

**Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования / Под ред. Д.В.Рундквиста.**  
М.: ИГЕМ РАН, 2004. 430 с.

### **Редакционная коллегия:**

Академик Д.В.Рундквист (главный редактор),  
Член-корреспондент РАН **Ю.Г.Сафонов** (зам. главного редактора),  
Доктор геол.-мин. наук **А.В.Волков**,  
Кандидат геол.-мин. наук А.В.Ткачев,  
Кандидат физ.-мат. наук И.А.Чижова (ответственный редактор).

**ISBN-5-88918-003-7**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ОТДЕЛЕНИЕ  
НАУК О ЗЕМЛЕ

© ИГЕМ РАН, 2004

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОГО ГОДА  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**по программе  
Отделения наук о Земле  
Российской Академии наук:**

**"Генетические особенности и условия формирования  
крупных и суперкрупных месторождений  
стратегических видов минерального сырья  
и проблемы их комплексного освоения"**

Москва, 2004

## ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ КРУПНЫХ И СВЕРХКРУПНЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

*Ю.Ф.Мальшев, М.В.Горошко, С.М.Родионов, Н.П.Романовский*  
Институт тектоники и геофизики ДВО РАН, Хабаровск

Устойчивое экономическое развитие России требует обнаружения и вовлечения в эксплуатацию крупных и сверхкрупных месторождений полезных ископаемых как наиболее рентабельных, обеспечивающих добычу минерального сырья на многие десятилетия (Рундквист, Кравченко, 1996). Это особенно важно для Дальнего Востока, где они могут оказаться рентабельными даже в районах со слабо развитой инфраструктурой. Дальневосточный регион обладает реальными перспективами выявления новых крупных месторождений золота, олова, полиметаллов, урана, платины, никеля, кобальта, редких и редкоземельных элементов.

Рассматриваемая территория охватывает юг Дальнего Востока России и сопряженные с ним районы Северо-Восточного Китая. Она располагается в области сочленения крупнейших трансрегиональных складчатых поясов Азии - Центрально-Азиатского и Тихоокеанского, обрамляющих окраины Сибирской и Северо-Китайской платформ (рис. 1). Здесь известно большое количество месторождений и рудопоявлений, входящих в состав металлогенических зон, рудных районов и узлов различных типов эндогенной минерализации и разной промышленной значимости.

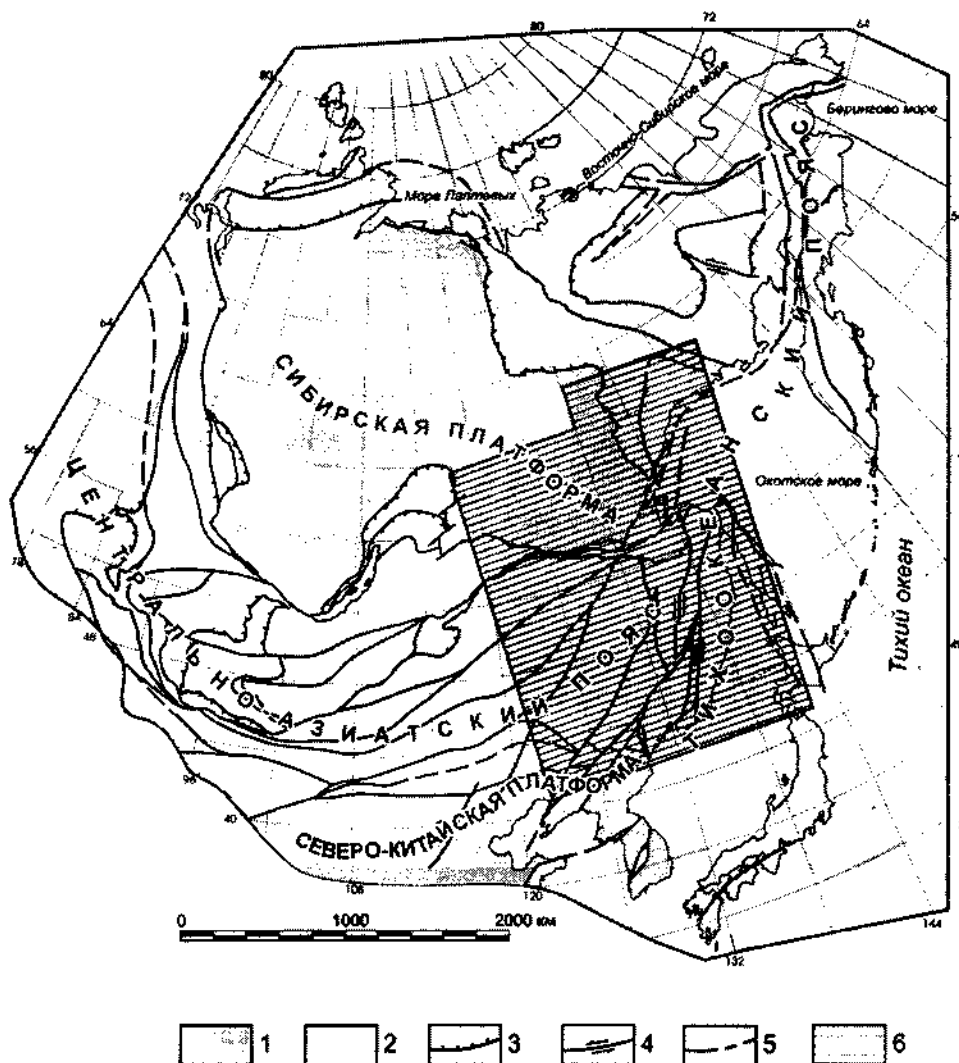
Задачами настоящего исследования являлось установление связей глубинного строения территории с положением рудных районов (узлов), перспективных на обнаружение крупных и сверхкрупных месторождений, определение глубинных геофизических характеристик таких рудных районов и построение глубинных геодинамических моделей их формирования. При этом основное внимание уделялось глубинному строению (Гатинский, Рундквист, 2004) и глубинной геодинамике (Добрецов и др., 2001; Добрецов, 2003) литосферных плит и блоков.

