

УДК 22.01.553.04

Низамова А.Т., PhD

*Доцент кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия»
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В
МАРКШЕЙДЕРСКОМ МОНИТОРИНГЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

Аннотация: В статье приведены сведения о применении систем больших данных в маркшейдерском мониторинге геомеханических процессов, который включает в себя множество наблюдений за развитием геомеханических процессов и явлений в системе «массив горных пород». Формирование больших данных способствует развитию принципиально новых технологий управления процессами на горнодобывающих предприятиях, в том числе, при проведении маркшейдерского мониторинга геомеханических процессов. Предлагаемые методы позволят формализовать передачу данных между объектами и на их основе внедрить систему накопления и анализа данных.

Ключевые слова: маркшейдерский мониторинг, геомеханические процессы, массив горных пород, большие данные, цифровое предприятие, цифровизация.

Nizamova A.T., PhD

**Associate Professor of the Department of Surveying and Geodesy
Tashkent State Technical University
named after Islam Karimov**

THE USE OF BIG DATA SYSTEMS IN SURVEYING MONITORING OF GEOMECHANICAL PROCESSES

Abstract: The article provides information about the use of big data systems in surveying monitoring of geomechanical processes, which includes many observations of the development of geomechanical processes and phenomena in the "rock massif" system. The formation of big data contributes to the development of fundamentally new process management technologies at mining enterprises, including when conducting surveying monitoring of geomechanical processes. The proposed methods will allow to formalize data transfer between objects and on their basis to implement a system of data accumulation and analysis.

Keywords: surveying monitoring, geomechanical processes, rock mass, big data, digital enterprise, digitalization.

Маркшейдерский мониторинг - это специализированный вид мониторинга, предусматривающий множество регулируемых наблюдений за развитием геомеханических процессов и явлений в системе «массив горных пород» и контроля факторов, обуславливающих их формирование и развитие, реализуемое по определенной программе с целью своевременной диагностики для горного массива, разработки и проведения мероприятий, по предупреждению опасных ситуаций связанных с добычей полезных ископаемых или по снижению ущерба наносимого их действием.

На сегодняшний день во всем мире горные работы ведутся в условиях с недостаточной изученностью геомеханического и геодинамического состояния массива горных пород, отсутствия комплексных методов оценки состояния горного массива, без полного учета особенностей, отрицательно влияющих на технико-экономические показатели разработки месторождения, в виде проявлений горного давления в различных формах. Одним из решений данной проблемы является применение цифровых

технологий в прогнозировании геомеханических процессов, происходящих в массиве горных пород в сейсмостектонически активных зонах, учитывающих многообразие и сложность геомеханических условий ведения горных работ.

Для этого первоначально следует разработать методы формализации, проектирования, создания и управления базами данных, характеризующих условия формирования состояния и проявления геомеханических процессов в массиве горных пород.

Одним из способов эффективного использования больших данных является созданная нами база данных, функциональное описание которой приведено ниже [1].

База данных – это совокупность специально организованных данных, рассчитанных на применение в большом количестве прикладных программ, отображающая состояние объектов и их отношений в рассматриваемой предметной области и всех тех данных, которые обрабатываются более чем в одной программе (модуле).

Развитие системы БД во времени называют жизненным циклом. Последний делится на стадии анализа, проектирования и эксплуатации. Первая стадия включает в себя этапы формулирования и анализа требований, концептуального проектирования, проектирования реализации, физического проектирования. Вторая стадия состоит из этапов реализации БД, анализа функционирования и поддержки, модификации и адаптации.

Таким образом разработанная информационно-поисковая система «MASS-GP» является начальным этапом цифровизации геомеханических процессов, происходящих в массиве горных пород, которая в дальнейшем может быть интегрирована в большую цифровизационную систему по созданию управления смарттрудника».

Научные и практические задачи цифровой трансформации горнодобывающей отрасли состоят в выборе направлений исследований и

технологических разработок, которые будут актуальны в перспективе для обеспечения устойчивого развития горнодобывающей отрасли. Важно не просто внедрять новые технологии сбора данных, а на основе формулирования гипотез оптимизации параметров геотехнологических процессов с использованием аналитических систем больших данных горной промышленности развивать методы подготовки и преобразования информации горнодобывающих предприятий для ее долговременного экономически обоснованного хранения и активного использования в управлении производством на основе развития методов прогнозной аналитики.

В Узбекистане накоплен достаточный опыт в добыче и переработке различных видов твердых полезных ископаемых, но эффективность функционирования горнодобывающей отрасли зависит от способности ее адаптации к новым вызовам и условиям риска.

На существующих горнодобывающих предприятиях республики в пределах возможностей имеющейся техники и применяемой технологии доведены до совершенства процессы добычи и переработки руд и минерального сырья. В том числе внедрены информационные технологии в обособленных объектах, включающие логистические, обогатительные процессы и проектирование отдельных элементов горнотехнической системы.

