

ГОРНЯЦКАЯ

ИЗДАЕТСЯ

С 1931 ГОДА

СМЕНА



Март 2024,
№ 1–5 (2681–2685)

ГАЗЕТА ГОРНОГО
ИНСТИТУТА
НИТУ МИСИС



Директорский корпус СУЭК-Кузбасс на «Неделе горняка-2024»

Сила — в традиции

Международный научный симпозиум «Неделя горняка» состоялся в стенах нашего университета уже в 32-й раз.

Стартовым и наиболее представительным событием симпозиума стало пленарное заседание.

В приветствии заместителя министра энергетики РФ **Сергея Владимировича Мочальникова** «Неделя горняка» была названа одним из крупнейших ежегодных мероприятий горнодобывающей отрасли России, которое уже более 30 лет объединяет представителей бизнеса, органов власти, научно-образовательного сообщества всего мира. Выпускники Университета МИСИС всегда высоко ценились в угольной промышленности страны. Заместитель министра выразил уверенность, что коллектив НИТУ МИСИС достигнет новых высот, продуктивные идеи воплотятся в реальные разработки и инновационные проекты.

«Минобрнауки России высоко оценивает вклад научного симпозиума «Неделя горняка» в развитие горнодобывающей промышленности, ежегодно организуемого на базе Университета МИСИС — одного из ведущих российских вузов в области подготовки высококвалифицированных кадров для металлургических компаний, горного, нефтегазового дела и других важнейших отраслей. Университет МИСИС стал одним из шести вузов, участвующих в реализации пилотного проекта по апробации новых уровней образования, который стартовал в соответствии с указом Президента РФ в рамках приемной кампании 2023/2024 учебного года. Опыт, полученный МИСИС, будет использован для разработки новой модели высшего образования», — было сказано в приветствии заместителя министра

науки и высшего образования России **Дмитрия Владимировича Афанасьева**.

От постоянного партнера Университета МИСИС — НП «Горнопромышленники России» — участников «Недели горняка» приветствовал исполнительный директор **Анатолий Юрьевич Никитин**. Он отметил, что сегодня наша страна переживает турбулентный период. Единственный путь выхода из него — повторить рывок, предпринятый нашими согражданами в середине прошлого столетия, когда был продемонстрирован бурный экономический рост на зависть другим государствам. Активные участники этого процесса — горнопромышленники, а «Неделя горняка» — важнейшее мероприятие не только в масштабах отрасли, но и всей России.

В приветствии ректора Университета МИСИС **Алевтины Анатольевны Черниковой** отмечалось, что Университет МИСИС по-прежнему ставит себе цель быть лидером среди университетов, готовящих кадры для горно-металлургической отрасли. Научные и наукометрические показатели университета весьма высоки: годичный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), включая научно-технические услуги, достигает 3 млрд рублей. В среднем на одного научно-педагогического работника (НПР) ежегодно приходится объем НИОКР на сумму 6 млн рублей. Ежегодно заключается 500 договоров на выполнение работ в интересах бизнеса.

В числе ключевых разработок горно-металлургической направленности, представленных коллективом Универси-

тета МИСИС: цифровые двойники горных массивов, позволяющие прогнозировать и предотвращать аварии на горном производстве, индустриальные решения по вовлечению отходов горнодобывающей отрасли в хозяйственный оборот, сплав «Северкор» для нефтепроводов, огнестойкая марка стали для гражданского строительства и т.д.

Исследования ученых Горного института во многом проводятся в интересах угледобывающих компаний и направлены на уменьшение воздействия на окружающую среду. В частности, разработана полимерная эмульсия, снижающая пыление угля и нашедшая применение в условиях Кузбасса и портов Дальнего Востока. Также создана технология переработки отходов черной металлургии для получения комплексных удобрений. На обра-

зовательном фронте ведется подготовка кадров для развития «зеленой повестки»: реализуется обучение в магистратуре «Управление природоохранными инновациями», совместно с публично-правовой компанией «Российский экологический оператор» (ППК РЭО) — в магистратуре «Инженерные решения для экономики замкнутого цикла», а также по международной программе подготовки специалистов для проекта MegaScience.

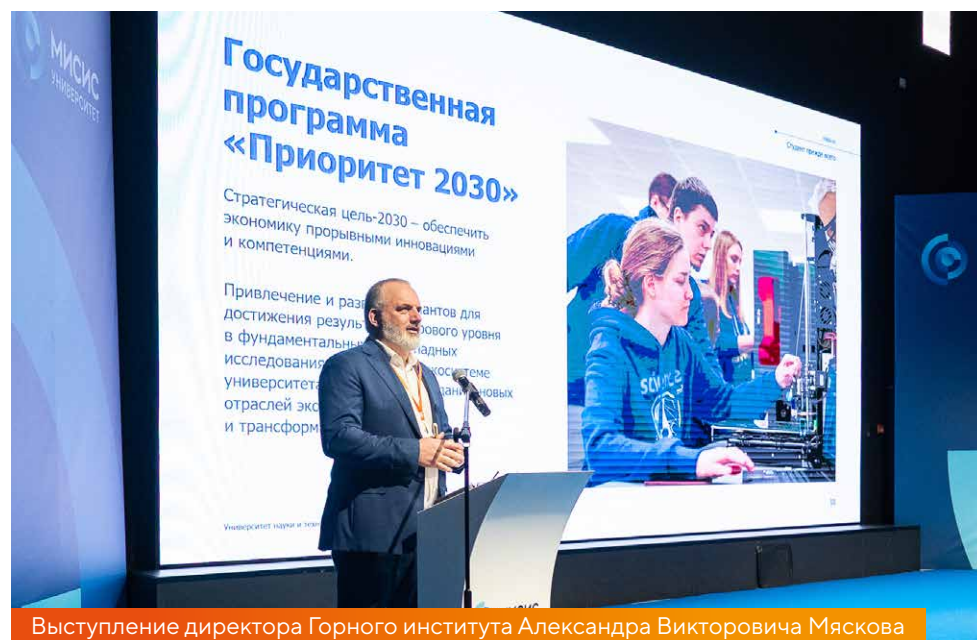
В этом году программа симпозиума «Неделя горняка» как всегда была насыщенной. Проведено 11 круглых столов, охвативших большой спектр вопросов отрасли. На 21-й научной сессии заслушаны доклады по всем направлениям горного дела, где можно было ознакомиться с передовым опытом по самым разнообразным тематикам — от открытой и подземной геотехнологии до обогащения и глубокой переработки полезных ископаемых, от маркшейдерского дела до геофизики и безопасности горного производства.

В пятый раз прошел Технический совет по геомеханике.

Программа форума «Неделя горняка» также включила ряд заседаний: федерального учебно-методического объединения «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия», научного совета РАН по проблемам использования взрывов в народнохозяйственных целях, технического комитета по стандартизации «Твердое минеральное топливо» и научного совета РАН по проблемам горных наук.

Следующий 33-й Международный научный симпозиум «Неделя горняка» состоится зимой 2025 года.

Ежегодно заключается 500 договоров на выполнение работ в интересах бизнеса



Выступление директора Горного института Александра Викторовича Мяскова



Антон Сергеевич Вернигора

Литий — новая нефть

Как нивелировать нехватку важнейшего для российской экономики металла — лития? На этот вопрос в ходе симпозиума «Неделя горняка — 2024» ответил Антон Сергеевич Вернигора, главный технолог компании «Полярный литий».

