

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Беспристрастный взгляд.

**Как технологии могут способствовать
росту эффективности работы
горнодобывающих предприятий**



Содержание

Предисловие	4
Участники экспертной группы	5
Использование точных данных — насущная необходимость	6
Подробное моделирование рудников позволит повысить производительность	7
Особенности отрасли	8
Новая волна технологий приведет к настоящей революции в отрасли	9
Кузница истинных перемен	10
Трудности использования электромобилей в шахтах	11
Использование цифровых двойников и искусственного интеллекта позволит сделать работы в горнодобывающей отрасли более динамичными.	12
Внедрение новых технологий	13
Заключение	14





Предисловие

Питер Нитлинг (Pieter Neethling)
директор Seequent по добыче
полезных ископаемых

Чтобы удовлетворить спрос на редкоземельные металлы и минералы, компаниям горнодобывающей отрасли необходимо ориентироваться на будущее уже сегодня

Единственный способ удовлетворить растущий спрос — это оптимизировать производственные процессы, и задача эта будет становиться все сложнее по мере роста требований к производительности. Директор подразделения Seequent по добыче полезных ископаемых Питер Нитлинг (Pieter Neethling) подчеркивает: «Геологическая среда невероятно сложна, в ней множество неизвестных факторов — и все же перед лицом этой неопределенности необходимо принимать важные решения». Горнодобывающей промышленности необходимо внедрять технологические изменения уже сейчас, чтобы обеспечить устойчивое развитие и эффективное ведение работ в настоящем и в будущем.

В этом документе рассматриваются новые технологии и примеры их разработки и внедрения в стремлении повысить безопасность, технологичность и экономическую эффективность горных работ. Для обсуждения этих вопросов компания Seequent собрала представителей лидеров отрасли. В качестве модератора дискуссии выступила Эмили Кинг (Emily King), основатель и генеральный директор компании Prospector. В групповом обсуждении приняли участие ведущие эксперты из компаний AngloGold Ashanti, Hecla Mining, IntelliSense.io и RockMass Technologies, журналисты изданий, освещающих события горнодобывающей отрасли, и специалисты Seequent.

Участники экспертной группы



**Мэтт Блаттман
(Matt Blattman)**

Директор по техническому
обслуживанию в компании
Hecla Mining



**Алекс Буше
(Alex Boucher)**

Директор по
техническим решениям
в Seequent



**Марсело Годой
(Marcelo Godoy)**

Директор по
технологиям в компании
AngloGold Ashanti



**Эмили Кинг
(Emily King)**

Основатель и
генеральный директор
компании Prospector



**Доктор Гранта Копек
(Grant Kopeck)**

Вице-президент по
глобальным промышленным
операциям компании
Intellisense.io



**Шелби Йи
(Shelby Yee)**

Генеральный директор
компании RockMass
Technologies



Использование точных данных — насущная необходимость

Доктор Гранта Копек (Grant Kopek)

Вице-президент по глобальным промышленным операциям компании Intellisense.io

Данные занимают место в самом сердце современной горнодобывающей промышленности, и их использование имеет решающее значение в контексте обеспечения бесперебойной операционной деятельности. Однако их применение сопряжено с многочисленными вызовами, и главная дилемма здесь — должно ли все начинаться именно с данных? Или же следует руководствоваться исключительно утилитарным подходом, используя данные для достижения необходимого результата? Принимающие участие в этой дискуссии эксперты твердо убеждены, что флагманы отрасли должны иметь четкое представление о том, каких целей они хотят достичь, какого показателя окупаемости инвестиций желают добиться, и какие программные решения им доступны для успешного достижения этих целей. В довершение всего, они должны учитывать требования к данным, на основе которых будет создано техническое решение.