В Институте тектоники и геофизики ДВО РАН на указанную территорию составлены, совместно с китайскими геологами, тектоническая карта и схемы тектонического и металлогенического районирования (Карсаков и др., 2003), а также карты мощности и типов земной коры и литосферы, плотностные, геоэлектрические, скоростные, геотемпературные, магнитные и комплексные модели литосферы, её слоев и подлитосферной мантии (Мальшев и др., 2002, 2003, 2004). На основе этих материалов проведено сопоставление позиции рудных районов (узлов), в пределах которых уже известны или прогнозируются крупные и сверхкрупные месторождения золота, олова, урана и других металлов.

Среди известных рудных объектов следует отметить: Центрально-Алданский, Нижне-Амурский - золоторудные, Хингано-Олонойский, Баджальский, Комсомольский - оловорудные, Кондерский - платиновый, Эльконский - ураново-рудный районы и узлы. Несомненный интерес представляют объекты на территории КНР - медно-золоторудный узел Добаошань и золоторудный район Муданьцзян, располагающиеся в непосредственной близости к российской территории (Минеральные..., 1999), а также золоторудные месторождения в гранит-зеленокаменных раннедокембрийских образованиях Северо-Китайской платформы (Чанбайшань, Сича). Аналоги последних могут быть обнаружены на Сибирской платформе. В указанных районах возможно не только наращивание запасов на известных крупных месторождениях, но и открытие новых (таблица).

Другая группа рудных районов имеет предпосылки выявления крупных и сверхкрупных месторождений мирового уровня (типа Сигар-Лейт, Вольси-Бей, Норильское, Байян Обо, Карлин, Горевское и др.) и характеризуется глубинными геофизическими признаками, установленными для рудных объектов первой группы (таблица).

Среди элементов глубинного строения выделяются зоны повышенных градиентов их мощности и изменений физических свойств, наиболее крупная из которых Пограничная (на территории Китая Дахинган-Тайханская) гравитационная ступень, и аномалии изометричной формы разных размеров коровой, литосферной и сквозьлитосферной природы. Пограничная гравитационная ступень и зоны градиентов меньшего ранга контролируют положение осадочных бассейнов, в том



**Рис. 1.** Положение изученной территории в структурах Северо-Востока Азии (тектоническая основа по Парфенову и др., 2003, с упрощениями):

1 – древние платформы; 2 – орогенные пояса; 3 – надвиги; 4 – сдвиги; 5 – прочие разломы; 6 – рассматриваемая территория

числе нефтегазоносных, вулканических поясов и связанных с ними рудных районов. Их роль нами рассматривалась в предыдущих работах (Малышев, 1993).

Меньшее внимание уделялось глубинным структурам изометричной формы. Наиболее крупная (700x1000 км) из них, Мая-Селемджинская структура, охватывает юго-восток Сибирской платформы, восточную Монголо-Охотского и северо-западную Сихотэ-Алинского орогенных поясов, а также северо-восточную части Цзямусы-Буреинского массива (Малышев и др., 2001). Она представлена глубинными неоднородностями верхнекорового, корового и литосферного уровней, смещенными друг относительно друга и круто погружающимися под платформу (рис. 2). Наиболее яркой её особенностью является локализация в ней 14 из 19 рудных районов (узлов) (таблица).

