

УДК [551.2/3+553.495](571)

*Посвящается светлой памяти  
Сергея Вячеславовича Кувина —  
одного из славной когорты руководителей  
поисково-разведочных работ на уран в Забайкалье*

## ГЛУБИННАЯ ГЕОДИНАМИКА И ПОЗИЦИЯ СУПЕРКРУПНЫХ УРАНОВОРУДНЫХ УЗЛОВ ЮГО-ВОСТОКА РОССИИ

© 2015 В.Г. Хомич

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, 690022; e-mail: khomich79@mail.ru*

В регионе выявлены сотни проявлений урана, десятки его месторождений, значительное число узлов и районов их сосредоточения, в том числе весьма крупных. К таковым принадлежат Эльконский (Южная Якутия) и Стрельцовский (Забайкалье) ураново-рудные узлы. Привлечение современных данных сейсмотомографии к анализу закономерностей размещения обоих узлов позволило установить, что они расположены над фронтальной зоной стагнированного океанического слэба, находящегося в транзитной зоне мантии.

Совмещенность проекции границ океанического слэба с положением упомянутых узлов свидетельствует о вероятном влиянии глубинной геодинамики на возникновение суперкрупных урановорудных объектов.

*Ключевые слова: урановорудные районы, узлы, месторождения, глубинная геодинамика.*

### ВВЕДЕНИЕ

Юго-Восток России (ЮВР) с гидротермальными и гидрогенными месторождениями урана принадлежит к числу крупнейших провинций мира (Горошко и др., 2006; Ищукова и др., 1998; Казанский, 2004; Машковцев и др., 1995; Самович и др., 2012; Шумилин, 20076). Ее ресурсный потенциал существенно превышает 1 млн. тонн. Здесь, к востоку от оз. Байкал и к югу от Сибирской платформы, выявлены сотни рудопроявлений урана, десятки его месторождений разной формационной принадлежности, значительное число узлов и районов их сосредоточения (рис. 1). При этом весьма часто в одном урановорудном узле размещаются и эндогенные, и экзогенно-эпигенетические месторождения и рудопроявления. Наиболее крупными — мирового масштаба узлами — являются Эльконский (Южная Якутия) и Стрельцовский (Забайкалье) (Ищукова и др., 1998; Казанский, 2004; Машковцев и др., 1995; Мигута, 1997, 2001; Лаверов и др., 2012). Каждый из узлов вмещает около двух де-

сятков пространственно сближенных жильных, штокверково-жильных, прожилково-вкрапленных месторождений золото-браннеритовой и молибден-урановой формаций, соответственно, сосредоточенных в Эльконском горсте (Алданский щит, Центрально-Алданский супертеррейн) и Тулукуевской вулканотектонической депрессии (Керулен-Аргунский супертеррейн).

Приступим к изложению краткой геологической характеристики вышеназванных урановорудных узлов.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРУПНЫХ УРАНОВОРУДНЫХ УЗЛОВ

И Центрально-Алданский, и Керулен-Аргунский супертеррейны обладают существенными геологическими, петролого-геохимическими признаками сходства. Современная значительная удаленность супертеррейнов друг от друга объясняется воздействием в посткембрийское время на южную окраину Северо-Азиатского

