

УДК 553.07

DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-2-15-27

**ФОСФАТЫ СТРЕЛЬЦОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ
(ЧАСТЬ I)****PHOSPHATES OF THE STRELTSOVSKY ORE FIELD OF SOUTH-EASTERN TRANSBAIKALIA
(PART I)**

Ю. В. Павленко, Забайкальский государственный университет, г. Чита
pavurva@mail.ru

Yu. Pavlenko, Transbaikal State University, Chita



Уточнена достоверность выводов геологов, создавших на территории Стрельцовского рудного поля (СРП) Юго-Восточного Забайкалья крупнейшую урановорудную базу страны, о принадлежности пространственно обособленной фосфатной минерализации и мощного промышленного оруденения к единому заключительному этапу позднемезозойской тектономагматической активизации. Актуальность исследований заключается в необходимости изучения геологических материалов по СРП и прилегающего к нему района для оценки перспектив вовлечения в эксплуатацию фосфатной минерализации, развитой на флангах урановых месторождений, осваиваемых по государственной программе ТОР. Объектом изучения являются «слепые» Аргунское и Жерловое месторождения и их западные фланги на поверхности, предметом – фосфатная минерализация, развитая в блоке терригенно-карбонатных пород. Цель исследований – уточнить время и особенности формирования фосфатов; задача – оценить промышленную значимость фосфатного оруденения для принятия решения о целесообразности дополнительного изучения этого дефицитного сырья. Методология научных исследований базируется на интерпретации геологических фактов, приведённых в литературных и фондовых материалах, использовании понятий, терминов, создании гипотез и их следствий, непротиворечивость сопоставления которых с установленными фактами определяет относительно высокую достоверность геологических результатов. Используются описательный метод, учитывающий систему взаимосвязанных непротиворечивых положений, и метод теоретического моделирования, который поднимает на более высокий научный уровень стратегические цели познания природы. Результаты исследований приведены в трёх статьях (частях). В первой части изложены сведения о структурно-геологической позиции региона, рудного поля, особенности геологического строения Западного тектонического блока СРП и Аргунского, а также Жерлового урановых месторождений. Установлено, что фосфатная минерализация является продуктом метаморфических преобразований рифейских фосфоритов и магматических апатитов, связанных со среднерифейским умеренно щелочным перидотит-габбро-габбродiorитовым комплексом. Фосфатная минерализация старше позднемезозойского уранового и других видов промышленного оруденения минимум на 1 млрд лет

Ключевые слова: фосфаты; Аргунское месторождение урана; рифейские фосфориты; магматические апатиты; Таланское проявление; Стрельцовское рудное поле; Юго-Восточное Забайкалье

The conclusions' reliability of the geologists who created the largest uranium ore base in the country on the territory of the Streltsovsky ore field (SRP) in South-Eastern Transbaikalia, about the belonging of spatially isolated phosphate mineralization and powerful industrial mineralization to a single final stage of Late Mesozoic tectonomagmatic activation, is clarified. The relevance of the research lies in the need to study the geological materials on the SRP and the adjacent area to assess the prospects for involving in the exploitation of phosphate mineralization developed on the flanks of uranium deposits developed under the state program of the TOR.

The object of study is the "blind" Argunskoye and Zherlovoye deposits and their western flanks on the surface, and the subject is the phosphate mineralization developed in the block of terrigenous-carbonate rocks.

The purpose of the research is to clarify the time and features of the formation of phosphates, and the task is to assess the industrial significance of phosphate mineralization to make a decision on the feasibility of additional study of this scarce raw material.

The methodology of scientific research is based on the interpretation of geological facts given in the literature and stock materials, use of concepts, terms, creation of hypotheses and their consequences, consistency of the comparison of which with the established facts determines the relatively high reliability of geological results. We used a descriptive method that takes into account a system of interrelated consistent positions, and a method of theoretical modeling, which raises the strategic goals of nature cognition to a higher scientific level. The results of the research are presented in three articles (parts). The first part contains information about the structural and geological positions of the region, the ore field, and the geological structure of the Western tectonic block of the SRP and the Argun, as well as the Vent uranium deposits. It is established that phosphate mineralization is the product of metamorphic transformations of Riphean phosphorites and igneous apatites associated with the Middle Riphean moderately alkaline peridotite-gabbro-gabbrodiorite complex. Phosphate mineralization is older than the Late Mesozoic uranium and other types of industrial mineralization by at least 1 billion years

Key words: phosphates; Argun uranium deposit; Riphean phosphorites; igneous apatites; Talan manifestation; Streltsovskoye ore field; South-Eastern Transbaikalia

Введение. Юго-Восточное Забайкалье – колыбель горно-геологической науки России. Огромные далеко не познанные природные богатства характеризуют регион как уникальную рудоносную провинцию планеты, история открытия, геологических исследований и освоение которой составляет ценнейшее достояние и России, и мира в целом. Благодаря особому геологическому положению в главных геологических структурах земной коры, оригинальным геологическим процессам, в регионе сформированы рудоносные структуры с месторождениями мирового уровня с палеонтологическими остатками мирового значения. Первая российская геологическая карта, первые «домашние» свинец, серебро, молибден, вольфрам, олово, висмут, фтор, торий составили основу для развития в стране теоретических и практических наук о Земле, явились школой для многих поколений не только российских геологов. Современные минеральные ресурсы Восточного Забайкалья представляют крупнейший кладезь 36 основных видов стратегических остродефицитных и высоколиквидных полезных ископаемых, способных обеспечить интенсивное наращивание российского капитала многие годы.

Выдающимся современным представителем забайкальских недр является Стрельцовское рудное поле. Его рудная история началась с местных братьев Стрельцовых, по заявке которых в 1948 г. проведены детальные поиски на площади 16 км². При проходке канав вскрыто флюоритовое проявление, разведанное затем как мелкое Стрельцов-

ское флюоритовое месторождение с самым высоким среди месторождений региона средним содержанием фтористого кальция (63,79 %). В 1958 г. при разведке глубокой части месторождения скважиной № 21-а на глубине около 50 м в зальбанде флюоритовой жилы вскрыт рудный интервал мощностью 0,55 м с содержанием урана 0,24 %. В 1962 и последующие годы путём проходки ПГО «Сосновгеология» более глубоких скважин выяснилось, что флюоритовая минерализация представляет «вершки» крупного Стрельцовского месторождения урана. Эта особенность локализации уранового оруденения явилась ключом для открытия ещё 18 урановых, молибден-урановых месторождений, именуемых Стрельцовской группой, крупного Гозогорского месторождения флюорита, проявлений полиметаллов, олова, цезия, цеоцитов, фосфатов, а также повышенных концентраций бериллия и золота, составляющих Стрельцовское рудное поле (СРП). Рудное поле находится в предгорьях Аргунского хребта, юго-восточнее г. Краснокаменск.