Когда какой-либо минеральный ресурс имеет огромное стратегическое значение, его часто называют «новой нефтью». Литий получил такое название в 2015–2016 годах, когда начался взрывной рост производства электротранспорта, в частности электромобилей. Этот металл необходим при изготовлении систем хранения энергии, аккумуляторов, потребительской электроники — и в ближайшие годы его потребление будет только возрастать.

За последнее десятилетие добыча лития увеличилась в 4 раза, однако и этих объемов вскоре будет недостаточно. Согласно прогнозам, к 2030 году возникнет нехватка металла на международном рынке, а к 2035 году мировой экономике дополнительно потребуется порядка 3,2 млн тонн карбоната лития. К слову, такая же тенденция наблюдается и в отношении никеля, кобальта и их соединений.

На сегодняшний день собственная добыча лития в России отсутствует. Ранее разрабатываемое Завитинское месторождение, входившее в ведение Забайкальского горно-обогатительного комбината (ГОКа), было законсервировано в середине 1990-х и до сих пор не функционирует. Для промышленных целей используется металл, импортируемый из-за рубежа — из КНР, Чили, Боливии и Аргентины. Переработкой привозного сырья — карбоната лития — с получением гидроксида лития занимается несколько предприятий. Среди них — ПАО «ХМЗ» в Красноярске, которое ранее подчинялось Министерству

среднего машиностроения СССР и впоследствии было реконструировано для переработки импортного сырья. Другая компания, более новая — ООО «ТД «Халмек» — расположена в Тульской области. Производство металлического лития и его солей осуществляет ПАО «НЗХК» в Новосибирске.

Для возрождения индустрии добычи этого металла в России с последующим производством карбоната и гидроксида лития создано ООО «Полярный литий», совместное предприятие «Норникеля» и «Атомредметзолота» — горнорудного

дивизиона госкорпорации «Росатом». Сырье планируется добывать на Колмозерском месторождении в Ловозерском районе Мурманской области. Оно было разведано в 1953–1961 годах и содержит 23,8% балансовых запасов лития России, являясь крупнейшим в своем роде в нашей стране, а также входит в десятку крупнейших неразработанных месторождений в мире. Содержание оксида лития в руде — 1,13% — находится на уровне мировых стандартов. Кроме того, в руде присутствуют попутные компоненты — тантал, ниобий и бериллий.

Лицензия на освоение месторождения была получена 21 февраля 2023 года, ее стоимость составила 1,7 млрд рублей. Обеспеченность запасами, объем которых около 80 млн тонн, составляет около 40 лет при запланированном объеме добычи 2 млн тонн руды и суммарном выпуске 45 тыс. тонн карбоната и гидроксида лития в год. Благодаря освоению Колмозерского месторождения станет возможным достичь 55-процентного уровня импортозамещения карбоната лития к 2030 году.

К сегодняшнему дню на месторождении практически завершены полевые геологоразведочные работы, выполнено предварительное технико-экономическое обоснование по объектам инфраструктуры — автодороге и линии электропередачи (ЛЭП).

В нынешнем году предстоит разработать технологию получения карбоната и гидроксида лития, провести лабораторно-технологические и опытно-промышленные исследования и т.д. Обогащение добытого сырья планируется осуществлять при помощи двух технологий. Первая из них — гравитационная, основанная на использовании действия силы тяжести, когда ценные компоненты отделяются от пустой породы за счет разницы их плотности и размера частиц. Вторая технология — флотационная — основана на свойстве частиц разных веществ по-разному смачиваться: частицы породы, легко смачиваемые жидкостью — гидрофильные, отделяются от несмачиваемых — гидрофобных частиц.

На 2025–2026 годы намечено проектирование основного производства, горно-обогатительного комбината и химико-металлургического комплекса, автодороги и ЛЭП.

Полный запуск предприятия ожидается к 2030 году. Однако запланировано введение в эксплуатацию опережающей первой очереди проекта, которая сможет ежегодно давать стране 5 тыс. тонн товарной продукции, начиная уже с 2026 года. Пока основное предприятие будет строиться, первые партии гидроксида и карбоната лития сможет производить химико-металлургический завод в Мончегорске. Эта промышленная единица относится к Кольской горно-металлургической компании, которая входит в структуру ГК «Норильский никель».





Алексей Николаевич Машин

Даже под землей — на высоте

В чем сильные стороны одной из ведущих компаний в области подземного строительства — АО «Трансинжстрой» и какие изменения произошли в ней за последнее время? Как удержать высокие позиции и каким образом в этом помогает сотрудничество с НИТУ МИСИС? Об этом на симпозиуме «Неделя горняка» рассказал генеральный директор компании Алексей Николаевич Машин.

АО «Трансинжстрой» ведет свою историю с 1955 года — эпохи глобального строительства, грандиозных проектов и большого строительства, когда стране понадобилась организация, которая могла бы строить сложные и особенные подземные сооружения в суровых климатических и геологических условиях. В следующем году компания отметит свое 70-летие, оставаясь лидером в сфере подземного строительства России.

«Трансинжстрой» обладает масштабными возможностями современного проектирования, строительства, реконструкции и технического переоснащения особо опасных и уникальных объектов в метро-, тоннеле- и шахтостроении, а также гражданском строительстве.

За свою историю компания реализовала множество сложных инженерных проектов. Среди них мелиоративные тоннели Явано-Обиикской оросительной системы в Таджикистане, каскад тоннелей Большого Ставропольского канала, тоннель для автомобильного движения под Пушкинским перевалом в Армении, метрополитены в Екатеринбурге, Харькове и Ереване.

В разных точках страны возведено и реконструировано большое количество вертикальных и горизонтальных стволов для горнодобывающей отрасли, различных объектов для министерств финансов, связи, энергетики и электрификации, здравоохранения, а также жилых домов. Столицей АО «Трансинжстрой» называют подмосковное Одинцово. Компания выстроила здесь целые микрорайоны, а вместе с ними — больницы, спортивные комплексы, школы и детские сады.

На протяжении многих лет организация остается основным подрядчиком ведущих госкорпораций и крупнейших компаний страны, постоянно совершенствуя технологии подземного строительства. Для самой большой отечественной сети метро в Москве построено более 17 станций и проло-

жено свыше 120 километров прогонных тоннелей. Только в метростроении у компании несколько рекордов и значимых достижений. Среди них проходка самого длинного перегона между станциями, двойная проходка под руслом Москвы-реки одновременно четырьмя щитами, строительство в условиях плотной городской застройки, при большом количестве инженерных коммуникаций, под действующими путями железной дороги Курского направления и Рязанским проспектом. Коллективу доверили самый сложный участок Большой кольцевой линии — восточный.

Компания всегда работает по принципу индивидуального подхода, используя инновационные методики и технологии. Впервые в мировой практике строительство тоннелей проводилось под взлетно-посадочными полосами действующего аэропорта. АО «Трансинжстрой» выполнил подземную модернизацию «Шереметьево», где продолжали взлетать и садиться самолеты, в то самое время, когда на глубине строились тоннели подземного перехода, соединившего северный и южный терминалы. Тоннель сократил время трансфера между ними почти в 6 раз.

С 2022 года компания стала частью оборонно-промышленного комплекса страны, и в этом же году, 7 декабря глава государства подписал Указ о присоединении АО «УС-30» к компании «Трансинжстрой». Это объединение увеличило возможности организации, особенно в сфере горнопроходческих разработок, в том числе щитовым способом, а также в строительстве и реконструкции вертикальных и наклонных шахтных стволов для предприятий горнодобывающей отрасли.

