

УДК 622.271.33

МЕТОД СВЕДЕНИЯ БЕЗРАЗМЕРНЫХ ВЕЛИЧИН В ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ

РОМАНЕНКО А.А.^{1*}

^{1*} Маркшейдер карьера по наблюдению за сдвижением горных пород, ПАО «ЦГОК», Кривой Рог, Днепропетровская обл., Украина, тел. +38 (0564) 409-63-43, e-mail: alexrom14@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8381-8873.

Аннотация. Цель. Оценка состояния устойчивости бортов карьера подразумевает выявление суммарного действия многих факторов. Существующие теории оценки устойчивости построены на вычислении запаса удерживающих сил к силам сдвигающим, а учет большинства факторов сводится к заданию коэффициента запаса устойчивости, который включает в себя весь спектр рассматриваемых факторов. Поиск новых решений для учета влияния факторов, имеющих различную природу. Сведение их в одну результирующую величину позволит более точно проводить оценку состояния массива, а также даст возможность проектировать работы с учетом влияния факторов, перенаправляя их и разгружая наиболее неустойчивые участки. **Методика.** Предложена методология приведения безразмерных показателей по отдельным районам карьерного поля к единой шкале. Она основана на согласовании трех точек из разных диапазонов изменения показателей, которые рассматриваются. А именно: левой и правой граничных точек и точки, соответствует среднему значению показателя. **Результаты.** Установлено, что процедура суммарной оценки влияния факторов на состояние горного массива основывается на следующих утверждениях: унифицированность интегральной оценки, то есть возможность ее применения для оценки влияния на общее состояние устойчивости бортов карьера каждого отдельного фактора, так и сочетание набора факторов в единый сводный фактор; использование иерархической структуры показателей и учета всех основных факторов, влияющих на состояние устойчивости бортов карьера; применение оценок в безразмерном виде; ранжирование факторов влияния по значимости; аналогичность оценок воздействия для всех основных факторов; возможность учета дальнейшего влияния факторов при перспективной разработке полезных ископаемых. **Научная новизна.** Разработан переход к безразмерным шкалам разноплановых величин. **Практическая значимость.** Использование приведения разноплановых факторов, влияющих на устойчивость к безразмерному интегральному показателю позволяет проводить более точный анализ состояния массива горных пород, а также принимать решения по наиболее оптимальным параметрам его отработки.

Ключевые слова: устойчивость, районирование, интегральный показатель, карьер, факторы.

МЕТОД ЗВЕДЕННЯ БЕЗРОЗМІРНИХ ВЕЛИЧИН В ОБ'ЄДИНЕНИЙ ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК

РОМАНЕНКО А.О.^{1*}

^{1*} Маркшейдер кар'єра по нагляду за здвигом гірських порід, ПАТ «ЦГОК», Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна, тел. +38 (0564) 409-63-43, e-mail: alexrom14@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8381-8873.

Анотація. Мета. Оцінка стану стійкості бортів кар'єра передбачає виявлення сумарного впливу багатьох факторів. Існуючі теорії оцінки стійкості основуються на розрахунку відношення запасу сил утримуючих до сил зрушуючих, а облік більшості факторів зводиться до завдання коефіцієнта запасу стійкості, який включає в себе весь спектр розглянутих факторів. Пошук нових рішень для врахування впливу факторів, що мають різну природу. Зведення їх в одну результируючу величину дозволить більш точно проводити оцінку стану масиву, а також дасть можливість проектувати роботи з урахуванням впливу факторів, перенаправляючи їх і розвантажуючи найбільш нестійкі ділянки. **Методика.** Запропоновано методологію приведення безрозмірних показників по окремих районах кар'єрного поля до єдиної шкали. Вона основана на узгодженні трьох точок з різних діапазонів зміни показників, що розглядаються. А саме: лівої і правої граничних точок і точки, що відповідає середньому значенню показника. **Результати.** Встановлено, що процедура сумарної оцінки впливу факторів на стан гірського масиву ґрунтується на наступних твердженнях: уніфікованість інтегральної оцінки, можливість її застосування для оцінки впливу на загальний стан стійкості бортів кар'єра кожного окремого фактора, поєднання набору факторів у єдиний зведений фактор; використання ієрархічної структури показників та обліку всіх основних факторів, що впливають на стан стійкості бортів кар'єра; застосування оцінок у безрозмірному вигляді; ранжування факторів впливу за значимістю; аналогічність оцінок впливу для всіх основних факторів; можливість обліку подальшого впливу факторів при перспективній розробці корисних копалин. **Наукова новизна.** Розроблено перехід до безрозмірних шкал від різнопланових величин. **Практична значимість.** Використання приведення різнопланових факторів до безрозмірного інтегрального показника дозволяє проводити більш точний аналіз стану масиву гірських порід, а також приймати рішення з вибору найбільш оптимальних параметрів для його відпрацювання.