Урановые месторождения СРП представлены гидротермальными низкотемпературными образованиями области континентального вулканизма, сформированными в заключительные этапы позднемезозойской тектономагматической активизации. Они характеризуют новый промышленный тип крупного уранового оруденения. Подземными горными выработками и скважинами 14 месторождений детально разведаны до глубины 900...1400 м от поверхности, 11 месторождений вовлечены в промышленное освоение.

Промышленные урановые руды залегают в основном в интервале глубин 150...800 м, составляют сырьевую базу крупного Приаргунского горно-химического комбината [7].

По результатам структурно-геологических, минералогических, геохимических, термобарогеохимических, геофизических и иных исследований многих организаций создана сложная, еще не во всем совершенная геолого-генетическая модель рудообразования. Она связывает процессы масштабного оруденения с глубинными зонами разломов, являющимися каналами фильтрации магмо-флюидопотоков и рудообразующих гидротермальных систем. В отличие от существующих представлений о мобилизации урана из гранитов фундамента, по мнению Г. А. Шаткова, главным источником урана является специализированный магматический очаг риолитов на глубине 3...4 км с содержанием U 18...20 и Th 55...60 г/т. Риолитовый очаг насыщен свободным кислородом, анионами фтора в ассоциации с щелочами, кремнезёмом и водой. Предполагается, что в этой обстановке уран должен находиться в шестивалентной форме в виде уранила (UO_2^{+2}) [20].

Примечательно, что в урановых рудах некоторых месторождений в промышленных концентрациях присутствует молибден. На Аргунском и Жерловом месторождениях молибден и флюорит образуют самостоятельные рудные тела. По мнению Л. П. Ищуковой [7], вся эндогенная минерализация характеризуется «общностью геолого-структурных условий, сформировалась в единый гидротермальный этап, подобна по минеральному составу и геохимическим особенностям руд». Однако процессы формирования пространственно обособленного фосфатного оруденения по некоторым позициям теоретически не согласуются с основным низкотемпературным гидротермальным оруденением.

Актуальность исследования заключается в необходимости изучения геологических материалов по СРП и прилегающего к нему района для оценки перспектив вовлечения в эксплуатацию фосфатной минерализации, развитой на флангах урановых месторождений, осваиваемых по государственной программе ТОР. *Объектом* изучения являются «слепые» Аргунское и Жерловое месторождения и их западные фланги на поверхности, *предметом* – фосфатная

минерализация, развитая в блоке терригенно-карбонатных породах. *Цель исследования* – уточнить время и особенности формирования фосфатов, *задача* – оценить промышленную значимость фосфатного оруденения для принятия решения о целесообразности дополнительного изучения этого дефицитного сырья.

Методология научных исследований базируется на интерпретации геологических фактов, приведённых в литературных и фондовых материалах, использовании понятий, терминов, создании гипотез и их следствий, непротиворечивость сопоставления которых с установленными фактами определяет относительно высокую достоверность геологических результатов. Использован описательный метод, учитывающий систему взаимосвязанных непротиворечивых положений, и метод теоретического моделирования, который поднимает на более высокий научный уровень стратегические цели познания природы.

По результатам исследований предполагается обосновать рекомендации о целесообразности выполнения геологоразведочных работ на наиболее перспективном Таланском проявлении фосфатов.

Структурно-геологические позиции региона и рудного поля. Юго-Восточное Забайкалье (лист М-50) характеризуется набором более 130 разновозрастных геологических формаций, минерагенические факторы и рудные формации которых представляют исключительно сложную, неоднозначно интерпретируемую минерагеническую информацию. Статистический анализ соотношения некоторых наиболее рудоносных мезозойских магматических комплексов и площадей развития рудной минерализации показывает, что даже с такими «высокорудоносными» комплексами, как шахтаминский и кукульбейский, гидротермальная минерализация ассоциирует в среднем не выше, чем в 45 % случаев.

За исключением докембрийских, к числу рудогенерирующих и рудообразующих отнесены дефицитные виды полезных ископаемых 18 геологических формаций, в том числе палеозойские: кручининский комплекс, устьборзинская, зун-шивеинская и уртуйская свиты; мезозойские: аманский, кадаинский, лубиинский, борщовочный, шахтаминский, акатуйский, нерчинскозаводский, нер-

чинский, ундино-даинский, кукульбейский, абагайтуйский комплексы, агинская, тургинская и кутинская свиты¹.

Уран, в отличие от фосфатов, является одним из ведущих полезных ископаемых региона, в котором известны три крупных, 12 средних, 14 малых месторождений, 48 проявлений и 7 пунктов минерализации урана (рис. 1). Значительное количество их сосредоточено в пределах Тулукуйского рудного

узла, совпадающего с одноимённой вулканотектонической структурой (ВТС). Урановые рудные тела различных размеров жилло-, штокверко- и пластообразной формы принадлежат к урановорудной формации в аргиллизитах и полевошпатовых метасоматитах ВТС, урановорудной формации в щелочных метасоматитах, гранитах и пегматитах, а также к стратиформной формации в терригенных породах чехла [3].

