



# 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](mailto: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).**

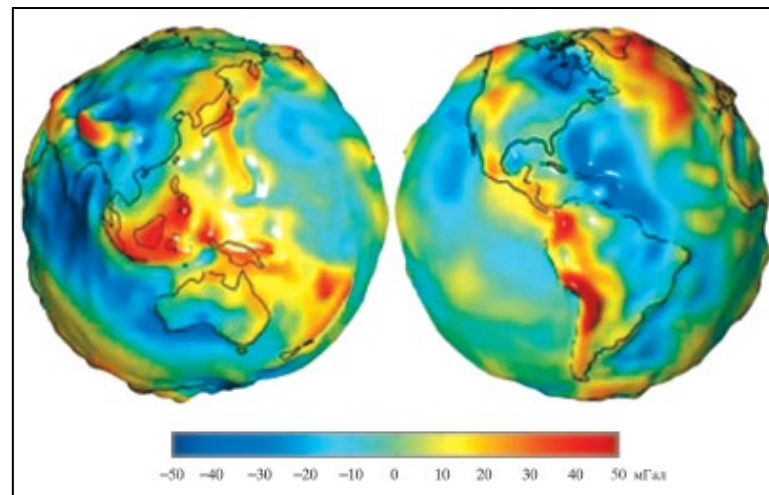
**Горнодобывающая промышленность – локомотив экономики Арктики**

**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.





# СООТНОШЕНИЕ МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА	МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩАЯ СИСТЕМА	МИНЕРАЛЬНЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
<b>ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА</b>		
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)
<b>ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ЦИРКУМ –АРКТИЧЕСКОГО РУДНОГО ПОЯСА</b>		
Активные окраины, аккреционно-коллизонные террейны	Порфирово-эпитеpmальная	Cu-Au-Mo порфиоровый, 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-порфиоровый
Орогенные складчатые пояса	Орогенная	Au-кварцевый, Zn-Pb-Ag с сульфидами

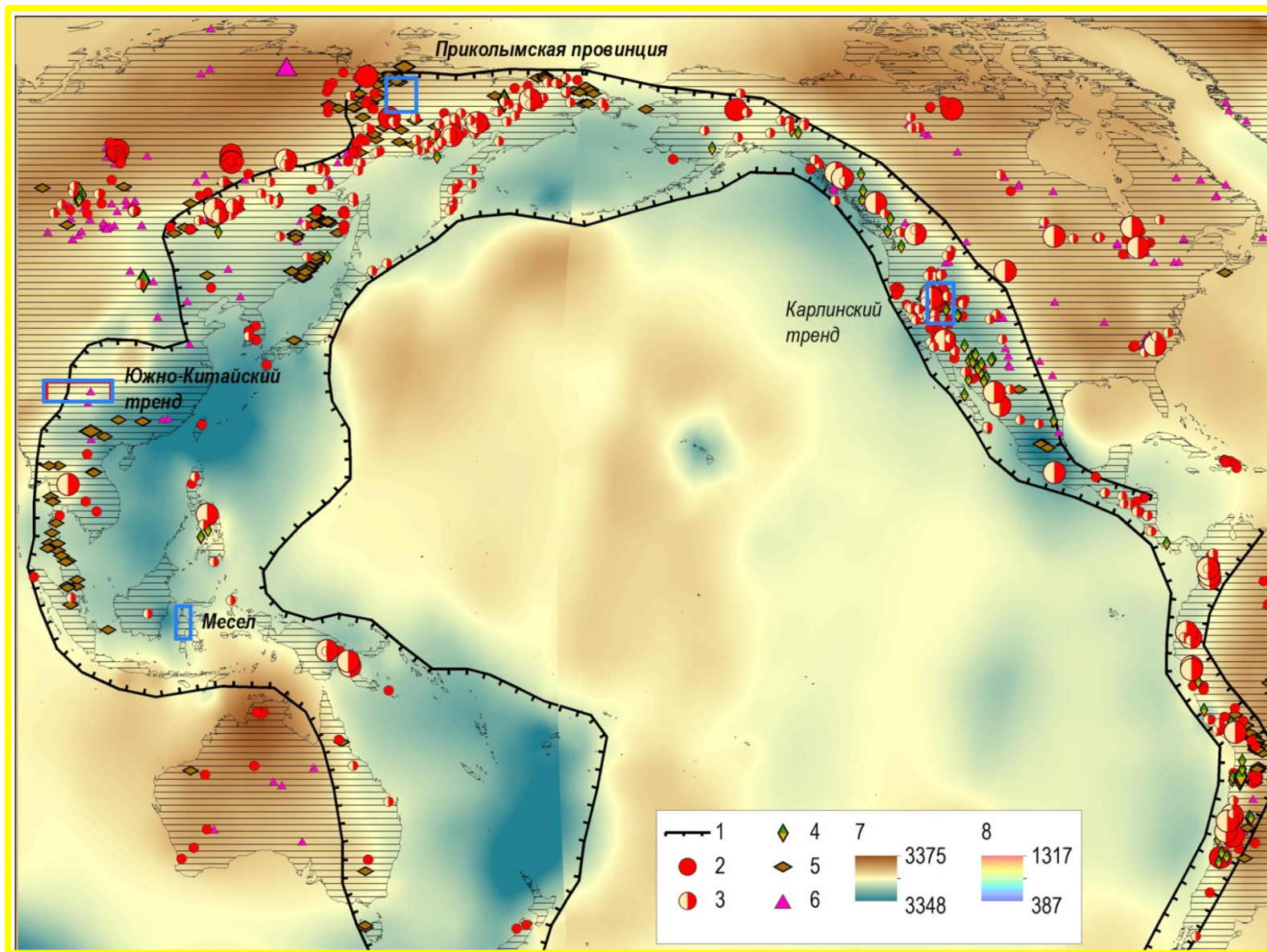
В начале XXI века из недр ТРП добывается огромное количество разнообразных полезных ископаемых, главные из которых: Cu, Au, Ag, Sn, Mo, Pb, Zn, Li, B, PЗМ, железные и марганцевые руды, Sb, Be, уголь и др.

