

ОТ ГЛУБИН ГОРНОГО ИСКУССТВА К ВЕРШИНАМ ГОРНОЙ НАУКИ

Из истории становления и развития

Института горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН

**М. В. Курленя, Л. В. Зворыгин**

Шел 1943 год. Уже освобожден Сталинград, остановлены фашистские полчища под Курском, Красная армия настойчиво теснит врага к западным границам СССР. Время восстановления разрушенного хозяйства там, где еще вчера шли бои, не наступило, а военная промышленность требовала увеличения производства техники, что было невозможно без устойчивой работы оборонного комплекса и надежной сырьевой базы восточных районов страны. В это трудное время Совнарком СССР 21 октября 1943 г. издает Постановление № 1149 о создании Западно-Сибирского филиала (ЗСФ) АН СССР в составе горно-геологического, химико-металлургического, транспортно-энергетического и медико-биологического институтов. Этим решением правительство оформило уже давно назревшую потребность в образовании крупного центра науки на востоке страны. Председателем Президиума ЗСФ АН СССР утвержден выдающийся ученый-горняк акад. А. А. Скочинский, а директором Горно-геологического института (ГГИ) — д.т.н., проф. Н. А. Чинакал.

В ГГИ были организованы два отдела: горный и геологический, которыми руководили д.т.н., проф. Н. А. Чинакал и д.г.-м.н., проф. М. К. Коровин. Именно А. А. Скочинский, Н. А. Чинакал и М. К. Коровин определили генеральные научные направления деятельности Института: совершенствование щитовой системы разработки, расширение области ее применения с целью получения дешевого угля для промышленности; организация работ по изучению возможностей создания самостоятельной железорудной базы для металлургии Западной Сибири; изучение нефтеперспективных структур Сибирской платформы.

Успехам первых лет Института в научной и практической деятельности способствовало то, что на работу были приглашены сотрудники с большим производственным опытом, сохранившие устойчивые связи с горной промышленностью: директора и главные инженеры комбинатов и шахт Кузбасса, начальники крупных промышленных предприятий и видные сибирские ученые-горняки и геологи. С полным правом можно считать, что именно они составили “костяк” трех лабораторий (горного давления и систем разработки; механизации; безопасности и гигиены труда горнорабочих) в 1944–1950 гг., начавшими исследования при взаимодействии с проектными организациями и промышленностью.

Первым крупным достижением сотрудников лаборатории горного давления и систем разработки, возглавляемой Н. А. Чинакалом, стала щитовая система разработки угольных месторождений, которая положила начало новому направлению в горной науке и технике — системам работ с различной конструкцией передвижного крепления очистного пространства. Учеными были обоснованы рациональные способы управления щитами, разработаны основы теории, методы их расчета и конструирования; изучено явление внезапных выбросов угля и газа; характер протекания эндогенных пожаров в условиях щитовой системы разработки. Теоретические исследования в дальнейшем позволили создать новые системы отработки угольных и рудных месторождений, а также конструкции секционных, бессекционных, раздвижных и же-

лезобетонных трубчатых щитов. Результатом комплексных теоретических и практических изысканий явилось широкое применение щитовой системы в Кузбассе: с ее использованием добывалось ежегодно 12–13 млн т угля. Кроме улучшения технико-экономических показателей добычи угля, щитовая система значительно облегчала труд шахтеров, освобождала их от тяжелых работ по креплению призабойного пространства и создавала более безопасные условия труда. Преимущества щитовой системы определили ее распространение в других угольных бассейнах СССР, а также за рубежом: в Венгрии, Румынии, Болгарии, Китае. Щитовая система получила высокую оценку Советского Правительства, а Всемирный конгресс угольщиков в Париже характеризовал ее как наиболее выдающееся событие в развитии горной науки XX в.

**1943 г. Сталинская премия**

***Н. Чинакал (в составе авторского коллектива) “За разработку и освоение метода щитовой разработки мощных крутопадающих пластов угля”***

Лабораторию механизации горных работ в 1944 г. возглавил бывший заместитель главного механика треста “Кузбассуголь”, крупный специалист, бывший директор-организатор Кузнецкого научно-исследовательского угольного института и Кузнецкого филиала института Гипроуглемаш, к.т.н. Г. В. Родионов, а в 1947 г. в лабораторию был приглашен к.т.н. Б. В. Суднишников, работавший главным конструктором и главным инженером Томского электромеханического завода. Эти очень разные и удивительно талантливые люди, ставшие впоследствии докторами наук, основали школу горного и строительного машиноведения Сибири.

Важнейшей задачей всех подразделений Института было содействие быстрейшему развитию производительных сил Сибири и сокращение времени на прохождение пути от научной идеи до производства. Специалисты Института ориентировались не только на собственную экспериментальную базу, но и на помощь промышленных предприятий. Важнейшими полигонами для испытания и доводки новых машин и технологий стали шахты Кузбасса, рудники Горной Шории и Кривого Рога, многие заводы горного машиностроения (Александровский, Киселевский, Копейский, Томский, Магнитогорский и др.). Достижения специалистов-машиноведов тех лет были по достоинству оценены руководством страны.

**1946 г. Сталинская премия**

***Г. Родионов (в составе авторского коллектива) “За разработку конструкции и внедрение в промышленность буробоечной машины”***

**1952 г. Премия Президиума АН СССР**

***М. Савкин “За разработку аппаратуры подземной радиосвязи”***

В соответствии с Постановлением Президиума Академии наук СССР от 27 мая 1957 г. о создании Сибирского отделения АН СССР Горно-геологический институт ЗСФ АН СССР был реорганизован. На базе горного отдела создан Институт горного дела, на базе геологического — Институт геологии и геофизики. Расширяя горизонты горной науки, Институт в новом качестве приступил к решению важнейших задач современности в рамках трех научных направлений:

— исследование механики горных пород и горного давления, создание эффективных систем разработки с механизацией и автоматизацией технологических процессов для освоения угольных и рудных месторождений;

— исследование разрушения и бурения горных пород;

— увеличение ресурсов, комплексности и эффективности использования полезных ископаемых, особенно руд, на основе теории и новых методов обогащения.

Поставленные перед коллективом задачи требовали прогрессивных подходов к изучению процессов горного производства, которые невозможно было создать и реализовать без новых знаний не только в области технических наук, но и без опоры на смежные науки: математику, физику, химию. В этот период Н. А. Чинакал использовал свой богатый опыт по подбору кадров и настоятельно рекомендовал руководителям подразделений использовать для этого уникальные возможности институтов Сибирского отделения и Новосибирского государственного университета.

