

УДК 553.061.2

**ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО
ПРОГИБА НА ПОИСКИ ОРУДЕНЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

**PROSPECTS OF THE NORTHERN PART OF THE EAST-URAL
TROUGH ON ORE SEARCHES (SOUTHERN URALS)**

Сначёв В.И., Рыкус М.В.

Институт геологии Уфимского научного центра РАН

г. Уфа, Российская Федерация

**ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа, Российская Федерация**

V.I. Snachev, M.V. Rykus

**Institute of Geology, Ufa Research Centre, Russian Academy of Sciences,
Ufa, the Russian Federation**

**FSBEI NPE “Ufa State Petroleum Technological University”,
Ufa, the Russian Federation**

e-mail: SAVant@yandex.ru

Аннотация. В статье, на основе ранее проведенного анализа развития во времени теплового поля гранитоидных массивов северной части Восточно-Уральского прогиба, сделана попытка оценить рудоносность пород, развитых в обрамлении рассматриваемых интрузивных тел. В начале работы приводится общая характеристика металлогении участка, представленная несколькими рудными формациями, часть из которых связана со становлением гранитоидных массивов. Показано, что проблема прогнозирования перспективных площадей на выявление новых рудных месторождений заключается в установлении факторов локализации руд. В областях с широко развитым гранитоидным магматизмом таким фактором являются зоны изотермической стабилизации, на которых тепловое поле оставалось

неизменным в течение длительного, сопоставимого с периодом кристаллизации интрузии, интервала времени. Продолжительность стабилизации температур обеспечивает не только устойчивость протекания химических реакций, но и образование зон трещиноватости, являющихся путями миграции рудоносных растворов. В начальные моменты становления интрузивных тел подобные зоны возникают в приконтактных областях.

С этой точки зрения наибольшими перспективами на редко- и благороднометальное оруденение в пределах северной части Восточно-Уральского прогиба обладают: юго-западный экзоконтакт Каменского, восточный экзоконтакт Центрального, восточное сочленение Пластовского и Коелгинского массивов, а также углеродистые отложения, широко развитые в пределах северо-восточного фланга последнего из них. Особый интерес представляют приближенные к массивам области первого и второго участков, которые перспективны на поиски высокотемпературного оруденения (молибденового, вольфрамового). С удалением от контакта интрузий можно ожидать менее высокотемпературные руды, которые могут затем смениться полиметаллами.

Abstract. The article on the basis of previous analysis of the development in time of the thermal field granitoid massifs of the Northern part of the East-Ural trough, an attempt is made to estimate the ore content of rocks developed in the frame of the considered Intrusive bodies. At the beginning of the common characteristics of metallogeny of the field presented several ore formations, some of which are connected with the formation of granitoid massifs. It is shown that the problem of forecasting prospects for the discovery of new ore deposits is to establish the factors of localization of ore. In areas with well-developed granitoid magmatism such factor is the isothermal zone of stabilization, thermal field which has remained unchanged for a long period comparable to the period of crystallization of the intrusion of the time interval. The duration of the stabilization temperature provides not only stability of chemical reactions, but also the formation of fracture zones, which are the migration zones of ore-bearing solu-

tions. In the initial moments of the formation of Intrusive bodies such zones occur in the near-contact places.

From this point of view the greatest prospects for rare and noble metals mineralization within the Northern part of the East-Ural trough have: southwest exocontact Kamensky, east exocontact of Central, eastern contact of Plastovsky and Koelginsky massifs, as well as carbonaceous deposits, widely developed in the north-eastern flank of the last of them. Of particular interest are close to the massifs of the first and second places which are promising in the search for high-temperature mineralization (molybdenum, tungsten). Away from the intrusions contact you can expect less high-temperature ore, which can then be replaced by polymetals.

Ключевые слова: Восточно – Уральский прогиб, рудоносность, зоны изотермической стабилизации, гранитный массив, металлогения, термостатирование, тепловое поле.

Key words: East-Ural trough, mineralization, zones of the isothermal stabilizing, granite massif, metallogeny, thermostating, thermal field.