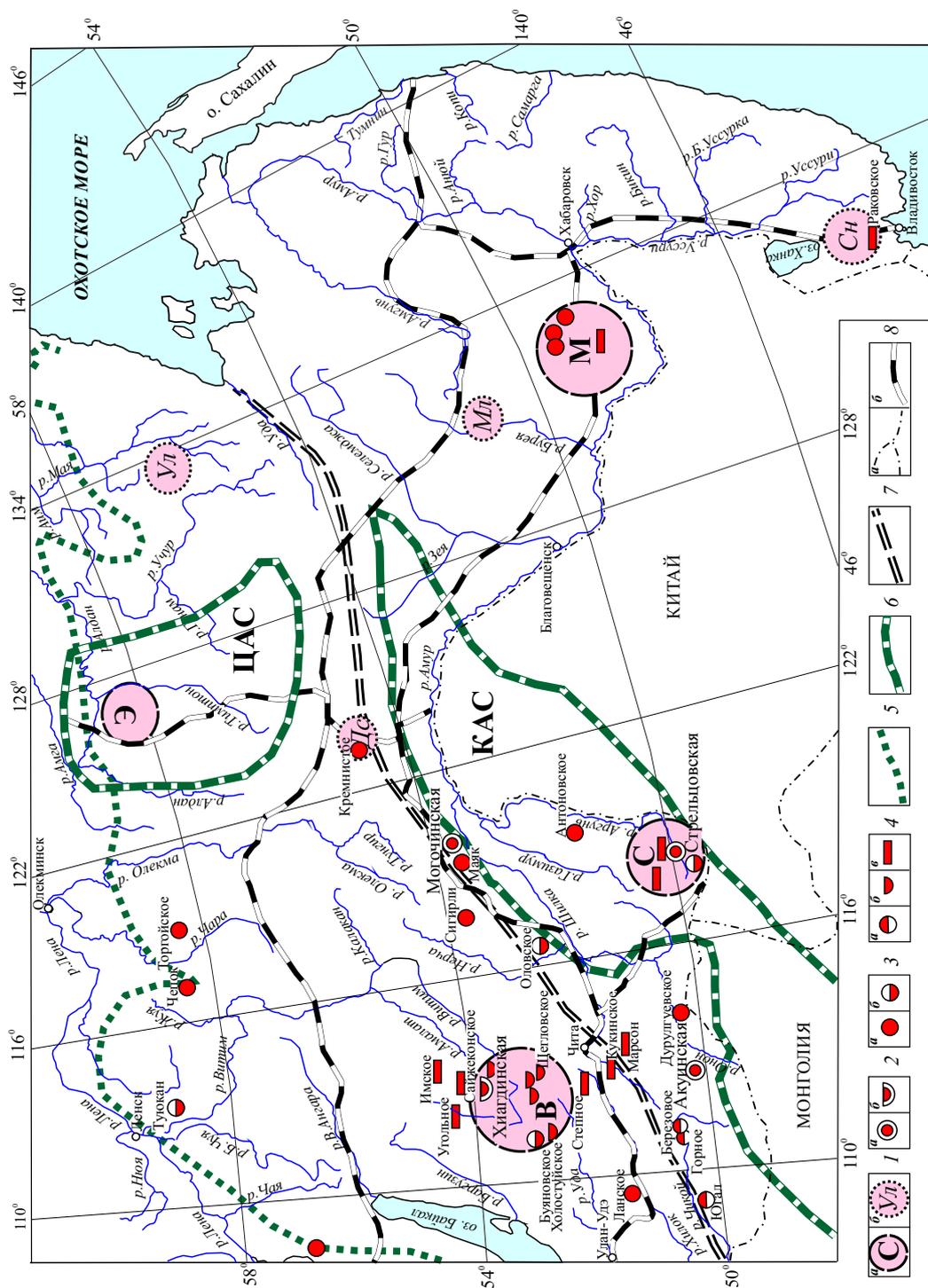


Рис. 1. Схема размещения урановых месторождений, рудных полей, узлов и районов на Юго-Востоке России. По (Горошко и др., 2006; Самович и др., 2012) с изменениями и дополнениями: 1 – крупные и суперкрупные (а), потенциально крупные (б) районы и узлы. Буквами обозначены: В – Витимский, Дс – Десовский (Уруша-Ольдойский), М – Малохинганский, Мл – Мельгинский, Сн – Синегорский, Ул – Улканский, С – Стрельцовский, Э – Эльконский; 2 – группа месторождений – гидротермальных (а), гидротермальных (б); Акуинская, Могочинская, Стрельцовская, Хагинская; 3–4 – месторождения: 3 – гидротермальные жильные и штокерновые (а), стратиформные (б), 4 – гидротермальные (а) – слюдово-цеолитовые (чикоийский тип), б – палеозойные (витимский тип), в – гипогенно-гипергенные песчаные (амалатский тип); 5 – южная граница Сибирской платформы; 6 – палеозойные нерализированные контуры Керулен-Аргунского (КАС) и Центрально-Алданского (ЦАС) супертеррейнов; 7 – северная граница Монголо-Охотского пояса; 8 – государственные границы (а), железные дороги (б).

