

Код МРНТИ 52.13.21

\*Б.А. Орынбаев, Е.Х. Абен  
Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

## ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ЗАМЕДЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ИНИЦИИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию влияния точности замедлений электронных средств инициирования на эффективность буровзрывных работ в горнодобывающей промышленности. В статье рассматриваются современные методы взрывных работ, акцентируя внимание на преимуществах применения электронных детонаторов, таких как улучшение фрагментации пород, снижение выхода негабаритов и контроль разубоживания руды. Авторами проведены опытно-промышленные испытания на проекте «Хаджиконган», которые показали, что использование электронных систем инициирования позволяет добиться существенных улучшений в управлении гранулометрическим составом и загрузке самосвалов, что в конечном итоге повышает экономическую эффективность и снижает негативное воздействие на окружающую среду.

**Ключевые слова:** электронные средства инициирования, буровзрывные работы, точность замедлений, качество дробления, гранулометрический состав взорванной горной массы, выход негабаритных кусков, разубоживание руды.

### Электрондық инициация құралдарының баяулау дәлдігінің бұрғылау жару жұмыстарының сапасына әсері

**Андатпа.** Мақалада электронды детонаторларды қолданудың артықшылықтарына назар аударатын, жарылыс жұмыстарының заманауи әдістері қарастырылады, мысалы, тау жыныстарының бөлшектенуін жақсарту, үлкен мөлшердің шығуын азайту және кендердің ыдырауын бақылау. Авторлар «Хаджиконган» жобасында тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтар жүргізді, бұл электронды инициация жүйелерін пайдалану гранулометриялық құрамды басқаруда және самосвалдарды жүктеуде айтарлықтай жақсартуларға қол жеткізуге мүмкіндік беретінін көрсетті, бұл сайып келгенде экономикалық тиімділікті арттырады және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтады.

**Түйінді сөздер:** электрондық инициация құралдары, бұрғылау-жару жұмыстары, баяулау дәлдігі, ұсақтау сапасы, жарылған тау массасының гранулометриялық құрамы, габаритті емес бөліктердің шығуы, кенді ыдырату.

### The effect of the accuracy of the deceleration of electronic means of initiation on the quality of drilling and blasting operations

**Abstract.** The article is devoted to the study of the effect of the accuracy of deceleration of electronic means of initiation on the efficiency of drilling and blasting operations in the mining industry. The article discusses modern methods of blasting, focusing on the advantages of using electronic detonators, such as improving rock fragmentation, reducing the yield of oversized materials and controlling ore dilution. The authors conducted pilot tests at the Khajikongan project, which showed that the use of electronic initiation systems allows for significant improvements in the management of granulometric composition and loading of dump trucks, which ultimately increases economic efficiency and reduces the negative impact on the environment.

**Key words:** electronic means of initiation; drilling and blasting operations; deceleration accuracy; crushing quality; granulometric composition of the blasted rock mass, yield of oversized pieces, ore dilution.

### Введение

Современные буровзрывные работы в горнодобывающей промышленности играют ключевую роль в процессе добычи полезных ископаемых, определяя эффективность дальнейшей переработки и экономическую целесообразность всего производственного цикла. Одной из важнейших задач при проведении взрывных работ является обеспечение точного контроля над разрушением горных пород, минимизация потерь и разубоживания рудной массы. В этой связи актуальность внедрения высокоточных средств инициирования, таких как электронные детонаторы, значительно возрастает, особенно в условиях увеличивающихся требований к безопасности, экологической ответственности и экономической эффективности операций [1].

Проблема точности замедлений в электронных средствах инициирования пока еще не получила должного изучения. Однако ее значение трудно переоценить: недостаточная точность инициирования может привести к нарушениям в последовательности взрывов, ухудшению качества дробления породы и увеличению сейсмического воздействия на окружающую среду [2]. Объектом исследования являются электронные детонаторы и их роль в БВР, а предметом – точность их замедлений и ее влияние на результативность взрывных работ.

