

Интегральная оценка схем подготовки шахтных и выемочных полей

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-38-40>

АГАФОНОВ В.В.

Доктор техн. наук, профессор
кафедры «Геотехнологии освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

ЯХЕЕВ В.В.

Канд. техн. наук, доцент
кафедры горноспасательного дела и взрывобезопасности
Санкт-Петербургского университета Государственной
противопожарной службы МЧС РФ,
190000, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: yakvaleri@yandex.ru

ВАРЫГИН С.О.

Аспирант кафедры «Геотехнологии освоения недр»
Горного института НИТУ «МИСиС»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Предложена процедура оценки качества проектных решений в области подготовки запасов к выемке на базе интегрального квалиметрического подхода. Основные логически-структурные оценочные показатели схем подготовки шахтных и выемочных полей с численными вариантными значениями с позиций математической статистики приводятся к сопоставимому безразмерному виду и затем с помощью функции свертки синтезируются в единый интегральный функционал оценки. Таким образом задача оценки упрощается и трансформируется в ранжирование оцениваемых объектов.

Ключевые слова: угольная шахта, схема подготовки, функция свертки, оценочные характеристики и параметры, интегральная оценка, квалиметрия.

Для цитирования: Агафонов В.В., Яхеев В.В., Варыгин С.О. Интегральная оценка схем подготовки шахтных и выемочных полей // Уголь. 2021. № 12. С. 38-40. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-38-40.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение технико-экономической эффективности угледобывающих предприятий на современном этапе недропользования неразрывно связано с процедурами оценки качества проектных решений технологической системы и, в частности, основных пространственно-планировочных решений в области вскрытия и подготовки шахтных и выемочных полей, которые должны привлекаться к оценке в первую очередь [1]. Основной целью оценочной процедуры и анализа заявляется оценка фактических результатов эксплуатации схем вскрытия и подготовки, насколько рационально используются материальные, энергетические и людские ресурсы, заявленные в сфере их использования. В конечном итоге, результаты оценки служат первоосновой для принятия решений в области форм и стратегий развития с установлением причинно-следственных цепочек, связанных с тенденциями и закономерностями ухудшения технико-экономических показателей и неэффективного использования основных фондов.

Важно отметить, что существующие в настоящее время оценочные процедуры качества схем подготовки априори не могут быть эффективно задействованы в заявленной области, так как в заявленных критериях сравнительной оценки не находят должного отражения аспекты гибкости, универсальности, надежности, способности к воспроизводству вскрытых и подготовленных запасов и др., не обеспечивая должный уровень робастности с одновременным повышением уровня энтропии. Таким образом, все это приводит к искаженным результатам оценки и, в конечном итоге, к значительным экономическим издержкам, снизить которые возможно путем системного и комплексного учета всех сторон технологической системы и многомерной сущности оцениваемых вариантов на базе использования оценочных процедур и методологии квалиметрического интегрального подхода [2].

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СХЕМ ПОДГОТОВКИ ШАХТНЫХ И ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ

Формализация квалиметрической интегральной оценки качества схем подготовки шахтных и выемочных полей подразумевает наличие следующих итерационных составляющих [3, 4, 5, 6]. Для оценки привлекаются логически-структурные оценочные показатели качества:

$$\{J\} = \{J_1, J_2, \dots, J, \dots, J_m\}. \tag{1}$$

В оценку вовлекаются n проектов с формированием оценочной матрицы (см. таблицу):

$$A = \{J_{ij}\} = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} & J_{1j} & J_{1n} \\ J_{21} & J_{22} & J_{2j} & J_{2n} \\ J_{i2} & J_{i21} & J_{ij} & J_{in} \\ J_{m1} & J_{m2} & J_{mi} & J_{mn} \end{bmatrix}. \tag{2}$$

Оценочные показатели	Символическое обозначение
Продуктивность схемы подготовки по запасам, т/м ³	J_1^n
Продуктивность схемы подготовки по годовой добыче, т/м ³	J_2^n
Годовая продуктивность транспортных магистралей, 1000 т/км	J_3^n
Годовая продуктивность вентиляционных магистралей, 1000 т/км	J_4^n
Показатель общей приемной способности схемы подготовки, т/т	J_5^n
Трудность проветривания, кВт/м ³ /с	J_6^n
Нагрузка на пласт, млн т/год	J_7^n
Нагрузка на горизонт, млн т/год	J_8^n
Нагрузка на очистной забой, т/сут.	J_9^n
Производственная мощность шахты, млн т/год	J_{10}^n
Годовая продуктивность использования зданий и сооружений, т/м ³	J_{11}^n
Показатель резерва схемы подготовки по транспорту-подъему	J_{12}^n
Показатель резерва схемы подготовки по вентиляции	J_{13}^n
Показатель потерь угля, связанных со схемой подготовки, %	J_{14}^n

В основе заявленного авторами подхода лежит «метод нормы вектора» [7, 8, 9, 10, 11, 12].

