

# БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНЫ Й РУДОГЕНЕЗ И МАНТИЙНО-КОРОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Горячев Николай  
Анатольевич

СВКНИИ ДВО РАН, г.Магадан

**Nikolay A. Goryachev**

NEISRI FEB RAS, Magadan, Russia

**SEG Regional Vice President on Northern Eurasia 2009-2012**



Конференция памяти Л.В.Таусона – Иркутск

22-10-2012



[www.segweb.org](http://www.segweb.org)

# Введение.

## Цель доклада

- привлечь внимание к особенностям орогенных золоторудных месторождений разновозрастных орогенных поясов обусловленные вкладом мантийных источников в коровый рудогенез.
- Обратить внимание на важное значение триады полуметаллов As-Sb-Bi как минералообразующих элементов, определяющих специфику минеральных ассоциаций орогенных руд золота.



Введение.

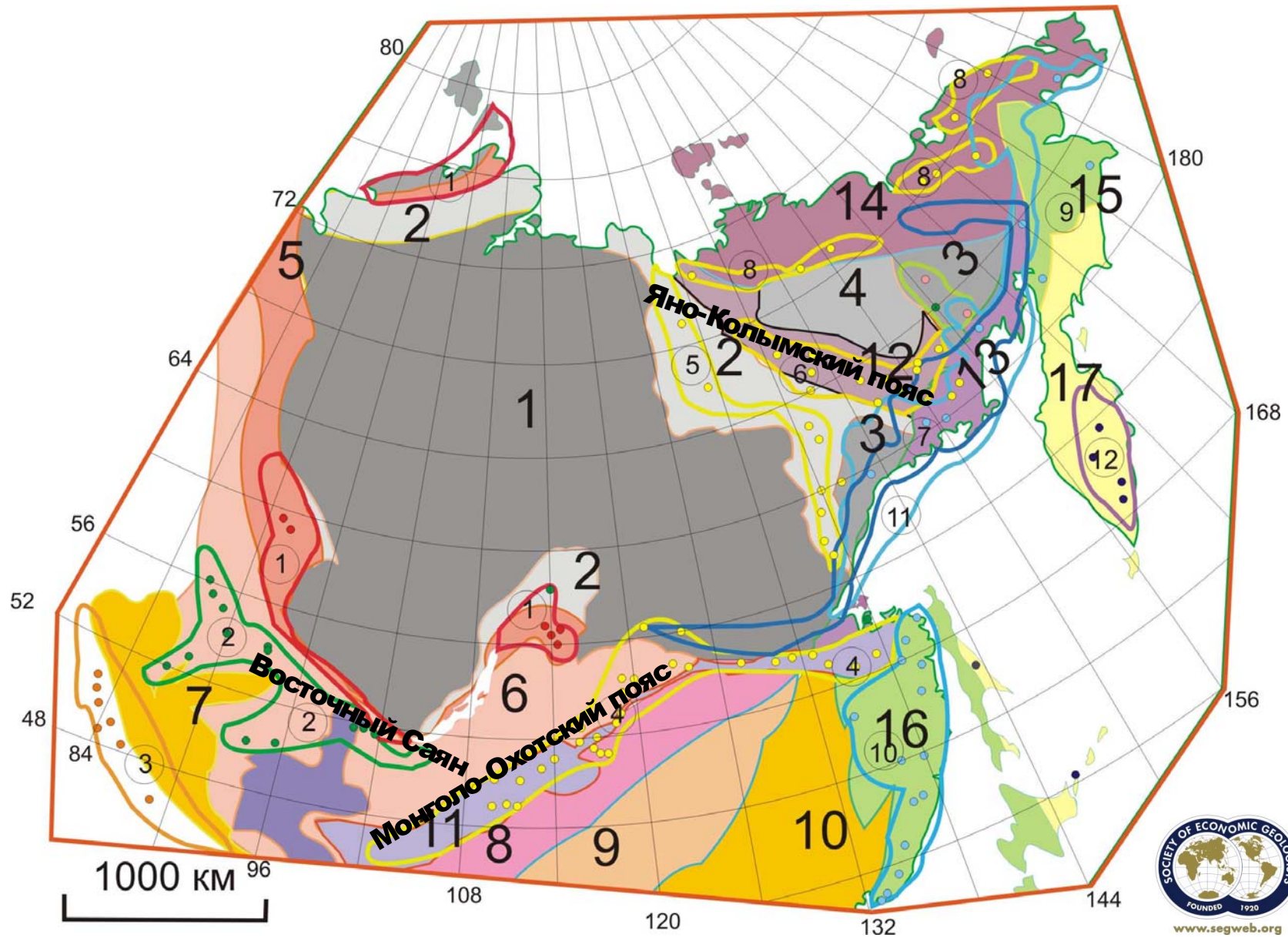
Предметом сообщения являются минералого-геохимические особенности месторождений Au и Ag орогенных поясов Сибири и Северного обрамления Пацифика.

