

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ОБ УГЛЕДОБЫЧЕ В РАМКАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

И. А. Осипова

Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук,
Екатеринбург, Россия

Аннотация: В процессе освоения глубокозалегающих сложно-структурных угольных месторождений при постоянном усложнении горно-геологических условий: глубина разработки возрастает, увеличивается количество разрабатываемых шахтопластов с неустойчивыми боковыми породами и опасным по внезапным выбросам угля и газа. Возникает необходимость рассмотрения проблемы в рамках технологического направления переходных процессов. Целью исследования является предложить построение модели представления знаний о процессе внезапных выбросов угля и газа с позиции того, как выброс не произошел. Для этого предлагается с помощью динамических Баейсовских сетей создать модель представления знаний для изучения газодинамического явления внезапного выброса угля и газа, происходящего в конкретном угольном пласте, вводимом в отработку. С последующим накоплением моделей знаний для каждого угольного пласта, вводимого в отработку. Это обусловлено тем, что на горнодобывающем предприятии не существует единой базы знаний, которая представляется в виде индустриального графа знаний в режиме реального времени. Это поможет представить знания о процессе возникновения внезапных выбросов угля и газа с момента того, как выброс не произошел, для дальнейшего ситуационного управления с позиции поддержки принятия решения.

Ключевые слова: переходный процесс, сложноструктурное угольное месторождение, внезапные выбросы угля и газа, модель представления знаний.

Благодарность: Статья подготовлена по материалам НИР, выполняемой по программе ФНИ государственных академий наук Тема 1 – Методы учета переходных процессов технологического развития при освоении глубокозалегающих сложно-структурных месторождений полезных ископаемых. (№0405–2019–0005).

Для цитирования: Осипова И. А. Построение модели представления знаний об угледобыче в рамках технологического направления переходных процессов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 5–1. – С. 226–234. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_51_0_226.

Construction of a model for the representation of knowledge on coal mining in the periods of transient processes

I. A. Osipova

Institute of Mining Ural branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Abstract: In the existing reality in the process of mining deep-seated and structurally complex coal deposits at continuous complication of geological conditions, the depth of mining grows, the number of coal seams in unstable wall rock mass increases and the hazard of coal and gas outbursts elevates. There is a need to consider the problem within the framework of technology implementation under impact of transient processes. The purpose of the study is to construct a model for the knowledge representation on coal and gas outbursts up to their occurrence moment. To do this, it is proposed to use the dynamic Bayesian networks to create the knowledge representation model to study the gas-dynamic phenomenon of sudden coal and gas outburst in a specific coal seam under mining with the subsequent accumulation of the knowledge models for each coal seam put in operation. This study objective is conditioned by the fact that the mining industry lacks a single knowledge base presented in the form of an industrial knowledge graph in real time. The new approach can help present the knowledge of sudden coal and gas outbursts up to the moment of their occurrence for the further situational management to support decision-making process.

Key words: transient process, structurally complex coal field, sudden coal and gas outbursts, knowledge model.

Acknowledgements: The article is based on the R&D project implemented within the framework of the Basic Research Program of the Governmental Academies of Sciences, Topic 1: Methods to Take into Account Transient Processes in Mining Deep-Seated Mineral Deposits of Complex Structure, No. 0405-2019-0005.

For citation: Osipova I. A. Construction of a model for the representation of knowledge on coal mining in the periods of transient processes. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(5–1):226–234. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_51_0_226.

Введение

Проблема рационального, эффективного и экономически выгодного освоения глубокозалегающих сложно-структурных угольных месторождений неразрывно связана с качеством и марочным составом угольной продукции. Наиболее ценные, дефицитные марки коксующегося угля — К, Ж, ОС и часть углей марки Г, а также энергетические угли — антрациты добывают подземным способом, вместе с тем в настоящее время ведется разработка Эльгинского месторождения марки Ж открытым способом.

Добыча угля этих марок подземным способом происходит при постоянном усложнении горно-геологических условий: ежегодно средняя глубина разработки возрастает, увеличивается количество разрабатываемых шахтопластов с неустойчивыми боковыми породами, опасными по внезапным выбросам угля

и газа условиями и т. д. Совокупность этих и других факторов оказывает негативное влияние на эффективность шахт, качество добываемого угля и экономическую составляющую готовой продукции.