Единая безразмерная форма сопоставимости оценочных показателей реализуется с помощью формулы относительных отклонений:

$$\delta_{ij} = \left| \frac{J_{ij}^{\text{Эт}} - J_{ij}^{\Phi}}{J_i^{\text{max}} - J_i^{\text{min}}} \right|, \tag{3}$$

где $J_{ij}^{\text{Эт}}$ и J_{ij}^{Φ} , J_i^{max} и J_i^{min} – эталонные, фактические, максимальные и минимальные значения показателей схем подготовки шахтных и выемочных полей.

Таким образом, оценочная матрица трансформируется в матричную модель относительных отклонений:

$$\{\delta_{ij}\} = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{1j} & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{2j} & \delta_{2n} \\ \delta_{i2} & \delta_{i21} & \delta_{ij} & \delta_{in} \\ \delta_{m1} & \delta_{m2} & \delta_{mi} & \delta_{mn} \end{bmatrix}. \tag{4}$$

В качестве функции свертки используется квадратичная среднеарифметическая функция мультипликативно-го вида:

$$K_{\text{интj}} = f\{\delta_{ij}\} = \sqrt{\sum (\delta_{ij})^2} \rightarrow \min, \tag{5}$$

$i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n,$

которая, с вводом весовых составляющих [5], преобразуется в окончательный вид:

$$K_{\text{интj}} = \frac{m}{\sum_{i=1}^m \varphi_i} \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij} \times \varphi_i)^2}, \tag{6}$$

где φ_i – весовая функция i -го аналитического критерия оценки.

Так как все проектные решения сравниваются с эталонной оценкой, то целевая функция интегрального функционала должна стремиться к минимуму.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные методические положения квалиметрической интегральной оценки качества схем подготовки шахтных и выемочных полей заявлены в виде первоосновы при поиске, выборе, обосновании и практическом воплощении наиболее прогрессивных, своевременных и экономичных мер по развитию технологических систем подготовки шахтных и выемочных полей.

Список литературы

- Новоселов С.В., Мельник В.В., Агафонов В.В. Оценка инновационных проектов разработки технологий комплексного извлечения и переработки угля // Научно-технические проблемы разработки и использования минеральных ресурсов. 2017. № 3. С. 96-102.
- Трифонов Ю.В., Ширяева Ю.С., Громницкий В.С. Анализ и интегральная оценка состояния и стратегий развития экономических систем // Креативная экономика. 2019. Т. 13. № 6. С. 1063-1074.
- Яшин С.Н., Амбарцумян А.Э., Лапшина Е.Н. Интегральная оценка инновационного развития предприятия как основа принятия управленческих решений // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 2. С. 167-176.
- Tapscott D. The Digital Economy Anniversary Edition: Rethinking Promise and Peril In the Age of Networked Intelligence. McGraw-Hill, 2014. 448 p.
- Wheelwright S.C., Clark K.B. Revolutionizing product development: Quantum leaps in speed, efficiency, and quality. New York: Free press, Cop. 2012. XIV. 364 с.
- Lessig L. Free Culture. How Big Media Uses The Technology and Law to Lock Down Culture and Control Creativity. The Penguin Press, 2014. 345 p.
- Агафонов В.В., Воробаева Е.В., Арефьев В.А. Использование минимаксных критериев для обоснования оптимальных параметров шахт // Современная наука. Актуальные проблемы и пути их решения. 2017. № 2(33). С. 19-22.
- Снетков В.И. Обоснование методов квалиметрической оценки запасов месторождений твердых полезных ископаемых: автореф. дис. ... докт. техн. наук. М.: 2006. 40 с.
- Azgalov Garry G., Kostin Alexander V. Applied Qualimetry: Its origins< errors and misconceptions // Benchmarking: An International Journal. 2011. Vol. 18. No 3. P. 428-444.
- Azgalov Garry G., Kostin Alexander V., Padilla Omiste Alvaro E. The ABC of Qualimetry. Toolkit for measuring the immeasurable. Ridero, 2015. 167 p.
- Digital Government Strategies for Transforming Public Services in the Welfare Areas. Paris: OECD Publishing.
- Government at a Glance 2017 Paris: OECD Publishing.

Original Paper

UDC 622.013.3 © V.V. Agafonov, V.V. Yakheev, S.O. Varygin, 2021
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 38-40
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-38-40>

Title INTEGRATED ASSESSMENT OF MINE AND EXCAVATION FIELD PREPARATION SCHEMES

Authors

Agafonov V.V.¹, Yakheev V.V.², Varygin S.O.¹

¹ National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation

² Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations, St. Petersburg, 190000, Russian Federation

Authors Information

Agafonov V.V. Doctor of Engineering Sciences, Professor of "Geotechnologies of mineral development" department of the Mining Institute, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Yakheev V.V. PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Mine Rescue and Explosion Safety, e-mail: yakvaleri@yandex.ru

Varygin S.O. Postgraduate student of "Geotechnologies of mineral development" department of the Mining Institute, e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Abstract

A procedure for assessing the quality of design solutions in the field of preparing reserves for excavation based on an integral qualimetric approach is proposed. The main logical and structural evaluation indicators of the preparation schemes of mine and excavation fields with numerical variant values from the standpoint of mathematical statistics are reduced to a comparable dimensionless form and then using the convolution function are synthesized into a single integral evaluation functional. Thus, the evaluation task is simplified and transformed into a ranking of the evaluated objects.