С 1965 г. в Институте развернулись исследования в области создания “подземных ракет” — пневмопробойников — горных машин нового класса. Первый пневмопробойник ИП-4601 после государственных испытаний был передан в серийное производство. Потребность в машинах такого рода в СССР и за рубежом исчислялась десятками тысяч в год. Пневмопробойники применялись во многих отраслях народного хозяйства для прокладки всевозможных подземных коммуникаций. На многие конструкции машин этого класса Институтом были получены патентные грамоты ФРГ, Великобритании, Франции, Бельгии, Турции, Японии, Италии и др. стран. Интерес к “подземным ракетам” в мире нарастал. Большой объем поставок — до 10–12 тыс. штук в год — и валютная рентабельность экспорта в развитые капиталистические страны в короткий срок создали сибирским машинам репутацию “жемчужины машиноэкспорта”.

Отметим, что специалисты-машиноведы работали на опережение, на создание задела, который позволял технологам совершенствовать системы и схемы обработки запасов при освоении месторождений. Под руководством д.т.н., проф. Б. В. Суднишникова осуществлен огромный объем фундаментальных и прикладных исследований, которые послужили основой для создания бурового полуавтомата НКР-100, который до сих пор обеспечивает бурение протяженных скважин большого диаметра в крепких горных породах.

#### ***1966 г. Ленинская премия***

***Н. Чинакал, Б. Суднишников, Г. Суксов, Н. Есин, А. Зиновьев, П. Емельянов, Л. Семенов, И. Курпеев (в составе авторского коллектива) “За разработку научных основ, создание и внедрение в производство комплекса высокопроизводительных механизмов для бурения скважин в подземных условиях”***

Отличительной чертой Чинакала-директора было умение развивать науку, не забывая о настоящих потребностях горной практики. Этот принцип стал “краеугольным камнем”, главным критерием его жизни. Он прекрасно представлял значение и необходимость опережающего развития экспериментов и прежде всего в шахтных условиях.

Под его руководством сотрудниками технологического направления выполнены исследования, обеспечивающие необходимую безопасность, экономичность и надежность горных работ: разработана технология добычи угля механизированными комплексами с управляемым дозированным выпуском самообрушающегося угля из подкровельной и межслоевой толщи, основанная на использовании горного давления для обрушения и позволяющая отрабатывать мощные метанонасыщенные угольные пласты в один слой, в том числе переменной мощности, с различными углами падения и тектоническими нарушениями.

Развивающаяся ускоренными темпами промышленность Кузбасса требовала также решения вопросов обогащения, для чего в 1948 г. в Институте создали профильную лабораторию. Возглавил ее к.т.н. Ф. А. Барышников, которого затем сменил д.т.н. Г. Р. Бочкарев. Сотрудники лаборатории направили свои усилия на изучение процесса сгущения угольных шламов. Результат не заставил себя долго ждать — разработанный для целей ускорения осаждения тонких угольных частиц в воде гидроциклон нашел широчайшее применение на шахтах Кузбасса, существенно сократив капитальные затраты предприятий.

Исключительно важными стали работы лаборатории обогащения для горнорудной промышленности страны. Совместно с институтами Механобр, ЦНИИОлово была создана технология эффективной флотации касситерита из оловянных руд и рудных отходов, внедренная на доводочной фабрике Новосибирского оловозавода с экономическим эффектом в размере 1.85 млн руб. Проводились также фундаментальные исследования по комплексному использованию железных руд Горной Шории и Красноярского края, итогом которых стала технология обогащения, позволяющая получать высококачественные железные концентраты и попутно извлекать цветные и редкие металлы. Результаты внедрены при проектировании обогатительной фабрики в Таштаголе.

По результатам исследования обогатимости бокситовых руд сложного состава Барзасского и Салаирского месторождений созданы теоретические основы для обогащения труднообогатимых бокситовых руд Западной Сибири и разработаны комплексные технологии, позволяющие получить кондиционные глиноземные концентраты.

Ответственное задание выполнили ученые-обогагатели Института в целях снижения потерь ценных компонентов при обезвоживании обогащенных руд Норильского комбината. Благодаря уникальным решениям, производительность радиальных сгустителей повысилась в 10 раз. Это было достигнуто за счет изменения гидродинамического режима подачи пульпы с центральной загрузки на периферийную, причем все работы проведены в кратчайшие сроки без остановки какого-либо звена технологического процесса.

Н. А. Чинакал, Г. В. Родионов и особенно Б. В. Суднишников были хорошими изобретателями и, окружив себя талантливыми единомышленниками, с успехом занимались созданием новых оригинальных моделей горной техники и оборудования. За 70 лет существования Института получены более 2500 охранных документов и 426 зарубежных патентов. Ученым ИГД — активным изобретателям — присвоены почетные звания: “Заслуженный изобретатель СССР”, “Заслуженный изобретатель РСФСР” и “Заслуженный изобретатель РФ” (всего 19 чел.). Благодаря их яркому таланту и неутомимости, ИГД СО РАН стал одним из лидеров по созданию патентоспособной интеллектуальной собственности, основанной на выдающихся открытиях и изобретениях, защищенных российскими и зарубежными патентами. Признание высокого уровня разработок Института – приобретение лицензий фирмами США, ФРГ, Франции, Венгрии, Польши, Литвы, Болгарии и др.

Т. Ф. Горбачев, сподвижник Н. А. Чинакала в Институте, в своей работе сочетал решение актуальных инженерно-технических задач с разработкой малоизученных разделов горной науки. Вместе с коллегами он сформулировал начала новой научной дисциплины, которую можно назвать “напряженно-деформированное состояние массива горных пород и его связь с глубиной залегания обрабатываемых месторождений”. Вокруг этих новых исследований, которые и сегодня остаются актуальными, начала формироваться новая наука — геомеханика. Для расширения дискуссионной площадки при формировании новой области знаний в 1965 г. Сибирским отделением АН СССР был основан журнал “Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых” (ФТПРПИ), первым главным редактором которого и стал Тимофей Федорович. В составе редколлегии работали ведущие ученые страны. Некоторое время спустя журнал ФТПРПИ начал переводиться на английский язык; он получил широкое распространение в мире под названием “Soviet Mining Science” (“Советская горная наука”). Тогда же (в 1967 г.) ученые Института выступили с инициативой организации периодического семинара по измерению напряжений в массиве горных пород, который получил статус постоянно действующего (в период

