

УДК 553.078.2

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАНА ЦЕНТРОВ РИОЛИТОВОГО ВУЛКАНИЗМА ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЗОН БОЛЬШЕХИНГАНСКОГО ПОЯСА – ИНДИКАТОРЫ КРУПНЫХ F-MO-U РУДНЫХ УЗЛОВ

**Хомич В.Г., Борискина Н.Г.**

*ФГБУН «Дальневосточный геологический институт» ДВО РАН, Владивосток,  
e-mail: khomich79@mail.ru*

Синтез данных, раскрывающих, с одной стороны, геолого-структурные особенности Дёсовского (Верхнее Приамурье), Тулукуевского (Юго-Восточное Забайкалье), Дорнотского (Восточная Монголия), Гуюань-Дуолунского (провинции Хэбэй и Внутренняя Монголия, КНР) вулcano-тектонических сооружений, принадлежащих периферическим зонам Большехинганского пояса, а с другой – поисково-оценочные критерии уранового оруденения, выявленного среди позднемезозойских центров риолитового вулканизма (палеожерловины, экструзивы, субвулканические тела, показал, что некоторые из перечисленных сооружений, остаются недостаточно изученными. Это относится к исследованности уровня распространения урановой минерализации в породах основания вулcano-тектонических впадин, а также оценке рудоносности пространственно сопряженных с центрами вулканизма блоков, где распространены стратифицированные эффузивно-пирокластические накопления значительной мощности. Изложенное позволяет рекомендовать недоизученные узлы к проведению поисково-разведочных работ для уточнения масштаба их рудоносности.

**Ключевые слова:** Восточная Азия, ураноносность, вулcano-тектонические сооружения, центры риолитового вулканизма

## URANIUM DEPOSITS OF THE RHYOLITE VOLCANISM CENTERS IN THE PERIPHERAL ZONES OF GREAT XINGAN BELT – INDICATORS OF LARGE F-MO-U ORE NODES

**Khomich V.G., Boriskina N.G.**

*Far East Geological Institute FEB RAS, Vladivostok, e-mail: khomich79@mail.ru*

The synthesis of the data, revealing, on the one hand, the geological-structural features of the Des (Upper Priamurye), Tulukuev (South-East Trans-Baikal region), Dornod (East Mongolia), Guyuan-Duolun (Hebei Province and Inner Mongolia, China) volcano-tectonic edifices, belonging to the peripheral zones of Great Xingan belt, and, on the other hand, the prospecting-valuation criteria of the uranium mineralization, discovered among the Late Mesozoic centers of the rhyolite volcanism (paleonecks, extrusions, subvolcanic bodies), showed that some of the listed above edifices remain inadequately studied. This is true for the investigation of the level of the uranium mineralization occurrence in the basement rocks of volcano-tectonic basins, as well as for the evaluation of ore content of the blocks, spatially conjugate with the volcanism centers, where common are the stratified effusive-pyroclastic accumulations of a significant thickness. The information given above allows the recommendation for the prospecting-valuation works to be carried out in the nodes, been imperfectly studied, to improve the scale of their ore content.

**Keywords:** East Asia, uranium mineralization, volcano-tectonic edifices, rhyolite volcanism centers

Российская практика поисково-оценочных и разведочных работ последних десятилетий свидетельствует о существовании устойчивого тренда наращивания минерально-сырьевой базы (МСБ) добывающих предприятий за счет вовлечения в доизучение известных еще с советского периода геологических и геолого-поисковых исследований проявлений того или иного типа оруденения. Интенсивная разведка таких проявлений обеспечивает относительно быстрый их перевод в категорию промышленно значимых месторождений с последующим созданием добывающих предприятий. В качестве примеров можно сослаться на вовлечение в отработку месторождений благородных металлов на территории Амурской, Иркутской, Камчатской, Магаданской, Сахалинской областей, Забайкальского, Хабаровского краев и Чукотки. В определен-

ной мере существование подобного тренда характерно и для забайкальских и южно-якутских эндогенных проявлений и месторождений урана, все активнее вовлекаемых в эксплуатацию. Однако значительная часть из таких с неясными перспективами объектов остается недоизученной. Это, по нашему мнению, в некоторой степени сдерживает экономическое развитие Дальнего Востока РФ, которому и в XXI веке уделяется самое пристальное внимание инвесторов и предпринимателей.

