



ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

Лобанов К.В., Волков А.В., Галямов А.Л.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии рудных месторождений, петрографии минералогии и
геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), г. Москва, lobanov@igem.ru
06.04.2020 г «XVII Всероссийская (с международным участием) Ферсмановская научная
сессия, посвященной 90-летию Кольского научного центра РАН и 100-летию первой экспедиции
А.Е. Ферсмана в Хибины», Апатиты.

ПРОГРАММА ПРЕЗИДИУМА РАН №55 «АРКТИКА – НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОСВОЕНИЯ, СОХРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ» (координатор академик А.И. Ханчук)



ПРОЕКТ ИГЕМ РАН: «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ» (руководители: академик Н.С. Бортников, член-корреспондент РАН К.В. Лобанов)



ПРОЕКТ РФФИ № 18-05-70001 «ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ: ВЫВОДЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОИСКОВ НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ» (руководитель дгмн А.В. Волков).

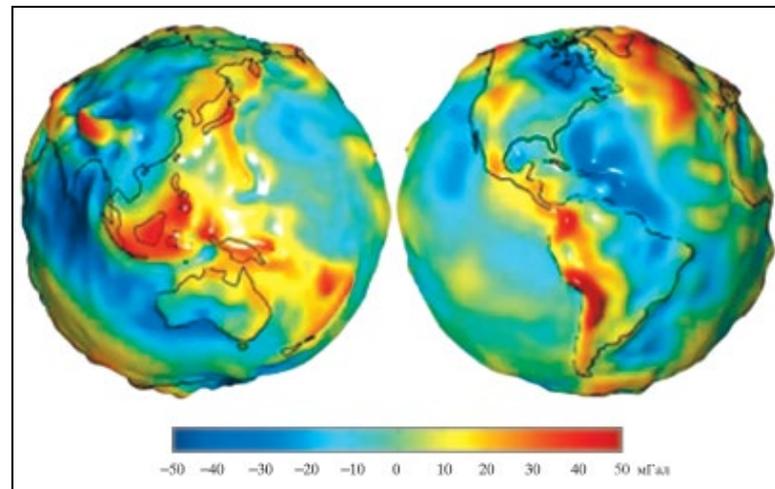
Горнодобывающая промышленность – локомотив экономики Арктики

В Арктической зоне России извлекается значительное количество стратегических металлов

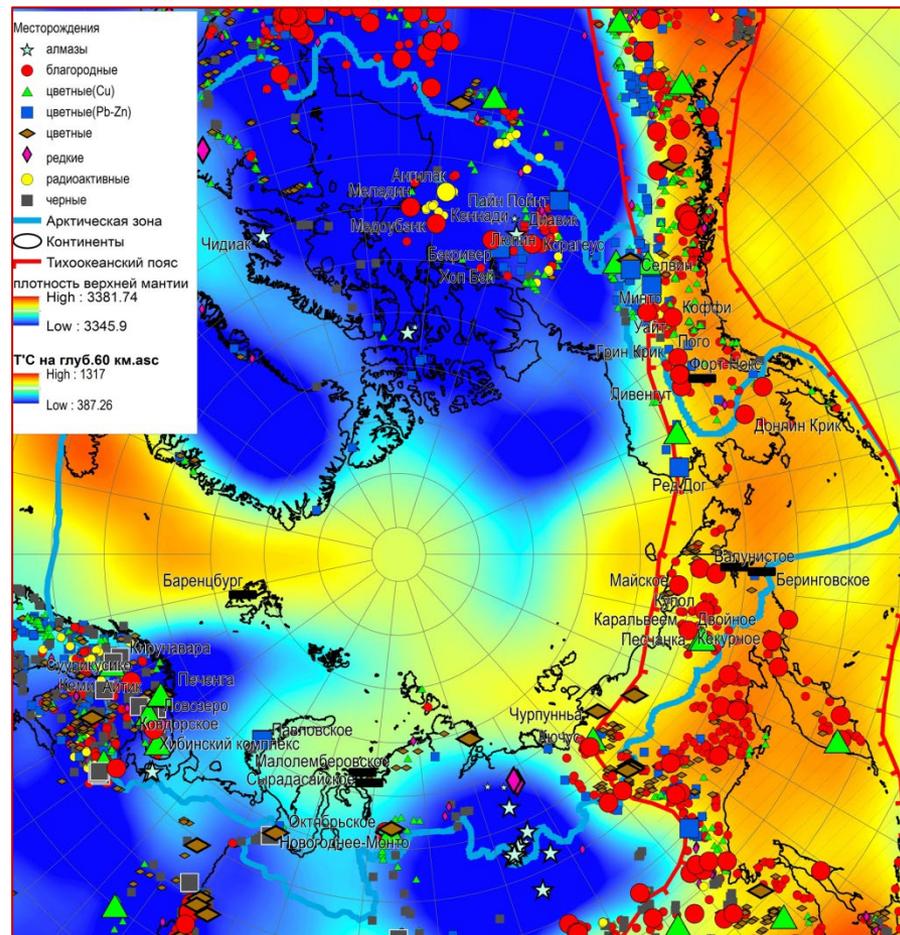
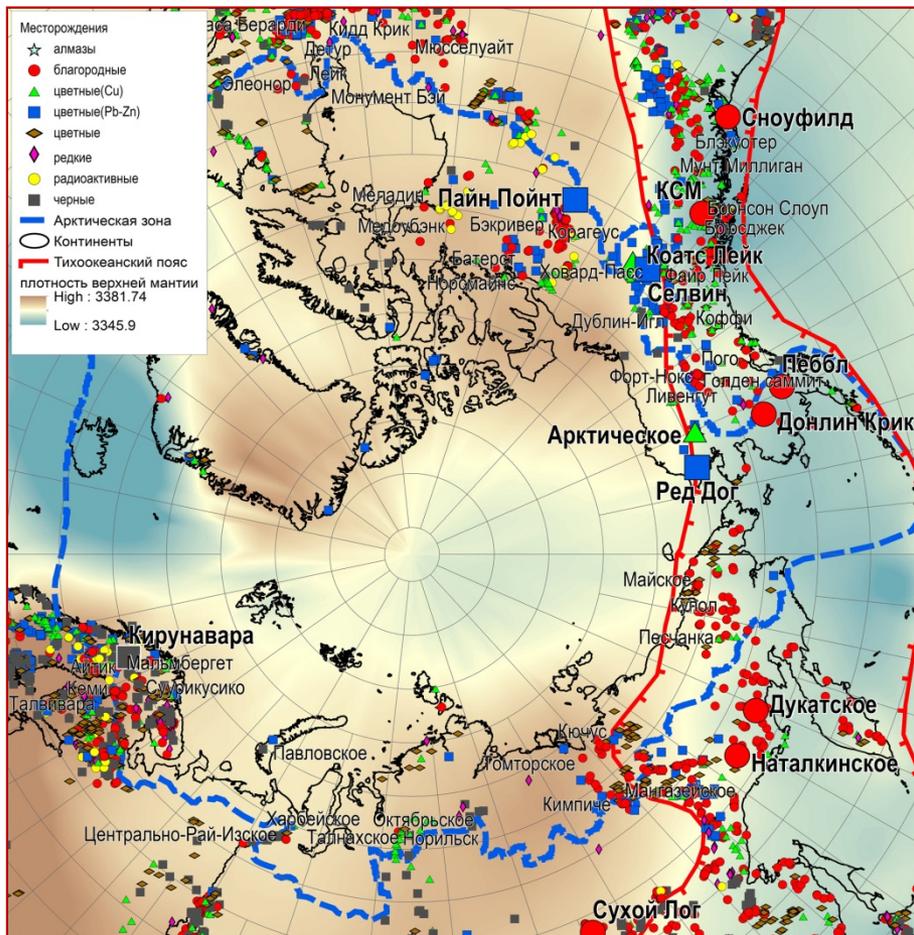
ГИС-анализ пространственных соотношений глобальных моделей земной коры и геодинамических обстановок формирования месторождений стратегических металлов на Северо-Востоке России

Полученные космическим аппаратом GOCE (*Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer*) гравиметрические данные стимулировали развитие глобальных моделей глубинного строения земной коры и верхней мантии, способствовавших пониманию металлогенической специализации крупных рудных районов и провинций.

