

Совершенствование метода обработки геологических данных с помощью применения программы Surfer на примере моделирования геохимической карты

В. П. Добрица ¹ ✉, Е. И. Горюшкин ², Т. В. Иванова ³

¹ ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Российская Федерация

² Курский государственный медицинский университет
ул. Карла Маркса, 3, г. Курск, 305041, Российская Федерация

³ Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе
ул. Ленина, д. 14/13, г. Старый Оскол, Белгородская область, 309514, Российская Федерация

✉ e-mail: dobritsa@mail.ru

Резюме

Цель исследования. Процесс управления и принятия решения в любой области напрямую зависит от возможности быстро обработать большой объем данных и точности полученной информации. Ввиду высокого уровня развития современных компьютерных технологий моделирование различных объектов или процессов в результате обработки данных становится менее трудным для пользователя. А возможность визуализации полученных результатов позволяет получать более наглядную информацию для лица, принимающего решения. В статье рассматривается вопрос о применении программы Surfer для обработки геологических данных. Данное приложение подходит для обработки большого массива данных, анализа поверхности, визуализации ландшафта, построения карт. Рассмотрены примеры решения конкретных задач с помощью программы Surfer.

Методы. Теоретическая основа исследования базируется на комплексе научных положений отечественных ученых в области геологического моделирования. Практические методы исследования основаны на эксперименте по созданию контурной геологической карты распределения никеля, эмпирическом (обработка геохимических данных), статистическом (накоплении полученных данных и их обработка с помощью программы Surfer) анализе.

Результаты. В статье рассмотрен процесс обработки геологических данных с помощью программы Surfer. Была построена контурная геологическая карта распределения никеля.

Заключение. В статье предложена возможность использования программы Surfer для обработки геологических данных. Применение данного приложения для решения задач на учебных занятиях будет способствовать будущим геологам в приобретении необходимых практических умений для обработки геологических данных, сокращении времени решения задач, приобретении способности оценивать результаты разработок в проектах и повышению уровня информационно-технологической и профессиональной компетентности.

Ключевые слова: обработка геологических данных; построение карт; обучение студентов; моделирование; Surfer.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Добрица В. П., Горюшкин Е. И., Иванова Т. В. Совершенствование метода обработки геологических данных с помощью применения программы Surfer на примере моделирования геохимической карты // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019; 23(5): 175-184. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2019-23-5-175-184>.

Статья поступила в редакцию 18.09.2019

Статья подписана в печать 09.10.2019

Статья опубликована 25.10.2019

Improving of Geological Data Processing with the Use of Surfer Program on the Example of Geochemical Simulation Map

Vyacheslav P. Dobritsa ¹✉, Evgeny I. Goryushkin ², Tatyana V. Ivanova ³

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

² Kursk State Medical University
3, K. Marksa str., Kursk 305041, Russian Federation

³ Russian State Geological Exploration University named after Sergo Ordzhonikidze
14/13, Lenina str., Stary Oskol, Belgorod Region, 309514, Russian Federation

✉ e-mail: dobritsa@mail.ru

Резюме

Purpose of research. The process of controlling and decision making in any area is directly connected with the ability to process a large amount of data quickly and accuracy of the obtained formation.

Modeling of different objects or processes as a result of data processing becomes more difficult for users with the high level of modern computer technologies development. And the ability to visualize the results can give more visible information to the decision-maker. The use of Surfer program for geological data processing is described in the article. This application is suitable for processing a large amount of data, surface analysis, landscape visualization, and mapping. Examples of specific tasks solution with the help of Surfer program are described.

Methods. Theoretical basis of the study is a set of scientific provisions of native scientists in the field of geological modeling. Practical methods of analysis are based on an experiment of contour geological map creation of nickel distribution, empirical (geochemical data processing), statistical (accumulation of obtained data and their processing with Surfer program) analysis.

Results. The process of geological data processing using Surfer program are discussed in the article. A contour geological map of nickel distribution was developed.