Зона сочленения юго-восточного фланга Сибирской платформы и Монголо-Охотского орогенного пояса в пределах рассматриваемой геофизической аномалии частично перекрыта системой мезозойско-кайнозойских наложенных депрессий (Боконская, Верхнезейская и др.) и Удской вулканической зоной позднеюрско-раннемелового возраста (рис. 2). Пограничное положение к Сибирской платформе занимает Галамская зона восточного фланга Монголо-Охотского орогенного пояса. На севере она ограничена Улигданским, а на юге - Тугурским разломами. Эта зона обладает

Таблица

Геолого-геофизические характеристики рудных районов (узлов), перспективных на обнаружение крупных и сверхкрупных месторождений

№ п/п	Рудные районы (РР), рудные узлы (РУ)	Известные крупные месторождения	Характеристика оруденения		Тектоническое положение		Глубинные геофизические характеристики				Признаки проявлений			
			ведущий металл	возраст	структуры основания	палложитные структуры	зекная кора	литосфера	плотность, т/см <sup>3</sup>	Скорость Vp в полове литосферы, км/сек	Температура на поверхности Мохэ, °С	геофизические	магматизм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Горби-Хомилский РР		редк.зем Pb,Zn	R <sub>3</sub>	Верхне-Кальский орогенный пояс	осадочный бассейне	36	120-140	2,72	3,20	8,17	500	--	
2.	Арбастакский РУ	Арбастакское	Nb, Ta	R <sub>3</sub>	Сибирская платформа	внутренняя центральная типа	44	100-120	2,67	3,20	8,16	800	восходящего	ультра-основной-песочной
3.	Конкулинский РУ		U, Au	R <sub>1</sub>	-*-	осадочный бассейне	44	80-100	2,77	3,22	8,12	850	восходящего	основной-песочной
4.	Центрально-Алтинский РР	Куранское, Лебединое, Эльское	Au, U	MZ	-*-	внутренняя центральная типа	44	140-160	2,70	3,18	8,23	400	песочного	песочной
5.	Лантарский РР		Ni, Co, Pt	PR <sub>1</sub>	-*-	апорты	34-36	70-80	2,70	3,22	8,12	500	восходящего	ультра-основной
6.	Покровский РУ	Беруанкай, Покровское	Su, Au	MZ	Архано-Маманский микроконтинент	вулканический пояс	41	80-100	2,65	3,36	8,12	850	-*-	гранитоидный-песочной
7.	Хинган-Олонойский РР	Хинганское	Su	MZ	Цзямусы-Малохинганский микроконтинент	-*-	38	110-130	2,67	3,36	8,17	300	песочного	-*-
8.	Бадмазский РР	Приворный-ское	Su	MZ	Салотэ-Алтинский орогенный пояс	-*-	34-38	60-80	2,62	3,25	8,12	700	восходящего	-*-
9.	Козомольский РР	Солечное, Фестивальное	Su	MZ	-*-	граниты	40	70-80	2,57	3,32	8,12	600	-*-	-*-
10.	Нижне-Амурский РР	Многовершинное	Au	MZ	-*-	вулканический пояс	34	100-120	2,60	3,25	8,35	450	восходящего	-*-
11.	Лермонтовский РР	Лермонтовское	W	MZ	-*-	граниты	34-36	170-190	2,62	3,32	8,05	500	-*-	базальтовый
12.	Могочинский РР	Могочинское	Au, U, Be	MZ	Архано-Маманский микроконтинент	вулканический пояс	37	160-170	2,62	3,27	8,30	300	-*-	песочной

типичным для аккреционного клина строением (Парфенов и др., 1999). В ее составе выделяются три раннесреднепалеозойские (S, D, C<sub>1</sub>) породные ассоциации, неоднократно повторяющиеся в разрезе. Эти ассоциации представлены следующими формациями: кремнисто-терригенно-вулканогенной, терригенной турбидитовой и терригенно-карбонатно-кремнистой олистостромовой с включениями диабазов. В современной структуре каждая из ассоциаций отделена от смежной зонами вязких разломов, подчеркнутых интенсивным разлинзованием, будинажем и сланцеватостью со структурами течения (Натальин, Попеко, 1991). Ранне- среднепалеозойские отложения содержат фаунистические комплексы бореального типа, присущие Сибирской палеобиогеографической провинции. В отдельных тектонических клиньях отмечаются пермские песчаники и конгломераты (Парфенов и др., 1999; Роганов, 1977), содержащие флору Ангарской палеобиогеографической провинции. Зона обладает сложным чешуйчато-надвиговым строением и представляет собой зону «хаотического олистостромового меланжа» (Мартынюк и др., 1983) с северной вергенцией пликативных структур, обусловленной субмеридиональной ориентировкой деформирующих напряжений (Натальин, Попеко, 1991).