В настоящем докладе для ГИС-анализа пространственных соотношений геологической структуры и геодинамических обстановок формирования месторождений стратегических металлов на Северо-Востоке России впервые использованы результаты современных исследований литосферы на основе гравитационных данных GOCE: глобальные карты глубины поверхности Мохо, мощности и строения осадочного чехла, модель CRUST1.0, унаследованная из модели CRUST2.0.



КАРТЫ ПЛОТНОСТИ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ, ТЕМПЕРАТУРЫ КОРЫ НА ГЛУБИНЕ 60 КМ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ В АРКТИКЕ ПОЗВОЛЯЮТ ВЫДЕЛИТЬ ДВЕ ГРУППЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК: АРКТИЧЕСКОГО ОТРЕЗКА ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА И ЦИРКУМ-АРКТИЧЕСКОГО ПОЯСА



Tenzer, R.; Bagherbandi, M.; Gladkikh, V. Signature of the upper mantle density structure in the refined gravity data // Comput. Geosci. — 2012. — № 16. — P. 975–986.

Cammarano F., Guerri M. Global thermal models of the lithosphere // Geophys. J. Int. — 2017. — V. 210. — P. 56–72.

СООТНОШЕНИЕ МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА	МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩАЯ СИСТЕМА	МИНЕРАЛЬНЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА		
Зоны щелочного гранитоидного магматизма в кратонах	Щелочно-гранитодная	Кимберлитовый алмазоносный, Апатит-РЗЭ-редкометалльный
Континентальные рифты, крупные изверженные провинции (LIP)	Мафит-ультрамафитовая ортомагматическая	Ni-Cu-Co-PGE-сульфидный, Хромититовый, Fe-Ti-V-Оксидный
Пассивных континентальных окраин, рифтогенные прогибы	Осадочно-гидротермальная	Стратиформные MVT- и SEDEX-типы
Области анорогенного гранитоидного магматизма	Железо-оксидная	Железо-оксидный-медно-золоторудный (IOCG)
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ЦИРКУМ –АРКТИЧЕСКОГО РУДНОГО ПОЯСА		
Активные окраины, аккреционно-коллизонные террейны	Порфирово-эпитеpmальная	Cu-Au-Mo порфировый, Au-Ag, Ag-Zn-Pb и Au-Cu эпитеpmальный, Cu-Au и Zn-Pb-Ag скарновый
Островодужные структуры, рифтогенные прогибы	Подводная вулканогенная	Медно-колчеданный (VHMS), Колчеданно-полиметаллический
Области орогенного и посторогенного магматизма	Гранитоидная	Au-Bi (IRGS), Au-сульфидный вкрапленный, Sn-W-F-грейзеновый, Sn-W-Ag-силикатный, Ta-Nb-Li-Be пегматитовый, Mo-порфировый
Орогенные складчатые пояса	Орогенная	Au-кварцевый, Zn-Pb-Ag с сульфидами

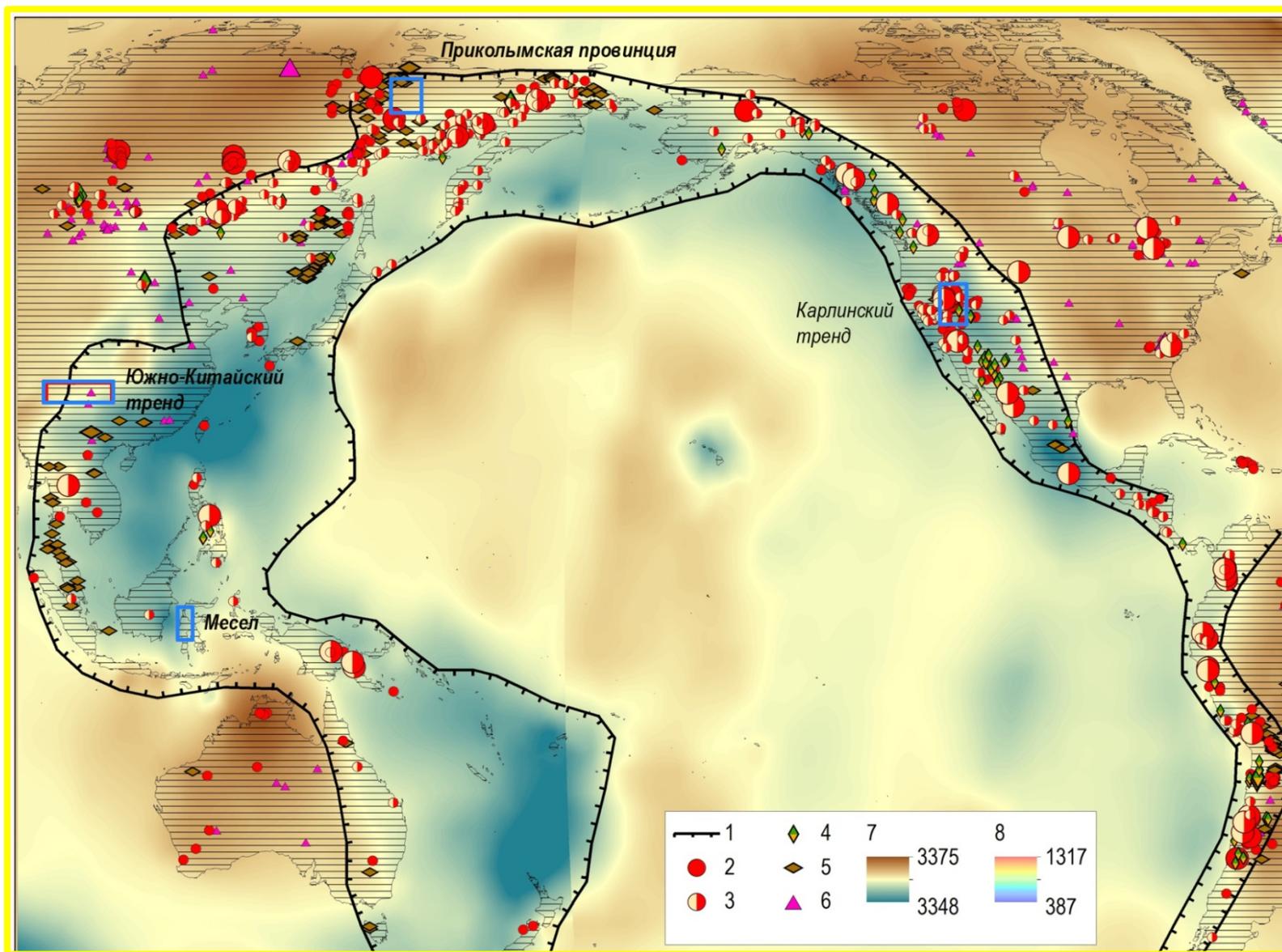
В начале XXI века из недр ТРП добывается огромное количество разнообразных полезных ископаемых, главные из которых: Cu, Au, Ag, Sn, Mo, Pb, Zn, Li, В, РЗМ, железные и марганцевые руды, Sb, Be, уголь и др.

