

УДК 061:622.001.89

**Корнилков Сергей Викторович,**  
доктор технических наук, профессор,  
директор института,  
Институт горного дела УрО РАН  
620075, г. Екатеринбург,  
ул. Мамина-Сибиряка, 58  
e-mail: [kornilkov@igduran.ru](mailto:kornilkov@igduran.ru)

**Яковлев Виктор Леонтьевич,**  
член-корр. РАН, доктор технических наук,  
профессор, советник РАН,  
главный научный сотрудник  
Институт горного дела УрО РАН  
e-mail: [yakovlev@igduran.ru](mailto:yakovlev@igduran.ru)

**Глебов Андрей Валерьевич,**  
кандидат технических наук,  
заместитель директора,  
Институт горного дела УрО РАН  
e-mail: [glebov@igduran.ru](mailto:glebov@igduran.ru)

**Панжин Андрей Алексеевич,**  
кандидат технических наук,  
ученый секретарь,  
Институт горного дела УрО РАН  
e-mail: [panzhin@igduran.ru](mailto:panzhin@igduran.ru)

**ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК:  
ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

*Аннотация:*

*Изложена краткая история возникновения института, основные этапы его развития, а также некоторые результаты научной и инновационной деятельности. Охарактеризованы некоторые достижения фундаментальных и прикладных исследований.*

*Ключевые слова:* Институт горного дела УрО РАН, горно-металлургический комплекс, минерально-сырьевая база, стратегия, инновационное развитие, прикладные и фундаментальные исследования

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.04.006

**Kornilkov Seregey V.**  
Doctor of technical sciences, professor,  
the director of the Institute of Mining UB RAS,  
620075, Yekaterinburg,  
58 Mamin-Sibiryak st.  
e-mail: [kornilkov@igduran.ru](mailto:kornilkov@igduran.ru)

**Yakovlev Victor L.**  
The RAS corresponding member,  
doctor of technical sciences, professor,  
the RAS councilor, chief researcher,  
The Institute of mining UB RAS  
e-mail: [yakovlev@igduran.ru](mailto:yakovlev@igduran.ru)

**Glebov Andrew V.**  
candidate of technical sciences,  
deputy director,  
The Institute of Mining UB RAS  
e-mail: [glebov@igduran.ru](mailto:glebov@igduran.ru)

**Panzhin Andrey A.**  
candidate of technical sciences,  
scientific secretary,  
The Institute of Mining UB RAS  
e-mail: [panzhin@igduran.ru](mailto:panzhin@igduran.ru)

**THE INSTITUTE OF MINING  
OF THE URAL BRANCH  
OF THE RUSSIAN ACADEMY  
OF SCIENCES.  
STAGES OF SCIENTIFIC RESEARCHES  
DEVELOPMENT**

*Abstract:*

*Both the brief history of the institute's origin and basic stages of its development as well as several results of scientific and innovative activity are set forth. Several achievements in fundamental and applied researches are characterized.*

*Key words:* the Institute of mining UB RAS, mining and metallurgical complex, mineral raw material base, strategy, innovational development, applied and fundamental researches.

В развитии народного хозяйства страны старейший горнорудный район России – Урал, с его уникальными природными богатствами, – был призван сыграть наиболее важную роль. Это хорошо тогда понимали руководители государства и ученые. Поэтому в 1932 г., впервые за 200 лет существования Академии наук, в городах Свердловске и Новосибирске состоялись выездные сессии АН СССР, ознаменовавшие начало сближения науки с производством. Вскоре после выездной Уральской сессии Академии наук СССР в 1932 г. был создан Уральский филиал АН СССР. Первым председателем его был академик А.Е. Ферсман, а затем Постановлением Президиума АН СССР 10 июня 1939 г. было принято решение о создании в Уральском филиале Академии наук СССР Горно-

геологического института. Директором института, включавшего три сектора (геологический, геофизический и горный), был утвержден выдающийся ученый – горный инженер, академик Л.Д. Шевяков.

Первоначально горный сектор (заведующий – д.т.н. проф. Л.Н. Быков) включал две лаборатории: подземной разработки угольных месторождений (зав. лаб. И.Н. Сидоров) и подземной разработки рудных месторождений (зав. лаб. К.М. Чарквиани). Основ-



ным направлением исследований горного сектора являлось совершенствование систем разработки месторождений полезных ископаемых, борьба с пожарами на медноколчеданных рудниках и горное давление. В дальнейшем горный сектор и созданная в нем лаборатория подземной разработки угольных месторождений подключились к исследованию наиболее актуальных проблем угледобычи на Урале.

Кадровой основой для организации лабораторий были горные инженеры – выпускники Свердловского горного института, обладающие производственным опытом.

В 1941 г. по инициативе президента АН СССР В.Л. Комарова была создана Комиссия по мобилизации ресурсов Урала на нужды обороны страны. Большая работа по изысканию резервов роста добычи важнейших полезных ископаемых на шахтах и карьерах Урала, Алтая, Горной Шории и Казахстана была выполнена

учеными-горняками (Л.Д. Шевяков, А.А. Скочинский, Л.Н. Быков, К.М. Чарквиани, М.И. Агошков, И.Н. Сидоров и др.).

В своем выступлении на антифашистском митинге ученых, состоявшемся в Свердловске 26 октября 1941 г., Л.Д. Шевяков сказал: «Поверьте, что теоретическая наука только выиграет от решения новых оборонных задач! Уже сейчас роль Урала в снабжении фронта огромна... Урал – это кузница, где куется грозное оружие против Гитлера... Нет сейчас обязанности более важной для уральских патриотов-ученых, как целиком отдать себя реализации всех этих громадных возможностей» [2].

С поставленной задачей комиссия справилась, а ведущие участники комиссии, в том числе и Л.Д. Шевяков, в 1942 г. были удостоены Государственной премии.

За годы войны в Челябинском бассейне было построено 30 шахт и 4 разреза, в Кизеловском бассейне – 15 шахт, на Богословском месторождении – 3 разреза. По сравнению с 1940 г., в 1945 г. шахтеры увеличили добычу угля на Урале до 25,7 млн т – в 2,14 раза.

В послевоенные годы исследования расширялись, и в 1957 г. под руководством М.В. Васильева была организована лаборатория открытых горных работ, в 1959 г. – лаборатория горного давления и устойчивости бортов карьеров (И.Н. Сидоров) и лаборатория взрывных работ (П.С. Данчев), а в 1960 г. – лаборатория рудничной аэрологии (К.В. Кочнев).

Организация в 1962 г. самостоятельного Института горного дела в составе Уральского филиала АН СССР (Постановление Совета Министров РСФСР, приказ Государственного комитета Совмина РСФСР) явилась очередным этапом развития уральской горной школы в целях дальнейшего научного обобщения опыта почти 250-летней истории развития горного дела на Урале – уникальной кладовой руд черных и цветных металлов, золота, угля, асбеста, магнезита, огнеупоров, широкой номенклатуры строитель-

ных материалов, драгоценных и полудрагоценных камней и других полезных ископаемых.