Keywords

Coal mine, Preparation scheme, Convolution function, Evaluation characteristics and parameters, integral evaluation, Qualimetry.

References

- Novoselov S.V., Melnik V.V. & Agafonov V.V. Evaluation of innovative projects for the development of technologies for complex extraction and processing of coal. *High-tech technologies for the development and use of mineral resources*, 2017, (3), pp. 96-102. (In Russ.).
- Trifonov Yu.V., Shiryaeva Yu.S. & Gromnitsky V.S. Analysis and integral assessment of the state and development strategies of economic systems. *Creative Economics*, 2019, Vol.13, No. 6, pp. 1063-1074. (In Russ.).

3. Yashin S.N., Ambartsumyan A.E. & Lapshina E.N. Integral assessment of innovative development of an enterprise as a basis for managerial decision-making. *Creative Economics*, 2018, Vol. 12, No. 2, pp. 167-176. (In Russ.).

4. Tapscott D. *The Digital Economy Anniversary Edition: Rethinking Promise and Peril In the Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill, 2014, 448 p.

5. Wheelwright S.C. & Clark K.B. *Revolutionizing product development: Quantum leaps in speed, efficiency, a. quality*. New York, Free press, Cop. 2012, XIV, 364 p.

6. Lessig L. *Free Culture. How Big Media Uses The Technology and Law to Lock Down Culture and Control Creativity*. The Penguin Press, 2014, 345 p.

7. Agafonov V.V., Voropaeva E.V. & Arefyev V.A. The use of minimax criteria for substantiating optimal parameters of mines. *Modern Science. Current problems and ways to solve them*, 2017, No 2(33), pp. 19-22.

8. Snetkov V.I. Substantiation of methods of qualimetric assessment of reserves of deposits of solid minerals: abstract. dis. on the job. learned. step. doct. technical sciences. Moscow, 2006, 40 p. (In Russ.).

9. Garry G. Azgaldov & Alexander V. Kostin. Applied Qualimetry: Its origins errors and misconceptions. *Benchmarking: An International Journal*, 2011, Vol.18, No 3, pp. 428-444.

10. Azgaldov Garry G., Kostin Alexander V., Padilla Omiste Alvaro E. *The ABC of Qualimetry. Toolkit for measuring the immeasurable*. Ridero, 2015, 167 p.

11. *Digital Government Strategies for Transforming Public Services in the Welfare Areas*. Paris: OECD Publishing.

12. *Government at a Glance 2017* Paris: OECD Publishing.

For citation

Agafonov V.V., Yakheev V.V. & Varygin S.O. Integrated assessment of mine and excavation field preparation schemes. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 38-40. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-12-38-40](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-38-40).

Paper info

Received October 12, 2021

Reviewed October 24, 2021

Accepted November 15, 2021

Бородинское ПТУ первым в СУЭК тестирует промышленные экзоскелеты

Бородинское погрузочно-транспортное управление (ПТУ), сервисное железнодорожное предприятие Сибирской угольной энергетической компании Андрея Мельниченко в Красноярском крае, первым в СУЭК приступило к тестированию промышленных пассивных экзоскелетов для персонала, работающего в условиях повышенных физических нагрузок.

«Современную экипировку уже примерили на себя специалисты ремонтных бригад локомотивного депо. Пассивный промышленный экзоскелет позволяет снизить воздействие физнагрузок на опорно-двигательный аппарат и сократить риск заболеваний костно-мышечной системы. СУЭК всегда тщательно следит за здоровьем своих сотрудников и не жалеет средств на улучшение условий их труда, шагая при этом в ногу со временем», – комментирует управляющий Бородинским ПТУ **Андрей Карпов**.



Жесткий корсет, фиксация коленных суставов – новая экипировка, простая в использовании, легкая, эргономичная, не сковывает движения. Размер регулируется специальными ремнями, спину поддерживает прочная пластина – экзоскелет предохраняет грудной и поясничный отделы позвоночника и колени от травм и повышенных нагрузок, увеличивает выносливость при активных наклонах, в том числе с грузом, снижает утомляемость. Кроме того, система оказывает «дисциплинирующее» действие, формируя правильную осанку при работе.

Тестировать экзоскелет бородинские железнодорожники будут в течение месяца. И если нововведение зарекомендует себя с положительной стороны, СУЭК приобретет для предприятия порядка 50 таких «помощников»: индивидуальные комплекты для сотрудников службы пути и дежурные для локомотивного депо.