Совокупность этих факторов оказывает негативное влияние на экономическую эффективность работы угольных шахт [1].

Как отмечает член-корреспондент РАН В. Л. Яковлев: «повышение эффективности технологического и технического уровня ведения горных работ необходимо вести в рамках направления переходных процессов. Ввиду того, что особенностью технологического направления переходных процессов является то, что развитие технологии одного из производственных процессов зачастую обуславливает необходимость соответствующего развития технологии всех смежных ему производствен-

ных процессов. Структура технических переходных процессов определяется задачами стратегии и инвестиционными возможностями компании». «Под переходными процессами будем понимать этапы стратегии освоения глубоководных сложноструктурных месторождений — долгосрочного плана действий на всех этапах разведки, проектирования и разработки месторождения до получения товарной продукции на основе методологического подхода на принципах системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности, учитывающих нарастание геологической информации о месторождении при принятии заранее спланированных технологических и технических решений в качестве реакции на изменения внутренних и внешних условий функционирования горного предприятия... Они возникают при росте затрат материальных, трудовых и финансовых ресурсов, сбоях производственного ритма, увеличения текучести кадров, падении дисциплины и т. д.» [2].

Изучение и исследование процесса внезапных выбросов угля и газа на сегодняшний день остается одним из важных направлений в области газодинамических явлений, поскольку имеет непосредственное влияние на безопасное и эффективное недропользование. В существующей действительности фронт горных работ продвигается на значительные глубины, где тоже фиксируются внезапные выбросы угля и газа [3].

По мнению член-корреспондента РАН Г. И. Грицко: «... остается предположить многообразие видов этих явлений, генетических факторов и механизмов процесса внезапных выбросов. Это предположение не является новым и на прежнем уровне знаний об этом явлении. Действующие классификации

включают генетически разные виды внешне похожих явлений. Проблема в том, чтобы перевести эти классификации, а, следовательно, методы прогноза и борьбы с этими явлениями на современный мультидисциплинарный научный уровень. При этом важно рассматривать не «выброс вообще», а уметь выделять классификационные генетически конкретные явления и их признаки. ... Остается неясным, почему одинаковые геомеханические ситуации не всегда завершаются выбросом. Также неясно, почему у одних тектонических нарушений происходят выбросы, а у подавляющего большинства нарушений — нет. Самое важное здесь то, что все объяснения находятся после выброса, а не до него. ... Многочисленные комиссии, расследующие причины трагедии, находят (конечно, кроме прямых нарушений правил безопасности) массу объяснений. Сейчас даже стал действовать фактор необъяснимого природного явления — и оно действительно необъяснимо и потому внезапно» [4].

Как считает Смирнов С. В. [5], в настоящее время общепризнано, что классические научные методологии оказались мало приспособлены к работе со сложной, неоднозначной, неточной и противоречивой информацией, характерной для современных прикладных задач.

В статье предлагается теоретический взгляд на возможность построения модели представления знаний о процессе внезапных выбросов угля и газа с позиции того, как выброс не произошел в рамках технологического направления переходных процессов. На протяжении многих десятилетий такими учеными, как Ходот В. В., Зыков В. С. и др., велись исследования этого процесса с момента, когда выброс произошел.

В задачи исследования входит рассмотрение подхода к построению модели представления знаний с помощью онтологии, а именно применения индустриального графа знаний для изучения газодинамического явления внезапного выброса угля и газа, происходящего в конкретном угольном пласте, вводимом в отработку. С последующим накоплением моделей знаний для каждого угольного пласта, вводимого в отработку. Это обусловлено тем, что не существует единой базы знаний на горнодобывающем предприятии, которая представляется в виде индустриального графа знаний в режиме реального времени. Это поможет предоставить знания о процессе возникновения внезапных выбросов угля и газа с того момента, как выброс не произошел для дальнейшего ситуационного управления с позиции поддержки принятия решения.