с 1967 по 1994 г. было проведено 12 семинаров). В разные годы в составе оргкомитета семинара работали ведущие ученые страны: акад. НАН РК И. Т. Айтматов, д.ф.-м.н. М. С. Анциферов, д.т.н. В. И. Борщ-Компониец, д.т.н. Н. П. Влох, чл.-кор. АН СССР Т. Ф. Горбачев, д.т.н. П. В. Егоров, д.т.н. Г. А. Катков, чл.-кор. АН СССР П. Н. Кропоткин, д.ф.-м.н. С. В. Кузнецов, акад. РАН М. В. Курленя, чл.-кор. АН СССР И. В. Лучицкий, д.т.н. Г. А. Марков, д.т.н. В. И. Мурашов, д.т.н. Н. Р. Надирашвили, д.т.н. И. М. Петухов, д.т.н. В. Ф. Трумбачев, чл.-кор. АН СССР И. А. Турчанинов, акад. РАН Е. И. Шемякин, д.т.н. В. С. Ямщиков и др.

В 1972 г. директором Института горного дела СО АН СССР был избран д.т.н. Е. И. Шемякин (чл.-кор. (1976), академик (1984) АН СССР). Под его руководством и при непосредственном участии коллектив Института внес значительный вклад в развитие теоретических основ экспериментальной геомеханики, в решение проблем добычи полезных ископаемых в Кузбассе, Норильске, на Дальнем Востоке, КАТЭЖа и в конечном счете в развитие производительных сил Сибири и Севера. С 1965 г. Е. И. Шемякин заместитель, а с 1970 по 1989 г. — главный редактор журнала ФТПРПИ, который стал еще более содержательным и многообразным.

Широта взглядов Е. И. Шемякина в области механики деформируемого твердого тела, механики сыпучих сред, динамики породных массивов, активное использование математического моделирования процессов деформирования и разрушения твердых материалов, способствовала привлечению в Институт исследователей с университетским образованием, которые вместе с опытными горняками составили ядро геомеханического направления и придали горной науке “академическую огранку”. Работы этих ученых отмечены руководством страны.

**1984 г. Государственная премия СССР**

***Е. Шемякин, Г. Грицко (в составе авторского коллектива) “За разработку и создание моделей геомеханических процессов с использованием эквивалентных материалов и применение этих моделей при ведении горных работ и подземном строительстве”***

**1984 г. Премия Совета Министров СССР**

***М. Курленя (в составе авторского коллектива) “За разработку и широкое использование анкерной крепи на шахтах Западной Сибири и Эстонской ССР, а также на рудниках цветной металлургии”***

**1985 г. Премия конкурса фундаментальных исследований СО АН СССР**

***Е. Шемякин, Н. Ряшенцев, А. Малахов, Е. Чередников (в составе авторского коллектива) за работу “Физико-технические основы вибрационного просвечивания Земли”***

Активно внедрялись методы математического моделирования и в процесс проектирования и планирования открытых горных работ, занимающих все большую долю в объемах добычи твердых полезных ископаемых. По Постановлению ГКНТ, Госплана СССР и АН СССР специалистами-открытчиками Института были разработаны и включены в отраслевую систему САПР-уголь две подсистемы, использование которых сокращало время расчетов вариантов отработки запасов примерно в 10 раз. С 1980 г. они на стадии опытно-промышленной эксплуатации в отраслевом институте “Сибгипрошахт” использовались при проектировании крупных разрезов Кузбасса (“Талдинский”, “Сибиргинский”) и Канско-Ачинского бассейна (“Урюпский”, “Итатский-6”).

Сотрудниками лаборатории для условий наклонных и крутопадающих месторождений предложена поперечная система разработки с выделением этапов, позволяющая значительно уменьшить коэффициент вскрыши (20–25 %) в первые годы эксплуатации или после реконст-

рукции карьера, а также значительно уменьшить потери угля при выемке маломощных пластов. Данная схема отработки поля разреза “Краснобродский” была одобрена ПО “Кемеровоуголь” Минуглепрома СССР.

Оригинальный вариант поперечной системы разработки наклонного месторождения, представленного сложноструктурным пластом большой мощности, внедрен в техническом проекте строительства углеразреза “Моатиз” в Народной Республике Мозамбик.

Для действующих на карьерах автоматизированных систем управления (АСУ) основным производством разрабатывались научные основы и математическое обеспечение оптимального планирования горных работ в условиях освоения месторождений со сложным качественным составом полезного ископаемого. Объектами внедрения результатов стали крупные угольные разрезы “Нерюнгринский” ПО “Якутуголь”, “Богатырь” ПО “Экибастууголь”, представляющие сложные производственные системы с высокой концентрацией горного оборудования большой единичной мощности.

Совместно с институтом “Гипроуглеавтоматизация» предложены новые принципы передачи данных по радиоканалам коллективного пользования, позволяющие обеспечивать оперативную (в реальном масштабе времени), надежную и экономичную связь центра управления с рассредоточенными объектами. Эта аппаратура “Инфра-1” совместно с Минуглепромом СССР была освоена в серийном производстве и внедрена на разрезе “Богатырь” ПО “Экибастууголь”.

Эффективным стало в те годы сотрудничество технологов и машиноведов Института, проявившееся при решении проблем открытых горных работ.

С использованием эффекта самообрушения грунта при вскрышных работах на карьерах разработано техническое решение и на базе серийного экскаватора создан гидрокомбайн, выполняющий операции подрезки грунта, его обрушения и гидросмыва. Опытный образец гидрокомбайна испытан на карьере “Новосергиевский” комбината Кузбасскарьеруголь.

Созданная технология турбовзрывания скважинных зарядов обеспечивала повышение эффективности массовых взрывов на карьерах и одновременно охрану водного и воздушного бассейнов. Эффект турбовзрыва был основан на применении зарядов уникальной конструкции, а за счет исключения применения канцерогенного взрывчатого вещества — гранулолола — обеспечивалась экологическая безопасность.

Ярким примером реализации достижений в области комплексных исследований технологов явились в 70-х годах прошлого века разработка и внедрение изначально на руднике Темир-Тау, а затем повсеместно в горнорудной промышленности страны составляющих элементов (буровых скважин диаметром 100 мм и длиной до 80 м; отбойки руды сближенными скважинными зарядами ВВ с дуговым расположением в группах; установки “Сибирячка” для перемещения и погрузки взорванной горной массы и т.д.) и в целом системы непрерывного этажно-принудительного обрушения с вибровыпуском руды.

