

## ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ОТРАСЛЬ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ: НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО



**Е. Б. ЯНИЦКИЙ<sup>1</sup>**

зам. генерального директора по научной работе и развитию, канд. геогр. наук. [yanitzkiy@vniigem.ru](mailto:yanitzkiy@vniigem.ru)



**И. М. ИГНАТЕНКО<sup>2</sup>**

директор, канд. техн. наук

<sup>1</sup>ОАО «ВНИГЕМ», Белгород, Россия

<sup>2</sup>Институт наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

### Введение

На территории Белгородской области располагается один из крупнейших железорудных бассейнов в мире — Курская магнитная аномалия (КМА) — характеризующийся уникальными по объему запасами железных руд. Так, разведанные и предварительно оцененные запасы неокисленных кварцитов (до глубины 700 м) и богатых руд (до глубины 1200 м) составляют свыше 25 и 30 млрд т соответственно [1]. Среди наиболее крупных эксплуатируемых месторождений, расположенных в пределах Белгородской области, являются Лебединское и Стайло-Лебединское, разведанные в разное время, но которые в геологическом плане представляют единое целое и отрабатываются одним карьером (АО «Лебединский ГОК») [2]. На долю других железорудных месторождений области — Стайленского (АО «Стайленский ГОК»), Коробковского (АО «Комбинат «КМАруда»), Яковлевского (АО «Яковлевский ГОК») совместно с Михайловским месторождением (ПАО «Михайловский ГОК», Курская область) приходится более 50 % производства железорудного сырья России [3]. Потребителями железорудного сырья являются Новолипецкий и Череповецкий металлургические, Оскольский электрометаллургический комбинаты, ПАО «Тулачермет», ООО «Уральская Сталь» и др.

В настоящее время все горнодобывающие предприятия, эксплуатирующие железорудные месторождения КМА, входят в вертикально интегрированные компании и являются их основными сырьевыми базами.

Лебединское, Стайло-Лебединское, Стайленское и Коробковское месторождения относятся к Староскопскому железорудному району и в структурном отношении приурочены к западной части Воронежской втеклизы, что и определило попадание поверхности докембрийских пород со средней глубиной залегания от 72 до 168 м. Яковлевское месторождение расположено

Показаны вклад белгородских ученых в освоение Курской магнитной аномалии и роль «Горного журнала» как основной информационной среды для горняков. Определены приоритетные направления исследований для повышения эффективности ведения горных работ.

**Ключевые слова:** «Горный журнал», ОАО «ВНИГЕМ», НИУ «БелГУ», освоение месторождений, геомеханика, горно-геологическая информационная система, моделирование взрывного разрушения горных пород, информационная среда, популяризация науки.

**DOI:** 10.17580/gzh.2020.07.04

в пределах юго-западного склона Воронежской втеклизы в западной части Белгородской области и относится к Белгородскому железорудному району, который по величине запасов богатых руд и их запасов является крупнейшим в бассейне КМА [4]. Доля запасов железных руд всех типов по промышленным категориям (A+B+C<sub>1</sub>), расположенных на территории Белгородской области, составляет 43,5 %, при этом доля богатых руд — 93,4 %.

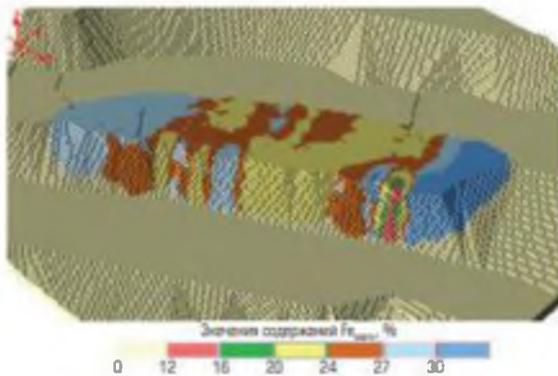
С одной стороны, колоссальные запасы железных руд, расположенные в густонаселенных районах страны, развитая инфраструктура, в том числе транспортная близость ключевых потребителей продукции создают оптимальные условия для разработки месторождений, с другой стороны, абсолютно все эксплуатируемые месторождения КМА характеризуются сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями.

Так, комплекс осадочных пород Коробковского месторождения интенсивно обводнен, содержит четыре водоносных горизонта, в, например, Яковлевского — шесть (семь с руднокристаллическим высоконапорным горизонтом). Кроме того, месторождения КМА характеризуются интенсивным развитием тектонических нарушений, наличием многочисленных зон дробления, неоднородностью физико-механических свойств горных пород, что негативно отражается на устойчивости уступов карьеров, провоцирует формирование вывалов горных пород при подземной разработке, требует разработки специальных мероприятий по инженерной защите карьеров и шахт от обводнения [5–8].

Практически с самого начала промышленного освоения месторождений КМА эту функцию в себе воплощал и продолжает успешно реализовывать институт ВНИГЕМ, а последние 10 лет к этой работе активно подключился НИУ «БелГУ».

### Вклад ученых региона в успешное освоение месторождений КМА и роль «Горного журнала» как главной информационной площадки специалистов горного дела

В 1950-х годах стало очевидно, что колоссальные потребности страны в железорудном сырье могут быть удовлетворены только за счет месторождений КМА, но сложные инженерно-геологические и гидрогеологические условия их освоения требовали концентрации научных знаний, опыта и технологий ведущих ученых, широкого обсуждения перспективных технических средств и технологий разработки.