Ключові слова: стійкість, районування, інтегральний показник, кар'єр, фактори.

METHOD OF DATA DIMENSIONLESS QUANTITY IN THE UNITED INTEGRAL INDICATORS

ROMANENKO A.A. 1 *

^{1*} Mine deformation surveyor engineer, PJSC "Central GOK», Krivoy Rog, Dnipropetrovs'k dist., Ukraine, tel. 38 (0564) 409-63-43, e-mail: alexrom14@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8381-8873.

Summary. Purpose. Assessment of the pit edge stability of walls involves identify the total of many factors. Existing theories of sustainability assessment base on the calculation of the reserve holding forces to shear forces and keeping the majority of factors is reduced to job safety factor, which includes the whole range of considering factors. The search for new solutions for the effect of factors that are different in nature. Mixing them into a single result value will more accurately assess the status of the array, and an opportunity to design work taking into account the influence of factors, redirecting them to unload the most unstable areas. **Methodology.** The methodology of bringing the dimensionless parameters of individual areas of career field to a single scale. It is based on the agreement of three points from the different ranges of parameters, are considered. Namely, the left and right of the boundary points and the point corresponds to the mean value indicator. **Findings.** It was found that the procedure for evaluating the total impact of factors on the state of the rock mass is based on the following assertions: commonality integrated assessment, it is possible to use it to assess the impact on the overall stability of the pit walls of each factor, and the combination of factors in a single consolidated factor; the use of the hierarchical structure of indicators and taking into account all the main factors influencing the state of stability of pit walls; the use of estimates in the dimensionless form; factors influence the ranking in importance; similarity of impact assessments for all major factors; the possibility of taking into account the influence of factors in the future development of promising mineral deposits. **Originality.** Designed transition to dimensionless quantities of diverse scales. **Practical value.** Using a cast of diverse factors affecting the stability of a dimensionless integral indicator allows a more detailed analysis of the rock mass, as well as to decide on the optimal parameters of its mining.

Keywords: stability, division into districts, integrated indicator, pit, factors.

Введение

При решении задач устойчивости карьера возникает проблема увязки разноплановых показателей и учета их при оценке состояния уступов и бортов карьера. Разработка и проектирование глубоких карьеров неотъемлемо подразумевает оценку состояния бортов, которые находятся под влиянием множества факторов, что усложняет выполнение максимально достоверного анализа. Который в дальнейшем влияет на расчет максимально допустимых углов откоса, глубину разработки и другие параметры, каждый из которых приводит нас к оценке рентабельности разработки месторождения.

Цель

Целью данной работы является: оценка состояния устойчивости бортов карьера подразумевает выявление суммарного действия многих факторов. Существующие теории оценки устойчивости построены на вычислении запаса удерживающих сил к силам сдвигающим, а учет большинства факторов сводится к заданию коэффициента запаса устойчивости, который включает в себя весь спектр рассматриваемых факторов. Поиск новых решений для учета влияния факторов, имеющих различную природу. Сведение их в одну результирующую величину позволит более точно проводить оценку состояния массива, а также даст возможность проектировать работы с учетом влияния факторов, перенаправляя их и разгружая наиболее неустойчивые участки.

Анализ исследований и публикаций

Исследование вопросов районирования, сведения показателей и обработки с помощью математической статистики разного рода данных и величин занималось довольно много ученых: Вакулин Г.Я., Емельянов А.Ф., Абрамов Л. С., Исаченко А.Г., Солнцева Н.П. Также, при написании статьи были учтены вопросы, связанные с устойчивостью бортов карьеров, исследованием состояния которых занимались известные ученые: О.И. Арсентьев, Л.И. Барон, А.М. Гальперин, Е.Л. Галустян, А.М. Дёмин.

Методика

При комплексном районировании карьерного поля на первый план выносятся вопросы агрегации, нормирования и сопоставления факторов, влияющих на состояние прибортового массива. Поскольку мы имеем дело с показателями различной природы, то следует их привести к одной градации измерения.

Методология приведения безразмерных показателей по отдельным районам карьерного поля к единой шкале основана на согласовании трех точек из разных диапазонов изменения показателей, которые рассматриваются. А именно: левой и правой граничных точек и точки, соответствует среднему значению показателя. Математически это выглядит следующим образом. Если показатель K_A меняется в диапазоне от A_0 до A_1 , а показатель K_B - в интервале значений от B_0 до B_1 , то взаимосвязь между значением первого показателя K_A со вторым K_B будет выражаться через решение системы уравнений (8).