Присутствующий на ее испытании акад. Г. И. Марчук, бывший тогда председателем СО РАН, делился впечатлениями с журналистами: “Это уникальное достижение содружества ученых и производственников! Побит мировой рекорд производительности. Принципиально новая технология добычи руды. Шахтер выведен из-под земли... Приезжайте немедленно в Таштагол. Изучите этот опыт. Расскажите о нем в стране”.

**1987 г. Государственная премия СССР**

***Н. Дубынин, В. Власов, А. Трофимович (в составе авторского коллектива) “За создание и внедрение способов перемещения руды мощными вибропитателями при разработке месторождений полезных ископаемых”***

В 1980-е годы технологи Института теоретически обосновали и экспериментально доказали эффективность применения безвзрывной технологии открытой добычи твердых полезных ископаемых прочностью 70–80 МПа на месторождениях Урала и Сибири, которая позволяла отрабатывать до 40 % общего объема разрабатываемых на карьерах России горных пород, обеспечивала уменьшение затрат в 1.2–1.5 раза, решала многие проблемы безопасности горных работ и улучшала некоторые экологические показатели. Для ее реализации совместно с машиноведами Института и специалистами “Уралмаша” на базе серийного экскаватора была создана и испытана рабочая модель нового экскаватора типа ЭКГ-5В с ковшем активного действия (ковш с ударными породоразрушающими зубьями).

В лаборатории вибротехники создан ряд вибротранспортных машин с гибким рабочим органом, хорошо зарекомендовавших себя в тяжелых условиях работы под завалом при выпуске руды из очистного пространства в шахтах, а также на карьерах при погрузке горной массы в транспортные средства (бункер-поезд, виброплощадки, работающие под завалом, самоходные бункера), на перегрузке из одного вида транспорта в другой (комбинированные бункерно-экскаваторные перегрузочные пункты, бункер-путепроводы), при отвалообразовании (вибрационные отвалообразователи и перегружатели) и при производстве погрузочно-транспортных работ на угольных складах (виброконвейеры). Эффективность использования подобных комплексов была доказана при выполнении проектов разрезов “Талдинский”, “Междуреченский”, им. В. В. Вахрушева в Кузбассе.

Следует отметить, что еще М. А. Лаврентьев придавал большое значение созданию опытно-экспериментальной базы ИГД и был очень в этом заинтересован, так как хорошо знал и ценил научный потенциал нашего Института и тесно общался и с Н. А. Чинакалом, и с Т. Ф. Горбачевым. Именно Михаил Алексеевич, который выполнял на посту Председателя СО АН СССР роль полпреда Сибирской науки в промышленном комплексе Новосибирской области, посетив вместе с Е. И. Шемякиным опытно-экспериментальную базу “Зеленая Горка”, поставил перед ним задачу — создать современный научно-производственный комплекс с конструкторским бюро по внедрению научных достижений Института в народное хозяйство. Благодаря немалым усилиям руководства Института, возрожденный комплекс “Зеленая горка” стал в то время одним из главных центров в СО АН СССР, где проходили демонстрации новейших разработок Института, многие из которых здесь же в соответствии с указаниями руководителей министерств получали путевки для применения в строительстве и промышленности. В разное время в демонстрационных показах участвовали: академики А. П. Александров, М. А. Лаврентьев, В. А. Коптюг, С. А. Христианович, В. М. Фомин; председатель Совмина РСФСР В. И. Воротников, секретари ЦК КПСС М. С. Соломенцев и В. А. Медведев, министры Е. П. Славский, Л. Д. Рябев, директора заводов и руководители крупных строительных организаций Э. Н. Свешников, Н. В. Евдокимов, Г. Д. Муха, Г. Д. Лыков и многие другие.

Наиболее простое устройство в ряду созданных в Институте машин — навесной пневмомолот. Пневмомолоты ПН-1300, ПН-1700, ПН-2400 с энергией единичного удара соответственно 1300, 1700, 2400 Дж выполнены в виде сменного рабочего органа к любым экскаваторам строительного класса. По ударной мощности они в 1.5–2 раза превосходили подобные машины зарубежных марок и имели в 2–2.5 раза меньшую металлоемкость. Пневматические молоты различных модификаций демонстрировались на международных ярмарках и выставках в Западном Берлине, Ганновере и Стокгольме, они защищены патентными грамотами и более чем двумя десятками авторских свидетельств на изобретения. До настоящего времени пневмомолот ПН-1700 изготавливается на заводе “Труд”.

По выполненным разработкам лаборатории электрических машин ударного действия в период до 1991 г. было изготовлено порядка 150 тыс. электромагнитных молотков, 80 тыс. перфораторов, от применения которых экономический эффект составил 82 млн руб. (в ценах 1988 г.). Восемнадцатью заводами страны выпускалось до 2 млн шт. электромагнитных насосов в год, из них 0.3 млн шт. поставлялось на экспорт.

**1981 г. Премия Болгарской академии наук и АН СССР**

***М. Курленя, А. Тишков, А. Федулов (в составе авторского коллектива) “За получение высоких результатов по совместной работе “Создание высокопроизводительных горных машин”***

История первоначально кабинета, а затем лаборатории динамики пневматических машин ударного действия с 1964 г. (заведующий д.т.н. Н. А. Клушин) во многом схожа с историей других лабораторий. На ее счету целая гамма принципиально новых пневмоударных ручных машин: отбойных и рубильных молотков, бетоноломов, трамбовок, пневмобуров, а также пневмоударных затяжных механизмов.

**1982 г. Государственная премия СССР**

***Н. Ряшенцев, Н. Клушин (в составе авторского коллектива) “За создание и освоение серийного производства вибробезопасных ручных машин для строительства и промышленности”***

Продолжались исследования обогатителей Института, направленные на очистку сточных фабричных вод. Была разработана технология флокуляции тонкодисперсных суспензий и создан гидроциклон, позволяющие на углеобогатительных фабриках из сточных фабричных вод улавливать ценные угольные шламы для коксового производства, использовать фабричные воды вторично как оборотные, совершенно исключить загрязнение питьевых водоемов и весьма существенно уменьшить использование питьевой воды для технических целей. Внедрение этой технологии только на одной Беловской центральной обогатительной фабрике обеспечило экономический эффект свыше 150 тыс. руб. в год. Электрокоагуляционная технология очистки воды, разработанная в Институте, нашла широкое применение в различных отраслях промышленности: электронной, медицинской, химической и была оценена не только в нашей стране, но и за ее пределами.