Комментарий доктора Гранта Копека (Grant Kopek), Вице-президент по глобальным промышленным операциям компании Intellisense.io: «Такие простые вещи, как размещение датчиков либо выбор положения точек отбора проб и способ отбора, могут кардинальным образом повлиять на способность прогнозировать производительность. Наш опыт подсказывает, что в первую очередь определяются с методом ведения работ, и уже потом собирают данные для разработки технического решения. Требуется тесное взаимодействие с горнодобывающими компаниями, их отделами по аналитике данных, персоналом отдельных эксплуатируемых месторождений, а также с различными поставщиками, чтобы убедиться, что все мы оперируем одной и той же моделью данных с набором идентичных определений, и что любые расхождения в данных устраняются на уровне их источника. Этот подход также может нести в себе дополнительные преимущества. Один из простых примеров — устранение несоответствий при маркировке отвалов и их границ, при котором мы используем данные с целью внесения ясности».

Применение геологических данных носит фундаментальный характер, потому что на их основе горнодобывающие компании строят свои модели и используют их в процессе принятия критически важных решений. В программных комплексах осуществляется преобразование необработанных данных с целью создания моделей, которые используются для подтверждения перспективности участков забоя и приуроченных к ним залежей.

В отсутствие актуальных геологических данных модель будет содержать изъяны, и это может отразиться на показателях экономической эффективности и безопасности при разработке залежей.





Подробное моделирование рудников **ПОЗВОЛИТ ПОВЫСИТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ**

Алекс Буше (Alex Boucher)
 Директор по техническим решениям в Seequent

Решения, касающиеся операционной деятельности в горнорудной промышленности, в значительной степени зависят от наличия качественной модели недр, включающей данные о геологическом строении и/или содержании полезного компонента. Характерными чертами будущих геологических моделей должны быть простота создания, воспроизводимость и способность удовлетворить потребности, возникающие в процессе принятия решений, которые влияют на операционную деятельность. Однако моделирование недр сопряжено с такой степенью неопределенности и субъективности, которая нечасто встречается в других инженерных дисциплинах.

Директор Seequent по техническим решениям Алекс Буше (Alex Boucher) отмечает: «Одним из основных вызовов в горнодобывающей промышленности является тот факт, что нам приходится принимать критически важные решения — как стратегические, так и тактические — на основании информации с высокой долей неопределенности. Мы можем создать несколько сценариев, чтобы локализовать неопределенность, но нам необходимо адаптировать рабочие процессы под задачи обработки и анализа всего объема имеющейся информации».

Чтобы обеспечить синергию геологического моделирования и эксплуатационной деятельности, компанией Seequent разработана адаптивная экосистема взаимно интегрированных решений на базе технологий облачного хранилища.

В этой открытой среде горнодобывающие компании смогут в режиме реального времени объединять различные данные, сервисы и приложения. Благодаря доступу к новейшим геологическим данным и блочным моделям структурные подразделения, ответственные за эксплуатацию месторождений, будут располагать необходимой информацией для принятия того или иного решения — то есть моделями, отображающими текущее состояние информации, полученной в ходе бурения, и уверенность геолога в достоверности этой модели.

Более эффективное использование геологических моделей и блочных моделей приводит к улучшению показателей производственной деятельности.



Внедрение новых цифровых рабочих процессов может оказаться непростой задачей

Мэтт Блаттман (Matt Blattman)

Директор по техническому обслуживанию в компании Hecla Mining

Серьезным вызовом для отрасли является применение новых цифровых рабочих процессов, поскольку компаниям приходится приобретать технологические решения у различных поставщиков, и зачастую эти решения не полностью совместимы.

В отрасли имеется запрос на повышение уровня стандартизации.

Мэтт Блаттман (Matt Blattman), директор по техническому обслуживанию в компании Hecla Mining, продолжает: «Стремление к стандартизации у нас есть. Разрабатывая четыре различных типа залежей и применяя для этого четыре разных метода добычи. В таких условиях сложно выбрать решение, подходящее для всех ситуаций».

Д-р Грант Копек добавляет: «Инерционность при внедрении новых рабочих процессов — это вызов, с которым мы сталкиваемся на постоянной основе. Одним из факторов, которые заставляют людей отказываться от новых рабочих процессов и возвращаться к работе «по старинке», является проблема с качеством данных либо неполнотой данных. Они говорят: «Видишь? Процесс не работает либо не обеспечивает точность данных. Так что я возвращаюсь к старому, привычному мне способу работы». Мы убедились, что это действительно сложная задача, требующая прозрачности программного обеспечения и личного взаимодействия для сохранения того уровня доверия, выстраивание которого занимает недели, месяцы, а то и годы».



