. Изд. 3-е, испр. и доп. – Таллинн: Валгус. – 1989. – С. 448 (на русском языке)
7. Уахитова Б.Т. Состояние производственного травматизма работников промышленных предприятий Актюбинской области. Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геолого-технических наук. – ISSN 2224-5278. – Т. 5. – С. 170-175. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.111> (на английском языке)
8. Ханзоде В.В., Майти Дж., Рэй П.К. (2012). Исследование производственного травматизма и несчастных случаев на производстве: всесторонний обзор. Наука о безопасности, 50(5): 1355-1367. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.015> (на английском языке)
9. Беляев Ю.К., Носков В.П. Основные понятия и задачи математической статистики: Учебное пособие. – М: МГУ. – 1998. – С. 192 (на русском языке)
10. Международное Бюро Труда. Внедрение международных стандартов в области охраны труда и осуществление государственного контроля // Тез. докл. Международного семинара. – Щучинск, РК. – 22 ноября 2006 (на русском языке)
11. Полетаев В.П., Крюковская О.А. (2015). Охрана труда в металлургическом регионе. – ДГТУ, Украина. – ISBN: 978-966-175-124-7 (на русском языке)
12. Хакимжанов Т.Е. (2008). Охрана труда. – Алматы: ЭВЕРО, Казахстан. – ISBN: 9965-708-62-2 (на русском языке)

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Уахитова Б.Т.**, «Өміртіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» кафедрасының докторанты, КеАҚ М. Ауезов атындағы Оңтүстік-қазақстан университеті» (Шымкент қ., Қазақстан), [Uakhitova\\_bt@mail.ru](mailto:Uakhitova_bt@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-1156-8809>

**Сарқұлова Ж.С.**, PhD, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінің «Мұнай және газ ісі» кафедрасының докторы, аға оқытушысы (Ақтөбе қ., Қазақстан), [zhadi\\_0691@mail.ru](mailto:zhadi_0691@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-8539-1802>

**Мерекеқызы А.**, «Мұнай газ ісі» кафедрасының аға оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті (Ақтөбе қ., Қазақстан), [ardak.merekekyzy@mail.ru](mailto:ardak.merekekyzy@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-4894-4791>

**Калжанова А.Б.**, техника ғылымдарының магистрі, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті (Ақтөбе қ., Қазақстан), [a7ok\\_86@mail.ru](mailto:a7ok_86@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1885-0367>

**Information about the authors:**

**Uakhitova B.**, Doctoral student of the Department «Life safety and environmental protection» M. Auyezov South Kazakhstan University (Shymkent, Kazakhstan)

**Sarkulova Zh.**, PhD doctor, senior lecturer Department of «Oil and gas business», Aktobe Regional University K. Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan)

**Merekekyzy A.**, senior lecturer of the Department «Oil and Gaz Business», Aktobe Regional University named after K. Zhubanova (Aktobe, Kazakhstan)

**Kalzhanova A.B.**, Master of Technical Sciences, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan)

**Сведения об авторах:**

**Уахитова Б.Т.**, докторант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» НАО Южно-казахстанского университета им М. Ауезова (г. Шымкент, Казахстан)

**Сарқұлова Ж.С.**, PhD, доктор, старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело», Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова (г. Ақтөбе, Қазақстан)

**Мерекеқызы А.**, старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело», Актюбинский региональный университет им К. Жубанова (г. Ақтөбе, Қазақстан)

**Калжанова А.Б.**, магистр технических наук, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова (г. Ақтөбе, Қазақстан)



## К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА РАН К.Н. ТРУБЕЦКОГО

В этом году 3-го июня выдающемуся ученому в области горных наук и горной экологии Клименту Николаевичу Трубецкому исполняется 90 лет.

Его титаническая деятельность и благородный труд на протяжении 70 лет на ниве служения Отечеству и его народу оставили неизгладимый след и послужили основой планомерного, успешного и опережающего свое время развития горно-металлургической отрасли на огромном пространстве бывшего СССР и нынешнего СНГ.