Цель нашей публикации – привлечь внимание геологоразведчиков и промышленников к доизучению и последующему освоению так называемых резервных урановорудных объектов, представляющих несомненный интерес в плане увеличения МСБ урана, а значит, и наращивания энергетических, а также иных возможностей региона.

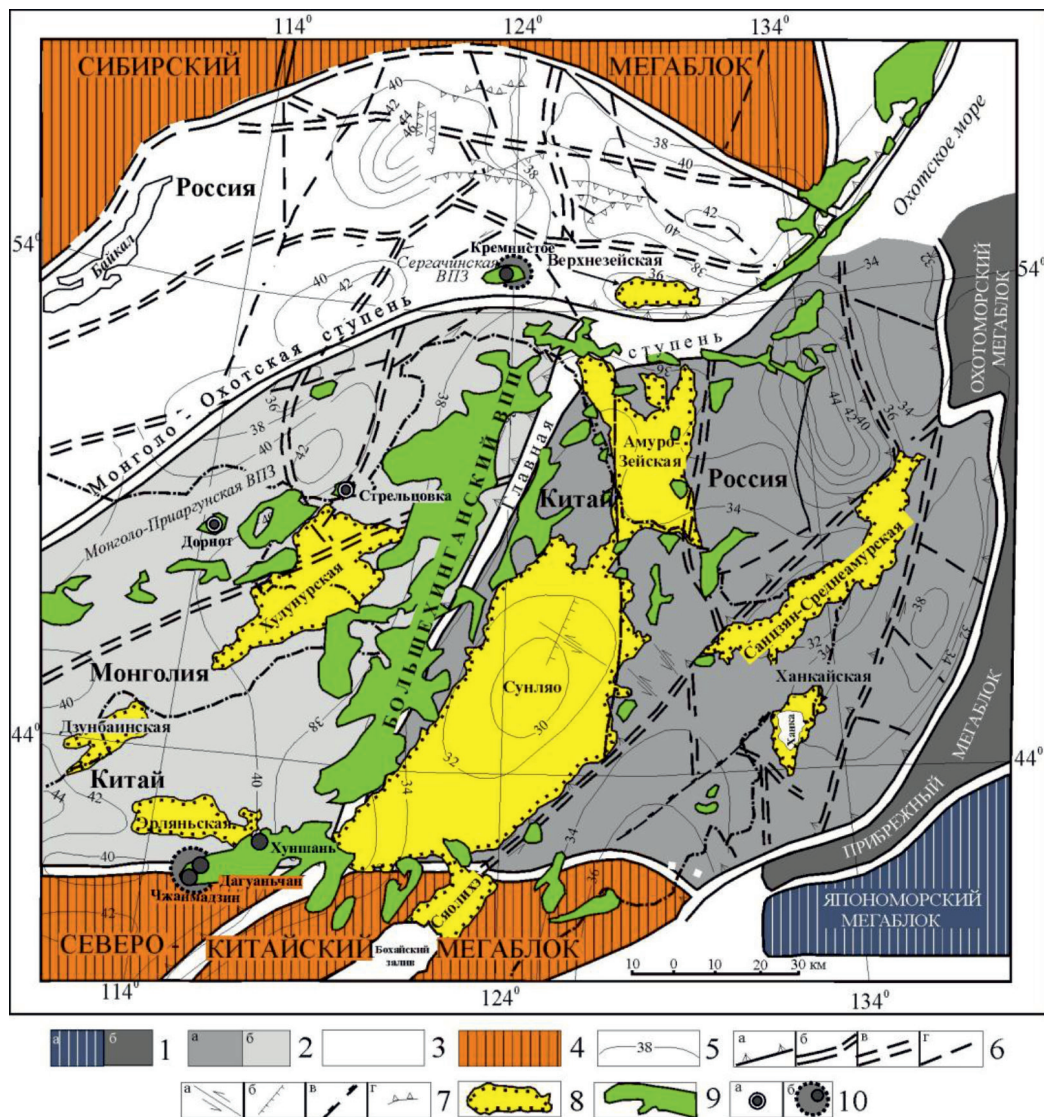


Рис. 1. Схема размещения Большехинганского вулcano-плутонического пояса и его периферических зон на карте глубинного строения Восточной Азии. По [4] с изменениями и дополнениями. 1–3 – типы земной коры мегаблоков, блоков I–II порядков и ее мощность, км: 1 – субокеанический, менее 20 км (а) и окраинно-континентальный, 26–30 км (б); 2 – континентальный деструктивный, 30–40 км (а) и континентальный переходный, 35–45 км (б); 3 – континентальный, 38–48 км; 4 – плитные комплексы Сибирского и Северо-Китайского континентальных мегаблоков; 5 – изолинии мощности земной коры по сейсмическим данным, км; 6 – гравитационные ступени и зоны нарушения поля силы тяжести разного масштаба: а – планетарные, б – глобальные, ограничивающие мегаблоки I порядка, в – региональные, разделяющие блоки II порядка, г – прочие зоны; 7 – некоторые крупные разломы и их кинематическая характеристика: а – сдвиги и сдвиговые зоны; б – сбросы, в – взбросы, г – фронтальные части надвигов; 8 – контуры крупных позднемезозойско-кайнозойских депрессий; 9 – позднемезозойские вулcano-плутонические пояса и зоны (I–K); 10 – известные крупные (а) и потенциально крупные (б) урановорудные узлы

### Результаты исследования и их обсуждение

Формирование в позднем мезозое (I–K) Большехинганского вулcano-плутонического пояса (БВП), иногда называемого

Верхнеамурским [2], вместе с его Монголо-Приаргунской, Оловско-Могочинской, Сергачинской (Уруша-Ольдойской), Гуань-Дуолунской (Guyuan-Duolun) и другими периферическими зонами предопределено геодинамическими процессами

