



DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.13.3.001

УДК 622271:622233:622235

© М.Ф. Набиулин, К.И. Петерс, 2019

### М.Ф. НАБИУЛИН

заместитель генерального директора  
по развитию технологий БВР  
ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС»,  
г. Москва  
e-mail: nabiulinmf@azotvzryv.ru

### К.И. ПЕТЕРС

главный инженер  
Сибирский филиал  
ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС»,  
г. Кемерово  
e-mail: k.peters@azotchern.ru



## ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА

*Показано, что обеспечение подготовки взорванной горной массы для горнодобывающих предприятий с требуемыми условиями по безопасности, высоким техническим уровнем и конкурентной ценой требует применения современных технологий, автоматизации процесса технических расчетов. Внедрение программного комплекса и оборудования позволяет значительно сократить влияние человеческого фактора, обеспечить автоматическое проектирование БВР и прогнозный анализ результатов взрывных работ на стадии подготовки проекта на бурение скважин, производить дистанционный контроль выполнения работ на всех этапах.*

Ключевые слова: БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ, ВЗОРВАННАЯ ГОРНАЯ МАССА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Сибирский филиал ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» — предприятие, осуществляющее комплексный сервис буровзрывных работ на горнодобывающих предприятиях Сибирского региона, входит в группу компаний AV Group. Компания оказывает услуги более 30 клиентам, осуществляющим добычу полезных ископаемых открытым способом.

Предприятие основано в 2003 году. С начала основания взорвано 2 млрд м<sup>3</sup> горной массы, в том числе 220 млн м<sup>3</sup> — с использованием систем электронного взрывания.

В настоящее время производство взрывчатых веществ составляет более 200 тыс. тонн в год. Количество забуренных погонных метров составляет около 9000 км в год.

Сибирский филиал ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» при производстве буровзрывных работ применяет такие передовые технологии, как: автоматизированная система контроля буровых станков (GPS-позиционирование), система электронного взрывания «DaveyTronic», программный комплекс «I-Blast» для прогнозирования результатов и

управления взрывными работами. Применение данных технологий снижает уровень негативного воздействия от буровзрывных работ.

Парк оборудования компании состоит из: 50 буровых установок, 46 смесительно-зарядных автомобилей, 20 автомобилей для перевозки взрывчатых материалов, 25 доставщиков эмульсии, 7 установок для осушения скважин.

Особенностями производства взрывных работ в Кузбассе являются:

- высокая сейсмическая активность в регионе;
- ведение работ вблизи объектов жилой инфраструктуры;
- совместная открытая и подземная разработка угольных месторождений;
- сложные горно-геологические условия;
- устойчивость откосов бортов карьеров;
- экологическая безопасность.

Учитывая данные особенности, специалисты Сибирского филиала ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» производят постоянный анализ взрывных работ с учетом информации сейсмологического мониторинга ГКУ Кемеровской области «Агентства по защите населения и территории Кемеровской области». Так, за 2018 год было произведено 1785 массовых взрывов. Из них 849 массовых взрывов (48 %) не были зафиксированы в отчетах ГКУ Кемеровской области «Агентства по защите населения и территории Кемеровской области». Количество зафиксированных массовых взрывов с магнитудой от 2,5 до 2,9 составило 12 штук (менее 1 %).

## Передовые технологии, применяемые Сибирским филиалом «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС»

### Автоматизированная система контроля буровых станков

Основные преимущества применения системы:

- бурение скважин по электронному проекту на бурение;
- автоматическое определение расположения проектных скважин;
- точность бурения в координатах X, Y до 10 см;
- автоматическое определение необходимой глубины бурения;
- осуществление контроля над положением угла наклона штанги;
- передача данных по бурению в режиме реального времени на сервер;
- автоматическое составление отчетов по работе бурового оборудования.

Работы по внедрению автоматизированной системы контроля буровых станков в компании проводятся с 2012 года. В настоящее время системой оборудованы 10 буровых установок (рис. 1, 2, 3), которые осуществляют работу на четырех горнодобывающих предприятиях Кузбасса.