Сегодня «Трансинжстрой» — многопрофильная компания с мощным техническим ресурсом, а также высокоэффективными проектными и строительными технологиями для выполнения задач любой сложности в любых регионах России.

Организация располагает полным

комплексом горнопроходческой и стволпроходческой техники, собственным автотранспортным предприятием и проектным институтом, созданы закупочно-логистические управления, в том числе в Китайской Народной Республике. В активе компании заводы по производству товарного бетона и железобетонных блоков отделки, а также по выпуску металлоконструкций для станций метро, нужд шахтостроения и горной добычи.

В эру тотальной цифровизации компания модернизирует все сферы производственных процессов: ручные станки заменяются современными роботизированными центрами с числовым программным управлением.

Разумеется, наиболее ценная составляющая успеха любой организации — ее сотрудники. В АО «Трансинжстрой» трудится более 10 тыс. человек, многие из них — специалисты с инженерно-техническим образованием, выпускники горных факультетов ведущих вузов страны. Совместно с кафедрой строительства подземных сооружений и горных предприятий (СПСиГП) Горного института Университета МИСИС создан учебный центр, оснащенный современными ком-

пьютерами и программным обеспечением, в котором обучаются специалисты, в частности, проектировщики, специализирующиеся на BIM-технологиях для создания детализированных 3D-моделей строящихся объектов с полным комплектом рабочей документации. Благодаря BIM-моделированию уже на этапе проектирования можно выявить неточности и улучшить технические характеристики сооружения, переходя к концепции строительных решений.

Информационное моделирование проникает все глубже во все сферы строительной отрасли. Однако специалистов этого профиля на рынке немного, поэтому совместный учебный центр АО «Трансинжстрой» и кафедры СПСиГП стал большим подспорьем для компании.

Организация также сотрудничает с нашим университетом на уровне научных исследований, что позволяет качественно выполнять сложные производственные задачи, оценивать все возможные риски и вырабатывать оптимальные решения.

Недавно перед компанией была поставлена серьезная задача по реконструкции вертикальных стволов для горных предприятий. Большинство из них были построены в 50-80-х годах прошлого века. Износ и воздействие природных факторов со временем оказали негативное влияние на состояние крепи и армировки стволов, что привело к огромным затратам на их содержание и ремонт.

Перед компанией встал вопрос: как осуществить эту реконструкцию наилучшим образом? Стандартные схемы выполнения подобных работ подразумевали засыпку стволов и последующую перепроходку. Заказчиков такая методика не устраивала, так как стволы нужны им постоянно работающими для рентабельного и безопасного функционирования предприятий.

В поисках оптимального решения специалисты АО «Трансинжстрой» вместе с коллегами из Горного института Университета МИСИС нашли решение этой проблемы. Результатом сотрудничества стала разработка уникальной методики оценки технического состояния вертикальных стволов, которые имеют большой срок эксплуатации. Ее использование позволило выбирать наиболее актуальные, эффективные, экономичные и безопасные варианты реконструкции горных выработок. Эта инновационная методика оценки сначала была апробирована, а затем получила применение на территории Норильского промышленного региона.



Железобетонные блоки отделки для тоннеля метро готовы к укладке



Будущее горного дела

Краткий обзор тенденций, позволяющих очертить будущее горнодобывающей промышленности, представил вице-президент Академии горных наук, руководитель рабочей группы по экологической безопасности Комиссии по энергетической и экологической безопасности при Президенте РФ Анатолий Борисович Яновский.

Оценки будущего горного дела содержатся в ряде материалов. В частности, эта тема была рассмотрена на Совете по ответственному управлению минеральными ресурсами на Всемирном экономическом форуме в феврале 2014 года. По итогам работы другого органа — Совета по минеральным ресурсам Австралии — в сентябре 2022 года был выпущен доклад «Критические технологии ближайшего будущего». Также среди источников статья «Топ-10 тенденций, определяющих будущее», вышедшая в журнале Mining Digital в апреле 2023 года, и публикация «Ближайшее будущее горнодобывающей промышленности до 2060 года», подготовленная международной аудит-консалтинговой корпорацией Deloitte в июне 2023-го.

Взгляд из 2014-го

Так, Совет по ответственному управлению минеральными ресурсами предсказал следующие тренды горного дела и экономики к 2050 году: рост добычи и производства из-за демографических вызовов, локализация сырьевых и промышленных зон, изменение технологии добычи и технологии потребления, развитие альтернативной энергетики, использование роботов, искусственного интеллекта и цифровых двойников, со-

кращение и трансформация деятельности работников, глубокая экологизация социума, космическая и океаническая добыча.

Вместе с тем в числе угроз, которые сформируются к середине XXI века, называются: демонизация профессий, трансформация традиционных отраслей, угасание запроса на узкопрофильных специалистов, угасание качественной науки в горнодобывающих отраслях, новые реалии рынка труда — рост междисциплинарности, увеличение значения «мягких навыков», крен к социальным и IT-специальностям, изменение формата образовательного контента, гибкость образовательных траекторий.

10 главных тенденций

По мнению авторов журнала Mining Digital, топ-10 тенденций будущего выглядит так: зависимость от экологически чистых металлов для обеспечения перехода к новой энергетике, разведка глубоководных месторождений, растущее число слияний и поглощений, разведка новых месторождений, облачные вычисления, переработка большого количества вторичных металлов, более широкие усилия по интеграции и разнообразию, построение устойчивых цепочек поставок, искусственный интеллект и машинное обучение, устойчивое развитие и ESG. Под

ESG понимают свод правил и подходов к ведению бизнеса, которые способствуют компании в решении экологических, социальных и управленческих проблем.

14 ожиданий австралийцев

Совет по минеральным ресурсам Австралии в своем докладе отмечает, что в результате изменения структуры генерации электроэнергии и увеличения производства электротранспорта значительно повысится потребность в минеральных ресурсах, преимущественно

металлах. К примеру, в составе кузова и деталей автомобиля, работающего на топливе, в среднем используется 11,2 кг марганца и 22,3 кг меди, при этом совсем нет лития, кобальта, редкоземельных металлов, никеля и графита.

Однако при производстве электромобиля возрастает потребность в традиционных для автомобилестроения ресурсах, а также нужны дополнительные материалы. Например, расход марганца на изготовление одного электромобиля

ГЛАВНЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ

Провозглашённые ООН и хорошо известные всем цели устойчивого развития, как известно, не достигаются, о чем свидетельствует увеличивающийся разрыв между богатыми и бедными.