на активной палеоконтинентальной окраине андийского типа [2, 3, 10]. В строении пояса и его вышепоименованных периферических зон участвуют осадочные аквальные и субаквальные юрские ( $I_{1,2}$ ) и осадочно-вулканогенные субаквальные и субэральные позднеюрско-меловые ( $I_{2,3}$ -К) отложения. Последние представлены андезибазальтовыми, дацит-андезитовыми, дацит-трахиандезитовыми, трахит-риолитовыми, трахиандезибазальт-дацит-риолитовыми толщами (шадоронская, приаргунская серии, дорнотский комплекс, зюльзиканская, укурайская, тургинская свиты, свиты *baigi*, *zhanjiakou*, *dabeigou*, *huajiying* и др.). Для фланговых частей БВП на территории Верхнего Приамурья и Восточного Забайкалья (Россия), Восточной Монголии, провинций Хэбэй и Внутренняя Монголия Китая характерно наличие многих из перечисленных отложений, сосредоточенных в разобщенных депрессиях, впадинах и более сложных вулканотектонических сооружениях (ВТС). В части таких ВТС упомянутых регионов размещены широко известные [5–7, 11–15] фтор-молибден-урановорудные узлы: Стрельцовский (РФ), Дорнотский (Монголия) и Гуюань-Дуолунский (*Guoyuan-Duolun*) (Китай) (рис. 1). Авторы относят к их числу и Хайктинский район (Верхнее Приамурье), где находится несколько проявлений урана и Кремнистое F-Мо-U месторождение [5, 8]. Приведем наиболее типичные признаки ураноносных ВТС. Для Стрельцовского узла характерна совмещенность с Тулукуевской впадиной, осадочно-вулканогенные отложения которой принадлежат приаргунской ( $I_{2,3pr}$ ) серии и тургинской ( $K_{1tr}$ ) свите. Согласно новейшим определениям возраста [7, 9] породы серии накапливались в период от 176–165 Ма (базальты) до  $162 \pm 2$  Ма –  $156 \pm 2$  Ма и  $155 \pm 1$  Ма (трахидациты). Для тургинской свиты, несогласно перекрывающей приаргунские отложения, характерна неоднократная перемежаемость покровов плагиобазальтов и эффузивно-пирокластических пачек риолитового состава. Имеются доказательства [7, 9] двух-, а возможно, и трехэтапной эволюции тургинского магматизма со времени извержения микрофельзит-ингимбитовых лав (143–141 Ма) и формирования толщи морион-санидиновых риолитов (137–135 Ма), вмещающих экстрезивы соответствующего состава. Отложения субплатформенного чехла на площади