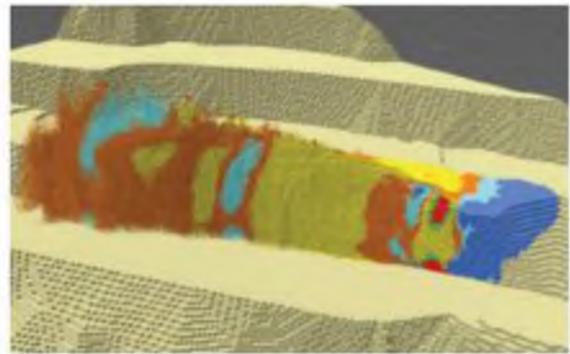


**Блочная модель распределения основных компонентов и подготавливаемого к взрыву блока**

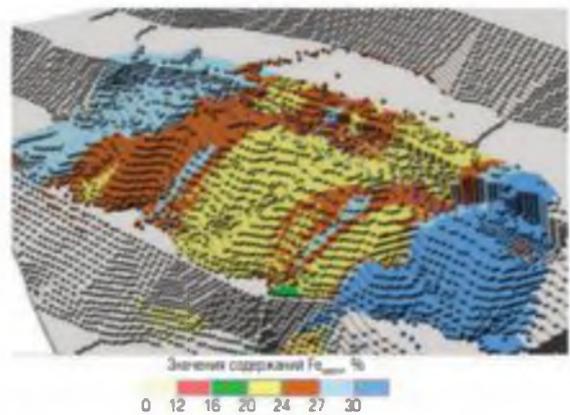
Для решения задач по успешному освоению месторождений КМА в октябре 1959 г. начал свою работу Специализированный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушению месторождений полезных ископаемых – ЦНИИГоросушения. Спустя 8 лет приказом Министерства черной металлургии СССР № 747 ЦНИИГоросушения реорганизован во Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, специальным горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу (ВИОГЕМ) [9]. Несмотря на то, что в настоящее время деятельность института распространяется за пределы Белгородской области и России, его история, успехи и работы все еще неразрывно связаны с железорудными месторождениями КМА.

Нельзя было представить успех нового института без возможности осветить результаты уникальных работ, озвучить научно-прикладные задачи, стоящие перед горным производством, получить обратную связь от научного сообщества и всем вместе начать решать имеющиеся проблемы. Без сомнения, главным «рупором» страны тогда был и остается уже почти на протяжении двух столетий «Горный журнал», который является старейшим научно-техническим и производственным изданием, и по сей день объединяющим горняков разных стран в едином информационном поле. Именно на его страницах Э. Е. Лейст, а позднее И. М. Губкин, Н. Д. Пильчиков и другие ведущие деятели убеждали руководство страны в экономической целесообразности освоения КМА, обсуждали стоящие проблемы и предлагали пути их решения. В «Горном журнале» были публикации об источниках освоения железорудных месторождений КМА. Он являлся главной координирующей и пропагандирующей информационной силой и остается ею до сегодняшнего дня, регулярно на своих страницах публикуя статьи по железорудному бассейну и даже посвящая ему целые выпуски. Не остается без внимания и производственная деятельность горных предприятий Белгородской области [10–13]. Разумеется, и современные достижения белгородские ученые продолжают отражать на страницах ведущего печатного органа России в области горного дела.

Основными направлениями деятельности белгородских ученых остаются вопросы, связанные с разработкой принципиально новых технологий и технических средств осушения глубоководных и сильнообводненных месторождений КМА. Так,



**Стадия взрывного разрушения горных пород**



**Блочная модель распределения основных компонентов после взрыва**

сотрудниками института ВИОГЕМ предложена и реализована уникальная система осушения Яковлевского месторождения, предусматривающая осушение только рудно-кристаллического водоносного горизонта с помощью слабонаклонных скважин, проходящих на горизонте –425 м.

Для осушения Стойленского и Лебединского месторождений сотрудниками института разработаны не только новый проект системы осушения, включающий внутрикарьерные дренажные устройства и подземный дренажный комплекс, но и специальные установки дренажного бурения для безопасного вскрытия высоконапорных водоносных горизонтов [14].

В целом работы, связанные с инженерной защитой месторождений полезных ископаемых от обводнения, разработкой специальных технологий, подходами к проектированию систем осушения, достаточно подробно были представлены на страницах «Горного журнала» [15–22].

На заре развития цифровизации и применения компьютерных технологий для моделирования сложных процессов в 1983–1985 гг. институтом ВИОГЕМ совместно со специалистами Лебединского и Стойленского ГОКов впервые в мировой практике на базе программного обеспечения для ЭВМ ЕС-1022 была разработана постоянно действующая трехслойная гидродинамическая модель Губинско-Старооскольского промышленного района.

с использованием которой на 15 лет вперед был осуществлен прогноз изменения режима подземных вод, оценены водопритоки в дренажные системы карьеров, фильтрационные потери из хвостохранилищ. В последующем данную модель неоднократно уточняли и на ее основе, например для карьера Лебединского ГОКа, был выполнен проект развития дренажного комплекса, получившего положительное заключение государственной экспертизы и реализованный предприятием [15]. Стоит отметить, что сегодня все проектные решения, разрабатываемые институтом в области защиты инженерных сооружений от подтопления, осушения месторождений полезных ископаемых независимо от способа разработки, выполняются только на основе численных геофильтрационных моделей, создаваемых с применением специализированного программного обеспечения Groundwater Modeling System (GMS).

Помимо решения задач осушения месторождений КМА, другим ключевым направлением деятельности института являются геомеханические исследования и обоснование промышленной безопасности отработки месторождений как открытым, так и подземным способами. Специалисты института на регулярной основе выполняют работы по геомеханическому обоснованию устойчивости отвалов, уступов и бортов карьеров (Лебединский и Стойленский ГОКи), контролю за гидрохимическим составом подземных вод, научно-методическому сопровождению работ по прогнозу и предотвращению горных ударов при ведении горных работ на шахте им. Губкина и мониторингу состояния целиков и кровли камер, контролю смещений земной поверхности в зоне ведения горных работ (АО «Комбинат КМАруда»). В связи со всё большим развитием и внедрением в производство циклично-поточных технологий (ЦПТ) специалистами института для Лебединского ГОКа выполнены работы по исследованию геодинамического состояния и разработке рекомендаций по обеспечению устойчивости борта карьера и мероприятий по водотведению в условиях работы ЦПТ. Результаты работ по данному