Пусть фактор K_A изменяется от K_0^A до K_1^A , а K_B – от K_0^B до K_1^B (рис. 1а), тогда:

$$K_{cp}^A = \frac{K_1^A + K_0^A}{2} \text{ и } K_{cp}^B = \frac{K_1^B + K_0^B}{2};$$

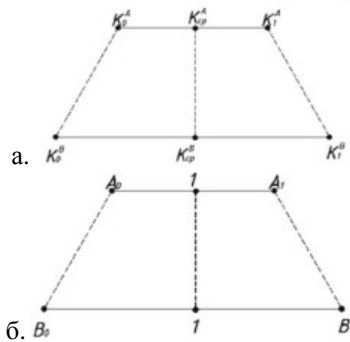


Рис. 1. Увязка точек разных диапазонов изменения показателя/Tying up of points of different turn-downs index

Переход к безразмерным шкалам можно обеспечить, приняв, что середина значения факторов равна 1 (рис.1б).

$$A_0 = \frac{K_0^A}{K_{cp}^A} = \frac{2K_0^A}{K_1^A + K_0^A}, \text{ а } A_1 = \frac{K_1^A}{K_{cp}^A} = \frac{2K_1^A}{K_1^A + K_0^A}.$$

$$B_0 = \frac{K_0^B}{K_{cp}^B} = \frac{2K_0^B}{K_1^B + K_0^B}, \text{ а } B_1 = \frac{K_1^B}{K_{cp}^B} = \frac{2K_1^B}{K_1^B + K_0^B}.$$

Для данных условий закон соответствия величин принимается в виде:

$$K_B = C_1 + C_2 * K_A, \quad (1)$$

Где C_1 и C_2 – неизвестные коэффициенты, которые находятся из условия:

$$\begin{cases} B_0 = C_1 + C_2 A_0 \\ 1 = C_1 + C_2 * 1 \end{cases} \text{ при } A_0 \leq K_A \leq 1 \quad (2);$$

$$\begin{cases} B_1 = C_1 + C_2 A_1 \\ 1 = C_1 + C_2 * 1 \end{cases} \text{ при } 1 \leq K_A \leq B_0 \quad (3);$$

Вычитая из уравнения (2) левую и правую часть находим:

$$C_2 = \frac{B_0 - 1}{A_0 - 1} \quad (4).$$

Из второго уравнения (2) $C_1 = 1 - C_2 A_0$, подставив (4) и (5) в (1), получим:

$$K_B = 1 - C_2 + C_2 * K_A = 1 - (1 - K_A)C_2 = 1 - (1 - K_A) \frac{B_0 - 1}{A_0 - 1} = 1 - (1 - K_A) \frac{1 - B_0}{1 - A_0}, \text{ при } A_0 \leq K_A \leq 1. \quad (5).$$

Аналогично из (3):

$$C_2 = \frac{B_1 - 1}{A_1 - 1}, \quad (6), \quad C_1 = 1 - C_2 \quad (7).$$

Подставив (6) и (4) в (1) получим:

$$K_B = 1 - (1 - K_A) \frac{B_1 - 1}{A_1 - 1}, \text{ при } 1 \leq K_A \leq A_1.$$

$$K_b = \begin{cases} 1 - (1 - K_a) \frac{1 - B_0}{1 - A_0}, & A_0 \leq K_a \leq 1 \\ 1 - (1 - K_a) \frac{B_1 - 1}{A_1 - 1}, & 1 \leq K_a \leq A_1 \end{cases} \quad (8).$$

Из этих выражений следует, что при $K_A = 1$ и $K_b = 1$, а при $K_A = A_0$, $K_b = B_0$, при $K_A = A_1$, $K_b = B_1$, то есть достигнуто согласование между собой двух разных

диапазонов. Локальные индексы нагрузки по зонам приводятся к единой шкале в безразмерном виде.

Для примера расчета предположим, что показатель K_A изменяется в пределах от $A_0 = 0,4$ до $A_1 = 7$, а показатель K_B изменяется от $B_0 = -1$ до $B_1 = 1$. Тогда увязка между значениями K_A и K_B будет иметь следующее распределение (рис. 2):

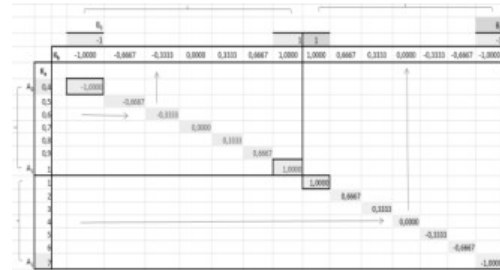


Рис. 2. Пример увязки показателей K_B и K_A по заданным величинам / Example of linking performance K_B and K_A for present values

Результаты

Таким образом, процедура суммарной оценки влияния факторов на состояние горного массива основывается на следующих утверждениях:

- унифицированность интегральной оценки, то есть возможность ее применения для оценки влияния на общее состояние устойчивости бортов карьера каждого отдельного фактора, так и сочетание набора факторов в единый сводный фактор;
- использование иерархической структуры показателей и учета всех основных факторов, влияющих на состояние устойчивости бортов карьера;
- применение оценок в безразмерном виде;
- ранжирование факторов влияния по значимости;
- аналогичность оценок воздействия для всех основных факторов;
- возможность учета дальнейшего влияния факторов при перспективной разработке полезных ископаемых.