узла представлены угленосными толщами кутинской ( $K_{1kt}$ ) свиты, незатронутыми гидротермально-метасоматическими преобразованиями [7]. Возраст урановой минерализации  $135 \pm 1$  Ма [4, 7, 9].

Для структуры Тулукуевской вулканотектонической депрессии (ВТД) характерна явная определенность в размещении, с одной стороны, палеоожерловин и экстрезивов, а с другой – стратифицированных эффузивно-пирокластических накоплений. Центры риолитового и базальтового вулканизма тургинского времени сосредоточены в осевой части впадины на площади горстового выступа пород основания. Здесь между северным и южным бортами ВТД преимущественно распространены вулканы жерловых фаций и экстрезивные тела. В пределах Краснокаменского центра закартированы неки и экстрезивы из флюидальных, сферолитовых, сферолоидных и брекчиевых тел риолитов, а также их крупно- и мелкопорфировых санидин-морионовых разновидностей. По обрамлению центра, в западной и преимущественно восточной частях ВТД, распространены стратифицированные эффузивно-пирокластические отложения. В целом глубина залегания пород фундамента на площади горстового выступа изменяется от 0 до 200 м, а на его крыльях, особенно в восточной депрессионной просадке (кальдере), она увеличивается до 1000 м.

Фтор-молибден-урановое оруденение узла редко достигает современной поверхности. Глубина его распространения превышает 2500 м [7]. При этом два наиболее крупных месторождения (Антей и Аргунское) залегают среди пород фундамента ВТД. Л.П. Ищукова с соавторами подчеркнула, что «оруденение, развитое в эффузивах жерловых фаций, характеризуется сложной морфологией и низким качеством» [7, с. 68].

На площади Дорнотского ВТС распространены стратифицированные и экстрезивные образования одноименного (дорнотского) комплекса. Они во многом сопоставимы с толщами приаргунской серии, тургинской свиты Тулукуевской впадины и причисляются к субщелочной базальт-андезит-риолитовой формации. Среди вулканитов комплекса относительно широко распространены экстрезивы и субвулканические тела, возраст которых укладывается в диапазон 160–144 Ма [1]. Нижнемеловые ( $K_1$ ) угленосные отложения дзунбаинской серии принадлежат субплатформенному чехлу.