Им создана Международная ведущая научная школа в области комплексного освоения и сохранения недр Земли, поддерживаемая на государственном уровне. Им подготовлены более 40 докторов и кандидатов наук для России, Армении, Казахстана; среди его учеников – члены Российской Академии наук, Академии горных наук, Российской академии естественных наук. К.Н.Трубецкой – лауреат Государственной премии СССР (1990г.), лауреат Государственной премии Российской Федерации (1998г.), лауреат премии Президента Российской Федерации (2000г.), лауреат премии Правительства Российской Федерации (2000, 2002, 2008, 2014 гг.).

Основными направлениями научной деятельности К.Н. трубецкого являются создание теории проектирования и использования ресурсосберегающих технологий и техники на карьерах, создание теоретических основ проектирования, прогнозирования и технологий для комплексного освоения недр. Он обосновал новую идею современного естественнонаучного содержания горных наук как систему знаний о методах и моделях контролируемой техногенной трансформации внутреннего пространства Земли, выдвинул и обосновал идею целенаправленного формирования техногенных месторождений с заданными параметрами и характеристиками, разработал научные основы для создания высокоэффективных природоподобных геотехнологий, внес значительный вклад в их широкомасштабную промышленную реализацию.

За период с 2013 по 2023 гг. К.Н.Трубецким созданы научные основы комплексного освоения георесурсов, разработана теория целенаправленного формирования техногенных месторождений полезных ископаемых с заданными параметрами и характеристиками для последующего эффективного использования и утилизации техногенного минерального сырья. Им разработаны научные основы создания высокоэффективных ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих технологий, в том числе комбинированных открыто-подземных способов разработки месторождений полезных ископаемых, он внес значительный вклад в их широкомасштабную промышленную реализацию. За выдающиеся заслуги в области горного дела К.Н. Трубецкой в 2013 году стал лауреатом Демидовской премии.

За разработку и крупномасштабное промышленное внедрение ресурсовоспроизводящих экологически сбалансированных геотехнологий комплексного освоения недр К.Н. Трубецкому в 2015 году в составе творческого



коллектива была присуждена Премия Правительства Российской Федерации.

Важнейшие регламенты, нормативные документы, инструкции и экспертные заключения по предотвращению аварийных ситуаций при строительстве крупных наземных и подземных объектов, разработанные при непосредственном участии К.Н.Трубецкого, приняты для реализации соответствующими правительственными структурами г. Москвы. Его вклад в развитие Москвы, многолетняя плодотворная деятельность, направленная на процветание города и повышение благосостояния москвичей, по достоинству отмечены знаком отличия «За безупречную службу городу Москве» XL лет.

Огромна заслуга К.Н.Трубецкого как директора ИПКОН РАН, когда в течение 16 лет (самый долгий период пребывания на этом посту с 1987 по 2003 гг. из всех директоров ИПКОН РАН) в очень сложный период для страны, ему удалось сохранить коллектив и учреждение в статусе ведущего академического института в области комплексного освоения недр Земли.

На протяжении многих лет К.Н. Трубецкой осуществлял научное руководство в компании «ВИСТ-Групп» по созданию и использованию роботизированной техники и технологии в горной промышленности, что стало основой для практического внедрения с 2019 года на разрезе



«Абаканский СУЭК» двух созданных компанией агрегатов, обеспечивающих эффективное освоение этого месторождения, что было отмечено Премией Правительства РФ в области науки и техники.

Многогранна плодотворная научно-организационная, педагогическая и общественная деятельность К.Н. Трубецкого. Он в настоящее время является советником Президента РАН, членом Бюро Отделения наук о Земле РАН, действительным членом Академии горных наук и ее почетным Президентом, Действительным Членом Евразийской Академии горных наук, иностранным членом Академии инженерных наук Сербии, до 2022 года был председателем Научного совета РАН по проблемам горных наук, членом редколлегий «Горного журнала» с 1991 года, главным редактором журнала «Взрывное дело», «Физико-технических проблем разработки полезных ископаемых», «Рациональное освоение недр», государственных экспертных советов, комиссий ряда министерств и ведомств. Является организатором создания и проведения конференций Международной научной школы академика РАН К.Н. Трубецкого «Проблемы комплексного освоения и сохранения

земных недр», проводимой с 2014 г., которая в пятый раз успешно прошла в 2022 г.