Цель данного исследования заключается в анализе влияния точности замедлений электронных средств инициирования на качество буровзрывных работ, в том числе на

фрагментацию горной массы, выход негабаритных кусков и разубоживание руды.

### Материалы и методы

Электронные средства инициирования (ЭСИ) – это устройства и системы, которые применяются для инициирования взрывных устройств с использованием электрических сигналов. Они широко используются в горнодобывающей промышленности, строительстве, военном деле и других областях, где требуется точное управление процессами взрыва. Основное преимущество электронных средств инициирования заключается в высокой точности времени срабатывания и возможности дистанционного управления [3].

Практическое применение электронных средств инициирования в сочетании с методами создания предварительного разупрочнения в массиве уже показало свою эффективность [4].

ТОО «НПП «Интеррин» были проведены опытно-промышленные испытания в условиях проекта «Хаджиконган» ТОО «Корпорация Казахмыс» для определения экономической целесообразности применения устройств электронной системы инициирования DaveyTronic.

На основании предварительной работы было выявлено, что для проекта «Хаджиконган» наиболее перспективным направлением применения электронной системы инициирования является управление гранулометрическим составом.



**Рис. 1. Конструкции различных видов средств инициирования.**

**Сурет 1. Инициация құралдарының әртүрлі түрлерінің конструкциялары.**

**Figure 1. Designs of various types of initiation tools.**

### Результаты и обсуждение

В ходе проведения испытаний общий объем взорванной массы составил 417640 м<sup>3</sup> со средним удельным расходом 0,85 кг/м<sup>3</sup> и выходом горной массы с 1 п.м. – 26,7м<sup>3</sup>/п.м. Также немаловажно заметить, что на протяжении всего периода проведения опытно-промышленных испытаний с применением устройств электронной системы инициирования DaveyTronic все взрывные работы были проведены с применением одного патрон-боевика на скважину, в противовес штатно применяемой системе с использованием двух патрон-боевиков на скважину глубиной начиная от 10 м и более. Данный опыт использования одного патрон-боевика на скважинах от 5 м до 18 м в связке с электронными капсулями системы инициирования DaveyTronic дал положительные результаты по проработке подошвы уступа до проектных отметок и отработки откосов уступа до проектных месячных контуров, что было подтверждено маркшейдерской службой по итогам отгрузки взорванной горной массы выемочно-погрузочной техникой.

Результаты проведенных испытаний приведены в табл. 1.

**Таблица 1**

**Загрузка самосвалов в зависимости от применяемых средств инициирования**

**Кесте 1**

**Қолданылатын бастамашылық құралдарына байланысты самосвалдарды жүктеу**

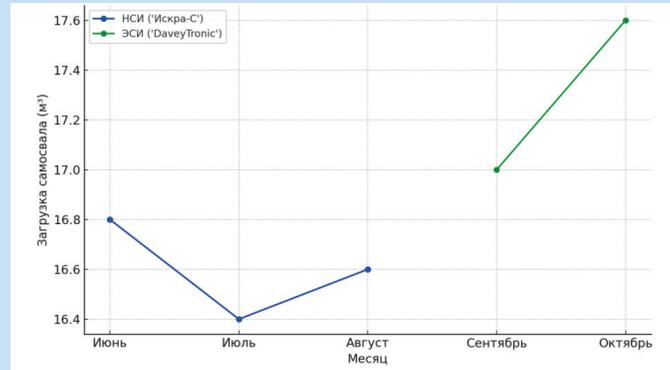
**Table 1**

**Loading of dump trucks depending on the means of initiation used**

Средства инициирования	Месяц, 2022 г.	Загрузка самосвала, м <sup>3</sup>
НСИ («Искра-С»)	июнь	16,8
НСИ («Искра-С»)	июль	16,4
НСИ («Искра-С»)	август	16,6
ЭСИ («DaveyTronic»)	сентябрь	17,0
ЭСИ («DaveyTronic»)	октябрь	17,6

По результатам маркшейдерских замеров за период с 07.09.2022 г. по 10.10.2022 г. установлено, что в ходе опытно-промышленных испытаний с применением устройств

электронной системы инициирования DaveyTronic загрузка самосвалов МТ 86 Н среднем составила 17,3 м<sup>3</sup>.

