

утвержденными эксплуатационными запасами. Из них 21 участок (13 месторождений) минеральных подземных вод, 8 месторождений технических подземных вод, 34 участка (20 месторождений) питьевых подземных вод и 1 месторождение термальных вод.

Из общего числа разведанных и оцененных участков 10 приурочено к современным отложениям поймы и подрусловым отложениям р. Иртыш. Десять участков связано с четвертичными-верхнемиоценовыми отложениями (неоплейстоцен, таволжанская и павлодарская свиты — линзы пресных вод), 21 участок — с нижнеолигоценными-нижнемиоценовыми отложениями (абросимовская, журавская и черталинская свиты). К водоносному апт-сеноманскому (покурской свиты) комплексу приурочено одно месторождение питьевых вод, 4 — технических и 14 — минеральных. Два месторождения (участка) минеральных йодо-бромных и один участок теплоэнергетических вод связаны с более глубокозалегаящими нижнемеловыми и юрскими отложениями.

Общая сумма оцененных запасов подземных вод составляет (тыс. м<sup>3</sup>/сут) 415,806, из них балансовых запасов, оцененных по кат. А + В + С<sub>1</sub> + С<sub>2</sub> — 389,606, забалансовых — 22,4.

© Коллектив авторов, 2017

Гермаханов Асламбек Асхатович // Kemerovo@rosnedra.gov.ru  
Зайцев Анатолий Иванович // altay@rosnedra.gov.ru  
Исаков Алексей Вячеславович // sib@rosnedra.gov.ru  
Кудирмеков Актыр Анатольевич // ranedra@rosnedra.gov.ru  
Максимов Андрей Петрович // omsk@rosnedra.gov.ru

УДК 553.495(571.61/64)

Ван-Ван-Е А.П. (ФГБУН ИГД ДВО РАН)

#### ИСТОЧНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ УРАНОВОРУДНОГО СЫРЬЯ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ

*Характеризуются основные геолого-промышленные типы уранового оруденения, выявленного за более чем 35-летний период поисков и разведки урана в различных геоструктурных зонах Дальневосточного региона. Всего выделено восемь типов урановорудных месторождений; приводится их краткая геолого-структурная и вещественная характеристика. **Ключевые слова:** уран, месторождения, геолого-промышленные типы, морфология рудных тел, структуры, метасоматоз.*

Van-Van-E A.P. (FGBUN IGD OF THE FEB RAS)

SOURCES AND THE PROSPECTS OF DEVELOPMENT  
OF URANIUM-ORE RAW MATERIALS IN THE FAR EAST  
REGION

*The main geological and industrial types of the uranium mineralization revealed for more than 35-year period of searches and investigation of uranium in various geostructural zones of*

*the Far East region are characterized. In total eight types of uranium-ore fields are allocated; their short geological and structural and material characteristic is provided. **Keywords:** uranium, fields, geological and industrial types, morphology of ore bodies, structures, metasomatism.*

На территории Дальнего Востока в период 1952–1990 гг. проводились интенсивные прогнозно-поисковые и разведочные работы на уран в различных геотектонических зонах. В работах по изучению ураноносных зон и отдельных урановорудных объектов принимали участие многочисленные коллективы производственных экспедиций (Северная, Октябрьская, Приленская, Таежная) Первого Главного геологоразведочного Управления (1 ГГРУ) и научно-исследовательских организаций (ВСЕГЕИ, ДВИМС, ВИМС, ИГЕМ, МГРИ и др.). Большое значение в изучении ураноносности отдельных районов имели работы спецпартий и массовых поисков, проводившиеся поисковыми и геологосъемочными партиями территориальных геологических управлений, которыми был выявлен ряд урановых месторождений и многочисленных рудопроявлений урана.

Специализированные аэро- и наземные поиски партиями 1-го ГГРУ выполнялись преимущественно в пределах Алданского щита, срединных массивов и центральной зоны Станового хребта. Массовые поиски производились относительно равномерно как в пределах складчатых областей, так и в структурах докембрийской консолидации. Тем не менее, все урановые месторождения и подавляющая часть рудопроявлений урана были выявлены в активизированных зонах Алданского щита, его Станового обрамления и срединных массивов. Урановорудные объекты преимущественно приурочены к сводовым структурам интенсивной гранитизации и к вулканогенным комплексам зон активизации, характеризующимся существенно повышенной ураноносностью [2].