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.

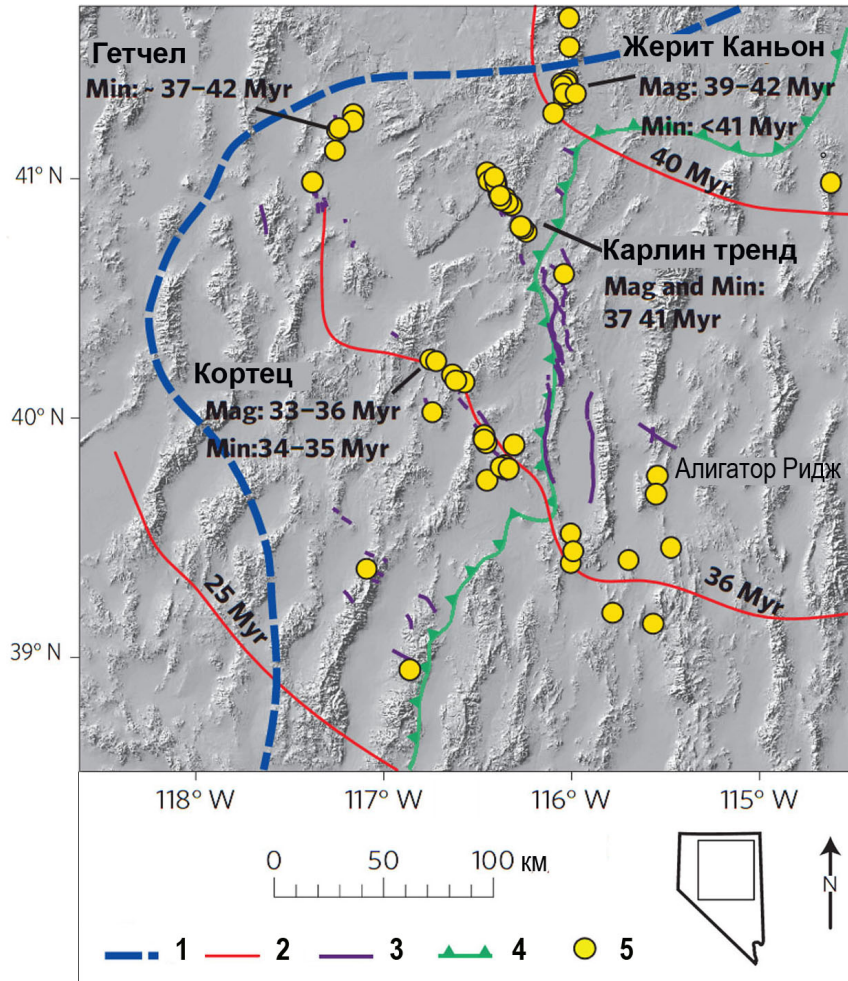
Позднее представления С.С. Смирнова о ТРП получили развитие в многочисленных трудах дальневосточных геологов. В российском сегменте ТРП были открыты новые рудные районы и крупные месторождения. Идеи новой глобальной тектоники и металлогении в определенной мере ассимилировали результаты этих исследований.

**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.**

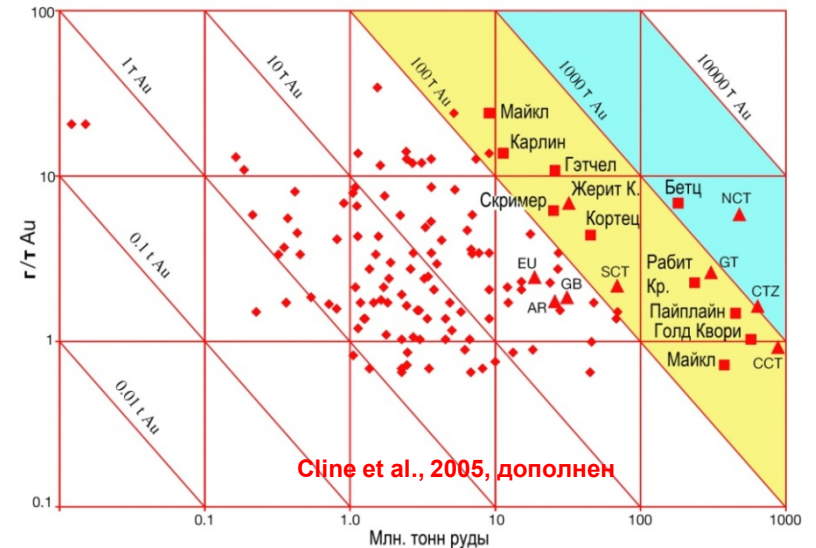
**ИСХОДЯ ИЗ КОНЦЕПЦИИ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ И ЗОНАЛЬНОСТИ ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА, НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ ПРОГНОЗИРУЕТСЯ ОТКРЫТИЕ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КАРЛИНСКОГО ТИПА (МЗКТ)**