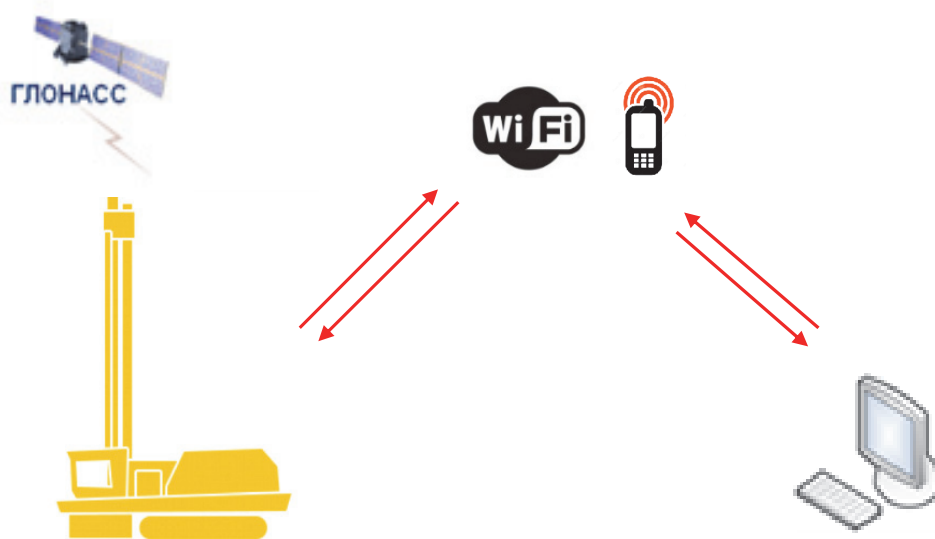


Рис. 1. Схема работы автоматизированной системы контроля буровых станков

## ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

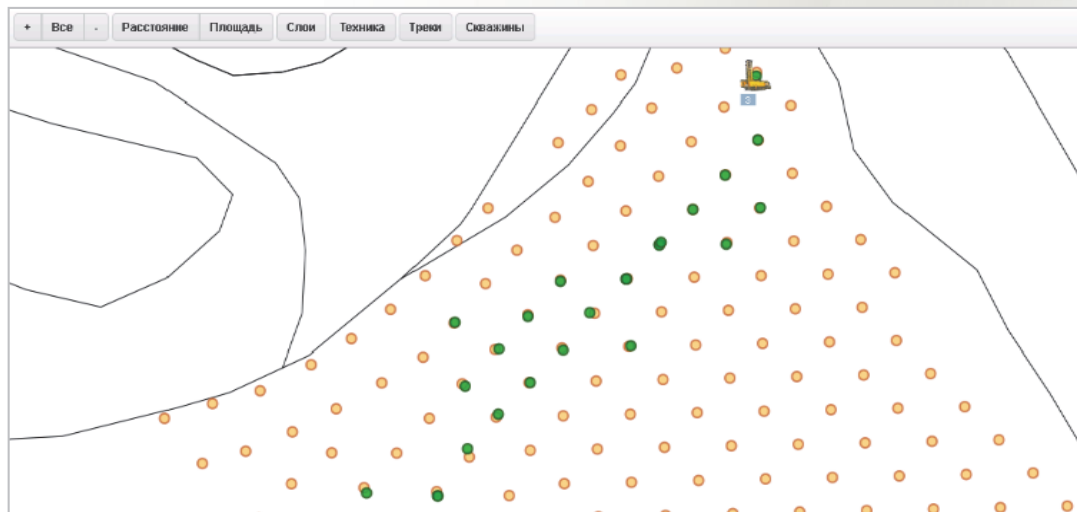


Рис. 2. Интерфейс программного обеспечения



Рис. 3. Фотография оборудования, установленного в кабине бурового станка

Среднемесячный объем бурения с использованием автоматизированной системы контроля буровых станков составляет около 200 тыс. погонных метров.

С помощью данных, получаемых с использованием автоматизированной системы контроля буровых станков, имеется возможность определения энергоемкости бурения (рис. 4). Энергоемкость бурения используется

для определения изменения крепостных характеристик горных пород по глубине скважины. Использование этих данных позволяет определять оптимальную величину заряда взрывчатого вещества в скважинах, а также оптимальную конструкцию заряда в скважинах для качественной подготовки взорванной горной массы.