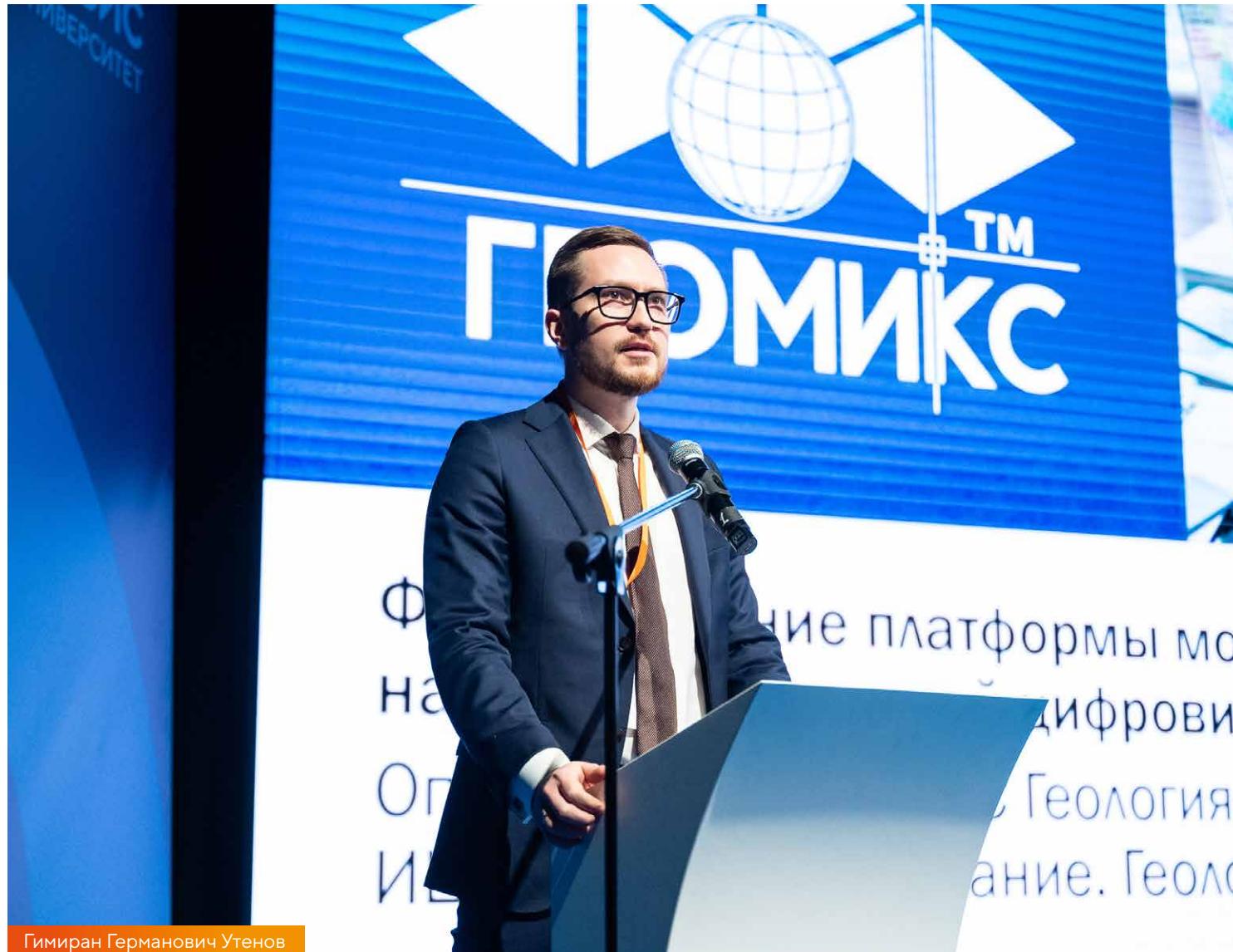
Причина — сохраняющийся колониальный характер добычи и использования полезных ископаемых — это главный вызов, на который должна ответить, в том числе, горная наука.

Необходимой базой для решения этой задачи, очевидно, являются оценки обеспеченности полезными ископаемыми по странам.



Переходим на свое

В последнее время с российского рынка ушли многие зарубежные компании и их продукция. Производители программного обеспечения не исключение. Есть ли успехи в сфере импортозамещения программных продуктов для горняков и геологов? Эту тему в своем докладе раскрыл генеральный директор российской компании «Геомикс» Гимиран Германович Утенов.



Гимиран Германович Утенов

Два года назад по распоряжению председателя Правительства РФ **Михаила Владимировича Мишустина** были созданы индустриальные центры компетенций (ИЦК) для замещения иностранного программного обеспечения, которое более недоступно в критически важных для страны отраслях экономики, а также для развития отечественных информационных систем с целью повышения операционной эффективности российских компаний.

Всего создано 35 ИЦК, среди которых индустриальный центр компетенций «Недропользование. Геологоразведка». Один из основных участников этого ИЦК — АО «Росгео», крупнейший в России государственный геологоразведочный холдинг. В 2022 году был подготовлен проект «Формирование платформы моделирования месторождений на пути комплексной цифровизации геологоразведки РФ». Он был включен в перечень особо значимых проектов и получил финансирование Российского фонда развития

информационных технологий (РФРИТ) с привлечением средств АО «Росгео». Цель проекта — создать единую платформу для цифровизации геологической информации и комплексной автоматизации процесса геологоразведки полезных ископаемых в холдинге «Росгео».

Одним из участников этого большого проекта является ООО «Геомикс», программное обеспечение которого замещает соответствующие продукты компании Micromine, ушедшей с российского рынка.

На первом этапе реализации проекта петербургская компания «АГР Софт» формирует и внедряет на предприятиях единую платформу по цифровому документированию геологических данных: поисковых маршрутов, бурению, проходке канав и т.д. Обеспечена возможность работать с этой информацией в онлайн-режиме, что значительно повышает операционную эффективность предприятий, возрастает скорость обработки информации и подготовки отчетов.

После этого данные поступают в горно-геологическую информационную систему (ГГИС) «Геомикс Геология». Здесь происходит обработка информации на экспертном уровне, формируют-

продуктом, была собрана обратная связь, которая позволила усовершенствовать систему по полученным критически важным замечаниям. Основной упор в доработке был сделан на инструменты геологического моделирования, улучшение пользовательского интерфейса для повышения скорости и эффективности работы, а также на удобный перенос данных из западных программных продуктов, которые использовались холдингом «Росгео» ранее. В результате доработки в ГГИС «Геомикс Геология» появились три новых крупных функциональных блока: геостатистика, скрипты (набор команд) на языке программирования Python и подсказки с методическими указаниями. Это приблизило разработку отечественных программистов по качественному уровню к зарубежным образцам.

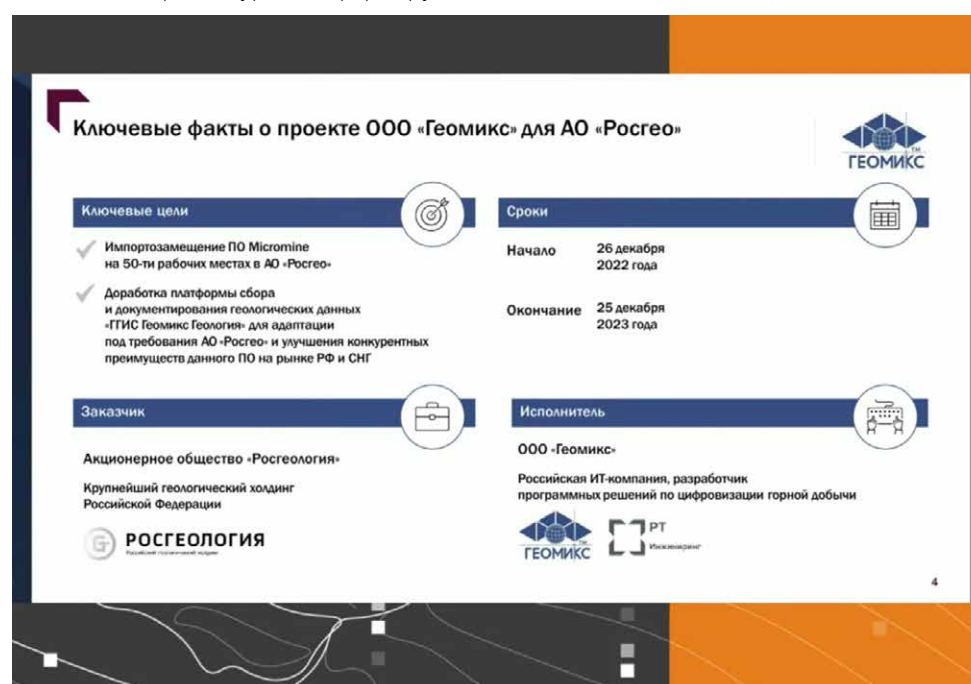
Доработанная финальная версия программы была установлена на предприятиях АО «Росгео», проведены все необходимые приемо-сдаточные испытания, версия запущена в опытную эксплуатацию. Продолжаются работы для улучшения программного продукта.