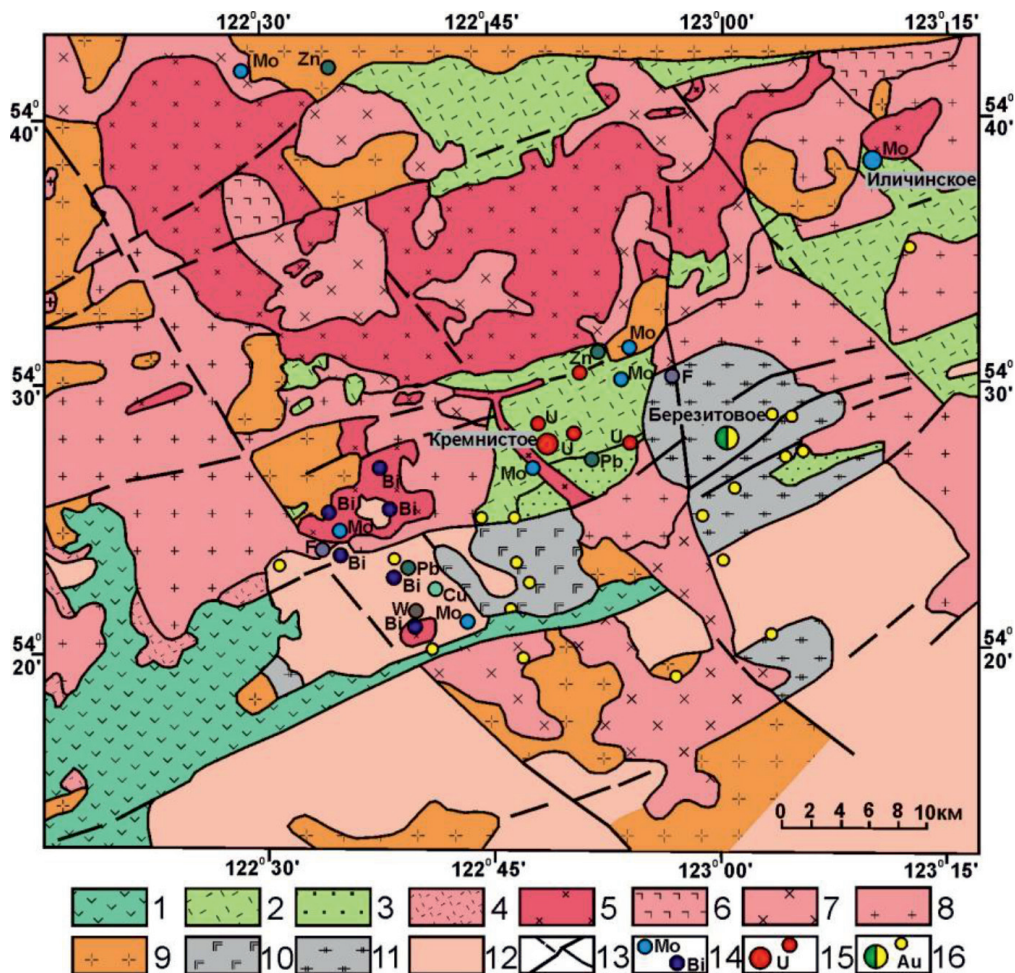


Рис. 2. Геолого-металлогенетическая схема центральной части Сергачинской (Уруиша-Олдойской) структурно-формационной зоны. По материалам геолого-съёмочных работ ПГО «Таяжгеология» и ФГУП «Амургеология» с изменениями. 1–3 – раннемеловые вулканогенно-осадочные отложения андезит-риолитового состава: 1 – нерасчлененные, 2 – преимущественно риолитовые, 3 – молассоидные; 4 – субвулканические тела умеренно-кислого и кислого состава, уруишинский комплекс  $K_{1,2}$ ; 5 – гипабиссальные гранитоиды, сергачинский комплекс,  $K_3$ ; 6–9 – многофазный хайктинский комплекс,  $K_1$ ; 6 – габбро-диорит-монзониты; 7 – диорит-гранодиориты; 8 – гранодиорит-граниты; 9 – гранит-граносиениты; 10–11 – палеозойские гранитоиды пиканского (хайктинско-орогжанского) комплекса: 10 – габбро-диориты, 11 – гранодиориты; 12 – протерозойские гранитизированные кристаллические сланцы, амфиболиты, гнейсы, кенгурак-сергачинский комплекс; 13 – крупные разломы; 14–16 – рудопроявления (14) и месторождения (15–16): 14 – разнометальные (W, Mo, Bi, Pb, Zn, F), 15 – Кремнистое (Mo-U), 16 – Березитовое (Au, Pb, Zn)

Для Дорнотской ВТС также свойственна определенная симметрия размещения стратифицированных эффузивно-пирокластических накоплений, относительно валообразного горстового поднятия пород фундамента, разделяющего ВТС на две депрессии: Уланскую на западе и Эрхтийскую на востоке. Основное урановое рудоносение (возраст 138–136 Ма) не имеет выхода на современную поверхность, залегая на глубинах от 30 до 700 м. Обычно верхняя граница распространения минера-

лизации находится в 90–130 м от поверхности, а нижняя – на 400–500 м глубже [6]. Как и для Стрельцовского узла характерно наличие мелких месторождений урана, ассоциирующихся с экструзивами риолит-дацитового состава.