кратона системы сдвигов (зон скольжения) и раскрытием Монголо-Охотского океана (Парфенов и др., 2003). Супертеррейны обладают первичной мантийно-коровой неоднородностью, интенсивной тектоно-термальной переработкой нижнедокембрийского кристаллического основания. Многократные процессы деструкции и гранитообразования, в том числе обусловленные положением Керулен-Аргунского супертеррейна между Дасинанлин-Селемджинской (на юге) и Монголо-Охотской (на севере) полициклическими складчато-надвиговыми системами (Борискина, Хомич, 2006; Тектоника..., 2004; Хомич, Борискина, 2009), сказались на его повышенной мобильности. В нем различают структурно-вещественные комплексы древнейшего (архей-протерозойского) субстрата и деформированного чехла из фанерозойских (Є - С) терригенно-карбонатных образований.

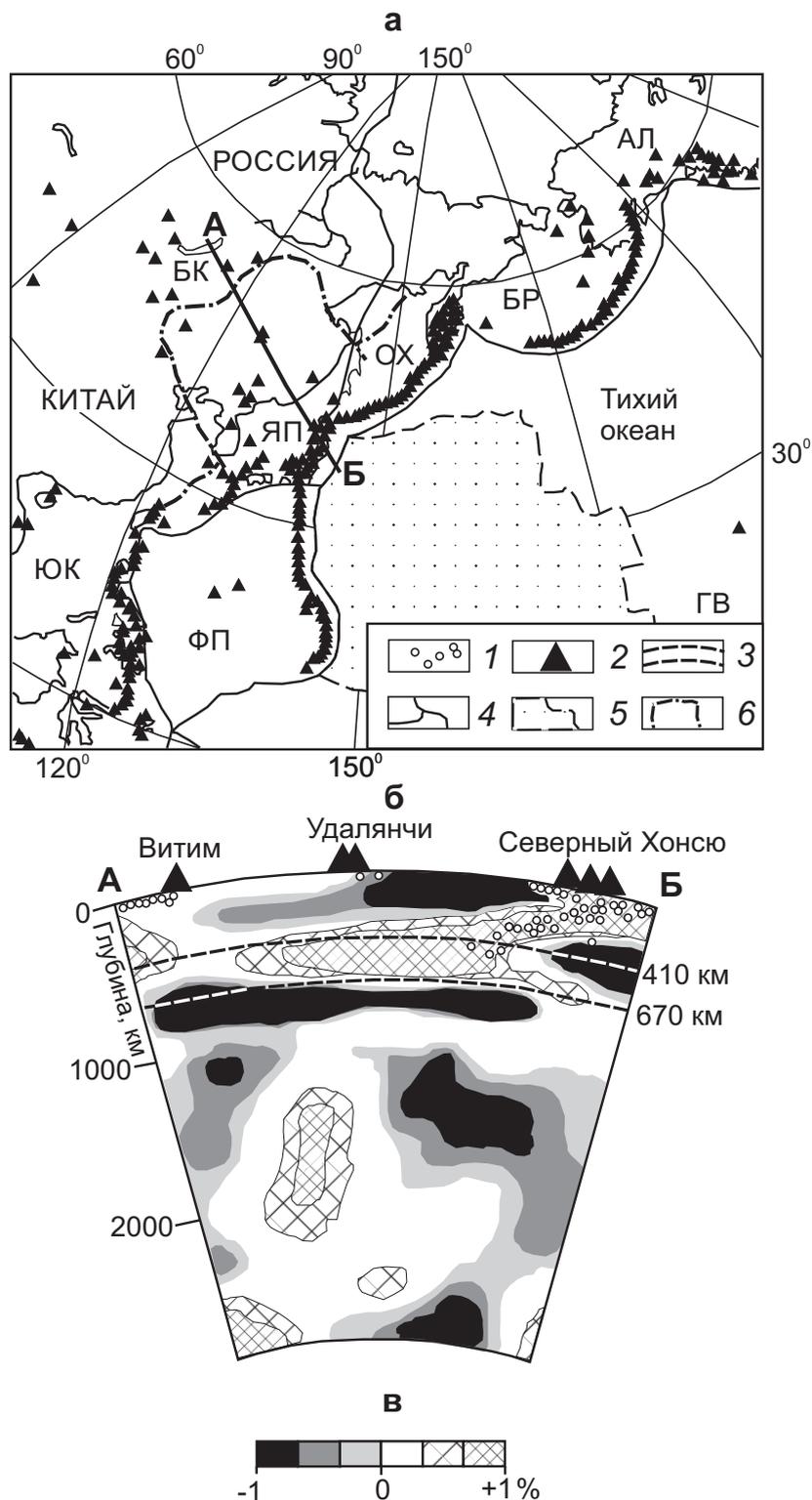
Результаты более чем полувековых разносторонних исследований геологического строения и условий локализации оруденения в рассматриваемых узлах, содержатся в многочисленных публикациях (Алешин и др., 2007; Бойцов и др., 1998; Ищукова и др., 1998; Казанский, 2004; Машковцев и др., 1995; Мигута, 1997, 2001; Самович и др., 2012). Исследования позволили выделить основные факторы, повлиявшие на формирование ресурсного потенциала узлов. К главным из факторов причисляют размещенность: в блоках ранней консолидации с протерозойскими проявлениями Th-U-REE минерализации среди сиалических пород низких ступеней метаморфизма и их гранитизированных разностей, подвергшихся интенсивным калий-кремниевым метасоматическим преобразованиям; в узлах пересечения долгоживущих глубинных разломов, сопряженных с градиентными зонами поля силы тяжести и участками разуплотнения земной коры. Особо подчеркивается распространенность в узлах проявлений многофазного дифференцированного субщелочного и щелочного магматизма, в т.ч. ультраосновных и основных пород мантийного происхождения, а также развитие щелочноземельных, щелочных метасоматитов широкого температурного диапазона и разного фациального облика. Наконец, высокий, нарастающий во времени, уровень радиогеохимической специализации разновозрастных геологических комплексов при активном участии урана в гидротермально-метасоматических процессах (Ищукова и др., 1998; Казанский, 2004; Машковцев и др., 1995; Мигута, 1997, 2001; Самович и др., 2012).

