

В. А. ХАКУЛОВ, В. А. ШАПОВАЛОВ, М. В. ИГНАТОВ, Ж. В. КАРПОВА  
Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х. М. Бербекова, Нальчик

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ГОРНЫХ РАБОТ

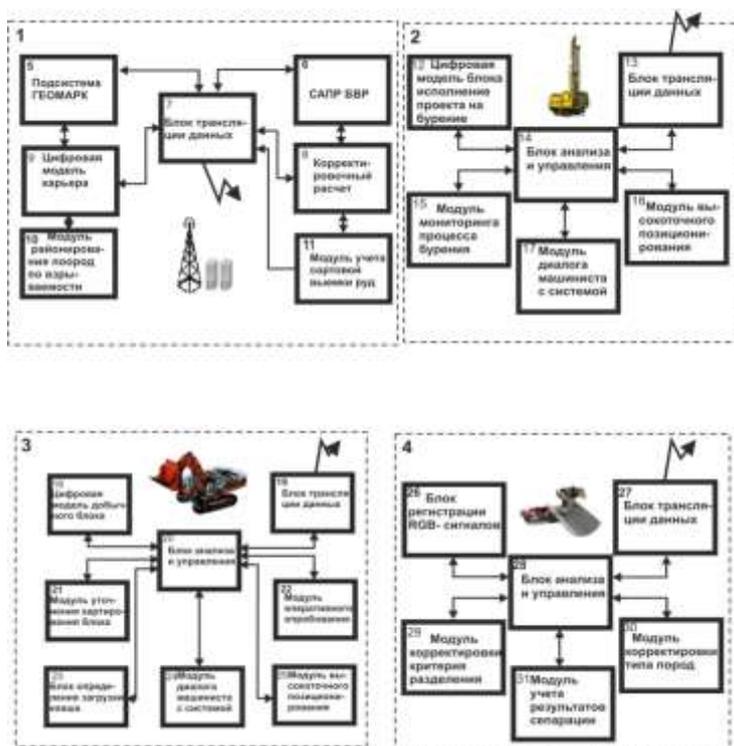
*Снижение качества добываемого минерального сырья и удорожание производства требует поиска новых резервов, повышения эффективности работы горно-обогатительных предприятий. Предлагается новый уровень информационного обеспечения процессов горных работ на основе внедрения интеллектуальных систем мониторинга работы погрузочно-транспортных комплексов, обеспечивающий возможность адекватно реагировать на изменение горнотехнических условий. Благодаря использованию достоверной оперативной информации решается задача роботизации текущего проектирования, планирования и управления горными работами.*

**Введение.** Интенсивное освоение недр в течение 20-го столетия привело к истощению запасов крупных месторождений с высоким качеством полезных ископаемых. Для сохранения достигнутого уровня производства металлов, выбывающие объемы богатых залежей повсеместно компенсируются увеличением объемов добычи бедных и труднообогатимых руд. Обеспечение рентабельности горно-обогатительных предприятий требует масштабной мобилизации резервов производства значительная часть, из которых доступна только при принципиально ином уровне информационного обеспечения процессов горных работ.

Одним из наиболее эффективных способов вовлечения бедных руд в процесс добычи и дальнейшей переработки, является их предварительная кусковая сортировка. Данный метод рудосортировки с 1946 года эффективно применялся в условиях обогатительных фабрик на урановых предприятиях СССР. В тоже время эффективность кусковой сортировки в условиях обогатительных фабрик существенно ниже, чем в добычных забоях из-за интенсивного перемешивания, усреднения отличающихся по критериям разделения пород и руд. Для получения максимального эффекта необходима адаптация процессов горных работ к технологии сепарации. В условиях одновременного вовлечения, в процесс отработки принципиально различающихся типов горных пород (некондиционных типов руд) необходимо учитывать требования к гранулометрическому и вещественному составу исходной горной массы (Патент России № 2537451). Для несовместимых технологических типов горной массы, необходима цикличная или раздельная подача их на сепарацию. При изменении технологического типа горной массы подаваемой на сепарацию должны обеспечиваться условия и возможности перестройки технологии. Адаптация должна затрагивать процессы подготовки и проведения взрывной отбойки массивов горных пород, отгрузки горной массы из экскаваторных забоев. От гранулометрической характеристики отбитой горной массы зависит выход сепарационных классов крупности, определяющий эффективность сепарации [1, 2]. Переизмельчение горной массы при взрывных работах ведет к дополнительным потерям ценных компонентов в не сепарационных классах крупности. Ведущая роль оптимизации геотехнологии отводится автоматизированной системе управления технологическими процессами (АСУТП).

На рисунке представлена автоматизированная система управления технологическим процессом формирования разнокачественных потоков горной массы на стадии горных работ.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) формирования разнокачественных потоков горной массы включает стационарную и мобильные составляющие, и состоит из четырех подсистем:



1 – стационарная, серверная часть функционально решает задачи накопления и обработки данных, проектирования буровзрывных, вскрышных и добычных работ, а также задачи формирования разнокачественных потоков горной массы. Связь между серверной и мобильными подсистемами осуществляется через блоки трансляции данных (4, 14, 20 и 28). Основу для проектирования горных работ составляет блочная, цифровая модель карьера (9), модуль районирования пород по взрываемости (10), формируемые подсистемой ГЕОМАРК (5) по данным скважинного опробования.