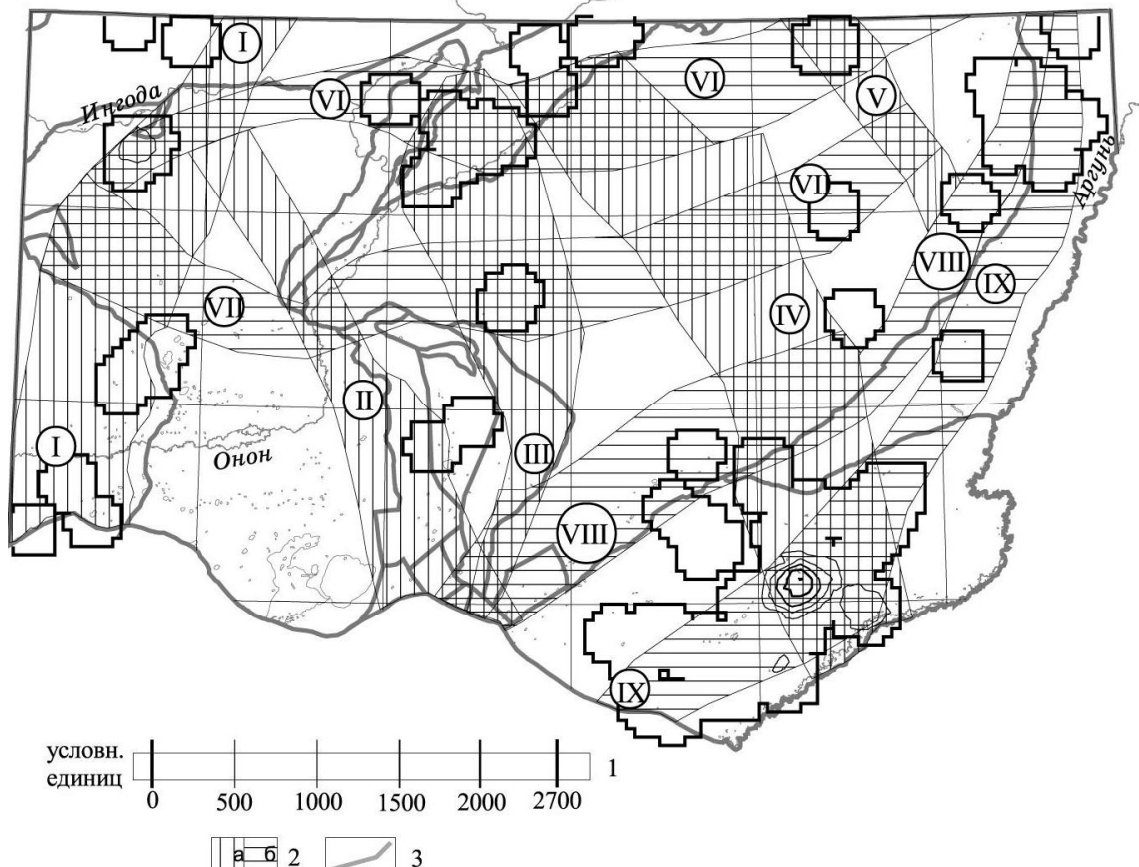


Рис. 1. Экстенсивность проявления минерализации радиоактивных элементов в структурах активизации фундамента: 1 – поля экстенсивности; 2 – линейные структуры активизации фундамента: I – Монголо-Удский шов; II – Ононская; III – Восточно-Агинская; IV – Далайнор-Газимурская; V – Урово-Газимурская; VI – Ингода-Куренгинская; VII – Ага-Урюмканская; VIII – Борзя-Уровская; IX – Приаргунская; 3 – границы основных тектонических структур / Fig. 1. Extensiveness of radioactive elements' mineralization in foundation activation structures: 1 – extensiveness fields; 2 – linear structures of foundation activation: I – Mongol-Ud seam; II – Onon; III – East Aginskaya; IV – Dalaynor-Gazimurskaya; V – Urovo-Gazimurskaya; VI – Ingoda-Kurenginskaya; VII – Aga-Uryumkanskaya; VIII – Borzya-Urovskaya; IX – Priargunskaya; 3 – boundaries of main tectonic structures [18]

Главными рудоконтролирующими структурами Заурулюнгуйского флюорит-уранового рудного района и его Тулукуйского рудного узла являются Приаргунская и Далайнор-Газимурская линейные структуры

активизации кристаллического фундамента, представляющие активные флюидодинамические зоны. Фрагментами этих структур являются выделяемые исследователями СРП Аргунская зона разломов северо-восточно-

¹Павленко Ю. В. Глубинное строение и минерагения Юго-Восточного Забайкалья: монография. – Чита: ЧитГУ, 2009. – 200 с.

го – субширотного простирания, вмещающая подавляющее большинство месторождений, и Меридиональная зона разломов, включаю-

щая Меридиональный, Флюоритовый, Краснокаменский, Пятилетний разломы субмеридионального простирания (рис. 2).

