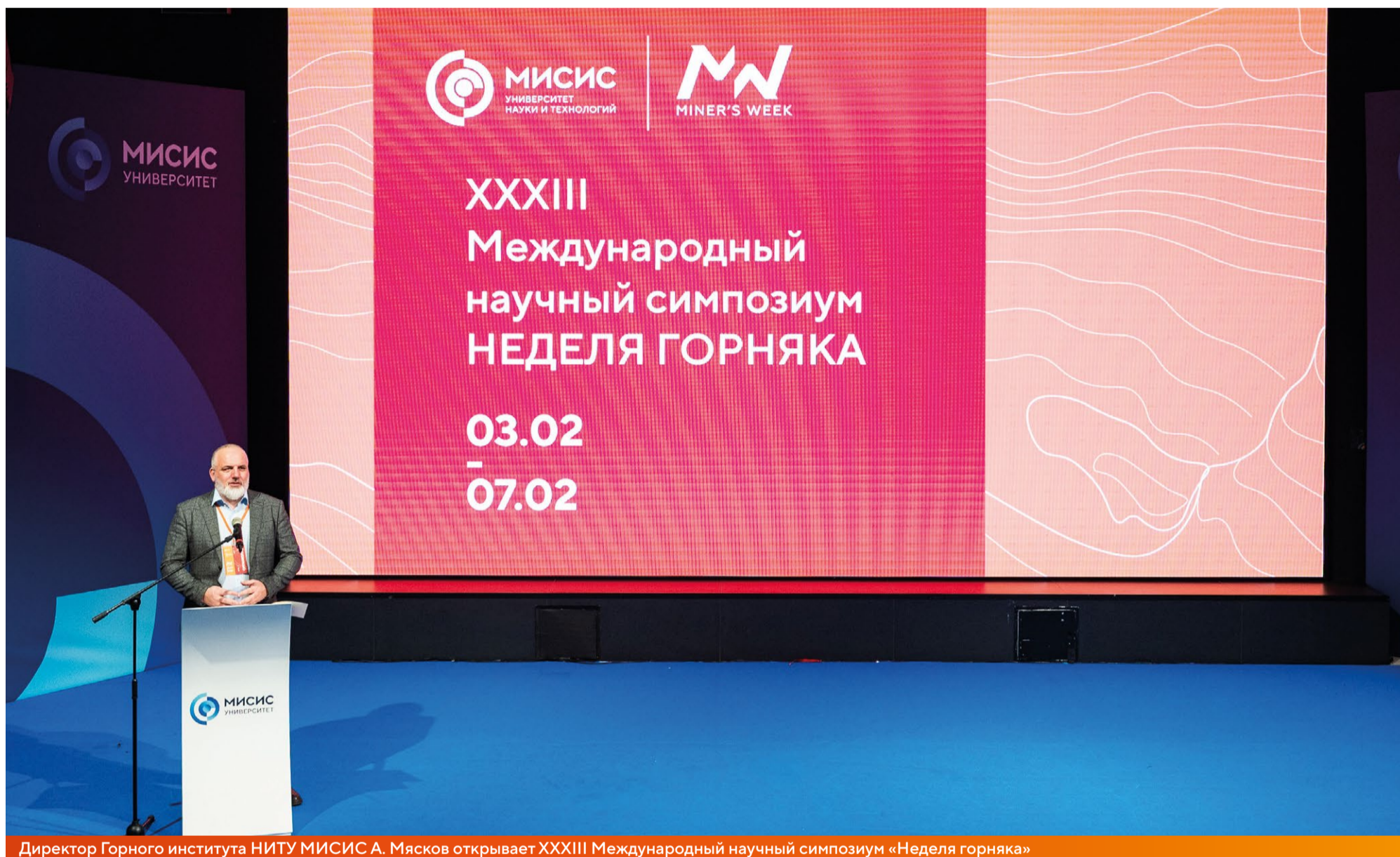


ГОРНЯЦКАЯ ИЗДАЕТСЯ С 1931 ГОДА СМЕНА



Март 2025
№ 1-3 (2689-2691)

ГАЗЕТА ГОРНОГО
ИНСТИТУТА
НИТУ МИСИС



Директор Горного института НИТУ МИСИС А. Мясков открывает XXXIII Международный научный симпозиум «Неделя горняка»

«Неделя горняка» — взгляд в будущее горной отрасли

«Неделя горняка» — крупнейший в России форум в области горного дела — состоялся в стенах нашего университета уже в 33-й раз.

На пленарном заседании симпозиума было озвучено приветственное слово министра энергетики **Сергея Цивилева**. В нем было отмечено, что Россия — одна из крупнейших угольных держав мира, занимает третье место по объему экспорта и шестое — по объему добычи угля. За последние 15 лет производство угля в нашей стране увеличилось более чем на 130 млн тонн. Являясь неотъемлемой частью топливно-энергетического комплекса, угольная промышленность России сосредоточена на достижении главной цели — обеспечении энергетической безопасности и стабильного энергоснабжения российских потребителей, а также повышении конкурентоспособности отечественных компаний на международной арене. Важное значение для угольной отрасли имеют вопросы создания и внедрения на угольных предприятиях инновационных

решений в области добычи, обогащения и глубокой переработки угля. Не менее важной задачей является организация угольно-энергетических и угольно-технологических кластеров, ориентированных на производство продуктов из угля с высокой добавленной стоимостью, конкурентоспособных и востребованных в современных рыночных условиях.

Министр подчеркнул, что на протяжении многих лет симпозиум «Неделя горняка» представляет собой одну из важнейших площадок, на которой обсуждаются вопросы дальнейшего развития горной науки и технологий. Здесь налаживаются крепкие связи между научными институтами, учеными, горнодобывающими компаниями и сервисными организациями.

Ректор Университета МИСИС **Алевтина Черникова** отметила, что форум уже давно стал центром притяжения

талантливых горняков, выдающихся исследователей, начинающих ученых и экспертов из всех регионов России

и 10 стран мира. Благодаря их общению, обсуждению самых актуальных научных тем формируется научно-образовательная повестка отрасли.

«Международный научный симпозиум «Неделя горняка» — ключевое событие горнодобывающей отрасли, формирующее актуальную повестку наук о Земле. Мероприятие объединило на одной площадке представителей академического и бизнес-сообщества, органов власти. Научные инициативы и практики, выработанные экспертами в ходе



В этом году журнал «Уголь» отметит свое 100-летие. Это издание было основано в октябре 1925 года



Гости форума

«Недели горняка», гости форума, наметят основные векторы развития горно-металлургического комплекса в ближайшей перспективе», — акцентировала она.

Ректор Университета МИСИС рассказала, что по итогам приемной кампании 2024 года средний балл у поступающих в НИТУ МИСИС превысил 90, а минимальный проходной балл на горные направления на места, финансируемые из федерального бюджета, составил 232-234. Это значит, что талантливые, целеустремленные, хорошо подготовленные абитуриенты выбрали профессию горняка. Недавно была усовершенствована инфраструктура Горного института НИТУ МИСИС: в 2024 году завершена реставрация здания института, которое является объектом культурного наследия регионального значения, представляя собой образец московского классицизма.

Алевтина Черникова напомнила, что НИТУ МИСИС готовит горных инженеров не только в Горном институте, но и в филиалах университета, расположенных как на территории России — в Старом Осколе, Новотроицке, Выксе, Губкине, так и за рубежом — в Душанбе (Таджикистан) и Алмалыке (Узбекистан). Каждый из этих филиалов находится в местах базирования промышленных партнеров университета. Сегодня роль работодателя усиливается на всех этапах образовательного процесса: разработки, реализации и оценки образовательных программ.