В своей знаменитой статье академик С. С. Смирнов (1946) отметил элементы металлогенической однородности Тихоокеанского рудного пояса (ТРП), выделил в его пределах внешнюю и внутреннюю зоны и охарактеризовал особенности их металлогении.

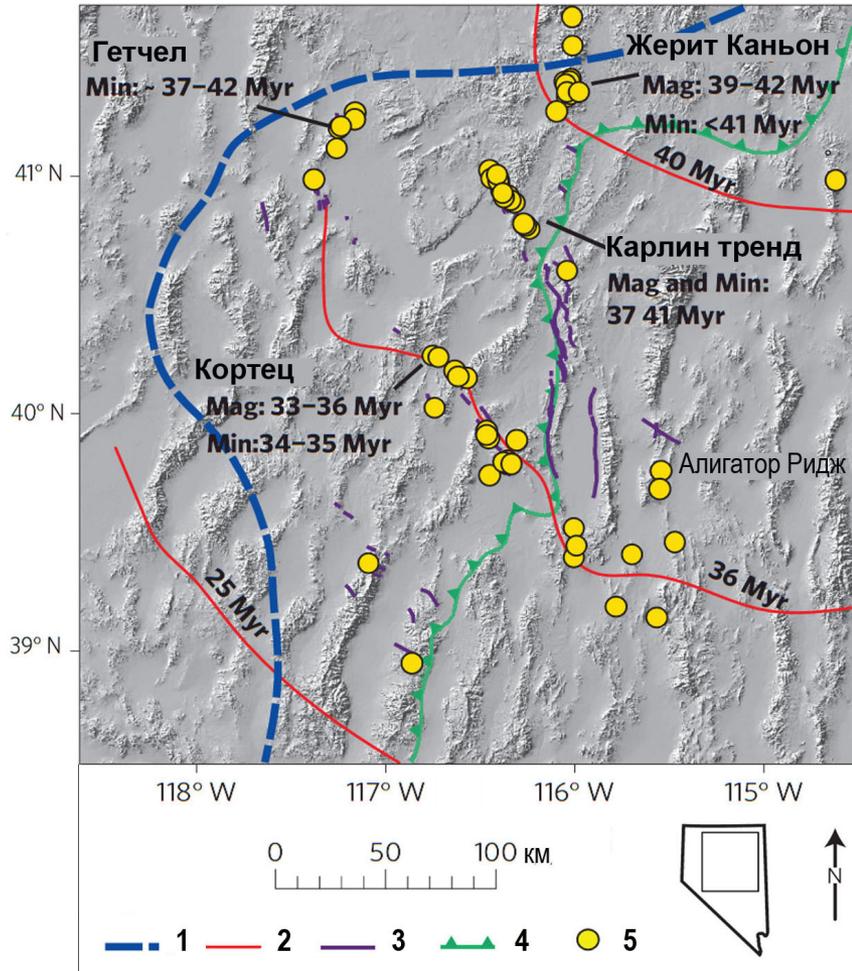
Позднее представления С.С. Смирнова о ТРП получили развитие в многочисленных трудах дальневосточных геологов. В российском сегменте ТРП были открыты новые рудные районы и крупные месторождения. Идеи новой глобальной тектоники и металлогении в определенной мере ассимилировали результаты этих исследований.

Глобальная металлогеническая однородность и зональность ТРП позволяет предположить широкое распространение аналогов американских месторождений в его азиатской половине, в том числе, и в его северо-западном сегменте – на Северо-Востоке России.

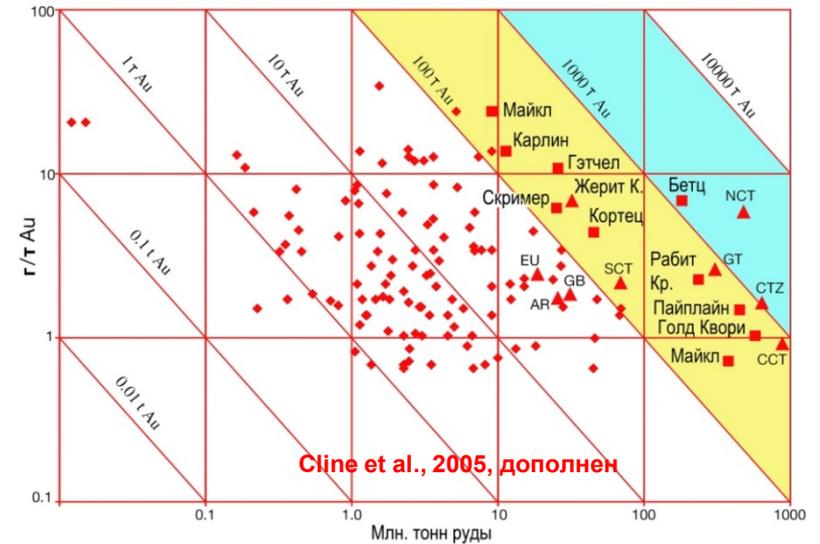
ИСХОДЯ ИЗ КОНЦЕПЦИИ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ И ЗОНАЛЬНОСТИ ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА, НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ ПРОГНОЗИРУЕТСЯ ОТКРЫТИЕ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КАРЛИНСКОГО ТИПА (МЗКТ)



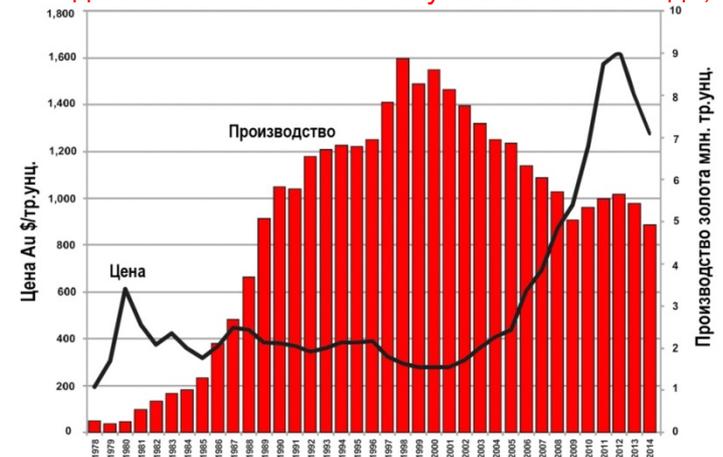
МЗКТ представляет собой крупные метасоматические тела джаспероидов в карбонатных вмещающих породах, которые содержат субмикроскопическое тонкодисперсное золото во вкрапленном пирите или марказите. Месторождения встречаются в рудных узлах (кластерах), сосредоточенных вдоль достаточно протяженных трендов (разломов). В настоящее время насчитывается 88 месторождений в Неваде (США) и 30 в Южном Китае. Рекордным стал 2000 г., когда из МЗКТ Невады было добыто 275 т золота. К 2015 г. производство золота из карлинских руд сократилось почти вдвое — до 150 т