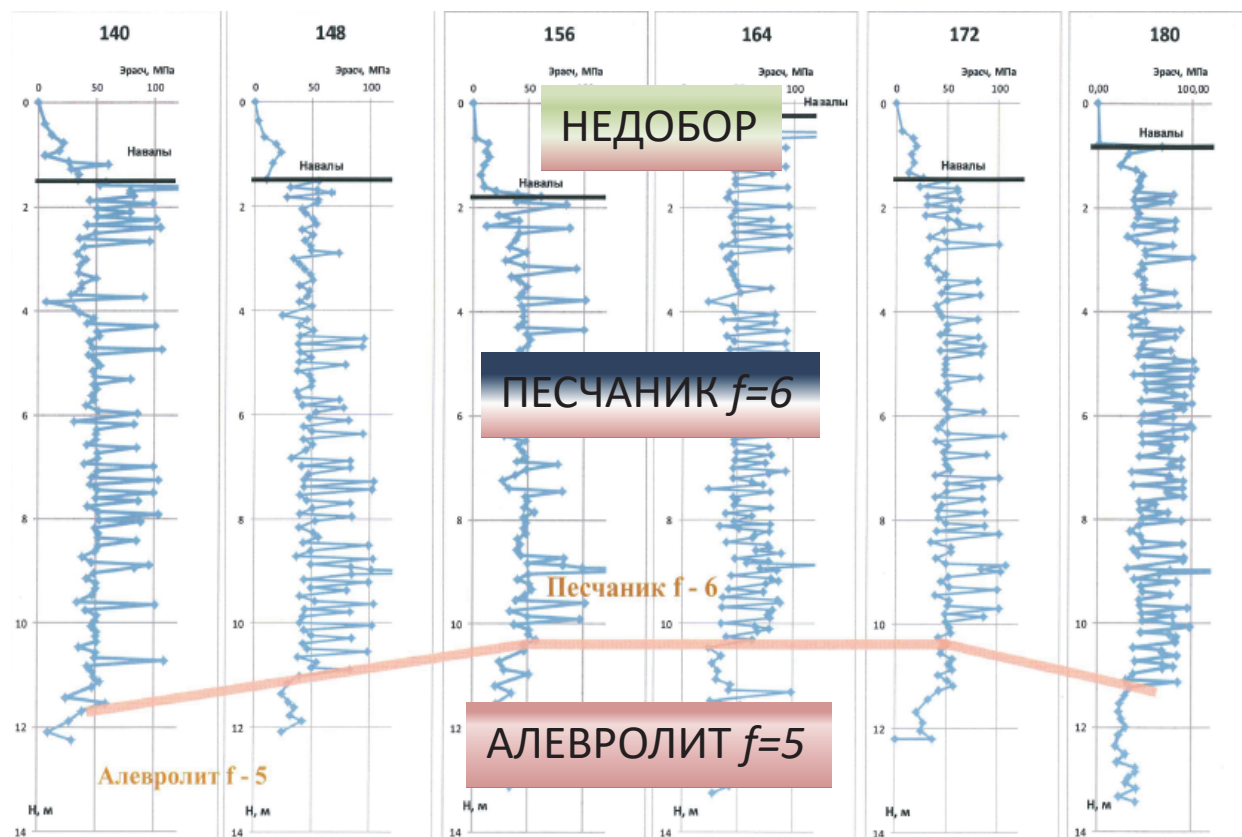
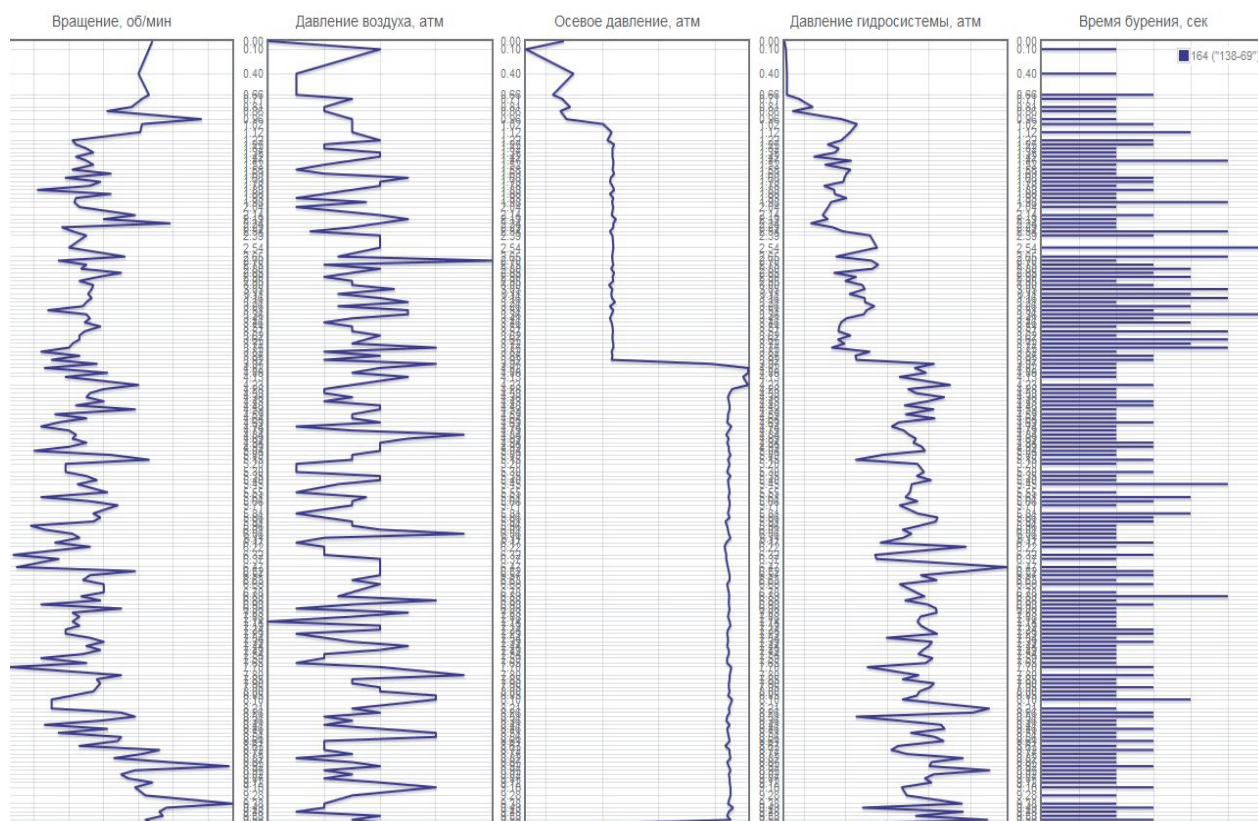