Эти месторождения подразделяются на золотой (золото-сульфидно-вкрапленный и золото-кварцевый), золото-висмутовый, золото-серебряный, золото-сурьмяный, серебро-сурьмяный, золото-сурьмяно-ртутный и серебро-ртутный типы

[Тектоника..., 2001; Горячев, 2006,



# Пространственная позиция золотой минерализации



- При рассмотрении пространственно-временных связей Au и Ag оруденения с магматизмом выявляется отчетливая ассоциация одних групп месторождений с «мантийными» [Таусон, 1989] гранитоидами (окраинно-континентальные, задуговые и островодужные магматические пояса обрамления Пацифика, латитовые интрузивы Монголо-Охотского орогенного пояса), а других – с палингенными (Яно-Колымский орогенный пояс, Аляска и пр.). Это указывает на активную роль мантии в процессах орогенеза и формировании благороднометалльного оруденения.
- Отсюда следует вопрос – каким же образом мантия влияет на благороднометалльный

## Мантийные ассоциации благородных

### металлов

Собственно мантийные производные – Cu-Ni руды (Норильск, Сэдбери, Печенга, Кэйп Смит и др.), содержат промышленные концентрации благородных металлов (средние концентрации, г/т) : **Ag** 2-126; **Au** 0,042-4,307; **Pt** 0,208-28,395; **Pd** 0,051-67,26; **Ir** 0,009-0,264; **Ru** 0,006-1,553; **Rh** 0,022-0,625; **Os** 0,001-0,441) [Barnes and Lightfoot, 2005]. Согласно этим исследователям, им сопутствуют также относительно повышенные концентрации (г/т) **As** (0,51-142), **Sb** (0,15-34,54), **Se** (70-135). К этим элементам надо добавить **Te** и **Bi**,

# Рудные элементы в орогенных месторождениях золота Финляндии (Nurmi et al., 1991)

Элемент	Архейские месторождения (6)	Палеопротерозойские месторождения Лапландского домена (18)	Палеопротерозойские месторождения Свекофенского домена (20)
Co	35	233	148
Cu	139	2520	763
B	880	77,7	181
Mo	16	52	4
W	9	51	205
<b>Sb</b>	<b>1,6</b>	<b>2,2</b>	<b>450</b>
<b>Bi</b>	<b>61,6</b>	<b>10,3</b>	<b>37,2</b>
<b>As</b>	<b>1580</b>	<b>1150</b>	<b>9450</b>
<b>S</b>	<b>7530</b>	<b>41420</b>	<b>22270</b>
Te	1,64	15,2	3,39
Ag	1,68	0,493	3,15
Au	5,01	5,44	6,08