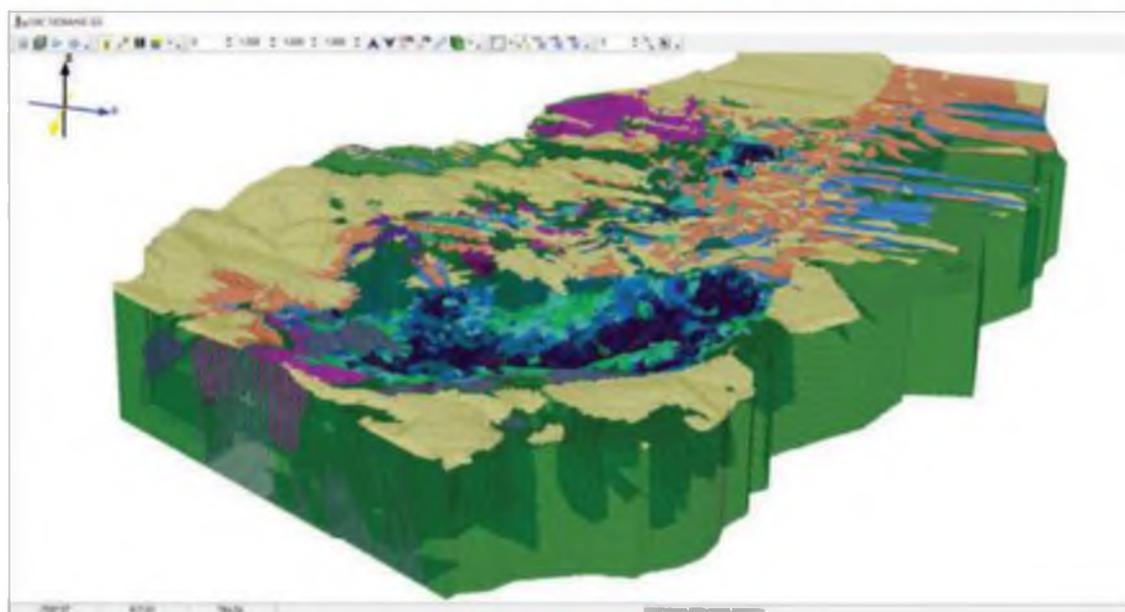


**Геомеханическое обоснование проектных параметров уступов и бортов карьеров, разрезов и откосов отвалов с применением ГИС ГЕОМИКС**

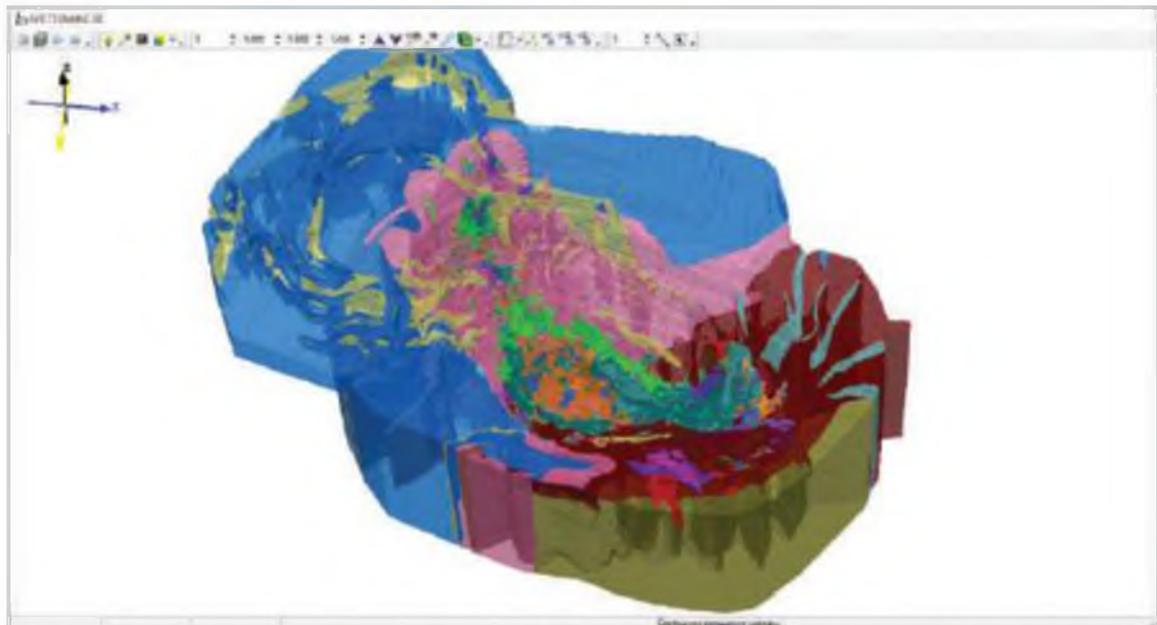
направлению, выполненных для месторождений КМА, неоднократно были приняты к публикации «Горным журналом» [23, 24].

Необходимо отметить, что «Горный журнал» всегда уделял особое внимание освещению работ, связанных с изготовлением и внедрением отечественных импортозамещающих специальных технических средств и технологий в области защиты от обводнения (буровые установки дренажного бурения УДБ-8), магнитометрического определения содержаний полезных компонентов в недрах по данным геофизического опробования стенок буровзрывных и разведочных скважин (геофизическая станция Карьер-2МК), контроля качества концентрата на обогатительных фабриках (ОКК-7) [16, 18, 25].