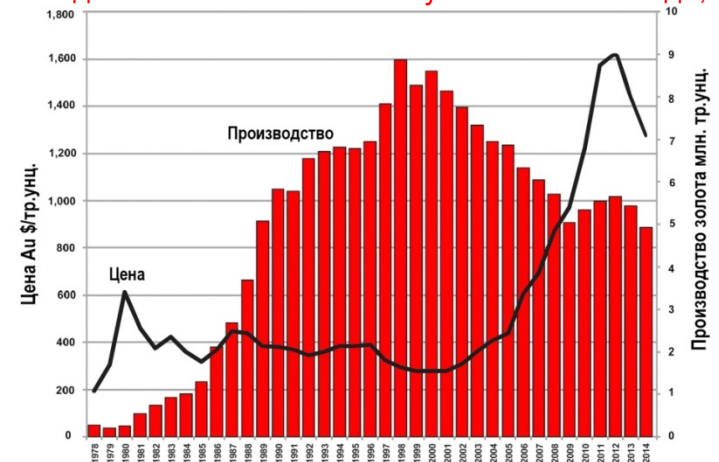
**МЗКТ представляет собой крупные метасоматические тела джаспериоидов в карбонатных вмещающих породах, которые содержат субмикроскопическое тонкодисперсное золото во вкрапленном пирите или марказите. Месторождения встречаются в рудных узлах (кластерах), сосредоточенных вдоль достаточно протяженных трендов (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

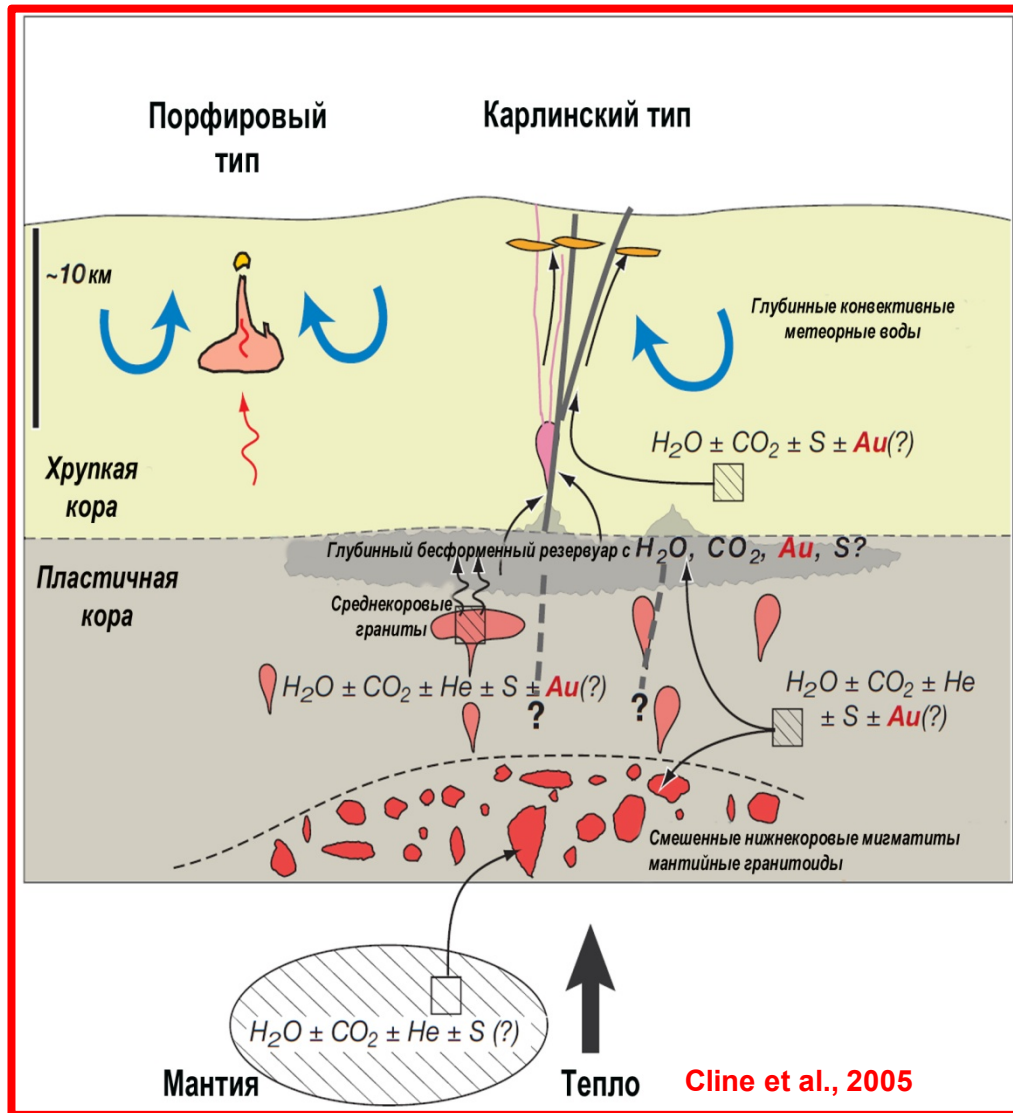
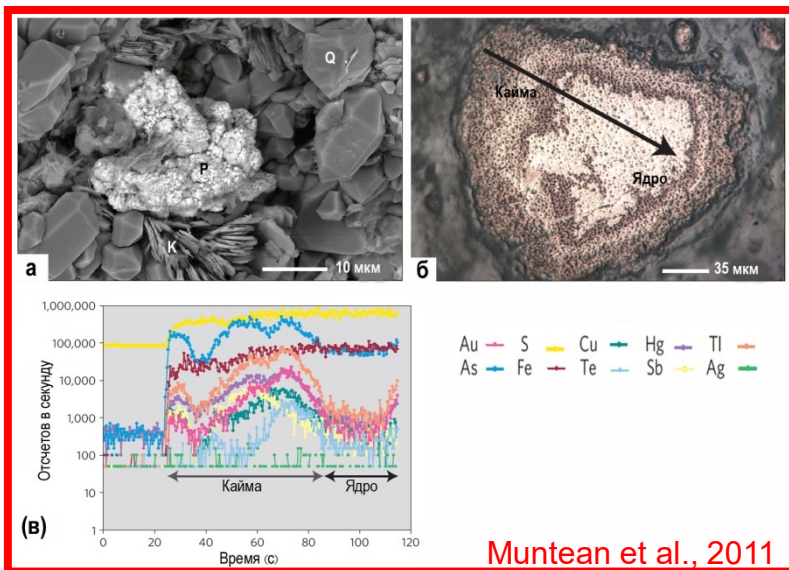
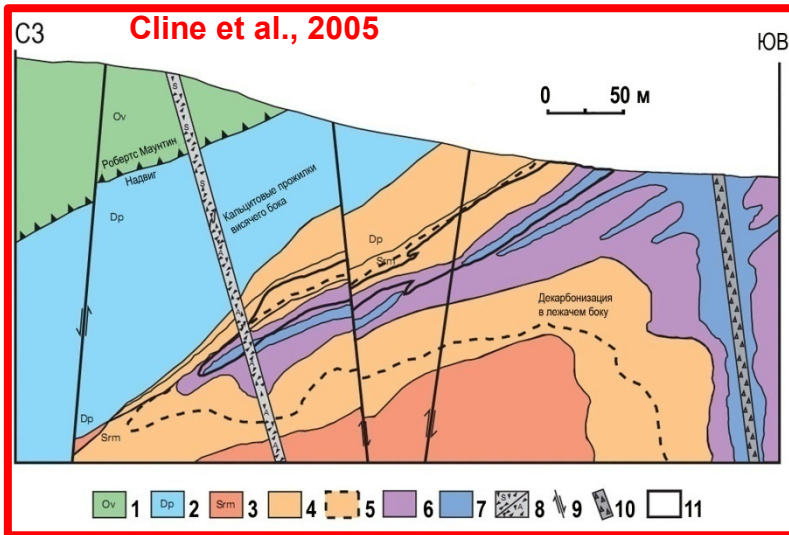


