

О СУТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ABOUT THE ESSENCE
OF DIGITALIZATION OF MINING
SYSTEMS**D. Kaplunov,***corresponding member of the Russian Academy of Sciences,
doctor of technical sciences,
professor,
scientific director of the department;***V. Fedotenko,***doctor of technical sciences,
scientific secretary of the institute,
leading researcher,
The Institute of Comprehensive Subsoil Resources Exploration
Problems, Russian Academy of Science,
Moscow.*

The article presents the results of understanding the essence of digitalization of mining systems at the present stage of development of science and technology.

The directions of digitalization of mining systems are shown, in which the most significant results have been achieved by scientific and production companies to date. The existing shortcomings in the formulation of research tasks in the field of digitalization of mining systems are identified.

The purpose of the mining system functioning is established and a schematic diagram is given. The key conditions for achieving the goal are identified and the need for the use of digital technologies as a tool of the management system aimed at minimizing the deviations of the actual values of the parameters of mining operations from the design ones is justified.

Keywords: sustainable development, global challenges, patenting, invention, mining complex, intellectual property.

С конца прошлого столетия и по сей день цифровизация всех сфер человеческой жизни прочно закрепилась в качестве наиболее выраженного тренда развития. В авангарде этого процесса, как область наиболее восприимчивая к решениям, ориентированным на повышение производительности труда, стоит промышленное производство. Интерес к информатизации и цифровизации процессов в том числе подкрепляется современными исследованиями, показывающими важность информации и ее, зачастую, определяющую роль ресурса для развития сложных систем [1-4].

Исследователи в области недропользования и горных наук, также очень активно включились в работу по имплементации передовых цифровых решений в те или иные технологические процессы. Так, например, большое развитие получила концепция «интеллектуальный карьер», предложенная в ИПКОН РАН академиком К.Н. Трубецким [5] и разрабатываемая совместно со специалистами научно-производственных компаний (ГК «Цифра», АО «ВИСТ

Д.Р. Каплунов,*член-корреспондент РАН,
доктор технических наук,
профессор,
научный руководитель отдела;***В.С. Федотенко,***доктор технических наук,
ученый секретарь института,
ведущий научный сотрудник;
Институт проблем комплексного освоения недр
ИПКОН РАН,
г. Москва.*

Ключевые слова: устойчивое развитие, глобальные вызовы, патентование, изобретение, горнодобывающий комплекс, интеллектуальная собственность.

Групп», Piklema, ООО «ПиЭсАй» и т.д.). Уже сейчас можно констатировать значительные успехи, достигнутые в части диспетчеризации, высокоточного позиционирования оборудования, сбора и хранения данных о различных производственных процессах, создании интеллектуальных подсказчиков и т.д. [6-9].

Особого внимания заслуживает выявление исследователями признаков больших данных среди информации, генерируемой сегодня горнотехническими системами. Авторы делают вывод о необходимости корректной интерпретации всего массива накапливаемой информации, обладающей различными свойствами, для принятия проектных и управленческих решений при разработке месторождений [10-12]. Это перспективное поле исследований. В то же время обращает на себя внимание объективизация больших данных и вытеснение ими, как таковыми, исследований проблем управления горнотехническими системами.

Выделим ключевые свойства цифровых технологий:

1. Высокая скорость выполнения действий с информацией.
2. Отсутствие ошибок при выполнении заданного алгоритма.

Любые другие свойства являются либо менее значимыми, либо проистекают из указанных двух.

Сегодня исследователями ставятся все более амбициозные задачи в области цифровой трансформации горного производства. При этом важно отметить, что весь обширный набор запросов, адресованный к электронным помощникам, недостаточно структурирован и поэтому зачастую формулируется в виде пространственных запросов, например: обеспечить возможность анализировать производственную информацию, повысить безопасность производства, снизить простои оборудования. Что характерно, подобные постановки не являются самоцелью функционирования горнотехнической системы и представляются вторичными или производными от ее истинных целей.

Такая постановка задачи в общих чертах характеризует итоговый результат, который является желаемым для недропользователей, при этом конкретных исследовательских за-

дач, решение которых необходимо для достижения этого результата, не формулируется. Представляется очевидным, что это проистекает из не вполне корректного понимания сути цифровизации горнотехнических систем, переоценки возможностей цифровизации и представления этого процесса, как черного ящика, дающего желаемый результат в виде готовых решений. Стоит отметить, что для получения значимых результатов в области цифровизации горного производства необходимо четко определить ее роль и задачи первого порядка, стоящие перед ней.