Новая волна технологий приведет к настоящей революции в отрасли

Шелби Йи (Shelby Yee)
Генеральный директор компании RockMass

Недавние технологические прорывы, такие как программный комплекс для построения карт забоя FaceCapture™ позволяют добиться существенной экономии средств и дополнительных преимуществ для отрасли. В стремлении улучшить показатели производственной безопасности компания Necla Mining объединила усилия с Mine Vision Systems и внедрила свою картографическую систему в практику работ на двух рудниках в Северной Америке. Эта система позволяет Necla создавать карты и осуществлять географическую привязку забоя в реальном времени, а также снизить количество непроизводительного времени, сократив временные затраты, необходимые для нанесения забоя на карту и документального оформления. Кроме того, улучшается качество информации, которая поступает к геологам точно в тот момент, когда потребность в ней наиболее актуальна.

Технология подразумевает обследование подземных горных выработок сканером LiDAR, что позволяет получить трехмерные изображения горных выработок в высоком разрешении с географической привязкой. Данные предоставляются в формате стандартных для отрасли файлов, которые практически не зависят от конкретного программного обеспечения, благодаря чему могут эффективно использоваться всеми отделами горнодобывающих компаний. Necla Mining работает над внедрением данной технологии в практику горных работ, выполняемых открытым способом, и над объединением этих данных с изображениями, полученными в ходе стандартного сканирования объекта при помощи БПЛА, чтобы получать максимально точные профили забоев и структурные данные.

Применение новых данных улучшает дробление породы при взрывных работах, повышает эффективность контроля содержания полезного компонента, сокращает затраты и улучшает показатели производительности и безопасности.

Мэтт Блаттман говорит: «Мы хотим исключить нежелательное присутствие геологов в забое и в зонах, где регистрируется опасная подземная сейсмическая активность, поэтому мы сотрудничаем с поставщиками технологий в стремлении создать инструмент для решения этой задачи. В этом случае геологов снабдили запяточными лазерными дальномерами, способными выполнять сканирование и географическую привязку самого дальномера в подземной выработке, а также делать трехмерные фотоснимки забоя. На мой взгляд, если ваша инициатива направлена на повышение безопасности, то у руководства будет гораздо больше оснований принять решение о ее внедрении».

Новое подразделение RockMass Eon в составе компании RockMass Technologies предлагает аналогичное решение с использованием портативного сканера LiDAR для построения геотехнических и геологических карт. Шелби Йи (Shelby Yee), генеральный директор компании RockMass Technologies, добавляет: «Мы работаем с нашими клиентами над тем, чтобы обеспечить конечным пользователям возможность с легкостью собирать и фиксировать данные, а разработчикам моделей — комфортно применять их для принятия решений на ежедневной или еженедельной основе. Примером является сотрудничество с золотодобывающей компанией по узкожилойной добыче. Они регулярно выполняли картирование забоя и хотели повысить эффективность построения блочных моделей. Мы работали над внедрением высокоточных и высоконадежных цветных трехмерных облаков точек сканирования в реальном времени. И когда мы впервые продемонстрировали результат, все специалисты технического отдела клиента были поражены тем, что благодаря технологиям подобные достижения стали реальностью».



Кузница истинных перемен

Марсело Годой (Marcelo Godoy)
Директор по технологиям в компании AngloGold Ashanti

Работа на многих объектах горнорудной отрасли сопряжена с проблемами в области охраны труда и безопасности персонала, что влечет повышенные требования к обеспечению безопасности и трудности с наймом горняков, имеющих набор необходимых профессиональных навыков для безопасного выполнения работ в осложненных условиях и замкнутом пространстве.

Помимо прочего, все горнодобывающие компании должны достичь нулевого баланса выбросов к 2050 году, а существенного снижения уровня выбросов — уже к 2030 году. Ввиду описанных выше обстоятельств представители отрасли с повышенным вниманием относятся к инновационным технологиям и тем преимуществам, которые предполагает их использование.