По оценке компании «Росгео», благодаря использованию ГГИС «Геомикс Геология» операционная эффективность предприятий, входящих в состав холдинга, возрастет в 2,5 раза.

В числе ближайших ключевых задач — доработка платформы сбора и документирования геологических данных для адаптации под конкретные требования холдинга «Росгео» и улучшения конкурентных преимуществ этого программного обеспечения на рынке РФ и СНГ.

Запланировано тиражирование ГГИС «Геомикс Геология» не только в системе АО «Росгео», но и на другие предприятия геологоразведочной и горнодобывающей отраслей России и в перспективе за рубеж.

Помимо модуля «Геология» горно-геологическая информационная система «Геомикс» включает программные продукты для маркшейдеров и геодезистов,



ся 3D-модели месторождений полезных ископаемых и подсчитываются их запасы. В дальнейшем эти данные направляются в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых (ФБУ «ГКЗ») и другие надзорные органы.

Внедрение ГГИС «Геомикс Геология» проходило на протяжении почти всего 2023 года. На начальном этапе новое программное обеспечение установили на 50 рабочих местах в АО «Росгео», сотрудники прошли обучение по взаимодействию с новым информационным

инженеров-проектировщиков карьеров и подземных горных выработок, специалистов в области планирования, взрывного дела и т.д. Программное обеспечение «Геомикс» находится на службе горнодобывающих предприятий — лидеров отрасли уже более четверти века. Среди них Ковдорский, Лебединский, Стойленский и Донской ГОКи, МХК «ЕвроХим», угольный разрез «Богатырь», Новолипецкий металлургический комбинат, ОАО «Металлоинвест», ЕВРАЗ, РУСАЛ и другие компании.

Один из основных участников этого ИЦК — АО «Росгео», крупнейший в России государственный геологоразведочный холдинг



Президиум VI Технического совета по геомеханике

Георадары снижают риски

О том, для чего в горном деле нужны георадары и каковы особенности их работы, можно было узнать на Техническом совете по геомеханике. В 2024 году это мероприятие состоялось в ходе симпозиума «Неделя горняка» уже в шестой раз.

Современные системы геотехнического радарного мониторинга играют ключевую роль в повышении эффективности работы горнодобывающих предприятий. Они предоставляют оперативные сведения о состоянии горного массива, позволяя отслеживать разрастание очагов его деформации, прогнозируя и предупреждая о потенциальных опасностях. Это важно не только с точки зрения безопасности труда и оборудования, но также с экономической стороны. Благодаря геотехническому мониторингу предприятия могут сократить потери производительности, связанные с разрушением откосов и уступов, и оптимизировать процессы добычи и транспортировки полезных ископаемых.

За рубежом георадары стали использовать более 20 лет назад, в Россию они

пришли примерно на 15 лет позже. Среди отечественных компаний, активно использующих эти устройства в своей практике, — «Полус» и «Полиметалл», СУЭК и «СДС-Уголь», «Кузбассразрезуголь» и «Северсталь», «ФосАгро», «Маталлоинвест», «Алроса» и другие.

Ежегодно по всему миру георадары позволяют эвакуировать сотни сотрудников горнодобывающих компаний из зоны геотехнических рисков благодаря заблаговременному оповещению. Многие модели радаров способны присылать предупреждения об угрозе обрушения породы в виде СМС или по электронной почте. Каждый год георадары выявляют и прогнозируют свыше 200 обрушений, оползней и прорывов дамб хвостохра-

жет оказать негативное влияние на устойчивость отечественного производства, стремление к поиску аналогов из дружественных стран становится приоритетным направлением.

Управляющий директор ООО «Геосуппорт» **Алексей Геннадьевич Медведев** поделился опытом работы с георадаром CHCNAV китайского производства. Компания «Геосуппорт» занимается геотехническим мониторингом на протяжении 8 лет, применяя на практике георадары самого разного производства, и стала первой фирмой за пределами Китая, которая получила в свое распоряжение радар CHCNAV. В свою очередь, компания CHCNAV является китайским лидером в области разработки оборудования для

решения задач геодезии и инжиниринга, предлагая более 70 тыс. различных устройств.

По какому принципу работает георадар CHCNAV и подобные ему приборы? По мере движения направляющей антенны радара заданный участок сканирования многократно освещается пучком радиоволн, и для каждой точки собирается серия данных. Система повторяет сканирование, раз за разом измеряя разницу амплитуды возвратного сигнала. В процессе обработки данных выстраивается изображение деформации наблюдаемого участка. По своим характеристикам этот георадар не уступает продукции ведущих мировых производителей. Устройство способно производить сканирование в пределах 360 градусов, менее чем за две минуты охватывая полную окружность вокруг себя. Дальность сканирования составляет 5 км.

Георадар прошел несколько тестирований на территории России. Сначала — в условиях золоторудного месторождения в Красноярском крае, где температура падала как раз таки до -50°C , испытания проходили в январе-феврале

и апреле-мае. Далее, в июле-сентябре 2023-го тестирование продолжилось в условиях угольного разреза Кузбасса, в сентябре-декабре — на апатитовом месторождении в Мурманской области, где значения температуры достигали -30°C , и параллельно в октябре-декабре — на золото-медном месторождении в Забайкальском крае при температуре -42°C .

Георадар CHCNAV зарекомендовал себя производительным и стабильным устройством, который, помимо всего прочего, оснащен удобным русским интерфейсом.

На сегодняшний день радар прошел необходимую сертификацию и успешно внедряется на угольных разрезах Кузбасса.

Стоит отметить, что помимо геотехнического мониторинга, осуществляемого наземными радарными, существует еще и так называемый InSAR-мониторинг. Это спутниковый метод дистанционного зондирования горных массивов, основанный на действии микроволновых сенсоров, данные которых обрабатываются сложными программными алгоритмами и инструментами. InSAR-мониторинг в наибольшей степени подходит для обширных и отдаленных районов. Сочетание методов наземного и спутникового радарного мониторинга дает наилучшие результаты и обеспечивает принятие наиболее эффективных решений по управлению геотехническими рисками.



Вопрос из зала

Каждый год георадары выявляют и прогнозируют свыше 200 обрушений



Обуздать метан

Круглый стол «Заблаговременная дегазация угольных пластов или добыча метана», проходивший в рамках форума «Неделя горняка — 2024», позволил участникам обменяться ценным опытом и аргументированными мнениями.