В понятие геолого-промышленного типа мы вкладываем следующие характеристики естественных сообществ урановых месторождений [1, 3]:

- 1) сходство тектоно-магматических и генетических условий формирования;
- 2) близость состава рудных и главнейших сопутствующих компонентов, включая и особенности метасоматитов;
- 3) единство связи с определенными структурно-формационными комплексами;
- 4) выделяемые геолого-промышленные типы урановорудных объектов удовлетворяют требованиям современной перерабатывающей промышленности по запасам и технологическим свойствам.

В таблице сгруппированы и кратко охарактеризованы основные геолого-промышленные типы урановорудных объектов Дальнего Востока.

Наиболее молодые неогеновые урановые месторождения (тип I-1) связаны с кайнозойской активизацией. Они локализованы в палеогеновых угленосных отложениях наложенных впадин Южно-Ханкайской металлогенической зоны. Характерными особенностями пра-

**Ведущие геолого-промышленные типы эндогенного уранового оруденения Дальнего Востока**

Геолого-промышленные типы	Геотектоническое положение рудоносных структур	Особенности магматизма	Рудосопровождающие метасоматиты, урановорудные минералы	Примеры рудовмещающих структур и месторождений
<b>I. В зонах кайнозойской активизации</b>				
1. Уран-гидрослюдитовый в наложенных молассоидных впадинах	Гранитизированные докембрийские выступы	Базальтоидный неогеновый вулканизм	Каолинит-гидрослюдистые с высоким содержанием КО. Урановые черни, гидроокислы урана, коффинит	Месторождения: Раковское; Озерная падь, Павловское; Витимской группы (В. Забайкалье)
<b>II. В зонах мезозойской активизации</b>				
2. Уран-молибденовый в вулканогенно-молассоидных депрессиях	Своды устойчивых интенсивно гранитизированных докембрийских поднятий	Эффузивы контрастной базальт-липаритовой формации	Березит-гидрослюдистые: обширные поля сольфатарной аргиллизации. Настуран, уранофан	Каменушинская ВТС, Яуринская, Таланджинская ВТС, Тулукаевская ВТС (В. Забайкалье)
3. Уран-молибденовый в экструзивных куполах и вулканоплутонах	— " —	Фельзит-риолитовые и риолит-игнимбритовые экструзивы	Березит-гидрослюдистые, кварц-серицит-сульфидные. Настуран, уранофан	Месторождения: Скальное, Кремнистое, Туманное, Бештау и Бык (С. Кавказ)
4. Уран-серицит-гидрослюдитовый в молассоидных угленосных депрессиях	— " —	Редкие штоки гранодиоритовых и диоритовых субинтрузий	Каолинит-гидрослюдистые, реже кварц-серицитовые. Урановые черни, настуран	Лангаринское, Чекундинское, Озерное, Оловское (В. Забайкалье)
5. Уран-гумбеитовый в зонах протяженных бластомилонитовых разломов	Гранитизированные архейские метаморфические комплексы повышенной ураноносности	Штоки и дайки сиенитпорфиров	Кварц-ортоклазовые. Браннерит	Месторождения Эльконского горста (Алданский щит)
<b>III. В зонах палеозойской активизации</b>				
6. Уран-молибденовый в молассоидных троговых прогибах позднего рифея-венда	Наложённые приразломные троговые зоны центральных частей гранитизированных сводов	Лейкократовые радиоактивные граниты, в меньшей степени кислые эффузивы	Березиты, кварц-серицитовые, альбититовые. Настуран, уранинит, браннерит	Месторождения Мельгин-Ниманской, Акишма-Ниманской зон
7. Уран-молибденовый в перикратонных орогенных прогибах	Окраинные полигенные прогибы раннекаледонских и более древних срединных массивов	Разновозрастные сложнодифференцированные интрузии габбро-гранитной и базальт-риолитовой формации	Аргиллизиты, березиты, пропициты, альбититы, дорудные скарны, грейзены, роговики. Настуран, уранинит, браннерит	Синегорский прогиб: месторождения Синегорское, Феникс, Смольное и др.
8. Редкометалльных ураноносных гранитов				
8а. Сульфидно-урановый в крутопадающих зонах брекчирования	Краевые зоны гранитных массивов, в т.ч. поперечных поднятий	Многофазная гранитизация, резко повышенные содержания U и Th, редкометалльная специализация	Интенсивная грейзенизация, хлоритизация, сульфидизация. Урановые черни, уранофан	Месторождения: Чапавское, Вассиановское, Французского массива
8б. Цеолит-слюдковый в оперяющих крутопадающих зонах брекчирования	Центральные части гранитизированных сводов и гранитных массивов	— " —	То же, плюс интенсивная предрудная цеолитизация	Проявления Ягдыньинского района. Месторождения В.Забайкалья (Горное, Березовое)