Особая роль «Горного журнала» заключалась в популяризации разработок в области программного обеспечения для горной промышленности. На своих страницах журнал одним из первых изданий начал публиковать статьи, посвященные необходимости



**Блочная рудопородная модель месторождений АО «Алмалыкский ГМК» (Узбекистан)**



**Блочная геомеханическая модель месторождений магнетит-апатитовых и апатит-штаффелитовых руд (АО «Ковдорский ГОК»)**

и перспективам цифровой трансформации карьеров и рудников. Не стала исключением и горно-геологическая программа ГИС ГЕОМИКС [26–31], разработанная ОАО «ВЮГЕМ» и предназначенная для решения задач горного производства, ведения горно-графической документации и документооборота. Сегодня система ГИС ГЕОМИКС – мощное программное обеспечение, сочетающее в себе функциональные возможности каркасного и блочного моделирования, проектирования и планирования горных работ, подсчета запасов минерального сырья, геолого-маркшейдерского и буровзрывного сопровождения процесса добычи руды. Первые версии системы ГИС ГЕОМИКС на Лебединском ГОКе внедрены в 2002 г., на Стойленском ГОКе – в 2004 г., Яковлевском руднике – в 2008 г., Комбинате «КМАруда» – в 2012 г. Система ГИС ГЕОМИКС наиболее комплексно интегрирована в технологический процесс на Лебединском (66 лицензий) и Стойленском (51 лицензия) ГОКах, на Комбинате «КМАруда» систему ГЕОМИКС применяют при геолого-маркшейдерском сопровождении горных работ (5 лицензий), на Яковлевском ГОКе в настоящее время в основном используют геологический модуль системы (всего на предприятии поставлено 11 лицензий).

Внедрению ГИС ГЕОМИКС на горных предприятиях региона предшествовала большая совместная работа по формированию цифровой горно-графической информации (базы данных разрезов бурения, геологические планы и разрезы, цифровые поверхности выработанного пространства, в позднее – блочные и каркасные геологические модели месторождений). Стоит отметить, что, несмотря на попытки внедрения на Стойленском и Лебединском ГОКах зарубежных горно-геологических систем, цель которого была в необходимости иметь инструменты стратегического, долгосрочного планирования, система ГИС ГЕОМИКС продолжает оставаться базовым программным обеспечением [26, 27, 32]. Институт ВЮГЕМ сегодня имеет траекторные геологические и гидрогеологические модели по всем крупным

железорудным месторождениям КМА, владеет историей накопления информации об изучении месторождений, в определенном смысле является хранителем данных горных предприятий.

Особо следует отметить разработанную на базе ГИС ГЕОМИКС уникальную технологию моделирования развала взорванной горной массы и распределения в ней компонентов, регламентирующей качество руд. Данная технология успешно внедрена на карьере Стойленского ГОКа. Применяют ее и за пределами региона (АО «Полюс-Красноярск», АО «Ковдорский ГОК»). В настоящее время на Лебединском ГОКе проходит пилотные испытания данной технологии, хотя она в 2006 г. первоначально зарождалась на его территории как совместный труд горняков предприятия и ученых института, и основное ее значение заключалось в определении безопасного расстояния, на которое необходимо отвести горнотранспортное оборудование перед проведением буровзрывных работ.

В настоящее время большая часть проектных, консалтинговых и научно-прикладных работ института выполняется с применением ГИС ГЕОМИКС. Это, например, такие работы, как обоснование инвестиций строительства Приюльского ГОКа; обоснование увеличения производительной мощности Лебединского ГОКа; обоснование кондиций на минеральное сырье и подсчет запасов полезных ископаемых (Стойленский и Лебединский ГОКи); разработка проектной и рабочей документации строительства Центра крупнотоннажных морских сооружений; проекты отвалобрезования, развития горных работ в карьерах; подсчет запасов полезных ископаемых в соответствии с требованиями ГКЗ РФ и кодекса публичной отчетности ЮНЕСКО.

Для передачи производственного опыта и знаний студентам, расширения научно-технической сферы выполняемых работ для месторождений региона, совместной разработки передовых приборов и технологий для горнопромышленной отрасли, консолидации научных, технических и финансовых ресурсов, повышения качества образовательных услуг в 2009 г. совместно с НИУ «БелГУ»



Геофизическая станция «Карьер-2М»

(Институт наук о Земле) – крупнейшим региональным центром подготовки специалистов горного профиля – на базе ВИДГЕМ была создана база для кафедры инженерной геологии и гидрогеологии. Такой практико-ориентированный формат взаимодействия оправдал себя: сегодня университет готовит специалистов горной промышленности по самым востребованным направлениям: горняков, газопровов и маркшейдеров. Выпускники университета востребованы не только региональными горными предприятиями, но и наиболее крупными горнодобывающими компаниями страны (ОАО «АПРОСА-ПАО», ПАО «Пепас», АО «МХК «Варошим» и другие).

ОАО «ВИДГЕМ» с 1991 г. на регулярной основе проводит международный симпозиум по освоению месторождений минеральных ресурсов и подземному строительству в сложных гидрогеологических условиях, который собирает не менее 60–70 привозных специалистов. Для привлечения еще большего числа участников, популяризации науки в 2015 и 2019 гг. симпозиум проводили совместно с НИУ «БалГУ». «Горный журнал» всегда вел информационное сопровождение лучших работ симпозиума.

Кроме того, совместно с университетом ведут программы профессиональной переподготовки, повышения квалификации специалистов горного профиля. В 2015 г. между НИУ «БалГУ» и ОАО «ВИДГЕМ» подписано соглашение о консорциуме по прикладным и фундаментальным исследованиям в области горного дела. Совместными усилиями специалистов института и ученых университета выполнены работы по инженерно-экологическим исследованиям для проектирования, развития и реконструкции Стойленского, Лебединского, Михайловского ГОКов и Яковлевского рудника, в том же научно-исследовательские работы в области обогащения минерального сырья, геомеханики и взрывного дела, экологии, результаты которых были опубликованы в «Горном журнале» [33–35]. Одним из важнейших результатов научного сотрудничества стала подготовка семи кандидатов технических наук в области геоинформационных систем, горнопромышленной геологии и геомеханики. В настоящее время девять молодых специалистов института проходят обучение в аспирантуре НИУ «БалГУ». Открыт диссертационный совет, в состав которого вошли ведущие ученые ВИДГЕМ и Института наук о Земле НИУ «БалГУ».

В «Горном журнале» за последние десятилетия специалистами института ВИДГЕМ и НИУ «БалГУ» опубликованы свыше 50 научных статей.