Гуянь-Дуолунская (Guyuan-Duolun) вулcano-плутоническая зона (ВПЗ) называется китайскими геологами «вулканическим бассейном» [11, 15]. Она расположена на юго-западном (Yinshan-Liaohе) фланге БВПП. Породы основания «бассейна», как

и в других вышеупомянутых ВТД, представлены позднеархейскими и раннепротерозойскими метаморфическими образованиями (гранулиты, микрогнейсы, кварциты, мрамора, калишпатизированные мигматиты) и гранитоидами докембрийского возраста. «Бассейн» заполнен осадочно-вулканогенными отложениями ( $I_3-K_1$ ) четырех свит: baiqi, zhanjiakou, dabekou и huajiyng. Они в целом сопоставимы по возрасту и составу с накоплениями, дорнотского комплекса и тургинской свиты [11, 13–15]. Самым крупным и наиболее изученным в районе является F-Mo-U месторождение Zhangmajing (№ 460). Оно приурочено к экстррузиву риолит-порфиров крутого (на ССВ) падения серповидной (в плане) морфологии протяженностью более 0,5 км переменного (50–150 м) сечения. Тело риолитов-порфиров окружено агломеративной мантией и вмещает эксплозивные брекчии криповзрыва. Возраст риолитов экстррузии 121,9–125 Ма хорошо согласуется с данными о раннемеловом (133–135 и 143 Ма, U-Pb метод по циркону) времени формирования толщи трахитов и риолитов [11, 14]. О таком же раннемеловом возрасте рудовмещающих кварцевых порфиров ( $136,2 \pm 2,9$  Ма), риолитов ( $138,6 \pm 1,4$  Ма) и риолитовых порфиров ( $140,2 \pm 1,6$  Ма) свидетельствуют и новейшие данные [13]. Возраст U минерализации – 136 Ма [11, 13–15].

На территории Верхнего Приамурья в Сергачинской ВПЗ и одноименной металлогенической зоне (рис. 2) находится Хайктинский рудный район с месторождениями U (Кремнистое), Mo (Иличинское), золота и полиметаллов (Березитовое) [12]. Наиболее крупным представителем мезозойского магматизма ВПЗ является Хайктинский массив биотит-роговообманковых грубопорфировидных гранодиоритов и гранитов с весьма характерными для этих пород таблитчатыми выделениями розового полевого шпата. Магматические образования этого массива в последние годы рассматриваются в качестве самостоятельного раннемелового хайктинского комплекса [12], абсолютный возраст которых по данным Rb–Sr и K–Ar методов  $132 \pm 3$  Ма, а по цирконометрии –  $137,62 \pm 0,67$  Ма (U–Pb метод). Кремнистое F-Mo-U месторождение расположено на площади Десовской ВТД, в центральной части полигенной экстррузии фельзит-порфиров ( $K_1$ ), содержащей настуран-уранинит-молибденитовую минерализацию [5].

Изложенные фактические материалы позволяют констатировать, что перифе-

рические части БВПП характеризуются сосредоточением крупных и потенциально крупных урановорудных узлов. Среди гидротермальных F-Mo-U месторождений и полей вулканитового типа, преимущественно размещенных в ВТД периферических частей БВПП, индикаторами объектов промышленной значимости являются проявления U, сопряженные с экстррузивами кислого состава повышенной щелочности. Для объективной оценки уранового оруденения и Дорнотского, и Гуюань-Дулунского, и Десовского узлов очевидна необходимость возобновления их доизучения. Особенно блоков, окружающих палеожерловины и экстррузивные центры риолитового вулканизма, где распространены стратифицированные отложения. Потребуется также проходка нескольких структурно-параметрических скважин, вскрывающих породы основания рудоносных ВТД.

### Заключение

Определение тектонической и геологической позиции крупных F-Mo-U узлов, в которых часть месторождений сопряжена с вулканическими жерловинами, экстррузивами, субвулканическими телами риолитового состава, а сопредельные с вулканическими центрами блоки остаются малоизученными, требует возобновления поисково-оценочных работ во многих из вышерассмотренных ураноносных площадей, в первую очередь на территории Верхнего Приамурья России.