по данным геологической службы штата Невада, 2015 г.





# МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА КАРЛИНСКОГО ТИПА



# РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КАРЛИНСКОГО ТИПА

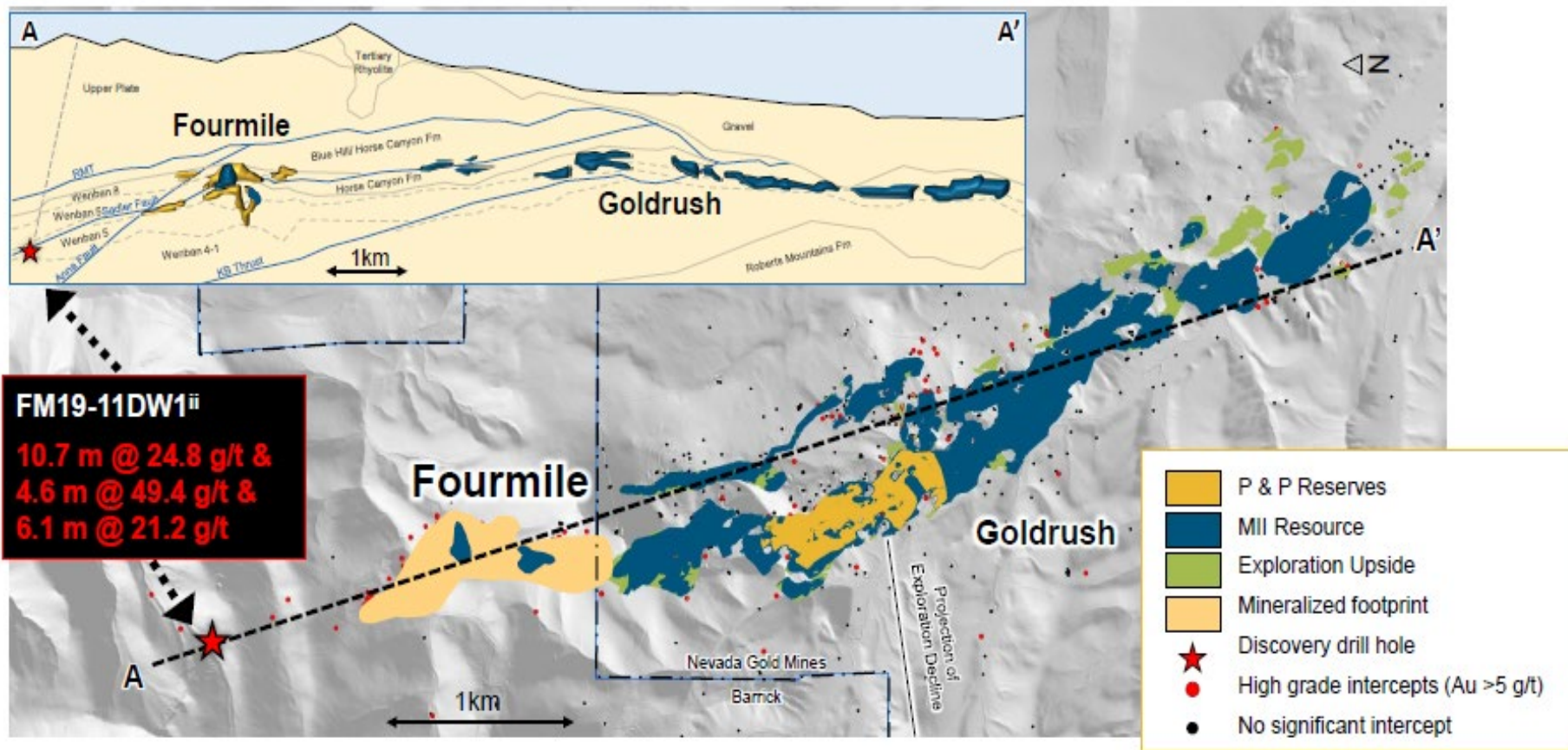
Выполненные ранее исследования показали общее сходство минерального состава руд проявлений Сакынджинского района с МЗКТ Невады



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).