Перечень мероприятий симпозиума «Неделя горняка» традиционно был

очень разнообразным. Состоялись заседания 11 научных секций по инженерной геологии и маркшейдерскому делу; инженерной геофизике, геомеханике и геодинамике; подземной и открытой геотехнологии; безопасности горного производства; охране окружающей среды в промышленных регионах; роботизированным технологиям и механизации горных предприятий; обогащению и глубокой переработке полезных ископаемых; информационным технологиям в горном деле; управлению и экономике на горных предприятиях; энергетике и повышению энергоэффективности промышленных предприятий; строительству подземных сооружений и горных предприятий.

Проведены круглые столы: «Приборное оснащение для контроля качества углей и продуктов их переработки», «Инновации в подземном строительстве», «Гармонизация классификаций углей при их обороте на рынке», «Укрепление технологического суверенитета горного машиностроения Российской Федерации», «Карьера в золотодобыче будущего», «Повышение бесперебойности и безопасности функционирования систем электроснабжения предприятий минерально-сырьевого комплекса» и «Актуальные экологические проблемы добычи, переработки и использования углей».

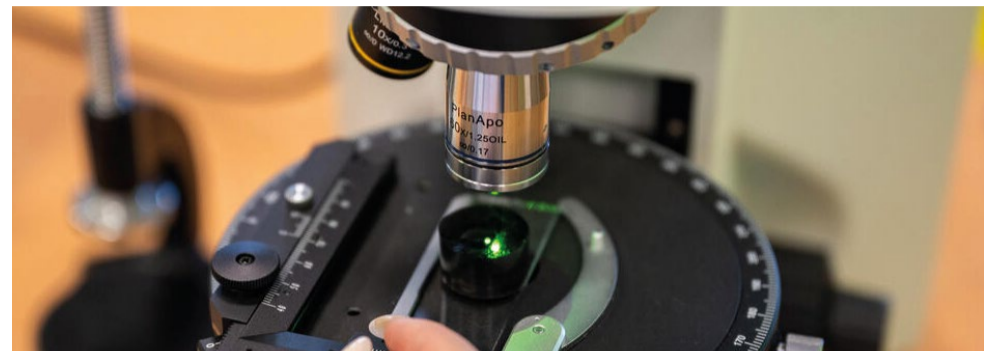
Программа «Недели горняка» также включила заседания Технического совета по геомеханике, научного совета РАН по проблемам горных наук, федерального учебно-методического объединения

«Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия», научного совета РАН по проблемам использования взрывов в народнохозяйственных целях и технического комитета по стандартизации «Твердое минеральное топливо».

Как отметил генеральный директор НП «Горнопромышленники России» **Анатолий Никитин**: «Важно, что гор-

нопромышленная отрасль остается ключевым работодателем: в 2025 году зарплаты повысят на 10-20%, а развитие сотрудничества с вузами, такими как НИТУ МИСИС, поможет привлечь талантливую молодежь и укрепить кадровый потенциал».

Следующий 34-й Международный научный симпозиум «Неделя горняка» пройдет в начале 2026 года.



Установка для анализа углей «Уголь Эксперт»



Работа на установке для анализа углей «Уголь Эксперт»



На пленарном заседании симпозиума «Неделя горняка»



Профессию горняка выбирают талантливые, целеустремленные и хорошо подготовленные молодые люди



Использование новых технологий в горной промышленности повышает эффективность производства



Доклад директора НП «Горнопромышленники России» А. Никитина

Время новых проектов

О планах по развитию горной промышленности России можно было узнать из выступления исполнительного директора НП «Горнопромышленники России», члена Высшего горного совета Анатолия Никитина.

Сегодня горная отрасль находится на втором месте по вкладу в формирование валового внутреннего продукта (ВВП) России, уступая лишь нефтегазовому сектору экономики. В настоящий момент отрасли приходится функционировать на фоне жестких санкций, которые призваны снизить стоимость продукции горняков и одновременно повысить для них закупочные цены. Тем не менее сегодня уровень добычи полезных ископаемых в России не уступает показателям 2023 года, и если по итогам 2025 года произойдет его падение, то, по самым пессимистичным прогнозам, оно составит не более 2%. При этом, согласно оптимистичным ожиданиям, уровень добычи полезных ископаемых может вырасти за счет введения в строй новых мощностей на Удоканском медном месторождении в Забайкальском крае, Малмыжском золото-медно-порфировом месторождении в Хабаровском крае,

расширения Быстринского горно-обогатительного комбината по разработке одноименного полиметаллического месторождения в Забайкалье, а также развития других современных объектов по добыче полезных ископаемых.

По итогам 2024 года уровень добычи угля вырос на 1,3% по сравнению с объемом 2023 года, вместе с тем показатели экспорта угля оказались одними из самых низких за последние 10 лет. Наблюдается рост добычи золота и меди, преимущественно за счет проектов, реализуемых горно-металлургической компанией «Норильский никель», среди которых уже упомянутый Быстринский ГОК.

Перспективы добычи лития и бериллия связаны с запуском новых мощностей на Ловозерском ГОКе и Соликамском магниевом заводе, входящих в структуру государственной корпорации «Росатом», проектов госкорпорации «Ростех» и ком-

пании «Хайленд голд». Стратегическое значение представляют Тастыгское литиевое месторождение в Тыве, Ермаков-



Скоро из отвалов фосфогипса в Воскресенске будут получать концентрат редкоземельных металлов и гипсовый камень



По итогам 2024 года уровень добычи угля вырос на 1,3% по сравнению с объемом 2023 года

ское месторождение бериллия в Бурятии и Тырныаузское вольфрам-молибденовое месторождение в Кабардино-Балкарии.

Большую работу над совместным предприятием по добыче лития — «Полярный литий» — продолжают компания «Норильский никель» и госкорпорация «Росатом». Этот проект полного цикла реализуется на Колмозерском месторождении литиевых руд в Мурманской области и предполагает ежегодную добычу и переработку порядка 2 млн тонн руды и производство 45 тыс. тонн карбоната и гидроксида лития. Запуск проекта запланирован на следующий 2026 год.

В ближайшее время планируется открытие нового производства в Подмосковье. В городе Воскресенске предприятие «Скайград Инновации» организует переработку отвалов фосфогипса, являющихся отходами производства компании «Воскресенские минеральные удобрения» — филиала АО «Уралхим» в Московской области. Результатом этой переработки станут концентрат редкоземельных металлов и гипсовый камень.

На сегодняшний день горнодобывающая отрасль является одним из крупнейших работодателей в России. Здесь трудится около миллиона человек, а поставками, техническим сопровождением, сервисным обслуживанием в интересах горного дела занимается более 10 млн сотрудников.

Согласно последним аналитическим данным, наиболее востребованные в отрасли вакансии — начальники смены, руководители с опытом внедрения новых технологий и автоматизации, менеджеры по контролю качества, охране труда, промышленной безопасности и экологии. В прошлом году в отрасли было повышение зарплатных плат, в этом году на фоне растущей конкуренции за кадры также ожидается рост зарплат на 10–20%.

По мнению Анатолия Юрьевича Никитина, среди насущных задач отрасли — повышение престижа профессии горняка и привлечение для обучения по горному профилю абитуриентов с высокой успеваемостью, что возможно при эффективном взаимодействии учебных заведений, горнодобывающих компаний и государства.