В 1963 г. ИГД УФАИ СССР в результате проводимых в стране реформ в числе других научных институтов был выведен из состава АН СССР и передан в подчинение Государственному комитету по черной и цветной металлургии, затем в ведение МЧМ СССР. Директором ИГД МЧМ СССР был утвержден М.В. Васильев – заслуженный деятель науки и техники РСФСР, который в течение 24 лет формировал основные научные направления деятельности и кадровую политику Института.

Перед Институтом были поставлены и успешно решались задачи совершенствования существующих и изыскания новых, более прогрессивных технологий добычи полезных ископаемых открытым и подземным способами на достигнутых и более глубоких горизонтах, а также в условиях новых разведанных месторождений; совершенствования и дальнейшего развития комплексной механизации и автоматизации производственных процессов в горной промышленности; изучения способов разрушения руд, углей и пород при разработке месторождений полезных ископаемых на основе новейших достижений физики, химии, механики; управления горным давлением и сдвижением горных пород; обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий труда горнорабочих по газовому, тепловому и пылевому факторам в рудниках, шахтах и карьерах.

Под руководством М.В. Васильева Институт стал центральным и в качестве головного выполнял функции ведущего в отрасли по научным направлениям: технология и комплексная механизация добычи железных и хромовых руд открытым способом; карьерный транспорт; технология и механизация буровзрывных работ; защита земельных ресурсов, природных объектов и сооружений, рекультивация земель; электрооборудование и электроснабжение карьеров.

В процессе решения отраслевых задач в 60-е годы в Институте сложились научные школы: карьерного транспорта (М.В. Васильев и В.Л. Яковлев), Уральская школа геомехаников (Н.П. Влох и А.Д. Сашурин), школа по управлению качеством руды (П.П. Бастан).

Школа карьерного транспорта стала наиболее мощным научным центром в стране по проблемам транспортирования горной массы на открытых горных работах. Одним из главных научных направлений школы является разработка научных основ и методов оптимизации карьерного транспорта действующих и проектируемых горно-обогатительных комбинатов, установление закономерностей формирования карьерного пространства во взаимосвязи с развитием схем вскрытия и транспортных систем глубоких карьеров.

Внесен весомый вклад в создание научных основ циклично-поточной технологии разработки скальных руд и пород (Б.В. Фадеев, В.С. Волотковский, Г.Д. Кармаев), выполнен большой объем фундаментальных исследований по теоретическому обоснованию новых поколений более производительной горно-транспортной техники. Решен комплекс задач, связанных с внедрением на карьерах уклонов железнодорожных путей 60 ‰ (С.Л. Фесенко, А.П. Дерягин, Б.К. Путятин).

Исследования Уральской школы геомехаников сосредоточены на познании природы напряженно-деформированного состояния массива горных пород, изучении закономерностей природных и техногенных смещений и деформаций земной коры в областях техногенного воздействия добычи полезных ископаемых, выявлении природы и механизма зарождения, развития и проявления очагов техногенных катастроф, сопровождающих различные технологические процессы. Созданы научные основы управления геомеханическими процессами при открытой и подземной разработке месторождений, обеспечивающие безопасность и эффективность горных работ.

Дано теоретическое обоснование механизма деформации скальных откосов глубоких и сверхглубоких карьеров (В.Г. Зотеев), установлены закономерности деформирования отвальных ярусов во времени. Разработаны научные основы расчета и инструкции

по выбору типов и параметров крепи горизонтальных и камерных выработок (В.Е. Боликов), разработан новый подход к выбору места заложения стволов и их крепления в сложных горно-геологических условиях. Строительство перегонных тоннелей и сооружение станций в сложных горно-геологических условиях Свердловского метрополитена осуществлялось под контролем ученых школы.

Главная научная направленность исследований научной школы по управлению качеством руды и рациональному использованию недр связана с анализом сырьевой базы горных предприятий черной металлургии СССР, решением теоретических вопросов усреднения руд перед обогащением, разработкой нормативных документов и методик по вопросам полноты и качества извлечения запасов руд черных металлов.

Разработаны технологические схемы рудоподготовки на карьерах, включая специализированные склады, рудоконтрольные станции, грохотильные перегрузочные пункты, схемы формирования и разгрузки складов, способы оперативного контроля и управления качеством сырья в технологических потоках. Внедрены системы усреднения минерального сырья, технологии рудоподготовки с применением грохотов и автоматизированная система контроля качества железорудного сырья (А.В. Гальянов, Ю.В. Лаптев, В.А. Антонов).

Велись исследования по магнитометрическому контролю качества железных руд (О.Н. Молчанов) и радиометрическим методам анализа и управления качеством руд цветных и черных металлов в рудных потоках (С.Г. Возженников).

Разработаны концептуальные основы проблемы долгосрочного прогнозирования развития сырьевой базы минерального сырья России как основы устойчивого развития промышленных комплексов, геополитической и экономической безопасности государства (В.Л. Яковлев, С.И. Бурякин, А.В. Гальянов).

В области разрушения горных пород (А.П. Дерягин, И.С. Куклин, Г.Н. Хрущев, В.М. Сенук, П.С. Данчев, В.П. Ветлужский, А.С. Маторин, В.Г. Шеменев, В.Г. Кузнецов, Д.С. Шахматов и др.) выполнены исследования по совершенствованию существующих и изысканию новых, более эффективных способов разрушения массива взрывом. Исследована эффективность новых взрывчатых веществ, в том числе гранулированных и водонаполненных. Разработана технология приготовления взрывчатой смеси на основе гранулированной аммиачной селитры и методика формирования рецептур водосодержащих ВВ, а также оценки их тепловых и детонационных характеристик.

Установлены основные закономерности разрушения при бурении, раскрыт механизм разрушения, создающий дополнительные скалывающие поверхности при бурении, обеспечивающие повышение объемной скорости и снижение энергозатрат, что открывает возможности создания и разработки инновационного бурового инструмента (И.С. Сидоров, Р.И. Сухов, Г.Г. Федорова, Л.В. Можаяев и др.). Разработаны требования и технические задания на создание новых типов высокопроизводительных буровых станков шарошечного, ударно-вращательного, термического, комбинированного, термомеханического и взрывного бурения скважин, а также новых типов пневмоударников, шарошечных долот, расширителей, буровых коронок высокой стойкости и наддолотных амортизаторов. Проведен большой объем исследований в области новых технологических схем выемки скальных пород на карьерах, основанных на применении механических, электрофизических и термомеханических способов разрушения горных пород.

Большой объем исследований выполнен в области горной сейсмики (М.И. Картузов, Н.В. Паздников, Н.Л. Абрамов, В.В. Власов, А.М. Мухаметшин). Разработаны теоретические основы и методики расчета для определения влияния взрывных работ на колебание поверхности, состояние горных выработок промышленных зданий и сооружений вблизи ведения горных работ.

