

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ НАРУШЕННОСТИ МАССИВА ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕНОК БУРОВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

В.С. Федотенко, А.П. Аверин, А.Е. Кирков,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, Москва, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты исследования возможности применения дистанционных методов для изучения структурной нарушенности массива горных пород по результатам телеметрических наблюдений стенок буровзрывных скважин. Описаны общие положения разработанной методики выполнения калибровки различных вариантов оборудования для видео и фотофиксации стенок скважин. Общие принципы измерений элементов залегания структур, выделяемых на цифровых изображениях, базируются на основных математических законах центральной проекции. Результаты физического моделирования подтвердили высокую точность получаемых результатов.

Ключевые слова: структурная нарушенность, дистанционные методы, элементы залегания, угол падения.

Благодарность: Исследования проведены в рамках мероприятия № 1 Комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 мая 2022 года № 1144-р, и соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидии в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации № 075-15-2022-1185 от 28 сентября 2022 года.

Для цитирования: Федотенко В.С., Аверин А.П., Кирков А.Е. Использование дистанционных методов для изучения структурной нарушенности массива по данным исследования стенок буровзрывных скважин // Маркшейдерия и недропользование. 2023. №6. С. 54–59. DOI: 10.56195/20793332_2023_6_54_59.

USE OF REMOTE SENSING METHODS TO STUDY THE STRUCTURAL DISTURBANCE OF THE MASSIF BASED ON THE DATA OF DRILL AND BLAST WELL WALL SURVEYS

V.S. Fedotenko, A.P. Averin, A.E. Kirkov,

Institute of Complex Exploitation of Mineral Resources of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract: The article presents the results of the study of the possibility of using remote sensing methods to study the structural disturbance of rock massif based on the results of telemetric observations of the walls of drilling and blasting wells. The general provisions of the developed methodology of calibration of different variants of equipment for video and photo fixation of borehole walls are described. The general principles of measuring the elements of structure occurrence, highlighted on digital images, are based on the basic mathematical laws of central projection. The results of physical modeling confirmed high accuracy of the obtained results.

Keywords: structural disturbance, remote sensing methods, elements of occurrence, dip angle.

Acknowledgment: The research was carried out within the framework of Event No. 1 of the Comprehensive Scientific and Technical Program of the Full Innovation Cycle, approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1144-r dated May 11, 2022, and the agreement on the provision of grants from the federal budget in the form of subsidies in accordance with paragraph 4 of Article 78.1 of the Budget Code of the Russian Federation No 075-15-2022-1185 dated September 28, 2022.

For citation: Fedotenko V.S., Averin A.P., Kirkov A.E. Use of remote sensing methods to study the structural disturbance of the massif based on the data of drill and blast well wall surveys. Surveying and subsoil use. 2023;(6): 54–59. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2023_6_54_59.

В современных условиях при истощении запасов, залегающих в простых горно-геологических условиях, наблюдается тенденция перехода к отработке запасов, имеющих сложное строение, что создает определенные сложности при их извлечении [1-4]. При наличии такой тенденции на первый план выходят вопросы полноты изучения горно-геологических условий, особенностей строения и структуры запасов полезных ископаемых [5-6]. Общеизвестно, что детальное геологическое изучение месторождений 3 и 4 группы сложности стандартными методами геологоразведочных работ считается не целесообразным с экономической точки зрения. С другой стороны, наблюдается тренд на цифровизацию горного производства [7], что позволяет собирать большой объем косвенной информации о строении массива и его составе, путем анализа показаний датчиков телеметрии о параметрах отдельных технологических процессов горного производства, получаемых с рабочего оборудования [8]. Исходя из описанного выше, вытекает актуальная задача оценки возможности получения дополнительной информации о строении массива горных пород по зафиксированным параметрам отдельных технологических процессов. Одним из основных процессов в горном производстве на этапе извлечения полезных ископаемых является процесс буровзрывного разрушения или рыхления массива перед его выемкой и транспортировкой на переработку.