По составу породных ассоциаций, по фаунистическим характеристикам и по своей структуре Галамская зона принципиально отличается от остальной части Монголо-Охотского пояса, что дает основание рассматривать ее в качестве инородного образования, сформированного в более высоких широтах и аккретированного к структурам Монголо-Охотского пояса предположительно в позднем триасе-ранней юре в процессе закрытия Монголо-Охотского палеоокеана (Парфенов и др., 2003)

Расположенные южнее Ульбанская зона Монголо-Охотского орогенного пояса и Баджальская зона Сихотэ-Алинского орогенного пояса сложены турбидитовыми отложениями палеозойско-раннемезозойского возраста с тетическими фаунистическими комплексами. В основании отложений Баджальской зоны присутствуют позднеюрские спрединговые базальты, что, по мнению А.И.Ханчука (2000) фиксирует переход от субдукции к латеральному скольжению субдуцированной плиты в северном (в современных координатах) направлении вдоль палеоконтинентальной окраины.

Самая южная часть Мая-Селемджинской структуры пространственно совпадает на поверхности с северным флангом Цзямысы-Буреинского массива, который рассечен левосторонними сдвигами на серию линейных блоков, последовательно перемещенных друг относительно друга к северу и образующих таким образом наблюдаемую ныне "зубчатую" форму восточной границы данного геоблока.

Мая-Селемджинская литосферная структура фиксируется изменениями мощности литосферы от 80-90 до 150-170 км за её пределами на платформе, мощности земной коры, соответственно, от 35-40 до 42-46 км, температуры на поверхности Мохо от 600-900 до 300-400°C, скорости продольных сейсмических волн в подошве литосферы от 8.05-8.12 до 8.20-8.25 км/с. Последовательное погружение аномалиеобразующих объектов к северу дает основание для предположений о поддвигании структур Галамской зоны и восточного фланга Монголо-Охотского пояса под Сибирскую платформу в поздне триасовое - раннеюрское время. Определенным подтверждением этого служит характер деформаций рассматриваемых тектоно-стратиграфических образований с широким развитием напряженной складчатости северной вергенции и субширотных чешуйчато-надвиговых зон.

В соответствии с предложенной геодинамической моделью на рассматриваемой территории можно выделить три крупных литосферных блока: северный, представленный Алдано-Становым щитом; юго-западный, охватывающий жесткие структуры (микроконтиненты) восточной окраины Центрально-Азиатского складчатого пояса, ограниченные разломами системы Танлу (главным образом ее Итун-Иланьской ветви); восточный - наиболее мобильный блок, включающий Сихотэ-Алинский орогенный пояс, Галамское звено Монголо-Охотского и юго-восточную окраину Алдано-Станового щита, входящую в контур Мая-Селемджинской литосферной структуры. Юго-западный блок отвечает уточненным контурам Амурской плиты (Имаев и др., 2003).

Возникновение Мая-Селемджинской литосферной структуры, контролирующей размещение большинства рудных объектов, связывается с взаимодействием указанных трех литосферных блоков. Погружение литосферы под Алдано-Становой щит (рис. 3) привело к вскрытию горизонтов мантии и поступлению разогретых масс из-под плиты по наиболее проницаемым каналам к поверхности (осадочные бассейны, глубинные разломы, базальтоиды).