Компания AngloGold Ashanti находится в первых рядах тех, кто извлекает преимущества из использования новых и перспективных технологий и применяет их в широком спектре областей:

- Электромобили — использование электромобилей позволяет снизить требования к обеспечению вентиляции в шахтах благодаря значительному снижению образования твердых частиц и тепловыделения при сгорании дизельного топлива.
- Внедрение источников возобновляемой энергии увеличивает генерацию электроэнергии с использованием солнечных батарей и ветрогенераторов в горнодобывающей отрасли.
- Интернет вещей (IoT) — устройства и датчики, объединенные в сеть посредством технологии «Интернет вещей», собирают данные об оборудовании, состоянии окружающей среды и местоположении работников в режиме реального времени. Эти данные используются для повышения операционной эффективности, оптимизации графиков технического обслуживания и улучшения показателей техники безопасности (ТБ).

- Виртуальная реальность применительно к обучению по ТБ дает горнякам возможность потренироваться в выявлении основных опасностей, находясь в виртуальном пространстве, и получить бесценный опыт прежде, чем они отправятся выполнять работу на участках с опасными условиями труда.
- Передовая робототехника — использование автономных буровых установок в открытых карьерах позволяет улучшить показатели эффективности, точности и соблюдения техники безопасности.
- Автономные системы откатки — беспилотные самосвалы и вспомогательные транспортные средства обеспечивают возможность оптимизировать эффективность операционной деятельности и снизить риск происшествий.
- Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) используются для обследования подземных пустот, контроля за обеспечением безопасности на объекте, а также выполнения геотехнических исследований.
- Усовершенствованные системы удаленного мониторинга хвостохранилищ — системы дистанционного мониторинга позволяют отслеживать ситуацию в хвостохранилищах из централизованной операторной в режиме реального времени. Это дает возможность применять упреждающий подход при накоплении хвостов и управлении водными ресурсами и является ключевым аспектом для планирования готовности к чрезвычайным ситуациям.

Директор по технологиям в компании AngloGold Ashanti Марсело Годой (Marcelo Godoy) объясняет, в какие технологии вкладывает средства его компания: «Среди новых технологий, принимаемых нами на вооружение, приоритетной является электротранспорт. Использование электромобилей в шахтном забое рассматривается как значительный шаг вперед, поскольку позволяет снизить требования к обеспечению вентиляции благодаря существенному сокращению образования твердых частиц и выделения тепла при сгорании дизельного топлива. Нельзя сказать, что в данный момент технология находится на желаемом уровне, но идет постоянное развитие, и сейчас ведутся пробные испытания на одном из наших рудников в Бразилии. Передовая робототехника и автономные системы также открывают огромные возможности, и у меня нет сомнений в том, что к моменту, когда мы достигнем нулевого баланса выбросов в 2050 году, на наших рудниках будут трудиться роботы. Наконец, использование возобновляемых источников энергии приведет к снижению объема выбросов в атмосферу и сократит наши затраты на электроэнергию».

Трудности использования электромобилей в шахтах

Как отмечает Марсело Годой, при внедрении новых технологий не всегда удается избежать сложностей. В сравнении с традиционными дизельными системами электромобили имеют существенные ограничения с точки зрения выходной мощности, и лимитированная емкость их аккумуляторных батарей ограничивает дальность действия и время использования, вызывая необходимость частой перезарядки либо смены аккумуляторов. У нас имеются шахтные системы откатки с электродвигателем, которые не способны работать в течение полной смены, потому что после двух рейсов по транспортному съезду им необходимо возвращаться для смены аккумуляторов. Кроме этого, аккумуляторы обладают значительным весом, что ограничивает полезную грузоподъемность и маневренность в ограниченном пространстве шахты. Применение систем с электродвигателями требует обустройства инфраструктуры для зарядки и быстрой замены аккумуляторов.

Использование электромобилей способно предложить определенные улучшения, но по-настоящему повлиять как на операционную деятельность, так и на ситуацию с окружающей средой сможет только существенный прогресс в технологиях аккумуляторных батарей.