### Перспективные направления

Очевидно, что результаты любой большой научно-исследовательской и проектной работы должны быть представлены научной и технической общественности. Имелась «Горный журнал» всегда являлся той информационной средой, откуда ученые Белгородской области стремились не только ознакомиться с материалами, но и поделиться своими достижениями. Сегодня все горнодобывающие компании региона в той или иной мере приступили к реализации плана, предусматривающего увеличение объема добываемой руды. Вместе с тем имеющиеся сложные инженерно-геологические и гидрогеологические условия потребуют не только вовлечения новых горизонтов в добычу и увеличения глубины карьеров, но и внедрения нестандартных и инновационных подходов к проектированию, планированию и оптимизации ведения открытых и подземных горных работ, повышению качества и оперативности информационного управления горно-геологическими данными, учета геомеханических рисков. Ниже представлены основные направления научно-прикладной деятельности, которые предположены для реализации на месторождениях КМА.

Одним из таких перспективных направлений является внедрение технологии моделирования развала взорванной горной массы. В настоящее время данная технология внедрена, и ее успешно применяют не только на Стойленском ГОКе. Применение данной технологии дает возможность управлять качеством минерального сырья, вести учет потерь и засорения, учитывать при планировании карьерные остатки, выполнять численные эксперименты без проведения взрывов по определению наиболее оптимального угла сети коммутации. Так, на основе численных экспериментов на Лебединском ГОКе утверждена инструкция по потерям и разбросанию, позволяющая положительное заключение надзорных органов. На Стойленском ГОКе данная технология применяется для оперативного планирования совместно с системой диспетчеризации АСУ ПГК ВИСТ.

ОАО «ВИДГЕМ» совместно с НИУ «БалГУ» в настоящее время разработало и успешно апробировало на угольных и золоторудных месторождениях России технологию определения энергоемкости бурения, реализованную на специально разработанной математической модели, которая устанавливает связь параметров бурения (частота вращения, осевое усилие, параметры зубка и т. д.) и взрывчатых параметров горного массива (крепость, блочность). Реализована данная технология в буровзрывном модуле ГИС ГЕОМИКС, ее применения дает возможность наиболее эффективно организовать процесс бурения и взрывания, сформировать рассредоточенные заряды, районировать взрывной блок с учетом его неоднородности и учитывать это при определении удельных расходов. Внедрение данной технологии в полной мере соответствовало бы стратегии развития буровзрывного комплекса ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ».

Другим направлением оптимизации буровзрывных работ на карьерах является внедрение в производство интерактивной карты взрываемости, позволяющей оперативно, в режиме on-line получать информацию с рациональных параметров буровзрывных работ, обеспечивающих заданное качество взорванной горной массы. Данная технология была успешно апробирована на железорудном и золоторудном месторождениях.

Кроме того, важным направлением повышения безопасности ведения горных работ, прогнозирования обрушений и управления устойчивостью горных пород является разработка и внедрение в производственный процесс трехмерных геомеханических моделей месторождений. Институтом ВИДГЕМ таких модели

построены для месторождений, эксплуатируемых как открытым (например, Ковдаракин месторождения магнетит-апатитовых и впитит-штарфалитовых руд), так и подземным (например, хромитовые месторождения Донского ГОКа, Казахстан) способами.

НИИ «БалГУ» и ОАО «ВЮГЕМ» также занимаются совместной разработкой научных технологий для обеспечения инженерно-геологических изысканий, например выдаметрических зондов, с возможностью изучения трещиноватости горных пород без необходимости отбора ориентированного керна, трещиномеров и бесшумных летательных аппаратов, работающих в магнитных средах.

Кроме того, в настоящее время совместно разработана серия датчиков (радиомаячки) для измерения смещений горной массы после взрыва, которые могут быть также использованы для верификации и калибровки модели взрывного взоружения горных пород. Следует отметить, что институт уже имел опыт работы с радиомаячками австралийского производства, но, учитывая их высокую стоимость, было принято решение о самостоятельной разработке и изготовлении. Изготовленные радиомаячки успешно прошли все лабораторные испытания и готовы к полнотемпным испытаниям при выполнении взрывных работ. Стоимость датчиков в десятки раз ниже зарубежного аналога.

### Заключение

Выход горных предприятий на современный уровень управления технологическими процессами производства, повышения эффективности всей технологической цепочки в целом, снижения себестоимости добычи руды в современных условиях возможны

только за счет тесного взаимодействия с научно-проектными и образовательными организациями, интеграции опыта и знаний заинтересованных специалистов производственного, научного и образовательного звеньев при разработке и внедрении инженерных мероприятий, обеспечивающих решения оптимизационных задач и безопасность горного производства, повышения профессиональных компетенций молодых сотрудников и подготовку квалифицированных кадров.

Помимо этого, еще более важным для отрасли в целом является формирование информационного пространства, в котором специалисты горного профиля могут получить сведения о проблемах и достижениях своих коллег, изучить бесценный опыт и учесть его при реализации аналогичных задач на своих предприятиях.

Отрадно видеть, что «Горный журнал» вот уже 185 лет продолжает нести свою «миссию», а именно: формирует то самое информационное пространство, интеллектуальную среду, в которой ученые и специалисты могут обсудить важнейшие научно-технические проблемы, рассказать об опыте реализации технических разработок в области горного дела и переработки минерального сырья, предложить новые подходы к решению, казалось бы, известных задач. Авторы убеждены, что только совместный труд ученых и специалистов горных предприятий, всестороннее обсуждение результатов работ, подготовка высококвалифицированных кадров, готовых брать на себя ответственность, позволят сформировать инновационные решения и реализовать их на производстве для обеспечения экономической эффективности горных работ во все более усложняющихся горно-геологических условиях их ведения.