Несмотря на внешние неблагоприятные условия, в отечественном горнодобывающем секторе не только появляются новые производственные объекты, но и внедряются новейшие проекты по цифровизации и роботизации, реализуется экологическая повестка.



За трибуной — директор Института проблем комплексного освоения недр (ИПКОН), академик РАН В. Захаров

В поиске решений

Какие задачи стоят перед базовой для российской экономики горнодобывающей отраслью в обозримом будущем? Каковы пути решения этих задач? На эти вопросы в своем докладе «Энергетические и экологические аспекты развития геотехнологий замкнутого цикла» постарался ответить директор Института проблем комплексного освоения недр (ИПКОН), академик РАН Валерий Захаров.

В начале своего выступления докладчик представил данные, характеризующие соотношение между численностью населения и наличием природных ресурсов в разных странах и частях света. В США, к примеру, проживает примерно 5% от всего населения Земли, при этом Штаты обладают 6% от общемирового запаса полезных ископаемых и потребляют 40% от добываемых ресурсов. В странах Евросоюза живет 15% населения земного шара, обеспеченность ресурсами составляет 10% от общемировых, а потребление — как и в Америке: 40% от добываемого объема. Население России составляет около 3% от всех жителей Земли, при этом на долю Российской Федерации приходится четверть всех полезных ископаемых, а потребляем мы всего 5% от добываемого объема.

Таким образом, основная масса ресурсов Россией либо экспортируется, либо используется в качестве прямых энергоносителей. Вместе с тем тенденции последних десятилетий показывают, что именно резкое увеличение потребления минеральных ресурсов внутри страны приводит к бурному росту экономики и повышению благосостояния населения. Речь идет о Китае, Индии, Бразилии, Индонезии, Мексике, Малайзии и других быстро развивающихся странах.

При добыче все больших объемов полезных ископаемых человечеству приходится оказывать значительное влияние на литосферу, увеличивая объемы вскрышных пород и извлекаемой горной массы. Причем объемы пустой породы и горной массы возрастают более быстрыми темпами, чем объемы добываемых ископаемых. Например, если в 2020 году добыча угля в России по сравнению с 2000 годом выросла при-

мерно в полтора раза, то объем вскрыши и горной массы за тот же период увеличился в 4-5 раз. В том же 2000 году на тонну полезного ископаемого в среднем приходилось 6 тонн пустой породы, теперь же этот показатель вырос почти до 14 тонн.

В горной отрасли производится большое количество отходов — 93% от общего объема отходов в России. Так, предприятия черной металлургии ежегодно

таров земель, а негативное воздействие горнопромышленных отходов на окружающую среду проявляется на территории, превышающей эту площадь в 10-15 раз.

Экологические проблемы есть, например, в Кузбассе, где добывается более половины российского угля. Ежегодно здесь взрывается больше 800 тыс. тонн взрывчатых веществ. Это приводит к негативным последствиям как в не-

драх Земли, так и на поверхности. Есть прецеденты высокой техногенной сейсмичности. Например, на Бачатском угольном разрезе было зафиксировано техногенное землетрясение магнитудой 6 баллов. Ранее подобные землетрясения наблюдались на руднике «Умбозеро» на Кольском полуострове, на рудниках в ЮАР и т.д.

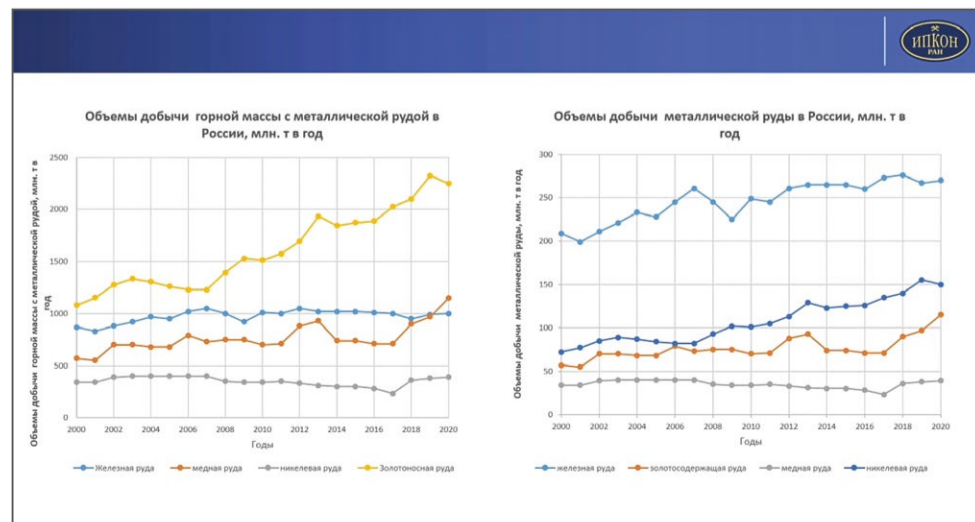
Интенсивность горных работ растет, вместе с ними увеличиваются и техногенные риски. Здесь же, в Кузбассе, ежегодно складывается 3,5-4 млрд тонн вскрышных пород. Не все они представляют высокую опасность, но многие из них создают большие объемы пыли и долго не зарастают зелеными насаждениями, что формирует напряженную экологическую ситуацию.

Другая серьезная проблема — при увеличении глубины разработки ископаемых наблюдается падение содержания полезных компонентов. Так, за последние 30 лет содержание меди в медноколчеданных месторождениях упало почти в 3 раза.

Еще одна проблема связана с большой энергоемкостью многих процессов в отрасли. Если для разрушения горной породы требуется относительно немного электроэнергии, потому что для этого зачастую используются взрывчатые вещества, то транспортирование горной массы, измельчение и разделение минеральных компонентов, проветривание выработок, металлургические процессы весьма энергозатратны. На сегодняшний



производят около 220 млн кубометров отходов обогащения полезных ископаемых — хвостов. В эксплуатации находятся свыше 50 хвостохранилищ общей площадью около 140 кв. км. В цветной металлургии эксплуатируется вдвое больше хвостохранилищ, чем в черной, — более 100, которые вмещают до 280 млн кубометров хвостов. В общей сложности на территории страны накоплено более 100 млрд тонн только твердых отходов. Ежегодно под полигоны отчуждается около 10 тыс. гектаров земель, пригодных для сельского хозяйства. Этими полигонами уже занято свыше 500 тыс. гек-





Больше половины общего объема российского угля добывается в Кузбассе

день металлургия и горное дело потребляют примерно 25% всей электроэнергии, вырабатываемой в России. Для сравнения: на долю бытового сектора приходится 15% от всей электроэнергии, на химическую и нефтехимическую отрасли — 4%, машиностроение — 2,4%, легкую и пищевую промышленность — 1,5%.

Например, при подземной добыче руд цветных металлов удельные расходы электроэнергии составляют от 22 до 85 кВт/ч на 1 тонну руды. В среднем от этого количества на бурение уходит 7–13 кВт/ч, на доставку и откатку руды — 3–4,5, на подъем — 1,5–4, на вентиляционные и калориферные установки — 6–10 кВт/ч. Остальная энергия расходуется на водоотлив.

На горно-обогатительном предприятии цветной металлургии средние значения энергозатрат при добыче руды составляют 15 кВт/ч из расчета на 1 тонну меди, а при обогащении — 30 кВт/ч на 1 тонну.