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна. Разработан переход к безразмерным шкалам разноплановых величин.

Практическая значимость. Использование приведения разноплановых факторов, влияющих на устойчивость к безразмерному интегральному показателю позволяет проводить более точный анализ состояния массива горных пород, а также принимать решения по наиболее оптимальным параметрам его отработки.

Выводы. Применение методики сведения безразмерных величин возможно использовать для выполнения сведения факторов, имеющих различную природу и оказывающих влияние на состояние устойчивости горного массива, а также с по результатам использования данного метода получать интегральный показатель, который обеспечит максимально точную оценку состояния массива.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Вероятность и математическая статистика. Энциклопедия / Гл. ред. Ю. В. Прохоров. — М.: Изд-во «Большая Российская Энциклопедия», 1999.
Probability and Mathematical Statistics. Encyclopedia / Ch.dr. E.V. Prokhorov. - M.: Publishing House of the "Great Russian Encyclopedia", 1999.
2. Ширяев В. Д. Статистический последовательный анализ. Оптимальные правила остановки — М.: Наука, 1976.
V.D. Shiryaev, Statistical sequential analysis. The optimal stopping rule - M.: Science, 1976.
3. Остапенко Р.И. Математические основы психологии: учебно-методическое пособие для студентов и аспирантов психологических и педагогических специальностей вузов / Р.И.Остапенко. - Воронеж: ВГПУ, 2010. - 76с.: ил. - ISBN 978-5-88519-680-2.
R. I. Ostapenko Mathematical Foundations of Psychology: teaching aid for students and graduate students psychological and pedagogical specialties of high schools / R.I.Ostapenko. - Voronezh: SGMP, 2010. - 76с.: silt. - ISBN 978-5-88519-680-2.
4. Вероятностные разделы математики / Под ред. Ю. Д. Максимова. — Спб.: «Иван Фёдоров», 2001. — С. 400. — 592 с. — ISBN 5-81940-050-X.
Probability branches of mathematics / Ed. YD Maximov. - Spb.: "Ivan Fedorov", 2001. - S. 400 - 592 seconds. - ISBN 5-81940-050-X.
5. Харман Г., Современный факторный анализ. — М.: Статистика, 1972. — 486 с.
G. Harman, Modern factor analysis. - M.: Statistics, 1972. - 486 p.
6. Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. Y. (Eds.), Principal Manifolds for Data Visualisation and Dimension Reduction, Series: Lecture Notes in Computational Science and Engineering 58, Springer, Berlin — Heidelberg — New York, 2007, XXIV, 340 p. 82 illus. ISBN 978-3-540-73749-0.
7. Романенко А.О. Використання факторного аналізу для оцінки стійкості масиву / Матеріали конференції «сталий розвиток промисловості та суспільства» - Кривий Ріг, 2012р., Том 1. С. 48-49.
Romanenko SA Viktoristannya analizu factor for an array otsinki stiykosti / Materiali conference "became rozvitok promislovosti that for Civil Society" - Krivoy Rog, 2012r., Vol 1, pp 48-49.
8. Полищук С.З. Методы теории управления состоянием массивов горных пород в задачах природно-техногенной безопасности // Экологія і природокористування. Зб. наук. праць ІППЕ НАН України. – Дніпропетровськ. - 2003. – Вип.5. - С. 221-230.
Polishchuk SZ Methods of control theory in rock massif in the problems of natural and technogenic safety // Ekologiya i prirodokoristuvannya. ST. Sciences. Prace IPPE National Academy of Sciences of Ukraine. - Dnipropetrovs'k. - 2003 - Vip.5. - S. 221-230.
9. Методическое пособие по изучению инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых, подлежащих разработке открытым способом. – Л.: 1986. – 113с.
Tool for Research on engineering geological conditions of mineral deposits to be developed by open way. - L.: 1986. - 113с.

Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. Полищуком С.З. (Украина);

Статья поступила в редколлегию 21.01.2015

УДК 621.565.93

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

САВИЦКИЙ Н. В.^{1*}, д.т.н, проф.,
СКРЫПНИКОВ В.Б.², д.т.н, проф.,
ЛЯХОВЕЦКАЯ-ТОКАРЕВА М.М.³, к.т.н., доц.
ШАПРАН Я.Н.⁴, студ.

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: sav15@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

² Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5614-8467

³ Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0338-4930

⁴ Кафедра теплоснабжения, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4375-6743