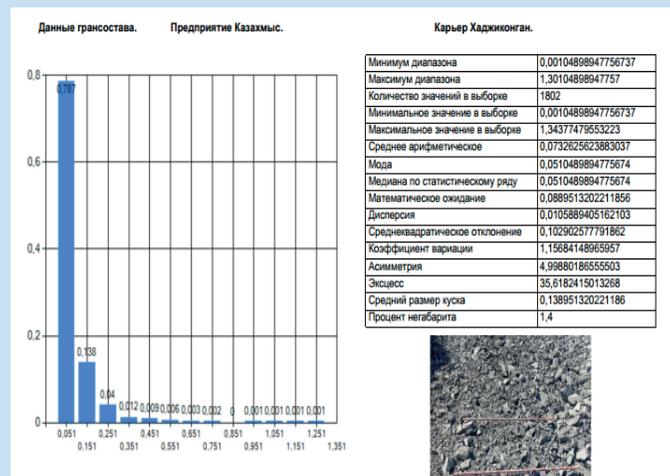


**Рис. 2. Зависимость загрузки самосвалов от вида применяемых средств инициирования.**

**Сурет 2. Самосвалдарды жүктеудің қолданылатын инициация құралдарының түріне тәуелділігі.**

**Figure 2. Dependence of dump truck loading on the type of initiation tools used.**

За период проведения взрывных работ с применением НСИ загрузка самосвала варьировалась от 16,4 до 16,8 м<sup>3</sup>, что указывает на относительно стабильные результаты. Однако, несмотря на стабильность, загрузка оставалась на уровне чуть ниже 17 м<sup>3</sup>. С переходом на ЭСИ в сентябре наблюдается повышение загрузки самосвала до 17,0 м<sup>3</sup>, а в октябре – до 17,6 м<sup>3</sup>. Это может свидетельствовать о более эффективной работе системы инициирования взрыва, что приводит к лучшему дроблению горной массы и, соответственно, более полной загрузке самосвала.



**Рис. 3. Пример анализа гранулометрического состава взорванной горной массы с помощью программного комплекса K-MINE.**

**Сурет 3. K-MINE бағдарламалық кешені арқылы жарылған тау массасының гранулометриялық құрамын талдаудың мысалы.**

**Figure 3. Example of the analysis of the granulometric composition of an exploded rock mass using the K-MINE software package.**

Проведенный анализ гранулометрического состава взорванной горной массы с помощью программного комплекса K-MINE Granules за период испытаний на проекте «Хаджиконган», показал, что средний выход негабаритов составил 1,56% при штатном выходе негабаритов 4%.

Фотофиксация взорванной массы соответствующих блоков проводилась мастерами БВР участков совместно с маркшейдерской службой.

Разница между маркшейдерским замером в объеме 457747 м<sup>3</sup> и оперативным учетом в объеме 427904 м<sup>3</sup> за период с 07.09.2022 г. по 10.10.2022 г. разница составила +29843 м<sup>3</sup>.

При сопоставлении горных работ на 29.09.2022 г. с план-графиком на сентябрь 2022 года по карьеру Хаджиконган отметка по забоям горизонтов 587.5 м, 595 м, 610 м отработана в пределах допуска (+/-0.5 м), доведены фактические контура до планируемого, отклонение составляет до 1.0 м.