В настоящее время ключевой задачей ученых и производителей является создание условий для цифрового горного предприятия путем разработки инновационных технологий горнодобывающей отрасли с использованием роботизированных систем и прогнозной аналитики для решения задач оптимизации процессов горного предприятия и априорных оценок состояния массива горных пород.

Одним из возможных способов решения поставленных задач для сохранения конкурентоспособности отечественных

горнодобывающих предприятий является применение современных технологий с использованием искусственного интеллекта и прогнозной аналитики на основе анализа больших данных на всем этапе создания стоимости товарной продукции – от геологоразведки до обогащения.

Передовые горно-металлургические комбинаты республики НГМК и АГМК на весь период своего существования достигли максимально возможных значений на уровне международно признанных технических и экономических показателей. К сожалению, в процессе интенсивного ведения добычи полезного ископаемого существенно изменяются условия и тенденции в инновационном развитии всего комплекса горнодобывающей системы как единого организма, способного достичь более высоких горизонтов и за счёт оптимизации взаимосвязи всех звеньев цепи «Забой рудника - Обоганительная фабрика - Metallургический завод» и уменьшения риска в обеспечении промышленной безопасности на опасных производственных объектах на базе внедрения цифровой трансформации. Так как управление качеством минерального сырья начинается с данных геологоразведочных работ и отслеживания всей цепочки: от забоя через рудопотоки до металлургического комбината.

Именно этой задачей продиктован выбор оборудования и программного обеспечения таких брендов как Micromine, Geovia Surpac, Geovia MineSched и др. Сами по себе эти сложнейшие программы и аппараты ещё не означают «умный рудник (smart mine)».

Прежде всего, необходима увязка всех звеньев технологической цепи. Нужны ещё и методики, которые зачастую отсутствуют. Особенность данного процесса состоит в том, что связь на рудниках — односторонняя. Фактически невозможно принимать оперативные решения по получению информации. Часто данные поступают в лучшем случае спустя сутки. Наиболее оптимальное решение — это связка решений для горного

передела, состоящая из связи и позиционирования, горно-геологической информационной системы, моделирования, оперативного планирования и диспетчеризации.

Управлять горным производством теперь можно, используя электронные данные, которые накапливаются в едином информационном пространстве. Самое важное в этом смысле — весь поток информации автоматически систематизируется и подвергается анализу.

Мониторинг состояния горнопромышленных природно-технических систем и отдельных объектов в сложившихся условиях может стать одной из первых областей деятельности горных предприятий, в которой будут формироваться большие данные и реализоваться методы работы с ними. Общий объем информации, собираемой на крупных предприятиях ежедневно, может исчисляться сотнями гигабайтов, однако только несколько процентов получаемых данных в дальнейшем используются в анализе технологических процессов при оптимизации режимов работы оборудования. Во многом это связано с отсутствием проработанных способов анализа больших данных и их попытками определить зависимости между наблюдаемыми параметрами и состоянием горнотехнических систем и их объектов стандартными аналитическими методами [2,3].

В связи с этим в последние годы учеными из различных стран разрабатываются методы оценки состояния природных и техногенных объектов с использованием искусственного интеллекта с применением нейронных сетей. При этом обучение искусственного интеллекта проводится на основе собранных ранее данных и получаемых непосредственно в процессе эксплуатации объекта. Подобный подход имеет следующие особенности: совершенствование цифровой модели с учетом изменения условий окружающей среды и параметров эксплуатации; пользователь системы не может отследить четких зависимостей между составными частями искусственного интеллекта, оценивание происходит на

основе зависимости входных и выходных параметров; нейронная сеть не отображает сущность физической модели объекта; мониторинг параметров и состояния объектов становится регулятором с обратной отрицательной связью для системы искусственного интеллекта.

Формирование больших данных способствует развитию принципиально новых технологий управления процессами на горнодобывающих предприятиях, в том числе, при проведении маркшейдерского мониторинга геомеханических процессов. Предлагаемые методы позволят формализовать передачу данных между объектами и на их основе внедрить систему накопления и анализа данных.

Так, кардинально меняются подходы и технологии геологов, маркшейдеров и горных инженеров: компания переходит с бумажных технологий на работу с трёхмерными данными.

Основой системы цифрового управления технологическими процессами, способной обеспечить требуемый уровень безопасности и эффективности на горнодобывающем предприятии, является достоверная и своевременная информация на всех уровнях производства. Организация возможности получения достоверных данных о состоянии технологических процессов на всех уровнях управления – важный шаг цифровой трансформации отрасли.

Для этого требуется детальный анализ причин условий сдерживания внедрения цифровой трансформации во все производства отрасли, занимающиеся недропользованием.