Рис. 4. Энергоемкость бурения

Использование автоматизированной системы контроля буровых станков позволяет автоматически определять необходимую глу-

бину скважины для бурения на проектный горизонт (рис. 5).



Рис. 5. Автоматическое определение глубины скважин

## Радиовзрывание

В качестве передовых технологий используется обновленная система для программирования и взрывания электронных детонаторов DaveyTronic OPW с возможностью радиовзрывания (рис. 6). Данная система допущена к применению на территории РФ в соответствии с требованиями промышленной безопасности и технических регламентов Таможенного Союза. Инициирование взрывной сети электронной системы взрывания с использованием технологии радиовзрывания имеет следующие характеристики:

- инициирование с расстояния до 2 км;
- возможность инициирования до 800 детонаторов;
- рабочая полоса частот оборудования 868,7–869,2 МГц;
- для возможности дистанционного инициирования, в целях безопасности, обяза-

тельно используется RFID карта (ключ безопасности), идентифицирующая взрывника;

- без RFID карты (ключа безопасности) невозможно запустить инициирование взрываемого блока;
- между дистанционным взрывным устройством, устройством запуска взрыва устанавливается закодированное соединение;
- за счет системы идентификации кода невозможно произвести инициирование взрываемых блоков другими системами взрывания;
- при инициировании блока возможно производить взрывные работы с любого ракурса, при условии обязательной видимости взрываемого блока;
- снижение расхода магистральных проводов и, как следствие, затрат на взрывные работы.