Conclusion. The paper proposed the possibility of using Surfer program for geological data. The use of this task-solving application in student training will help future geologists in necessary practical skills acquiring for geological data processing, reducing task-solving time, acquiring the ability to evaluate the results of development in projects and improving the level of information technology and professional competence.

Keywords: geological data processing; mapping; student training; modeling; Surfer program.

Conflict of interest. The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Dobritsa V. P., Goryushkin E. I., Ivanova T. V. Improving of geological data processing with the use of Surfer program on the example of geochemical simulation map. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta* = *Proceedings of the Southwest State University*. 2019, 23(5): 175-184 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2019-23-5-175-184>.

Received 19.09.2019

Accepted 09.10.2019

Published 25.10.2019

Введение

Уровень развития современных компьютеров и программного обеспечения позволяет существенно улучшить знания в большинстве областей наук. Для принятия рациональных решений используются технические средства автоматизированной обработки информации.

Управление и принятие решений осуществляется наиболее корректно при обладании точной информацией и соответствующей информационной технологией, позволяющей ее обработать и применить. Интегрированный способ обработки данных предусматривает создание информационной модели управляемого объекта.

Одними из перспективных направлений управления в геологической области являются: применение информационных технологий для повышения качества получаемой информации, необходимой для принятия решения, за счет использования компьютерных технологий; вопросы компьютерного моделирования различных объектов или систем, позволяющих осуществлять эффективное использование полученной информации с целью управления процессом с учетом отрасли.

Компьютерное моделирование применяется в различных областях науки, и геология – не исключение. Большая часть исследовательских проектов строится на изучении или построении компьютерной модели. Благодаря современным

компьютерным технологиям у исследователей появилась возможность перейти от обычных двумерных карт к объемным (3D картам).

Вопросам геологического моделирования посвящены работы Гладкова Е.А. [1], Закревского К.Е. [2, 3], Исаева В.Ю. [4], Кудайбергенова М.К. [5], Никифорова И.А. [6], Мартынова А.В. [7]. Вопросы трехмерного моделирования освещены в работе Путилова И.С. [8], информационные технологии в геологии – Коротаев М.В. [9].

Материалы и методы

В геологии часто приходится решать задачи по обработке данных геохимических отчетов. Эти отчеты представляют собой информацию о распределенных по координатам местности значениях химических элементов.

Для того, чтобы найти, например, место скопления полезного металла в земной коре, надо построить геохимическую карту. Карту можно построить вручную, и данная работа займет много времени, терпения и усердия специалиста. Существуют различные программы, которые позволяют построить пространственные модели численных переменных (в любом внешнем выполнении: точками, изолиниями, градациями цвета, как 3D-поверхность, как векторное поле).

Среди таких программ выделим программный пакет Surfer. В его инструментарию две части:

1) математическая часть, необходимая для создания и анализа карты поверхности. Аналогом такой программной части является, например, Oasis;

2) оформительская часть, аналогичная любой программе для создания векторной графики. Она позволяет создавать линии и другие объекты, а затем индивидуально изменять их (аналоги Corel Draw, Adobe Illustrator).

Данная программа осуществляет анализ данных, моделирование поверхности планеты, 3D визуализацию. Данная программа предоставляется как на платной основе, так и на бесплатной. Скачать ее можно с официального сайта [10].

Остановимся на решении задач в программе Golden Software Surfer, так как она является лидирующей в мире для построения пространственных моделей численных переменных (значений геофизического, геохимического поля).

Целью исследования является совершенствование метода обработки геологических данных с помощью программы Surfer.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке методики построения контурной геологической карты распределения никеля на основе применения программы Surfer.

Теоретическая основа исследования базируется на комплексе научных положений отечественных ученых в области геологического моделирования. Практические методы исследования основаны на эксперименте по созданию

контурной геологической карты распределения никеля, эмпирическом (обработка геохимических данных), статистическом (накопление полученных данных и их обработка с помощью программы Surfer) анализе.

Результаты и их обсуждение

Для построения карты были использованы отчет по геохимическим данным западного склона Приполярного Урала, участка Радейта. Опробование рыхлых отложений по сети 100м x 20м включает 697 проб на 21 элемент. Покажем построение карты только для одного химического элемента Ni.