На основе исследований в области разработки месторождений подземным способом (К.М. Чарквиани, Л.Е. Зубрилов, В.А. Щелканов, Б.М. Шульмин, О.В. Славиков-

ский) создано новое научное направление – разработка месторождений открыто-подземным способом. Разработан метод системной оценки месторождений с оптимизацией параметров открытых и подземных горных работ в рамках единого предприятия. Выполнен комплекс предпроектных исследований по вскрытию месторождений, результаты которых были реализованы в проектах на строительство различных шахт. Проведены работы по выбору схем комплексной механизации железорудных шахт, созданию и промышленному испытанию новых горных машин.

В рамках сформулированной концепции бесконфликтного развития техно- и биосферы обоснована экономическая эффективность экологически чистой и безопасной технологии подземной разработки месторождений восходящим способом (Ю.В. Волков). Разработаны принципы проектирования комбинированной технологии, заключающейся в использовании карьерного пространства для нужд подземной добычи руд.

Институтом выполнен большой комплекс работ по совершенствованию существующей технологии добычи железных руд открытым способом, вскрытию, системам разработки, границам и режимам горных работ для большинства проектируемых и действующих предприятий (А.Ф. Ткачев, Г.Г. Саканцев). Большой объем исследований выполнен по совершенствованию методов определения границ карьеров, заоткоске уступов при постановке бортов в предельное положение, применению внутреннего отвалообразования при разработке глубокозалегающих месторождений ограниченной длины (М.Г. Саканцев, Э.П. Артемьев, Г.Г. Саканцев), а также изучению напряженно-деформированного состояния прибортовых массивов и влияния тектонических напряжений на деформационные процессы, происходящие в бортах карьеров (А.В. Яковлев, Н.И. Ермаков).

Разработаны и утверждены Минчерметом СССР методические указания по инвентаризации земель и учету их использования и рекультивации. С 1981 г. основные исследования были направлены на разработку и совершенствование технологии рекультивации и оптимизации землепользования на горнорудных предприятиях. Разработан способ рекультивации пылящих поверхностей хвостохранилищ с нетоксичными отходами (К.В. Кочнев, М.М. Конорев, Е.П. Дороненко, Г.М. Чайкина).

Для обеспечения искусственной вентиляции застойных зон и карьеров совместно с институтом НИПИГормаш разработаны, созданы, прошли промышленные испытания различные типы вентиляторных установок на базе самолетных и вертолетных несущих винтов. Разработаны системы всесезонного пылегазоподавления в атмосфере карьеров при отрицательных температурах. Для карьерных автосамосвалов с дизельным приводом разработана система снижения токсичности отработавших газов, которая успешно прошла стендовые и промышленные испытания.

Впервые для крупномасштабных техногенных объектов использован высокоэффективный принцип конденсационного связывания пылегазовых смесей, позволяющий в полной мере использовать природные и искусственные средства целенаправленной активизации и управления тепломассообменными процессами для нормализации атмосферного состава карьеров при мгновенных (взрывные работы) и непрерывных (бурение, погрузка, большегрузный автотранспорт) источниках выделения вредных веществ.

Общая численность Института в период подчинения Минчермету СССР достигла 480 человек, из них 260 научных работников, в том числе 11 докторов и 90 кандидатов.

Институт пользовался заслуженным авторитетом у горнопромышленных предприятий, проектных и научных организаций, выполнял и внедрял свои разработки более чем на 40 предприятиях МЧМ СССР, расположенных на северо-западе и в центре страны, на Урале и в Сибири, в Казахстане, Украине. Наиболее тесные контакты были установлены с Качканарским, Соколовско-Сарбайским, Коршуновским, Михайловским, Оленегорским, Ковдорским, Донским, Высокогорским, Бакальским и другими горнообогатительными комбинатами и рудоуправлениями.

С 1985 по 1992 г., в период социально-экономической перестройки и перехода отрасли на хозяйственный расчет и самофинансирование, а затем к рыночным отношениям, основные задачи и структура ИГД МЧМ СССР в значительной мере изменились, поскольку доля отраслевого финансирования сократилась до 35 % от общего необходимого объема. В этот переломный момент руководство Институтом осуществлял к.т.н. А.А. Котяшев.

К 1992 г., когда процесс политических и экономических изменений в стране привел к постепенному сворачиванию отраслевой науки, снижению объемов горного производства, Институт остался практически без средств к существованию. В этот тяжелый период директором Института стал к.т.н. А.Д. Сашурин, который при поддержке коллектива приступил к поиску организационных и финансовых способов выживания. Учитывая негативный опыт уже приватизированных отраслевых институтов, научные сотрудники преобладающим числом голосов приняли решение о необходимости сохранения Института как исследовательской организации.

Руководствуясь целесообразностью появления в Уральском отделении РАН полнопрофильного Института горного дела, имеющего широкие связи с производством и его значительным научным потенциалом, администрация Свердловской области, Президиум УрО РАН и Президент РАН поддержали трудовой коллектив, и в 1994 г. решением Правительства РФ ИГД был введен в состав Уральского отделения РАН.

С 1995 г. директором ИГД УрО РАН стал член-корреспондент РАН В.Л. Яковлев, уже имевший к этому времени опыт руководства академическим институтом. Дальнейшая деятельность Института характеризуется его адаптацией в системе Академии наук, возобновлением и расширением научных связей с академическими институтами горного профиля и горнодобывающими предприятиями Урала, развитием экспериментальной базы и оснащением современным исследовательским оборудованием.

В этот период произошло повышение качества фундаментальных исследований и увеличение объема внедренческих работ, направленных на технологическое развитие производства и расширение рудной базы Урала, что было достигнуто за счет внедрения инновационных технологий безопасной добычи и переработки минерального сырья, в том числе стратегического. Благодаря этому заметно улучшился кадровый состав сотрудников Института, значительно возросло число докторов наук.

По результатам исследований, выполненных до 1999 г., опубликовано свыше 50 монографий, более 3500 статей, в том числе в зарубежных издательствах и журналах; издано 90 сборников научных трудов, доклады шести Всесоюзных конференций и более 110 наименований инструктивных и методических материалов; получено 93 медали ВДНХ СССР по 6 разработкам; получено 662 авторских свидетельства и патента, из которых 95 изобретений внедрено. Пять ведущих научных сотрудников Института стали лауреатами Уральской горной премии: П.П. Бастан, 1993 г., Л.Е. Зубрилов, 1993 г., В.Л. Яковлев, 1999 г., В.Е. Боликов, 2009 г., А.Д. Сашурин, 2009 г.

В первом десятилетии XXI века Институт выработал современные подходы к организации фундаментальных исследований, основанные на принципах программно-целевого планирования, системности и комплексности, междисциплинарности, инновационной направленности.

С 2006 г. Институт возглавляет д.т.н., профессор С.В. Корнилов. Под его руководством значительно расширилась практическая реализация результатов фундаментальных исследований. Развиваются комплексные и междисциплинарные исследования, выполняемые несколькими лабораториями с привлечением сторонних организаций, продолжается совершенствование материальной базы фундаментальных исследований.