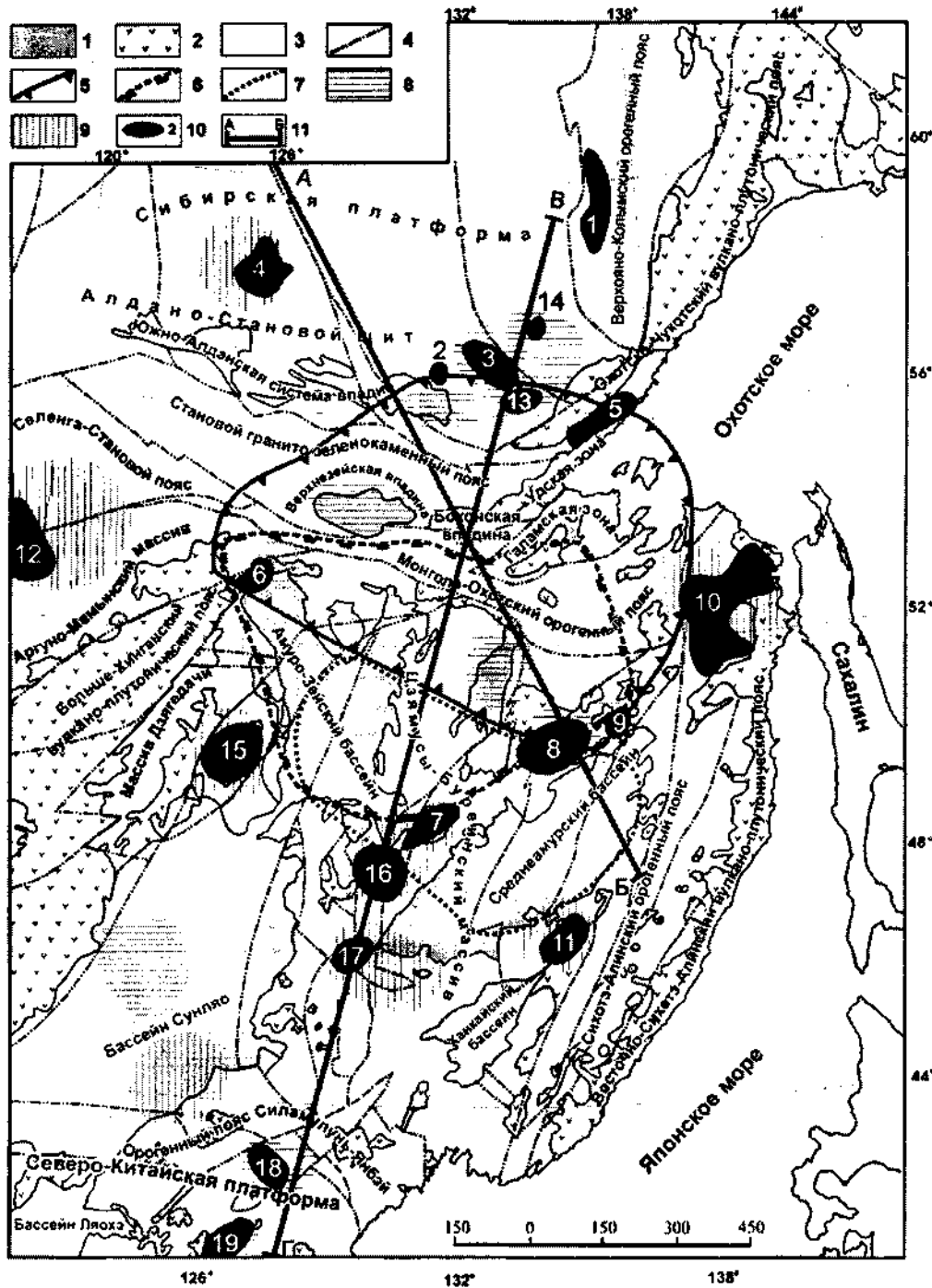


Рис. 2. Тектоническая схема с элементами глубинного строения, контролирующими рудные районы (узлы), перспективные на выявление крупных и сверхкрупных месторождений (тектоническая основа по Карсакову и др., (2003), с упрощениями):

1 - впадины, выполненные мезозойско-кайнозойскими отложениями; 2 - мезозойско-кайнозойские магматические пояса; 3 - основные тектоно-стратиграфические подразделения; 4 - главные разломы; 5-7 - контуры аномальной литосферной структуры: 5 - в верхней мантии, 6 - в нижней части земной коры, 7 - в верхней части земной коры; 8-9 - области повышенных (8) и пониженных (9) значений теплового потока; 10 - рудные районы (узлы), перспективные на выявления крупных и сверхкрупных месторождений (номера соответствуют таблице); 11 - линии разрезов АБ и ВГ

Не исключено, что они связаны с латеральными плюмами Тихоокеанского суперплюма (Филатова, 2002; Добрецов, 2003). Следствием этих процессов является формирование «slab window». Северное ее ограничение, где сосредоточено значительное количество рудных объектов, примерно соответствует возможному восточному продолжению полосы мезозойских Южно-Якутских впадин. Эти впадины здесь перекрыты надвигами гнейсовых толщ, о чем свидетельствует обнаружение юрских отложений в эрозионных окнах среди гнейсов (бассейны рек Б.Тыркан, Батомга).