### Библиографический список

1. Горная инженерия / под ред. Е. А. Козырькова. – М.: Свободная ассоциация, 1987. Т. 3. Кнган – Отр. – 592 с.
2. Мухомов О. Ю., Горбатенко В. Д., Фролова В. М., Серый С. С. Перспективы использования запаса железистых кварцитов Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений // Горный журнал. 2017. № 5. С. 90–95. DOI: 10.17580/gj.2017.05.21
3. Ломовичко И. К. Состояние и перспективы развития железорудной промышленности в условиях мирового рынка // Горная промышленность. 2015. № 4(122). С. 28–34.
4. Мерошова М. Ю., Лукин И. Н. Сравнительный анализ добычи железной руды Балковского и Старооблагодского железорудных рудных КМА // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. 2015. № 4. С. 107–113.
5. Gonzalez R. M., Givas M., Macias E., Gomez C. R., De Witzen H. F. Hydrological characterization and prediction of flood levels of acidic pH lakes in the Iberian massif, Iberian Pyrite Belt // Journal of Hydrology. 2018. Vol. 566. P. 807–817.
6. Zhang Yu, Li Shi, Wang Yong, Wang Peng, Wang Chen, Haiyang Zhang. Revised model test study on shear strength characteristics of slope sliding surface in Kaolin green-pit mine // International Journal of Mining Science and Technology. 2020. Vol. 30. Iss. 3. P. 421–429.
7. He-Ping Tang, Xiang-Li Liu, Jingxin Chen, Xiang Zhao, Guangfeng Peng, Fengpeng Zhang. Monitoring, Warning, and Control of Rockburst in Deep Metal Mines // Engineering. 2017. Vol. 3. Iss. 4. P. 538–545.
8. H.C.C. Principles of modelling design // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2017. Vol. 9. Iss. 3. P. 396–414.
9. Серый С. С., Яковлев Е. Б. Центр решения горных проблем // Горный журнал. 2019. № 10. С. 5–7.
10. Козлов В. И. Первому КМА – юбилею «КМАРуда» – 55 лет // Горный журнал. 2008. № 4. С. 7–11.
11. Яковлев Е. Б. Стойленский ГОК – первая все железорудное предприятие России // Горный журнал. 2014. № 8. С. 9–13.
12. Козлов В. И. Ковбинский «КМАРуда» – 60 лет: итоги и перспективы развития // Горный журнал. 2013. № 4. С. 41–45.
13. Мухомов О. Ю., Горбатенко В. В. Зеленой юбилей железорудного гиганта России // Горный журнал. 2017. № 5. С. 15–18.
14. Ломовичко И. В., Лопов И. Н., Стрелцов В. И. Новая технология обеспечения промышленной безопасности на обводненных месторождениях полезных ископаемых // ГИДБ. 2016. № 1. С. 139–148.
15. Золотев Ю. И. Выход института ВЮГЕМ в сферу влияния эксплуатации Лебединского карьера // Горный журнал. 2007. № 7. С. 50–53.
16. Золотев Ю. И., Ломаковичко И. В., Стрелцов В. И., Мочалов И. Ю., Мухомов О. Ю. Совершенствование способов осушения глубоководных месторождений полезных ископаемых // Горный журнал. 2013. № 12. С. 48–53.
17. Золотев Ю. И., Малова А. А., Рыжов М. В. Теория и практика разработки численных моделей систем осушения железорудных месторождений // Горный журнал. 2013. № 9. С. 32–37.
18. Золотев С. И., Козлов В. И., Голышев И. А., Лыков А. И., Дубровский В. Я. Горно-обводнение технологий в защите карьеров от подземных вод // Горный журнал. 2011. № 6. С. 29–32.
19. Золотев Ю. И., Малова А. А. Технологии и проектирование систем осушения разрабатываемых метатрапезных полезных ископаемых // Горный журнал. 2010. № 7. С. 25–28.
20. Золотев Ю. И., Малова А. А., Ломаковичко И. В. ОГП ВЮГЕМ в научно-технической архитектуре планирования горных выработок и обоснования // Горный журнал. 2004. № 10. С. 10–14.
21. Голышев В. И., Зайцев И. И., Рыжов М. В., Лушманов И. А. Изучение гидрогеологической обстановки для выработки проектных решений по снижению обводненности карьеров // Горный журнал. 2019. № 10. С. 15–18.
22. Воронин А. А., Волков Ю. И., Золотев В. В., Дерюгина О. В. Обоснование и разработка современных способов защиты горных выработок от подземных вод // Горный журнал. 2019. № 10. С. 18–21.
23. Казимиров Д. М., Амирханов П. Д., Мазаров С. В., Гамонов Н. Т., Фомин А. А. Геммазонитовый месторождение на западе им. Пурбина // Горный журнал. 2008. № 4. С. 21–24.
24. Серый С. С., Орлов Г. Г. Опыт осушения стволы Яковлевского карьера // Горный журнал. 1996. № 1–2. С. 82–84.
25. Артемьев А. В., Марфинов А. Л., Сулей Ю. В. Системы автоматизированного контроля технологии на обогатительной фабрике Стойленского ГОКа // Горный журнал. 2011. № 6. С. 82–86.
26. Рыжов М. В., Едунцов А. В., Серый С. С., Герасимов А. В., Крамаров Б. А. Информатизация геолого-маршевой работы в ОАО «Стойленский ГОК» // Горный журнал. 2011. № 6. С. 75–79.
27. Волков Ю. И., Серый С. С., Думчев В. А., Герасимов А. В. ГИС ГЕОМИК для горной промышленности России и Казахстана // Горный журнал. 2015. № 5. С. 9–13. DOI: 10.17580/gj.2015.05.02

28. Серый С. С., Дунаев В. А., Герасимов А. В., Хабелов С. Г. Геоинформационное обеспечение разработки железорудных месторождений Старооскольского уезда Дачинина КМА // Горный журнал. 2015. № 9. С. 76–81. DOI: 10.17580/gzh.2015.09.17

29. Серый С. С., Дунаев В. А., Герасимов А. В. Современные технологии геоинформационного обеспечения горного производства // Горный журнал. 2010. № 7. С. 29–32.

30. Серый С. С., Герасимов А. В., Шайтан В. Б., Кузнецов С. Р. Автоматизированный система информационного обеспечения горного производства // Горный журнал. 2007. № 9. С. 87–85.