Представленная читателю работа является продолжением статьи, опубликованной в печатной версии журнала «Нефтегазовое дело» [1]. Металлогения северной части Восточно-Уральского прогиба достаточно разнообразна и слабо изучена. Крупных объектов здесь почти нет, однако то, что в её пределах выявлен ряд месторождений и рудопроявлений нескольких рудных формаций, делает эту территорию весьма перспективной на поиски оруденения. К колчеданной формации относятся Кособродское, Поляновское месторождения и многочисленные рудопроявления, приуроченные к силуро-девонским вулканогенно-осадочным толщам. Со становлением малых интрузий гранитоидов, таких как Зеленодольская, Медиакская, Урманская, связаны одноименные месторождения и проявления медно-порфировой формации [2]. Кроме перечисленных выше промышленных и

непромышленных объектов на рассматриваемой территории известны многочисленные мелкие и крупные золоторудные объекты, принадлежащие кварцево-золоторудной и золотомышьяково-полиметаллической формациям. В самое последнее время близ северного окончания Коелгинского массива гранодиоритов в толще песчаников, углеродисто-кремнистых и глинисто-кремнистых сланцев нижнего карбона (черносланцевая формация) установлены повышенные содержания золота.

Как видим, металлогения района представлена несколькими рудными формациями, часть из которых генетически либо парагенетически связана со становлением массивов гранитоидов. Анализ динамики кристаллизации и развития тепловых полей, наиболее крупных из них, приведенный авторами ранее [1], позволил пролить свет на некоторые стороны этой проблемы.

Проблема прогнозирования площадей на выявление новых рудных месторождений во многом заключается в установлении факторов локализации руд. Как показали работы ряда исследователей [3, 4], на территориях с широко развитым гранитоидным магматизмом таким фактором являются зоны изотермической стабилизации, то есть такие участки, на которых тепловое поле оставалось неизменным в течение длительного интервала времени [5]. Продолжительность стабилизации температур на подобных участках обеспечивает устойчивость протекания химических реакций, которые способны осуществляться в строго определенном температурном режиме. В первую очередь это относится к устойчивости и полноте протекания процессов концентрирования рудного вещества. Понятно, что длительность существования зон термостатирования находится в прямой пропорциональной зависимости с масштабами оруденения, поэтому быстро кристаллизующиеся мелкие интрузивные тела не способны обеспечить геологически значимого времени существования условий, благоприятных для концентрации металлов. Не обладают они и теми ресурсами тепловой энергии, которая необходима для протекания рудообразующих процессов

[6]. Температуры в зонах термостатирования должны соответствовать наиболее благоприятным условиям развития указанных процессов для каждого из рудных элементов. Так, по данным А.И. Тугаринова и Г.Б. Наумова [7], Г.Б. Наумова, И.Л. Ходаковского [8], с низкотемпературными зонами стабилизации (80-160 °С) связано формирование низкотемпературного редкометального оруденения, а также киноварь-антимонитовых руд. Температуры 240-300 °С благоприятны для отложения полиметаллического свинцово-цинкового оруденения. Более высокие температуры (240-400 °С) отвечают условиям формирования золото-кварцевого и кварц-арсенопирит-золотого парагенезиса. Оптимальные условия для концентрации высокотемпературного редкометального оруденения создаются в зонах стабилизации температур порядка 380-430 °С.

Пространственно зоны изотермической стабилизации в большинстве случаев, как это отметил В.Г. Золотарев [4], совпадают с зонами трещинообразования, возникающими из-за резких перепадов температур между расплавами и вмещающими породами. Величины термонапряжений достигают при этом очень больших значений (до 12 кбар). В тех местах вмещающих пород или уже раскристаллизовавшейся части массива, где созданные термонапряжения превышают предел прочности, развиваются зоны трещиноватости. В начальные моменты становления интрузивных тел подобные зоны возникают в приконтактных областях. В дальнейшем трещиноватость пород играет огромную роль в миграции гидротермальных растворов, а вместе с этим и в отложении оруденения. В приконтактной зоне Каменского и Новоукраинского массивов, судя по диаграмме давление-температура для определения давления по температуре и коэффициенту распределения магния, железа и марганца в гранат-биотитовом парагенезисе [9], развивались давления около 7-7,5 кбар, что значительно выше предела прочности вмещающих пород.