Исходные данные – это электронная таблица, сформированная в программе MS Excel, содержащая три столбца: географические координаты точек опробования X, Y. Третий столбец содержит значения Ni для построения карты.

Нами были использованы в программе прямоугольные координаты (в метрах). Единицы измерения расстояний и размеров задаются перед выполнением любых действий по нажатию кнопки Tools и по действию Options – Drawing устанавливаются единицы измерения (т.е. масштаб 1:10000).

Приведем пример построения точечной и контурной карты. В основе любой работы с геохимическими данными лежит корректная подготовка данных и планирование работы. Первый этап планирования геохимической карты – это создание карты фактического материала, отображающей место

сбора геохимической пробы (т.е. точечной карты).

В режиме Рабочего листа в Surfer получаем файл с исходными данными распределения никеля (рис. 1).

Исходные данные 05.08.19.dat				
	A1	X		
	A	B	C	D
1	X	Y	NI	
2	2	0	10	
3	2	0.4	5	
4	2	0.8	10	
5	2	1.2	10	
6	2	1.6	7	
7	2	2	7	
8	2	2.4	5	
9	2	2.8	5	
10	2	3.2	3	
11	2	3.6	5	
12	2	4	4	
13	2	4.4	4	
14	2	4.8	3	
15	2	5.2	3	
16	2	6	4	

Рис. 1. Файл с исходными данными

Fig 1. File with feed data

Для построения карты фактов выбираем на панели инструментов соответствующую кнопку и выполняем команду создания точечной карты. После выполненных действий в рабочем поле увидим карту (рис. 2).

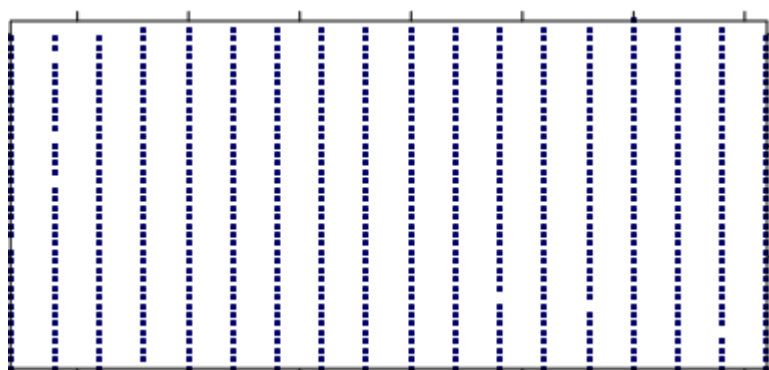


Рис. 2. Точечная карта (карта фактов)

Fig. 2. Dot map (physical and geological map)

На карте все точки, координаты которых указаны в таблице исходных данных, обозначены синим цветом [11].

Теперь покажем результаты построения контурной карты по исходным данным (рис.3).

Моноэлементная карта показывает распределение никеля на участке исследования. Области сгущения изолиний отображают аномальные содержания никеля.

После построения контурной карты в Менеджере объектов (находится в левой части окна плот-документа) появляется объект Мар с иерархической структурой, содержащей информацию о четырех осях построения. Выборочные или все изолинии объекта Мар можно подписывать, добавлять цветную заливку между линиями контуров и т.д.

Следующий пример – это решение задач статистической обработки геоданных в программе Surfer. Покажем два способа.