**Рис. 4. Соблюдение проектных контуров карьера и отметок по подошве.**

**Сурет 4. Карьердің жобалық контурларын және табан бойынша белгілерді сақтау.**

**Figure 4. Compliance with the design contours of the quarry and the marks on the sole.**

Электронные средства инициирования играют важную роль в контроле разубоживания руды, оказывая влияние на точность и эффективность взрывных работ. В горнодобывающей промышленности разубоживание руды связано с попаданием пустой породы в массу добываемого материала, что приводит к снижению качества продукции и увеличению затрат на переработку [5].

Так на этапе БВР возникает значительный риск потерь и разубоживания, основным источником которых является зона контакта рудного тела со вмещающими породами и с участком другого сорта руды, а также сброс горной массы в выработанное пространство при взрыве надбермовых блоков.

Основные аспекты влияния электронных средств инициирования на контроль разубоживания руды:

- *точность времени взрыва. Электронные системы инициирования позволяют задавать точное время задержки между взрывами. Это способствует более равномерному и контролируемому разрушению горных пород, что, в свою очередь, снижает смешивание руды с пустой породой [6];*

- *улучшение фрагментации породы. Электронные детонаторы обеспечивают равномерное распределение энергии взрыва, что приводит к лучшей фрагментации руды. Более мелкие и равномерные куски горной массы облегчают последующие процессы обогащения и снижают разубоживание [7];*

- *снижение риска переразрушения. Точная синхронизация взрывов помогает избежать чрезмерного разрушения руды, что может привести к повышенному попаданию пустой породы в рудную массу;*

- *контроль зон разрушения. Электронные детонаторы дают возможность более точно контролировать зоны взрыва, что важно для минимизации нецелевого срыва пород. Это снижает вероятность попадания пустых пород в рудную массу [8].*

Таким образом, внедрение электронных систем инициирования позволяет существенно повысить эффективность горных работ, снизить разубоживание руды и повысить качество добываемого материала, что напрямую отражается на экономической эффективности всего производственного процесса.



**Рис. 5. Влияние электронных средств инициирования на контроль разубоживания руды.**

**Сурет 5. Электрондық инициация құралдарының кенді ыдыратуды бақылауға әсері.**

**Figure 5. The effect of electronic means of initiation on the control of ore dilution.**

### Выводы

На основе проведенного исследования и испытаний использования электронных систем инициирования (ЭСИ) в горнодобывающей промышленности, а также анализа их влияния на точность буровзрывных работ, можно сделать следующие выводы:

- *важность точности замедлений. Точность замедлений при использовании электронных средств инициирования играет ключевую роль в достижении высоких результатов при взрывных работах. Благодаря возможности точно задавать время срабатывания каждого детонатора, достигается более равномерное и контролируемое разрушение пород. Это снижает вероятность переразрушения и смешивания пустой породы с рудой, что уменьшает разубоживание рудной массы и повышает ее качество [9];*

- снижение выхода негабаритов. Применение ЭСИ также способствует снижению количества негабаритных фракций. В ходе испытаний на проекте «Хаджиконган» было установлено, что средний выход негабаритов при использовании ЭСИ составил 1,56%, что значительно ниже штатного уровня (4%). Это свидетельствует о более равномерной фрагментации пород, что упрощает дальнейшие этапы обработки и транспортировки руды;

- заполняемость кузова самосвала. Результаты испытаний также показали, что использование электронных систем инициирования привело к увеличению заполняемости самосвалов. Средняя загрузка самосвала с применением ЭСИ составила 173 м<sup>3</sup>, тогда как при использовании традиционных систем инициирования загрузка варьировалась от 164 до 168 м<sup>3</sup>. Это связано с более эффективной фрагментацией и оптимизацией работы техники,

что позволяет увеличить объем перевозимого материала за один рейс;

- контроль разубоживания руды. Электронные системы инициирования позволяют более точно контролировать зоны разрушения и минимизировать нецелевой срыв пород. Это снижает количество пустой породы, попадающей в рудную массу, что непосредственно влияет на качество добываемого материала и экономическую эффективность переработки руды [10].

