

## Интеграция информационных и горнодобывающих технологий для развития интеллектуальных шахт

*А. А. Басаргин<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: abaspirant@mail.ru

**Аннотация.** В контексте Индустрии 4.0 использование информационных технологий нового поколения для активизации и преобразования традиционных отраслей позволит сохранить конкурентоспособность традиционных отраслей в долгосрочной перспективе. Горнодобывающая промышленность также переживает процесс информатизации. Многие горнодобывающие компании расширяются, но методы их работы и управления неэффективны, а их бизнес-процессы и методы организационного управления нуждаются в реформировании. Перспективы повышения производительности горнодобывающего парка и решения проблемы нехватки рабочей силы в горнодобывающих регионах сегодня, безусловно, могут быть реализованы за счет дистанционно управляемой добычи и автоматизированной транспортировки. Интеллектуальная добыча, с одной стороны, подразумевает применение информационных технологий на каждом этапе производственно-сбытовой цепочки добычи полезных ископаемых, от разведки и геологического моделирования до оборудования, операций и технического обслуживания, логистики и транспортировки. Для повышения эффективности работы горнодобывающих предприятий предлагается использовать технологию облачного майнинга. Это позволит повысить эффективность и точность геологоразведочных работ, создавать актуальные цифровые модели месторождения, а также осуществлять мониторинг транспортного оборудования. Новый режим в основном решает проблемы синергии при групповой работе горнодобывающих предприятий и проблемы сотрудничества между родственными предприятиями.

**Ключевые слова:** интеллектуальная добыча, облачный майнинг, эффективное управление операциями, облачный бизнес, открытое сотрудничество

## Integration of information and mining technologies for the development of smart mines

*A. A. Basargin<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: abaspirant@mail.ru

**Abstract.** In the context of Industry 4.0, using next-generation information technologies to revitalize and transform traditional industries will keep traditional industries competitive in the long term. The mining industry is also going through the process of informatization. Many mining companies are expanding, but their operating and management practices are not efficient, and their business processes and organizational management are in need of reform. The prospects for increasing the productivity of the mining fleet and solving the problem of labor shortages in the mining regions today, of course, can be realized through remotely controlled mining and automated transportation. Smart mining, on the one hand, involves the application of information technology at every stage of the mining value chain, from exploration and geological modeling to equipment, operations and maintenance, logistics and transportation. To improve the efficiency of mining enterprises, it is

proposed to use cloud mining technology. This will increase the efficiency and accuracy of exploration work, create up-to-date digital models of the field, and monitor transport equipment. The new regime mainly solves the problems of synergy in the group work of mining enterprises and the problems of cooperation between related enterprises.

**Keywords:** smart mines; cloud mining; efficient operation management; cloud business; open cooperation

### *Введение*

Развитие интеллектуальных шахт зависит от одного критического фактора: развертывания инфраструктуры информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Однако для того, чтобы это сделать правильно, сначала необходимо решить ряд проблем [1, 6]:

- отсутствие отраслевых стандартов: установить взаимосвязь между корпоративными информационными системами сложно и дорого, что сдерживает обновление и развитие системы;

- несопоставимость интерфейсов: интерфейсы производственных устройств не унифицированы, а это означает, что ценность данных не может быть раскрыта;

- разрозненность данных: поскольку существующие системы разрознены, их развертывание обходится дорого, а циркуляция данных и совместное применение строго ограничены;

- слабая информационная безопасность: безопасность оборудования и операционных систем (ОС) оказываются неадекватными для борьбы с современными угрозами.

Ключ к преодолению этих проблем лежит в решении трех задач: унифицированной платформы, единых стандартов и единой безопасности. Ориентируясь на промышленную интернет-архитектуру шахт, ИКТ нового поколения облачной инфраструктуры и цифровой платформы – наделяют каждую шахту интеллектуальными возможностями, раскрывая ценность данных и приложений горного оборудования. Благодаря этим технологиям горнодобывающие предприятия могут строить перспективные, безопасные, эффективные и интеллектуальные шахты [1, 3].

Горнодобывающая промышленность прошла путь от традиционных методов добычи полезных ископаемых до механизации, автоматизации и цифровизации, и в настоящее время исследует беспилотные и интеллектуальные операции [4]. Стандартизация является важной проблемой, стоящей перед руководством группы предприятий. В эпоху глобализации транснациональные компании интегрируют ресурсы по всему миру.

Как только шахта введена в эксплуатацию, горные инженеры получают большой поток данных о производительности, состоянии оборудования от датчиков и устройств мониторинга на стационарных и мобильных объектах через сети, серверы и сервисы. Эти «большие данные» можно обрабатывать и анализировать, чтобы выявлять тенденции, помогать прогнозировать события и формулировать стратегии обеспечения надежности уже на этапе проектирования

(например, проектирование, ориентированное на надежность). Интеллектуальный майнинг подразумевает, что огромные объемы данных дополняют реальность физического рудника, завода и оборудования. Этот встроенный интеллект можно использовать для оптимизации операционной эффективности, повышения доступности и использования активов, повышения безопасности и экологической чистоты, а также максимизации окупаемости инвестиций.