ктически всех выявленных месторождений и рудопроявлений урана в кайнозойских депрессиях являются:

1) приуроченность к зонам длительной мезозойско-кайнозойской активизации, причем, наиболее значительные урановорудные тела выявлены в блоках с интенсивными проявлениями неогенового базальтоидного вулканизма;

2) рудовмещающими являются грубообломочные и песчано-алевритовые отложения, содержащие рассеянный обугленный детрит и пласты бурого угля;

3) урановорудные тела представляют собой стратиформные залежи и обычно локализованы в песчаниках или углях вблизи гранитоидного фундамента. Протя-

женность лентообразных рудных тел составляет многие десятки до первых сотен метров при мощности до первых метров. Содержания урана колеблются от многих сотых до десятых долей процента. Запасы месторождений достигают первые тысячи тонн, рудопроявлений — многие сотни тонн. В большинстве случаев рудные тела вытянуты вдоль разломов в гранитоидном фундаменте;

4) гранитоиды фундамента в ураноносных блоках депрессий характеризуются резко повышенной ураноносностью, особенно в зонах альбитизации, серицитизации и окварцевания;

5) урановое оруденение представлено урановыми слюдками, чернями, очень редко настураном; сопро-

вождается железистым хлоритом, сидеритом, гидрослюдой, пиритом, флюоритом, опалом. Руды характеризуются высокими технологическими свойствами.

Структурное положение рассматриваемых урановорудных залежей, контроль уранового оруденения разломами в фундаменте, вещественный состав урановых руд свидетельствуют о гидротермальном (телетермальном) генезисе оруденения, формирование которого осуществлялось в низкотемпературном режиме (ниже 80–100 °С) в результате циркуляции субщелочных растворов по разломам в высокоураноносных гранитах фундамента. В нескольких случаях урановые руды были вскрыты скважинами в минерализованных разломах непосредственно под урановорудными залежами в угленосных моласоидных палеогеновых отложениях.

Урановые месторождения зон мезозойской активизации образуют наиболее важную в промышленном отношении группу урановых месторождений Дальнего Востока, Забайкалья, МНР, КНР и некоторых других районов. Рассматриваемые месторождения локализованы почти исключительно в наложенных депрессионных структурах типа дива, особенно в вулканотектонических структурах (ВТС) с интенсивно проявленным контрастным вулканизмом. По характеру и интенсивности проявления вулканических процессов нами выделено три геолого-промышленных типа урановых месторождений в зонах мезозойской активизации, широко представленных в России и за рубежом. Первый из них (тип II-2) характеризуется исключительно активными тектоническими процессами на всех стадиях развития ураноносной структуры: ранней (стадии погружения, заложения депрессии), поздней (предрудной и рудной), заключительной (пострудной и эрозионной). Морфология рудных тел сложна-штокверковая, жильная и субпослойная. Протяженность рудных тел достигает первых сотен метров; мощность рудных залежей колеблется от десятков сантиметров до нескольких метров. Содержания урана изменяются от многих сотен долей процента до нескольких процентов; средние содержания урана в промышленных блоках достигают обычно многих десятых долей процента. Рудный минерал — настуран, как правило, с молибденитом, флюоритом, карбонатами в зонах интенсивной гидрослюдизации, серицитизации и аргиллизации. Запасы урана составляют первые тысячи тонн в отдельных месторождениях, образующих нередко группы таких месторождений в пределах рудных полей с крупными и уникальными суммарными запасами (Восточное Забайкалье, Стрельцовская ВТС).