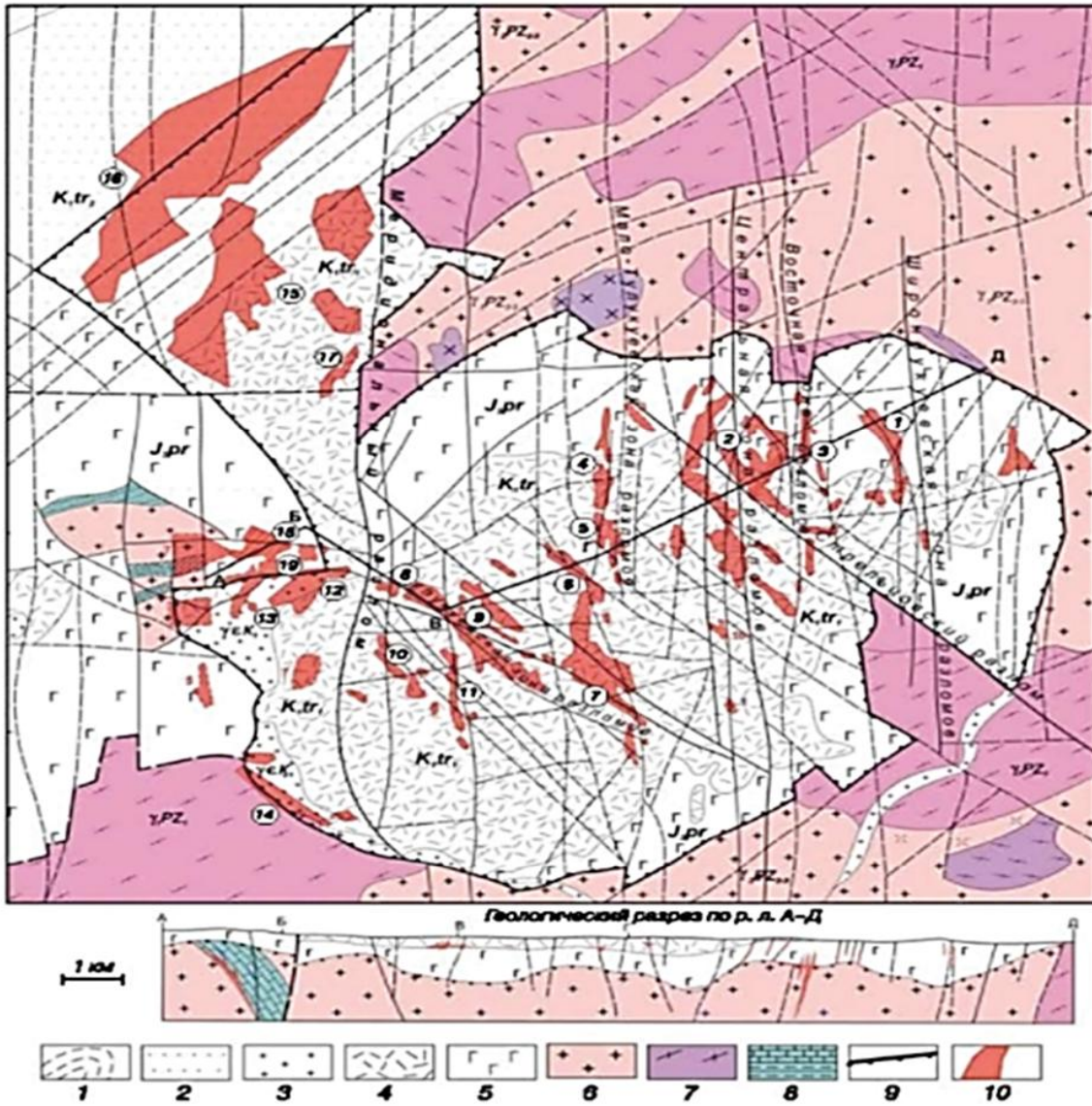


Рис 2. Геологическая карта Стрельцовского рудного поля: 1 – кутинская свита; 2 – тургинская свита (верхняя толща); 3 – породы субвулканической фации; 4 – тургинская свита (нижняя толща); 5 – приаргунская свита; 6 – граниты варийского интрузивного цикла; 7 – граниты каледонского интрузивного цикла; 8 – мраморы и кристаллические сланцы; 9 – контур Стрельцовской кальдеры; 10 – проекции месторождений на дневную поверхность (номер в кружках): 1 – Ширококондуйское; 2 – Стрельцовское; 3 – Антей; 4 – Октябрьское; 5 – Лучистое; 6 – Мартовское; 7 – Мало-Тулукуевское; 8 – Тулукуевское; 9 – Юбилейное; 10 – Весеннее; 11 – Новогоднее; 12 – Пятилетнее; 13 – Красный Камень; 14 – Юго-Западное; 15 – Дальнее; 16 – Полевое; 17 – Безречное; 18 – Аргунское; 19 – Жерловое [23] / Fig. 2. Geological map of the Streltsovsky ore field: 1 – Kutinsky retinue; 2 – Turginsky retinue (upper thickness); 3 – rocks of subvolcanic facies; 4 – Turgin retinue (lower thickness); 5 – Priargun retinue; 6 – granites of the Varian intrusive cycle; 7 – granites of the Caledonian intrusive cycle; 8 – marbles and crystalline shales; 9 – Streltsovskaya caldera contour; 10 – projections of deposits on the day surface (number in circles): 1 – Shirokonduisky; 2 – Streltsovskoye; 3 – Antey; 4 – Oktyabrskoye; 5 – Rays; 6 – March; 7 – Malo-Tulukuevskoye; 8 – Tulukuevskoye; 9 – Jubilee; 10 – Springe; 11 – New Year; 12 – Five Year; 13 – Red Stone; 14 – Southwest; 15 – Far; 16 – Field; 17 – Bezrechnoye; 18 – Argunskoye; 19 – Zherlovoye [23]

Стрельцовское рудное поле площадью около 140 км² приурочено к одноименной вулcano-тектонической кальдере, расположенной в узле сопряжения глубинных зон разломов на востоке позднемезозойской Тулукуевской впадины. Изометричная полигональная кальдера ограничена бортовыми разломами, амплитуда вертикальных смещений по которым составляет 50...700 м. Кальдера диаметром около 12 км имеет амплитуду проседания довулканогенного фундамента в 400...500 м, из которого затем происходило извержение игнимбригов (фельзитов) [14].

Кальдера приурочена к узлу пересечения зон глубинных разломов – Аргунской северо-восточного простирания и Меридиональной. Аргунская зона формировалась в сводовой части антиклинальной складки метаморфических пород фундамента. В пределах кальдеры с этой зоной связаны многие процессы преобразования пород: в рифее и палеозое зона представляла структуру интенсивной фильтрации кремнекалиевых растворов, обеспечивших процессы гранитизации пород; в мезозое в ней проявлены кварц-микроклин-альбитовые метасоматиты и грейзены; по крупным разломам внедрялись кислые, а в конце вулканизма – основные эффузивы. После некоторого тектонического затишья новые подвижки подновили существующие разрывы, увеличили количество оперяющих разрывов в обеих зонах, создав вдоль основных разломов крутопадающие зоны брекчированных, интенсивно трещиноватых пород, на пересечениях крупных разломов – мощные зоны брекчий, а по контактам литологических разностей пород – пологие трещинные сбросо-сдвиговые нарушения. Все они являются рудовмещающими, в том числе на нескольких литологических уровнях локализации оруденения.

Изучение геологии рудного поля, поиски, разведка месторождений выполнены высококвалифицированными специалистами различного направления, а также академическими и отраслевыми научно-исследовательскими институтами – ИГЕМ, ГЕОХИ, ВИМС, ВСЕГЕИ, ЗабНИИ. Большой объем работ по поискам и разведке урановых месторождений выполнен партией № 324 Производственного геологического объединения «Сосновгеология» под руководством Л. П. Ищуковой. Результаты исследований, генетические особенности промышленного

оруденения СРП, исключая фосфатную и некоторую иную минерализацию, широко освещены в специальной литературе [1; 6; 7; 8; 10; 11; 13; 15; 17; 19; 21].

Научный и большой практический интерес представляют «нетрадиционная» для рудного поля апатитовая минерализация и франколитовая. Она развита преимущественно на западных флангах только Аргунского и Жерлового месторождений, при этом содержание пятиоксида фосфора в карбонатных породах достигает 13,2 %. Фосфаты отмечены также на проявлениях Талан-Гозогор, ТЭЦ; по результатам литохимических поисков масштаба 1:10 000 на Загородном участке установлен площадной ореол фосфора [15]. Все пункты фосфатопоявления и их признаки приурочены к ксенолитам фундамента Тулукуйской ВТС. Поскольку фосфатная минерализация в СРП представлена достаточно обособленными образованиями, ее генетические особенности целесообразно проследить, рассматривая особенности формирования промышленного уран-молибденового оруденения Западного тектонического блока и, в частности, наиболее крупного Аргунского месторождения.

Особенности геологического строения Западного тектонического блока СРП и месторождений. В геологическом строении региона и рудного поля выделяются два крупных этапа: первый включает геосинклинальное и платформенное развитие, второй – позднемезозойскую тектономагматическую активизацию. На первом этапе сформировались эвгеосинклинальные комплексы рифейских пород, претерпевшие региональный метаморфизм и мафитовый, ультрамафитовый магматизм. Метаморфизованные до амфиболитовой фации рифейские осадочные и вулканогенные породы основного состава в рифее и палеозое подвергались минимум трехкратной метасоматической гранитизации. Постгранитизационные преобразования второго этапа сопровождались неоднократным кремнещелочным метасоматозом вдоль глубинных разломов и узлов их пересечений, затем пневмогидротермальными процессами кислотного выщелачивания, формировавшими вдоль глубинных разломов протяженные зоны кремнекалиевых метасоматитов и грейзенизированных пород. Последующие этапы мезозойской активизации в виде базальт-дацитовой и базальт-липаритовой формаций сопровождались многоста-

дийными гидротермальными процессами, формированием рудных месторождений.

Государственной геологической картой [3] в Заурулюнгуйском блоке Аргунского террейна по результатам специализированных работ последних лет прошлого века (Бутин, 1992; Митрофанов, 1995; Озерский 1987, 1995; Анашкина 1973 и др.) уточнена стратиграфия древних метаморфических комплексов региона. Выделены надаровская свита среднего рифея и верхнерифейская даурская серия в составе урулюнгуйской, дырбылкейской и нортуйской свит. Крупные ксенолиты этих комплексов сохранились на крыльях и в периклинальных замыканиях складок, размеры их достигают 0,5...2 км в длину и до 1 км по ширине. В СРП и в прилегающих к нему районах метаморфические комплексы нижнего структурного этажа встречаются в виде относительно крупных ксенолитов (десятки км²) в обрамлении ряда впадин, а также в виде мелких скиалитов среди метасоматических гранитоидов поднятий. Единичные ксенолиты представляют поисковый и прогнозный интерес, поскольку в СРП эти комплексы являются рудовмещающими промышленного оруденения урана и фосфатной (фринколит, апатитовой) минерализации.