В начале круглого стола было отмечено, что проблематика метана обсуждается специалистами уже довольно долго. В 2011 году угольный метан вошел в Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод, однако вопрос о включении его в какие-либо другие классификаторы до сих пор не решен. Связано это в первую очередь с тем, что газодобывающие компании и угольщики имеют разные взгляды и интересы по отношению к этому газу. Принципиальное решение вопроса возможно тогда, когда представители этих отраслей найдут точки соприкосновения.

Нужны новые технологии

Генеральный директор НЦ «ВостНИИ» **Олег Владимирович Тайлаков** привел факты о ситуации с метаном в Кузбассе — ведущем угольном регионе нашей страны, где добывается более 70% российского угля. При подземной добыче угля в атмосферу ежегодно попадает 1,23 млрд кубометров метана, при открытой добыче угля — 0,76 млрд кубометров метана. Еще четверть миллиарда кубометров газа выделяется при выполнении так называемых последующих операций с углем, к которым относятся транспортировка и первичная обработка угля. Таким образом, совокупный выброс метана в атмосферу составляет около 2,24 млрд кубометров в год.

Интересно, что при подземной добыче угля концентрация метана на одну тонну полезного ископаемого в среднем равна 15,1 кубометра, при открытой добыче —

5,5 и при последующих операциях — 3 кубометра.

Наилучшие показатели эффективности комплексной дегазации угольных пластов в Кузбассе достигают 75–80%, но преимущественно не превышают 30%. Эти параметры во многом зависят от горно-геологических условий, применяемого оборудования, методов стимуляции газоотдачи угольных пластов и т.д. При этом в соответствии с указом Президента РФ от 4 ноября 2022 года требуется обеспечить сокращение эмиссии парниковых газов до 70% относительно уровня 1990 года, или на 1,27 млрд кубометров.

По оценкам НЦ «ВостНИИ», к 2030 году подземная добыча даст стране 83,33 млн т угля, а открытая — почти втрое больше, 211,67 млн т угля, то есть всего угольные компании России произведут порядка 295 млн т угля. При этих объемах добычи шахты и разрезы выделяют в окружающую среду 1,26 млрд и 1,16 млрд кубометров метана соответственно. Еще 0,25 млрд кубометров газа составят выбросы при последующих операциях с углем. Общая эмиссия метана достигнет около 2,67 млрд кубометров, то есть более чем на 0,4 млрд кубометров выше сегодняшнего уровня.

Таким образом, очевидна необходимость разработки и внедрения новых технологий, которые позволят значительно снижать выброс метана в атмосферу, а также получать из него различные химические продукты — водород, диметиловый эфир, муравьиную кислоту и другие. Отечественные специалисты, в том числе

из НЦ «ВостНИИ» и Федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения РАН, сегодня работают над созданием таких перспективных технологий.

Если говорить о подземном способе добычи угля в Кузбассе, то всего в регионе действует 39 шахт. Коксующийся уголь добывается на 21 шахте, энергетический — на 18 шахтах. Почти на половине предприятий (47%) ведется разработка высококачественных угольных пластов, 9 шахт относятся к опасным по внезапным выбросам метана.

Также из доклада О. Тайлакова и комментариев слушателей можно было узнать, что, согласно нормативным актам, дегазация при добыче угля производится

во всех случаях, когда извлечение и утилизация метана экономически выгодны, однако дегазационные работы обязательны, если концентрация метана превышает 13 кубометров на тонну угля. При этом, согласно Налоговому кодексу РФ, деятельность компаний, связанная с извлечением метана из угольных пластов, не облагается налогом на добычу полезных ископаемых (НДПИ), а ставка налога на прибыль для таких организаций, по соответствующему закону Кемеровской области, снижена с 18 до 13,5%.

Россия лидирует

Начальник Управления мониторинга, анализа и методологии Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ФБУ «ГКЗ») **Евгений Викторович Персиянов** представил доклад «Оценка запасов метана в пластах угольных месторождений России».

Общий объем ресурсов угольного метана в мире оценивается в 240 трлн кубометров. Россия лидирует с показателем 78 трлн кубометров, следом идут США — 60, Китай — 28, Австралия — 22, Индия — 18, Германия — 16, ЮАР — 13, Украина и Казахстан — по 8 трлн кубометров. Замыкает десятку Польша, обладающая 3 трлн кубометров метана.

Оценкой запасов отечественного метана озадачились еще в советскую эпоху, когда в 1987 году были разработаны Временные методические требования к геолого-экономической оценке и подсчету запасов метана в угольных пластах. Этот документ предписывал оценивать метан как попутное полезное ископаемое, то есть как не имеющее самостоятельного промышленного значения, но добыча которого при разработке основного полезного ископаемого может быть экономически целесообразной.

Первые методические указания действовали более 20 лет, когда по инициативе компании «Газпром» в 2008 году были составлены Временные методические рекомендации по подсчету запасов метана как самостоятельного полезного ископаемого. В 2011 году метан по-настоящему обрел статус самостоятельного минерального компонента, будучи внесенным в Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод. Двумя годами позже, в 2013-м, в рамках мероприятия «Организация добычи метана угольных пластов» госпрограммы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» была изменена классификация углеводородного сырья и, помимо категории «геологические запасы», выделена категория «извлекаемые запасы».



Участники круглого стола по метану

В 2014 году были обновлены методические указания 2008 года, и в соответствии с ними подсчитаны запасы метана в двух крупных угольных месторождениях России — Талдинском и Нарыкско-Осташкинском, которые находятся в Кемеровской области.

В одной тонне угля Талдинского месторождения содержится от 19 до 21,7 кубометра метана, в одной тонне Нарыкско-Осташкинского — от 14,9 до 20,9 кубометра метана.

Добыча этого газа имеет хорошие перспективы в будущем, особенно по мере истощения месторождений природного газа.

При помощи НИТУ МИСИС

Опыт ведения работ по заблаговременной дегазации на выемочных участках шахты имени С.М. Кирова поделился начальник управления моделирования вентиляционных сетей шахт СУЭК **Евгений Васильевич Мазаник**.

Подземная угледобыча компании СУЭК представлена девятью шахтами. Семь шахт находятся на территории Ленинск-Кузнецкого и Прокопьевского районов Кемеровской области и еще одна — в поселке Чегдомыне Хабаровского края. На этих предприятиях трудится 14,9 тысяч человек. Всего действуют 10 очистных забоев и 47 проходческих бригад, общая протяженность горных выработок составляет 582,75 км. В 2023 году была проведена 71 тыс. погонных метров выработок, добыча составила 26,2 млн тонн угля. План на 2024 год предусматривает проходку 81 тыс. погонных метров и извлечение из недр Земли 30,6 млн тонн угля.

Одним из предприятий СУЭК является шахта имени С.М. Кирова, расположенная в городе Ленинске-Кузнецком. Это старая шахта, которая была заложена в 1930 году и начала работать в 1935-м, однако и спустя почти 90 лет она исправно выдает уголь на-гора. Ее промышленные запасы составляют 248,8 млн тонн, добыча ведется на двух пластах — Болдыревском мощностью 2,5 м и Поленовском мощностью 1,8 м, протяженность горных выработок — больше 150 км. В 2023 году здесь пройдено почти 20 км выработок и добыто 5,3 млн т угля, столько же планируется пройти и добыть в 2024-м. Численность работников шахты составляет 1580 человек, производительность труда — 270 тонн на человека в месяц.