Обсуждение

Для этого обратимся к общепринятому определению горнотехнической системы, согласно которому — это совокупность горных конструкций и технологических подсистем во взаимосвязи с вмещающими их участками недр [13,14].

Важно отметить, что управление горнотехническими системами, как вообще любыми системами или процессами, возникает только и исключительно по причине их отклонения от запрограммированного режима работы. Если предположить, что какая-либо система в состоянии функционировать самостоятельно строго в соответствии с проектом, то необходимость ею управлять отсутствует. Фактически же в силу того, что результат каждой технологической операции, осуществляемой людьми в условиях неопределенности, транслируемых вмещающим участком недр, будет всегда разным, управление горнотехнической системой призвано эти девиации компенсировать, стремясь привести систему к проектным параметрам.

Таким образом выделим два принципиальных момента:

1. Самостоятельное функционирование горнотехнической системы в ходе освоения участка недр невозможно в силу возникновения существенных отклонений от проекта по причине человеческого и геологического факторов.

2. Управление горнотехнической системой призвано компенсировать возникающие отклонения.

Представляется, что цифровизация должна рассматриваться в качестве инструмента управления горнотехнической системой, в понимании управления, как системы корректирующих мероприятий, направленных на минимизацию отклонений системы от ее проектных параметров. Иными словами, необходимо использовать преимущества современных цифровых технологий, связанные с большой скоростью выполнения безошибочных действий с информацией, только и исключительно для минимизации вариативности параметров производственных процессов и горных конструкций.

Рассмотрим принципиальную схему горнотехнической системы на рис. 1.

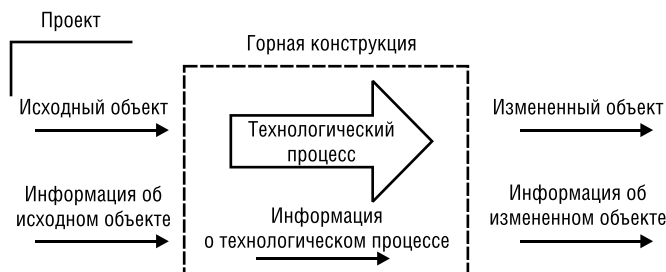


Рис. 1. Принципиальная схема горнотехнической системы.

В предложенной схеме горнотехническая система показана, как система преобразования исходного объекта при помощи технологического воздействия в геологической среде, очерченной горной конструкцией. Под исходным объектом в общем случае может пониматься участок недр, тогда измененный объект будет представлять собой совокупность горных выработок и потоков минерального вещества. Тогда целью функционирования такой горнотехнической системы является получение на выходе измененного объекта с параметрами, максимально приближенными к параметрам, заданным проектом.

Особого упоминания заслуживает возрастающая важность проектирования и проекта, как объекта сравнения, возникающие вопросы периодичности обновления проекта в зависимости от скорости накопления новых сведений об объекте проектирования заслуживают отдельного рассмотрения.

Достижение поставленной цели возможно при наличии достоверной и достаточной информации об исходном объекте, а также точном и единообразном выполнении технологического процесса с учетом полученных сведений. Оценка достижения цели также может быть выполнена только при наличии достоверной и достаточной информации об измененном объекте. Таким образом, ключевыми условиями достижения цели является возможность:

1. Собирать достоверную информацию в достаточном объеме:

- а. об исходном объекте;
- б. о технологическом процессе;
- с. об измененном объекте.

2. Корректировать параметры технологического процесса согласно полученным данным об исходном объекте.

Это и составляет суть цифровизации горнотехнических систем.

Под технологическим процессом, представленным на схеме, может пониматься цепочка технологических процессов, тогда для каждого последующего процесса исходным объектом будет измененный объект процесса предыдущего. При этом результат каждого последующего процесса напрямую зависит от того на сколько параметры результата предыдущего процесса соответствуют проектным значениям, а задача управления сводится к минимизации возможных отклонений. Описываемый подход к управлению подробно рассмотрен в работах У.Э. Деминга [15]. Очевидно, что в каждый период технологического развития недропользования управление горнотехническими системами строилось именно по указанному принципу и сегодня цифровизация должна быть призвана для решения этой задачи.