В строении кальдеры выделяются два структурных этажа: нижний – рифейский «фундамент» и верхний – осадочно-вулканогенный в составе средне-верхнеюрской приаргунской серии и нижнемеловой тургинской свиты (рис. 2, 3). Фундамент и борта впадины представлены рифейскими и палеозойскими метасоматическими, полингено-анатектическими гранитоидами, содержащими ксенолиты пород нижнего структурного этажа. В блоках слабо метаморфизованных комплексов фундамента присутствуют мелкие кристаллы апатита, сфена, магнетита, циркона и слабо радиоактивного вещества, появление которых связано, вероятно, с процессами гранитизации [7].

Фундамент сложен среднерифейской надаровской свитой мощностью 1200 м. В ней выделяются нижняя и верхняя терригенные толщи мощностью 320 и 500 м, разделённые карбонатной толщей мощностью 350 м [15]. Терригенные породы представлены кварц-биотитовыми, кварц-серицитовыми сланцами, гнейсами, среди которых установлены высокоглинозёмистые метаалевролиты, метаалевропесчаники с андалузитом,

силлиманитом, кордиеритом, а карбонатные – мраморизованными доломитами и доломитизированными известняками. Белые, серые доломитизированные известняки характеризуются мелко-среднезернистым сложением, массивной, реже параллельно-сланцеватой полосчатой текстурой, гетерогранобластовой структурой. Пачка карбонатных пород по составу неоднородна. В нижней части преобладают доломиты с маломощными прослоями в основании филлитовидных, кремнисто-слюдистых, графитовых сланцев, в средней части доломитизированные известняками переслаиваются с кварц-слюдистыми, кварц-биотит-амфиболовыми гнейсами, сланцами, верхняя часть сложена мраморизованными известняками. Изометричные зерна доломита, кальцита содержат кварц и углеродистое вещество, породы неравномерно окварцованы, в лежачем боку имеют кварцитоподобное состояние. Кварц криптозернистый, мелкозернистый и друзовидный. В северо-восточном направлении карбонатные породы средней толщи постепенно замещаются амфиболитами [7]. Геохимически свита специализирована на вольфрам, иттрий, молибден и титан [3].

Постседиментационные изменения пород фундамента в Тулукуйской ВТС соответствуют эпидот-амфиболовой фации регионального метаморфизма. Они являются вмещающими для основной части уран-молибденовых запасов «слепых» Аргунского месторождения, проявления урана Мираж и Гозогорского месторождения флюорита. Аргунское месторождение локализовано в зоне лежачего контакта ксенолита доломитизированных известняков с гранитоидами (рис. 4). Проявление Мираж находится на западном фланге Аргунского месторождения, приурочено к зоне мощностью 60...80 м трещиноватых, брекчированных, гидрослюдизированных доломитизированных известняков, кристаллических сланцев и гранитов, минерализованных криптокварцем и пиритом, расположенной в 40...200 м от поверхности. Руды криптокварц-настурановые прожилково-вкрапленные. Рудоносная зона Гозогорского месторождения в известняках протяжённостью до 2 км, мощностью до 250 м скрыта под чехлом безрудных мезозойских и четвертичных образований. В ней развиты флюорит, несколько генераций кварца, каолинит, кальцит, монтмориллонит, гидрослюда, анкерит, хлорит, апатит, пирит, галенит, сфалерит.

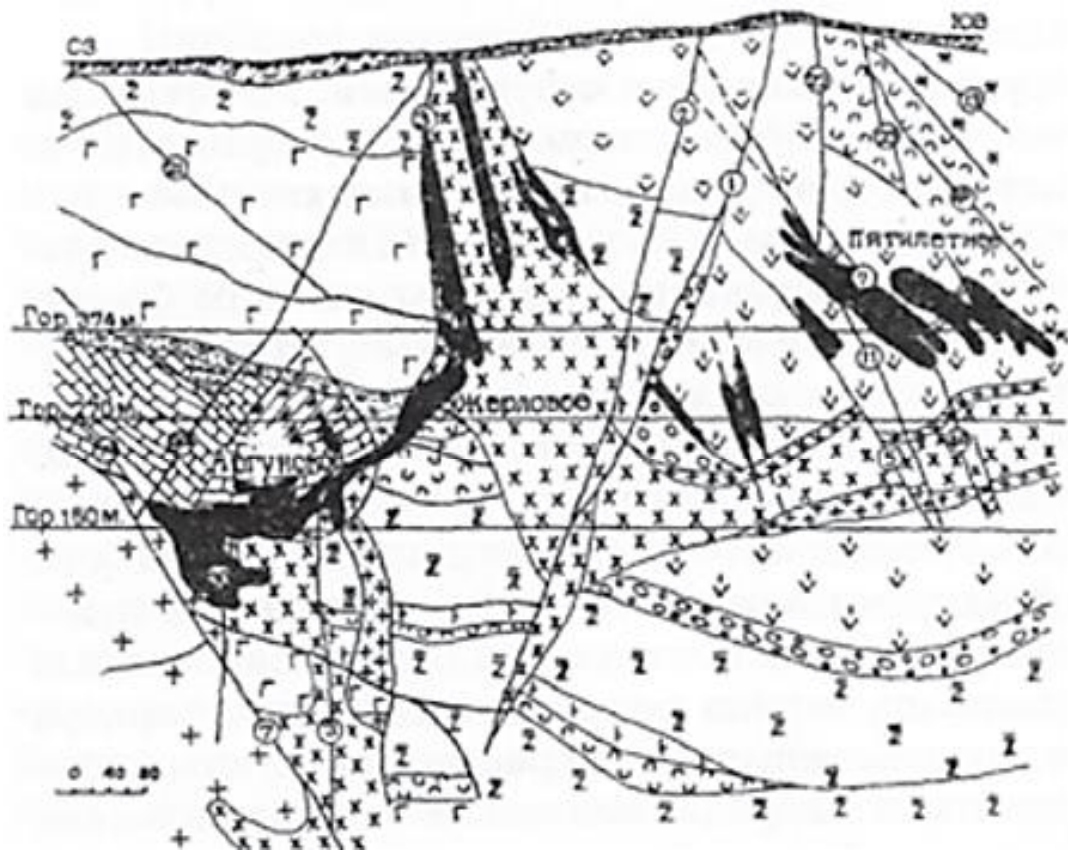


Рис. 4. Пространственное положение Аргунского, Жерлового и Пятилетнего месторождений в геологическом разрезе по разведочной линии 52 месторождений [9] / Fig. 4. Spatial position of Argunsky, Zherlovoy and Five-Year deposits in geological section along exploration line of 52 deposits [9]

Доломитизированные известняки прорываются послойной интрузией мощностью 200...400 м габброидных пород, интенсивно метаморфизованных в амфиболитовой фации, вплоть до образования амфиболитов. Контакт ортоамфиболитов с известняками рвущий, сложной конфигурации, особенно в нижней части разреза; здесь в ортоамфиболитах содержатся мелкие ксенолиты известняков. В приконтактных частях карбонатные породы представлены мраморами, содержащими офикальцит, скаполит.