Ураноносные структуры, вмещающие месторождения типа II-3, отличаются в чистом виде не проявленностью первой стадии (стадии погружения). С начального этапа заложения рудовмещающей структуры (экструзивного тела) господствовали восходящие движения как проявления последовательного развития вулканокупольной структуры. Для этого типа месторождений, как правило, характерны сложно-штокверковые рудные тела. Вещественный состав руд близок к месторождениям типа II-2, однако параметры рудных тел мень-

ше, а запасы более скромные (сотни до многих сотен тонн, редко первые тысячи тонн). Факт существенных различий в запасах объясняется тем, что месторождения типа II-2 формировались за счет глубинных внутрикоровых источников урана, а месторождения типа II-3 связаны в основном с остаточными ураноносными растворами приповерхностных вулканических камер.

Обратная картина характеризует развитие ураноносных структур типа II-4. Геодинамические условия развития этих структур (моласоидных депрессий) характеризуются преобладанием на всех стадиях процессов погружения. Инверсионно-магматическая стадия не проявлена, что, вероятно, связано с глубоким расположением промежуточного магматического очага. Преобладают лентовидные и линзовидные послонные урановорудные залежи. В вещественном составе руд доминируют настуран и урановые черны с незначительными примесями сульфидов. Генетически они могут быть отнесены к телетермальному типу, а рудно-формационный тип — уран-гидрослюдистый [1, 2, 5,]. Урановые месторождения типа II-2 и II-3 являются типичными представителями месторождений уран-молибденовой формации. На Дальнем Востоке в депрессионных структурах выявлены только мелкие месторождения урана и рудопроявления. В Восточном Забайкалье, КНР и некоторых других районах разведаны очень крупные объекты с высокими содержаниями урана в рудах и с весьма благоприятными технологическими свойствами.

Возраст уранового оруденения в вулканогенных структурах и моласоидных депрессиях зон поздне-мезозойской активизации достаточно молодой — поздне-меловой или раннепалеогеновой. Определения возраста урановой смолки из месторождения Ласточка датируют период рудоотложения в диапазоне 30–50 млн. лет. Более ранний возраст (60–70 млн. лет) характерен для руд некоторых месторождений и рудопроявлений в экструзивных телах с проявлениями высокотемпературных предрудных процессов метасоматоза (скарнирования, грейзенизации) — месторождение Кремнистое, рудопроявление Юбилейное и некоторые другие. Температуры рудоотложения по данным декрепитации и гомогенизации колеблются от 150 °С (рудопроявление Сутамское представлено вторичными урановыми минералами) до 180–200 °С (месторождение Ласточка) и 220–240 °С (месторождения Кремнистое, Скальное).

Своеобразный тип урановорудной минерализации (тип II-5) характерен для урановых месторождений Эльконского горста на Алданском щите [4, 5]. Рудные тела на этих месторождениях локализованы в протяженных крутопадающих зонах бластомилонитов, развитие которых связано с процессами мезозойской активизации щита (заложение и активизация глубинных разломов, вулканические проявления, граносиенитовый магматизм). Рудолокализирующие разломы в общей сложности протягиваются на многие десятки километров и включают ряд очень крупных месторождений с рядовыми и богатыми рудами при умеренной мощности рудных тел. Вертикальный размах оруденения составляет более 1 км.

Урановое рудообразование на месторождениях Эльконского горста связано с процессами кварц-ортоклазового метасоматоза и формированием тонкодисперсных браннеритовых руд, характеризующихся сложной технологией переработки. Другим негативным моментом в освоении этих месторождений является высокая обводненность рудных зон, существенно затрудняющая проходку подземных горных выработок из-за высоких водопритоков. Характерной особенностью пространственного распределения урановорудных зон является их приуроченность к метаморфическим гранитизированным архейским комплексам существенно повышенной ураноносности. Ведущим является тонкожилный морфологический тип оруденения с жилообразными линейными штокверками протяженностью 500–700 м и мощностью 0,5–10 м и более. Рудные жилы и жильные штокверки в рудоносной зоне располагаются субпараллельно или кулисообразно по 3–5 рудным телам. Браннерит в рудных телах сопровождается пиритом и молибденитом. На некоторых урановых месторождениях Эльконского горста пирит золотоносен. Абсолютный возраст урановых руд 130–150 млн. лет. Температура рудообразования 200–230 °С.