Предпринятое нами математическое моделирование динамики кристаллизации и развития тепловых полей гранитоидов северной части Восточ-

но-Уральского прогиба преследовало цель разобраться в металлогении района и оценить его перспективы на поиски оруденения, генетически связанного со становлением интрузий. Подобная задача раньше уже ставилась на других подобных объектах и показала применимость метода моделирования для поисков новых залежей руд [5, 10, 11], что позволяет надеяться на правильность выводов о перспективах рассматриваемой территории, сделанных ниже.

В пределах северной части Восточно-Уральского прогиба известны два проявления молибдена, одно из которых (Константиновское) расположено приблизительно в 2 км юго-юго-западнее с. Поляновка, другое – близ восточного контакта Центрального массива. Из рисунков 1 и 2 следует, что оба рудопроявления были образованы в период становления близрасположенных массивов гранитоидов. Однако, если Константиновское проявление можно отнести к среднетемпературным (350-420 °С), то второе – высокотемпературным (450-500 °С). Незначительное по времени существование зон изотермической

стабилизации на этих участках не позволяет, по крайней мере, на данном эрозионном срезе, надеяться на выявление более крупных объектов.

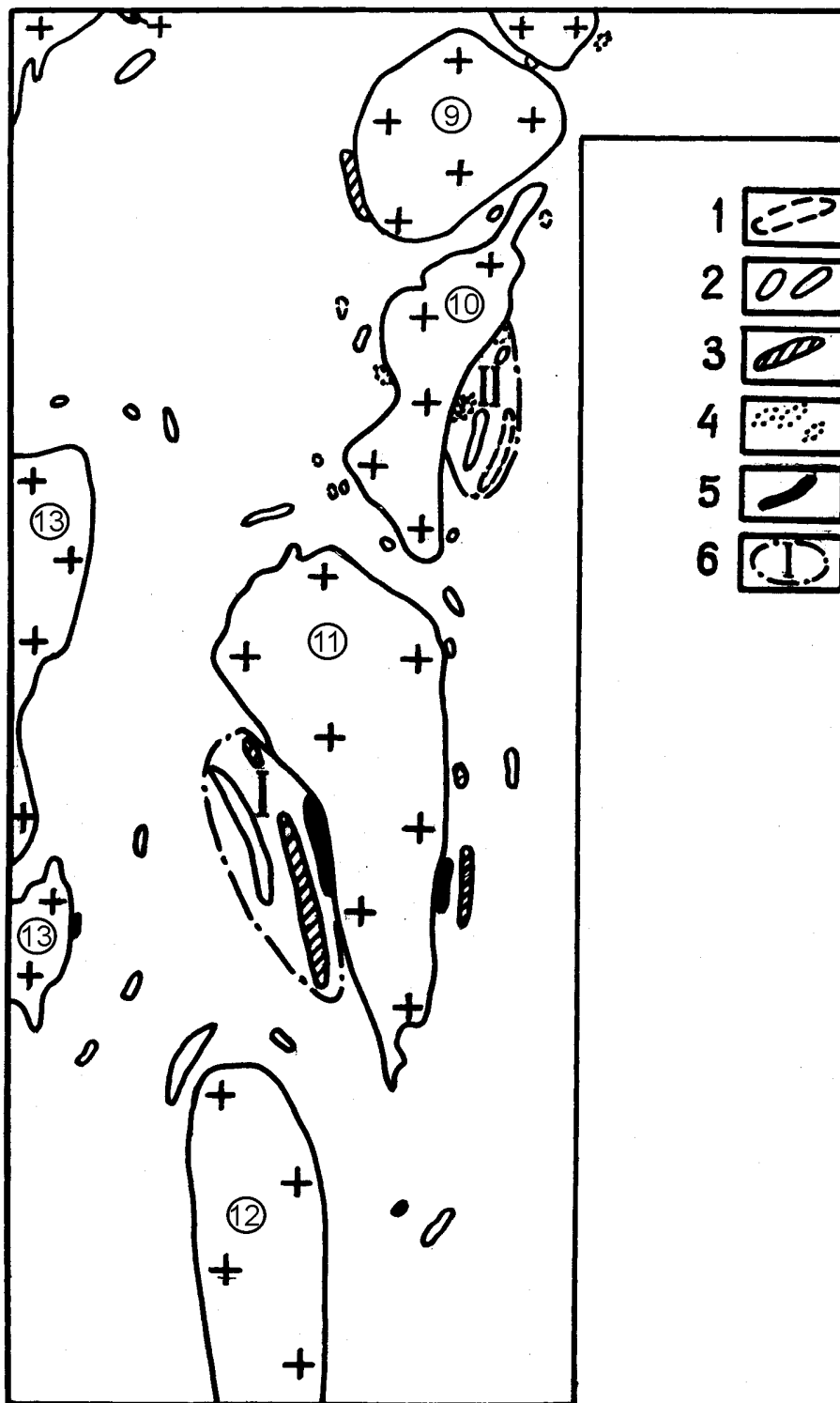


Рисунок 1. Положение зон изотермической стабилизации для массивов северной части Восточно-Уральского прогиба (южная половина)
 1-5 – зоны термостатирования изотерм: 250 °С (1), 350 °С (2), 450 °С (3), 500 °С (4) и 600 °С (5); 6 – перспективные участки на поиски оруденения.

Цифрами в кружках обозначены гранитоидные массивы:
 1 – Варламовский, 2 – Коелгинский, 3 – Пластовский, 4 – Зеленодольский,
 5 – Летягинский, 6 – Медиацкий, 7 – Краснооктябрьский,
 8 – Портнягинский, 9 – Кособродский, 10 – Центральный, 11 – Каменский,
 12 – Новоукраинский, 13 – Чернореченский