Ортоамфиболиты по составу и текстурно-структурным особенностям весьма неоднородны. Главными компонентами являются плагиоклаз, роговая обманка, биотит, менее развит пироксен, количественные соотношения минералов колеблются в широких пределах. Плагиоклаз соответствует андезину и лабрадору. Роговая обманка темно-зеленая, по отношению к плагиоклазу идиоморфная, биотит нередко развивается по роговой обманке, пироксен замещается роговой обман-

кой. Ортоамфиболиты интенсивно калишпатизированы. Кварц-калишпатовый агрегат развивается как в межзерновом пространстве, так и в виде линзовидных, вытянутых по гнейсовидности кварц-полевошпатовых метасоматитов. В зонах интенсивного проявления кремнещелочного метасоматоза в амфиболитах, гнейсах, карбонатных породах появляются гранат, флогопит, эпидот, щелочной пироксен [6].

Околорудные преобразования доломитизированных известняков характеризуются иными особенностями. Доломиты интенсивно катаклазированы, перекристаллизованы в более мелкозернистый, иногда пелитоморфный агрегат. В них в значительно меньшем количестве развиты метасоматические выделения глинистых минералов, образующие обособления по трещинам и в открытых полостях. Глинистые фракции оруденелых доломитов содержат гидрослюда-монтмориллонит (45...100 %), каолинит и нередко диккит (до 53 %), хлорит (до 2 %), иногда гидрослюда.

На глубине более 500...600 м каолинит сменяется гидрослюдой. Диксит в ассоциации с шамозитом отмечается и на более глубоких уровнях. В околорудных доломитах широко проявлены прожилково-метасоматические выделения криптокварца и халцедоновидного кварца, пирита и флюорита. Наблюдается замещение породообразующего доломита кальцитом, а в более локальных зонах – анкеритом, содержащим повышенные количества марганца и стронция. На удалении от рудных тел состав доломитов соответствует стандартному составу этих пород (%): CaO – 29,6; MgO – 20,8; FeO – 0,35; CO₂ – 45,1. По мере приближения к рудным телам содержание оксида кальция увеличивается до 32,5 %, оксида магния меняется от 15,72 до 21,97 %, оксида двухвалентного железа – от 0,11 до 1,90 %, что обусловлено развитием локальных зон кальцитизации и анкеритизации в карбонатном материале. В рудах и сульфидизированных зонах карбонатных пород присутствуют галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, фрейбергит, самородное серебро.

Среднерифейский метагаббровый стрельцовский комплекс изучен при проходке горных выработок и скважин. Комплекс представлен габбро, габбродиабазами, пироксенитами, ортоамфиболитами, слагающими мелкие неправильные тела, силлы, дайки в сланцах и карбонатных породах надаровской свиты. Породы состоят из лабрадора, замещённого андезитом и олигоклазом, пироксена, роговой обманки, амфибола, оливина, биотита. Тёмноцветные минералы частично замещены вторичными амфиболами, биотитом, хлоритом, эпидотом, лейкоксеном и сидеритом. Акцессорные минералы – магнетит, ильменит, сфен, сульфиды, апатит. По химическому составу породы относятся к ряду перидотит-габбро-габбродиорит, являются умеренно щелочными с преобладанием натрия над калием и железа над магнием. В экзоконтактах тел вмещающие карбонатные породы превращены в оливин-пироксен-флогопитовые скарны с эпидотом. Тела габброидов, прорывающие надаровскую свиту, смяты в складки вместе с карбонатными породами.

Средне-позднерифейский урулюнгуйский гранитовый комплекс сложен биотитовыми и лейкократовыми гранитами, гнейсо-гранитами, обычно порфиробластовыми, переходящими в приконтактовых частях в

гранодиориты, граносиениты. Акцессорные минералы в гранитах представлены магнетитом, ильменитом, цирконом, флюоритом, апатитом, ксенотимом, монацитом, торитом, ортитом, касситеритом, гранатом. Химический состав пород соответствует гранитам нормального и умеренно щелочного ряда, пересыщенных глинозёмом с низкой магнетиальностью и резким преобладанием калия над натрием. В контактовых зонах аллохтонные граниты преимущественно мигматизированы, интенсивно калишпатизированы. Терригенные породы надаровской свиты в зонах шириной до 1 км превращены в высокотемпературные роговики. Геохимически комплекс специализирован на торий, серебро, хром и бор [3].

Промышленные урановые и молибденово-урановые руды образовались как в гранитах, доломитизированных известняках фундамента, так и во всех породах верхнего структурного этажа (рис. 3). Более благоприятными для рудоотложения являются породы среднего и кислого состава: трахидациты и фельзиты, с которыми связаны основные запасы урановых и молибденово-урановых руд СРП.

В горизонтах осадочных пород пластообразные рудные залежи представлены телами протяжённостью до 1 км и более, шириной до 200...300 м. В верхнем структурном этаже промышленное оруденение приближается к поверхности на глубине 400...500 м. В породах фундамента промышленные руды прослежены на глубинах 1500...1800 м и не оконтурены. Наряду с урановыми и молибденовыми минералами широко развиты нерудные минералы: сидерит, кварц, анкерит, хлорит, альбит, флюорит, апатит и другие. Урановые руды на месторождениях содержат повышенные концентрации молибдена, бериллия, золота, свинца, цинка.

Большое рудоконтролирующее значение имеют зоны крутопадающей трещиноватости, оперяющие крупные разломы, являющиеся рудовмещающими на нескольких литологических уровнях. Пологие разрывные нарушения, образовавшиеся по контактам различных литологических разновидностей в связи со сбросо-сдвиговыми перемещениями блоков по крутопадающим разломам, часто играют роль экранирующих поверхностей на пути фильтрации рудоносных растворов, наиболее крупные из них являются ру-

довмещающими. Крутопадающие разрывы состоят из нескольких тектонических швов, представленных раздробленными, трещиноватыми, брекчированными, развальцованными породами мощностью 0,5...7,0 м, а также системами сближенных кулисообразных трещин. На глубине более 1000 м Меридиональный, Краснокаменский, Пятилетний разломы и нарушения Аргунской зоны сопряжены в единый узел, которым воспользовал Краснокаменский вулканический рудогенерирующий аппарат.

С учетом закономерностей пространственного размещения франколитовой и апатитовой минерализации мира [23; 24], для общей оценки перспектив СРП на фосфатное оруденение использованы следующие основные критерии прогноза рудности геологической обстановки [12; 16; 22]: стратиграфический, формационных комплексов, литологический и структурный. Они указывают на предпочтительный прогноз развития в рифейских комплексах и фосфоритовой (франколит), апатитовой минерализации [5; 16]. Последняя развита в виде собственной (первичной) и перекристаллизованной в апатит франколитовой (вторичной) форме [2; 4].