Значительное количество урановорудных проявлений на Дальнем Востоке локализовано в терригенно-молассоидных структурно-формационных комплексах зон палеозойской активизации, формировавшихся в депрессионных структурах докембрийских выступов Буреинского и Ханкайского массивов. В этой группе выделяются два типа. Первый из них (тип III-6) характеризуется приуроченностью урановорудных проявлений к нижнепалеозойским депрессиям и линейным троговым зонам центральных частей сводовых выступов срединных массивов. Рудовмещающие структуры выполнены молассоидными, в том числе вулканогенными комплексами, имеющими венд-кембрийский возраст, в некоторых случаях — девонский. Представителями рудных объектов этого типа могут служить месторождения и рудопроявления Мельгин-Ниманской рудоносной зоны, в которой, кроме урановых месторождений, локализованы также проявления редкоземельной, флюоритовой, молибденовой и оловянной минерализаций. Урановорудные объекты в этой зоне приурочены к узлам сочленения разноориентированных крутопадающих и послонных нарушений. Урановое рудообразование сопровождалось интенсивными изменениями вмещающих пород, из которых к категории околорудных относятся кварц-серицитовые. Для этого типа характерны тонкожилные и сложно-штокверковые рудные тела ограниченной протяженности с содержаниями урана от сотых до десятых долей процента. Выявлены отдельные штокверковые залежи с высокими содержаниями урана при значительной мощности (первые десятки метров) штокверков. Разведанные урановорудные объекты Мельгин-Ниманской зоны мелкие по запасам (до 1 000 т, редко более). Возраст уранового оруденения колеблется в пределах 220–180 млн. лет; температура рудообразования, установленная на месторождении Суларин, составляет около 270 °С.

Вторая группа (III-7) объединяет урановорудные проявления, локализованные в окраинных инверсионно-орогенных прогибах, которые могут быть отнесены к категории перикратонных регенерированных геосинклинальных впадин. На ранних этапах (поздний рифей — ранний кембрий) в этих прогибах формировались хемогенные, преимущественно карбонатные отложения значительных мощностей. Инверсионная и орогенная стадии развития этих структур характеризовались накоплением конгломератовых и песчано-алевритовых комплексов обычно аркозового состава, формировавшихся за счет разрушения гранито-гнейсовых пород докембрийского фундамента. Процесс эволюции перикратонных прогибов завершался проявлениями сложного комплекса магматических внедрений эффузивного и интрузивного рядов базальт-риолитовой и габбро-гранит-граносиенитовой формаций. Месторождения и рудопроявления урана Синегорского района (южная окраина Ханкайского массива) являются характерными представителями урановорудных объектов типа III-7. Отметим наиболее важные особенности локализации урановорудных проявлений в молассоидных комплексах Синегорского прогиба:

1. Четкий стратиграфо-литологический контроль локализации уранового оруденения: все известные месторождения и рудопроявления урана приурочены к песчаниковому и гравийно-конгломератовому толщам кембрия.

2. Наиболее крупные урановорудные объекты в кембрийских молассоидах локализованы в осевых зонах или на крыльях антиклинальных выступов.

3. Отмечается пространственная совмещенность урановорудных проявлений с вулканогенными комплексами, характеризующимися повышенной ураноносностью.

4. Подавляющая часть урановорудных проявлений в осадочных породах относится к полисульфидной уран-молибденовой рудной формации. Основным рудным минералом является настуран, на более глубоких горизонтах отмечаются уранинит и браннерит.

5. Рудолокализуемыми являются системы крутопадающих секущих нарушений, а также полого- и крутопадающие субпослойные зоны брекчирования в узлах сочленения ортогональных и северо-западных разломов.