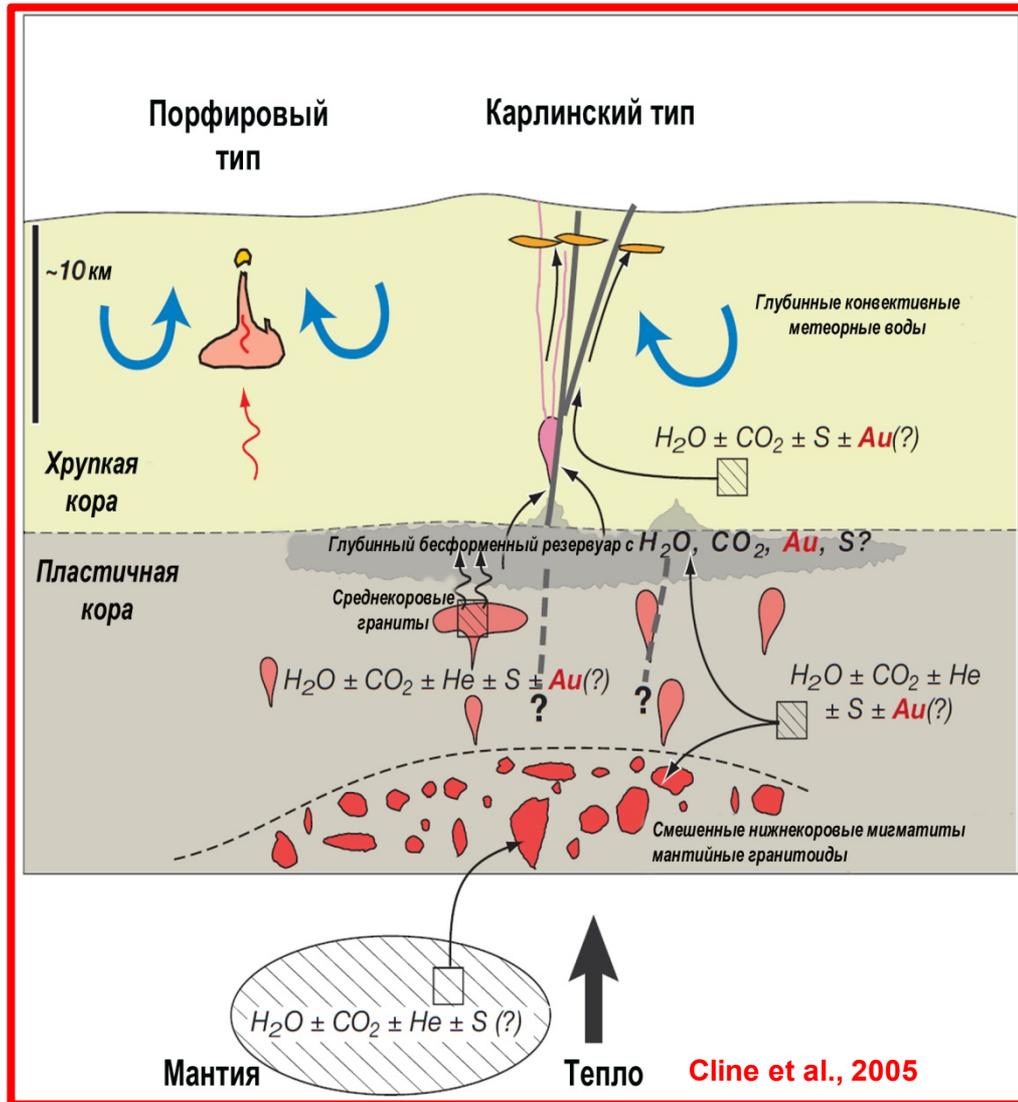
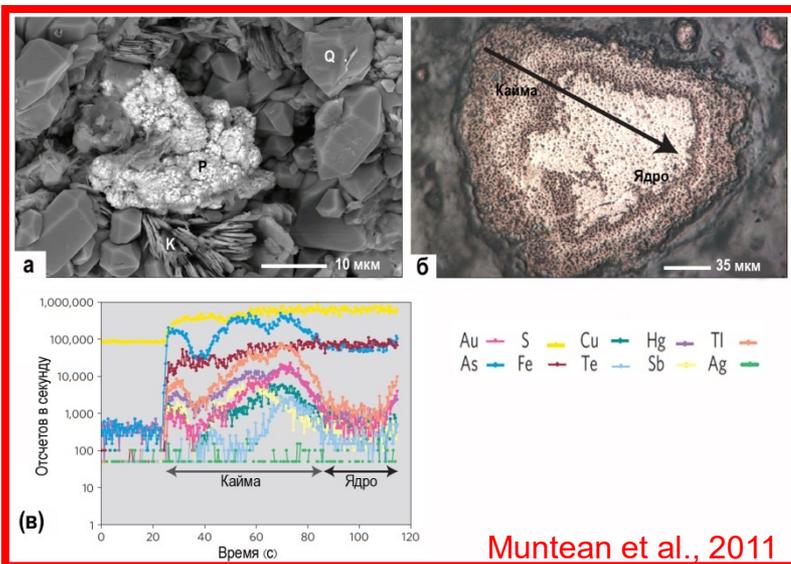
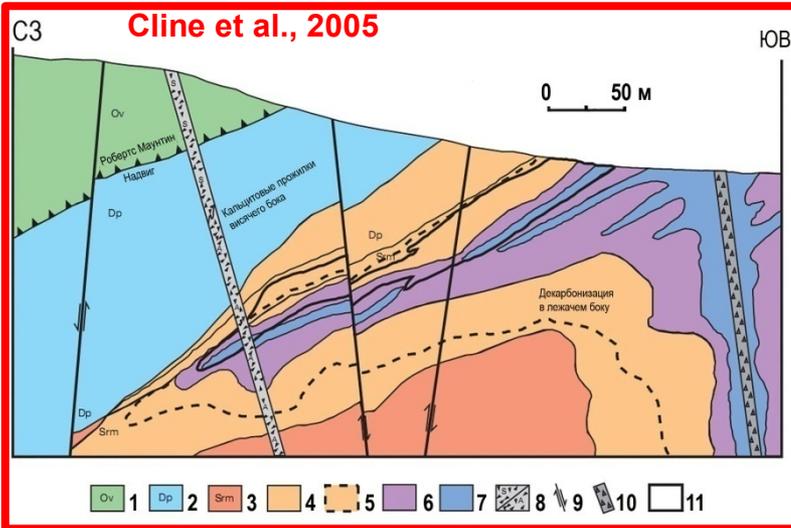
Muntean et al., 2011



по данным геологической службы штата Невада, 2015 г.



МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА КАРЛИНСКОГО ТИПА



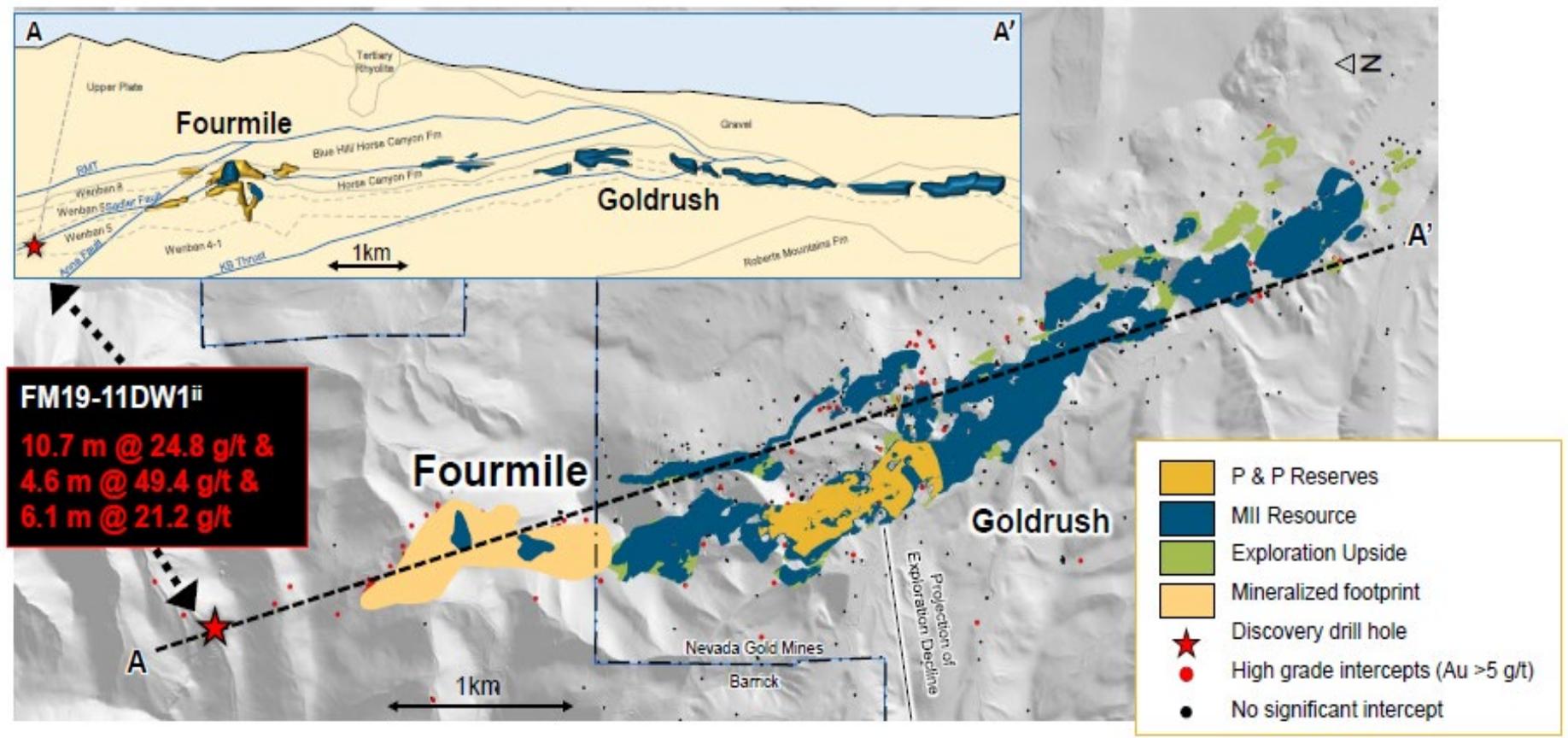
РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КАРЛИНСКОГО ТИПА

Выполненные ранее исследования показали общее сходство минерального состава руд проявлений Сакынджинского района с МЗКТ Невады



Главный вмещающий МЗКТ блок — нижняя плита надвига «Roberts Mountain», заложившегося во время антлеровского орогена. Большинство гигантских МЗКТ залегает в пределах 100 м от надвига или его проекции. Открытия новых крупных и богатых месторождений продолжаются на глубинах более около 2 км (Голдраш, Формула и недавнее подсечение – красная звездочка).

Fourmileⁱ...more high grade on the horizon



САКЫНДЖИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН ЯКУТИИ

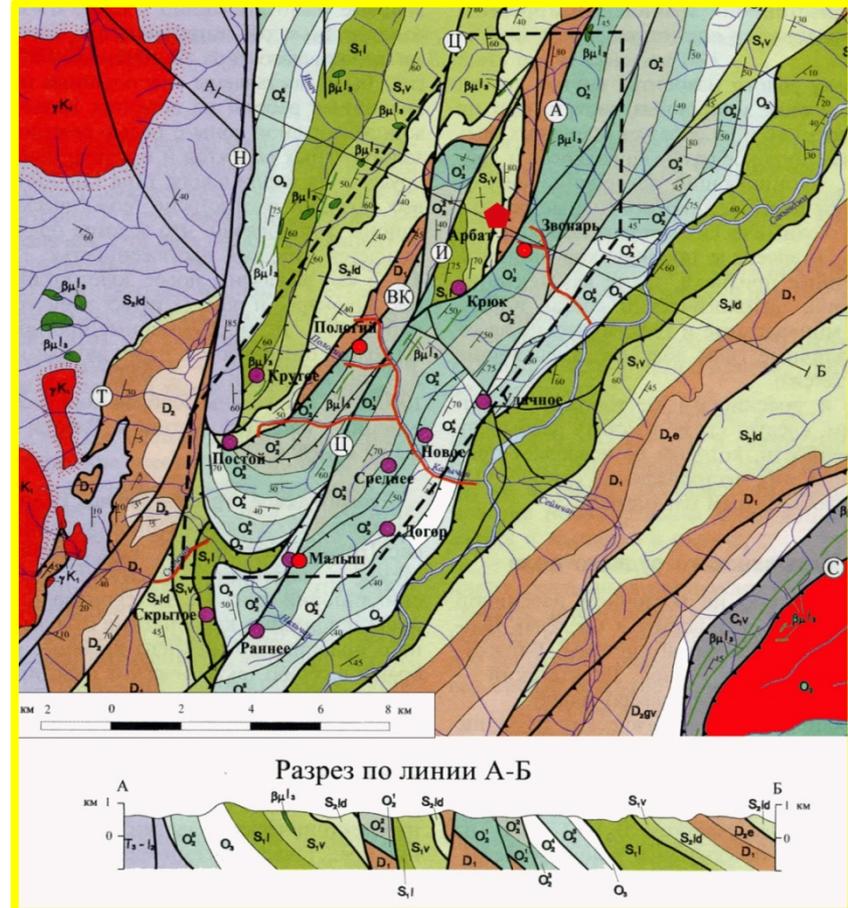
Тектоническая обстановка МЗКТ в северо-восточной Якутии имеет большое сходство с таковой в Неваде. МЗКТ Сакынджинского района сосредоточены на полосе длиной около 15 км и шириной 4—5 км вдоль зоны позднепалеозойского надвига