Дополнительными критериями прогнозируемого апатит-силикатного, апатит-карбонатного подтипа месторождений в связи с комплексами докембрийских метаморфических пород являются:

- присутствие магнезиально-карбонатных фосфатносных пород, внутри геосинклинальных поднятий с зонами глубинных разломов;
- наличие пород амфиболитовой фаций метаморфизма – высокоглинозёмистых, ам-

фиболитовых, пироксеновых гнейсов, сланцев, мраморов, кальцифиров, содержащих тела щелочных гранитов;

– участки пересечения и сочленения разломов, характеризующиеся совмещением разновозрастных продуктов метаморфизма, магматизма и метасоматизма;

– зоны контакта щелочных гранитоидов с мраморами, кальцефирами, различными гнейсами и сланцами, зоны активизации с развитием хлоритизации, серпентинизации, эпидотизации.

Заключение. Фосфатная минерализация на флангах урановорудных тел и за их пределами образует относительно высокие концентрации только в блоке рифейских карбонатно-терригенных пород, который подвергся интенсивным процессам метаморфизма. За пределами этого блока в 17 урановых месторождениях апатит если и встречается, то только как акцессорный минерал. В СРП она приурочена к блоку фундамента вулканотектонической кальдеры и с промышленным урановым оруденением рудного поля генетически не связана, образовалась ранее урановой примерно на 1 млрд лет.

Формирование протерозойских, ранне- и позднепалеозойских гранитоидов метасоматического, палингенно-анатектического, в меньшей мере интрузивно-анатектического генезиса сопровождалось многоэтапными процессами гранитизации и кремнещелочного метасоматоза. Эти процессы преобразовали первичный состав пород, перекристаллизовали фосфоритный первично осадочный и фосфатный магматический материал, перераспределили ранее образованные минеральные ассоциации, нарушив их первичное залегание.

Список литературы

1. Андреева О. В., Головин В. А. Типы низкотемпературных метасоматитов Забайкалья. М.: КИТС ВИМСа, 1982. Вып. 73.
2. Василенко В. Б., Кузнецова Л. Г., Холодова Л. Д. Апатитовые породы Селигдара. Новосибирск: Наука, 1982. 173 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Лист М-50 - Борзя. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. 553 с.
4. Дыбков В. Ф., Шаронов Б. Н. Фосфатное сырьё // Курс месторождений твёрдых полезных ископаемых / ред. П. М. Татаринов, А. Е. Карякин. Л.: Недра, 1975. С. 430–446.
5. Дядькина И. Я., Егоров Л. С., Орлова М. П., Смирнов Ф. Л. Апатиты // Критерии прогнозной оценки территорий на твёрдые полезные ископаемые / ред. Д. В. Рундквист. Л.: Недра, 1978. С. 527–547.
6. Ищукова Л. П. Аргунское и Жерловое месторождения // Месторождения Забайкалья. М.: Геоинформмарк, 1995. Т. I, кн. II. С. 144–156.
7. Ищукова Л. П. Геология Урулюнгуевского рудного района и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля: монография. Иркутск; М.: Геоинформмарк, 1996. 382 с.

8. Ищукова Л. П. Стрельцовское рудное поле. Месторождения Забайкалья. М.: Геоинформмарк, 1995. Т. I, кн. II. С. 130–132.
9. Ищукова Л. П., Авдеев Б. В., Губкин Г. Н. Геология Урулунгуйского рудного района и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. М.: Геоинформмарк, 1998. 526 с.
10. Ищукова Л. П., Модников И. С., Сычев И. В. Геологические условия формирования высокопродуктивных урановых месторождений в областях континентального вулканизма // Металлогения урана Урало-Монгольского пояса. Л.: ВСЕГЕИ, 1986. С. 177–187.
11. Ищукова Л. П., Модников И. С., Сычев И. В. Урановые рудообразования системы областей континентального вулканизма. Геология рудных месторождений. М.: Геоинформмарк, 1991. № 3. С. 16–25.
12. Либрович В. Л., Мызникова Л. М. Фосфориты // Критерии прогнозной оценки территорий на твёрдые полезные ископаемые / ред. Д. В. Рундквист. Л.: Недра, 1978. С. 547–556.
13. Менакер Г. И. Тектоносфера и металлогения Забайкалья в геоисторическом освещении // Геология рудных месторождений. 1990. № 1. С. 21–36.
14. Минаев В. А. Структурно-петрофизические условия локализации урановых руд в фундаменте Стрельцовской кальдеры: на примере месторождения Антей: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.11. М.: ИГЕМ РАН, 2016. 26 с.
15. Митрофанов Е. А., Макушин М. Ф., Пахомов П. А. Отчёт о результатах прогнозно-поисковых работ на Стрельцовском рудном поле по геологическому заданию 324-37 за 1989–1994 гг. Пос. Октябрьский: ГРЭ-324. М.: Геоинформмарк, 1994. 157 с.
16. Научные основы прогноза и поисков фосфоритов. М.: Геоинформмарк, 1975. 106 с.
17. Некрасова В. Л., Попова А. Г., Раченская Л. П., Смилкстын А. О. Образование месторождений урана: пер. с англ., франц. и исп. М.: Мир, 1976. 762 с.
18. Полякова Д. А. Геологическое строение Стрельцовского рудного поля и петрографические особенности вмещающих пород: реферат. URL: <http://5b8edadd7966e1073081beb2.pdf> (nauchkor.ru) (дата обращения: 12.02.2021). Текст: электронный.
19. Рыбалов Б. Л., Омеляненко Б. И. Источники рудного вещества эндогенных урановых месторождений. М.: Наука, 1988. 285 с.
20. Шатков Г. А. Краснокаменный тип урановых месторождений как важнейший резерв промышленного уранового оруденения Стрельцовского рудного узла // Региональная геология и металлогения. 2017. № 69. С. 88–95.
21. Щукин С. И. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы ОАО «ППГХО» // Горный журнал. 2008. № 8. С. 24–27.
22. Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Рыбина Н. В. Геохимия фосфора. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. 512 с.
23. Kumar S. Mineralogy, geochemistry and genesis of Middle Riphean phosphatic carbonates, Tirohan limestone (Lower Vindhyan supergroup), Chitrukut area, Central India // J. Geol. Soc. India, 1993, vol. 41, № 2. P. 133–143.
24. Morikyo T., Morishito Y. The genesis of phosphatic nodules in the Toyoma Formation, Northeastern Japan // Geochim. Cosmochim. Acta, 2009, vol. 73, № 13S. P. A906.