31. Сундрозов А. М., Ахремова В. И., Милос А. С., Коржиков Р. В., Герасимов А. В. Инновационные технологии производства маршей/деревяк работ // Горный журнал. 2012. № 10. С. 54–60.

32. Сивилова А. К., Момолов В. Н., Ершов С. В., Дробышева В. Н. Применение новых тех-

нологий для маршей/деревяк обеспечения горных работ // Горный журнал. 2017. № 5. С. 82–84. DOI: 10.17580/gzh.2017.05.19

33. Толероев Д. В., Лисецкий Ф. Н. Возрождение плодородия почв лесных массивов // Горный журнал. 2014. № 8. С. 69–74.

34. Мавлятов М. М., Дунаев В. А., Дюпин В. И. Совершенствование методики предпроектной оценки взрываемости массивов рудных пород в карьерах // Горный журнал. 2019. № 1. С. 46–50. DOI: 10.17580/gzh.2019.01.10

35. Мавлятов М. М., Ахмедов Э. А., Дунаев В. А., Космополит А. В. Рациональные методики определения близости пород в откосах уступов и их опасность взрываемой горной массы на карьерах // Горный журнал. 2019. № 6. С. 33–38. DOI: 10.17580/gzh.2019.06.06

«ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ», 2020, № 7, pp. 44–50  
DOI: 10.17580/gzh.2020.07.04

Mining Industry in the Belgorod Region: Science and production

Information about authors

E. V. Yanitskiy<sup>1</sup>, Deputy CEO for Research and Development, Candidate of Geographical Sciences, yanets@geoinf.ru  
I. M. Ignatenko<sup>2</sup>, Director, Candidate of Engineering Sciences  
<sup>1</sup>MOGEM, Belgorod, Russia  
<sup>2</sup>Institute of Earth Sciences, Belgorod State University, Belgorod, Russia

Abstract

The features of the Kursk Magnetic Anomaly deposits are intense faulting, numerous fracture zones and non-uniform physical and mechanical properties of rocks. These factors have an adverse effect on pitwall stability, involve rock falls in underground mines and necessitate special engineering protection of surface and underground mines from flooding. For initial mineral mining in the Kursk Magnetic Anomaly, the MOGEM Institute was established in 1959. The main research interests of the Institute are brand-new technologies and equipment for drainage of deep and heavily watered strata in KMA, surface and underground geomechanics and custom-made software. The Institute proposed and implemented unique drainage systems at the Stalenskiy, Stalenskiy and Lebedinskiy deposits, with routine geochemical supervision of mining. Furthermore, the Institute introduced the unique technology of modeling rock piles after blasting at Stalenskiy Mining and Processing Plant. In recent years, in close cooperation with the Belgorod State University, the Institute is engaged in development of unique high technologies for optimized drilling and blasting, and for improved engineering-geological exploration. This day all mining companies in the region have entered upon implementation of the production ramp-up. The local difficult geological and geotechnical conditions necessitate deeper level mining, introduction of innovative and innovative approaches to planning, design and optimization of surface and underground mines, enhancement and effective utilization of information control over geological and mining data, as well as geomechanical risk management. Success in meeting the current challenges in mining is only possible by means of creation of a proper information environment. Nearly for 200 years this mission is undertaken by the journal *Gornyy Zhurnal*. This periodical introduces advanced experience and know-how, raises new problems and discusses optimization scenarios.

**Keywords:** Gornyy Zhurnal, MOGEM Institute, Belgorod State University, mineral field drainage, geological information system, blast rock pile modeling, information environment, sites re-popularization.

References

1. Kovalovskiy E. I. (Ed.). Mining encyclopedia. Moscow : Sovetskaya entsiklopediya, 1987. Vol. 3. Kurgan – Ort. 592 p.

2. Mikhailov O. Yu., Gorbatenko V. D., Grigoriev V. I., Seryi S. S. Prospects for using feruginous quartzite reserves of Lebedinskiy and Stalenskiy-Lebedinskiy deposits. *Gornyy Zhurnal*. 2017. No. 5. pp. 90–95. DOI: 10.17580/gzh.2017.05.21

3. Pomelnykov I. I. The state-of-the-art and prospects of the iron ore industry development in conditions of abscise markets. *Gornyy Zhurnal*. 2015. No. 4(122). pp. 28–34.

4. Merzhakova M. Yu., Nikulina L. I. Comparative analysis of rich iron ores of Belgorod and Stary Oskol districts, Kursk Magnetic Anomaly. *Reshiti Kromochitiloge geosainovnovego universiteta. Ser.: Geologiya*. 2015. No. 4. pp. 107–112.

5. González R. M., Díaz M., Macías F., Gómez C. E., De Villarín R. F. Hydrological characterization and prediction of flood levels of acidic pit lakes in the Tharsis mines, Iberian Pyrite Belt. *Journal of Hydrology*. 2018. Vol. 566. pp. 807–817.

6. Zhigang Guo, Yu Shu, Kaizhe Yang, Yanyan Peng, Qiang Chen, Haijiang Zhang. Physical model test study on shear strength characteristics of slope sliding surface in Wanles open-pit mine. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2020. Vol. 30, Iss. 3. pp. 471–479.

7. Xu-Ting Feng, Junpo Liu, Baigui Chen, Yuan Xiao, Guangliang Feng, Fengpeng Zhang. Monitoring, Warning, and Control of Rockburst in Deep Metal Mines. *Engineering*. 2019. Vol. 3, Iss. 4. pp. 538–545.

8. Li C. C. Principles of rockburst design. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2017. Vol. 9, Iss. 3. pp. 396–414.

9. Seryi S. S., Paritskiy E. B. Mining problem solutions enter. *Gornyy Zhurnal*. 2019. No. 10. pp. 5–7.

10. Torozov V. K. KMA first-born — Oskol Mining and Processing — 55. *Gornyy Zhurnal*. 2008. No. 4. pp. 7–11.

11. Tarasenko Yu. V. Stalenskiy Mining and Concentrating Combine — Russia's Advanced Iron Ore Company. *Gornyy Zhurnal*. 2014. No. 8. pp. 9–13.