**1987 г. Премия Болгарской Академии наук и АН СССР**

***Г. Бочкарев, Г. Пушкарева, А. Белобородов (в составе авторского коллектива) “За создание и внедрение новых фильтрующих материалов”***

В 1987 г. Институт возглавил д.т.н. М. В. Курленя – чл.-кор. АН СССР (1987), академик РАН (1991) — ученый, работающий в области механики горных пород, геотехнологии, экологии и ресурсосбережения при разработке полезных ископаемых, руководитель крупнейшей Сибирской научной школы в области геомеханики и технологий добычи полезных ископаемых.

Время требовало от горной науки постановки и решения новых задач, связанных с совершенствованием горного производства, формированием новых подходов при их решении и использованием современных методов моделирования и перспективных информационных технологий. Это привело к формализации насущных вызовов времени в виде новых научных направлений:

— современные геодинамические поля и процессы, вызванные техногенной деятельностью;

— теория разработки месторождений полезных ископаемых и комплексная переработка минерального сырья на основе ресурсо- и энергосберегающих экологически безопасных технологий.

В 1997 г. Президиум СО РАН утвердил Институту новое научное направление — “Горное и строительное машиноведение”, что явилось объективной оценкой вклада специалистов-



машиноведов в развитие теории разработки машин и оборудования для горного производства и практики широкого внедрения их на действующих предприятиях горнодобывающей отрасли.

Одна из важнейших задач науки — разработка траектории развития производительных сил общества путем анализа базовых тенденций, происходящих во всех сферах народного хозяйства. Ученые Института, исследования которых всегда были тесно связаны с проблемами минерально-сырьевой базы страны, начиная с 70-х годов прошлого века совместно со специалистами других учреждений Сибирского отделения активно участвовали в формировании прогнозов развития Сибири на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Для этого была создана научно-техническая программа “Сибирь”, которая сыграла особую роль в трудный период “перестройки”, противодействуя развалу экономики страны, способствуя сохранению целостности сибирского региона и повышению эффективности его жизнедеятельности.

М. В. Курленя стал одним из координаторов Программы. В работе над ее реализацией он широко использовал накопленный опыт взаимодействия с отраслями промышленности. Исследования сотрудников Института в тот сложный период были направлены на создание новых технологий, разработку новых методов, технологических схем и средств добычи и переработки полезных ископаемых. Большое внимание уделялось вопросам совершенствования структуры и организации производства, взаимодействия науки и промышленности на основе рационального использования кадрового и технического потенциала.

В решении задач по программам “Благородные и редкие металлы, медь и никель Красноярского края”, “Железные руды Сибири”, “Медные руды Удокана” и “Угли Канско-Ачинского бассейна” принимали участие сотрудники лабораторий всех научных направлений Института. В период действия программы “Сибирь” в Институте была пересмотрена тематика исследований многих лабораторий, укреплен материально-техническая база, кадровый состав обновлен за счет привлечения молодых специалистов — выпускников профильных и инженерных вузов Сибири, усилилась интеграция со специалистами из институтов Сибирского отделения, что послужило основой дальнейших достижений Института.

В последнее десятилетие 20 в. сотрудниками Института сделан значительный вклад в изучение геодинамических полей и процессов, вызванных техногенной деятельностью в ведущих горнодобывающих регионах России (Кузбасс, Норильск, Горная Шория и Хакасия, КАТЭК, Южная Якутия, рудные месторождения зоны БАМ); в разработку новых технологических схем добычи полезных ископаемых на больших глубинах; в создание комплекса экспериментальных методов, приборов и оборудования для контроля и диагностики напряженно-деформированного состояния породного массива и предупреждения опасных динамических явлений.

Учеными-геомеханиками разработаны теоретические основы и создан широкий спектр научных приборов и оборудования, методов определения напряженно-деформированного состояния пород, контроля геомеханических процессов. Достигнутые результаты позволили Институту принять участие в международном сотрудничестве по линии СЭВ по теме “Создание комплекса научной геофизической аппаратуры” (1976–1987 гг.). Унифицированные комплексы аппаратуры для диагностики и контроля напряженно-деформированного состояния массивов горных пород (“Тензор”, “ЭПСИЛОН”, “Гидрозонд”), а также комплекты аппаратуры и оборудования для горно-геофизических исследований (электрометрия, акустическая и электромагнитная эмиссия и др.) до настоящего времени используются в ряде научных и производственных организаций и в учебном процессе вузов и кафедр горного профиля.

**1989 г. Государственная премия СССР**

*М. Курленя, А. Леонтьев (в составе авторского коллектива) “За создание и внедрение методов управления горным давлением при подземной разработке рудных месторождений на основе исследований напряженного состояния массива горных пород”*

Экспериментальными исследованиями внесен значительный вклад в установление неоднородности поля напряжений верхней оболочки Земли, обусловленной изменчивостью физико-механических свойств горных пород, структурной блочностью, наличием повышенных горизонтальных тектонических напряжений геодинамически активных регионов. Это позволило с принципиально новых позиций подойти к прогнозированию локализации мест интенсивных проявлений горного давления и управлению им, и положено в основу научного открытия.

**1991 г. Открытие № 400 СССР**

*Е. Шемякин, М. Курленя, В. Опарин (в составе авторского коллектива) “Явление зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок”*

В области подземной разработки угольных месторождений проводились исследования по разработке способа направленного гидроразрыва, технологии разупрочнения труднообрушаемых кровель и технических средств для их реализации в механизированных очистных забоях на угольных шахтах Кузбасса.

“Прорывными” исследованиями в горно-рудной промышленности следует назвать работы, выполненные большим коллективом ученых и производственников из Института проблем комплексного освоения недр РАН, Института горного дела СО РАН, Московского государственного университета, Института динамики геосфер РАН, ВостНИГРИ, специалистов Госгортехнадзора РФ, ОАО “Евразруда”, ОАО “Сибгиппроуда”, ОАО “Запсибгеология”, концерна “Рудпром” Роскомметаллургии, удостоенные премии Правительства РФ в 1995 г. Технология подземной разработки мощных рудных месторождений Западной Сибири претерпела коренное усовершенствование на базе интенсификации и совмещения производственных процессов в условиях высокого горного давления. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования по геомеханической оценке массива горных пород в условиях действия природных и техногенных факторов на удароопасных месторождениях Горной Шории и Хакасии позволили с учетом принципа сочетания систем разработок и изменения их конструктивных элементов, порядка выемки, распределения зон концентрации напряжений и динамических явлений разработать и реализовать технологические схемы и параметры технологии, обеспечивающие повышение безопасности и эффективности ведения очистных работ с высоким экономическим эффектом.