Традиционно буровзрывные скважины используются для уточнения распределения содержания полезного ископаемого по результатам опробования бурового шлама [9, 10] либо геофизическими методами [11, 12], например, путем магнитного каротажа на железорудных месторождениях. Использование информации о параметрах и показателях работы бурового оборудования при бурении скважин при буровзрывной подготовке позволит повысить качество планирования и даст дополнительную информацию о строении массива горных пород с минимальными дополнительными затратами [12-14].

Цель исследования: изучение закономерностей построения цифровых изображений стенок буровзрывных скважин, получаемых при их телеметрическом обследовании для выполнения последующих измерений элементов залегания различных структурных элементов строения массива горных пород.

Методология

Работа основана на использовании физического моделирования с применением последующей статистической обработкой методами корреляционного и регрессионного анализа результатов экспериментов.

Результаты и обсуждение

Для реализации описанного выше тезиса и его дальнейшего подтверждения в условиях конкретного месторождения необходимо выявить и установить определенные закономерности между отдельными элементами геологического строения и параметрами работы бурового оборудования. Для установления указанной зависимости целесообразно использовать дистанционные методы изучения стенок горных выработок. ИПКОН РАН имеет опыт в разработке подобных методов изучения, а также принимал участие в разработке и выдачи рекомендации по выполнению мониторинга за сдвижением толщи горных пород на базе телеметрических

исследований [15]. В современных условиях телеметрические комплексы используются для дистанционного обследования труб различного назначения, фундаментов, обсадных колон и т.п. На *рис. 1* приведен пример изображения, получаемого камерой при обследовании стенки шпуров в обводненной среде.

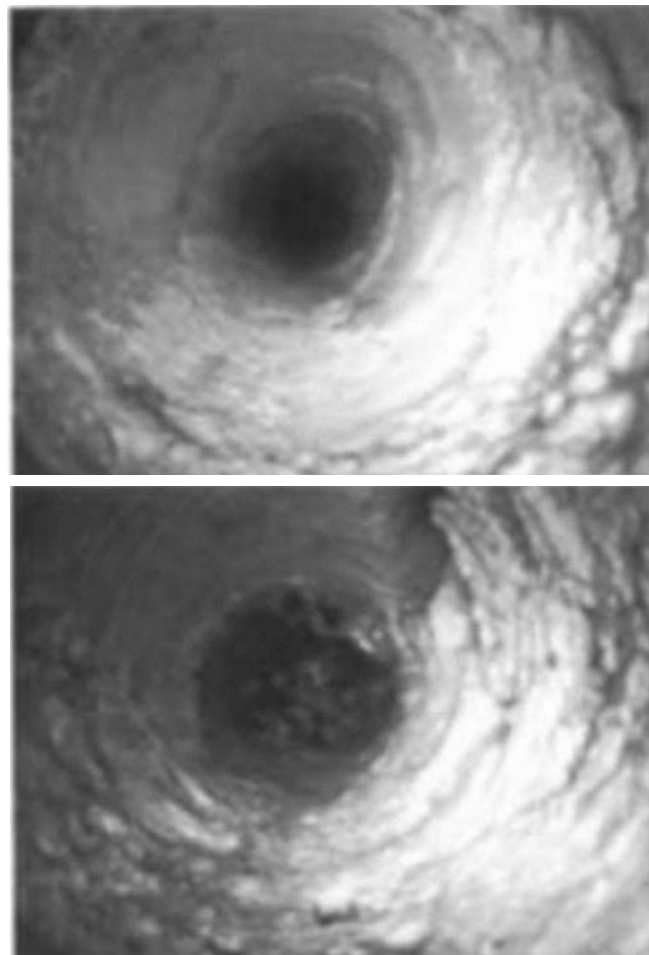


Рис. 1. Обследование стенок, обведённых шпуров / Fig. 1. Survey of walls, outlined boreholes

Все современные телеметрические комплексы имеют похожий состав оборудования (*рис. 2*).

При использовании телеметрических наблюдений для оценки структуры массива необходимо иметь возможность выполнять измерения по цифровым изображениям ствола скважины, которые фиксирует камера. Использование цифровых либо аналоговых камер в этих условиях не является принципиальным.