В Синегорском районе урановые месторождения и многочисленные рудопроявления выявлены не только в нижнекембрийских молассоидах, но также и в других возрастных и литологических комплексах: в девонских эффузивах, нижнепалеозойских гранитах и экзоконтактовых зонах нижнемеловой гранодиоритовой интрузии. В периферических частях Синегорского прогиба установлены также телетермальные урановые месторождения и проявления в наложенных палеогеновых прогибах (Раковское и др.). Таким образом, активная тектономагматическая деятельность и процессы рудообразования в Синегорском прогибе охватывают длительный период — 500–600 млн. лет. В вулканогенных комплексах девона урановорудные тела установлены в крутопадающих нарушениях, сложноштокверковых зонах раз-

ноориентированных трещин и пологих срывах между различными фациями вулканитов. В рудных блоках проявлена широкая гамма постмагматических процессов, от скарново-грейзеновых до аргиллизитовых. Наиболее характерными околорудными изменениями являются кварц-серицитовые, гидрослюдитовые и березитовые. Отмечается также пропилитизация и низкотемпературная альбитизация, нередко с карбонатами, хлоритом и флюоритом.

Характерная особенность Синегорского урановорудного района заключается не только в полиформационности урановых руд, но также и в широком возрастном диапазоне уранового рудообразования. Выделяются четыре основных этапа уранового рудообразования: нижнекембрийский (оруденение в осадочных комплексах кембрия); раннедевонский и позднедевонский (оруденение в молассоидных комплексах и вулканогенных структурах); кайнозойский в палеогеновых угленосных молассоидных отложениях. Отмечаются процессы перетолжения руд, в связи с чем наиболее продуктивными являются завершающие этапы уранового рудообразования (позднедевонские). Температурные интервалы уранового оруденения в Синегорском районе также изменяются в зависимости от формационных типов оруденения: в стратиформных алеврит-песчаных комплексах — 180–220 °С, в вулканогенных структурах — 200–220 °С, в экструзивных телах — до 275–320 °С. На наиболее изученном Синегорском месторождении установленная температура рудообразования составляет 260 °С, возраст оруденения — 320 млн. лет.

Наиболее важными особенностями локализации урановорудных проявлений в высокорadioактивных гранитах (тип III-8а) являются:

1) рудовмещающие гранитные массивы характеризуются интенсивной дорудной грейзенизацией с проявлениями полисульфидной редкометалльной минерализации. Промышленная оловосульфидная минерализация и урановорудные проявления локализованы в различных разрывных структурах, располагаются в разных блоках и являются разновременными;

2) урановорудные тела локализованы в крутопадающих зонах дробления, в основном северо-западного и субмеридионального простирания. Существенная роль в локализации урановых руд принадлежит дайкам андезитовых порфиритов и микродиоритов, широко проявленным в предрудный этап в ураноносных блоках;

3) ураноносные зоны характеризуются окварцеванием, серицитизацией, альбитизацией, хлоритизацией, карбонатизацией, флюоритизацией, что позволяет рассматривать процесс уранового рудообразования как наложенный, связанный с проявлениями ураноносных субщелочных растворов в постгрейзеновую стадию;

4) урановорудными минералами являются: казолит, гиалит, урановые слюдки; на глубине свыше 70 м встречаются урановые черни. В рудных телах в переменных количествах присутствуют: пирит, галенит, молибденит, сфалерит, халькопирит, арсенипирит.

Среди проявлений типа III-8а промышленных месторождений урана на Дальнем Востоке не выявлено;

разведанные запасы составляют обычно первые сотни тонн. К этому же типу относятся также мелкие урановые месторождения Северо-Востока (Северное, Бутыбучаг), которые отработаны.

Рассматриваемые проявления относятся к полисульфидной уран-редкометалльной рудной формации. Отмечается высокий коэффициент корреляции урана с Nb, Sn, Pb, Zn. Урановые мелкие месторождения типа III-8а широко представлены на площади Французского срединного массива. Именно месторождения этого типа составляют основу сырьевой базы атомной промышленности Франции.