**1995 г. Премия правительства РФ**

*А. Еременко (в составе авторского коллектива) “За разработку и внедрение способа взрывной отбойки руды пучковыми зарядами при подземной добыче”*

**2004 г. Премия Правительства РФ**

*А. Еременко (в составе авторского коллектива) “За разработку и внедрение технологии крупномасштабной взрывной отбойки железных руд в сейсмоактивных районах Сибири”*

Под руководством М. В. Курлени и при его непосредственном участии создан комплекс экспериментальных методов для диагностики напряженно-деформированного состояния породного массива и предупреждения опасных динамических явлений типа горных ударов, что способствовало повышению безопасности условий труда горняков.

**2000 г. Премия Правительства РФ**

*М. Курленя (в составе авторского коллектива) “За разработку и внедрение комплекса мер борьбы с горными ударами на рудниках России”*

С 1999 г. Институт горного дела СО РАН возродил традицию обсуждения насущных проблем контроля, диагностики и прогнозирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород в Новосибирском научном центре. Возрождение началось с проведения Международной конференции “Теодинамика и напряженное состояние недр Земли”, которая проводится и в настоящее время.

Решению одной из ключевых проблем “подземщиков” — предотвращению загазованности горных выработок и взрывов метана в шахтах — посвящены работы сотрудников лаборатории рудничной аэродинамики. Теоретические исследования позволили создать им ряд новых осевых реверсивных машин с поворотными на ходу лопатками рабочего колеса, которые эксплуатируются в Кузбассе, в тоннелях БАМа, Новосибирского и Минского метрополитенов, обеспечивая безопасность труда шахтеров и комфорт пассажиров “подземки”.

Разработаны технические средства и технологии воздействия поверхностных и скважинных виброисточников на продуктивные нефтяные пласты. Натурные испытания волновой технологии были проведены на нефтяных площадках Правдинского, Северо-Салымского, Суторминского, Ярино-Каменноложского, Манчаровского, Ошворцевско-Дмитриевского месторождений, где дополнительная добыча нефти по контрольным замерам составила более 90 тыс. тонн. Вибросейсмическое воздействие на собственной частоте продуктивного пласта волновыми цугами, объединенными в циклы, период повторения и длительность которых соответствует характерным временам автоколебательных процессов, вызывает долговременное (до одного–двух лет) увеличение добычи нефти, затухающее после окончания воздействия по гармоническому закону с видимым периодом колебаний около 4 мес и спаду добычи нефти по экспоненциальному закону до снижения эффективности технологии примерно на порядок.

Намного опередившими время стали работы по бестраншейной прокладке и замене коммуникаций, осуществляемые совместно с дочерним предприятием института НПК “Комбест”. Заменены сотни километров ветхих подземных коммуникаций не только в Новосибирске — она блестяще проявила себя при реконструкции подземных коммуникаций Московского Кремля и заслужила признания Правительства РФ.

**2000 г. Премия Правительства РФ**

***В. Григорашенко, В. Плавских, В. Каменский, С. Тупицын (в составе авторского коллектива) “За создание и внедрение конкурентоспособной технологии и оборудования по замене сетей водоотведения в городских условиях без производства земляных работ”***

Сотрудниками Института создано семейство кольцевых пневмоударных машин, позволивших реализовать один из наиболее эффективных и экономичных способов укрепления стен котлованов в промышленном и гражданском строительстве — стержневое (нагельное) крепление. Сущность его заключается в армировании грунтового массива, слагающего откос, металлическими стержнями, что многократно повышает устойчивость за счет создания грунтостальной подпорной стены.

Еще одним крупным проектом ученых-машиноведов стала разработка типоразмерного ряда пневмоударных молотов “Тайфун”, в которых благодаря современным техническим решениям достигнуты значительно более высокие, по сравнению с существующими мировыми аналогами, энергетические показатели и экономичность при одинаковых с ними массе и размерах. “Тайфуны” с успехом используются при бестраншейной замене коммуникаций; дренажных работах; формировании дорожного полотна; для забивания стального шпунта или сортового проката, трубчатых опор мостов и морских эстакад.

С 2003 по 2013 г. Институт возглавлял чл.-кор. РАН В. Н. Опарин — специалист в области нелинейной геомеханики и горной геофизики. Под его руководством учеными Института достигнуты результаты как в области измерения напряжений в массиве горных пород, так и в развитии самой теории деформирования и разрушения геоматериалов. Получила развитие теория упругопластического деформирования и разрушения горных пород и сыпучих материалов при простом и сложном нагружении в рамках представления о горном массиве как блочно-иерархической среде. Решен ряд динамических задач теории упругости, таких как динамическое воздействие на полупространство (нормальный и косой удары), образование тыльного разрушения среды, задача о подземном взрыве. Значительное внимание уделялось развитию численных методов решения упругопластических задач из-за широкого внедрения результатов расчетов в разработки технологических процессов. Обнаружены и исследованы эффекты зональной дезинтеграции массивов горных пород вокруг выработок, медленно распространяющиеся волны как предвестники значительных разрушений, связанные с блочным строением массивов пород. Следует также отметить разработку теории упругопластических деформаций для первоначально анизотропных сред, основанной на определении собственных состояний упругости, где установлены новые критерии пластичности и разрушения и новые варианты деформационной теории пластичности и теории пластического течения.

Вызовы современности привели к потребности расширения спектра задач геомеханического направления, и в 2008 г. оно было определено в следующем варианте: современные геодинамические поля и процессы, вызванные техногенной деятельностью; геомеханика горных пород и их массивов.

Активное применение новых методов горной геофизики способствовало открытию ряда геомеханических эффектов и явлений, по своей значимости далеко выходящих за рамки горных наук. К наиболее важным из них можно отнести: явление зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок и знакопеременную реакцию горных пород на взрывные воздействия, группу нелинейных упругих волн маятникового типа. В условиях рудников Талнахского и Октябрьского месторождений полиметаллов установлен пульсирующий режим сейсмоэнергодений из напряженных участков шахтных полей, что позволило определить новый критерий удароопасности горных пород, основанный на отношении двух скоростей — скорости смещения фронтов индуцированной сейсмичности к скорости миграции отдельных сейсмособытий.