### ***Основные проблемы горнодобывающих предприятий***

Сегодня большинство серверов горнодобывающих предприятий по-прежнему объединяют компьютеры в сеть. С нестандартной облачной архитектурой эта система является совершенно неадекватной для поддержки масштабирования уровня хранения и вычислительных ресурсов и системного аварийного восстановления, необходимого для интеллектуального майнинга. Являясь основным носителем интеллектуальных шахт, облачная инфраструктура преобразует физические ресурсы в виртуальные пулы ресурсов, которые легко и быстро планируют широкий спектр задач горных предприятий. Это также позволяет использовать создание ресурсов и экономию средств благодаря взаимодействию в облаке и за его пределами.

То же самое верно и для горнодобывающих компаний так как организационная структура и методы работы остаются традиционными, что затрудняет управление и координацию [6, 7]. В частности:

– трудно координировать управление производством на нескольких шахтах. Примечательной особенностью управления горнодобывающей группой является сосуществование нескольких шахт, нескольких процессов и нескольких предприятий. Очень сложно делиться ресурсами внутри группы. Каждая шахта должна быть оснащена профессионалами в области геологии, геодезии, добычи полезных ископаемых, обогащения, транспорта, безопасности, управления и т. д. Это серьезно увеличивает нагрузку на группу человеческих ресурсов;

– эффективность сотрудничества между отраслевой цепочкой и компаниями очень низкая: строительство современных шахт включает в себя множество направлений и специальностей из различных областей [4, 8]. В горнодобывающий бизнес входит производство, планирование, рабочая сила, материалы, планирование и бюджетирование, безопасность и защиту окружающей среды, управление и т. д. Компании отраслевой цепочки осуществляют информацию и связь, производство оборудования, инженерное строительство, транспортные услуги, проектные институты, консалтинговые агентства и т. д.;

– когда предприятия оказывают технические услуги по добыче полезных ископаемых, строительству систем, техническому обслуживанию и другим видам работ, техническому персоналу неизбежно приходится часто посещать шахты для полевых исследований. В дороге тратится много времени, а в доработке невозможно все время эффективно выяснять полевую обстановку. Из-за географических барьеров и недостаточного доступа к информации эффективность сотрудничества между предприятиями очень низкая.

Кроме того, при широком применении цифровых и интеллектуальных систем гарантия нормальной работы также является важным вопросом, стоящим

перед современной горнодобывающей промышленностью [6]. Основной деятельностью горнодобывающей компании является комплексное использование полезных ископаемых, и применения одних только цифровых технологий недостаточно для оптимизации управления, повышения эффективности и сокращения затрат [2, 10].

Сложная сеть систем, жизненно важных для добычи полезных ископаемых, таких как мониторинг газа, размещение персонала, контроль безопасности и вентиляция, разрознена и работает независимо друг от друга. Таким образом, каждая система имеет разные стандарты данных, что затрудняет взаимодействие информации. Кроме того, отсутствие интеграции с унаследованными информационными системами означает, что они могут удовлетворять только базовые требования к интеллектуальному анализу, не имея возможности поддерживать интеллектуальное принятие решений и по-настоящему раскрыть всю ценность конвергенции данных [9].

### *Предложения по внедрению облачного майнинга*

Режим облачного майнинга «Cloud mining» (СМ) относится к облачной интеграции основных операций майнинга (таких как производство и управление, технологии майнинга и услуги планирования) за счет эффективного использования облачных технологий, облачных ресурсов и облачных сервисов. Большое количество человеческих и интеллектуальных ресурсов перемещается в облако. Формируется новый режим работы и управления кластерами горнодобывающей промышленности – открытый, кооперативный и скоординированный.

Облачные технологии относятся к общему названию сетевых технологий, информационных технологий, технологий интеграции и технологий приложений, основанных на бизнес-модели облачных вычислений [4]. Облачные ресурсы относятся к формированию общих ресурсов после того, как данные, программное и аппаратное обеспечение в производстве и операциях загружаются в облако. Их можно использовать и предоставлять по запросу [7, 8]. Облачные сервисы также являются сетевыми сервисами, которые предоставляют динамические, виртуализированные и легко расширяемые ресурсы через Интернет [5].

Миграция человеческих и интеллектуальных ресурсов в облако является ключевым элементом нового режима. Речь идет о новом режиме работы сотрудников горнодобывающих предприятий, включающем обработку данных, совместное использование ресурсов, управление производством, деловое общение и взаимодействие через облачные платформы.