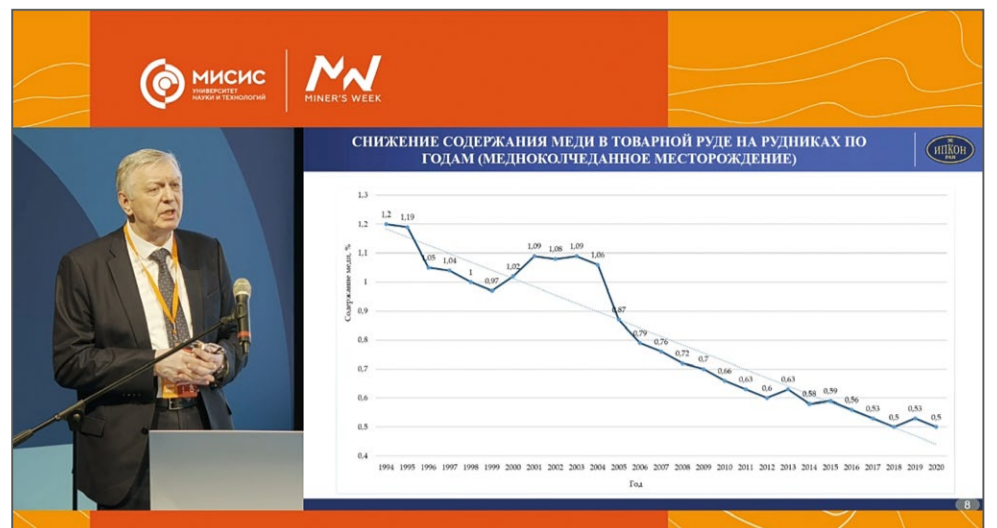
Весь комплекс обозначенных проблем горнякам придется решать в ближайшие годы. Научные сообщества и бизнес уже сейчас занимаются поиском соответствующих технологических решений и подходов. Поскольку присутствие человека в горных выработках требует больших затрат на вентиляцию, спуск под землю и подъем на поверхность, обеспечение безопасности и т.д., то экономия средств может быть достигнута посредством выведения человека из зоны проведения горных работ.

Если говорить о путях преодоления экологических проблем, связанных с горнопромышленными отходами, то специалисты из ИПКОН РАН в течение 5 лет изучали проблему отходов кимберлитовых месторождений Архангельской области. На сегодняшний день отработана группа технологий, которые позволяют использовать хвосты обогащения, представляющие собой глинистые соединения, в качестве строительных материалов, удобрений, сорбентов и т.п.

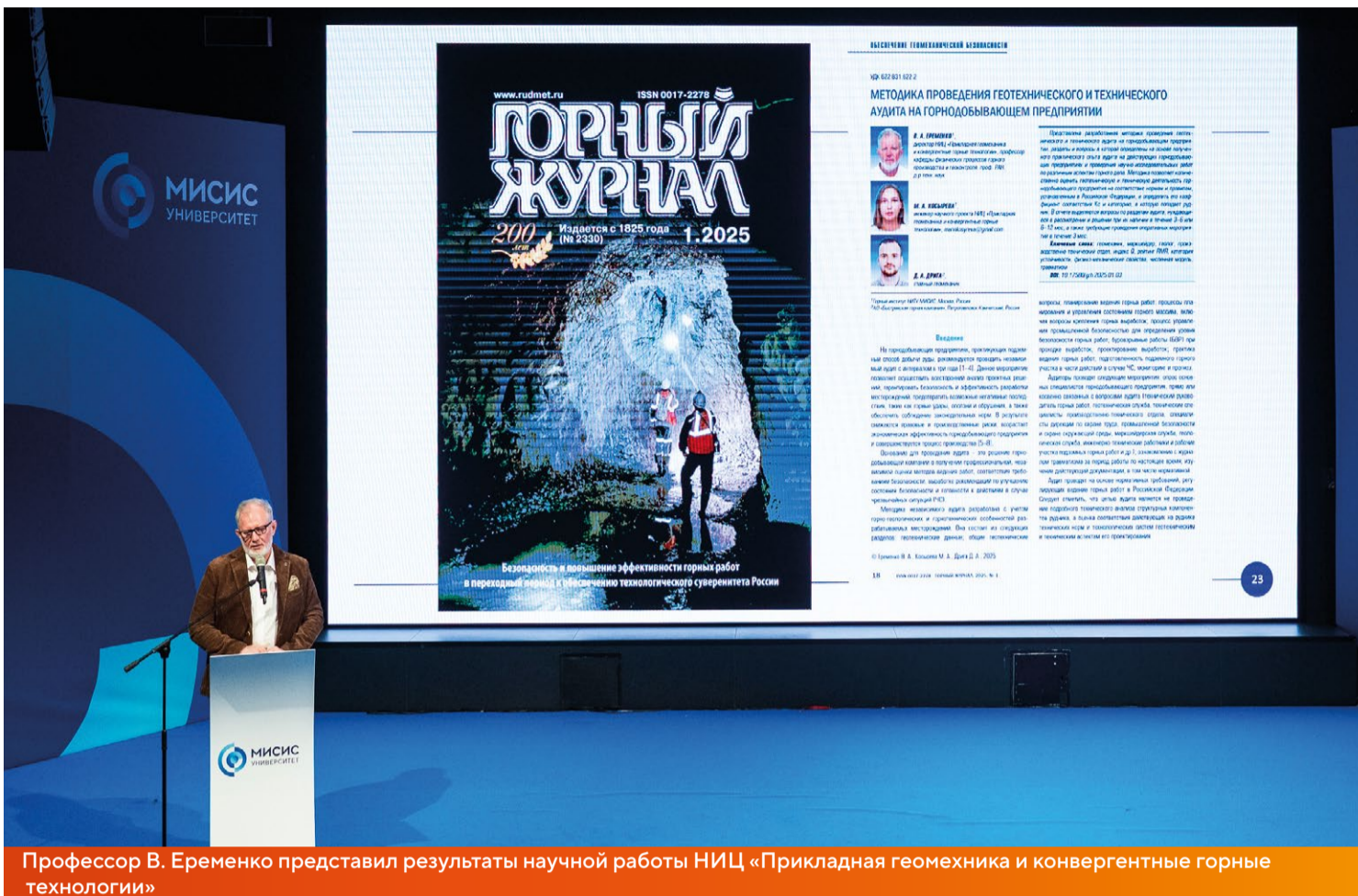
Решить многие проблемы, стоящие перед горняками, позволит ряд передовых мер. Первое — использование комбинированных физико-технических и физико-химических технологий для наиболее эффективной разработки месторождений. Второе — применение мобильного внутрирудничного оборудования — сортировочных станций, которые позволят выдавать на поверхность только кондиционные руды с высоким содержанием ценных компонентов. Сейчас такое

оборудование активно разрабатывается. Третье — максимально приблизить цикл переработки минерального сырья к зонам ведения горных работ и т.д.

Технологии, обеспечивающие экологически сбалансированное освоение и сохранение недр, называются технологиями замкнутого цикла. Они подразумевают либо оптимальное использование минеральных ресурсов и возможность их замены другими продуктами, либо вторичное использование ресурсов (согласно оценкам, практически 80% материалов, производимых из природного сырья, могут быть использованы повторно). Также технологии замкнутого цикла характеризуются минимизацией образования отходов добычи и переработки руды. Неиспользуемую руду можно применять для изменения ландшафтов в условиях открытых горных работ в качестве закладочного материала в подземных выработках, а также для создания под землей техногенных месторождений, к разработке которых наши потомки смогут вернуться, вооружившись технологиями будущего.