Выполняются прикладные исследования в интересах следующих предприятий: УГМК-холдинг, Гайский и Учалинский ГОКи; Евразхолдинг; Высокогорский и Качканарский ГОКи; Нижнетагильский МК, АК «Алроса»; ОАО «Комбинат «Магnezит»»,

ОАО «Норильский никель»; ОАО «Бурятзолото»; ОАО «Карельский окатыш»; Михайловский ГОК, Яковлевский рудник, ОАО «Взрывпром»; ОАО «Волгабурмаш» и «Уралбурмаш»; ОАО «Турбомоторный завод», ФГУП КБТМ и пр. Исследования, выполняемые в ближнем зарубежье, ориентированы на Беларусь (ОАО «Белаз», НАН Беларуси), Казахстан (Донской ГОК, ССГПО, АО «Костанайские минералы»).

Традиционными и основополагающими для Института являются исследования в области разработки теоретических основ стратегии освоения и комплексного использования минеральных ресурсов Урала; создания научных основ новых технологий разработки глубокозалегающих месторождений; исследования проблем геомеханики и разрушения горных пород.

В конце XX – начале XXI века произошли существенные изменения, в результате которых объем добычи полезных ископаемых увеличился и значительно превысил уровень производства твердых полезных ископаемых, достигнутый к 1990 г. – периоду наивысшего развития горнодобывающей промышленности. Рост объемов добычи, сопровождающийся одновременным ухудшением качества руды в недрах, потребовал совершенствования технологического развития производства и расширения рудной базы Урала за счет внедрения инновационных технологий добычи и переработки минерального сырья, в том числе стратегического (рис. 1).



Рис. 1 – Основные направления инновационного развития и модернизации горнодобывающей отрасли Урала

В этот период бюджетные и прикладные исследования, выполняемые Институт, были сосредоточены на комплексном решении проблем ресурсо- и энергосбережения, а также экологической и промышленной безопасности горного производства. При этом эффективность исследований прежде всего обеспечивалась за счет использования принципов системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности, развитие которых привело к появлению нового научного направления – исследования переходных процессов при адаптации горнотехнической и организационно-технологической систем добывающих предприятий к изменяющимся внутренним и внешним условиям разработки месторождений.

Предложена совокупность технических, технологических и эколого-экономических макроэкономических критериев, обеспечивающих первичную оценку необходимости создания минерально-сырьевых центров как основы для формирования инженерной инфраструктуры производства применительно к регионам со сложными природно-климатическими условиями. Разработаны научные принципы и теоретические основы формирования минерально-сырьевых комплексов и центров в неосвоенных районах Полярного Урала, Дальнего Востока и Якутии. В целях создания новой техники и технологии для освоения районов Крайнего Севера Институтом инициировано заключение Соглашения о сотрудничестве НАН Беларуси, УрО РАН и АН РС(Я) и разработка соответствующей программы прикладных исследований.

На основе систематизированной базы данных объектов минерального сырья Уральского региона выполнена оценка состояния минерально-сырьевой базы по основным рудным полезным ископаемым стратегического значения. Оценен ресурсно-прогнозный потенциал Уральского Федерального округа по основным видам стратегического минерального сырья. Выполненные Институтом технико-экономические обоснования свидетельствуют о том, что при создании минерально-сырьевой базы организация промышленной и социальной инфраструктуры в труднодоступных регионах является самым затратным элементом, поэтому основой стратегии создания и эксплуатации МСБ в этих случаях является комплексность освоения недр при одновременном налаживании открытой инфраструктуры эксплуатирующих предприятий, в наибольшей степени интегрированных в общую экономическую структуру региона и страны в целом. Исходя из этого, современным принципом освоения недр, особенно в труднодоступных районах страны, и основой для организации ведения горных и геологоразведочных работ является принцип комплексного освоения территорий, позволяющий системно решать проблемы развития региона.

Использование сформулированных принципов позволило разработать технологический регламент подземной отработки запасов трубки «Удачная» (АК «Алроса»), стратегию поддержания минерально-сырьевой базы комбината «Магнезит», технико-экономические предложения по отработке месторождений южно-якутского железорудного узла (Таежное, Десовское, Тарыннахское, Горкитское, Гаринское), основанные на новых подходах к освоению территорий в сложных условиях. Разработан технологический регламент отработки Эльгинского месторождения угля (Южная Якутия), сопровождающийся инженерно-геологическими изысканиями территории будущей промплощадки.

Разработаны инновационные технологические процессы добычи и рудоподготовки с выявлением продуктов, характеризующихся накоплением ценных компонентов, пригодных для последующей комплексной переработки, в том числе с использованием подземных обогатительных комплексов (рис. 2).

На основе поэтапного подхода к формированию транспортных систем карьеров обоснованы тенденции их развития, а также основные направления создания новой техники и технологии глубоких мощных карьеров на действующих и вновь осваиваемых месторождениях в сложных природно-климатических условиях, в том числе в арктических и приравненных к ним регионах. Разработана структура динамической модели транспортной системы карьера на протяжении жизненного цикла отработки месторождения (рис. 3).

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена необходимость управления пространственно-временными характеристиками взрывания скважинных зарядов на карьерах, что обеспечивает повышение качества дробления, компактность развала, снижает интенсивность и ширину зоны нарушения законтурного массива, что позволяет до 20 – 30 % снизить текущие эксплуатационные расходы на разрушение горной массы. Разработаны методика и аппаратное обеспечение определения физико-механических свойств массива по данным энергоемкости его обрушения (рис. 4).

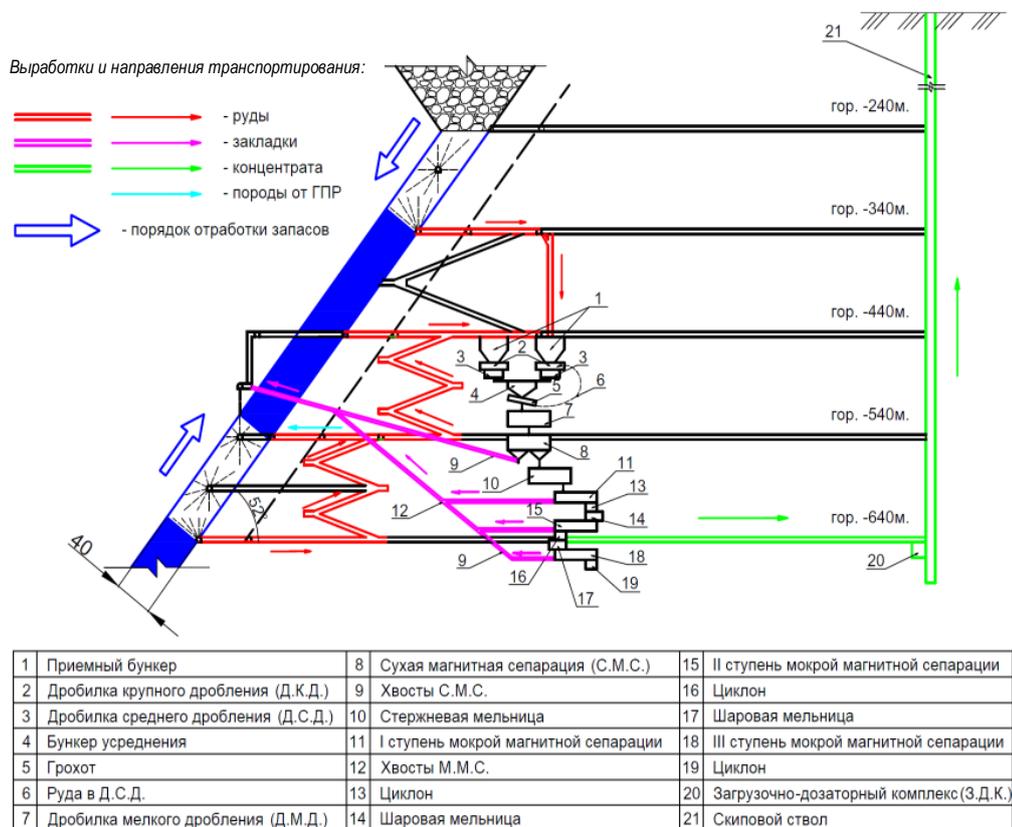


Рис. 2 – Технология нисходяще-восходящей разработки с использованием подземного обогатительного комплекса