Методы исследования

По мнению авторов [6], на предприятии существует необходимость в создании решений управления знаниями, обеспечивающих постоянную генерацию новых знаний при непрерывном анализе множества различных источников. Ядром таких решений являются графы знаний, имеющие в своем составе графовые хранилища семантических метаданных и онтологии, которые выступают в роли полуструктурированной концептуальной схемы предметной области. Это качество принципиально отличает графы знаний от баз данных, позволяет решать трудноформализуемые интеллектуальные задачи, тем самым позволяя изменить направление хранения информации с хранения данных в сторону использования, связывания и циркуляции знаний.

Для визуализации, структуризации, интерпретации и выявления скрытых

закономерностей все больше и больше стараются применять графы знаний (knowledge graph) [7]. Помимо этого, на сегодняшний день графы знаний приобретают востребованность в целях поддержки принятия решений [8].

На сегодняшний день не существует однозначного определения понятию «граф знаний» [8, 9]. Отметим, что графы знаний с позиции онтологии [6] понимают как способ моделирования и формального представления схемы данных, обеспечивающие большие возможности, чем базы данных или объектно-ориентированный подход. Для графов знаний онтология — семантическая основа представления данных, базирующаяся на логике и включающая терминологический словарь и набор утверждений о моделируемых объектах. Графы знаний не только могут объединить различные источники данных в общее хранилище, но и решают проблему информационной совместимости и формализации производственных знаний.

По мнению авторов [10], граф знаний (knowledge graph) — это метод исследования, сочетающий теорию и метод прикладной математики, графики, технологий визуализации информации, информатики и других дисциплин с метрологическим анализом цитирования, анализом совпадений и другими методами, чтобы показать основную структуру, историю развития, границы предметной области и общей структуры знаний по дисциплине посредством визуального графа. Он показывает динамическое развитие знаний и обширные знания предметной области посредством интеллектуального анализа данных, обработки информации, измерения знаний и графического рендеринга. Другие авторы [11–13] полагают, что граф знаний (knowledge graph) — ресурс знаний и его источник, поиск, анализ,

и конструирование, и рисование, и отображение знаний, и взаимная связь между ними с помощью технологии визуализации.

Согласно предложенной трактовке можем говорить, что граф знаний (knowledge graph) помогает выявить скрытые закономерности в формализованных и не формализованных данных с помощью различных методов прикладной математики и интеллектуального анализа данных, а также дать оценку этим знаниям и представить их визуально в виде концептуальной схемы предметной области.

Графы знаний (knowledge graph) в свою очередь подразделяются на графы знаний (knowledge graph) [14, 15] и на индустриальные графы знаний (industry knowledge graphs) [16, с. 4]. Индустриальные графы знаний показывают преимущества онтологического подхода, обеспечивающего гибкое моделирование и интероперабельность данных, стек семантических технологий, позволяющий выполнять анализ неструктурированной информации и интеллектуальный поиск данных во множестве разнородных источников, а также машинное обучение, обеспечивающее анализ и классификацию данных, в т. ч. в условиях неполной информации [6, с. 32].

Предложения по направлению будущих исследований

Для представления знаний о технологическом направлении переходных процессов в угледобыче предлагается создание индустриального графа знаний в режиме реального времени.

На первоначальном этапе необходимо проанализировать, какой информацией, данными и знаниями обладает угольная шахта. Существует необходимость в уточнении и пополнении этой информации.

Далее составляется семантический граф понятий, которыми оперируют при изучении и представлении о процессе газодинамического явления внезапного выброса угля и газа.

Помимо этого, создается индустриальный граф знаний ведения горных работ при обработке угольного пласта, уточняются особенности проведения подготовительных горных работ. Индустриальный граф знаний пополняется моделями представления знаний о возможности возникновения внезапного выброса угля и газа.

На этапе создания моделей представления знаний предлагаем два направления развития исследования с помощью вероятностных графовых моделей, а также с использованием математической теории категорий и функторов. Эти два направления требуют глубоких исследований. В качестве примера рассмотрим создание модели знаний с помощью построения динамических Байесовских сетей.

В основе динамических Байесовских сетей имеется скрытая переменная состояния для каждого момента S_t , а переменная наблюдения разделяется на m атрибутов $A_t^1 \dots A_t^m$, при этом предполагается, что эти атрибуты условно независимы относительно S_t [17].