На долю Российской Федерации приходится около четверти от общемировых запасов полезных ископаемых



Профессор В. Еременко представил результаты научной работы НИЦ «Прикладная геомеханика и конвергентные горные технологии»

Импортозамещение для горняков

Важнейшие темы обеспечения технологического суверенитета российской горнодобывающей отрасли и снижения травматизма на горных предприятиях под- нял директор НИЦ «Прикладная геомеханика и конвергентные горные технологии», профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС Виталий Еременко. Он представил новейший российский метод рейтинговой оценки устойчивости подземных горных выработок.

Уже не один год технические специали- сты горнодобывающих компаний и Ростехнадзора говорят о необходи- мости разработки российского метода рейтинговой оценки устойчивости под- земных горных выработок и камер для условий разработки рудных, угольных и соляных месторождений.

Для оценки качества и устойчивости породного массива используют несколь- ко систем. Среди них ряд зарубежных — например, метод Бартона, основанный на расчете индекса Q , рейтинговая класси- фикация Бенявского, которая базируется на определении индекса RMR, система Мэтьюза — Потвина, в центре которой фак- тор N , методика Хука, в ее основе — геологический индекс прочности GSI, и т. д.

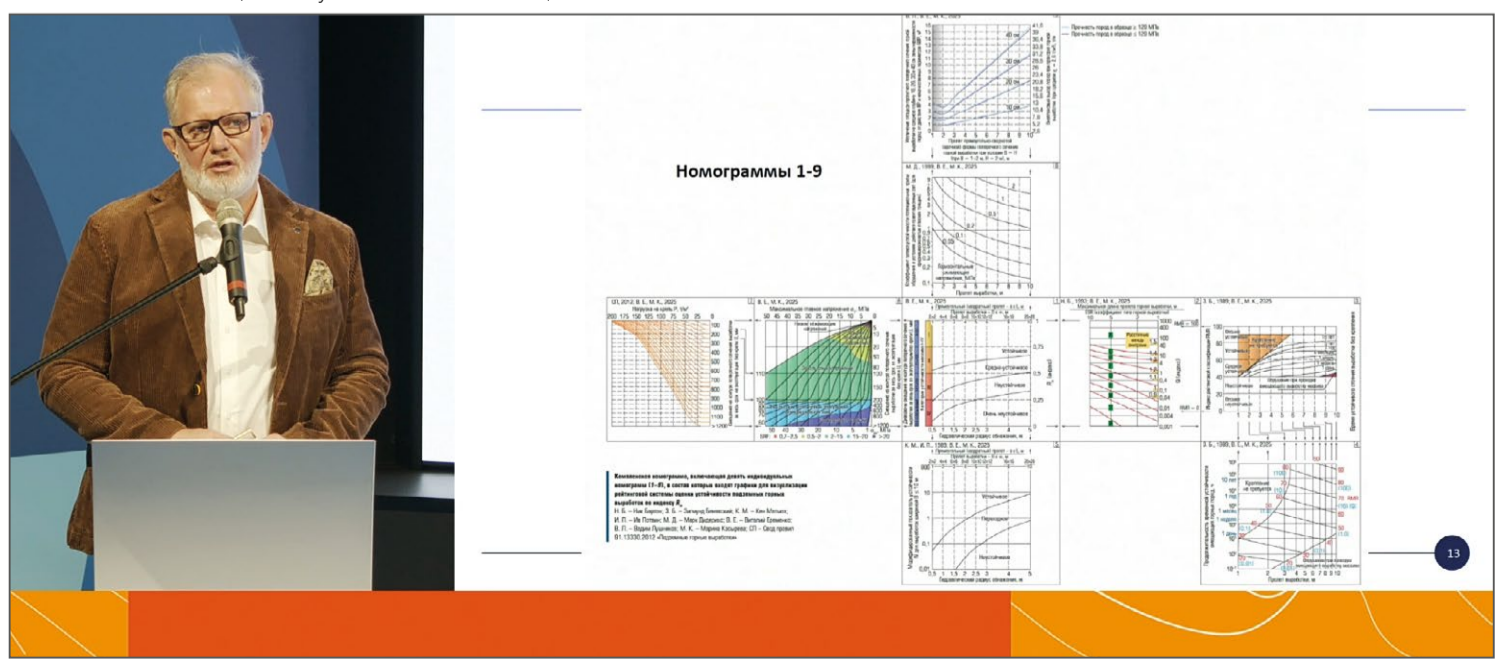
На службе у российских горняков есть и отечественная система, представле- ная в Своде правил «Подземные горные выработки». В свое время эта методика, в основу которой заложен большой объ- ем эмпирических данных, была разрабо- тана в ленинградском Всесоюзном науч- но-исследовательском институте горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ).

Все эти методы позволяют производить достаточно эффективную оценку состо- яния устойчивости горных выработок, и на основании этого осуществлять вы- бор подходящих для конкретных условий параметров и видов крепей и систем мо- ниторинга. Однако стоит отметить, что большинство из перечисленных методик к настоящему моменту являются устарев- шими и не отвечают на все вопросы, ко- торые сегодня возникают у специалистов горных предприятий.

Именно поэтому встал вопрос о необ- ходимости разработки нового способа оценки устойчивости горных вырабо- ток, который был бы удобен, отличался доступностью и дешевизной. Такая си- стема разработана коллективом НИЦ «Прикладная геомеханика и конвергент- ные горные технологии» Университета МИСИС. На сегодняшний день она под- ходит для оценки устойчивости горных массивов на рудных месторождениях, разрабатываемых при помощи выработок шириной до 10 м. Сейчас эта методика находится в стадии адаптации приме- нительно к угольным и соляным место- рождениям, а также рудным месторожде- ниям, где добыча полезных ископаемых ведется при помощи выработок шириной более 10 м.

В основе новой методики — индекс количественной оценки устойчивости

подземных горных выработок R_m . Назва- ние R_m можно расшифровать по-русски как «рейтинг массива» или перевести с английского как $rock$ — «горная порода» и $mining$ — «горное дело», т. е. «поведе- ние горной породы при горных работах». Значение индекса может варьироваться от 0 до 1, в зависимости от этого горной породе присваивается определенная ка- тегория устойчивости. Если величина ин- декса находится в пределах 0,75–1, то по- рода устойчива; если в пределах 0,5–0,75, то состояние породы среднеустойчивое; если в пределах 0,25–0,5, то неустойчи- вое; при значении R_m ниже 0,25 порода очень неустойчива. Таким образом, на данный момент выделены 4 категории устойчивости. В перспективе их число может быть увеличено до 5: чем больше категорий, тем детальнее и качественнее оценка.



Индекс количественной оценки устой- чивости подземных горных выработок рассчитывается на основе 27 показате- лей, разделенных на 5 групп: физико-хи- мические свойства, качество породного массива, состояние трещин, геометрия и горное давление. При необходимости число показателей можно сокращать, выбор их количества зависит от горно- геологических условий и возможностей предприятия.

Опытно-промышленное апробирова- ние метода уже проводится на предприя- тиях компаний «Норильский никель», АЛРОСА, «Евраз», рудниках Кумроч, Дже- руй и т. д.

Также начата разработка компьютер- ной программы, которая позволит произ- водить оценку устойчивости горных мас- сивов на базе методики, созданной в НИЦ «Прикладная геомеханика и конвергент- ные горные технологии» НИТУ МИСИС. Это программное обеспечение разра- батывается совместно с воронежской компанией «АТОЛЛис», которая имеет успешный опыт создания программы по расчету паспортов крепления для ГМК «Норильский никель».