Основной вывод, следующий из анализа результатов исследований обоих узлов, заключается в констатации значительного схождения в перечне главных геологических факторов,

предопределивших возникновение уникальных месторождений на их площади.

Золото-урановое оруденение Эльконского узла представлено несколькими, последовательно сменяющимися (с востока на запад) минеральными типами: браннеритовым, уранинитовым и браннерит-золото-серебряным (Бойцов и др., 1998; Казанский, 2004; Машковцев и др., 1995; Мигута, 1997, 2001). Комплексные Au-U месторождения междуречья Ыллымаха-Якокута пространственно сближены с россыпями Au и коренными собственно золоторудными месторождениями сульфидного (на юге) и джасперидного (на севере) типов, сосредоточенными в соседних Лебединском и Куранахском рудных узлах соответственно (Бойцов и др., 1998; Казанский, 2004). Далее к западу, в бассейне р. Инагли, разведаны и обрабатываются россыпи минералов платиновой группы, коренным источником которых был одноименный кольцевой (гетерогенный) щелочно-ультраосновной массив. Последний принадлежит к протяженному Инагли-Кондер-Феклистовскому магматическому и платиноносному поясу (Хомич, Борискина, 2012, 2013а, 2013б), формирование которого в раннем мелу обусловлено глубинными геодинамическими процессами на границе стагнированного океанического слэба, выявленного сейсмотомографическими исследованиями (Жао и др., 2010) в транзитной зоне мантии (рис. 2). Запад-северо-западная (фронтальная) граница слэба проецируется на Амурскую плиту и примыкающие к ней части Северо-Азиатского (на севере) и Северо-Китайского (на юге) кратонов (Жао и др., 2010; Хомич, Борискина, 2012, 2013а, 2013б).