References

1. Andreeva O. V., Golovin V. A. *Tipy nizkotemperaturnykh metasomatitov Zabaykaliya* (Types of low-temperature metasomatites of Transbaikalia). Moscow: KEATS VIMSa, 1982. Issue 73.
2. Vasilenko V. B., Ruznetsova L. G., Kholodova L. D. *Apatitovye porody Seligdara* (Apatite rocks of Seligdar). Novosibirsk: Nauka, 1982. 173 p.
3. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tretie pokolenie). List M-50 - Borzya. Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Leaf M-50-Borzya. Explanatory note). St. Petersburg: VSEGEI, 2010. 553 p.
4. Dybkov V. F., Sharonov B. N. *Kurs mestorozhdeniy tvyordykh poleznykh iskopaemykh: red. P. M. Tatarinov, A. E. Karyakin* (Course of deposits of solid minerals: ed. P. M. Tatarinov, A. E. Karyakin). Leningrad: Nedra, 1975. pp. 430-446.
5. Dyadkina I. Ya., Egorov L. S., Orlova M. P., Smirnov F. L. *Kriterii prognoznnoy otsenki territoriy na tvyordye poleznye iskopaemye: red. D. V. Rundkvist* (Criteria for predictive assessment of territories for solid minerals: ed. by D. V. Rundkvist). Leningrad: Nedra, 1978, pp. 527–547.
6. Ishchukova L. P. *Mestorozhdeniya Zabaykaliya* (Deposits of Transbaikalia. Moscow: Geoinformmark, 1995, vol. I, book II, pp. 144–156.
7. Ischukova L. P. *Geologiya Urulyunguevskogo rudnogo rayona i molibden-uranovykh mestorozhdeniy Streltsovskogo rudnogo polya: monografiya* (Geology of the Urulyunguyevsky ore district and the molybdenum-uranium deposits of the Streltsovsky ore field: a monograph). Irkutsk; Moscow: Geoinformmark, 1996. 382 p.

8. Ischukova L. P. *Strel'tsovskoe rudnoe pole. Mestorozhdeniya Zabaykaliya* (Strel'tsovskoe ore field. Deposits of Transbaikalia). Moscow: Geoinformmark, 1995, vol. I, book II, pp. 130–132.
9. Ischukova L. P., Avdeev B. V., Gubkin G. N. *Geologiya Urulyunguyskogo rudnogo rajona i molibden-uranovykh mestorozhdeniy Strel'tsovskogo rudnogo polya* (Geology of the Urulyunguy ore region and the molybdenum-uranium deposits of the Strel'tsovsky ore field). Moscow: Geoinformmark, 1998, 526 p.
10. Ischukova L. P., Modnikov I. S., Sychev I. V. *Metallogeniya urana Uralo-Mongolskogo poyasa* (Metallogeny of uranium of the Ural-Mongolian belt). Leningrad: VSEGEI, 1986, pp. 177–187.
11. Ischukova L. P., Modnikov I. S., Sychev I. V. *Uranovye rudoobrazovaniya sistemy oblastey kontinental'nogo vulkanizma. Geologiya rudnykh mestorozhdeniy* (Uranium ore formations of the system of continental volcanism areas. Geology of ore deposits). Moscow: Geoinformmark. 1991, no. 3, pp. 16–25.
12. Librovich V. L., Myznikova L. M. *Kriterii prognoznoy otsenki territoriy na tvordye poleznye iskopaemye: red. D. V. Rundqvist* (Criteria for predictive assessment of territories for solid minerals: ed. D. V. Rundqvist). Leningrad: Nedra, 1978, pp. 547–556.
13. Menaker G. I. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy* (Geology of ore deposits), 1990, no. 1, pp. 21–36.
14. Minaev V. A. *Strukturno-petrofizicheskie usloviya lokalizatsii uranovykh rud v fundamente Strel'tsovskoy kaldery: na primere mestorozhdeniya Antey: avtoref. dis. ... kand. geol.-mineral. nauk: 25.00.11* (Structural and petrophysical conditions of localization of uranium ores in the foundation of the Strel'tsovskaya caldera: on the example of the Antey deposit: abstract. ... candidate of geol.- mineral. sciences: 25.00.11). Moscow: IGEM RAS, 2016. 26 p.
15. Mitrofanov E. A., Makushin M. F., Pahomov P. A. *Otchyot o rezultatah prognozno-poiskovykh rabot na Strel'tsovskom rudnom pole po geologicheskomu zadaniyu 324-37 za 1989–1994 gg. Pos. Oktyabrskiy: GRE-324* (Report on the results of forecast and prospecting works at the Strel'tsovsky ore field under geological task 324-37 for 1989-1994. Oktyabrskiy: GRE-324). Moscow: Geoinformmark, 1994, 157 p.
16. *Nauchnye osnovy prognoza i poiskov fosforitov* (Scientific bases of the forecast and search of phosphorites). Moscow: Geoinformmark, 1975. 106 p.
17. Nekrasova V. L., Popova A. G., Rachenskaya L. P., Smilkstyn A. O. *Obrazovanie mestorozhdeniy urana: per. s angl., frants. i isp.* (Formation of uranium deposits: trans. from English, French. and isp.). Moscow: Mir, 1976, 762 p.
18. Polyakova D. A. *Geologicheskoe stroenie Strel'tsovskogo rudnogo polya i petrograficheskie osobennosti vmeschayuschih porod: referat* (Geological structure of the Strel'tsovsky ore field and petrographic features of the host rocks: abstract. Available at: <http://5b8edadd7966e1073081beb2.pdf> (nauchkor.ru) (date access: 12.02.2021). Text: electronic.
19. Rybalov B. L., Omelyanenko B. I. *Istochniki rudnogo veschestva endogennykh uranovykh mestorozhdeniy* (Sources of ore matter of endogenous uranium deposits). Moscow: Nauka, 1988, 285 p.
20. Shatkov G. A. *Regional'naya geologiya i metallogeniya* (Regional geology and metallogeny), 2017, no. 69, pp. 88–95.
21. Schukin S. I. *Gornyy zhurnal* (Mining Journal), 2008, no. 8, pp. 24–27.
22. Yudovich YA. E., Ketris M. P., Rybina N. V. *Geokhimiya fosfora* (Geochemistry of phosphorus). Syktyvkar: IG Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020, 512 p.
23. Kumar S. J. *Geol. Soc. India* (Geol. Soc. India), 1993, vol. 41, № 2. P. 133–143.
24. Morikyo T., Morishito Y. *Geochim. Cosmochim. Acta* (Geochim. Cosmochim. Acta), 2009, vol. 73, no. 13S, p. A906.

Коротко об авторе**Briefly about the author**

Павленко Юрий Васильевич, д-р геол.-минерал. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: мелко-среднемасштабное геологическое картирование, прогнозирование, поиски, разведка месторождений
pauurva@mail.ru

Yuriy Pavlenko, doctor of geological mineralogical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: small-medium-scale geological mapping, forecasting, prospecting, exploration of deposits

Образец цитирования

Павленко Ю. В. Фосфаты Стрельцовского рудного поля Юго-Восточного Забайкалья (Часть I) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 2. С. 15–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-2-15-27.

Pavlenko Yu. Phosphates of the Strel'tsovsky ore field of South-Eastern Transbaikalia (Part I) // Transbaikal State University Journal, 2021, vol. 27, no. 2, pp. 5–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-2-15-27.

Статья поступила в редакцию: 22.03.2021 г.
Статья принята к публикации: 26.03.2021 г.