Параллельно команда сотрудников Горного института НИТУ МИСИС созда- ет новые Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности (ФНиП) «Правила обеспечения устой- чивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых». Задача — выпол- нить эту работу за полгода и в сентябре представить проект ФНиП в Ростехнад- зор. Работа ведется при поддержке служб геотехнического мониторинга и руково- дителей многих горных предприятий Рос- сии.

Методические рекомендации по оценке устойчивости горных выработок планируется составить к декабрю. Ожи- дается, что новая система оценки, объ- единяющая лучшие мировые практики, позволит значительно уменьшить количе- ство несчастных случаев на горнодобы- вающих предприятиях.

Методика рейтинговой оценки устой- чивости подземных выработок в услови- ях разработки рудных месторождений, созданная коллективом Горного инсти- тута НИТУ МИСИС, уже опубликована в «Горном журнале». 2025 год — юби- лейный для этого старейшего научного российского издания в области горного дела и горных наук. «Горный журнал» был основан в 1825 году по указу императора Александра I и в этом году отметит свое 200-летие.



Выступление гендиректора компании «Динамические системы» С. Левина

Будущее становится реальностью

Применению искусственного интеллекта и информационных технологий российского производства на горнодобывающих предприятиях было посвящено выступление генерального директора компании «Динамические системы» Самуэля Левина.

Исследованиям в области искусственного интеллекта (ИИ) уже более 50 лет — еще в Советском Союзе этим вопросом занимались очень серьезно. Сегодня же большинство исследований в области ИИ выполняется на Западе, однако в последние годы российские компании начали предлагать собственные программные решения, альтернативные зарубежным. К примеру, в сфере интересов ООО «Динамические системы» находятся контроль технологической инфраструктуры, управление и оптимизация производственных процессов, а также логистика на предприятиях по добыче руды, угля и нефти, изготовлению удобрений и продуктов нефтехимии, осуществлению геологоразведочных работ и т.д.

Основными нормативно-правовыми документами, регулирующими сферу ИИ в нашей стране, являются Указ Президента РФ от 10 октября 2019 года «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» и Приказ Минэкономразвития России от 29 июня 2021 года «Об утверждении критериев определения принадлежности проектов к проектам в сфере искусственного интеллекта». Согласно этим документам, в поле ИИ находятся проекты, связанные с компьютерным зрением, интеллектуальной поддержкой принятия решений, автоматическим машинным обучением, распознаванием и синтезом речи, интерпретируемой обработкой данных, обработкой естественного языка и алгоритмами решения задач в условиях неполноты данных. Разработки компании «Динами-

ческие системы» касаются трех первых направлений. В основе программного обеспечения лежат математические модели — теория графов, алгоритмы оптимизации и теории расписаний, решение задач с большим количеством ограничений — и цифровые двойники. Последние являются максимально точными виртуальными моделями реальных объектов — предприятий, объединяя и анализируя всю самую современную доступную информацию об этих объектах. Это позволяет создавать высокоточные модели контроля, обеспечивающие эффективное управление и оптимизацию процессов производства.

К примеру, так называемый цифровой двойник путевого развития показывает движение железнодорожного и автомобильного транспорта, перевозящего руду

и вскрышу на том или ином горном предприятии. Диспетчеры могут отслеживать скорость транспортных средств, видеть сложности во время передвижения и регулировать грузопотоки в режиме реального времени.

Искусственный интеллект позволяет составлять расписание движения автосамосвалов и железнодорожных составов для перевозки горной породы из мест проведения взрывных работ до временных складов, затем на обогатительные фабрики и далее конечной продукции потребителю с минимизацией простоев. Здесь важно учитывать движение всех транспортных средств в условиях множественных ограничений по времени, скорости, пропускной способности и т.д. Оценка качества выработанных решений производится при помощи специальной

имитационной модели. Для выполнения этих задач требуются большие вычислительные мощности.

С использованием ИИ моделируется работа карьеров, рудников и обогатительных фабрик с учетом движения экскаваторов, погрузчиков, электровозов с вагонетками, функционирования складов, конвейеров, дробилок и т.п.

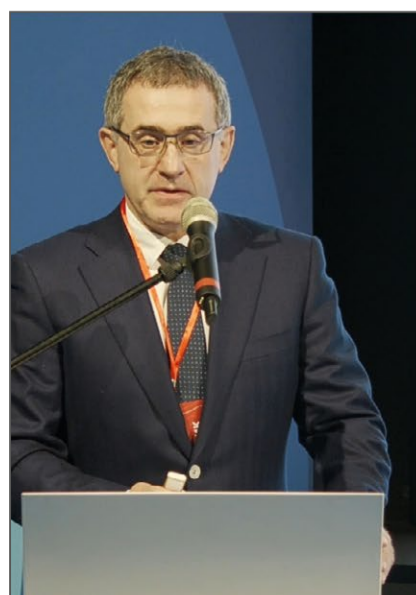
Для решения задач промышленной безопасности используется машинное зрение. Нейронные сети автоматически определяют оснащенность сотрудников предприятия средствами индивидуальной защиты: касками, жилетами и т.д. Благодаря автоматизации этого процесса отпадает необходимость в привлечении большого количества специалистов по охране труда. Также нейронные сети способны оценивать размер кусков горной породы и помогают определять концентрацию руды в рудоспуске.

Использование комплексного мониторинга на основе ИИ позволяет находить золотую середину между безопасностью и эффективностью производства. Известно, что эти понятия ортогональны: абсолютная безопасность зачастую влечет неэффективность, а максимальная эффективность становится причиной возникновения опасных ситуаций. Для нахождения баланса в этой сфере цифровые сервисы собирают и обрабатывают информацию из различных источников — данные из автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления и предписаний на выполнение работ, сведения о техническом состоянии техники и оборудования и др. Результатом этой аналитики являются рекомендации по принятию оптимальных решений, которые система предлагает руководству и собственникам предприятий.

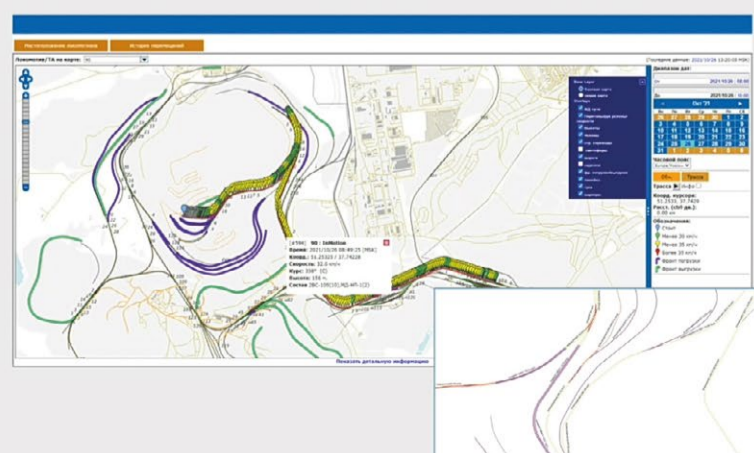
Кроме того, ИИ помогает своевременно выявлять и на ранней стадии предотвращать опасные события, прогнозировать отказы оборудования, снижать вероятность возникновения и продолжительность простоев, контролировать выброс вредных веществ в окружающую среду и мн. др.