К.Н. Трубецкой является автором свыше 1000 научных трудов, в том числе 59 монографий, 7 учебников и около 100 патентов на изобретения. За вклад в становление и развитие отечественной науки и техники в области освоения и сохранения минерально-сырьевой базы России К.Н. Трубецкой был награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени, который лично вручен Президентом Российской Федерации В.В. Путиным в 2008 году.

Выдающийся ученый, которого знает научная общественность горного профиля во всем мире, - наш дорогой коллега, наставник и учитель, обладающий при этом невероятным природным благородством и человеколюбием, широчайшей эрудицией. Его трудовой путь является прекрасным примером бескорыстного служения горной науке. И поэтому с огромной радостью коллектив и редакция Горного журнала Казахстана поздравляют дорогого Климента Николаевича с 90-летием со Дня рождения и желают ему доброго здоровья, благополучия, дальнейших успехов, продолжения совместных научных проектов, долгих лет жизни и счастья!



## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ в редакцию периодического печатного издания «Горный журнал Казахстана»

1. «Горный журнал Казахстана» принимает к публикации оригинальные статьи научного и научно-технического содержания, отражающие результаты исследовательской и научной деятельности, имеющие рекомендации к практическому применению решаемых вопросов, а также статьи обзорного характера, отвечающие критериям первичной научной публикации (полный перечень рубрик указан на сайте [minmag.kz](http://minmag.kz)).

### 2. Основные требования к статьям, представленным для публикации в журнале:

- набор статьи производится в текстовом редакторе Word шрифтом Times New Roman 12 кеглем с полуторным интервалом;
- общий объем статьи, включая рисунки, таблицы, метадаанные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, **тщательно выверенный вариант** статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата.

### 3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

- код МРНТИ (ГРНТИ <http://grnti.ru/?pl=52>) – шестизначный;
- название статьи (сокращения не допускаются, не допускается использование аббревиатур и формул; максимальное количество слов 10-12) должно быть информативным, соответствовать научному стилю текста, содержать основные ключевые слова, характеризующие тему (предмет) исследования и содержание работы, предоставляется на казахском, русском и английском языках;
  - инициалы и фамилии авторов; статья должна иметь не более 4 авторов; знаком «\*» указывается автор-корреспондент;
  - сведения о каждом авторе (ученая степень, ученое звание, должность, место основной работы, город, страна, контактные данные (адрес электронной почты), ORCID ID) предоставляются на казахском, русском и английском языках;
  - полное название организации (-й), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
  - аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация предоставляется на казахском, русском и английском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
    - ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются): ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском, русском и английском языках;
    - текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение/ выводы);
    - список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2015 года, предоставляется на казахском, русском и английском языках.

**РИСУНКИ** должны иметь расширение графических редакторов CorelDraw, Photoshop, Illustrator и т. п.). Фотографии должны быть предельно четкими в графическом формате (TIFF, JPEG, CDR) с разрешением не менее 300 dpi. Все буквенные и цифровые обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Надписи и другие обозначения на графиках и рисунках должны быть четкими и легко читаемыми. **ПОДПИСИ К РИСУНКАМ и ЗАГОЛОВКИ ТАБЛИЦ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ.** Оформляются отдельным блоком на казахском, русском и английском языках.

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ** следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские – курсивом. **Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста** (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** составляется в порядке цитирования и оформляется в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на литературу в тексте отмечаются по мере их появления порядковыми номерами в квадратных скобках. Список приводится на казахском, русском и английском языках.

### 4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении 8 (восьми) экземпляров журнала с 50% скидкой, которые он(они) имеют право распространять среди горной общественности. Для авторов, проживающих в других городах (кроме г. Алматы) и не имеющих представителей в г. Алматы, в счет включаются почтовые услуги. После оплаты статья публикуется в очередном номере журнала, а автору(авторам) предоставляются экземпляры журнала, согласно счету.