РУДНОЕ ПОЛЕ АРБАТ



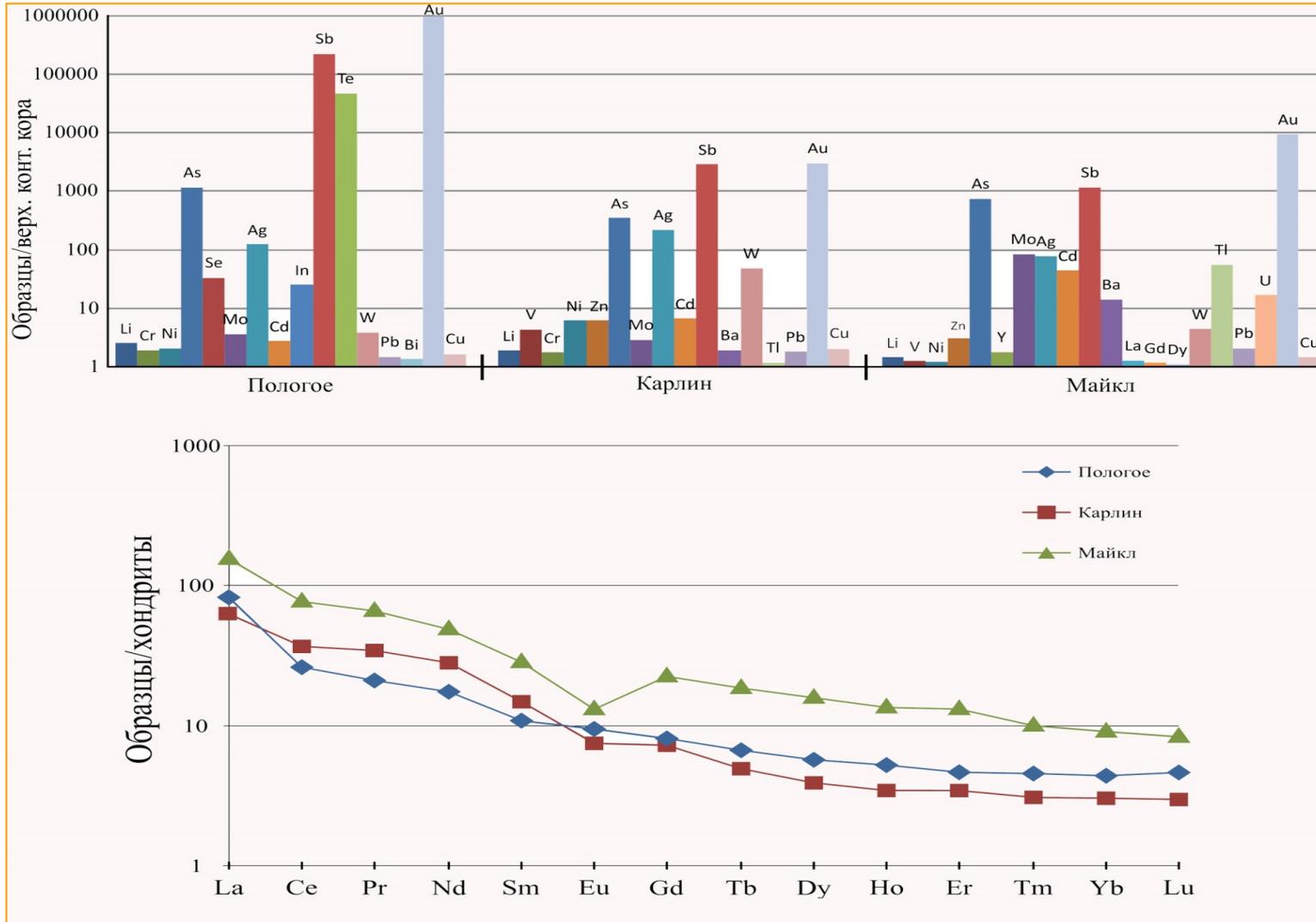
Выделения аурипигмента (желтое) и реалгара (ярко оранжевое) в брекчированных золотоносных джаспероидах.



(по материалам Аэрогеологии, Егоров, 2017).

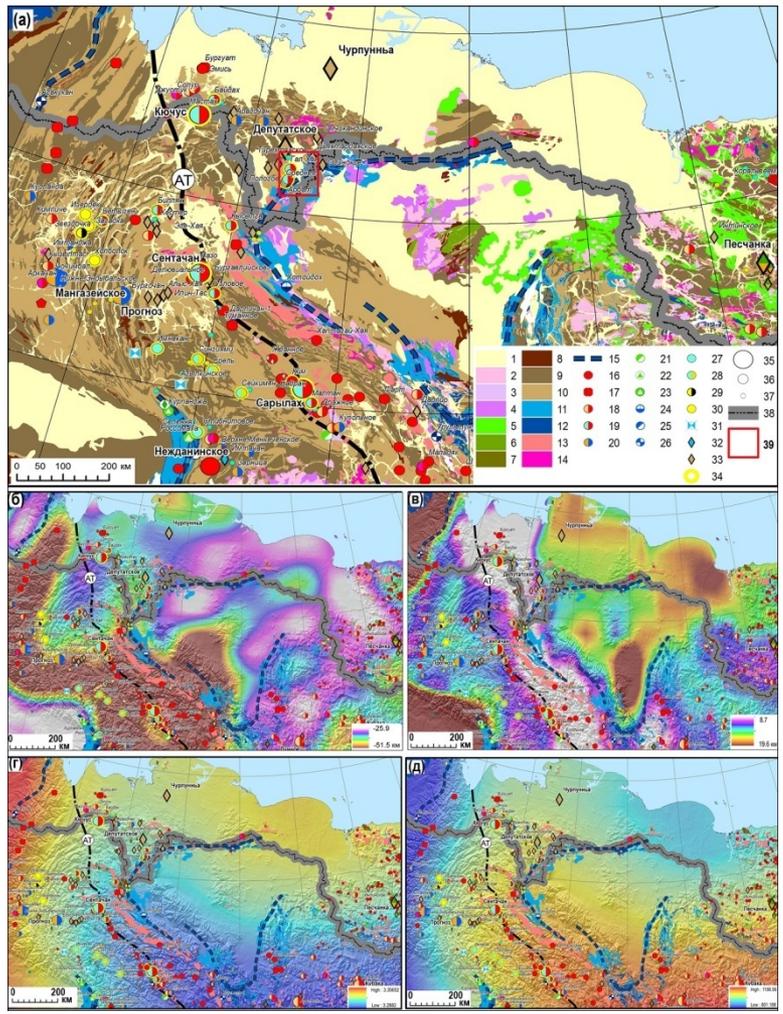
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В РУДАХ

Выполненные нами исследования показали общее сходство геохимического состава руд Сакинджинского района с МЗКТ Невады