Размещение уникальных урановорудных узлов у границ слэба (рис. 3), вероятно, связано с комплексным воздействием ниже- и верхнемантийных флюидно-магматических колонн на архей-протерозойский субстрат, содержащий проявления Th-U-REE минерализации. Такие восходящие колонны, разрушая и преобразуя литосферные образования, транспортировали извлеченные рудные компоненты к верхним горизонтам земной коры и палеоповерхности. Детали структурно-магматического контроля оруденения оказались предопределенными местными условиями, влияние которых, в частности, отразилось на зональности размещения платинометального, золотого и золото-уранового оруденения Центрального Алдана (Бойцов и др., 1998; Казанский, 2004; Мигута, 2001). Элементы подобной зональности просматриваются на территории Приохотья, примыкающей к Улканскому потенциально крупному узлу (Горошко и др., 2006) и в Могочинском рудном районе, расположенных над фланговым и фронтальным ограничениями слэба (рис. 3).



**Рис. 2.** Схема Азиатско-Тихоокеанской мегазоны конвергенции (а), разрез мантии вдоль профиля АБ (б) и шкала скоростей распространения продольных сейсмических волн (в) в виде томограмм. По работе (Жао и др., 2010) с некоторыми изменениями и дополнениями. Черный, серый, светло-серый цвета и штриховка разной густоты – соответственно низкие и высокие скорости распространения сейсмических волн. Другие условные обозначения: 1 – гипоцентры землетрясений (в зоне  $\pm 100$  км от профиля); 2 – активные вулканы; 3 – интервал скачкообразного изменения сейсмических свойств на глубинах 410 и 670 км (транзитная зона); 4 – границы плит; 5 – древняя часть океанической плиты (возраст > 95 млн. лет); 6 – контур стагнированного океанического слэба на глубине 550 км. Буквами обозначены: АЛ – Аляска, БК – оз. Байкал, БР – Берингово, ЯП – Японское, ФП – Филиппинское, ЮК – Южно-Китайское, ОХ – Охотское моря; ГВ – Гавайские острова.