Для составления вероятностной графовой модели состояний принимаем следующие обозначения (рис. 1):

Состояние массива горных работ при подготовительной выемке угля для предварительного прогноза внезапных выбросов угля и газа можно представить в виде трех состояний:

– состояние S_1 – возникают условия, возбуждающие процесс появления внезапных выбросов угля и газа;

– атрибут A_1^1 – геологические условия, предвещающие возникновение внезапного выброса угля и газа;

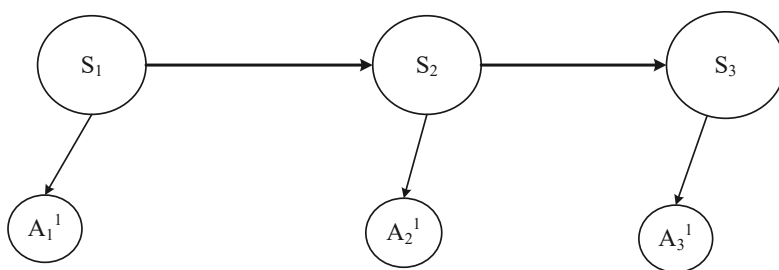


Рис. 1. Вероятностная графовая модель состояний массива горных работ при подготовительной выемке угля

Fig. 1. Probabilistic graph model of rock mass in first mining of coal

– состояние S_2 – происходит отжим от массива в призабойную часть выработки наиболее разгруженной и дегазированной его части, сопровождающейся разрушением угля и усилением десорбции газа из угля. В случае, если развитие явления остановится на стадии начала послыюного отделения угля, то произойдет, по меньшей мере, внезапное выдавливание угля с чрезвычайным газовыделением;

– атрибут A_2^1 – взрывная отбойка массива горных работ;

– состояние S_3 – состояние развития процесса внезапного выброса угля и газа;

– атрибут A_3^1 – при вскрытии пласта.

Полагаем, что имеется следующее распределение начальных состояний: $S_1=0,9$, $S_2=0$, $S_3=0$, т. е. в исходном состоянии при проведении подготовительных горных работ на 90 % в массиве горных пород не наблюдается появления процесса внезапных выбросов угля и газа, а в 10 % случаев процесс начинает возникать.

Вероятностная графовая модель может быть выражена в виде динамической Байесовской сети по следующей формуле:

В соответствии с приведенной формулой можем рассчитать вероятность перехода из состояния S_1 в состояние S_2 и в S_3 с учетом имеющихся атрибутов. Переход из состояния в состояние осуществляется последовательно.

В процессе ведения горных работ по отработке массива горных пород ведется мониторинг. В связи с чем состояния и атрибуты в вероятностной графовой модели будут пополняться. Это позволит выявить скрытую информацию, т. е. информацию, которая по каким-либо причинам была не учтена или считалась недоуверенной. Далее необходимо будет сравнить созданные вероятностные графовые модели при вскрытии конкретного угольного пласта, вводимого в отработку, и последующих пластов для выявления причин и закономерностей. Эти модели, причины и закономерности вносятся в индустриальный граф знаний.

Выводы. В статье рассмотрен теоретический подход к созданию модели представления знаний об угледобыче в рамках технологического направления переходных процессов. Для этого предложено создание индустриального

$$P(\{S_{1:T}, A_{1:T}\}) = P(S_1) \left[\prod_{m=1}^M P(A_1^m | S_1) \right] \prod_{t=2}^T P(S_t | S_{t-1}) \left[\prod_{m=1}^M P(A_t^m | S_t) \right], \quad (1)$$

где $S = S_1 \dots S_t$ – состояние; $A = A_1 \dots A_t$ – атрибут.

графа знаний в режиме реального времени. С последующим накоплением моделей знаний для каждого угольного пласта, вводимого в обработку. Это поможет предоставить знания о про-