Интеллектуальное оборудование и цифровые системы можно улучшить только за счет применения режима СМ [5, 8]. Реализация режима СМ также является постепенным процессом, который можно разделить на три этапа.

На первом этапе достигается производственная и управленческая разведка шахты. Необходимо рационально скорректировать структуру и процесс забоя, чтобы обеспечить автоматическую работу всего процесса горных работ, а также использовать сеть датчиков для эффективного получения данных.

Затем, создав платформу управления и контроля производства, можно интегрировать управление производственным оборудованием, бизнес-системами,

программным и аппаратным обеспечением. Наконец, используя анализ данных, можно добиться интеллектуального производства и управления шахтами.

Второй этап – достижение облачного взаимодействия майнинговых групп и промышленных кластеров. Создавая цифровую платформу для совместной работы внутри группы для достижения интеграции и оптимизации всех элементов процесса, отраслевые кластеры вверх и вниз по течению вместе создают платформу облачного сотрудничества. Режим обслуживания будет изменен с «режим на месте» на «режим в облаке», что позволит подключаться к данным и сотрудничать в облаке.

Третий этап – создание майнинговой экосистемы открытого сотрудничества. Необходимо создать единую платформу для совместной работы с большими данными, чтобы способствовать открытости. Более того, улучшая среду сотрудничества между предприятиями и оптимизируя механизм построения промышленных облаков, можно создать экосистему облачного майнинга.

### *Заключение*

В заключение хотелось бы сказать, что комплексный подход по внедрению информационных систем позволяет в разы повысить эффективность применяемых программных продуктов за счет уменьшения потерь времени и качества данных при импорте/экспорте из одной системы в другую, а также за счет стандартизации и унификации используемых форматов и структур данных.

Горнодобывающие компании используют облачные технологии, облачные ресурсы и облачные сервисы для перемещения человеческих и интеллектуальных ресурсов на облачную платформу. Основной бизнес шахты интегрирован в облако. Промышленные кластеры реализуют модель открытости, сотрудничества и координации.

Режим СМ использует техническую архитектуру «облако-граница-терминал». Ресурсы данных, цифровые технологии интегрированы в облачную платформу, чтобы сформировать взаимосвязанный режим работы и режим открытого и совместного сотрудничества. Новый режим обладает характеристиками удаленного сотрудничества, распределенного управления, совместного использования услуг и оплаты по мере использования.

Предлагается режим «облачного майнинга», который заменит отсталый и неэффективный режим производства и управления, инициирует перестройку промышленной структуры и оптимизирует формат обслуживания и бизнес-модель.

Согласно новому режиму, развитие компании будет изменено с управления мощностью на управление данными. Концепции принятия решений компании будут изменены с преимущественно эмпирических суждений на анализ данных для принятия решений в облаке. Эффективность обслуживания позволит добиться всестороннего улучшения возможностей от проектирования до производства, от проверки до получения и учета и от эксплуатации до управления.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черагина Д. И. Управления проектами обустройства на примере куста скважины №221 Вынгапурского месторождения // В сборнике: управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2 частях. – 2017. – С. 24–27.
2. Басаргин А. А. Создание цифровых моделей месторождений полезных ископаемых с применением современных технологий // Вестник СГГА. – №1 (25). – 2014 г. – С. 34–40.
3. Басаргин А. А. Методика создания трехмерных геологических моделей месторождений с использованием геоинформационной системы Micromine // Сборник материалов междунар. Науч. конгр. «ГЕО- Сибирь - 2015». Т. 1 «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия», ч.1 – Новосибирск : СГУГиТ, С. 15–20.
4. Урумов В.А., Босиков И.И. 3d-модель и закономерности распределения полезных компонентов залежи Анненская жезказганского месторождения // Устойчивое развитие горных территорий. – 2015. – т. 7. № 1. С. 11–16.
5. Шульга Е. С. Чем порадует 2018 год пользователей программы Micromine // Золото и технологии. – 2017. – № 4 (38). С. 50–53.
6. Осипов В. Л. Определение рудных интервалов при подсчете запасов в программе Micromine // Горные науки и технологии. – 2018. – № 2. С. 23–31.
7. Шевкун Е. Б., Лещинский А. В., Галимьянов А. А. Короткая комбинированная забойка взрывных скважин высокой запирающей способности. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 4. – С. 331–336.
8. Свод Правил СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ/М.:2012 г;
9. Нурмухаметова А. Т. 3-х мерное моделирование при подсчете объемов полезного ископаемого // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина. – Томск, 2017. – С. 582–583.
10. Бесимбаева О. Г., Хмырова Е. Н., Бедарев А. С., Даулетова А. О. Исследование возможности 3D моделирования для маркшейдерского обеспечения ведения горных работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 178–183.

© А. А. Басаргин, 2022