Для получения возможности выполнения измерений по полученным изображениям было использовано одно из основных свойств центральной проекции: зависимость масштаба изображения от удаленности от центральной точки проекции. Схематически эта особенность для рассматриваемых условий представлена на *рис. 3*.

Для определения параметров необходимых зависимостей был разработан и проведен ряд лабораторных исследований. В процессе исследования выявлены зависимости, которые позволяют построить методику сбора и обработки информации о строении толщи горных пород при помощи телеметрических методов. Для этого необходимо определить:

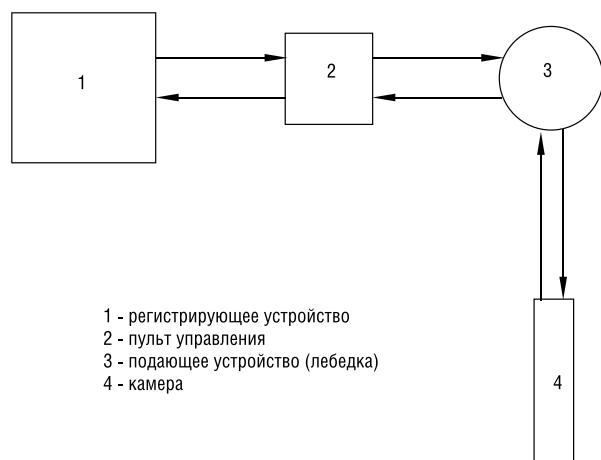


Рис. 2. Принципиальный состав комплекса для производства телеметрического обследования стенок шпуров и скважин / Fig. 2. Principal composition of the complex for production of telemetric survey of borehole and borehole walls

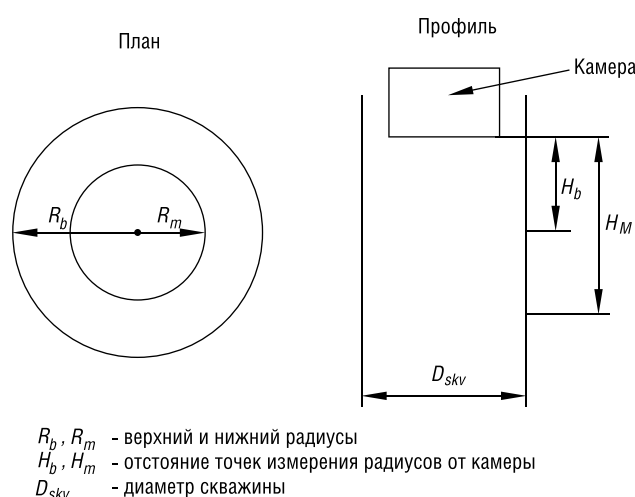


Рис. 3. Схема использования главного свойства центральной проекции для выполнения измерений по изображениям шпура или скважины / Fig. 3. Scheme for using the main property of the center projection to make measurements from borehole or borehole images

1. Зависимость между величиной отстояния точки изображения от условной плоскости и параметрами шпура или скважины (радиус или диаметр).

2. Закономерность изменения зависимостей, полученных на первом этапе, от изменения параметров скважины (радиуса или диаметра).

Лабораторные исследования выполнялись в два этапа:

Первый этап заключал в себе исследования по моделям, описывающим скважины диаметром 50, 85 и 110 мм. После наблюдений выполнялась обработка результатов, которая состояла в регрессионном анализе полученных данных, направленная на выявление необходимых зависимостей и оценке точности полученных результатов.

Второй этап заключал в себе проверку выявленных на первом этапе зависимостей на контрольных моделях диаметрами 65 и 95 мм.

Изготовление моделей. Модели для лабораторных исследований изготавливались из миллиметровой бумаги в следующей последовательности:

- ✦ вырезалась полоса шириной, равной длине окружности заданного диаметра (диаметры окружностей 50, 65, 85, 95 и 110 мм.), плюс отпуск 5 см. для обеспечения удобства сборки модели и придания ей формы цилиндра;
- ✦ на полученной полосе карандашом поднимались горизонтальные линии сетки через 1 см. Ширина отрисованной зоны составила 15 см;
- ✦ полосы скручивались в цилиндры соответствующего диаметра и скреплялись.