цессе возникновения внезапных выбросов угля и газа с того момента, как выброс не произошел, для дальнейшего ситуационного управления с позиции поддержки принятия решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лир Ю. С., Радионовский В. Л., Толкацер Д. Я. Экономическая эффективность работы глубоких шахт. — М.: Недра, 1979. — 130 с.
2. Яковлев В. Л. Исследование переходных процессов — новое направление в развитии методологии комплексного освоения георесурсов. — Екатеринбург: УрО РАН. — 2019 — 284 с. DOI: 10.25635/ИМ.2020.54.57311.
3. Яковлев В. Л., Осипова И. А. Переходные процессы при обработке угольного месторождения в свете интеллектуального управления // Известия Уральского государственного горного университета. — 2020. — № 4. С.166 — 172.
4. Грицко Г. И. Внезапные выбросы метана в шахтах [Электронный ресурс] // «Наука в Сибири»: [сайт]. [2007]. URL: <http://www.nsc.ru/HBC/article.phtml?nid=428&id=17> (дата обращения: 30.10.2019).
5. Смирнов С. В. Онтологии как смысловые модели // Онтология проектирования. — 2013. — № 2. — С. 12 — 19
6. Муромцев Д., Волчек Д., Романов А. Индустриальные графы знаний — интеллектуальное ядро цифровой экономики // ControlEngineering Россия. — 2019. — Т. 5. — № 83. — С. 32 — 39.
7. Zou X. A Survey on Application of Knowledge Graph // Journal of Physics: Conference Series, 2020. — vol. 1487, pp. 012016. DOI:10.1088/1742 — 6596/1487/1/012016
8. Баклавски К., Беннет М., Берг-Кросс Г., Шарма Р., Сингер С. Онтологический Саммит 2020 Коммюнике: Графы знаний // Онтология проектирования. — 2020. — Т. 10. — № 4. С. 540 — 555
9. Апанович З. В. Эволюция понятия и жизненного цикла графов знаний // Системная информатика. — 2020. — № 16. С. 57 — 74 DOI: 10.31144/si_2307 — 6410.2020. n16 p 57 — 74
10. Zhu Y., Zhou W., Xu Y., Liu J., Tan Y. Intelligent Learning for Knowledge Graph towards Geological Data // Hindawi Scientific Programming, 2017, pp.1 — 13. DOI 10.1155/2017/5072427
11. Le-Phuoc D., Nguyen Mau Quoc H., Ngo Quoc H., Tran Nhat T., Hauswirth M. The graph of things: a step towards the live knowledge graph of connected things // Journal of Web Semantics, 2016, vol. 37 — 38, pp. 25 — 35
12. Liu H., Sun F., Fang B., X. Zhang Robotic room-level localization using multiple sets of sonar measurements // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2017, vol. 66, no. 1, pp. 2 — 13
13. Liu H., Yu Y., Sun F., Gu J., Visual-tactile fusion for object recognition // IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2016, no. 99, pp. 1 — 13
14. Liu Y., Li H., Garcia-Duran A., Niepert M., Onoro-Rubio D., Rosenblum D. S. MMKG: Multi-modal Knowledge Graphs // Springer Nature Switzerland, 2019, pp. 459 — 474. DOI:10.1007/978 — 3-030 — 21348 — 0_30.
15. Zhu Y., Zhou W., Xu Y., Liu J., Tan Y. Intelligent Learning for Knowledge Graph towards Geological data // Hindawi Publishing Corporation, Scientific Programming towards a Smart Word, 2017, pp 33 — 45. DOI:10.1155 / 2017 /5072427.
16. Zhao M., Wang H., Guo J., Liu D., Xie C., Liu Q., Cheng Z. Construction of an industrial knowledge graph for unstructured chinese text learning // Applied Science:

electronic scientific journal, 2019, Volume 9, Issue 13 URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/13/2720/htm> DOI:10.3390/app9132720 (дата обращения: 21.06.2020).

17. Луис Энрике Сукар Вероятностные графовые модели. Принципы и приложения. — М.: ДМК Пресс. — 2021. — 338 с. **ПЛАБ**