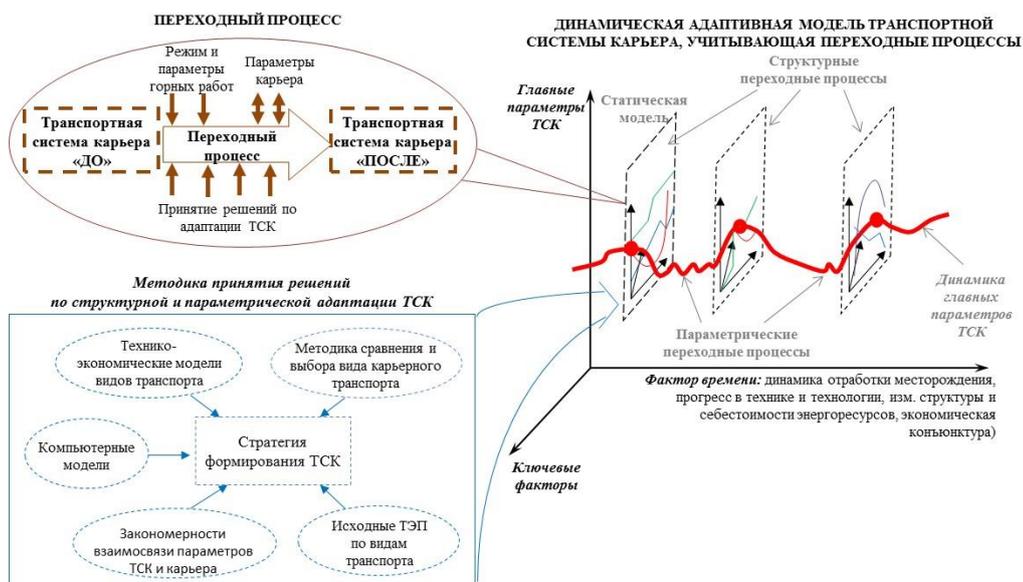


Рис. 3 – Динамическая адаптивная модель транспортной системы карьера

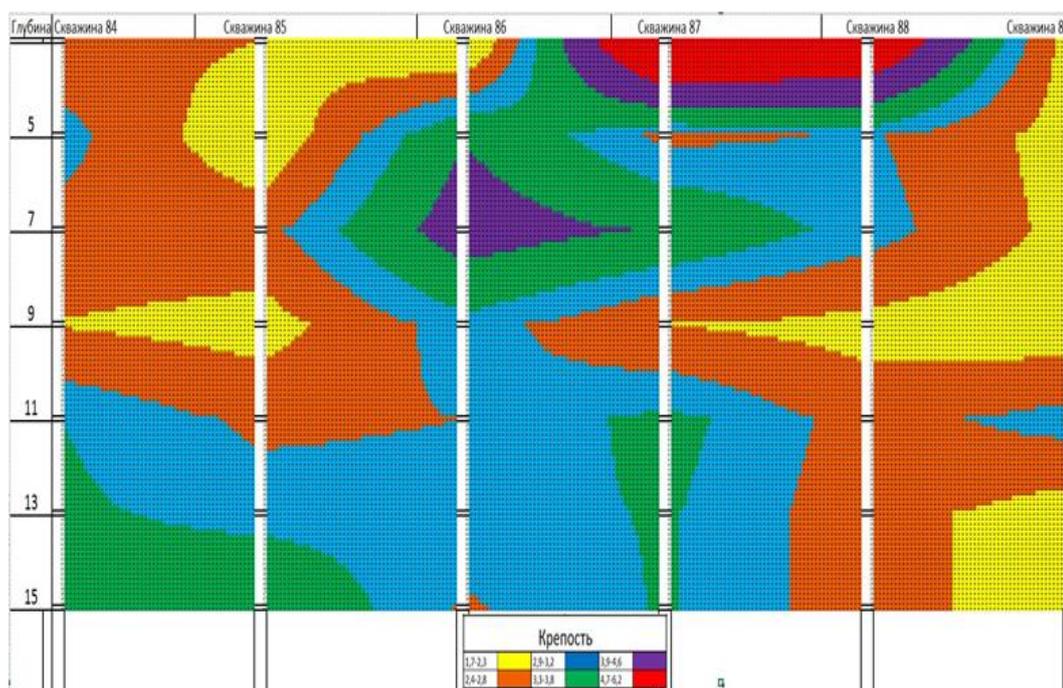


Рис. 4 – Прочностные свойства горных пород, полученные по данным бурения взрывных скважин (Южный карьер ОАО «Ураласбест»)

С целью обеспечения геодинамической безопасности объектов недропользования, для выбора благоприятного участка их размещения, предотвращающего аварии и катастрофы при строительстве и эксплуатации, разработана комплексная экспериментально-аналитическая технология диагностики вторичного структурирования и формирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород в районе объекта недропользования, которая включает несколько этапов:

- комплексные инструментальные измерения структурно-деформационных параметров горного массива в области объекта недропользования;
- геоинформационное моделирование геомеханических процессов, оценивающее совокупность исходных и экспериментальных данных;
- прогнозирование участков возможного развития аварийных деформаций, в том числе внезапного возникновения, с использованием установленных закономерностей формирования деформационных полей.

В результате была создана «База экспериментальных данных о параметрах современных геодинамических движений», включающая в себя информацию о величинах трендовых и циклических геодинамических движений, основанная на идее создания прогностического аппарата, подобного картам ОСР, поскольку природа этих явлений одинаковая (рис. 5).

Экспериментально-аналитическими исследованиями установлено, что основным источником формирования очаговых зон катастрофических событий в природных и горнотехнических системах является вторичное структурирование иерархически блочного массива горных пород под воздействием современных геодинамических движений циклического и трендового видов. При встречном движении структурных блоков со взаимными границами, имеющими фрактальное строение, формируются депрессивные зоны, в которых происходит разгрузка массива с образованием на земной поверхности мульды проседания и зоны обрушения (рис. 6).