Эти цифровые решения уже внедрены в компаниях НЛМК, СУЭК, «Норильский никель», «ЕвроХим», «Газпромнефть», «Апатит», на Стойленском горно-обогатительном и Магнитогорском металлургическом комбинатах.

В 2024 году компания «Динамические системы» стала победителем ежегодного конкурса «Российская горная награда», учрежденного форумом «Майнекс Россия», в номинации «Прорывное решение года».



Цифровой двойник путевого развития: интерактивная модель



- Отслеживание местоположения транспортных средств в заданный момент времени
- «Тепловые» карты
- Использование геоданных модели (длины секций, уклоны, положения датчиков ССО и пр.) для повышения точности расчёта оптимизационных алгоритмов



Сегодня специалистов для горнодобывающей промышленности в России готовят 24 вуза

Кадры для СУЭК

О подготовке горных инженеров и разработке новых государственных образовательных стандартов шла речь на заседании ФУМО «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия». Центральным стал доклад технического директора СУЭК Анатолия Мешкова. Именно горнодобывающие компании являются заказчиками на подготовку специалистов для отрасли и определяют набор компетенций, которыми они должны владеть.

Сибирская угольная энергетическая компания (СУЭК) была образована в 2001 году и на начальном этапе своего существования добывала уголь для сжигания на электростанциях. Сегодня СУЭК является лидером по объему добычи угля в России и входит в топ-4 мировых экспортеров этого полезного ископаемого, продавая уголь 49 странам мира. СУЭК — это 28 шахт и разрезов, 27 тепловых электростанций, 5 портов и 133 тыс. железнодорожных вагонов для перевозки угля. В 8 регионах России на объектах компании работают 34 тыс. сотрудников, из них более 6 тыс. человек, или 18,5%, — производственные инженерно-технические работники (ИТР). Число сотрудников в возрастной категории 20–24 года составляет 3%, 25–29 лет — 6%, 30–34 года — 12%, 35–39 лет — 19%, 40–44 года — 18%, 45–49 лет — 17%, 50–54 года — 12%, 55–59 лет — 7%, старше 60 лет — 6%.

По прогнозам, мировое потребление угля, а значит, и его добыча будут расти. Это обусловлено тем, что более 30% энергетических потребностей человечества удовлетворяется при помощи угля. В 2023 году общемировая добыча угля составила 8,8 млрд тонн, из них 4,4 млрд тонн произвел Китай, 1 млрд тонн — Индия, 775 млн тонн — Индонезия, 527 млн тонн — США. Пятое и шестое места в этом угольном «табеле о рангах» делят Австралия и Россия, на долю которых пришлось 430–450 млн тонн угля. К 2030 году ежегодный уровень добычи угля в нашей стране вырастет до 500 млн

тонн, а к 2050-му — до 600 млн тонн, поэтому занятость угольщикам гарантирована.

Что касается СУЭК, то в последние три года компания производит в районе 114 млн тонн угля, на 2025 год поставлена задача повысить этот показатель до 126 млн тонн.

Основу успешной деятельности и конкурентоспособности компании составляют стратегическое и тактическое планирование, управление рисками, технические решения, цифровизация и роботизация.

В 2018 году СУЭК реализовала пилотный для России проект по запуску на разрезе «Абаканский» двух автосамосвалов-роботов БелАЗ, ожидая от них как минимум на 10% больше эффективности по сравнению с грузовиками, пилотируемыми человеком. Эксперимент длился 2 года, но в связи с аварией был приостановлен. После проведенного анализа и ремонта автосамосвала, а также доработки системы безопасности опытно-промышленные испытания были продолжены. Удалось постепенно повысить скорость движения машин, сократить время на совершение маневра, ввести в действие функционал «Перекресток», который положительно сказался на регулировании движения автомобилей. На сегодняшний день на разрезе «Изыхский» функционируют два беспилотных автосамосвала БелАЗ-75131R грузоподъемностью 130 тонн. К концу 2024 года ими перевезено 2 млн кубометров горной

массы. В 2025 году планируется приступить к полноценной промышленной эксплуатации машин, и в дальнейшем расширить этот проект.

Управление самосвалами производится дистанционно. Один оператор контролирует оба роботизированных грузовика и в перспективе сможет дистанционно управлять пятью автомобилями. Решение о расширении проекта обуславливает потребность компании в специалистах, способных осуществлять управление такой техникой.

Следующий кейс: большинство предприятий СУЭК, добывающих уголь открытым способом, ввиду специфики гидрогеологических условий месторождений и физико-механических свойств пород имеют низкую устойчивость бортов карьеров и отвалов. В основном это касается производственных объектов на Дальнем Востоке, где уголь добывается в условиях песчаников. Однако самое крупное происшествие в этом плане произошло в Кузбассе в апреле 2015 года. Тогда на разрезе «Заречный» случился оползень на отвале общим объемом 27,5 млн кубометров, из-за чего за контуром отвала оказалось 7,5 млн кубометров горной массы. По счастливой случайности человеческих жертв не было, но были разрушены ЛЭП, автодорога и железнодорожные пути, перекрыт ток реки Кыргай, возникла угроза затопления шахты «Талдинская-Западная 1». Общие затраты на устранение последствий аварии обошлись СУЭК в колоссальную сумму — больше 3,5 млрд руб.



На заседании ФУМО «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия»



О кадровых потребностях СУЭК рассказывает технический директор компании А. Мешков (слева). Справа — проректор Университета МИСИС В. Петров

Для предотвращения подобных случаев в будущем компанией, наряду со стандартными методами мониторинга — визуальным и периодическим инструментальным маркшейдерским контролем, сегодня используются георадары. Это оборудование позволяет вести наблюдения за состоянием бортов и откосов карьерного поля в режиме реального времени. Применение инновационных методов в ближайшее время планируется расширить. Отсюда потребность компании в новых специалистах — маркшейдерах, работающих с программными комплексами и георадарами, и инженерах по планированию устойчивости бортов.

Еще один кейс: на предприятиях СУЭК в Кузбассе, Хакасии, Красноярске склонность угля и вмещающих пород к самовозгоранию приводит к возникновению эндогенных пожаров. В результате этого в атмосферу выделяется значительный объем угарного и углекислого газов, которые представляют опасность для жизни и здоровья работников предприятий, местных жителей и животного мира. Решение проблемы заключается в проведении тепловой аэрофотосъемки при помощи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), что позволяет оперативно обследовать значительные территории и принимать меры по предотвращению и локализации возгораний. Для этого компании требуются специалисты, имеющие опыт работы с БПЛА.

Новое направление, которое СУЭК начала развивать полтора года назад — это переход от дизель-гидравлического монорельсового подвешного транспорта (ДГЛ) на пневмоколесный транспорт. Это безопаснее, надежнее, быстрее и удобнее. В 2000-е годы, когда наметилось развитие угледобычи в России, СУЭК переняла опыт Германии, Чехии и Польши, где шахтеры перемещались на подвесных машинах. Однако сегодня применение этого транспорта уже неактуально, особенно в условиях таких мощных производственных объектов, как шахта имени В.Д. Ялевского, где суточная добыча угля доходит до 65–67 тыс. тонн. Если скорость движения ДГЛ составляет всего 5 км/ч, то колесные машины способны передвигаться в 5 раз быстрее. При использовании устаревшего вида транспорта сотрудники, оборудование и материалы с поверхности иногда доставляются к месту проведения подзем-

ных работ в течение суток. Опыт применения прогрессивной пневмоколесной техники на австралийских и американских рудниках показывает, что время доставки можно сократить до одного часа.