Мэтт Блаттман отмечает: «В определенных обстоятельствах применение таких технологий оправдано, например, на нашем руднике Лаки-Фрайдэй. Его характерной особенностью является большая глубина и высокая температура в забое, при этом существенный объем тепловыделения обусловлен использованием дизельного оборудования. Система с аккумуляторными батареями является отличной идеей, поскольку может привести к снижению выделения тепла. В данном случае применение аккумуляторных батарей обусловлено не экономическими соображениями, а факторами иного характера — необходимостью сократить тепловыделение и изменениями в инфраструктуре. Затруднение заключается в том, чтобы доставить новую технологию в шахту: каким образом можно взять литиевую батарею в сборе, разделить ее на части, чтобы спустить вниз по шахтному стволу, а потом собрать заново? Использование электромобилей является отличной идеей, но я все же полагаю, что она пока еще недостаточно проработана и не готова для полномасштабной реализации в настоящий момент».

Использование цифровых двойников и искусственного интеллекта позволит сделать работы в горнодобывающей отрасли более динамичными.

Технология цифровых двойников также способна оказать очень серьезное влияние на работу горнодобывающих предприятий. По сути, цифровой двойник — это полная копия системы, существующей в реальном мире; это трехмерная компьютерная модель, в которой можно наблюдать все аспекты операционной деятельности рудника в режиме реального времени.

Скрупулезно подобранные системы на основе искусственного интеллекта смогут управлять цифровыми двойниками и другими системами, открывая захватывающие перспективы. Такие модели дадут пользователям возможность моделировать и воспроизводить режимы работы целых горнодобывающих комплексов.

Благодаря им владельцы рудников смогут оптимизировать выполнение работ, прогнозировать отказы и сбои и прорабатывать различные сценарии, повышая эффективность принятия решений. Это существенно повлияет на нашу способность проектировать новые шахты, потому что вместо одного, двух или трех проектов количество различных создаваемых системой сценариев может исчисляться тысячами.

Задача проектирования конструкции рудника сопряжена с большими трудозатратами, отнимает много времени и требует учета многочисленных параметров, таких как модели ресурсов, способы разработки, подбор оборудования, капитальные и операционные затраты. У разработчиков программного обеспечения имеется колоссальная возможность дополнить свои продукты мощностями искусственного интеллекта, которые позволят не только с большей эффективностью генерировать различные проекты, но также с легкостью создавать и оценивать сотни или даже тысячи сценариев. Это является ключевым фактором для определения наиболее эффективного проекта по разработке конкретного рудного тела с оптимальным соотношением цена-качество. Аналогичная технология может быть интегрирована в процессы анализа геологических данных, моделирования запасов, анализа устойчивости, оценки влияния на окружающую среду и определения целей геологоразведочных работ.

По сложившейся практике горнодобывающие компании применяют годичный цикл планирования, однако новый гибрид искусственного интеллекта и цифровых двойников позволит представлять обновления данных в реальном времени и оперативно реагировать на постоянно меняющиеся условия ведения горных работ.

Внедрение новых технологий

В горнодобывающей отрасли должны определиться, кто именно станет принимать решения о том, как будут меняться принципы ее работы. Разработчикам технологий необходимо решить, как будут выглядеть новые инструменты. Однако только в горнодобывающих компаниях действительно имеют представление о затруднениях при выполнении операционной деятельности и владеют полной картиной имеющихся рисков. Сотрудничество между всеми сторонами является ключевым фактором, а использование открытой платформы представляет собой эффективный способ собирать данные и поставить их на службу отрасли.

Хотя у перспективных технологий имеется колоссальный потенциал, их стоимость может стать препятствием для инвестиций. Многие поставщики приходят в отрасль, не имея конкретного продукта для ее нужд, и в течение многих месяцев пытаются разработать адресное решение, зачастую неся высокие финансовые издержки. Для отрасли же наиболее предпочтительный вариант — применять уже готовые серийные программные продукты, чтобы быстро воспользоваться преимуществами новых технологий.