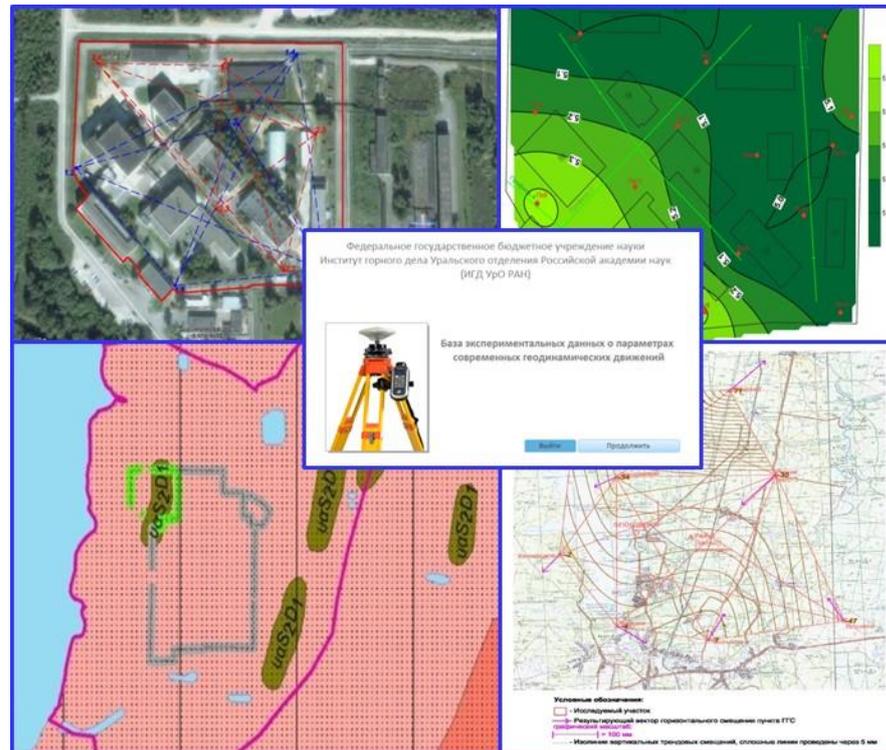


Рис. 5 – Окно работы с интерактивной оболочкой «База экспериментальных данных о параметрах современных геодинамических движений»

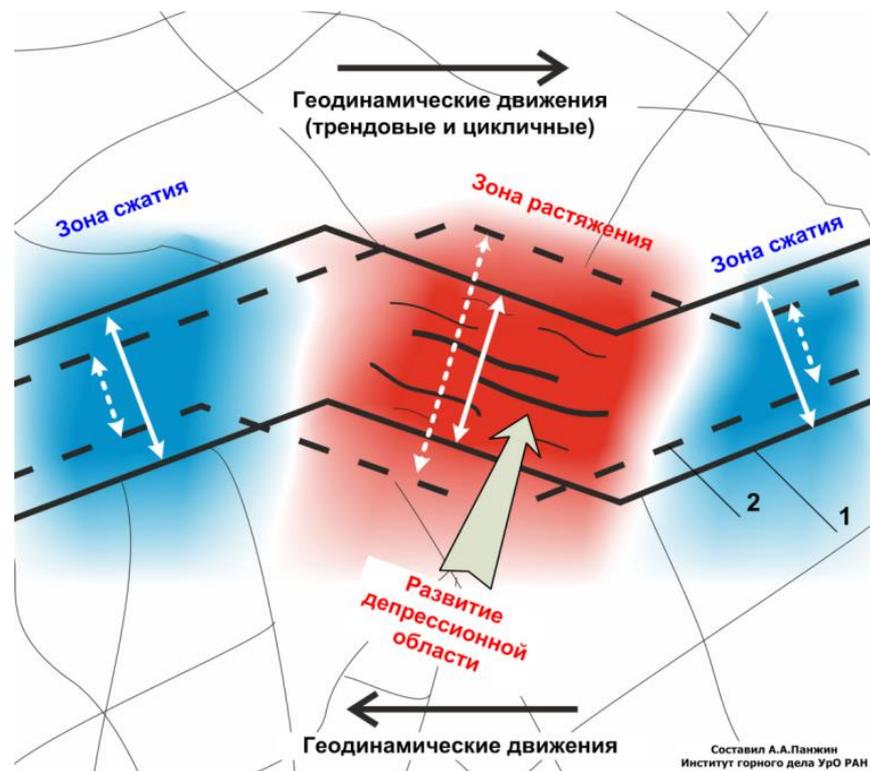


Рис. 6 – Механизм формирования депрессивной области под воздействием современных геодинамических движений

Установлено, что недочеты в организации системы обеспечения безопасности производства горнодобывающего предприятия значительно влияют на процесс ресурсосбережения. Следствием низкой результативности сформированной системы обеспечения безопасности горного производства является высокая повторяемость нарушений требований безопасности, что формирует высокий риск возникновения негативных событий — травм, аварий, инцидентов, остановок горных предприятий надзорными органами. Значительные незапланированные ресурсы (сверхбюджетные затраты) тратятся не только на устранение нарушений требований безопасности, но и на ликвидацию последствий этих нарушений.

Разработаны основные принципы предотвращения и ликвидации негативного воздействия на окружающую среду при освоении георесурсов. Предложены новые методы оценки техногенной трансформации экосистем в районах освоения природных и техногенных месторождений, основанные на закономерностях пространственного загрязнения и состоянии газовой фазы почв ( $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ ) как показателей биологической активности, пространственно-временных закономерностях подтопления территории, распространения загрязнения подземных вод и величины экономического ущерба в результате роста экологически обусловленной заболеваемости населения (рис. 7).

Разработана концепция системы эффективного мониторинга состояния гидросферы в зонах техногенного воздействия горнодобывающих предприятий Урала, которая основывается на оценке, анализе современного состояния и прогнозе изменения гидросферы на месторождениях полезных ископаемых с учетом эколого-гидрогеологических последствий затопления горных выработок. Результаты работ использованы для обоснования водоохраных мероприятий на медноколчеданных месторождениях Урала.