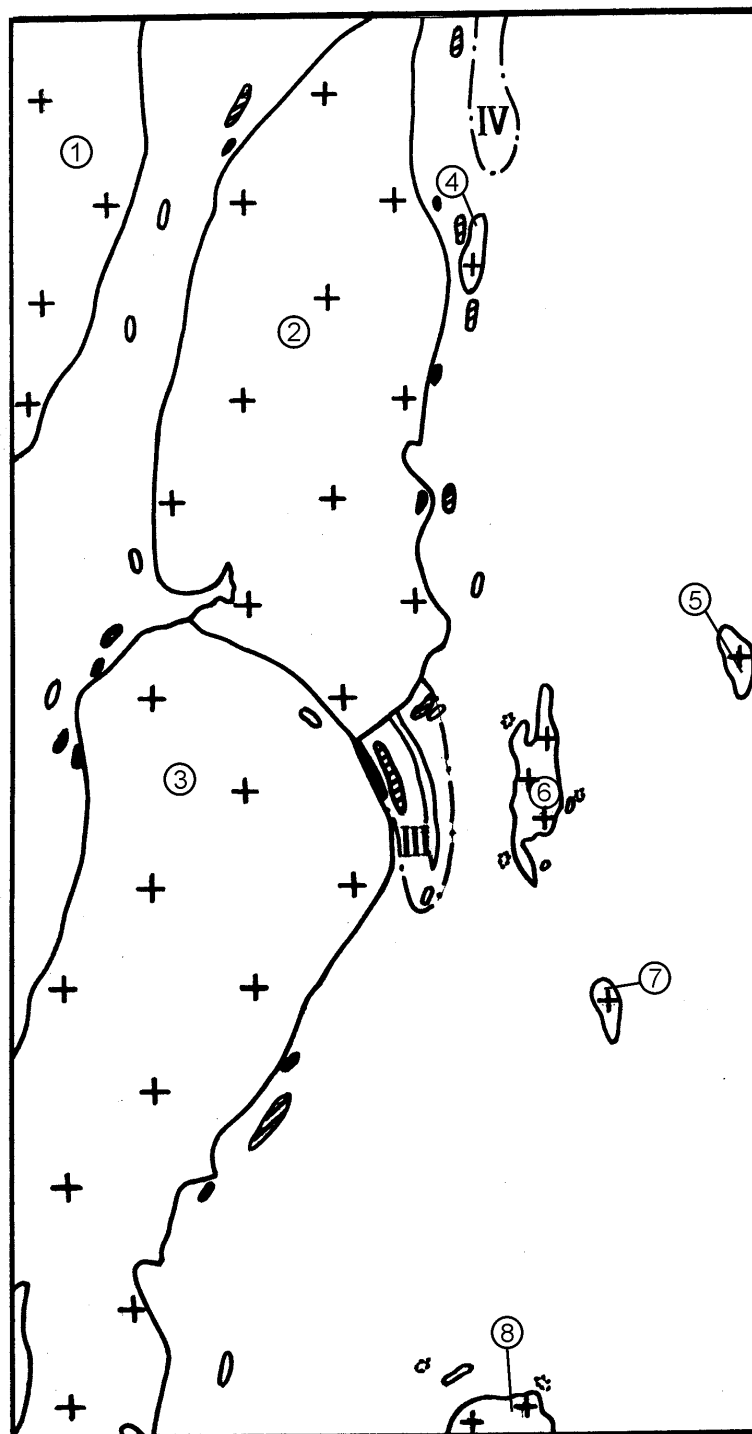


Рисунок 2. Положение зон изотермической стабилизации для массивов северной части Восточно-Уральского прогиба (северная половина) (условные обозначения на рисунке 1)

На рассматриваемой территории известны также многочисленные объекты и других, кроме редкометальных руд, генетически либо парагенетически связанных со становлением тоналит-гранодиоритовой формации. Они пространственно совпадают с зонами изотермической стабилизации и, по всей видимости, связаны с развитием тепловых полей кислых интрузий

(рисунки 1, 2). Подобно проявлениям молибдена здесь также трудно ожидать более крупных объектов, чем уже имеющиеся.

Необходимо сразу отметить, что развитие тепловых полей не обеспечивает и не объясняет возникновения всех типов проявлений минерализации, расположенных в северной части Восточно-Уральского прогиба, таких, например, как: а) локализованных внутри гранитоидных массивов; б) связанных с какими-то другими локальными процессами; в) принадлежащих другим рудным формациям. Тот факт, что зоны термостатирования установлены не только на участках с известной минерализацией, но и на площадях, где ее нет, делает их перспективными на поиски руд. Таких участков по периферии массивов более десятка (рисунки 1, 2), но не все из них могут служить первоочередными объектами на постановку поисковых работ, ибо существование стационарного теплового поля на большинстве участков было кратковременным и вероятность выявления хотя бы мелких месторождений очень невелика. Высокими перспективами обладают лишь четыре участка. Первый из них расположен у юго-западного контакта Каменского массива, второй – у восточного контакта Центрального массива, третий – примыкает к восточному сочленению Пластовского и Коелгинского массивов, четвертый – охватывает область развития черносланцевой толщи нижнего карбона.