В отличие от месторождений типа III-8а урановые проявления в редкометалльных ураноносных гранитах цеолит-слюдкового типа (тип III-8б) характеризуются менее широкой проявленностью сульфидной минерализации и приуроченностью уранового оруденения к зонам интенсивной цеолитизации. Месторождений цеолит-слюдкового типа на Дальнем Востоке не установлено (известны рудопроявления); в Восточном Забайкалье разведаны крупные месторождения этого типа в мезозойских гранитоидах Даурского свода.

Возрастной диапазон уранового оруденения в высокорadioактивных гранитах варьирует в широких пределах в зависимости от возраста вмещающих гранитов, так как эти месторождения являются постмагматическими с незначительным возрастным отрывом от периода становления самих гранитных массивов. На Дальнем Востоке возраст аналогичных месторождений в Синегорском районе кембрийский и девонский, на Северо-Востоке — меловой. Температура формирования предрудных грейзенов около 400 °С, а собственно урановых руд — в пределах 160–200 °С.

Несмотря на длительный период изучения ураноносности региона и значительные объемы выполненных поисково-разведочных работ, урановорудный потенциал Дальнего Востока далеко не исчерпан. Первоочередной интерес представляют не оцененные и неразведанные ураноносные структуры Алданского щита (Олекминский и Учурский районы), сложнопостроенные перикратонные прогибы, а также сквозные разломные структуры в высокорadioактивных гранитах, особенно в зонах интенсивной мезозойской тектоно-магматической активизации срединных массивов и Становой области. Вполне вероятно также выявление урановых месторождений других, не рассмотренных в настоящей статье типов (в зонах несогласий — Витимский тип и др.) [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ван-Ван-Е, А.П. Урановорудный потенциал Дальнего Востока России / А.П. Ван-Ван-Е // Маркшейдерия и недропользование. — 2008. — № 6. — С. 14–16.
2. Казанский, В.И. Структурно-геологические условия размещения гидротермального уранового оруденения на активизированных платформах Восточной Азии / В.И. Казанский. — Л., 1968. — 317 с.
3. Каждан, А.Д. Формационная принадлежность промышленных типов урановых месторождений / А.Д. Каждан // Советская геология. — 1978. — № 1. — С. 38–53.
4. Кокочкин, А.А. Эндогенные уран-полиэлементные рудообразующие системы в рифтогенных структурах юга Дальнего Востока / А.А. Кокочкин // Отечественная геология. — 2006. — № 2. — С. 5–12.

5. Наумов, С.С. Урановые месторождения Алдана / С.С. Наумов, М.В. Шумилин // Отечественная геология. — 1994. — № 11–12. — С. 20–24.
6. Усиков, В.И. О потенциальном нетрадиционном источнике уранового сырья на севере Хабаровского края / В.И. Усиков / Проблемы комплексного освоения георесурсов: Матер. IV Всероссийской науч. конф. — Т. II. — Хабаровск, 2011. — С. 269–274.

© Ван-Ван-Е А.П., 2017

Ван-Ван-Е Анатолий Петрович // ems@igd.khv.ru

УДК553.493+553.495(571.5)+550.93

Чесноков Л.В. (ФГБУ «ВИМС»)

### ВЫДЕЛЕНИЕ БЛОКОВ РАЗНОЙ РУДОНОСНОСТИ В ДОКЕМБРИЙСКОМ ФУНДАМЕНТЕ ЮГО-ЗАПАДНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОГО КРАТОНА

*Анализ петрорадиогеохимических материалов, данных по поведению редкоземельных элементов и изотопно-геохронологических определений в магматических и разной степени метаморфизованных стратифицированных комплексах раннедокембрийского фундамента в юго-западном обрамлении Сибирского кратона позволяет говорить о неоднородном строении фундамента и наметить на этой основе блоки разной рудоносности. **Ключевые слова:** Сибирский кратон, редкоземельные элементы (РЗЭ), урановая минерализация, тектонический блок, абсолютный возраст.*

Chesnokov L.V. (VIMS)

THE SELECTION OF BLOCKS WITH DIFFERENT MINERALIZATION GRADE IN PRECAMBRIAN BASEMENT OF THE SOUTH-WEST FRAMING OF SIBERIAN CRATON