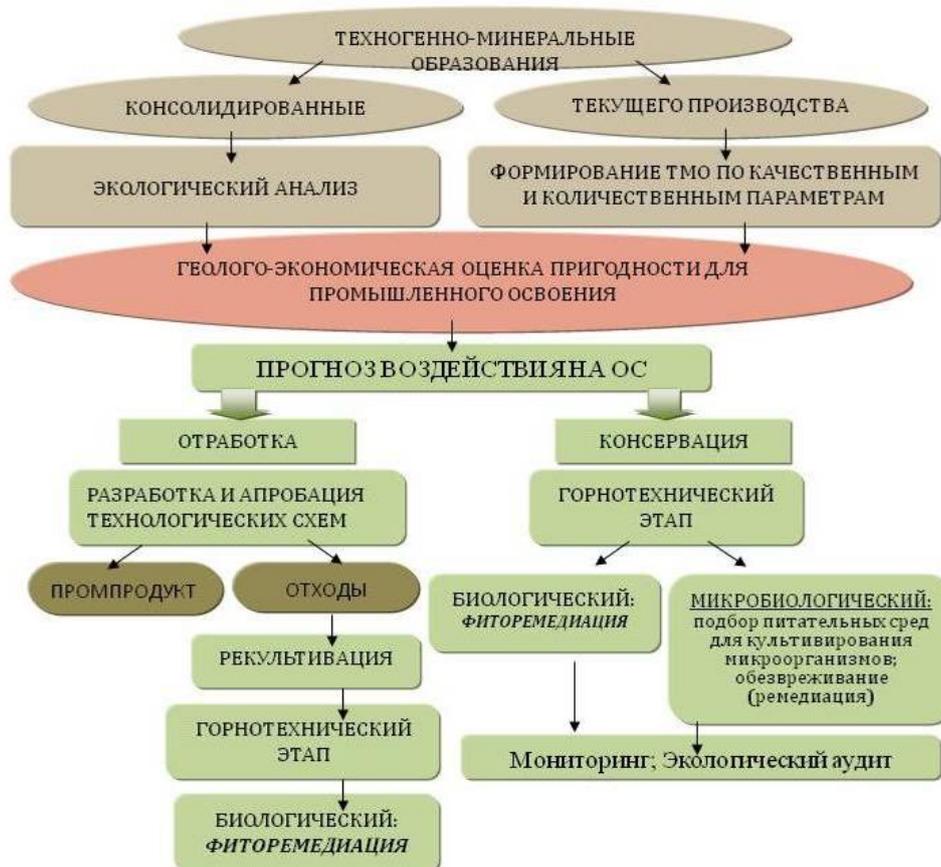


Рис. 7 – Основные принципы ликвидации негативного воздействия на окружающую среду

В последние десятилетия существенно изменились и усовершенствовались методы исследований и их аппаратное и методическое обеспечение. При этом наряду с сохранением такого важного элемента, как промышленный эксперимент, при исследовании технологических процессов в Институте внедряются информационные технологии, при решении задач оценки сырьевой базы широко применяется геоинформационное моделирование.

На основе систематизации приемов построения баз данных создаваемой экспериментальной ГИС «Комплексное освоение природного и техногенного сырья Урала» разработана уточненная классификация геоинформационных данных горного предприятия, что позволило повысить уровень стандартизации процесса накопления и пополнения баз данных при описании основных свойств, показателей и параметров природно-технологических геосистем. Разработаны основы методики комплексного анализа данных ГИС, произведена оценка ее потенциальных возможностей в предметных направлениях исследований.

Прикладные аспекты разрабатываемой ГИС весьма разнообразны и охватывают практически все направления исследований Института. Например, исследования, выполненные для ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и АО «ССГПО» послужили в качестве основы для создания методики построения электронных прогнозно-экологических карт, отражающих общие закономерности распространения пространственного загрязнения окружающей среды, условий и факторов миграции и трансформации тяжелых металлов (рис. 8).

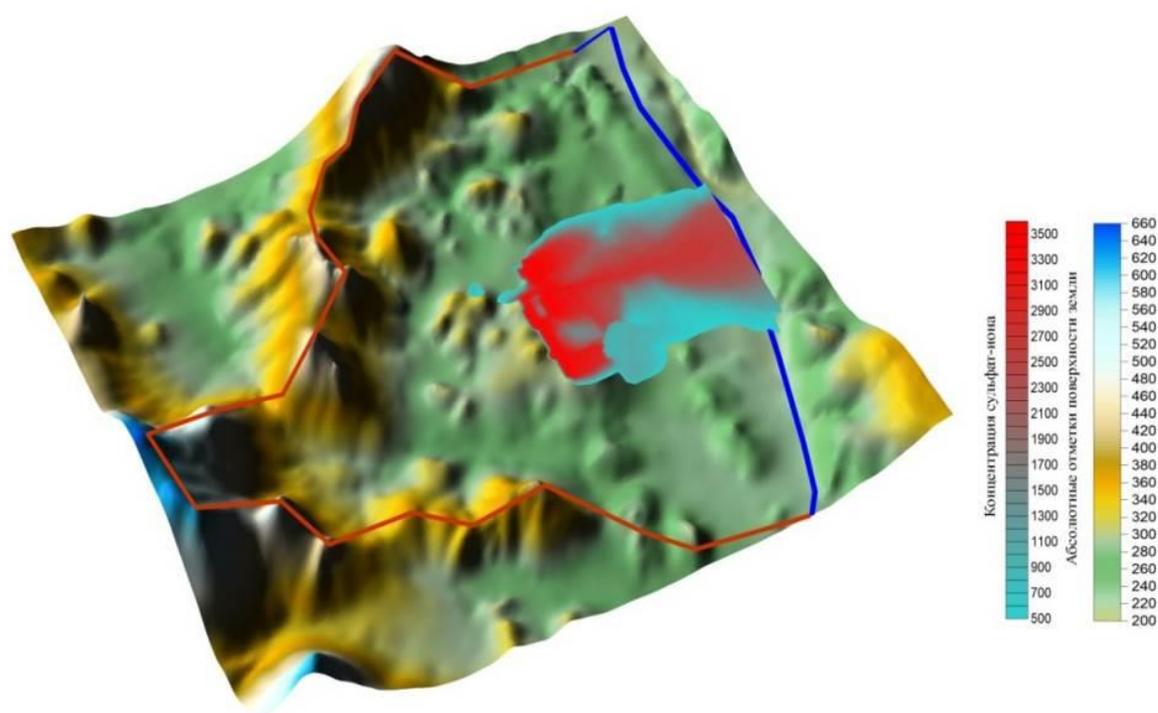


Рис. 8 – Распределение сульфат-ионов в подземных водах в случае отсутствия дренажных мероприятий

Предложена методика геоинформационного анализа территории ведения горных работ, основанная на выделении областей (зон) по типам «техногенного поражения», обеспечивающая ситуационную оценку георесурсов и геосистем на базе формируемой экспериментальной ГИС природных и техногенных месторождений Урала (рис. 9).