Методика лабораторных измерений. Лабораторные наблюдения выполнялись в следующей последовательности:

1. Производилась сборка комплекта, его подключение и подготовка к видеофиксации.

2. Подготавливались цифровые изображения для производства измерений: получение отдельного кадра из видеозаписи, разметка центра модели скважины.

3. Включенная камера устанавливалась так, чтобы первая, вычерченная карандашом при изготовлении модели, окружность находилась на границе видимости. После этого давалось время для того, чтобы камера полностью «успокоилась», и прекратились колебания изображения. Это проверялось периодическим включением камеры.

4. После того, как камера полностью «успокаивалась» фиксировалось время начала съемки от момента запуска камеры для получения отдельных стабилизированных цифровых кадров изображения стенок модели скважины.

5. Этапы 3-5 повторялись для всех основных моделей (50, 85 и 110 мм.). При выполнении наблюдений по контрольным моделям (65 и 95 мм.) последовательность действий оставалась такой же.

Обработка наблюдений основных моделей выполнялась в следующей последовательности:

- ✦ измерялись диаметры окружностей от размеченного центра, и производился расчет радиусов R_u этих окружностей;
- ✦ производился расчет отношений радиусов модели R_m к измеренным по изображению радиусам R_u для каждой отрисованной окружности. Окружность с наибольшим радиусом принималась за плоскость отсчета отстояний и являлись границей видимости;
- ✦ после обработки собранной по каждой модели информации в такой последовательности осуществлялся регрессионный анализ зависимости типа $L = f(R_m/R_u)$, где L — величина отстояния от плоскости отсчета, мм.;
- ✦ после обработки наблюдений по всем основным моделям осуществлялся регрессионный анализ зависимости между коэффициентами уравнения $L = f(R_m/R_u)$ и диаметром модели.

Обработка контрольных наблюдений выполнена в следующей последовательности:

- ✦ определение центра модели из четырех измерений диаметров;
- ✦ измерение радиусов от полученного центра до зафиксированных на окружностях отдельных точек;
- ✦ по формулам, которые были получены при обработке результатов наблюдений основных моделей, произведено вычисление коэффициентов уравнений и величин отстояний точек, отмеченных на изображениях;

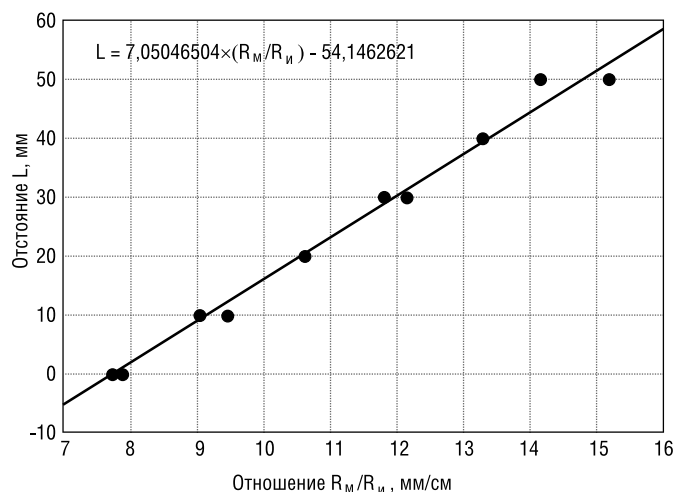


Рис. 4. Результаты измерений по модели диаметром 50 мм / Fig. 4. Results of measurements on a 50 mm diameter model

✧ расчет превышения между вынесенными точками как разность соответствующих отстояний.

Пример зависимости отстояния от отношения измеренного и фактического радиусов приведен на рис. 4.

Результаты измерений по контрольным моделям приведены в таблице 1.

Анализ таблицы показал, что предложенный подход позволяет с высокой точностью определять трехмерные координаты в пространстве модели скважины или шпура. Использование полученных координат позволяет аналитическими методами вычислить уравнение плоскости. При ассоциации полученной плоскости с элементами геологического строения появляется возможность определять элементы залегания выявленных особенностей строения исследуемого массива горных пород.