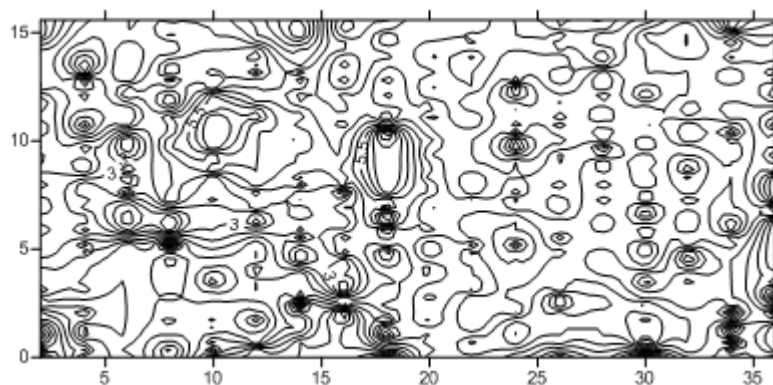


Рис.3. Контурная карта по исходным данным о распределении никеля

Fig. 3. Nickel Distribution Baseline Map

Первый способ. Когда на основе файла с исходными данными (*.dat) создается сеточный файл с расширением *.grd (без него в программе нельзя построить ни одну сеточную карту), в рабочей области появляется окно с данными сетки. Это окно диалога позволяет управлять параметрами создания сетки и включает для этого большое количество кнопок.

После нажатия кнопки Statistics на экран выдается в текстовом файле информация о параметрах сетки. Для изучаемого химического элемента по полученным данным можно увидеть значения среднего, медианы, размаха, дисперсии, стандартного отклонения, коэффициента вариации.

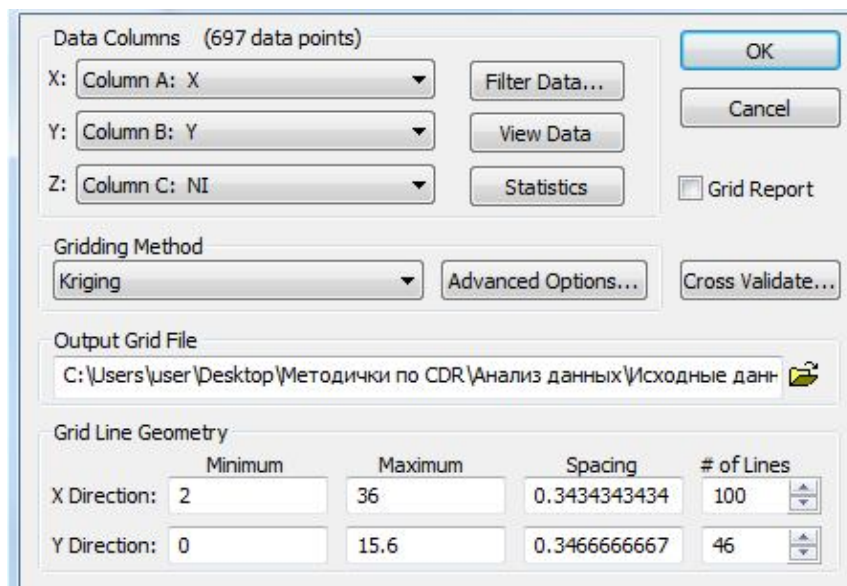



Рис.4. Окно с данными сетки

Fig. 4. Grid Data Window

Второй способ. Когда контурная карта уже построена, в Менеджере объектов можно нажать кнопку Contours и получить окно свойств карты. Нажатие по кнопке  позволит

получить Grid Info (информацию о гриде). В сформированном отчете приводятся статистические данные по построенному гриду.