Шахта является сверхкатегорийной по метану, газоносность ее пластов — от 17 до 25 кубометров метана на тонну угля. Проветривание скважины осуществляется при помощи 4 вентиляционных стволов, которые подают 33,5 тыс. кубометров воздуха в минуту.

На сегодняшний день на шахте применяются все методы дегазации, известные в мире. Предприятие имеет все необходимое оборудование для проведения таких работ: современные модульные дегазационные установки, станки для бурения вертикальных скважин с земной поверхности, а также станки для бурения скважин из горных выработок. Диаметр скважин, пробуриваемых с поверхности, варьируется от 96 до 114 мм, их длина — от 120 до 650 м, расстояние между ними — от 9 до 15 м. Эти скважины дают наибольший дебет метана, концентрация газа составляет от 40 до 60%.

Также применяется буровая установка Sandvik DE-880, при помощи которой можно бурить наклонные дегазационные



На круглом столе «Заблаговременная дегазация угольных пластов или добыча метана»

скважины с поверхности. Такая потребность периодически возникает в условиях сложного рельефа, где есть реки, горы, овраги, при наличии жилых массивов, различных строений, кладбищ и т.д.

В 2016–2017 годах на шахте имени С.М. Кирова применили метод локального подземного гидроразрыва пласта, благодаря чему эффективность дегазации была повышена в 2–3 раза, а объем добычи при годовом плане 5,5 млн т угля вырос до 7,5 млн т. Как результат — дополнительная прибыль составила 2 млрд руб.

В тех условиях полезное ископаемое добывалось на глубине 370–380 м, однако горизонт ежегодно понижался на 30–50 м. Возрастала и газоносность Болдыревского пласта — с 17 до 25 кубометров метана на тонну угля. Перед руководством компании встал вопрос: как действовать дальше? Был проанализирован отечественный и зарубежный опыт по заблаговременной дегазации, заключены договоры на выполнение научно-исследовательских работ с Университетом МИСИС, где руководителем НИР стал профессор кафедры безопасности и экологии горного производства (БЭГП) **Сергей Викторович Сластунов**, и Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова (ИПКОН) РАН. В итоге была выбрана поэтапная технология дегазации скважинами с поверхности. Она была реализована в несколько шагов: гидрорасчленение угольного пласта, проведение скважин, откачка воды на поверхность или удаление ее в горные выработки, затем дегазация. На реализацию этого проекта было выделено около полумиллиарда рублей из полученной ранее прибыли. Компания приобрела необходимое для этого оборудование: насосную и цементировочную установки, мобильную трубопроводную систему, электронные блоки для управления технологическим процессом и регистрации параметров, и т.д.

На участках, где была применена новая технология, абсолютная газообильность составляет 7,8 кубометра метана в минуту, а относительная газообильность — 1,7 кубометра газа на тонну угля. В то время как на участках, где технологию не использо-

вали, эти параметры составляют 9,65 и 2,7 соответственно. Таким образом, внедрение разработки позволило снизить ежеминутный приток метана на 20% и его содержание на тонну добытого угля на 37%.

Скважина, показавшая наибольшую эффективность, позволила за период в 7–8 месяцев извлечь из недр почти 45 тыс. кубометров метана.

вая подотрасль ТЭК». Опыт дегазации угольных пластов при помощи пьезоимпульсного воздействия поделился представитель Распадской угольной компании **Александр Иванович Макаров**. Завершающим стал доклад «Информационное обеспечение проблем дегазации и добычи метана. Центр шахтного метана». Его презентовал вице-председатель



Вице-президент Академии горных наук Сергей Иванович Шумков (слева) и заведующий кафедрой БЭГП МИСИС Константин Сергеевич Коликов

Общий объем ресурсов угольного метана в мире оценивается в 240 трлн кубометров. Россия лидирует с показателем 78 трлн м³

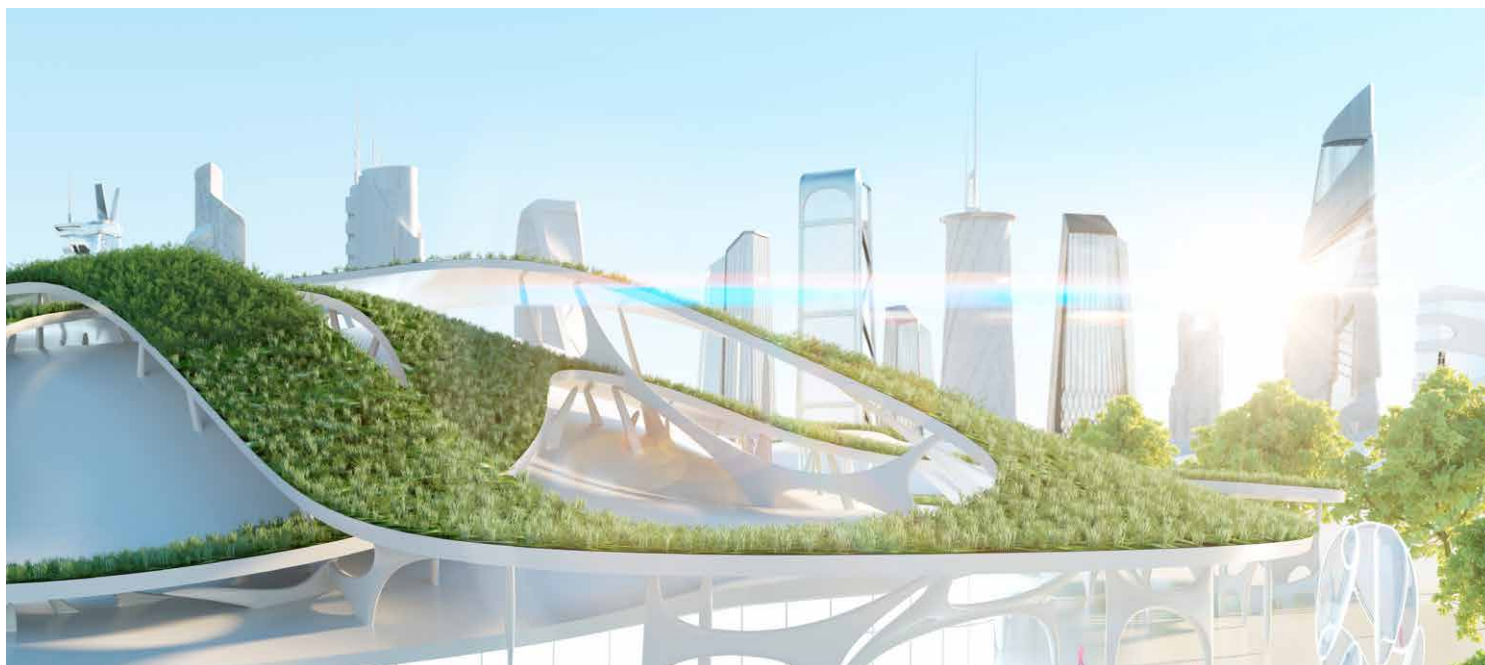
Сегодня реализация проекта продолжается.

Также в программе

Помимо вышеназванных, на круглом столе прозвучало еще несколько докладов. **Ольга Николаевна Малинникова**, старший научный сотрудник ИПКОН РАН, представила доклад на тему «Влияние минеральных включений на газоносность угольных пластов». Выступление **Алексея Степановича Беляева**, главного инженера — заместителя генерального директора компании «Газпром добыча Кузнецк», было озаглавлено как «Добыча метана угольных пластов — но-

группы экспертов по шахтному метану Европейской экономической комиссии ООН, вице-президент Академии горных наук **Сергей Иванович Шумков**.