*Study of petro-radio-geochemical materials, data of the behavior of rare-earth elements and of isotope-geochronological analysis of magmatic and various-degree metamorphosed stratified complexes of Early Precambrian basement in the south-west framing of Siberian craton allows to propose a heterogeneous structure of the basement and to outline the blocks with a different mineralization grade. **Keywords:** Siberian craton, rare-earth elements, uranium mineralization, tectonic block, absolute age.*

Строение фундамента Сибирского кратона рядом исследователей рассматривается как результат слияния (аккреции) блоков (террейнов) в позднем архее по одним, или в начале раннего протерозоя по другим данным. Полная кратонизация фундамента в юго-западной части кратона происходит в раннем протерозое после: формирования островодужных вулканогенно-осадочных, в том числе углеродистых отложений; проявления метаморфизма от зеленосланцевой до гранулитовой фаций; становления гранитоидов, концентрирующихся в гранитогнейсовых куполах; внедрения завершающих гранитов и пегматитов редкометалльного типа с возрастом 1,8–1,7 млрд. лет. Подтверждением

тому является формирование на гранит-метаморфическом цоколе полого залегающих пестроцветных рифейских осадочных отложений протоплатформенного чехла и проявление глубинного магматизма активизационного типа в интервале 1,2–0,6 млрд. лет.

В обрамлении кратона, начиная с Ангаро-Канской глыбы на севере и кончая Шарыжалгайской на юге, может быть выделено несколько аккретированных блоков, как правило, ограниченных разломами (рис.1). Блоки различаются по составу слагающих их архей-раннепротерозойских материнских комплексов пород, вмещающих граниты, по интенсивности проявления в них метаморфизма, вплоть до появления гранулитов, чарнокитов, мигматитов или гранитогнейсов, по составу и масштабности развития раннепротерозойских коллизионных образований, в частности, калиевых или аляскитовых гранитоидов с урановой или ториевой специализацией. В связи с разнородностью раннедокембрийского фундамента в них формируются проявления разных минеральных видов руд: редкоземельно-редкометалльные, полиметаллические, золоторудные и железорудные объекты, глиноземистое и другие виды сырья, включая урановые объекты.

Петрорадиогеохимическая характеристика раннедокембрийских комплексов и определение содержаний редкоземельных элементов (РЗЭ) в характерных типах пород приводятся по данным автора и литературным материалам [2, 4, 7–9]. Петрорадиогеохимические данные получены с использованием рентгеноспектрально-анализа (РСА), концентрации РЗЭ установлены методом ISP-MS. Результаты по поведению РЗЭ отражены на графиках, где концентрация элемента нормирована к его концентрации в хондрите. Геохронологические определения даются в основном по литературным данным [1, 3, 5, 10]. Для оценки зрелости континентальной коры к началу позднего докембрия (рифей) в юго-западном обрамлении Сибирского кратона использованы материалы С.Р. Тейлор и др. [6].

Следует кратко дать сравнительную характеристику комплексов метаморфических и магматических пород раннедокембрийского фундамента в выделяемых блоках и в первую очередь двух крайних в пределах рассматриваемой площади: Ангаро-Канском и Шарыжалгайском. Общим для них является широкое развитие архей-раннепротерозойского гнейсово-гранулитового комплекса пород. Наиболее распространенными среди них являются гранулиты (чаще метаосадочные породы) и метавулканыты. Их возраст разными методами датируется интервалом 1,84–2,8, чаще 2,4–2,6 млрд. лет и с отдельными определениями 4,05–4,1 млрд. лет [3]. Среди гранулитов выделяются лейкократовые и мафические, нередко высокоглиноземистые разновидности. В разрезе, кроме прослоев или линз мраморов, выявлены авто- и аллохтонные чарнокиты и малые тела метабазитов. Для последних в Ангаро-Канском блоке приводятся возрасты от 1,84 до 2,6 млрд. лет [5, 9].

Поведение РЗЭ в гранулитах Ангаро-Канского блока близко к распределению РЗЭ в кислых членах и аргиллитах архейских серий, что выражается умеренным на-