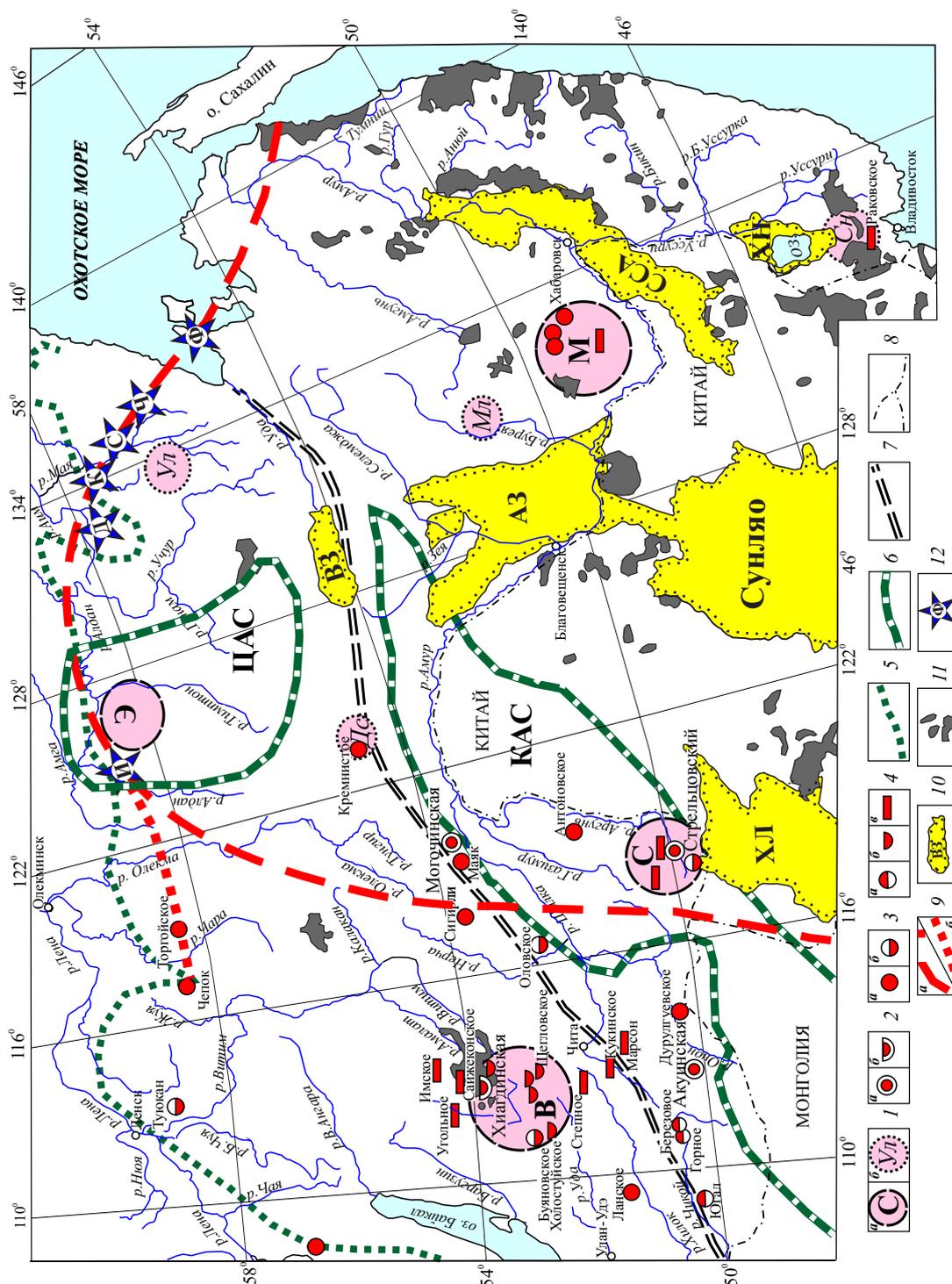


Рис. 3. Геодинамическая позиция Эльзонского и Стрельцовского суперкрупных урановых узлов относительно границ стагнированного океанического слэба. Условные обозначения 1-8 – см. рис. 1; 9 – контур стагнированного океанического слэба на глубине 550 км (а) и предполагаемое продолжение палеотрансформного разлома (б); 10 – позднемезозойско-кайнозойские эпирифтогенные бассейны, депрессии, впадины: АЗ – Амуро-Зейская, ВЗ – Верхнезейская, ССА – Саньцзян – Среднеамурская, ХЛ – Тамцаг – Хайларская, ХН – Ханкайская; 11 – крупные поля кайнозойских базальтов; 12 – зональные (с дунитовым ядром) массивы Инагли-Кондер-Феклистовского платиноносного пояса (Хомич, Борискина, 2012, 2013а): И – Инаглинский, Д – Димовский (Дарьинский), К – Кондерский, С – Сыбахский, Ч – Чадский, Ф – Феклистовский.