В завершающей части круглого стола состоялась оживленная дискуссия по теме заседания. В обсуждении участвовали директор ИПКОН РАН **Валерий Николаевич Захаров**, заведующий кафедрой БЭГП МИСИС **Константин Сергеевич Коликов**, доцент кафедры разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина **Мария Павловна Хайдина** и многие другие.



Секреты устойчивого развития

Продолжение дела выдающихся горняков М. Агошкова, Н. Мельникова, К. Трубецкого — столь высокую оценку аудитории получил доклад заведующего лабораторией теоретических основ проектирования горнотехнических систем ИПКОН РАН Дмитрия Николаевича Радченко. Этот доклад назывался «Научно-методическое обоснование условий устойчивого развития горнотехнических систем при комплексном освоении месторождений многокомпонентных руд» и прозвучал на заседании научного совета РАН по проблемам горных наук, которое стало завершающим событием форума «Неделя горняка – 2024».

В наши дни уделяется повышенное внимание поиску путей обеспечения устойчивого развития во всех сферах человеческой деятельности. До определенного времени понятие устойчивости в основном относилось к обеспечению безопасных условий работы, финансовой стабильности горных предприятий и т.д.

Существующие научные труды в области устойчивого развития ориентированы на следование концепции ООН 1987 года, а именно на поиск баланса между тремя составляющими — экономической, экологической и социальной. При этом делается упор на такой модели движения вперед, при которой удовлетворение потребностей нынешнего поколения достигается без ущемления будущих поколений.

Однако как это обеспечить применительно к недропользованию? Ведь в процессе разработки месторождений полезных ископаемых человек в буквальном смысле слова уничтожает предмет труда. Да, атмосфера, гидросфера, биосфера являются возобновляемыми средами, но этого нельзя сказать о литосфере.

За прошедшие 120 лет население Земли выросло примерно в 5 раз. При этом объемы извлечения содержимого литосферы при разработке твердых полезных ископаемых увеличились приблизительно в 45 раз. Согласно прогнозам, к 2100 году спрос на медь при выполнении принципов устойчивого развития ООН возрастет в 5 раз, а при экстенсивном развитии, которое характерно для человечества сейчас, — в 18 раз. При этом, чтобы обеспечить эту потребность, придется извлекать из недр гораздо большие объемы горной массы, потому что руды становятся все

более бедными. Так, содержание металла в медной руде за последние 30 лет снизилось почти втрое. То есть уже довольно скоро придется иметь дело с сырьем, которое сегодня относится к категории труднообогатимого или необогатимого и причислено к разряду забалансовых запасов.

Принимая во внимание эти факторы, коллектив исследователей ИПКОН РАН формулирует собственное определение термина «устойчивое развитие горных предприятий». Это способность или свойство горнотехнических систем постоянно и эффективно выполнять свои функции по освоению и сохранению недр Земли на основе таких геотехнологических процессов, параметры которых учитывают временные изменения природных техногенных и социально-экономических условий, зависящих от общественных потребностей, размеров осваиваемых участков недр и особенностей вовлекаемых в эксплуатацию георесурсов.

Как и в концепции ООН, здесь есть важные составляющие. К примеру, экологическая составляющая включает: сохранение физической структуры участка недр и земной поверхности для поддержания устойчивости биосферных процессов; управление миллиардами тонн промышленных и бытовых отходов, полная утилизация которых возможна только в выработанных пространствах недр; создание микроклиматических зон и управление средой обитания в осваиваемом подземном пространстве в зависимости от его функционального назначения.

Социальная составляющая заключается в обеспечении общества сырьевыми ресурсами на как можно более длительный период времени, создании благоприятных

условий труда при постоянном снижении доли ручного труда и влияния человеческого фактора на процесс освоения недр, а также создании пространства для обеспечения потребностей общества в нессырьевых ресурсах — транспортных коммуникациях, объектах промышленной инфраструктуры, энергетики и т.д.

Устойчивому развитию горнотехнических систем препятствует ряд факторов. Среди них отсутствие норм и правил проектирования горных предприятий на принципах, собственно, устойчивого развития, невозможность изменения производительности рудников в короткие сроки в связи со сложностью прогнозирования общественных потребностей, ухудшение качества руд вводимых в эксплуатацию месторождений по сравнению с уже разрабатываемыми, отсутствие проектных решений по переработке бедных руд, относимых к некондиционным запасам. Также к препятствующим факторам относятся усложнение транспортно-логистических схем, систем управления качеством рудопотоков и рост энергоемкости процессов горного производства с увеличением глубины горных работ, расширением рудных площадей и повышением производительности рудников.

Разумеется, со временем ученые и производственники выработают совершенные пути преодоления этих препятствий.

Сегодня для оптимального перехода на принципы устойчивого развития предлагается использовать ряд решений. Например, комбинировать физико-технические и физико-химические геотехнологии для наиболее эффективной разработки месторождений, в том числе критически важных металлов — марганца, вольфра-

ма, молибдена, урана, ванадия, циркония, рения, редкоземельных металлов и других. Причем реализовывать физико-химические процессы извлечения ценных компонентов из некондиционных руд и техногенного сырья можно непосредственно под землей. Благодаря этому не придется перемещать рудную массу на большие расстояния, занимать площади на поверхности земли для строительства технологических объектов и подвергать атмосферу риску от возможных вредных выбросов веществ в результате переработки минерального сырья.

Также рекомендуется применять высокопроизводительные внутрирудничные сортировочные станции, которые позволяют выдавать на поверхность только рудную массу с высоким содержанием ценных компонентов. Отходы внутрирудничной сепарации и породу, оставшуюся от проходки горных выработок (к слову, ежегодно в России образуется 7 млрд тонн отходов добычи руд), можно утилизировать при помощи мобильных закладочных комплексов. Эти же комплексы будут полезны при возведении конструкций различного назначения для многофункционального использования выработанного пространства.

Еще одно направление деятельности — создание микроклиматических зон в рудниках, но только там, где непосредственно присутствует человек, и тогда, когда он там находится, с возможностью локальной подачи, отведения и управления параметрами воздушной среды.

Установлено, что после 30 лет нахождения в отвалах некоторые руды, к примеру сульфидные, значительно окисляются в естественных условиях и становятся легко пригодными для технологического выщелачивания. Если искусственно создать такие условия для рудных залежей, обеспечивая заданный температурный режим, производя орошение, подавая окисляющие газы и формируя необходимую бактериальную среду, это может значительно облегчить процесс извлечения полезных компонентов из сырья и продлить срок службы горнодобывающего предприятия.

Продолжая тему полезных новшеств для горных компаний, можно отметить, что эффективным видится переход с дизельной на электрическую горную технику. Испытания и расчеты показывают, что за 6 лет эксплуатации в руднике погрузочно-доставочных машин с электроприводом можно сэкономить до полутора миллионов долларов на электроэнергии для целей вентиляции выработок. Кроме того, такая техника быстрее выполняет операции и, соответственно, способствует повышению производительности рудника.

Таким образом, если осуществлять геотехнологические процессы на основе рационального управления минерально-сырьевыми, энергетическими и пространственными ресурсами, принимая во внимание изменение условий осваиваемого участка недр, можно достичь устойчивого развития горного предприятия.

**Спецвыпуск ГС подготовил
Сергей СМЕРНОВ**