12. Torozov V. K. The 60th anniversary of Oskol Mining and Processing JSC results and development prospects. *Gornyy Zhurnal*. 2013. No. 4. pp. 41–45.

13. Mikhailov O. Yu., Tarasenko Yu. V. The Golden Jubilee of Iron-Ore Giant of Russia. *Gornyy Zhurnal*. 2017. No. 5. pp. 15–18.

14. Ponomarenko Yu. V., Popov L. N., Strelov V. I. New technology of guaranteeing of industrial security at watery deposits of mineral resources. *GMA*. 2016. No. 1. pp. 139–188.

15. Volkov Yu. I. Impact of MOGEM Institute in building and operation of Lebedinskiy quarry. *Gornyy Zhurnal*. 2007. No. 7. pp. 50–53.

16. Isosov A. A., Ponomarenko Yu. V., Strelov V. I., Kochetkova Yu. A., Moskatovskiy G. Yu. Improvement of methods of drainage of deep-seated deposits of mineral resources. *Gornyy Zhurnal*. 2013. No. 12. pp. 49–53.

17. Volkov Yu. I., Isosov A. A., Ryazanskikh M. Y. The theory and practice of numerical models development of iron ore deposits drainage systems. *Gornyy Zhurnal*. 2012. No. 9. pp. 33–37.

18. Belyaev S. L., Kalugin I. A., Timoshkov I. A., Pesikov A. I., Dubrovskiy V. Yu. Mining and boring technologies in context of quarries protection from underground water. *Gornyy Zhurnal*. 2011. No. 6. pp. 29–32.

19. Volkov Yu. I., Isosov A. A. Technologies and designing of drying systems at developed deposits of mineral resources. *Gornyy Zhurnal*. 2010. No. 7. pp. 75–78.

20. Volkov Yu. I., Isosov A. A., Ponomarenko Yu. V. MOGEM and technological advance in mine protection from flooding. *Gornyy Zhurnal*. 2004. No. 10. pp. 10–14.

21. Titov V. I., Zubov N. I., Ryazanskikh M. Y., Lukyanenko N. A. Examination of hydrological situation for making design decisions on water content reduction in pitwalls. *Gornyy Zhurnal*. 2014. No. 10. pp. 15–18.

22. Voronin A. A., Volkov Yu. I., Zhdanov T. V., Verzhnina O. G. Development and validation of modern techniques to protect mines from ground water. *Gornyy Zhurnal*. 2019. No. 10. pp. 18–21.

23. Kuznetsov D. M., Kondratenko P. D., Malinin G. Y., Timonov N. T., Fomin B. A. Geomechanical monitoring at the mine named by Gubkin. *Gornyy Zhurnal*. 2008. No. 4. pp. 21–24.

24. Sergeev S. V., Sushin G. G. Experience of shafting in the Yakovlevskiy mine. *Gornyy Zhurnal*. 1996. No. 1-2. pp. 82–84.

25. Krutikhin A. V., Shafarostov A. P., Suslov Yu. X. The systems of automated control of technology at beneficiation plant of Stalenskiy mining and concentrating plant. *Gornyy Zhurnal*. 2011. No. 8. pp. 83–86.

26. Rybakov V. P., Esaulov A. V., Seryi S. S., Gerasimov A. V., Ananitskiy B. A. Informatization of geological and surveying works at "Stalenskiy Mining and Concentrating Plant" joint stock company. *Gornyy Zhurnal*. 2011. No. 6. pp. 75–79.

27. Volkov Yu. I., Seryi S. S., Dunayev V. A., Gerasimov A. V. GIS-GRCNM for mining industry in Russia and Kazakhstan. *Gornyy Zhurnal*. 2015. No. 5. pp. 8–13. DOI: 10.17580/gzh.2015.05.07

28. Seryi S. S., Dunayev V. A., Gerasimov A. V., Iabelto S. G. Geoinformation support of iron ore mining in Stary Oskol region of Kursk Magnetic Anomaly. *Gornyy Zhurnal*. 2015. No. 9. pp. 76–81. DOI: 10.17580/gzh.2015.09.17

29. Seryi S. S., Dunayev V. A., Gerasimov A. V. Up-to-date technologies of geological mine-surveying provision of mining production. *Gornyy Zhurnal*. 2010. No. 7. pp. 29–32.

30. Seryi S. S., Gerasimov A. V., Shargin D. B., Kuznetsov S. L. Computerized information support of mining practices. *Gornyy Zhurnal*. 2007. No. 9. pp. 81–85.

31. Vinogradov A. I., Yastrenskiy V. N., Ivason A. S., Korshakov R. B., Gerasimov A. V. Innovation technologies of the survey operations. *Gornyy Zhurnal*. 2012. No. 10. pp. 54–60.

32. Sokolov A. K., Morozov V. N., Bremin S. V., Drobysheva V. M. Application of new technologies for surveying support of mining. *Gornyy Zhurnal*. 2017. No. 5. pp. 82–84. DOI: 10.17580/gzh.2017.05.19

33. Golosov P. V., Libetskiy E. N. Restoration of soil and vegetation cover in post-mining geo-systems and their reclamation prospects in the area of the Kursk Magnetic Anomaly. *Gornyy Zhurnal*. 2014. No. 8. pp. 69–74.

34. Ignatenko I. M., Dunayev V. A., Truglye V. K. Improving procedure of pre-project assessment of hard rock blastability in open pit mines. *Gornyy Zhurnal*. 2019. No. 1. pp. 46–50. DOI: 10.17580/gzh.2019.01.10

35. Ignatenko I. M., Yanitskiy E. B., Dunayev V. A., Kosovnikov A. V. Efficient procedure for rock mass jointing characterization and particle size determination after blasting in open pit mines. *Gornyy Zhurnal*. 2019. No. 4. pp. 33–38. DOI: 10.17580/gzh.2019.04.06