В условиях строгих критериев инвестирования внедрение новых технологий для повышения эффективности, безопасности и производительности работ может оказаться непростой задачей.

Присущая данной отрасли культура избегания рисков и стремление к окупаемости инвестиций могут стать препятствием для вложения средств в новую технологию. Однако вследствие того, что ключевые участки в отрасли в настоящий момент не вполне отвечают принципам устойчивого развития, компаниям потребуется совершить рывок вперед, разработать новые методы работ и внедрить новые инновационные технологии, которые улучшат показатели экологической устойчивости и производительности.

Мэтт Блаатман отмечает: «Мы должны рассматривать различные возможности и принимать инвестиционные решения, основываясь на наиболее оптимальном соотношении выгоды к риску. Необходимо понять, имеется ли возможность разработать пробное решение для проверки осуществимости концепции, и затем снижать риски в ходе дальнейшей работы. Если просто ждать, что кто-то придет и решит проблему за нас, этого никогда не произойдет; нам придется изыскивать такие возможности. Нам нужно научиться у представителей других отраслей готовности вкладываться в научные исследования и разработки, а необходимые расходы следует рассматривать как инвестиции. У тех компаний в нашей отрасли, которые будут исповедовать такой подход, поиск новых решений увенчается успехом».





Заключение

Горнодобывающая промышленность переживает один из важнейших переломных моментов в своей истории. Возросший спрос на редкоземельные металлы и минералы требует больших, как никогда, объемов добычи, но в то же время необходимо, чтобы эти цели достигались рациональным с точки зрения природопользования образом и способствовали достижению нулевого баланса выбросов.

Новые технологии жизненно необходимы в ситуации, когда перед промышленностью стоит задача улучшить производственные показатели и стандарты техники безопасности, при этом способствуя достижению нулевого баланса выбросов. В настоящий момент наблюдаются колоссальные прорывы в развитии технологий: технологии на базе искусственного интеллекта развиваются в геометрической прогрессии; все более широкое применение находят сканеры LiDAR, при этом для проведения исследований их все чаще размещают на БПЛА, автотранспорте и других технических средствах, используемых в отрасли. Этой тенденции способствует применение технологий дополненной и виртуальной реальности, что приводит к существенному прогрессу в 3D-моделировании.

Однако в деле создания пробных решений и внедрения новых систем, направленных на улучшение всех аспектов добычи полезных ископаемых, необходимо более тесное сотрудничество между представителями отрасли и поставщиками технологий. Новые технологии дадут возможность собирать и задействовать необходимые данные, создавать цифровые рабочие процессы и трехмерные модели, которые позволят отрасли в целом функционировать эффективнее, безопаснее и с минимальным воздействием на окружающую среду.

В этом документе ведущие отраслевые эксперты призывают к увеличению инвестиций в научные исследования и разработки, чтобы поддержать инновации и внедрение новых технологий в практику горных работ. Время не ждет! Пора внедрять технологии, которые обеспечат устойчивое развитие и эффективность деятельности по добыче полезных ископаемых в настоящем и станут поддерживать эту тенденцию в будущем.

Пять ключевых моментов на заметку руководителям горнодобывающих предприятий

1. Рассматривайте курс на достижение нулевого баланса выбросов как фактор, стимулирующий перемены к лучшему и повышающий производственные показатели в долгосрочной перспективе.
2. Привлекайте инвестиции, фокусируя внимание на преимуществах в сфере обеспечения безопасности и экологической устойчивости, которые реализуются при внедрении новых и перспективных технологий.
3. Определяйте конкретные пробные решения для подтверждения правильности концепций и внедряйте новые технологии, снижая риски в процессе применения каждого пробного решения.
4. Рассмотрите возможность объединить данные, сервисы и приложения в открытой среде в целях наиболее оптимального использования геологических моделей.
5. Сотрудничайте с коллегами по отрасли — обменивайтесь опытом, чтобы вдохновлять друг друга на реализацию преобразований.

Чтобы узнать больше об оптимизации работ по добыче полезных ископаемых, обратитесь к нам.