Выводы

Цифровизация горнотехнических систем это инструмент системы управления, которая стремится минимизировать отклонения фактических значений параметров измененного объекта от его параметров, заложенных в проекте. Возможность собирать достоверную информацию об исходном объекте, о технологическом процессе и об измененном объекте в достаточном объеме, а также непрерывно корректировать технологический процесс в соответствии с собранными данными, сегодня может быть реализована только на основе цифровых информационных технологий, что составляет суть цифровизации горнотехнических систем. ■

Благодарность: Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 22-17-00142, <https://rscf.ru/project/22-17-00142/>

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеева Л.Г., Никитаева А.Ю., Чернова О.А. Информация как стратегический ресурс регионального развития: институционально-технологические аспекты // TERRA ECONOMICUS. 2018. №1. С. 134-145.
2. Матинина Г.М., Ахмадулин В.А. Информация как территориальный ресурс // Региональные проблемы. 2001. №5. С. 76-79.
3. Антосик Л.В. Информация как ресурс и источник конкурентного преимущества // Вестник ВолГУ. Серия 9: Исследования молодых ученых. 2005. №4-2. С. 28-32.
4. Иванова С.А. Информация как ключевой ресурс системного управления // Хроноэкономика. 2020. №5 (26). С. 6-11.
5. Трубецкой К.Н., Рыльникова М.В., Владимиров Д.Я. От системы «карьер» к новому интеллектуальному укладу открытых горных работ// Проблемы недропользования. 2019. №3 (22). С. 39-48.
6. Владимиров Д.Я. Интеллектуальный карьер: эволюция или революция? // ГИАБ. 2015. №S1-1. С.77-82.
7. Rylnikova M., Radchenko D., Klebanov D. Intelligent Mining Engineering Systems in the Structure of Industry 4.0. The Second International Innovative Mining Symposium. E3S Web of Conferences 21, (2017) 01032. DOI: 10.1051/e3sconf/20172101032
8. Barnewold L., Lottermoser B.G., Identification of digital technologies and digitalisation trends in the mining industry. International Journal of Mining Science and Technology. (2020). DOI: 10.1016/j.ijmst.2020.07.003
9. Kaplunov D., Rylnikova M., Radchenko D. The new wave of technological innovations for sustainable development of geotechnical systems. 7th international scientific conference «Problems of complex development of georesources», PCDG 2018 сборнике: E3S Web of Conferences. 2018. 04002. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185604002>
10. Захаров В.Н., Гвишиани А.Д., Вайсберг Л.А., Дзеранов Б. В. Большие данные и устойчивое функционирование горнотехнических систем // Горный журнал. 2021. №11. С. 45-52. DOI: 10.17580/gzh.2021.11.06
11. Chong-chong Q. Big data management in the mining industry. International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. 2020. Vol. 27, Number 2, P. 131. DOI: 10.1007/s12613-019-1937-z
12. Nimmagadda S.L., Murupindy V.V., Reiners, V.T. On Digital Opencast Mining Ecosystems (DOME) and Knowledge Management - a Big Data Perspective. Conference: Australasian Exploration and Geo-science Conference. ASEG Extended Abstracts, 2018. Vol. 1, P. 1-5. DOI: 10.1071/ASEG2018abP086
13. Каплунов Д.Р., Федотенко В.С. Устойчивое развитие горнотехнических систем как переход от добычи полезных ископаемых к освоению георесурсов и сохранению недр // Горный журнал. 2021. № 8. С. 4-7. DOI: 10.17580/gzh.2021.08.01
14. Горное дело: Терминологический словарь / Под научной редакцией акад. РАН К.Н. Трубецкого, чл.-корр. РАН Д.Р. Каплунова. -5-е изд. - М.: Издательство Горная книга, 2016. - 635 с.
15. Deming E.W. Out of the Crisis, reissue. MIT Press, 2018, 448 p.



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ (МГРИ)

Информируем Вас

Университет берет свое начало с геологоразведочного факультета Московской горной академии, созданной в сентябре 1918 г.

Факультеты:

- ◆ Геологоразведочный факультет,
- ◆ Факультет технологии разведки и разработки,
- ◆ Факультет геологии и геофизики нефти и газа,
- ◆ Гидрогеологический факультет,
- ◆ Факультет экономики и управления,
- ◆ Экологический факультет

Для зачисления в Университет в 2022 году необходимо подать заявление о согласии на зачисление и оригинал документа об образовании не позднее 18 часов 28 июля 2022 года.

Контакты : 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23; +7(495)255-40-20 10:00-18:00 e-mail: priem@mgri.ru,
<https://www.mgri.ru/commission/poryadok-postupleniya/>



WWW.N-GN.RU