Учитывая то, что в развитии тепловых полей на первом и втором участках мы находим много общего, рассмотрим их совместно. Участки, площадь которых 6-8 км², сложены, в основном, туфами андезитобазальтового состава, амфибол-биотит-полевошпатовыми гнейсо-сланцами (первый из них) или андезитовыми порфиритами (второй), прорванными многочисленными дайками и субвулканическими телами различного состава [1]. Положение участков близ восточной части гранитоидных интрузий предопределило и весьма специфическую историю их теплового развития. Только на этих двух участках присутствуют зоны изотермической стабилизации сразу для нескольких температур (рисунки 1, 2). Так на пер-

вом из них в период с 30-35 тыс. лет (отсчет идет с момента внедрения расплава) по 80-90 тыс. лет не происходило перемещения фронта высоких температур, с 45-50 тыс. лет, но 110-130 тыс. лет отсутствовала миграция температур 300-450 °С, на втором участке фронт высоких и средних температур не испытывал перемещения соответственно в интервалах с 10-15 по 35-40 тыс. лет и с 20 по 60-65 тыс. лет. Столь продолжительное существование зон термостатирования объясняется южным эксцентриситетом теплового поля Каменского массива и наложением тепловых полей северной и южной частей Центрального массива. Важно отметить, что если несколько зон изотермической стабилизации пространственно близки и имеют приблизительно равный временной интервал, то вся область, заключенная между ними, характеризуется стабильными значениями промежуточных температур.

Это дает право считать перспективным для обнаружения оруденения не только зоны термостатирования, но и все пространство, расположенное между минимальной и максимальной изотермами. Наиболее приближенные к массивам области первого и второго участков перспективны на поиски высокотемпературного оруденения (молибденового, вольфрамового). С удалением от контактов интрузий можно ожидать менее высокотемпературные руды, которые затем сменяются полиметаллами.