## Fourmile<sup>i</sup>...more high grade on the horizon

**BARRICK**



# САКЫНДЖИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН ЯКУТИИ

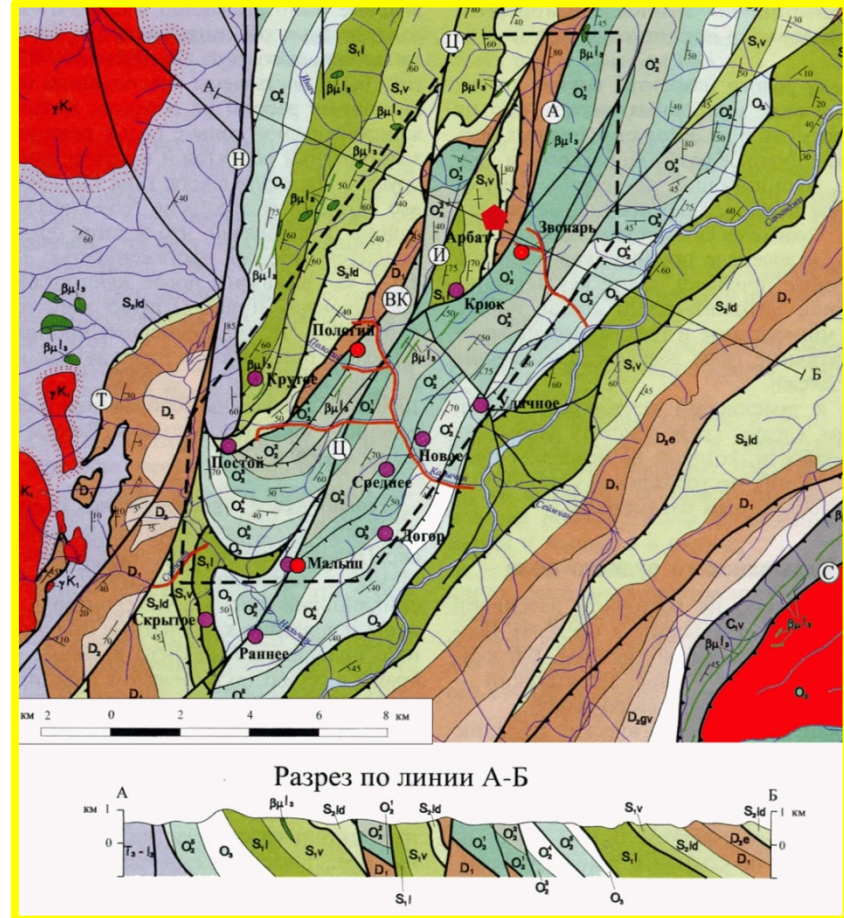
Тектоническая обстановка МЗКТ в северо-восточной Якутии имеет большое сходство с таковой в Неваде. МЗКТ Сакынджинского района сосредоточены на полосе длиной около 15 км и шириной 4—5 км вдоль зоны позднепалеозойского надвига



РУДНОЕ ПОЛЕ АРБАТ



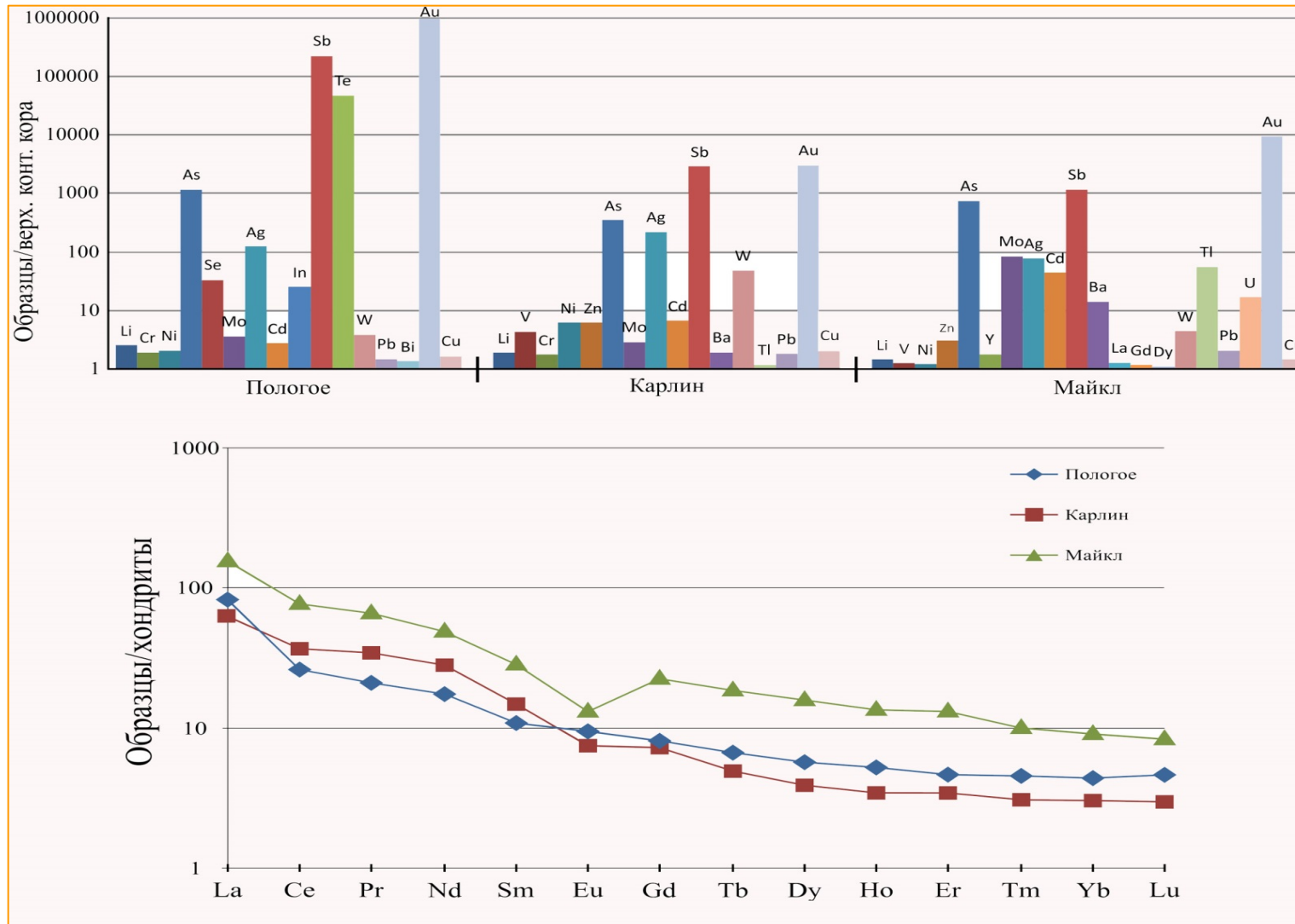
Выделения аурипигмента (желтое) и реалгара (ярко оранжевое) в брекчированных золотоносных джаспероидах.