### Список литературы

1. Голубев В.Н., Троицкий В.А., Аракельянц М.М. Изотопная геохронология вулканизма и гидротермальных рудообразующих процессов в Дорнотской вулканотектонической структуре (Восточная Монголия) // Геология рудных месторождений. – 1994. – № 36. – С. 277–283.
2. Гордиенко И.В., Климук К.В., Кван Хень. Верхнеамурский вулканоплутонический пояс Восточной Азии (строение, состав и геодинамические условия формирования) // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41, № 12. – С. 1655–1669.
3. Гусев Г.С., Хаин В.Е. О соотношениях Байкало-Витимского, Алдано-Станового и Монголо-Охотского террейнов (юг центральной Сибири) // Геотектоника. – 1995. – № 5. – С. 68–82.
4. Тектоника, глубинное строение и минерализация Приамурья и сопредельных территорий / отв. ред. Г.А. Шапков, А.С. Вольский – СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 2004. – 190 с.
5. Уран российских недр / Г.А. Машковцев, А.К. Константинов, А.К. Мигута и др. – М.: ВИМС, 2010. – 850 с.
6. Урановые месторождения Монголии / Миронов Ю.Б., Афанасьев А.Б., Бульчев А.Б. и др. – СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 304 с.
7. Урановые месторождения Стрельцовского рудного поля в Забайкалье. ФГУП «Урангеологоразведка» / Л.П. Ищуква, И.С. Модников, И.В. Сычев и др. – Иркутск: Геологоразведка, типография Глазковская, 2007. – 160 с.

8. Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Индикаторное значение месторождений урана вулканических палеоокеанов внешней и периферической зон Большехинганского пояса // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: материалы четвертой Всерос. науч. конф. (Благовещенск, 5–7 окт., 2016 г.). – Благовещенск, 2016. – Т. 1. – С. 124–127.
9. Шатков Г.А., Бережная Н.Г., Лепехина Е.Н., Родионов Н.В., Падерин И.П., Сергеев С.А. U-Pb (SIMS SHRIMP-II) возраст вулканических образований Тулукуевской кальдеры (Стрельцовский урановорудный узел, Восточное Забайкалье) // ДАН. – 2010. – Т. 432, № 3. – С. 360–364.
10. Khomich V.G., Boriskina N.G., Santosh M. Geodynamic framework of large unique uranium ore belts in Southeast Russia and East Mongolia // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2016. – V. 119. – P. 145–166.
11. Li Yaosong. On evaluation of the U-Pb isotope system and uranium mineralization in Guyua volcanic basin // *Geochimica*. – 1990. – № 4. – P. 286–294 (in Chinese with English abstract).
12. Vakh A.S., Khomich V.G., Boriskina N.G., Santosh M. The Berezitovoe gold-polymetallic deposit (Upper Amur region, Russia): Structure, mineralogy and genetic aspects // *Geoscience Frontiers*. – 2016. – V. 7. – P. 483–494.
13. Wu Jianhu, Ding Hui, Niu Ziliang, Wu Rengui, Zhu Minqiang, Guo Guolin, Liu Shuai, Yu Dagan. SHRIMP zircon U-Pb dating of country rock in Zhangmajing U-Mo deposit in Guyuan, Hebei Province, and its geological significance // *Mineral Deposit*. – 2015. – № 4. – P. 757–768 (in Chinese with English abstract).
14. Xia Yuliang, Lin Jingrong, Zhu Jiechen, Zheng Maogong. Research on U-metallogenetic conditions and isotopic geochronology of volcanic rocks and granitoid in Guyuan-Duolun basin // *Uranium Geology*. – 1998. – № 14. – P. 274–281 (in Chinese with English abstract).
15. Zhang Zhenqian. Geochemistry of Mesozoic uranium-bearing volcanic rocks in Guyuan-Duolun area, Hebei // *Resources survey and environment*. – 2007. – № 28. – P. 256–262 (in Chinese with English abstract).