Третий участок интересен тем, что находится на стыке двух крупных массивов: Коелгинского и Пластовского. В силу сложившейся ситуации он оказался, вначале в тепловом поле Пластовской интрузии, а затем испытал воздействие Коелгинского массива. В геологическом строении площади принимают участие нижнекарбоновая красноцветная толща и нижнесилурийские микропорфириты базальтового состава, не имеющие широкой зоны развития роговиков [1]. В пределах участка нет зон изотермической стабилизации, созданных Коелгинским массивом (рисунок 2). Все они связаны со становлением Пластовского массива плагиогранитов. По темпера-

турам зоны термостатирования близки таковым на втором участке, хотя продолжительность их существования несколько дольше.

Четвертый участок выделен на поиски оруденения не потому, что здесь продолжительно существовали стационарные условия для его отложения. Как раз этого на данном участке мы не наблюдали. Он выделен в силу потенциальной рудоносности слагающей его черносланцевой толщи. Миграция же теплового поля Коелгинского гранодиоритового массива в северном направлении могла существенно перераспределить, рассеянную в ней, золоторудную минерализацию, на что указано в работах Е.П. Ермолаева и др. [12], А.В. Сначёв и др. [13]. Температуры 350-450 °С, господствовавшие на участке весьма продолжительное время, хотя и не могли вызвать заметных преобразований толщи, однако мобилизация и перераспределение рудных элементов несомненно были. Особое внимание необходимо уделить областям, в пределах которых черносланцевая толща прорывается интрузивными телами.

Выводы

Таким образом, анализ развития во времени теплового поля гранитоидных массивов северной части Восточно-Уральского прогиба позволил выделить по их периферии ряд участков, на которых долгое время, сопоставимое с периодом кристаллизации интрузий, существовали зоны изотермической стабилизации. Такие участки несут очень важную информацию о размещении, связанного с гранитоидами оруденения, и являются первоочередными на проведение поисковых работ. Наибольшими перспективами на редко- и благороднометальное оруденение в пределах северной части Восточно-Уральского прогиба обладают: юго-западный экзоконтакт Каменского, восточный экзоконтакт Центрального, восточное сочленение Пластовского и Коелгинского массивов, а также углеродистые отложения, широко развитые в пределах северо-восточного фланга последнего из них.

Список используемых источников

- 1 Сначёв В.И., Рыкус М.В. Тепловой режим становления гранитоидов северной части Восточно-Уральского прогиба (Южный Урал) // Нефтегазовое дело. 2015. №1. С.12-18.
- 2 Магматизм и металлогения северной части Восточно-Уральской рифтовой системы: препринт/ Сначёв В.И. [и др.]. Уфа: изд-во УНЦ РАН, 1994. 33 с.
- 3 Летников Ф.А., Нарсеев В.А. Термостатирование природных систем и его роль в геологических процессах //Физико-химическая динамика процессов магматизма и рудообразования. Новосибирск: Наука, 1971. С. 205 – 212.
- 4 Золотарев В.Г. Зоны стабилизации температур в тепловых полях гранитоидов и расположение в них рудных месторождений//Методы геохимического прогнозирования. Прага, 1979. Т. 1. Вып. 1. С. 112 – 124.
- 5 Тепловой режим становления гранитоидных массивов / Сначёв В.И.[и др.]. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1989. 117 с.
- 6 Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. 3-е изд. М.: Недра, 1976. 688 с.
- 7 Тугаринов А.А., Наумов Г.Б. Физико-химические параметры гидротермального минералообразования // Докл. 1 Междунар. геол. конгр. М.: 1973. Т. 2. С. 77 – 86.
- 8 Наумов Б.Г., Ходаковский И.Л. Термодинамический анализ факторов образования минералов гидротермальных месторождений // Докл. 1 Междунар. геохим. конгресса. 1973. Т. 2. С. 19 – 24.
- 9 Термо и барометрия метаморфических пород. Л.: Наука, 1977. 207 с.
- 10 Вулканогенные колчеданно – полиметаллические месторождения. М.: Изд-во МГУ, 1978. 280 с.