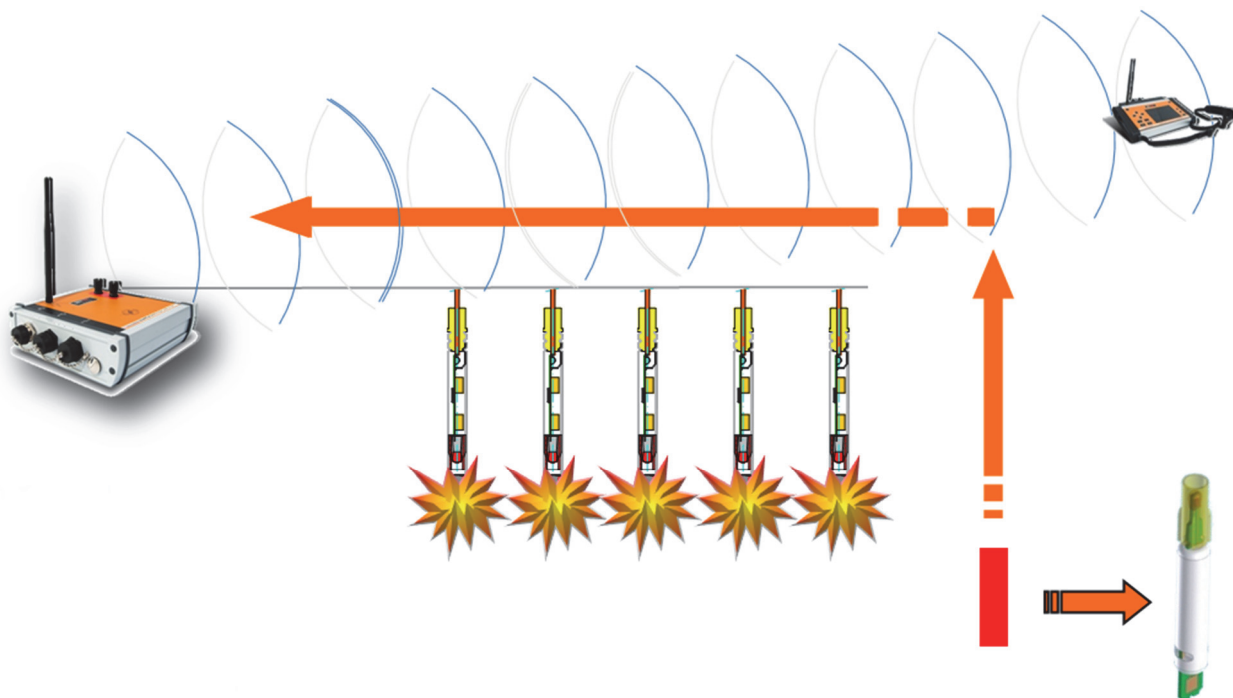


Рис. 6. Система электронного инициирования с радиовзрыванием

### Беспилотные летательные аппараты

В Сибирском филиале ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» активно применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Их применение позволяет решать следующие задачи.

- Создание 3D цифровых моделей уступа (рис. 7). Фотограмметрическая обработка получаемых снимков в программном обеспечении «Pix4D target», привязка к местной системе координат.

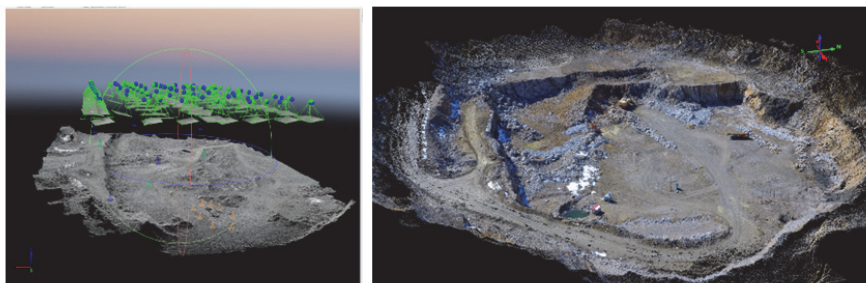


Рис. 7. Пример 3D цифровой модели уступа

• Фото- и видеобработка получаемых снимков с БПЛА в программном обеспечении (рис. 8). Использование БПЛА как инстру-

мент дистанционного надзора (контроля) за взрывными работами.