Е.П.Максимовым (2003) изучена мезозойская магматическая зональность Алдано-Станового мезозойского геоблока и выделена мезозойская рудоносная магматогенная система, увязанная с зоной Беньофа, погружающейся под щит с юго-востока на северо-запад. Это пространственно согласуется с излагаемыми в данной работе материалами. Можно отметить еще одну особенность региона - развитие роя даек диабазов палеозойско-рифейского возраста преобладающего северозападного простирания, локализованных на поднятиях рельефа.

Другой тип аномальных литосферных структур овальной формы размерами от 100x150 км до 250x200 км подразделяется на две группы. Первая характеризуется повышением температуры на поверхности Мохо (среднее по 10 структурам 700°C), понижением скорости в подошве литосферы (среднее 8.16 км/с) и сокращением мощности литосферы (средняя 90 км). Она сопоставляется с проявлениями восходящих или горячих плюмов (Добрецов и др., 2001). Вторая группа характеризуется, соответственно, понижением температуры (среднее по 8 структурам 350°C), повышением скорости (средняя 8.24 км/с), утолщением литосферы (среднее 140 км) и относится нами к проявлениям нисходящих или холодных плюмов (рис. 2, таблица).

Характерной особенностью распределения этих групп является преобладающее размещение проявлений восходящих плюмов внутри Мало-Селемджинской литосферной структуры, а нисходящих - в ее окружении.

На территории Северо-Восточного Китая выделены мантийные плюмы и субплюмы главным образом на основании распределения полей кайнозойских базальтов (Deng Jinfu, et al., 1996). Независимо нами здесь показаны проявления как восходящих, так и нисходящих плюмов, которые значительно уступают по размерам субплюмам, выделяемым китайскими исследователями. В отличие от наших построений упомянутые авторы при выделении субплюмов не использовали геотермические данные, а представление глубинных палеотемператур на разрезах осуществляли по минеральным геотермометрам.

Анализ характеристик рудных объектов, помещенных в таблице и на рисунке 2, позволяет отметить ряд особенностей. Большинство рудных районов (узлов) локализовано в пределах жестких структур с докембрийским фундаментом: на платформах и микроконтинентах. В орогенных поясах находятся Баджальский, Комсомольский, Нижне-Амурский, Лермонтовский рудные районы (Сихотэ-Алинский мезозойский пояс) и рудный узел Добаошань (Северо-Хинганский палеозойский пояс).

Возраст оруденения близок возрасту наложенных структур (вулкано-плутонических поясов, интрузий, ареалов интрузивного магматизма, осадочных бассейнов).

Месторождения редких, редкоземельных элементов, урана, платиноидов, никеля и кобальта располагаются на платформах, олова и вольфрама - тяготеют к границам крупных блоков - микроконтинентов, в отличие от золота, месторождения которого находятся в различных тектонических обстановках.

Все рудные объекты контролируются зонами глубинных разломов, отмечающихся преимущественно зонами повышенных градиентов мощности земной коры и литосферы.

По глубинным геофизическим характеристикам рудные объекты принадлежат указанным двум группам литосферных структур, относящихся, соответственно, к восходящим и нисходящим плюмам (таблица).

Сопоставление указанных характеристик рудных районов (узлов), заключающих известные крупные месторождения, с характеристиками районов (узлов), где таковые прогнозируются, в целом \* не показывает значительных расхождений, что подтверждает правомерность выделения последних. Отметим, что проявления признаков восходящих плюмов установлены для Баджальского, Комсомольского оловорудных и Кондерского платинового рудных районов, а нисходящих - для