***2003 г. Открытие № 162 РФ***

***В. Опарин “Эффект самоорганизации искусственных массивов”***

Усовершенствована теория флюидо- и гидроразрыва массива горных пород вокруг скважин с учетом исходного напряженно-деформированного состояния при наличии существующих трещин. Разработана теория определения деформационно-прочностных параметров закладки по данным измерений относительных смещений контура очистного пространства. Обоснован подход, позволяющий на основе статистического анализа установить количественную связь числа и энергии сейсмических событий с параметрами напряженного состояния. Подход апробирован на примере Таштагольского железорудного месторождения.

На основе математического анализа, имеющего более высокую степень разрешения, чем классический (неархимедова система чисел), исследованы модели горного массива, обладающего иерархией структурных уровней. Разработана математическая модель деформирования и разрушения горных пород с двумя паспортными зависимостями, позволяющая надежным образом предсказывать поведение материала при любых видах простого и сложного нагружений.

Совместно с Институтом динамики геосфер РАН проведены фундаментальные исследования по развитию экспериментально-теоретических основ деформирования блочно-иерархичес-

ких геосред при динамических воздействиях разной мощности — от планетарных землетрясений и ядерных взрывов и до обычных технологических взрывов и горных ударов (с широким спектром технико-технологических приложений в горном деле).

Создан и запущен в эксплуатацию не имеющий аналогов в России многоканальный измерительный комплекс “Карьер” для контроля геомеханического состояния бортов глубоких карьеров алмазоносных трубок Якутии, позволяющий решать задачи по оценке устойчивости прибортовых зон глубоких карьеров в экстремальных природно-климатических условиях Сибири и Крайнего Севера (трубка “Удачная”).

Разработан опытный образец автоматизированного измерительного комплекса для оценки действующих напряжений в массиве горных пород и элементах инженерных сооружений, прошедший проверку в широком диапазоне внешних нагрузок на плотине Саяно-Шушенской ГЭС и в массиве горных пород криолитозоны на руднике “Интернациональный”.

В рамках выполнения научно-исследовательских работ технологического направления Института большое внимание уделено развитию научно-технологической базы стратегии освоения месторождений твердых полезных ископаемых, разработке инновационных ресурсосберегающих горных технологий, созданию элементов “геотехнологий будущего” комплексного освоения минерально-сырьевых ресурсов России, в первую очередь на крупнейших горнодобывающих предприятиях Западной, Восточной Сибири и Забайкальского края. В связи с прогрессирующим ухудшением сырьевой базы страны одной из основных целей исследований явилось создание научных основ новых инновационных технологий и разработка технологических режимов флотационного обогащения, эффективных методов активационного выщелачивания полезных компонентов из труднообогатимых и бедных руд.

Глубокое изучение и комплексная оценка влияния техногенных процессов на недра Земли с учетом широкого диапазона геомеханических характеристик, определенных для месторождений полиметаллов Норильского региона, железных руд Горной Шории и Хакасии и углей Кузбасса, рождали новые идеи и методы изучения физических явлений, происходящих в геологической среде. Численное моделирование и системный подход к разработке месторождений полезных ископаемых позволил сформировать картины техногенных геомеханических полей напряжений в виде атласа. Научное значение полученных результатов по созданию новых технологий добычи полезных ископаемых для самых разнообразных горно-геологических и геомеханических условий было по достоинству оценено академическим сообществом России.

**2007 г. Премия имени академика Н.В. Мельникова РАН**

***М. В. Курленя за серию теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в монографиях “Геомеханика и техносфера” и “Техногенные геомеханические поля напряжений”***

В Институте создан научный задел по выбору эффективных систем вскрытия и отработки запасов Кузнецкого и Канско-Ачинского угольных бассейнов, по оценке трудоемкости процессов открытой угледобычи с использованием энергетических критериев, по созданию геоинформационных систем управления качеством полезного ископаемого в процессе его добычи и переработки.

Выполнен технико-экономический анализ проектируемых технологий для подземной разработки погребенных алмазоносных залежей песков “Солур” и “Восточная” АК “АЛРОСА” и проведена оптимизация проектной мощности рудника по интегральным критериям оптимальности с учетом динамики всех технико-экономических показателей, а также расчета экономического ущерба от замораживания инвестиций в период строительства рудника. В результате установлена экономическая целесообразность совместной разработки залежей “Солур” и “Восточная” при проектной мощности рудника 450 млн м<sup>3</sup>/год.

Разработаны и реализованы рекомендации по технологии отработки целиков сложной конфигурации золоторудного месторождения “Макмал” с предварительной закладкой пустот хвостами обогащательной фабрики, которые приняты заказчиком — ОАО “Кыргызалтын” Кыргызской Республики.

Сотрудниками лаборатории обогащения и технологической экологии обнаружены аномально высокие сорбционные свойства по отношению к ионам металлов у минерала класса гидроксидов — брусита. Целенаправленное изучение этого свойства привело к расширению класса природных сорбентов и катализаторов (недорогих при переработке и доступных для промышленности) и открыло перспективу масштабного использования высокоэффективных технологий извлечения металлов из природных и техногенных вод, рассолов, продуктов электролиза и т. д.

Сотрудниками Читинского филиала ИГД СО РАН, образованного в 2006 г. по Постановлению Президиума СО РАН, обоснованы и предложены технологические схемы скоростного кучного выщелачивания меди из смешанных и бедных сульфидных руд и шахтного выщелачивания меди и сопутствующих металлов из рудных целиков и закладочного материала, приготовленного на основе хвостов флотационной переработки богатых халькозин-борнитовых руд. По данным лабораторных экспериментов и стендовых испытаний, достигнуто извлечение меди на уровне 80 %, серебра — 67 % за время, значительно меньшее, чем при других вариантах выщелачивания.

Учеными-машиноведами выполнено крупное научное обобщение цикла фундаментальных исследований и инновационных разработок, связанных физическими основами взаимодействия породных массивов с рабочими органами горных и строительных машин для разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, а также подземного строительства, что имело принципиальное значение для выработки рекомендаций по обоснованию принципиальных схем новых машин, конструированию рабочих органов, основных узлов и деталей, способствующих повышению их ресурса, эффективности применения и производительности при ограничениях на потребление энергоносителя.