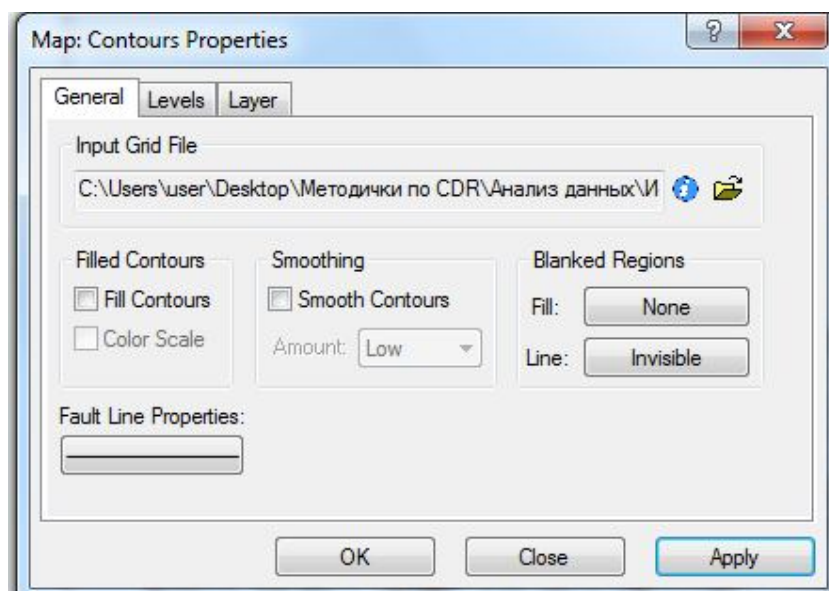


Рис.5. Окно свойств контурной карты

Fig. 5. Contour Map Properties Window

Выводы

В геологии скапливаются большие объемы структурированных или разрозненных данных. Возможность их обработки предоставляет новые возможности по визуализации данных и принятию соответствующего решения.

На сегодняшний день изучение сложных систем не представляется возможным без компьютерного моделирования. Как показал анализ литературы, решать задачи статистической обработки геологической информации можно и в других программах. Например, MS Excel содержит программную надстройку «Анализ данных», функции для вы-

числения статистических характеристик случайной величины [7]. Используя их, можно также получить статистические данные по любому химическому элементу отчета, в том числе по никелю, сравнить с данными программы Surfer и сделать вывод. Тем не менее, это будут только данные без соответствующей визуализации.

Представленный в статье подход по применению программы Surfer позволяет создать визуальную модель (контурную карту распределения никеля), облегчая обработку входных данных и расширяя возможности по принятию решения.

Наблюдающаяся тенденция повсеместного использования технологии интеллектуального анализа данных Data Mining [4], позволяющая находить скрытые взаимосвязи большого объема данных, осуществляющая прогнозирование, классификацию и визуализацию – в совместном использовании с программой Surfer позволит поднять геологическое моделирование и принятие решений на его основе на новый уровень.

Таким образом, применение программы Surfer для решения задач на учебных занятиях поможет будущим геологам приобрести необходимые практические умения для обработки геологических данных, сократить время решения задач, научиться оценивать результаты разработок в курсовых, дипломных работах, проектах и повысить уровень информационно-технологической и профессиональной компетентности.

Список литературы

1. Гладков Е.А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 99 с.
2. Геологическое моделирование горизонта Ю₁ Томской области / под ред. К.Е. Закревского. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. 154 с.
3. Геологическое моделирование прибрежно-морских отложений (на примере пласта АВ₁ (АВ₁¹⁺²+АВ₁³) Самотлорского месторождения) / под ред. К. Е. Закревского. Тюмень: Вектор Бук, 2017. 314 с.
4. Исаев В.Ю. Моделирование в геологии. URL: http://www.drtisyeology.ru/materials/Book2/ch_09_model/_model423/index
5. Кудайбергенова Б.С., Кудайбергенов М.К. Применение компьютерного моделирования в геологии 2018. URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2018/RM18/pages/Articles/10206-.pdf>
6. Никифоров И.А. Геологическое моделирование в среде комплекса Rockworks. Оренбург, 2013. 111 с
7. Мартынов А.В. Геологические модели строения залежей нефти и газа. Ухта: УГТУ, 2013. 23 с.
8. Путилов И.С. Трехмерное геологическое моделирование при разработке нефтяных и газовых месторождений. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. 72 с.
9. Коротаев М.В., Правикова Н.В., Аплеталин А.В. Информационные технологии в геологии. М.: КДУ, 2012. 298 с.
10. Официальный сайт программы Surfer. URL: <https://surfer.software.informer.com>
11. Силкин К. Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8. Воронеж, 2008. 66 с. URL: <http://www.geokniga.org/books/7444>.

12. Добрица В.П., Горюшкин Е.И. Применение интеллектуальной адаптивной платформы в образовании // Auditorium: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2019. № 1 (21).