На сегодняшний день в Кузбассе на шахте имени В.Д. Ялевского уже ездят два пневмоколесных автобуса и три многофункциональные погрузочно-доставочные машины, на шахте имени С.М. Кирова — также два автобуса. Поскольку австралийская техника, которая действует на вышеназванных шахтах, в связи с санкционными реалиями сейчас для покупки недоступна, происходит переориентирование на китайский рынок. В дальнейшем планируется переход всех шахт компании на пневмоколесный транспорт, в связи с чем СУЭК нужны специалисты по управлению, обслуживанию и ремонту таких машин.

Как и перед любой компанией, осуществляющей подземную добычу угля, перед СУЭК стоит задача дегазации. Ежегодно глубина горных работ увеличивается на 30–50 м, и вместе с ней растет и метаноносность угольных пластов. СУЭК применяет все известные в мире методы дегазации, включая предварительную, пластовую, заблаговременную и дегазацию выработанного пространства. Как следствие, компании нужны специалисты в области проектирования и веде-

ния горных работ, моделирования вентиляционных сетей шахт, гидроразрыва и гидрорасчленения пластов.

На предприятиях СУЭК активно внедряются цифровые устройства. Шахтная газоаналитическая система «Микон 1» заменена более совершенным аналогом «Микон 3», абсолютно все датчики метана в шахтах цифровые, также на 2025 год запланирована задача замены всех существующих датчиков угарного газа и скорости воздушного потока на электронные. Практически на всех подземных объектах СУЭК функционирует система позиционирования персонала: диспетчер на поверхности видит всех, кто находится в шахте, с точностью до 3 м, в то время как на первых порах этот показатель составлял 20 м. На трех шахтах — «Талдинская-Западная 1», «Талдинская-Западная 2» и имени С.М. Кирова — действует пилотная версия системы операционного управления «Алтан». Для расширения внедрения этих проектов требуются специалисты в сфере цифровой коммутации и программисты.

Новым для СУЭК является получение из бурых углей термококка, который востребован нефтеперерабатывающими компаниями — используется в качестве сорбента при глубокой переработке тяжелых остатков нефти. Один завод по производству термококка уже успешно работает, спроектирован второй комплекс. В интересах развития этого направления СУЭК требуются специалисты в области углехимии.

Для оценки стратегических планов развития в компании применяется LOM-моделирование (от английского Life of mine — жизнь рудника). Планирование производится в специальных компьютерных программах на весь срок службы предприятий. СУЭК нужны инженеры, умеющие проектировать шахты и разрезы в программных комплексах ХРАС, «Майкролайн», «Майнфрейм», «Геомикс» и других.

Также все предприятия СУЭК испытывают дефицит в водителях автосамосвалов, экскаваторщиках, бульдозеристах, горнорабочих очистного забоя, проходчиках, электрослесарях. К примеру, в самом большом подразделении компании — «СУЭК-Кузбасс», где работают 16 тыс. человек, наблюдается недокомплект в 1,5–2 тыс. сотрудников.

Согласно анализу, проведенному компанией, специалистов с высшим образованием для угольной отрасли России и СУЭК сегодня готовят 24 вуза. Среди них НИТУ МИСИС, Санкт-Петербургский горный университет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Новосибирский государственный технический университет, Кузбасский государственный технический университет и др. Количество выпускников вузов, остающихся работать в компании после трудоустройства, составляет 82%, при том что лучшие мировые показатели в этом отношении находятся на уровне 80%. Применительно к выпускникам средних специальных учебных заведений этот показатель для СУЭК составляет 61%.

В компании полагают, что на подземной добыче горному мастеру, помощнику начальника участка, заместителю начальника участка и, собственно, начальнику участка достаточно иметь уровень образования «горный техник». Если сотрудник хорошо себя проявил и хочет развиваться дальше, то, начиная с должности заместителя директора по производству, требуется высшее образование.

При этом для угледобывающих предприятий в текущих реалиях характерна слишком длинная управленческая цепочка: горный мастер — помощник начальника участка — заместитель начальника участка — начальник участка — начальник смены — заместитель директора по производству — главный инженер — директор. Более рациональным в Сибирской угольной энергетической компании считают сокращенный вариант этой цепочки: горный мастер — начальник участка — заместитель директора по производству — директор. То есть при сокращении управленческих единиц вдвое — с 8 до 4 позиций — эффективность работы предприятия не только не ухудшится, а, напротив, возрастет.

В течение 14 лет в СУЭК действует собственная годовая программа подготовки кадрового резерва для компании под названием «Локомотив». За это время ее выпускниками стали почти 400 человек, более 260 из них получили повышение.



Сибирская угольная энергетическая компания — лидер по объему добычи угля в России



Различные виды оценки угля требуют высоких профессиональных навыков, существенных временных затрат и сложного оборудования

Оценка качества полного спектра

В ходе симпозиума «Неделя горняка» его участникам был представлен комплекс петрографического и рефлектометрического анализа углей «Уголь Эксперт», разработанный учеными НИТУ МИСИС совместно с ООО «Фотон-Био» в рамках программы «Приоритет-2030».

Новый комплекс находит применение на этапах разведки месторождений, добычи, обогащения, переработки, а также оценки качества полного спектра углей — от бурых до антрацитов — для отечественного рынка и экспорта.

Оценка угля требует высоких профессиональных навыков, существенных временных затрат и сложного оборудования. Новая установка существенно упрощает анализ ключевых показателей, среди которых обогатимость, окисленность, отражательная способность, петрографический и минеральный составы угля. С помощью этой научно-технической новинки предприятия могут измерить степень воздействия производства на экологию, что особенно важно при переходе на устойчивые технологические процессы.

Комплекс оснащен модульной конструкцией, которая позволяет расширить функционал с помощью модификаций и интеграции комплектующих. Пользователи могут адаптировать систему под конкретные задачи, связанные с анализом структуры углеродных материалов, нефтяных и каменноугольных коксов, минеральных пород.

По мнению руководителя научно-учебной испытательной лаборатории «Физико-химия углей» НИТУ МИСИС, д.т.н., профессора **Светланы Эпштейн**, главными преимуществами системы являются новые подходы при разработке калибровочных оптических мер, профес-

сиональное программное обеспечение, постоянная техническая и консультационная поддержка. Это позволяет существенно сократить время на проведение исследований, повысить их точность и унифицировать данные. Что важно, комплекс соответствует всем требованиям российских и международных стандартов.

Значительное внимание отведено обучению специалистов, которые будут работать с установкой «Уголь Эксперт». Предусмотрены курсы повышения квалификации с выдачей документов государственного образца, дистанционные консультации, техническая поддержка, а также гарантийное и послегарантийное обслуживание.

С. Эпштейн отмечает готовность университетского коллектива к сотрудничеству со специалистами производственных предприятий, испытательных лабораторий, научных и экспертных организаций. ООО «Фотон-Био», в партнерстве с которым разработана система «Уголь Эксперт», — это российская компания с многолетним опытом создания высокоточных спектрометров и спектрофотометров для научных исследований и практического применения.

«Вместе мы улучшаем «Уголь Эксперт» и разрабатываем новые технологии для промышленности», — резюмировала профессор Эпштейн.

**Спецвыпуск «Горняцкой смены»
подготовил Сергей СМИРНОВ**



Профессор С. Эпштейн презентует систему «Уголь Эксперт»



Новое оборудование вызвало огромный интерес участников симпозиума