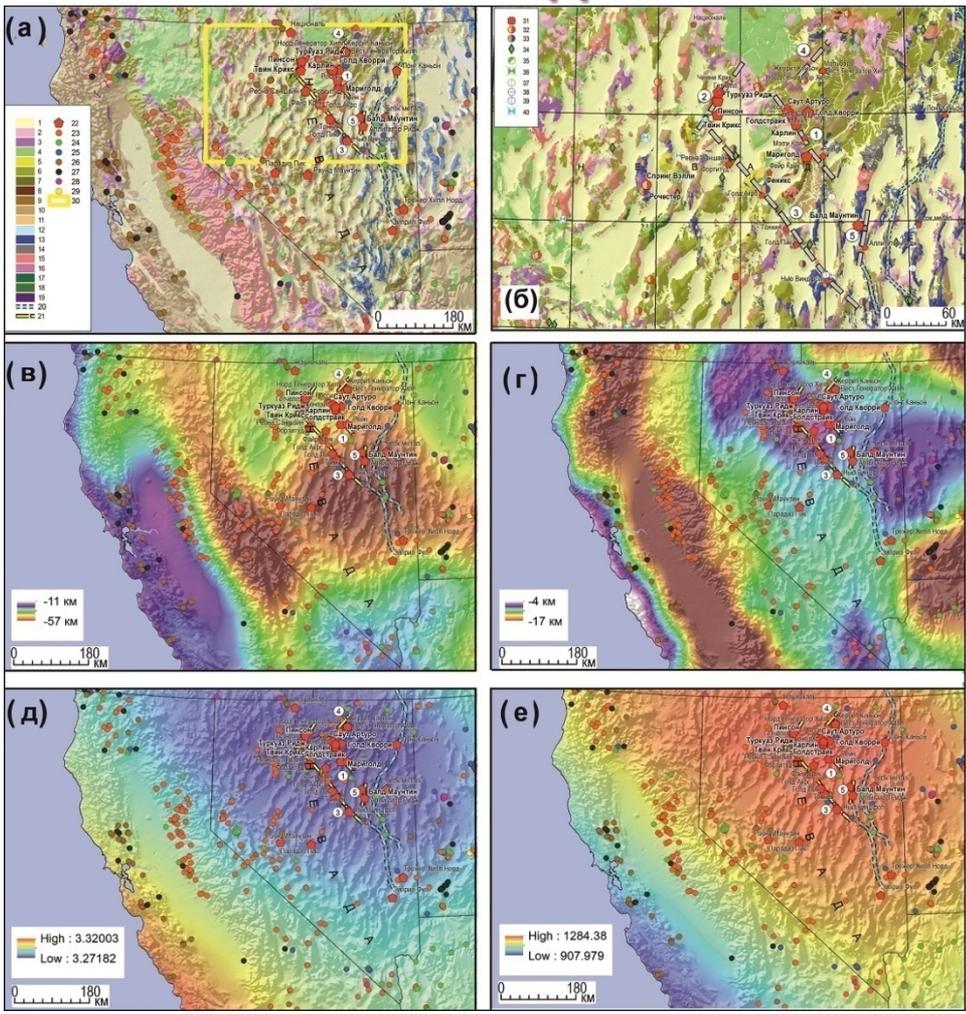


В качестве примера оценки перспектив рудоносности приведены результаты сравнительного металлогенического анализа геодинамических обстановок формирования МЗКТ на основе современных геофизических моделей литосферы Верхоянской, Невадской и Южнокитайской металлогенических провинций.

ВЕРХОЯНЬЕ



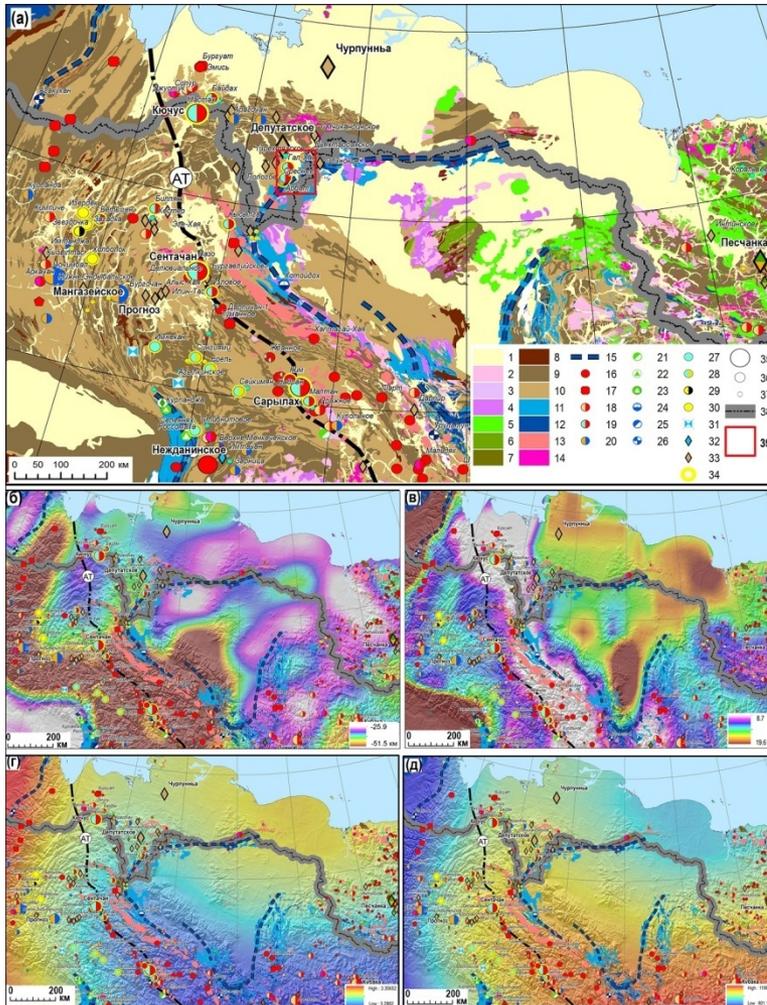
НЕВАДА



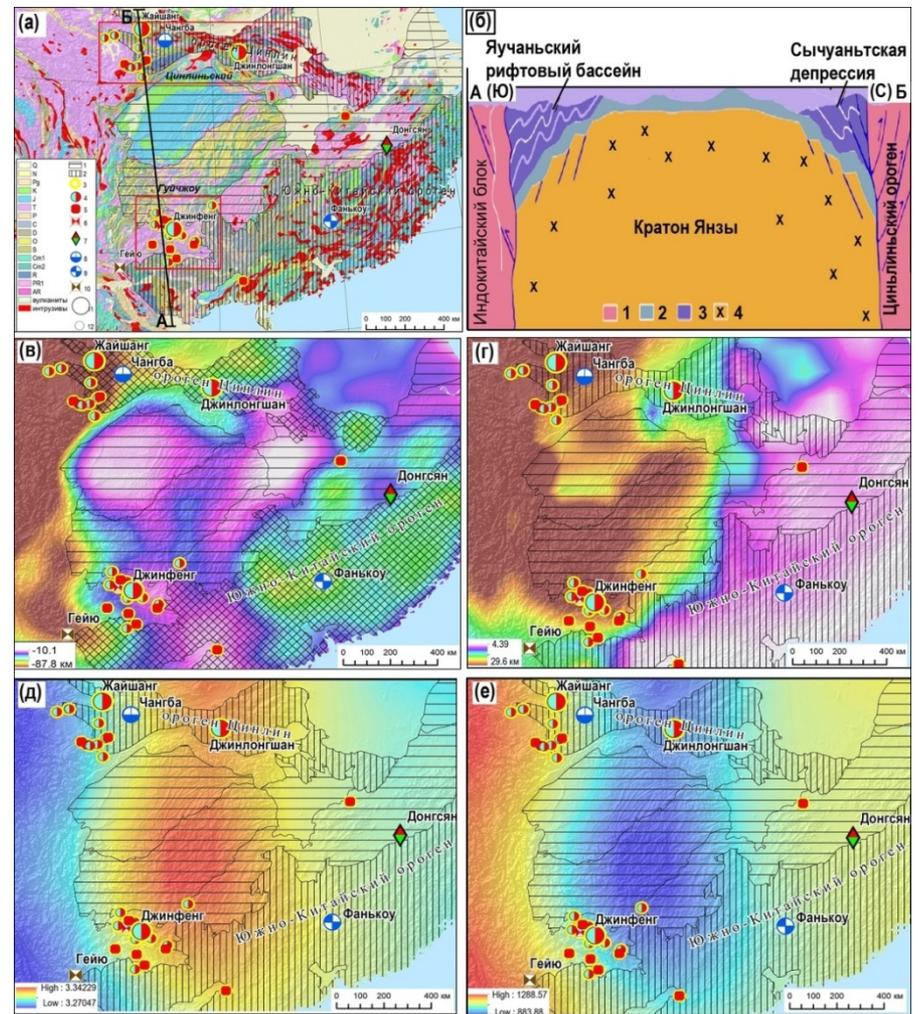
Berger V.I., Mosier D.L., Bliss J.D., Moring B.C. Sediment-Hosted Gold Deposits of the World-Database and Grade and Tonnage Models. Open-File Report 2014-1074, June 2014, Virginia, Reston: U.S. Geological Survey. — 2014. 46 p.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПРОВИНЦИЙ И ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗЕМНОЙ КОРЫ

ВЕРХОЯНИЕ



ЮЖНЫЙ КИТАЙ



Cammarano F., Guerri M. Global thermal models of the lithosphere // Geophys. J. Int. — 2017. — V. 210. — P. 56–72.