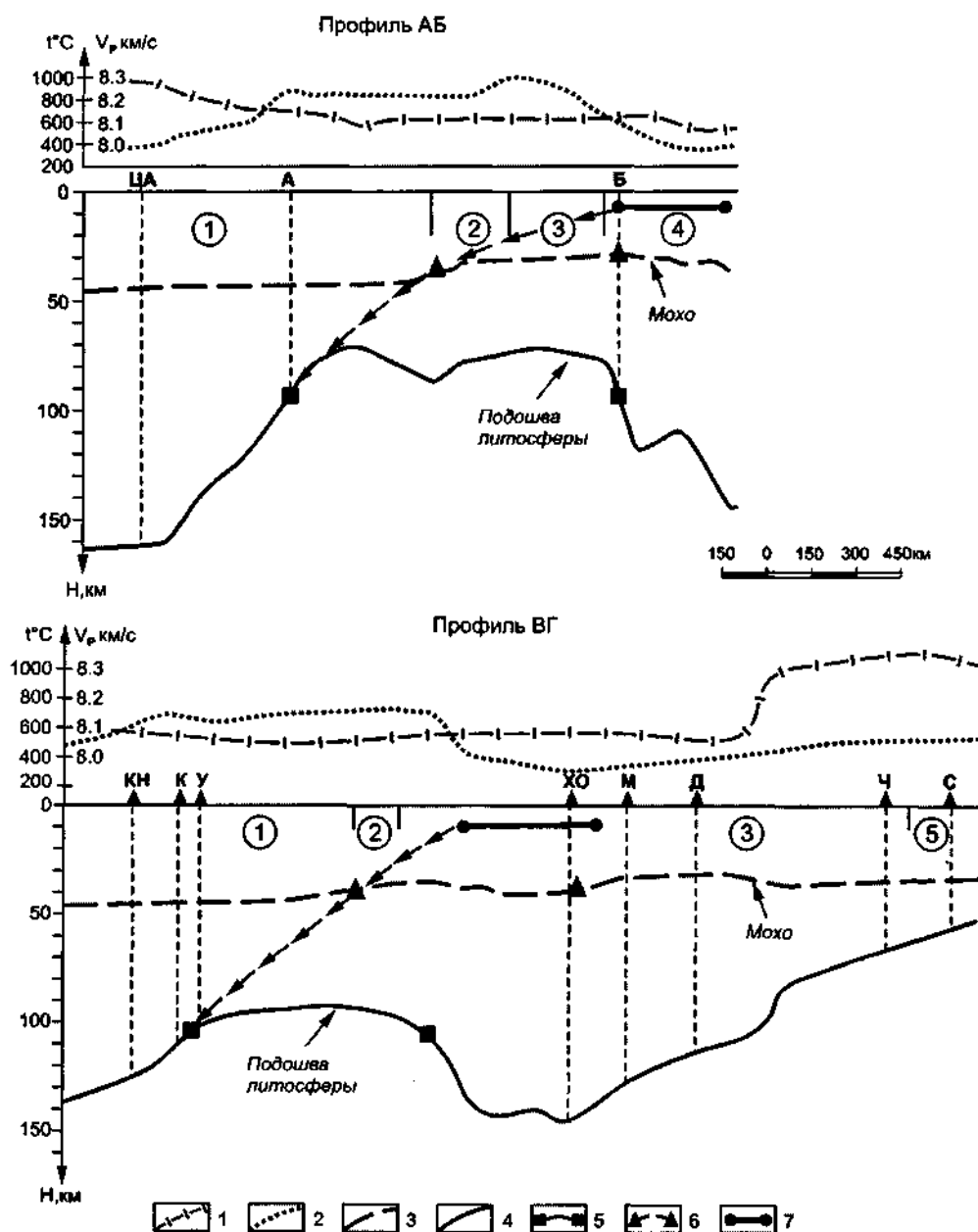


Рис. 3. Глубинные разрезы литосферы по профилям АБ:

1-4 - кривые геофизических параметров: 1 - скорости продольных волн в подошве литосферы ( $v_p$ , км/с), 2 - температуры на поверхности Мохы ( $t^\circ\text{C}$ ), 3 - мощности земной коры (км), 4 - мощность литосферы (км); 5-7 - положение границ аномальной литосферной структуры: 5 - в верхней мантии, 6 - в нижней части земной коры, 7 - в верхней части земной коры; положение рудных районов на разрезах: ЦА - Центрально-Алданского, А - Арбарастахского, Б - Баждадьского, КН - Кондерского, К - Конкулинского, У - Улканского, ХО - Хингано-Олонойского, М - Муданьцзянского, Д - Добаошаньского, Чанбайшаньского, С - Сича; цифры в кружочках - тектонические подразделения: 1 - Сибирская платформа, 2 - Монголо-охотский пояс, 3 - Центрально-Азиатский пояс, 4 - Сихотэ-Алинский пояс, 5 - Северо-Китайская платформа; стрелками показано направление предполагаемого поддвига Мая-Селемджинской литосферной структуры под Сибирскую платформу

Центрально-Алданского, Нижне-Амурского, Муданьцзянского золоторудных и меднопорфирового с золотом рудного узла Доблюшань.

