

УДК 622.01

МАЙНИНГ 4.0

Харитонов Р.В., студент гр. ГО-191, V курс

Научный руководитель: Жиронкин С.А, д.э.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Трансформация технологий извлечения полезных ископаемых сегодня происходит под влиянием распространения технологий Индустрии 4.0 [1] и носит название Майнинг 4.0, или Горное дело 4.0. Технологический переход от распространенной в настоящее время платформы Майнинг 3.0 к Майнингу 4.0 есть закономерный результат эволюции горного оборудования и технологий. Предыдущие переходы начались в 19 в. с началом производства кокса и внедрением паровых машин во вспомогательные процессы шахт (Индустрия 1.0, Майнинг 1.0); затем в начале 20 в. произошла замена ручного труда машинами во вспомогательных процессах (Индустрия 2.0, Майнинг 2.0). Во второй половине 20 в. автоматизация оборудования и комплексная механизация основных процессов шахт и разрезов приняла повсеместный характер (Индустрия 3.0, Майнинг 3.0) [2].

Наконец, с началом 21 в. развитие цифровых технологий Индустрии 4.0 – Интернета Вещей, искусственного интеллекта, «умных роботов» и пр., в добыче полезных ископаемых наметились процессы замены человека машинами, внедрение цифровых систем управления, оптимизация производства в соответствии с требованиями рынка (Майнинг 4.0). Сам переход от Майнинг 2.0 к 3.0 и далее – к 4.0 происходил и происходит поэтапно (нелинейно), в результате насыщения электроникой и цифровыми технологиями горного оборудования и управления производством, что приводит к сосуществованию старых и новых технологий, вплоть до их симбиоза.

Например, при переходе от Майнинга 3.0 к Майнингу 4.0 применение искусственного интеллекта для управления оборудованием, работающим без участия человека, сосуществует с «интеллектуальными помощниками» – интеллектуальный контроль утомляемости операторов машин и мониторинг машин для оптимизации энергопотребления. Также цифровые технологии Майнинга 4.0 воплощены в носимых интеллектуальных датчиках для контроля концентрации вредных веществ в шахтах, в использовании Больших Данных для управления устойчивостью горных массивов, в использовании машинного зрения и обучения для безопасного движения горного транспорта, контроля качества угля и руды при их переработке [3].

Майнинг 4.0 включает в себя продвинутые технологии постмайнинга – полного восстановления природного разнообразия и хозяйственной деятельности на территориях, нарушенных горными работами. В постмайнинге исполь-

зуются такие цифровые технологии Индустрии 4.0, как использование искусственного интеллекта для прогнозирования ущерба окружающей среде, виртуальное 3D-моделирование рекультивации, опора на генную инженерию для восстановления экосистемы при помощи генетически модифицированных растений, заполняющих поверхности отвалов, и пр. [4]

«Ядро» технологий Майнинга 4.0 представляют собой киберфизические системы, которые в будущем должны трансформировать современных операторов – машинистов экскаваторов, бульдозеров, водителей автосамосвалов и пр. в операторов интеллектуальных машин [5]. Киберфизические системы в Майнинг 4.0 состоят из таких технологий, как искусственный интеллект и виртуальная (а также дополненная) реальность, которые повышают эффективность добычи полезных ископаемых, объединяя преимущества использования Интернета вещей, «умных датчиков» и систем машинного зрения для своевременного распознавания производственно-технических, горно-геологических, экологических проблем.

В свою очередь, цифровые двойники меняют роль человека как планировании горных работ и в управлении горными машинами и оборудованием, так и деятельностью человека в горных выработках непосредственно (использование биомеханической поддержки, совместное применение интеллекта человека и искусственного интеллекта коллаборативных роботов, применение дополненной реальности механиками на предприятиях для получения консультаций от инженеров дилерских центров и конструкторских бюро через VR-очки). В целом машинное зрение и обучение, а также автономные роботы и дроны на открытых и подземных горных работах создает благоприятные условия для дальнейшей глубокой роботизации добычи полезных ископаемых, в частности, передачи части функций принятия инженерных решений коллаборативным роботам. Распространение глубокого машинного обучения дает возможность горнодобывающим предприятиям, занятых в ремонте оборудования, автоматизировать многие процессы благодаря сбору данных самими «умными» киберфизическими системами и их анализу в режиме реального времени.

Такой анализ Больших Данных представляет собой важную часть цифровых технологий Майнинг 4.0, поскольку позволяет создавать новую горно-техническую и управленческую информацию самими машинами, интегрировать инженерные, логистические и экономические решения для управления циклом добычи и переработки полезных ископаемых, а также адаптации объемов производства к изменениям на мировом рынке сырья.

В развитии оборудования для открытых горных работ облачные вычисления, используемые для аналитики Больших Данных, позволяют оптимизировать их работу с увеличением производительности до 30%. Такой «облачный майнинг» дает возможность горнодобывающим предприятиям возможность внедрять цифровые технологии искусственного интеллекта для управления не только отдельными процессами или целыми разрезами и шахтами, но также целыми промышленными кластерами [6]. Для этого необходима интеграция

геотехнологии, талантов горных инженеров, больших массивов цифровых данных, облачных вычислений на их основе. Опора на многокритериальное принятие решений позволяет объединить горно-геологическую, производственно-техническую, рыночную, финансовую информацию в комплексные планы и стратегии предприятий, построенные с помощью когнитивных карт, включающих также планы развития постмайнинга и восстановления биоразнообразия в добывающих кластерах.

Список литературы:

1. Каххорова М.А. Технологии Индустрии 4.0., в производственных процессах // Экономика и социум. 2023. №11 (114)-1. С. 772-775.
2. Чехлар М., Жиронкин С.А., Жиронкина О.В. Цифровые технологии Индустрии 4.0 в Майнинге 4.0 – перспективы развития геотехнологии в XXI веке // Вестник КузГТУ. 2020. №3 (139). С. 80-90.
3. Евлашкина С.А. Экономический эффект от внедрения цифровых технологий в горнодобывающей отрасли // Стратегии бизнеса. 2021. №10. С. 296-300.
4. Шубин А.А. Задачи постмайнинга в период активизации техногенных процессов // ГИАБ. 2006. №3. С. 115-117.
5. Трембач В.М., Микрюков А.А., Ведьманов И.С., Трембач Т.Г. Интеллектуальная киберфизическая система формирования потребностей интернета вещей // Открытое образование. 2022. №5. С. 20-31.
6. Рыльникова М.В., Цупкина М.В., Кирков А.Е. Технологии сбора и обработки больших данных – основа повышения достоверности первичной информации о массивах горных пород при освоении месторождений полезных ископаемых и техногенных образований // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2023. №1. С. 308-327.