REFERENCES

1. Lir Yu. S., Radionovskij V. L., Tolkacer D. Ya. *Ekonomicheskaya effektivnost' raboty glubokih shaht* [Economic efficiency of deep mines], Moscow, Subsoil, 1979, 130 p. [In Russ]
2. Yakovlev V. L. *Issledovanie perehodnykh processov novoe napravlenie v razvitiy metodologii kompleksnogo osvoeniya georesursov.* [Study of transition processes a new direction in the development of a methodology for the integrated development geo-resources], Ekaterinburg, Institute of Mining, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2019, 284 p. DOI: 10.25635/IM.2020.54.57311. [In Russ]
3. Yakovlev V. L., Osipova I. A. Transient processes during coal deposit development in the light of intelligent control. *Izvestiya Ural'skogogosudarstvennogogornogouniversiteta.* 2020, no. 4. pp. 166–172. [In Russ]
4. Gritsko G. I. *Vnezapnyevybrosetmetana v shahtah* [Sudden methane emissions in mines] Science in Siberia. 2007. available at: www.nsc.ru/HBC/article.phtml?nid=428&id=17 (accessed 30. 10. 2019) [In Russ]
5. Smirnov S. V. Ontologies as semantic models. *Ontologiya proektirovaniya.* 2013, no. 2, pp. 12–19 [In Russ]
6. Muromcev D., Romanov A., Volchek D. Industry knowledge graphs the intellectual core of the digital economy. *Control Engineering Rossiya.* 2019, no. 5 (83) October, pp. 32–39. [In Russ]
7. Zou X. A Survey on Application of Knowledge Graph. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1487, pp. 012016. DOI:10.1088/1742-6596/1487/1/012016
8. Baklavski K., Bennet M., Berg-Kross G., Sharma R., Singer S. Ontology Summit 2020 Communiqué: Knowledge Graphs. . *Ontologiya proektirovaniya.* 2020, t. 10, no. 4, pp. 540–555 [In Russ]
9. Apanovich Z. V. Evolution of the concept and life cycle of knowledge graphs. *Sistemnaya informatika.* 2020, no. 16, pp. 57–74 [In Russ]
10. Zhu Y., Zhou W., Xu Y., Liu J., Tan Y. Intelligent Learning for Knowledge Graph towards Geological Data. *Hindawi Scientific Programming*, 2017, pp.1–13. DOI 10.1155/2017/5072427
11. Le-Phuoc D., Nguyen Mau Quoc H., Ngo Quoc H., Tran Nhat T., Hauswirth M. The graph of things: a step towards the live knowledge graph of connected things. *Journal of Web Semantics*, 2016, vol. 37–38, pp. 25–35
12. Liu H., Sun F., Fang B., X. Zhang Robotic room-level localization using multiple sets of sonar measurements. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 2017, vol. 66, no. 1, pp. 2–13
13. Liu H., Yu Y., Sun F., Gu J., Visual-tactile fusion for object recognition. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 2016, no. 99, pp. 1–13
14. Liu Y., Li H., Garcia-Duran A., Niepert M., Onoro-Rubio D., Rosenblum D. S. MMKG: Multi-modal Knowledge Graphs. *Springer Nature Switzerland*, 2019, pp. 459–474. DOI:10.1007/978-3-030-21348-0_30.
15. Zhu Y., Zhou W., Xu Y., Liu J., Tan Y. Intelligent Learning for Knowledge Graph towards Geological data. Hindawi Publishing Corporation, Scientific Programming towards a Smart Word, 2017, pp 33–45. DOI:10.1155 / 2017 /5072427.
16. Zhao M., Wang H., Guo J., Liu D., Xie C., Liu Q., Cheng Z. Construction of an industrial knowledge graph for unstructured chinese text learning. *Applied Science:*

electronic scientific journal, 2019, Volume 9, Issue 13 URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/13/2720/html> DOI:10.3390/app9132720 (accessed: 21.06.2020).

17. Luis Enrike Sukar *Veroyatnostnye grafovye modeli. Principy i prilozheniya.* [Probabilistic graph models. Principles and Applications], Moscow, DMK Press, 2021, 338 p. [In Russ]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Осипова Ирина Александровна — канд. техн. наук, старший научный сотрудник сектора «Управление качеством минерального сырья», Институт горного дела УрО РАН, Екатеринбург, Россия, e-mail: minesur@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Osipova I. A., Cand. Sci. (Eng.), Senior Research Office of the sector Mineral Quality Management, Institute of Mining, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Ekaterinburg, Russia, e-mail: minesur@mail.ru.

Получена редакцией 15.12.2020; получена после рецензии 02.04.2021; принята к печати 10.04.2021.
Received by the editors 15.12.2020; received after the review 02.04.2021; accepted for printing 10.04.2021.