Можно предположить влияние глубинной геодинамики, обусловленной существованием стагнированного океанического слэба в транзитной зоне мантии и на формирование Торгойского комплексного U-Th-REE узла, приуроченного к возможному трансляционному продолжению трансформного разлома, ограничивающего с север-северо-востока стагнированный слэб, и также, как и Эльконский узел, расположенного у границы с Сибирской платформой (рис. 3). В пользу этого предположения свидетельствуют опубликованные данные о возрасте (115–130 млн. лет) и минерально-геохимических особенностях оруденения (Минеева и др., 2013). В составе последнего присутствуют не только браннерит, уранинит, настуран, коффинит, торит, ферриторит, монацит, лопарит, вадеит, хютонит, но и минералы PGE, Co, Ni, Cu, Bi, Au, в том числе сперрилит, фрудит, соболевскит, паркерит, джерфшерит, саффорит, самородное золото и др.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Пространственная совмещенность проекции границ стагнированного океанического слэба с позицией суперкрупных урановорудных узлов ЮВР свидетельствует, по мнению автора, о вероятном влиянии глубинной геодинамики на возникновение уникальных концентраций урана. Такой вывод находит определенное подтверждение в общности многих (приведенных выше) геологических, магматических, петролого-геохимических показателей, свойственных узлам. Об этом же свидетельствует наличие в них проявлений молибдена и флюорита, близсинхронность (готерив-баррем) формирования оруденения (Алешин и др., 2007; Бойцов и др., 1998; Ищукова и др., 1998; Казанский, 2004; Самович и др., 2012), сопоставимый (порядка 2 км) вертикальный размах его распространения и масштабы оцененных запасов (Ищукова и др., 1998; Казанский, 2004; Машковцев и др., 1995; Мигута, 1997; Самович и др., 2012; Шумилин, 2007б). А некоторые различия в минеральном составе руд, вероятно, обусловлены влиянием особенностей переработанного субстрата (Ищукова и др., 1998; Казанский, 2004; Машковцев и др., 1995; Мигута, 1997, 2001; Минеева и др., 2013; Молчанов, 2001).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вероятное влияние глубинной геодинамики на формирование уникальных урановорудных узлов ЮВР позволяет поддержать ранее сделанные предложения (Молчанов, 2001; Шатков и др., 1999) о необходимости детального обследования площадей непосредственно примыкающих и

к Эльконскому, и к Стрельцовскому узлам, и к Могочинской группе месторождений. Однако, если в Алданском районе, верховьях Амги, бассейне Олекмы возможно выявление оруденения в зонах структурно-стратиграфических несогласий (Молчанов, 2001), то в Юго-Восточном Забайкалье первостепенного внимания заслуживает северная часть Тулукуевской вулcano-тектонической депрессии (Шумилин, 2007а). В свете изложенного, при обсуждении новой методологии глубинных поисков скрытых урановоносных объектов (Минеева и др., 2013), металлогенисты, поисковики и разведчики должны более пристальное внимание уделить территориям, расположенным над краевыми частями стагнированного слэба, где уже известны не в полной мере изученные (Горошко и др., 2006; Шатков и др., 1999) урановоносные узлы и поля (Могочинская группа, Улканский узел, Оловское рудное поле и др.).

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума ДВО РАН (проект № 15-1-2-019).

### Список литературы

- Алешин А.П., Величкин В.И., Крылова Т.Л.* Генезис и условия формирования месторождений уникального молибден-уранового Стрельцовского рудного поля: новые минералого-геохимические и физико-химические данные // Геология рудных месторождений. 2007. Т. 49. № 5. С. 446–470.
- Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н.* Золото и уран в мезозойских гидротермальных месторождениях Центрального Алдана (Россия) // Геология рудных месторождений. 1998. Т. 40. № 4. С. 354–369.
- Борискина Н.Г., Хомич В.Г.* Структурная позиция золоторудных месторождений интрузивно-вулканогенного обрамления Гонжинского выступа докембрия (Верхнее Приамурье) // ДАН. 2006. Т. 408. № 3. С. 366–369
- Горошко М.В., Малышев Ю.Ф., Кириллов В.Е.* Металлогения урана Дальнего Востока России. М.: Наука. 2006. 372 с.
- Жао Д., Пирайно Ф., Лиу Л.* Структура и динамика мантии под Восточной Россией и прилегающими регионами // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1188–1203.
- Ищукова Л.П., Игошин Ю.А., Авдеев Б.В. и др.* Геология Урулюнгуевского рудного района и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. М.: ЗАО Геоинформмарк, 1998. 526 с.
- Казанский В.И.* Уникальный Центрально-Алданский золото-урановый рудный район // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46. № 3. С. 195–211.