Наряду с перечисленными геофизическими характеристиками, нами привлекались и другие, которые из-за недостаточной изученности региона методом ГСЗ могли быть использованы только для 10 рассматриваемых рудных районов. К ним относится средняя плотность земной коры и литосферы. Повышенные значения этих параметров присущи рудным объектам, связанным с проявлениями нисходящих плюмов (Нижне-Амурский, Лермонтовский, Хингано-Олонойский, Могочинский, Добаошань, Дунфэншань). Объекты с признаками проявления восходящих плюмов совмещаются с зонами повышенных градиентов этого параметра (Баджалский, Покровский, Комсомольский, Чанбайшань и Сича).

Наибольший интерес с точки зрения поисков новых крупных и сверхкрупных месторождений платины, никеля, урана, редких, редкоземельных и других металлов по полученным данным представляет северная часть Мая-Селемджинской структуры, охватывающая юго-восточную окраину Алдано-Станового щита. Разновозрастность оруденения объясняется не только наложенной природой проявлений восходящих плюмов, но и возможным пульсационным характером формирования их в прошлом.

Наличие контрастных глубинных аномалий с признаками проявлений нисходящих плюмов, фиксирующих крупные месторождения золота, меди, вольфрама, указывает на необходимость доизучения причин их пространственного размещения и глубинной геодинамической природы.

#### Литература

1. Гатинский Ю.Г., Рундквист Д.В. Геодинамика Евразии - тектоника плит и тектоника блоков // Геотектоника. 2004. С. 3-20.
2. Добрецов Н.Л. Мантийные гапумы и их роль в формировании анорогенных гранитоидов // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. №1. С. 1243-1261.
3. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал «Гео», 2001. 406 с.
4. Карсаков Л.П., Чжао Чуньцин, Мальшев Ю.Ф. Тектоническая карта области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии (IV Косыгинские чтения). Хабаровск, 2003. С. 7-16.
5. Максимов Е.П. Мезозойские рудоносные магматогенные системы Алдано-Станового щита. Автореферат докторской диссертации, Якутск, 2003. 44 с.
6. Мальшев Ю.Ф., Горнов П.Ю., Каплун В.Б., Подгорный В.Я., Романовский Н.П., Шевченко Б.Ф. Литосфера Дальнего Востока: деструкция, типы, аномалии // Закономерности строения и эволюции геосфер: VI Международный междисциплинарный научный симпозиум. Хабаровск, 2004. С. 176-183.
7. Мальшев Ю.Ф., Горнов П.Ю., Карсаков Л.П., Лу Цзаосунь, Манилов Ф.И., Подгорный В.Я., Романовский Н.П., Шевченко Б.Ф. Литосфера области сочленения Тихоокеанского и Центрально-Азиатского складчатого поясов // Тектоника и геофизика литосферы: материалы XXXV Тектонического совещания, М.: ГЕОС, 2002. Т. 1. С. 325-328.
8. Мальшев Ю.Ф. Глубинное строение Восточной Азии и размещение минерального сырья. Автореферат докторской диссертации. Хабаровск, 1993. 50 с.
9. Мартынюк М.В., Васькин А.Ф. и др. Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области масштаба 1:500000. Объяснительная записка. Хабаровск, 1983. 52 с.
10. Минеральные ресурсы Китая / Сост. Федорчук В.П. М.: ЗАО «Геоинформмарк». 1999. 279 с.
11. Натальин Б.А., Попеко Л.И. Палеозой Галамского сегмента Монголо-Охотской складчатой системы // Тихоокеанская геология. 1991. № 2. С. 81-89.
12. 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.
13. Роганов Г.В. Тектоника восточной части Монголо-Охотской складчатой геосинклинальной системы. Автореферат кандидатской диссертации, Хабаровск, ИТиГ ДВО РАН, 1977. 24 с.
14. Рундквист Д.В., Кравченко СМ. промышленные суперконцентрации металлов в литосфере // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 32. № 3. С. 298-303.
15. Ханчук А.И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 5-34.
16. Филатова Н.И. Связь кайнозойского вулканизма окраинно-континентальных зон растяжения Евразии с тектономагматическими событиями в Тихом океане (петролого-сейсмогеографические данные) // Тектоника и геофизика литосферы (материалы совещания). М.: ГЕОС, 2002. Т. II. С. 268-271.
17. Deng Jinfu, Zhao Hailing, Luo Zhaohua, Cuo Zhengfu and Li Yuwen. Mantle Plume beneath China // Continental Dynamics, Institute of Geography, C AGS. 1996. Vol. 1. N. 1. Pp. 64-69.
18. Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W., Norton I.O., Khanchuk A.I., Stone D.B., Scotese Ch.R., Scholl D.W., Fujita k. Phanerozoic Tectonic Evolution of the Circum-North Pacific. USGS Professional Paper 1626, Denver, 2000. 122 p.