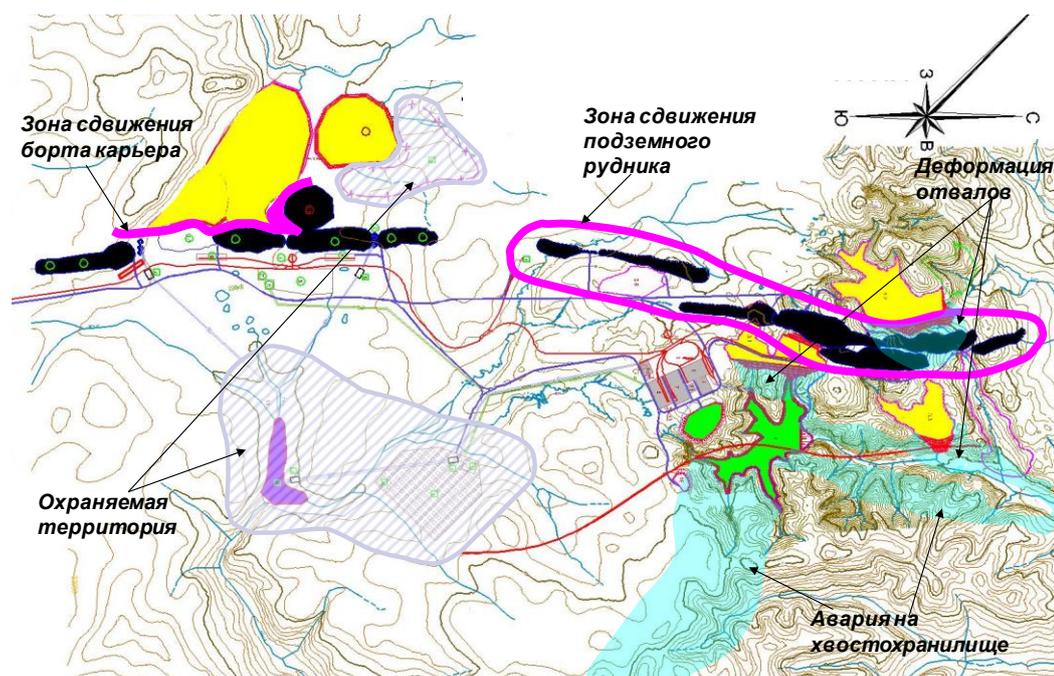


Рис. 9 – Области возможного техногенного поражения на Тарыннахском ГОКе

Разработана ресурсосберегающая технология рудоподготовки на основе геометризации показателей обогатимости (размер вкрапленности, содержание железа в магнитной фракции) титаномагнетитовой руды в карьере и экспресс-анализа качества добываемого сырья, обеспечивающая раздельную добычу и переработку его с повышением показателей извлечения полезного ископаемого из недр. Полученные результаты геометризации качественных показателей рудного материала в карьерах позволяют выделить зоны добываемой руды с повышенными содержаниями железа, титана и ванадия (рис. 10).

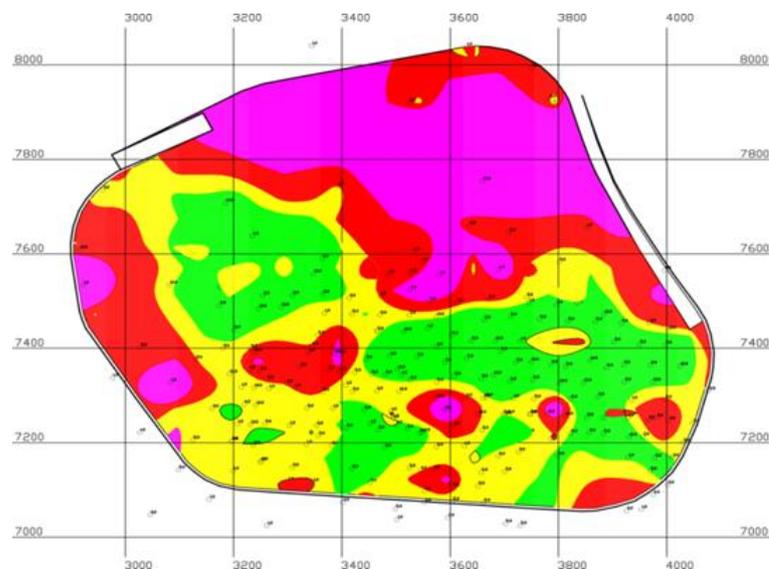


Рис. 10 – Геометризация руд Главного карьера Качканарского ГОКа по параметру «трудоемкость обогатимости»

Выполненный анализ позволит выделить технологические типы руд в карьере для снижения энергоемкости и повышения эффективности их обогащения, а применение современной аппаратуры для определения качественного состава руд по данным бурения

взрывных скважин обеспечит гибкое формирование рудопотоков с установленным качеством.

Накопленный опыт, а также произошедшие в последние годы структурные изменения позволяют коллективу Института горного дела УрО РАН перейти в сложившихся условиях к дальнейшему совершенствованию методики фундаментальных исследований, обеспечивающих решение актуальных проблем недропользования. Совместная деятельность Института с проектными и научными организациями обеспечивает разработку комплексных целевых проектов и исследований для горнодобывающих предприятий, создание условий для выпуска и испытаний нового горнодобывающего оборудования, повышение методического уровня научного сопровождения горного производства.

Созданная за многие годы материальная база и сформировавшийся научный коллектив позволяют оптимистично оценивать перспективы дальнейшего развития научной деятельности, получение интересных результатов и решений. Апробация и полупромышленные испытания теоретических разработок обеспечиваются наличием центров, доводящих научные результаты до конкретного потребителя. В настоящее время в Институте на базе имеющихся лабораторий уже действуют центр коллективного пользования (ЦКП) «Уральский Центр геомеханических исследований природы техногенных катастроф в районах добычи полезных ископаемых», технический центр экспертизы и неразрушающего контроля оборудования, центр разрушения горных пород, проектный центр, центр экспертизы промышленной безопасности. Организованы и оснащаются центры изучения физико-механических свойств горных пород и центр оперативного экологического мониторинга.

Сегодня Институт представляет собой сплоченный коллектив из 164 сотрудников, из которых 101 научный работник, в том числе 15 докторов и 35 кандидатов наук. В последние 5 лет сотрудниками Института опубликовано 622 статьи в рецензируемых периодических изданиях, входящих в базы данных WoS, Scopus, РИНЦ и др., подготовлено 19 монографий и получено более 30 патентов.

Результаты внешнего аудита системы менеджмента качества, действующей в ИГД УрО РАН, свидетельствуют о том, что Институт неизменно демонстрирует высокую результативность исследований и степень внедрения инновационных разработок в интересах дальнейшего развития производства и горной науки.

### Литература

1. Горно-геологический институт Уральского филиала Академии наук СССР. Очерки истории / под ред. В.А. Коротеева, В.Л. Яковлева, В.И. Уткина. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 1999. - 129 с.
2. Урал горный на рубеже веков: Уральская горная энциклопедия: Т. 1. Вклад Урала в горное производство России за 300 лет / ред. И.В. Дементьев, В.С. Хохряков, В.Л. Яковлев. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2000. - 679 с.
3. Урал горный на рубеже веков: Уральская горная энциклопедия: Т. 5. Уголь и торф Урала / ред. И.В. Дементьев, В.С. Хохряков, В.Л. Яковлев. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. - 705 с.
4. Корнилков С.В. 50 лет на службе инновационного развития горного дела / С.В. Корнилков // Горный журнал. - 2012. - № 1. - С. 10 - 14.
5. Корнилков С.В. Во славу горных наук: 50 лет ИГД УрО РАН / С.В. Корнилков, А. В. Глебов, А.А. Панжин // Рациональное освоение недр. - 2012. - № 1. - С. 52 - 60.
6. Корнилков С.В. Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук / С.В. Корнилков, А.В. Глебов // Горное оборудование и электромеханика. - 2014. - № 5. - С. 3 - 9.
7. Академическая наука Урала: Очерки истории / Институт истории и археологии УрО РАН; гл. ред. В.В. Алексеев. - Екатеринбург, Санкт-Петербург: Изд-во «Людвик», 2007. - 480 с.