Заключение

Предложенный авторами подход позволяет практически для любого оборудования, предназначенного для обследования труб и/или стенок шпуров и скважин получить методику, позволяющую выполнять высокоточные измерения

Таблица 1 / Table 1
Результаты контрольных измерений / Results of control measurements

Фактическое расстояние, мм. / Actual distance, mm	-	10	20	30
Контрольные наблюдения по модели диаметром 65 мм. / Control observations on a 65 mm diameter model				
Первое измерение / First dimension				
Измеренный радиус, см. / Measured radius, cm.	5.3	4.5	3.9	3.5
Расчётное расстояние, мм. / Design distance, mm.	-	9	18	26
Второе измерение / Second dimension				
Измеренный радиус, см. / Measured radius, cm.	4.7	3.9	3.4	2.9
Расчётное расстояние, мм. / Design distance, mm.	-	11	21	35
Контрольные наблюдения по модели диаметром 95 мм. / Control observations on a 95 mm diameter model				
Первое измерение / First dimension				
Измеренный радиус, см. / Measured radius, cm.	5.1	4.5	4.0	3.6
Расчётное расстояние, мм. / Design distance, mm.	-	9	19	28
Второе измерение / Second dimension				
Измеренный радиус, см. / Measured radius, cm.	5.3	4.7	4.2	3.7
Расчётное расстояние, мм. / Design distance, mm.	-	9	18	29

по цифровым изображениям обследованных стенок шпуров и скважин.

Выводы

Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности применения телеметрических наблюдений для изучения особенностей геологического строения по буровзрывным скважинам с одной сторон, а с другой стороны снизить затраты на работы по геологическому изучению и выполнить поиск зависимостей или выявления закономерностей между параметрами работы бурового оборудования и особенностями геологического строения, что позволит получить еще один косвенный источник информации о геологическом и структурном строении обрабатываемого массива и повысить эффективность его обработки. ■

ЛИТЕРАТУРА

- 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.
- Цупкина М.В., Кирков А.Е. Использование технологии больших данных при управлении минерально-сырьевыми потоками при освоении месторождений полезных ископаемых // Комбинированная геотехнология: комплексное освоение техногенных образований и месторождений полезных ископаемых: Материалы научно-практической конференции, 23-28 мая 2023 г. - Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2023. - С. 198-199.
- Кантемиров В.Д., Титов Р.С., Яковлев А.М., Примеры технических решений по снижению горногеологических рисков при отработке сложноструктурных месторождений // Маркшейдерия и недропользование. 2022. № 4(120). С. 19-32. DOI 10.56195/20793332_2022_4_19.
- Чебан А.Ю. Совершенствование технологии разработки сложноструктурных месторождений с применением рыхлителей активного действия // Маркшейдерия и недропользование. 2021. № 2(112). С. 21-24.
- Касымканова Х.М., Киргизбаева Д.М., Федотенко Н.А. Изучение структурных особенностей массива горных пород // Маркшейдерия и недропользование. 2022. № 1(117). С. 8-11.
- Рыльникова М.В., Струков К.И., Федотенко Н.А. Влияние фактора распределения ценных компонентов в массиве месторождения «Светлинское» на структуру производственной мощности золотодобывающего предприятия АО «ЮЖУРАЛЗОЛОТО» // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2022. - № 2. - С. 375-387. - DOI 10.46689/2218-5194-2022-2-1-375-386.
- Каплунов Д.Р., Федотенко В.С. О сути цифровизации горнотехнических систем // Маркшейдерия и недропользование. 2022. № 3(119). С. 3-5.