11 Дёмин Ю.И., Красс М.С., Яковлев Г.Ф. Исследования динамики становления магматических тел в рудных районах методом объемного моделирования на ЭВМ // Вест. МГУ. Сер. геол. 1976. № 1. С. 3 – 18.

12 Ермолаев Н.П. Мобилизация золота при контактовом метаморфизме черносланцевой формации // ГРМ. 1983. № 2. С. 86 – 91.

13 Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Южного Урала/ Сначёв А.В.[и др.]. Уфа: ДизайнПресс. 2012. 208 с.

References

1 Snachev V.I., Rykus M.V. Teplovoi rezhim stanovleniia granitoidov severnoi chasti Vostochno-Ural'skogo progiba (Iuzhnyi Ural) // Neftegazovoe delo. 2015. № 1. S.12-18. [in Russian].

2 Snachev V.I., Kuznetsov N.S., Rachev P.I., Kovalev S.G. Magmatizm i metallogeniia severnoi chasti Vostochno-Ural'skoi riftovoi sistemy: Preprint, Ufa UNTs RAN, 1994. 33 s. [in Russian].

3 Letnikov F.A., Narseev V.A. Termostatirovanie prirodnykh sistem i ego rol' v geologicheskikh protsessakh //Fiziko-khimicheskaya dinamika protsessov magmatizma i rudoobrazovaniia. Novosibirsk: Nauka, 1971. S. 205 – 212. [in Russian].

4 Zolotarev V.G. Zony stabilizatsii temperatur v teplovykh poliakh granitoidov i raspolozhenie v nikh rudnykh mestorozhdenii//Metody geokhimicheskogo prognozirovaniia. Praga, 1979. T. 1. Vyp. 1. S. 112 – 124.

5 Teplovoi rezhim stanovleniia granitoidnykh massivov / Snachev V.I. [i dr.]. Ufa, BNTs UrO AN SSSR, 1989. 117 s. [in Russian].

6 Smirnov V.I. Geologiiia poleznykh iskopaemykh. 3-e izd. M.: Nedra, 1976. 688 s. [in Russian].

7 Tugarinov A.A., Naumov G.B. Fiziko-khimicheskie parametry gidrotermal'nogo mineraloobrazovaniia // Dokl. 1 Mezhd. geol. kongr. M.: 1973. T. 2. S. 77 – 86. [in Russian].

8 Naumov B.G., Khodakovskii I.L. Termodinamicheskii analiz faktorov obrazovaniia mineralov gidrotermal'nykh mestorozhdenii // Dokl. 1 Mezhd. geokhim. kongressa. 1973. T. 2. S. 19 – 24. [in Russian].

9 Termo i barometriia metamorficheskikh porod. L.: Nauka, 1977. 207 s. [in Russian].

10 Vulkanogennye kolchedanno – polimetallicheskie mestorozhdeniia. M.: Izd-vo MGU, 1978. 280 s. [in Russian].

11 Demin Iu.I., Krass M.S., Yakovlev G.F. Issledovaniia dinamiki stanovleniia magmaticeskikh tel v rudnykh raionakh metodom ob"emnogo modelirovaniia na EVM // Vest. IGU. Ser. geol. 1976. № 1. S. 3 – 18. [in Russian].

12 Ermolaev N.P. Mobilizatsiia zolota pri kontaktovom metamorfizme chernoslantsevoi formatsii // GRM. 1983. № 2. S. 86 – 91. [in Russian].

13 Geologiya, petrogeokhimiia i rudonosnost' uglerodistykh otlozhenii Iuzhnogo Urala/ Snachev A.V. [i dr.] Ufa: DizainPress. 2012. 208 s. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Сначёв В.И., д-р геол.-мин. наук, профессор, заведующий лабораторией “Рудных месторождений” Учреждения Российской академии наук Института геологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Российская Федерация

V.I. Snachev, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of in Geologo-mineralogical sciences, Professor, Head of "Ore Fields laboratory", Institute of Geology, Ufa Research Centre, Russian Academy of Sciences (IG USC RAS), Ufa, the Russian Federation

e-mail: SAVant@inbox.ru

Рыкус М.В., канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры “Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений”, ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

M.V. Rykus, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Chair “Geology and Oil and Gas Field Exploration”, FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: rykusmihail@mail.ru