Проведенные исследования и результаты испытаний на примере использования электронных систем инициирования (ЭСИ), таких как DaveyTronic, на проекте «Хаджиконган» продемонстрировали значительное влияние точности замедлений на эффективность буровзрывных работ (БВР), качество фрагментации пород, экономическую выгоду и общую производительность горнодобывающего процесса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рябков А.Г. Промышленное применение электрических детонаторов с электронным замедлением. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. №2 (12). С. 247-254 (на русском языке)
2. Lewis R. Оценка интеллектуальных систем инициирования для улучшения контроля взрывных работ. / Lewis R., Peters J., Thompson L. // Международный журнал горной науки и техники. 2018. №28. С. 559-565 (на английском языке)
3. Белин В.А. Новые технологии ведения взрывных работ. / В.А. Белин, М.Г. Горбонос, С.К. Мангуш, Б.В. Эквист. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. №1. С. 87-102 (на русском языке)
4. Козырев С.А. Оценка эффективности применения электронных инициирующих устройств «Искра-Т» по условиям дробления и сейсмического действия торцевых взрывов. / С.А. Козырев, Е.А. Власова, А.В. Соколов, Е.А. Усачев. // Горная промышленность. 2021. №2. С. 107-113 (на русском языке)
5. Квитка В.В. Способ оптимальной отработки контактной зоны руда – порода. / В.В. Квитка, С.И. Фомин, П.Б. Кава. // Записки Горного института. 2012. №197. С. 165-168 (на русском языке)
6. Raphael Trousselle. Достижения в области систем электронных детонаторов для повышения безопасности взрывных работ и контроля фрагментации. / Raphael Trousselle, William J. Reiss, Sami Kara, William R. Adamson. // Механика горных пород и геотехническая инженерия. 2019. №11. С. 250-259 (на английском языке)
7. Iwano K. Снижение вибраций грунта, вызываемых взрывными работами в туннелях, с помощью современных электронных детонаторов. / Iwano K., Hashiba K., Nagae J., Fukui K. // Технологии строительства туннелей и подземных пространств. 2020. №105. С. 103-105 (на английском языке)
8. Лысак Ю.А. Повышение сейсмической безопасности при взрывных работах. / Ю.А. Лысак, А.Ю. Плотников, Е.Б. Шевкун, А.В. Лецинский. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. №4. С. 283-292 (на русском языке)
9. Шевкун Е.Б. Особенности взрывного рыхления при увеличенных интервалах замедления. / Шевкун Е.Б., Лецинский А.В., Лысак Ю.А., Плотников А.Ю. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. №4. С. 272-282 (на русском языке)
10. Жуликов В.В. ООО «АЗОТТЕХ». Обоснование эффективности взрывных работ с использованием электронных систем в сравнении с неэлектрическими средствами инициирования. / В.В. Жуликов, К.А. Князев, С.С. Назаров. // Горная Промышленность. 2022. №5. С. 64-68 (на русском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рябков А.Г. Электронды баяулауы бар электр детонаторларын өнеркәсіптік қолдану. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. 2010. №2 (12). Б. 247-254 (орыс тілінде)
2. Lewis R. Жарылыс жұмыстарын бақылауды жақсарту үшін Интеллектуалды инициация жүйелерін бағалау. / Lewis R., Peters J., Thompson L. Халықаралық тау-кен ғылымы және техникасы журналы. 2018. №28. Б. 559-565 (ағылшын тілінде)