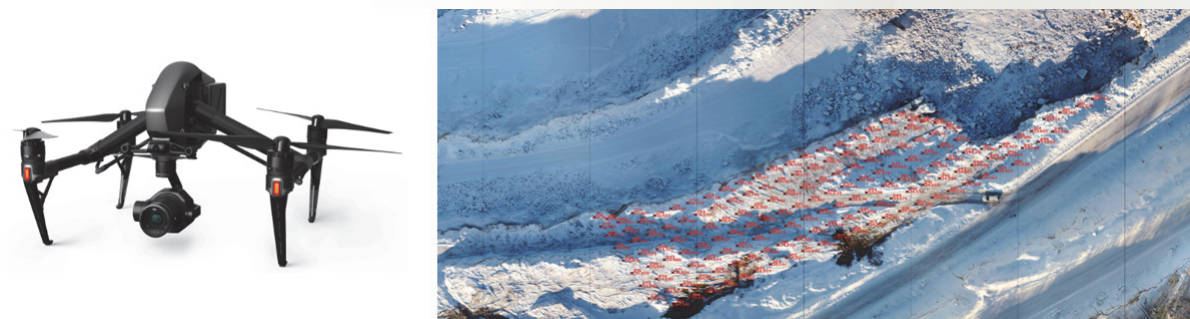


Рис. 8. Пример обработки снимков, полученных с БПЛА в программном обеспечении

### Видеонаблюдение на смесительно-зарядных автомобилях

В качестве контроля (в том числе дистанционного) над соблюдением технологических процессов изготовления ВВ на местах ведения работ в Сибирском филиале ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» используется система видеонаблюдения, установленная на смесительно-зарядных машинах (СЗМ).

Также данная система позволяет осуществлять контроль над действием взрыв-

персонала в режиме реального времени. В системе имеется возможность настройки и управления регистратором по WI-FI с компьютера или через телефон с приложения Android и iOS (рис. 9). Видеозапись осуществляется на карту памяти SD с последующей передачей данных на сервер.



Рис. 9. Система видеонаблюдения на СЗМ, контроль за соблюдением технологических процессов изготовления ВВ на местах ведения работ

На период 2019–2020 гг. Сибирский филиал ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» ставит перед собой целью выполнение следующих перспективных задач:

- разработка программного обеспечения для прогнозирования развала взрывающегося блока;
- внедрение специального оборудования на СЗМ для автоматического позиционирования и контроля расхода ВВ;

- разработка ПО с целью определения крепостных характеристик взрывающегося блока в автоматическом режиме;

- приобретение оборудования для производства видеометрии забуренной скважины и определения категории трещиноватости массива;

- разработка программного обеспечения для составления проекта массового взрыва в автоматическом режиме.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимов В.И., Перников В.В., Харченко В.А. Эколого-экономическая оценка эффективности разработки месторождений открытым способом. М.: МГГУ, 2011. 90 с.
2. Беляев А.Г., Набиулин М.Ф. Опыт работы ООО «Азот-Черниговец»: применение систем электронного взрывания «DAVEYTRONIC» на горнодобывающих предприятиях // Уголь. 2013. № 10. С. 4–6.
3. Кутузов Б.Н., Беляев А.Г., Пасынков В.И. Стратегические этапы совершенствования буровзрывных работ на разрезе ЗАО «Черниговец» // Уголь. 2009. № 10. С. 8–9.
4. Рыбак Л.В., Ефимов В.И. Производство и окружающая среда. М.: МГГУ, 2012. 301 с.
5. Автоматизированная система управления буровыми работами VG Drill. М., 2014. [www.vistgroup.ru/products/vg\\_drill](http://www.vistgroup.ru/products/vg_drill).
6. Ефимов В.И., Попов С.М., Федяев П.М. Формирование экономико-правовых инструментов государственно-частного партнерства для инновационного развития предприятий Кузбасса в условиях кризиса // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2017. Вып. 2. С. 41–52.
7. Ефимов В.И., Попов С.М., Федяев П.М. Методические основы организации привлечения инноваций для решения эколого-экономических задач в современных условиях // Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Прокопьевск, 2015. С. 120–122.
8. Клебанов А.Ф., Бондаренко А.В. Перспективные решения в автоматизации открытых горных работ // Сборник тезисов докладов IV Международной научно-практической конференции «Техгормет-21 век». Санкт-Петербург, 2013. С. 38.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.13.3.001