(по материалам Аэрогеологии, Егоров, 2017).

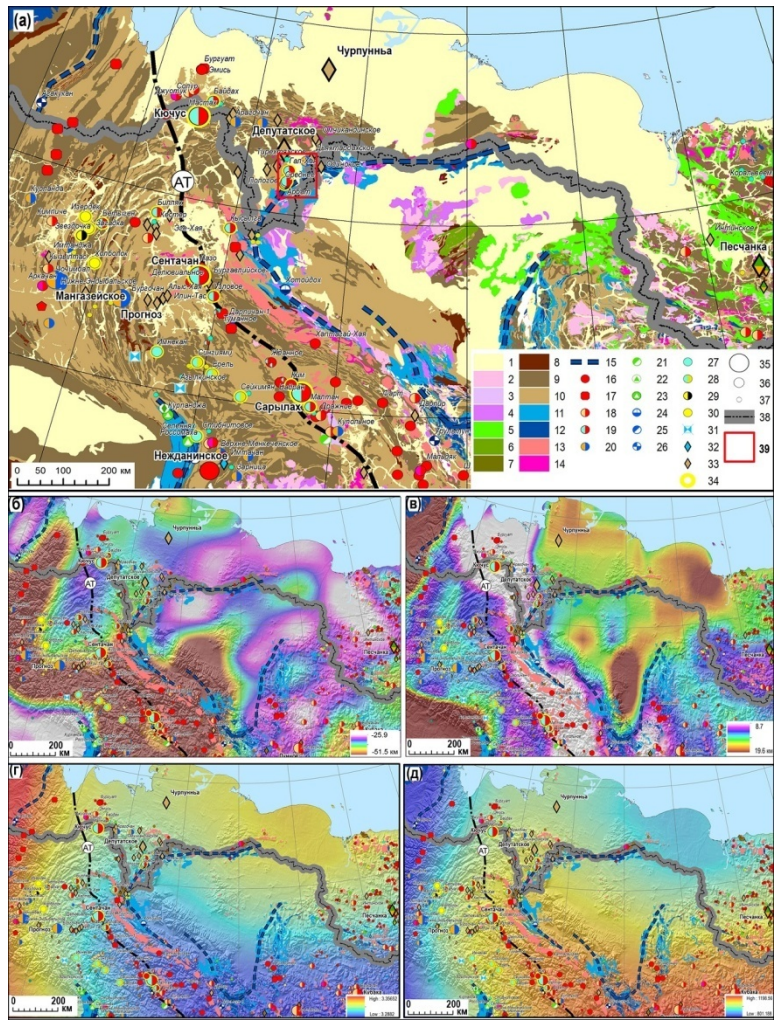
# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В РУДАХ