3. Белин В.А. Жарылыс жұмыстарын жүргізудің жаңа технологиялары. / В.А. Белин, М.Г. Горбонос, С.К. Мангуш, Б.В. Эквист. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. 2015. №1. Б. 87-102 (орыс тілінде)
4. Козырев С.А. Соңғы жарылыстардың ұсақтау және сейсмикалық әсер ету шарттары бойынша «Искра-Т» электронды бастамашыл құрылғыларын қолдану тиімділігін бағалау. / С.А. Козырев, Е.А. Власова, А.В. Соколов, Е.А. Усачев. // Тау-кен өнеркәсібі. 2021. №2. Б. 107-113 (орыс тілінде)
5. Квитка В.В. Кен – тау жыныстарының байланыс аймағын оңтайлы өңдеу әдісі. / Квитка В.В., Фомин С.И., Кава П.Б. // Тау-кен институтының жазбалары. 2012. №197. Б. 165-168 (орыс тілінде)
6. Raphael Rousselle. Жарылыс жұмыстарының қауіпсіздігін арттыру және фрагментацияны бақылау үшін электронды детонатор жүйелерінің жетістіктері. / Raphael Rousselle, William J. Reiss, Sami Kara, William R. Adamson. // Тау жыныстарының механикасы және геотехникалық инженерия. 2019. №11. Б. 250-259 (ағылшын тілінде)
7. Iwano K. Заманауи электронды детонаторлардың көмегімен туннельдердегі жарылғыш жұмыстардан туындаған жер тербелістерін азайту. / Iwano K., Hashiba K., Nagae J., Fukui K. // Туннельдер мен жер асты кеңістігін құру технологиясы. 2020. №105. Б. 103-105 (ағылшын тілінде)
8. Лысак Ю.А. Жарылыс кезінде сейсмикалық қауіпсіздікті арттыру. / Лысак Ю.А., Плотников А.Ю., Шевкун Е.Б., Лещинский А.В. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. 2017. №4. Б. 283-292 (орыс тілінде)
9. Шевкун Е.Б. Баяулау аралықтары ұлғайған кезде жарылғыш қопсыту ерекшеліктері. / Е.Б. Шевкун, А.В. Лещинский, Ю.А. Лысак, А.Ю. Плотников. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. 2017. №4. Б. 272-282 (орыс тілінде)
10. Жуликов В.В. «АЗОТТЕХ» ЖШС. Электрлік емес инициация құралдарымен салыстырғанда электрондық жүйелерді пайдалана отырып, жарылыс жұмыстарының тиімділігін негіздеу. / В.В. Жуликов, К.А. Князев, С.С. Назаров. // Тау-кен өнеркәсібі. 2022. №5. Б. 64-68 (орыс тілінде)

#### REFERENCES

1. Ryabkov A.G. Promyshlennoe primeneniye elektricheskikh detonatorov s elektronnyim zamedleniem. // Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. 2010. №2 (12). S. 247-254 [Ryabkov A.G. Industrial application of electric detonators with electronic deceleration. Mining Information and Analytical bulletin. 2010. №2 (12). P. 247-254] (in Russian)
2. Lewis R. Evaluation of Smart Initiation Systems for Improved Blast Control. / Lewis R., Peters J., Thompson L. // International Journal of Mining Science and Technology. 2018. №28. P. 559-565 (in English)
3. Belin V.A. Novye tekhnologii vedeniya vzryvnykh rabot. / V.A. Belin, M.G. Gorbonos, S.K. Mangush, B.V. Ekvist. // Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. 2015. №1. S. 87-102 [Belin V.A. New technologies of blasting operations. / Belin V.A., Gorbonos M.G., Mangush S.K., Ekvist B.V. // Mining Information and Analytical Bulletin. 2015. №1. P. 87-102] (in Russian)
4. Kozыrev S.A. Otsenka effektivnosti primeneniya elektronnykh initsiiroyushchikh ustroystv «Iskra-T» po usloviyam drobleniya i seismicheskogo deystviya tortsevykh vzryvov. / S.A. Kozыrev, E.A. Vlasova, A.V. Sokolov, E.A. Usachev. // Gornaya promyshlennost'. 2021. №2. S. 107-11 [Kozыrev S.A. Evaluation of the effectiveness of the use of electronic initiating devices «Iskra-T» under the conditions of crushing and seismic action of end explosions. / Kozыrev S.A., Vlasova E.A., Sokolov A.V., Usachev E.A. // Mining Industry. 2021. №2. P. 107-113] (in Russian)
5. Kvitka V.V. Sposob optimal'noi otrabotki kontaktnoi zony ruda – poroda. / V.V. Kvitka, S.I. Fomin, P.B. Kava. // Zapiski Gornogo instituta. 2012. №197. S. 165-168 [Kvitka V.V. The method of optimal mining of the ore – rock contact zone. / Kvitka V.V., Fomin S.I., Kava P.B. // Notes of the Mining Institute. 2012. №197. P. 165-168] (in Russian)
6. Raphael Trousselle. Advancements in Electronic Detonator Systems for Enhanced Blasting Safety and Fragmentation Control. / Raphael Trousselle, William J. Reisz, Sami Kara, William R. Adamson. // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2019. №11. P. 250-259 (in English)
7. Iwano K. Reduction of tunnel blasting induced ground vibrations using advanced electronic detonators. / Iwano K., Hashiba K., Nagae J., Fukui K. // Tunnelling and Underground Space Technology. 2020. №105. P. 103-105 (in English)
8. Lysak Yu.A. Povysheniye seismicheskoi bezopasnosti pri vzryvnykh rabotakh. / Yu.A. Lysak, A.Yu. Plotnikov, E.B. Shevkun, A.V. Leshchinskii. // Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. 2017. №4. S. 283-292 [Lysak Yu.A. Improving seismic safety during blasting operations. / Lysak Yu.A.,