8. Федотов Г.С., Сапронова Н.П. Горно-геологические информационные системы как инструмент цифровой трансформации производственных процессов горнодобывающих предприятий // Маркшейдерия и недропользование. 2021. № 4(114). С. 54-59.
9. Яницкий Е.Б., Дунаев В.А. Оптимальное число экспериментальных скважин для обоснования методики шламового опробования при открытой добыче минерального сырья // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2015. №3. С. 69-72.
10. Яницкий Е.Б. Повышение достоверности геометризации качественных показателей фосфатных руд при их открытой разработке (на примере Ковдорского апатит-штаффелитового месторождения) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2022. № 5. С. 64-72.
11. Пожарских А. П. Определение процентного содержания железа общего в рудах Гусевогорского месторождения с помощью программно-управляемой станции «КАРЬЕР-2М» // Геология в развивающемся мире: Сборник научных трудов (по материалам X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых), 18-21 апреля 2017 г. - Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017. - С. 46-47.
12. Пичкалева Т. С. Метод КМВ с целью определения процентного содержания железа в титаномагнетитовых рудах Гусевогорского месторождения Качканарского ГОКа // Геология в развивающемся мире: Сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 04-07 апреля 2016 г. - Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. - С. 345-349.
13. Ишейский В.А., Васильев В.С. Ключевые особенности и проблемы при обработке, анализе и интерпретации данных по процессу бурения взрывных скважин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. №3. С. 16-33. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_3_0_16.
14. Ишейский В.А., Мартынушкин Е.А., Васильев А.С., Смирнов С.А. Особенности сбора данных в процессе бурения взрывных скважин для формирования геоструктурных блочных моделей // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. №4. С. 608-619. DOI: 10.21177/1998-4502-2021-13-4-608-619.
15. Кирков А.Е. Перспективы применения телеметрических наблюдений за сдвижением толщи горных пород // Маркшейдерский вестник. 2007. №2. С. 46-48.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kaplunov D.R., Fedotenko V.S. Sustainable development of mining engineering systems as a transition from mining to the development of geo-resources and conservation of mineral resources. Mining Journal. 2021. No. 8. pp. 4-7. DOI 10.17580/gzh.2021.08.01.
2. Tsupkina M.V., Kirkov A.E. The use of big data technology in the management of mineral resource flows in the development of mineral deposits // Combined geotechnology: integrated development of man-made formations and mineral deposits: Materials of a scientific and practical conference, May 23-28, 2023 - Magnitogorsk: MGTU named after G.I. Nosov, 2023. - Pp. 198-199.
3. Kantemirov V.D., Titov R.S., Yakovlev A.M., Examples of technical solutions to reduce mining and geological risks during the development of complex-structured deposits. Surveying and subsoil use. 2022. No. 4(120). pp. 19-32. DOI 10.56195/20793332_2022_4_19.
4. Cheban A.Yu. Improvement of the technology for the development of complex-structured deposits using active rippers. Surveying and subsoil use. 2021. No. 2(112). pp. 21-24.
5. Kasymkanova H.M., Kirgizbaeva D.M., Fedotenko N.A. Studying the structural features of the rock mass. Surveying and subsoil use. 2022. No. 1(117). pp. 8-11.
6. Rylnikova M.V., Strukov K.I., Fedotenko N.A. The influence of the distribution factor of valuable components in the Svetlinskoye deposit array on the structure of the production capacity of the YUZHURALZOLOTO gold mining enterprise JSC. Izvestiya Tula State University. Earth Sciences. - 2022. - No. 2. - pp. 375-387. - DOI 10.46689/2218-5194-2022-2-1-375-386.
7. Kaplunov D.R., Fedotenko V.S. About the essence of digitalization of mining systems. Surveying and subsoil use. 2022. No. 3(119). pp. 3-5.
8. Fedotov G.S., Sapronova N.P. Mining and geological information systems as a tool for digital transformation of production processes of mining enterprises. Surveying and subsoil use. 2021. No. 4(114). pp. 54-59.
9. Yanitsky E.B., Dunaev V.A. The optimal number of experimental wells to substantiate the methodology of slurry testing in open-pit mining of mineral raw materials. News of higher educational institutions. Geology and exploration. 2015. No.3. pp. 69-72.
10. Yanitskiy E.B. Increasing the reliability of geometrization of qualitative indicators of phosphate ores during their open-pit mining (on the example of the Kovdorsky apatite-staffelite deposit). Izvestiya vysshchih uchebnykh zavedeniy. Geology and exploration. 2022. No. 5. pp. 64-72.
11. Pozharskikh A. P. Determination of the percentage of total iron in the ores of the Gusevogorsky deposit using the software-controlled station «QUARRY-2M». Geology in the developing world: A collection of scientific papers (based on the materials of the X International Scientific and practical Conference of students, postgraduates and young scientists), April 18-21, 2017 - Perm: Perm State National Research University, 2017. - pp. 46-47.
12. Pichkaleva T. S. The CMS method for determining the percentage of iron in titanium-magnetite ores of the Gusevogorsky deposit of the Kachkanarsky GOK. Geology in the developing world: A collection of scientific papers based on the materials of the IX International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young Scientists, April 04-07, 2016 - Perm: Perm State National Research University, 2016. - Pp. 345-349.
13. Isheisky V.A., Vasiliev V.S. Key features and problems in the processing, analysis and interpretation of data on the process of drilling explosive wells. Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2022. No.3. pp. 16-33. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_3_0_16.
14. Isheisky V.A., Martynushkin E.A., Vasiliev A.S., Smirnov S.A. Features of data collection in the process of drilling explosive wells for the formation of geostuctural block models. Sustainable development of mountain territories. 2021. No.4. pp. 608-619. DOI: 10.21177/1998-4502-2021-13-4-608-619.
15. Kirkov A.E. Prospects for the application of telemetric observations of the displacement of rock strata. Surveying bulletin. 2007. No. 2. pp. 46-48.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Федотенко Виктор Сергеевич:

доктор технических наук,
заместитель директора по научной работе,
Отдел №1 Теории проектирования освоения недр,
Институт проблем комплексного освоения недр РАН,
г. Москва, Россия,
e-mail: victorfedotenko@gmail.com

Аверин Андрей Петрович:

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
лаборатория геоинформационных систем геотехнологий,
Институт проблем комплексного освоения недр РАН,
г. Москва, Россия,
e-mail: averin.andrey@gmail.com

Кирков Алексей Евгеньевич:

научный сотрудник,
Отдел №1 Теории проектирования освоения недр,
Институт проблем комплексного освоения недр РАН,
г. Москва, Россия,
e-mail: leha1980@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fedotenko Victor Sergeevich:

Doctor of Technical Sciences,
Deputy Director for Scientific Work,
Department №1 Theory of Subsoil Development Design,
Institute of Complex Exploitation of Mineral Resources of the
Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia,
e-mail: victorfedotenko@gmail.com

Averin Andrey Petrovich:

PhD (technical sciences),
senior researcher,
Laboratory of Geoinformation Systems of Geotechnologies,
Institute of Complex Exploitation of Mineral Resources of the
Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia,
e-mail: averin.andrey@gmail.com

Kirkov Alexey Evgenyevich:

Research Associate,
Department №1 Theory of Subsoil Development Design,
Institute of Complex Exploitation of Mineral Resources of the
Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia,
e-mail: leha1980@mail.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION: Вклад авторов в написание статьи равнозначен / The contribution of the authors to the writing of the article is equivalent.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.



ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Начало подготовки геологических кадров в городе Иркутске относится к 1919 году, когда был открыт кабинет геологии. Самостоятельно геологический факультет был открыт в 1949 г. Выпускники факультета работают в геологических организациях, вузах и академических институтах, выполняя обязанности начальников геологических управлений, главных геологов, начальников отделов, экспедиций и партий, директоров, руководителей секторов и лабораторий научно-исследовательских институтов. Студенты факультета имеют возможность посещать спортивные залы, участвовать в общественной жизни, заниматься искусством, принимать участие в конкурсах, олимпиадах, КВН, студенческих вечерах отдыха.

КАФЕДРЫ • динамической геологии
• полезных ископаемых
• геологии нефти и газа

ЛАБОРАТОРИИ • нефтегазопромысловая геохимия
• геоинформационных технологий
• физики нефтяного и газового пласта
• учебная лаборатория бурения скважин
• камнерезная мастерская
• петрографический кабинет
• современных лабораторных методов исследований в динамической и инженерной геологии

Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. К.Маркса, 1, Иркутский государственный университет Геологический факультет.
Приёмная комиссия: тел. (3952) 521-564, e-mail: masha-po2010@mail.ru



WWW.N-GN.RU