Tenzer, R.; Bagherbandi, M.; Gladkikh, V. Signature of the upper mantle density structure in the refined gravity data // Comput. Geosci. — 2012. — № 16. — P. 975–986.

Laske, G., Masters, G., Reif, C., CRUST 2.0: A New Global Crustal Model at 2° 2 Degrees, — 2000. — <http://igppweb.ucsd.edu/~gabi/rem.html>

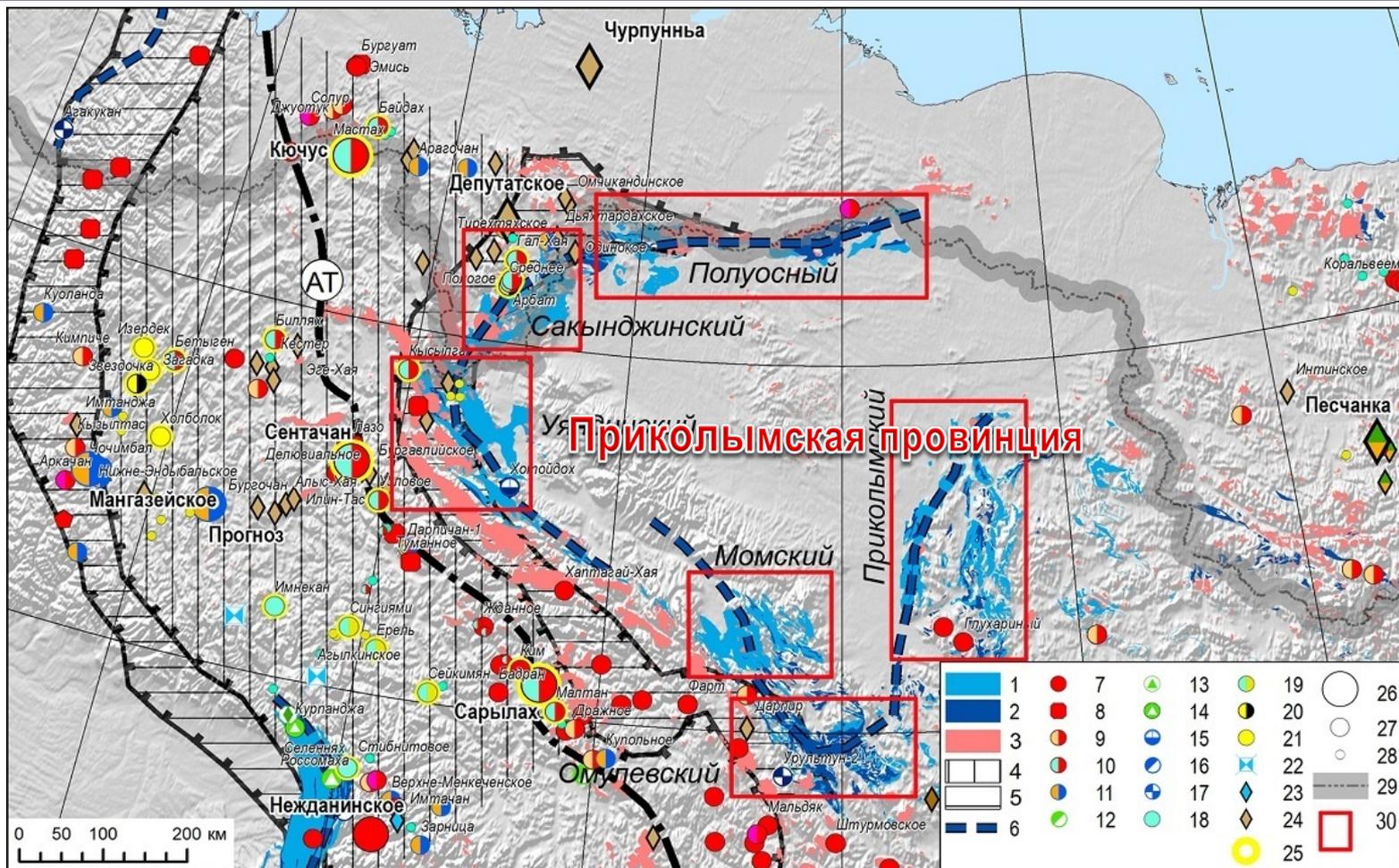
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКТОНИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК МЗКТ США, РОССИИ И КНР

ПАРАМЕТРЫ	США	РОССИЯ	ЮЖНЫЙ КИТАЙ	
	НЕВАДА	ПРИКОЛЫМСКАЯ	ПРОВИНЦИЯ ЦИНЬЛИН	ПРОВИНЦИЯ ГУЙЧЖОУ
ВОЗРАСТ	Третичный	Верхнемеловой	Юрско-меловой?	Меловой?
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА	Континентальная магматическая дуга, наложенное растяжение	Коллизионная магматическая дуга, посторогенное поднятие и растяжение.	Коллизионная магматическая дуга, посторогенное поднятие и растяжение.	Вне магматической дуги. Постконтракционный период растяжения
ЗЕМНАЯ КОРА	Приуроченность к крупным блокам повышенных значений гравитационного поля, к областям менее мощной земной коры	Приуроченность к крупным блокам пониженных значений гравитационного поля, к областям наиболее мощной земной коры	На периферии крупных блоков повышенных значений гравитационного поля, к областям менее мощной земной коры	
			Приуроченность к участкам коры с наименьшей толщиной слабометаморфизованного осадочного слоя	На окраине участков коры увеличенной мощности слабометаморфизованного осадочного слоя

КАК ВИДНО ИЗ ТАБЛИЦЫ - Выявлено сходство геодинамических обстановок формирования невадийских и сакындинских МЗКТ, что подтверждает высокие перспективы открытия крупных месторождений в этом арктическом районе Якутии.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КАРЛИНСКОГО ТИПА

В САКЫНДЖИНСКОМ районе известны золото-ртутные месторождения и проявления - Гал-Хая, Ольховое, Грибное, Балгикакчан, Арбат, Крюк, Пологое, Постой, Сэбичан, Среднее, Малыш, Раннее и Скрытое, а также рудопроявления киновари



Новые рудные районы с МЗКТ прогнозируются на всем протяжении Черско-Полоусненского покровно-складчатого пояса (Колымской петли).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Юго-восточный тренд МЗКТ Сакынджинского рудного района арктической зоны Якутии Верхоянской провинции коррелирует с простиранием средних значений плотности и температуры верхней мантии. Сходное направление отмечается также в структуре поверхности Мохо. Невадийские и Сакынджинские МЗКТ и месторождения района Гуйчжоу Южного Китая пространственно приурочены к областям со средней мощностью земной коры (на мантийных поднятиях или их склонах).

Невадийские и Сакынджинские месторождения приурочены к участкам коры с наименьшей толщиной слабометаморфизованного осадочного слоя, при этом такая закономерность в размещении южнокитайских МЗКТ не отмечается.

Невадийские и Сакынджинские месторождения пространственно контролируются относительно менее плотными и более нагретыми участками верхней мантии. Южнокитайские МЗКТ локализованы на границе «прогретой» и «остывшей» областей верхней мантии.

Выявлено сходство геодинамических обстановок формирования невадийских и сакынджинских МЗКТ, что подтверждает высокие перспективы открытия крупных месторождений в этом арктическом районе Якутии.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Фото К. Уютнова