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

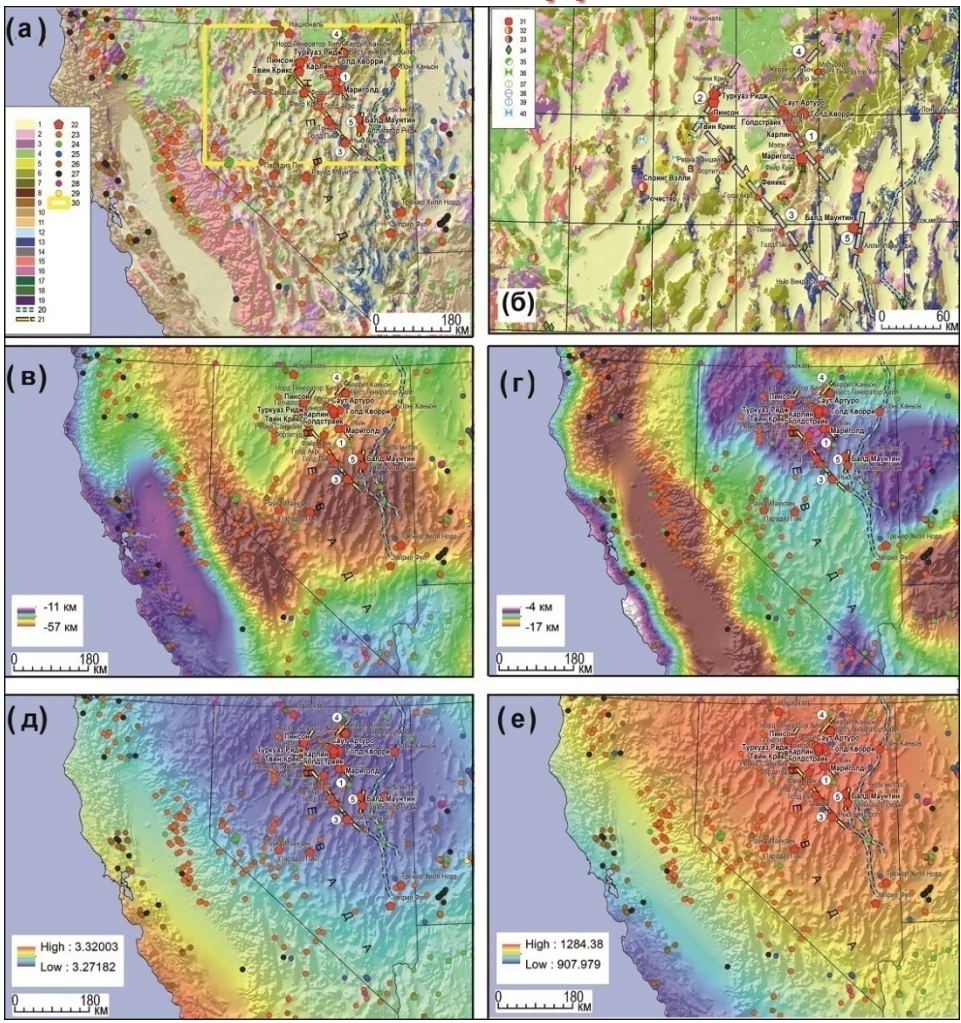


В качестве примера оценки перспектив рудоносности приведены результаты сравнительного металлогенического анализа геодинамических обстановок формирования МЗКТ на основе современных геофизических моделей литосферы Верхоянской, Невадской и Южнокитайской металлогенических провинций.

# ВЕРХОЯНЬЕ



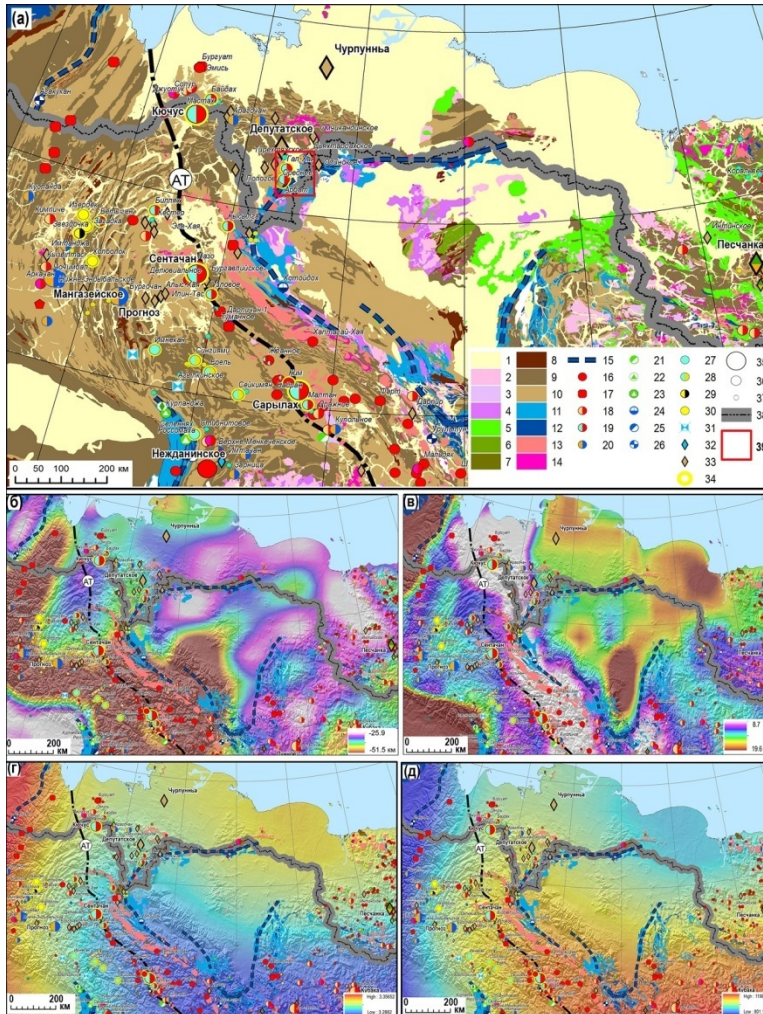
# НЕВАДА



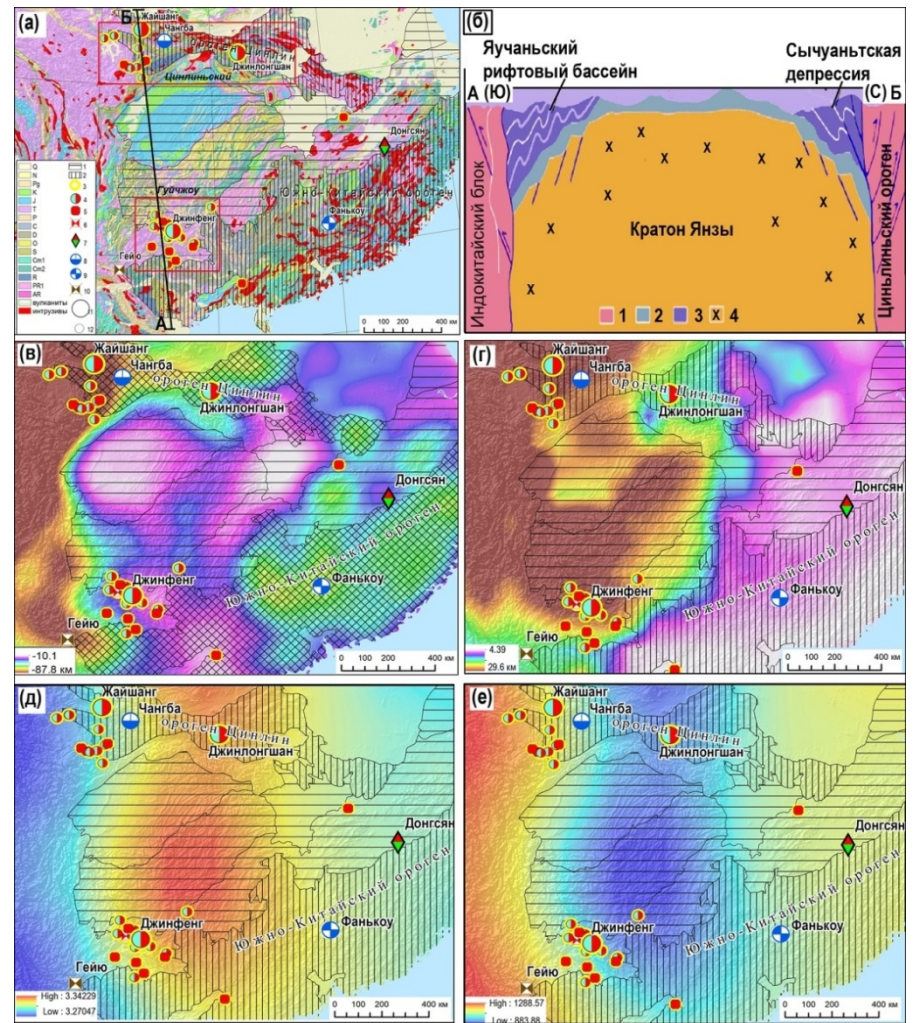
Berger V.I., Mosier D.L., Bliss J.D., Moring B.C. Sediment-Hosted Gold Deposits of the World-Database and Grade and Tonnage Models. Open-File Report 2014-1074, June 2014, Virginia, Reston: U.S. Geological Survey. — 2014. 46 p.