Крупных успехов добились специалисты Института в области бурения скважин на подземных и открытых горных работах. Созданы и испытаны в условиях рудников ООО “Евразруда” и на карьерах ОАО “Новосибирсквзрывпром” расширители скважин диаметром до 250 мм и погружные пневмоударники с рабочим давлением до 3.0 МПа, которые по ударной мощности, приходящейся на единицу массы, и расходу воздуха на единицу мощности превосходят лучшие зарубежные аналоги (пневмоударники COP фирмы “Атлас Копко”, Швеция).

В условиях шахтоучастка “Октябрьский” ООО “Угольная компания Заречная” испытаны буровые станки СБР-400; пробурено более 50 км дегазационных и технологических скважин диаметром 76 и 93 мм и установлено, что средняя скорость вращательного бурения по углю составила 1.5 м/мин, что на 30 % выше, чем у отечественных аналогов и не уступает зарубежным.

В области исследований породного массива на малых глубинах с целью увеличения интенсивности сейсмического сигнала создан переносный автономный импульсный сейсмоисточник продольных волн, превосходящий в 2.5 раза по энергии удара известные аналоги гравитационного действия; эксплуатация сейсмоисточника на объектах г. Березняки показала, что он обеспечивает проведение работ в стесненных условиях и на пересеченной лесистой местности, а его энергии достаточно для построения геологического разреза в интервале глубин 100–250 м.

Для выполнения специальных работ в подземном строительстве созданы: буровой комплекс для направленного бурения горизонтальных скважин в грунте с укреплением стенок без глинистого раствора, который в отличие от аналогов обеспечивает большую производитель-

ность, улучшает условия труда, снимает климатические ограничения на работу и осуществляет экологически чистый технологический процесс бурения, и пневмомолоты с увеличенной частотой удара, которые при создании напряженного состояния на границе взаимодействия погружаемого элемента с грунтом обеспечивают повышение производительности при сниженной до порогового значения энергии удара.

Для обеспечения устойчивости грунтовых инженерных объектов, подвергающихся воздействию статических и динамических нагрузок, разработаны конструкции поворотных анкеров и технологическая схема, позволяющие существенно повысить надежность крепления слабых грунтов, и создана переносная пневмоударная машина для установки анкеров, масса которой по сравнению с прототипом при одинаковой ударной мощности уменьшена на 20 %.

В процессе создания вибрационной техники для горной, строительной и металлургической отраслей промышленности установлена возможность равномерного уплотнения слоя дисперсного материала толщиной до 500 мм за один проход; созданы и успешно применяются на ОАО «РУСАЛ Саяногорск» вибропрессовые установки для футеровки цоколей электролизеров неформованными дисперсными материалами на всю глубину; разработан экспериментальный образец самоходного гидрофицированного вибрационного отвалообразователя для обеспечения безопасной работы автосамосвалов грузоподъемностью до 300 т при формировании отвалов на слабом основании из пород низкой прочности.

Развиваются исследования в области шахтной и тоннельной вентиляции: созданы реверсивные вентиляторы ВО-24К с поворотными на ходу лопатками рабочего колеса, которые установлены и успешно эксплуатируются на шахтах «Костромовская» и «Романовская-1» (г. Ленинск-Кузнецкий), обеспечивая существенное повышение безопасности труда. В Новосибирском метрополитене созданы и установлены тоннельные вентиляторы ВО-21ВК(т) и ВО-21К(т), позволяющие осуществлять оперативное управление вентиляцией в различных режимах работы и снизить энергопотребление на 25–45 %. Разработана методика расчета воздухораспределения на участках шахты, подвергшихся горному удару вследствие мощных динамических явлений в массиве горных пород при отработке месторождений.

В 2011 г. в названии Института увековечено имя его первого директора — Николая Андреевича Чинакала. Институт обладает мощным научным и инженерно-техническим потенциалом: в Институте трудится 321 работник, в том числе 124 научных (1 академик, 1 член-корреспондент РАН, 35 докторов и 55 кандидатов наук), в аспирантуре обучается 40 человек, молодых научных сотрудников до 35 лет — 36 человек. Целенаправленная подготовка специалистов для горной науки стала главной целью создания в 2003 г. на геолого-геофизическом факультете Новосибирского государственного университета кафедры «Геомеханика». При поддержке Президиума СО РАН создан Горный научно-образовательный центр (ГНОЦ) ИГД СО РАН. В настоящее время в список его участников вошли 8 вузов Новосибирска (НГУ, НГТУ, СГУПС, НГАСУ, СГГА, НГАУ, СНИ, СибГУТИ), профильные вузы России (ЧитГУ, ЮЗГУ, КузГТУ) и наши иностранные партнеры из ближнего (Институт механики и машиноведения имени академика У. А. Джолдасбекова МОН Республики Казахстан, Институт машиноведения НАН Кыргызской Республики (КР), Институт геомеханики и освоения недр НАН КР, Кыргызско-Российский Славянский университет НАН КР) и дальнего (Ляонинский технический университет, КНР) зарубежья.

ИГД СО РАН обладает крупной материально-технической базой с развитой инфраструктурой. Основа ее — экспериментальный участок «Зеленая горка», расположенный в районе Нижней Ельцовки НИЦ СО РАН, по существу является одной из демонстрационных площадок технопарка «Академгородок».

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН известен в мире широким спектром экспериментальных геомеханических исследований, увенчавшихся рядом научных открытий; созданием перспективных геотехнологий, позволяющих эффективно осваивать месторождения полезных ископаемых и вести их полноценную глубокую переработку; разработкой современных образцов приборов, машин и оборудования, нередко превосходящих не только отечественные, но и мировые аналоги.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Зворыгин Л. В., Курленя М. В.** Николай Андреевич Чинакал. Горное дело — жизнь и судьба. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001.
2. **Зворыгин Л. В., Курленя М. В.** Летопись Института горного дела Сибирского отделения РАН. Люди, события, даты. 1943–2000. — Новосибирск: АНО Изд. дом “Новосибирский писатель”, 2004.
3. **Курленя М. В.** Геомеханика и техносфера. — Новосибирск: Наука, 2004.
4. **Маттис А. Р., Зворыгин Л. В., Лабутин В. Н.** Творцы горных машин. — Новосибирск: ИГД СО РАН, 2008.
5. **Курленя М. В.** Грани моей судьбы. — Новосибирск: Наука, 2008.