При решении сложных и комплексных проблем текущего и перспективного планирования в единую систему управления производственными и технологическими процессами вовлекаются все имеющиеся бизнес-процессы предприятия, что позволяет решить задачу обеспечения цифровой трансформации.

В результате производственного развития горнодобывающих предприятий Узбекистана в направлении технической, технологической, информационной и коммуникационной инфраструктуры ожидается поэтапная цифровизация с решением задач оптимизации текущего и перспективного планирования развития горных работ, предусматривающих создание единого центра дистанционного управления при полном позиционировании персонала и каждого рабочего места.

Действительно, на передовых предприятиях отрасли формируется единая стратегия «оцифровки» показателей производственных процессов. Для развития систем прогнозной аналитики и предотвращения риска аварий и техногенных катастроф, повышения экономической эффективности горного производства и уровня управленческих решений дальнейшее развитие горной промышленности должно базироваться на развитии теории сбора, обработки, хранения и использования данных, собираемых при освоении недр. Для этого поставлена и решается задача создания универсальных структур аналитических систем больших данных горной промышленности, обеспечивающих методологически выверенный сбор, обработку, хранение и анализ данных, поступающих от источников цифровой информации о функционировании предприятия.

На производственный процесс в любой момент времени оказывают влияние множество переменных взаимозависимых факторов. Учесть и согласовать их, избежав ошибок и внештатных ситуаций крайне сложно. Более того ни одно решение не защищено от влияния человеческого фактора. И здесь на помощь приходят технологии цифровой экономики способные взять на себя значительный фронт работ – от автоматизированного сбора данных и безбумажного документооборота до полного дублирования реального в виртуальном пространстве – к созданию «цифровых двойников», помогающих регулировать и анализировать потоки

данных, управлять процессами и обеспечивать полный контроль за ситуацией [2].

Цифровое предприятие предусматривает цифровизацию и интеграцию процессов по вертикали в рамках всего предприятия, начиная от разработки проектов и закупок и заканчивая производством, логистикой и обслуживанием в процессе эксплуатации. Все это делается на базе соответствующей цифровой платформы.

Уже сегодня такие платформы разрабатывают рекомендации линейному персоналу, инженерам, диспетчерам и руководству компаний в части как управлять технологическими процессами, анализируя десятки параметров за большие периоды времени и экстраполируя сценарии будущего на основе анализа ситуаций прошлых периодов.

Дальнейшее развитие таких аналитических систем состоит в том, чтобы в полной мере понимать возможности повышения эффективности производства на основе уже собираемых данных, анализируя которые, можно не только фиксировать прошедшие и текущие состояния технологических процессов, но и экстраполировать, строить модели развития процессов в будущем. Такой подход позволит не только избежать человеческого фактора в принятии решений при управлении дорогостоящей техникой, оборудованием, но и заранее спрогнозировать наиболее оптимальное состояние и дать определенные рекомендации персоналу в работе.

Одной из первостепенных научных задач является классификация источников получения данных о функционировании горнотехнической системы на различных этапах, а именно оценить типы и получаемые данные от горнотехнических конструкций, генерируемые данные и возможности получения их от горного оборудования и горных выработок, а также от технических процессов. На основании данной классификации можно будет говорить об универсальных структурах аналитических систем больших

данных в горной промышленности, обеспечивающих методологически выверенный сбор, обработку, хранение и анализ данных, на основе которого будут построены «цифровые советчики».

Таким образом, цифровая трансформация характеризуется инновационным развитием технологий и средств телекоммуникаций, высокоточной навигации, вычислительной и роботизированной техники. При этом более сложным является перестройка всех процессов организации горного производства, включая развитие компетенций персонала и создание доверия к внедренным цифровым технологиям.

Использование систем больших данных в маркшейдерском мониторинге геомеханических процессов несомненно служит повышению точности прогноза условий безопасного недропользования и создадут благоприятные основы применению цифровых технологий в горном деле.

Использованные источники:

1. С.С. Сайидкосимов, А.Т. Низамова, М.Р. Хакбердиев. Информационные технологии геомеханического обеспечения безопасного недропользования // Горный вестник Узбекистана. –Навои, 2022.- №2.-С. 90-95.

2. С.С. Сайидкосимов, А.Т. Низамова. Условия и тенденции маркшейдерского обеспечения цифровой трансформации горнодобывающего производства // Труды Международной научно-практической конференции «Риски, вызовы и проблемы XXI века в цифровой трансформации рационального и безопасного недропользования». – Ташкент, ТашГТУ, 2022 г. – С.4-9.

3. М.В. Рыльникова, Д.А. Клебанов, М.А. Макеев, М.В. Кадочников. Применение искусственного интеллекта и перспективы развития аналитических систем больших данных в горной промышленности // Горная Промышленность. – Москва. -2022. -№3. –С.89-91.