References

1. Gladkov E.A. *Geologicheskoe i gidrodinamicheskoe modelirovanie mestorozhdenii nefti i gaza* [Geological and hydrodynamic modeling of oil and gas fields]. Tomsk, 2012, 99 p. (In Russ.).

2. *Geologicheskoe modelirovanie gorizonta Yu1 Tomskoi oblasti* [Geological modeling of the horizon Ю1]; ed. by Zakrevsky K.E. Tomsk, 2016, 154 p. (In Russ.).

3. *Geologicheskoe modelirovanie pribrezhno-morskikh otlozhenii (na primere plasta AV1 (AV11+2+AV13) Samotlorskogo mestorozhdeniya)* [Geological modeling of coastal-marine deposits (on the example of the formation AB₁ (AB₁¹⁺²+AB₁³) of the Samotlor field)]; ed. by Zakrevsky K.E. Tyumen', Vektor Buk Publ., 2017, 314 p. (In Russ.).

4. Isaev V.Yu. Modelirovanie v geologii [Modeling in geology]. Available at: http://www.drtsisygeology.ru/materials/Book2/ch_09_model/_model423/index

5. Kudaibergenova B.S., Kudaibergenov M.K. Primenenie komp'yuternogo modelirovaniya v geologii 2018 [The use of computer modeling in geology 2018]. Available at: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2018/RM18/pages/Articles/10206-.pdf> (In Russ.).

6. Nikiforov I.A. *Geologicheskoe modelirovanie v srede kompleksa Rockworks* [Geological modeling in the environment of the Rockworks complex]. Orenburg, 2013, 111 p. (In Russ.).

7. Martynov A.V. *Geologicheskie modeli stroeniya zalezhei nefti i gaza* [Geological models of the structure of oil and gas deposits]. Ukhta, USTU Publ., 2013, 23 p. (In Russ.).

8. Putilov I.S. *Trekhmernoe geologicheskoe modelirovanie pri razrabotke neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii* [Three-dimensional geological modeling in the development of oil and gas fields. Perm', 2011, 72 p. (In Russ.).

9. Korotaev M.V., Pravikova N.V., Apletalin A.V. *Informatsionnye tekhnologii v geologii* [Information technology in geology]. Moscow, KDU Publ., 2012, 298 p. (In Russ.).

10. Ofitsial'nyi sait programmy Surfer [The official website of the Surfer program]. Available at: <https://surfer.software.informer.com>

11. Silkin K. Yu. Geoinformatsionnaya sistema Golden Software Surfer 8 [Geoinformation system Golden Software Surfer 8]. Voronezh, 2008, 66 p. Available at: <http://www.geokniga.org/books/7444> (In Russ.).

12. Dobritsa V.P., Goryushkin E.I. Primenenie intellektual'noi adaptivnoi platformy v obrazovanii [The use of intellectual adaptive platform in education]. *Auditorium. El-*

Информация об авторах / Information about the Authors

Добрица Вячеслав Порфирьевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: dobritsa@mail.ru

Vyacheslav P. Dobritsa, Dr. of Sci. (Phisico-Mathematical), Professor, Professor of the Information Security Department, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: dobritsa@mail.ru

Горюшкин Евгений Игоревич, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики, информатики и математики, Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: goryushkin@list.ru

Evgeny I. Goryushkin, Cand. of Sci. (Pedagogic), Associate Professor of the Department of Physics, Informatics and Mathematics, Kursk State Medical University, Kursk, Russian Federation, e-mail: goryushkin@list.ru

Иванова Татьяна Витальевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной геологии, технологии поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Белгородская область, г.Старый Оскол, Российская Федерация, e-mail: tanya.031@mail.ru

Tatyana V. Ivanova, Cand. of Sci. (Pedagogic), Associate Professor of the Applied Geology, Technology of Prospecting And Exploration of Mineral Deposits Department, Russian State Geological Exploration University named after Sergo Ordzhonikidze, Stary Oskol, Belgorod Region, Russian Federation, e-mail: tanya.031@mail.ru