UDK 622271:622233:622235

© M.F. Nabiulin, K.I. Peters, 2019

#### M.F. NABIULIN

Deputy Director General  
on Development of BST  
LLC «AZOT MINING SERVICE», Moscow  
e-mail: [nabiulinmf@azotvzryv.ru](mailto:nabiulinmf@azotvzryv.ru)

#### K.I. PETERS

Chief Engineer  
Siberian Branch  
LLC «AZOT MINING SERVICE», Kemerovo  
e-mail: [k.peters@azotchern.ru](mailto:k.peters@azotchern.ru)



## BEST PRACTICES FOR IMPROVING THE EFFICIENCY, SAFETY AND ECOLOGICAL COMPATIBILITY OF DRILLING AND BLASTING OPERATIONS ON COAL OPENCAST OF KUZBASS

*It is shown that providing the preparation of blasted rock mass for mining enterprises with the required safety conditions, high technical level and competitive price requires the use of modern technologies, automation of the technical calculation process. The introduction of the software complex and equipment allows to significantly reduce the impact of the human factor, to provide automatic design of BST and forecast analysis of the results of blasting works at the stage of project preparation for well drilling, to carry out remote control of works performance at all stages.*

Keywords: DRILLING AND BLASTING OPERATIONS, BLAST ROCK, EFFICIENCY, BLASTING, SAFETY, SOFTWARE.

### REFERENCES

1. Efimov V.I., Pernikov V.V., Kharchenko V.A. Environmental-economic assessment of the efficiency of field development in an open way. M.: MGSU, 2011. 90 p. (In Russ.).
2. Belyaev A.G., Nabiulin M.F. Work experience of LLC Azot-Chernigovets: use of «DAVEY-TRONIC» electronic blasting systems at mining enterprises // Coal [Ugol]. 2013. No. 10. P. 4–6. (In Russ.).
3. Kutuzov B.N., Belyaev A.G., Pasyukov V.I. Strategic stages of improving drilling and blasting operations in the context of CJSC Chernigovets // Coal [Ugol]. 2009. No. 10. P. 8–9. (In Russ.).
4. Rybak L.V., Efimov V.I. Production and the environment. M.: MGGU, 2012. 301 p. (In Russ.).
5. VG Drill Automated Drilling Management System. M.: 2014. [www.vistgroup.ru/products/vg\\_drill](http://www.vistgroup.ru/products/vg_drill). (In Russ.).
6. Efimov V.I., Popov S.M., Fedyaev P.M. Formation of economic and legal instruments of public-private partnership for the innovative development of Kuzbass enterprises in a crisis // Izvestiya TulGU. Earth sciences. 2017. Issue. 2. P. 41–52. (In Russ.).
7. Efimov V.I., Popov S.M., Fedyaev P.M. Methodological foundations of the organization of attracting innovations to solve environmental and economic problems in modern conditions // Improving the quality of education, modern innovations in science and production: proceedings of the International scientific and practical conference [Povysheniye kachestva obrazovaniya, sovremennyye innovatsii v nauke i proizvodstve: sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]. Prokopyevsk, 2015. P. 120–122. (In Russ.).
8. Klebanov A.F., Bondarenko A.V. Promising solutions in the automation of open cast mining // Collection of abstracts of the IV International scientific-practical conference «Techgormet-21 Century» [Sbornik tezisov dokladov IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tekhgormet-21 vek»]. St. Petersburg, 2013. P. 38. (In Russ.).