- Лаверов Н.П., Величкин В.И., Власов Б.П. и др.* Урановые и молибден-урановые месторождения в областях развития континентального внутрикорового магматизма: геология, геодинамические и физико-химические условия формирования. М.: ИФЗ РАН, ИГЕМ РАН, 2012. 320 с.
- Машковцев Г.А., Кисляков Я.М., Мигута А.К. и др.* Предпосылки формирования крупных гидротермальных и экзогенно-эпигенетических урановых месторождений // Геология рудных месторождений. 1995. Т. 37. № 6. С. 467-481.
- Мигута А.К.* Состав и парагенетические минеральные ассоциации урановых руд Эльконского района (Алданский шит, Россия) // Геология рудных месторождений. 1997. Т. 38. № 4. С. 323-343.
- Мигута А.К.* Урановые месторождения Эльконского рудного района на Алданском щите // Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43. № 2. С. 129-151.
- Минеева И.Г., Макаров А.И., Одерова А.В.* Новая методология глубинных поисков U и Au-U месторождений в палеорифтовых структурах // Разведка и охрана недр. 2013. № 7. С. 3-11.
- Молчанов А.В.* Металлогения урана щитов Сибирской платформы // Региональная геология и металлогения. 2001. № 13-14. С. 118-137.
- Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И. и др.* Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 6. С. 7-41.
- Самович Д.А., Царук И.И., Кокарев А.А. и др.* Минерально-сырьевая база урана Восточной Сибири. ФГУГП «Урангеологоразведка». Издание второе. Иркутск: Геологоразведка, типография Глазковская. 2012. 163 с.
- Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий / Отв. ред. Шатков Г.А., Вольский А.С. СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.
- Хомич В.Г., Борискина Н.Г.* Золотоносные площади и градиентные зоны поля силы тяжести Юго-Восточных районов России // ДАН. 2009. Т. 428. № 3. С. 371-375
- Хомич В.Г., Борискина Н.Г.* Позиция зональных щелочно-ультраосновных массивов Юго-Востока России в ракурсе данных сейсмомографии // ДАН. 2012. Т. 446. № 2. С. 191-196.
- Хомич В.Г., Борискина Н.Г.* Глубинная геодинамика Юго-Востока России и позиция платиноносных базит-гипербазитовых массивов // Вулканология и сейсмология 2013а. № 5. С. 40-50.
- Хомич В.Г., Борискина Н.Г.* Платиноносность Юго-Востока России // Известия вузов. Геология и разведка. 2013б. № 3. С. 16-25.
- Шатков Г.А., Терентьев В.М., Пинский Э.М., Шор Г.М.* Металлогеническое районирование Амурского геоблока (сопредельные территории России, Китая, МНР) в связи с задачами прогнозирования промышленных типов уранового оруденения на Востоке России // Региональная геология и металлогения. 1999. № 8. С. 35-46.
- Шумилин М.В.* О возможности новых крупных открытий в Стрельцовском рудном поле // Геология рудных месторождений. 2007а. Т. 49. № 5. С. 471-473.
- Шумилин М.В.* Урановорудные провинции мира и ресурсный потенциал урана: попытка количественного анализа // Отечественная геология. 2007б. № 2. С. 48-51.

**DEEP-SEATED GEODYNAMICS AND POSITION OF MAJOR  
URANIUM-ORE NODES OF SOUTH-EAST RUSSIA**

**V.G. Khomich**

*Far East Geological Institute Far East Branch RAS*

Hundreds of uranium occurrences, tens of uranium deposits, and a significant number of nodes and areas of their concentration, including rather large ones, have been discovered in the region. They include Elkonsky (South Yakutiya) and Streltsovsky (Trans-Baikal area) uranium-ore nodes. The use of the recent seismotomography data in the analysis of the regularities of both region locations made it possible to show that they occur above the frontal zone of the stagnated oceanic slab, which is located in the mantle transitional zone.

A combined projection of the oceanic slab boundaries with the position of the sited major uranium-ore objects give evidence for a probable influence of the deep-seated geodynamics on their origination.

*Keywords: uranium-ore districts, nodes, deposits, deep-seated geodynamics.*