2 – мобильная подсистема управления буровым станком функционирует в соответствии с технологическим регламентом. С серверной части через блок трансляции данных загружается проект на бурение реализованный модулем САПР БВР (6) на основе районирования по взрываемости (10), в соответствии с типовым проектом на проведение массовых взрывов.

Рисунок. Структурная схема автоматизации технологии формирования разнокачественных потоков горной массы на стадии горных работ с использованием RGB-метода регистрации полезных кусков при сепарации шеелитсодержащих руд

Размещение взрывных скважин на блоке в соответствии с проектом на бурение обеспечивается функционированием модулей: высокоточного позиционирования (16); диалога машиниста и системы (17) и блока анализа и управления (14). Мониторинг процесса бурения осуществляется модулем (15). Данные скважинного опробования транслируются через модуль (15) на сервер и используются для уточнения цифровой модели блока и проекта сортовой – селективной добычи. Реализация сортовой добычи на блоке осуществляется гидравлическим экскаватором под управлением подсистемы (3). При этом решается задача формирования разнокачественных потоков горной массы методом порционной сортировки в ковше экскаватора и кузове автосамосвала для условий дальнейшей кусковой сортировки с использованием RGB-метода регистрации полезных кусков шеелитсодержащих руд. Начинают отработку пород забоя с контура между технологическими типами горной массы. Контурные технологических типов руд для селективной выемки предварительно устанавливаются по данным опробования сети технологических скважин. Порядок выемки пород, направление черпания меняется по мере продвижения экскаватора и изменения его положения в забое относительно и зон локализации технологических типов руд.

С другой стороны изменчивость горно-геологических и горнотехнических условий не позволяют добиться существенного увеличения показателей использования современных горно-транспортных комплексов. Для обеспечения рентабельной работы горного производства нужны интеллектуальные погрузочно-транспортные комплексы, обеспечивающие ритмичность работы за счет способности адекватно реагировать на изменение горнотехнических условий [3–6].

Непредсказуемая пространственная изменчивость структурных и прочностных свойств массивов горных пород снижает эффективность работы бурового, погрузочного и транспортного оборудования. Это затрудняет управление горным производством, не позволяет использовать резервы. Вскрытие значительных технологических резервов не возможно без создания эффективной системы мониторинга процессов бурения и экскавации на основе измерения в производственных условиях новых параметров характеризующих массивы горных пород. Оперативная корректировка районирования по категориям буримости, трещиноватости и взрываемости обеспечивает эффективность использования горного оборудования.

**Заключение.** Таким образом, узловым решением обеспечивающим переход от роботизации отдельных процессов горных работ к роботизированному горному производству является продвижение саморазвивающихся моделей районирования массивов горных пород по буримости, трещиноватости и взрываемости на основе интеллектуального комплекса буровой станок – экскаватор. Благодаря использованию достоверной оперативной информации решается задача роботизации текущего проектирования, планирования и управления горными работами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Хакулов В.А.**, Кононов О.В., Новиков В.В., Хакулов В.В., Сыцевич Н.Ф. Проектирование технологии формирования и стабилизации качества руд на основе рудосортировки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 9. С. 60-62.
2. **Хакулов В.А.** Совершенствование технологии формирования качества руд и повторной добычи // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 3. С. 44-45.
3. **Хакулов В.А.** Технология пошагового совершенствования буровзрывных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 2. С. 64-65.
4. **Хакулов В.А., Хакулов В.В., Сыцевич Н.Ф., Ксенофонтов А.С., Ткаченко Л.А.** Аппаратно-программный комплекс формирования потока руды по крупности // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. 2012. Т. 2. № 4. С. 59-62.
5. **Хакулов В.А., Шаповалов В.А., Игнатов М.В.** Совершенствование технологии буровзрывных работ на открытых горных разработках // Горный информационный аналитический бюллетень. 2019. №S29. С. 34-49.
6. **Хакулов В.А., Шаповалов В.А., Игнатов М.В.** Проблемы изменчивости массивов пород при роботизации открытых горных разработок // Горный информационный аналитический бюллетень. 2019. №S29. С. 50-64

V.A. Khakulov, V.A. Shapovalov, M.V. Ignatov, Zh.V. Karpova, (Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, Nalchik)

#### **Improving Information Technologies to Control Mining Operations**

Reducing the quality of extracted mineral raw materials and increasing the cost of production requires the search for new reserves, improving the efficiency of mining and processing enterprises. A new level of information support for mining processes is proposed based on the introduction of intelligent systems for monitoring the operation of loading and transport complexes, which provides an opportunity to respond adequately to changes in mining conditions. Thanks to the use of reliable operational information, the task of robotizing the current design, planning and management of mining operations is resolved.