# 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

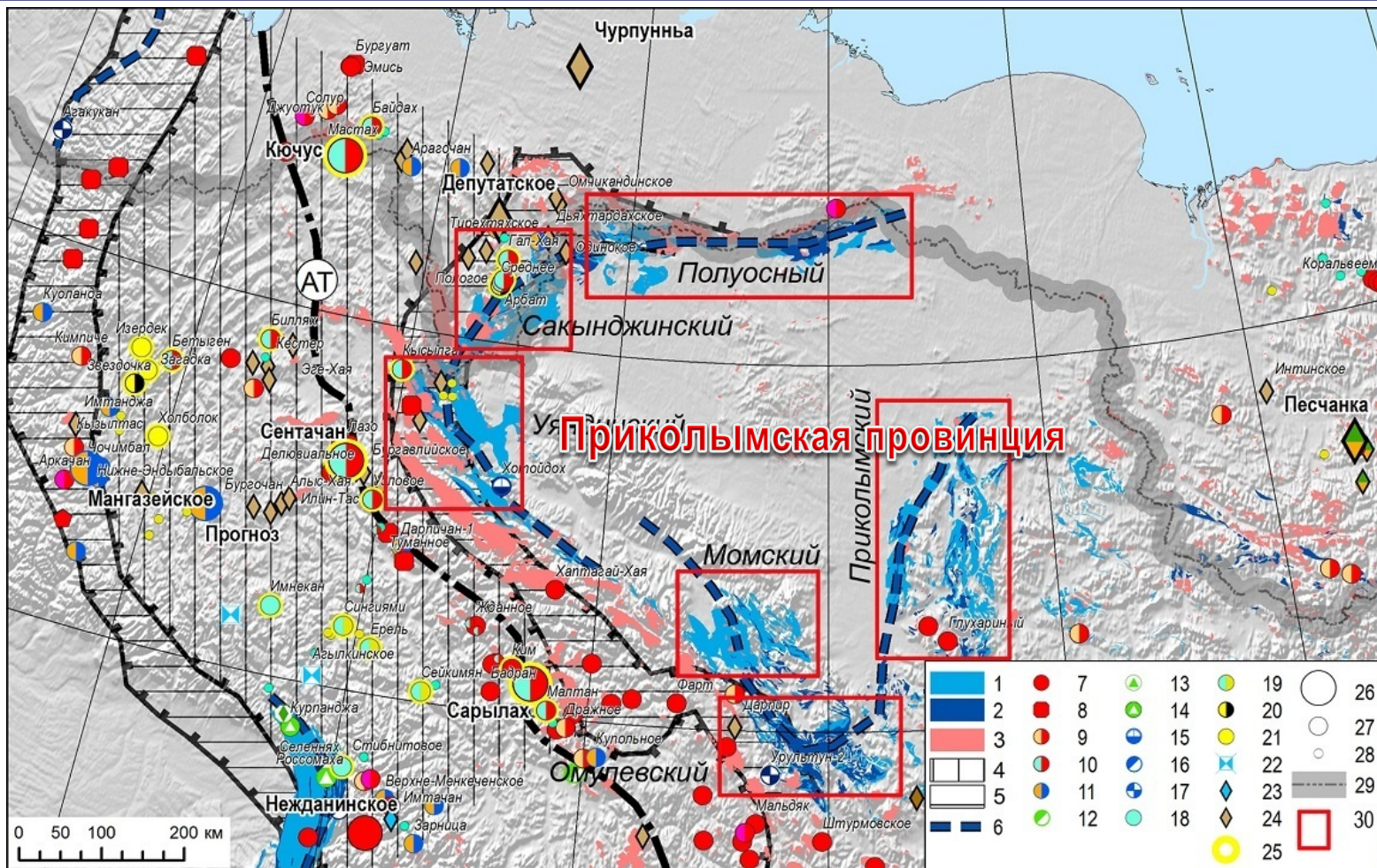
ПАРАМЕТРЫ	США	РОССИЯ	ЮЖНЫЙ КИТАЙ	
	НЕВАДА	ПРИКОЛЫМСКАЯ	ПРОВИНЦИЯ ЦИНЬЛИН	ПРОВИНЦИЯ ГУЙЧЖОУ
ВОЗРАСТ	Третичный	Верхнемеловой	Юрско-меловой?	Меловой?
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА	Континентальная магматическая дуга, наложенное растяжение	Коллизионная магматическая дуга, посторогенное поднятие и растяжение.	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