*Plotnikov A.Yu., Shevkun E.B., Leshchinsky A.V. // Mining Information and Analytical Bulletin. 2017. №4. P. 283-292] (in Russian)*

9. *Shevkun E.B. Osobennosti vzryvnogo rykhleniya pri uvelichennykh intervalakh zamedleniya. / Shevkun E.B., Leshchinskii A.V., Lysak Yu.A., Plotnikov A.Yu. // Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. 2017. №4. S. 272-282 [Shevkun E.B. Features of explosive loosening at increased deceleration intervals. / Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Lysak Yu.A., Plotnikov A.Yu. // Mining Information and Analytical Bulletin. 2017. №4. P. 272-282] (in Russian)*
10. *Zhulikov V.V. OOO «AZOTTEKh». Obosnovanie effektivnosti vzryvnykh rabot s ispol'zovaniem elektronnykh sistem v sravnenii s neelektricheskimi sredstvami initsirovaniya. / V.V. Zhulikov, K.A. Knyazev, S.S. Nazarov. // Gornaya Promyshlennost'. 2022. №5. S. 64-6 [Zhulikov V.V. AZOTTECH LLC. Substantiation of the effectiveness of blasting operations using electronic systems in comparison with non-electrical means of initiation. / Zhulikov V.V., Knyazev K.A., Nazarov S.S. // Mining Industry. 2022. №5. P. 64-68] (in Russian)*

**Сведения об авторах:**

**Орынбаев Б.А.**, докторант, кафедра «Горное дело», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [baurgud@mail.ru](mailto:baurgud@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4963-7737>

**Абен Е.Х.**, кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Горное дело», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [y.aben@satbayev.university](mailto:y.aben@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-8537-229X>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Орынбаев Б.А.**, докторант, «Тау-кен ісі» кафедрасы, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Әбен Е.Х.**, техника ғылымдарының кандидаты, «Тау-кен ісі» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

**Orynbayev B.A.**, doctoral student, Department of Mining, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Aben E.H.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mining, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

XXXIII Международная специализированная выставка технологий горных разработок

# УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ



XV Международная специализированная выставка

## ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

X Международная специализированная выставка

## НЕДРА РОССИИ

VI Специализированная выставка

## ПРОМТЕХЭКСПО

**3-6 июня 2025**



**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:**

Выставочный комплекс «Кузбасская ярмарка»,  
ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк,  
т: 8 (800) 500-40-42

**ШИРЕ, ЧЕМ КУЗБАСС!  
ГЛУБЖЕ, ЧЕМ УГОЛЬ!**