# Минералы сурьмы висмута мышьяка и теллура



## рудных месторождений Финляндии и

Тип	Возраст	Минералы	Примеры
Орогенный	2700	<b>As:</b> арсенопирит, пентландит <b>Bi:</b> теллуровисмутит, висмут <b>Sb:</b> нет <b>Te:</b> гессит, петцит, алтаит, фробергит, мелонит, Ag-Tl теллурид	Пампало, Валкеасуо, Таловейс, Педролампи Моуккори Аитторанта Хоско, Рямепуро, Корвилансуо
	1850-1800	<b>As:</b> арсенопирит, леллингит, кобальтин, данаит, маккинавит, Со-пентландит <b>Bi:</b> висмут, мальдонит, висмутин, икунолит, верлит, хедлейит, жозеит-А, цумоит, пильзенит, сульфоцумоит, тетрадимит, селенид Bi, селено-теллурид Bi, теллуровисмутин, <b>Sb:</b> <i>ауростибит</i> и <i>Bi-ауростибит</i> , <i>сурьма</i> , <i>Ag-Au антимонид</i> , <i>дискразит</i> , <i>костибит</i> , <i>тетраэдрит</i> , <i>буланжерит</i> <b>Te:</b> гессит, петцит, мелонит, калаверит, алтаит, галеноклаусталит, клокманиит	Хавери, Кивимаа, Осиконмэки, Пахтаваара, Сааттопороа, Суурикуусико, Лобаш-1 Ялонваара Кадилампи, Майское, Таммиярви, Ярвенпя Ахвенламми, Киимала, Панареченское
Скарновые	1900-1800	<b>As:</b> арсенопирит, леллингит <b>Bi:</b> висмут, мальдонит, пильзенит, Bi <sub>2</sub> Te, цумоит, хедлейит, жозеит-В <b>Sb:</b> ульманнит <b>Te:</b> алтаит,	Лауриноя, Изовеси Юкисиву Вэхэйоки
Связанные с интрузиями, нескарновые	1900-1800	<b>As:</b> арсенопирит, леллингит, <b>Bi:</b> висмут, Pb-Bi сульфосоли, Cu-Ag-Bi сульфосоли, эмплектит <b>Sb:</b> гудмундит, джемсонит, буланжерит, бурнонит <b>Te:</b> гессит, алтаит	Копса.
Поскольку присутствуют:	1800	<b>пирротин, пирит, халькопирит, сфалерит, галениит, швеллит,</b>	
Передок молибденит, висмутин	1850		

Сорокин, 2008; Войтеховский и др., 2009; Вольфсон, 2004; Кулешевич и др., 2004; Лавров и др., 2010; Сафонов и др., 2003; Eilu et al., 2003; Eilu, 1999; Johanson, Kojonen, 1989; Johansen et al., 1991; Kojonen et al., 1991; Kontoniemi et al., 1991; Korhjakoski, 1992; Luukkonen, 1994; Rautiainen, Partamies, 2003; Чернявский и др., 2010



# **PZ**

## **Орогенные месторождения Восточного Саяна**



# Минеральные типы золотого оруденения

## Восточного Саяна



Признаки	Золото-пирит-теллуридно-кварцевый	Золото-сульфидно-вкрапленный	золото-полисульфидно-кварцевый	золото-серебро-полисульфидно-кварцевый	золото-полисульфидно-антимонит-кварцевый	золото-висмутный
Приуроченность к зонам крупных разломов	Неявная	Неявная	Явная	Неявная	Явная	Неявная
Ассоциация с вулканическими комплексами	Явная	Неявная	Нет	Неявная	Неявная	Нет
Ассоциация с черными сланцами	Нет	Неявная	Неявная	Явная	Нет	Нет
Ассоциация с базитами и гипербазитами	Неявная	Явная	Неявная	Неявная	Нет	Нет
Ассоциация с карбонатными толщами	Нет	Нет	Неявная	Явная	Неявная	Нет
Ассоциация с гранитоидами	Явная	Неявная	Явная	Неявная	Явная	Явная
Характер метасоматоза	Березиты, аргиллизиты	Листвениты	Березиты, углеродизация	Аргиллизиты, листвениты, джаспероиды, углеродизация	Березиты	Березиты
Морфологические типы рудных тел	Жилы и жильные зоны	Зоны вкрапленных руд	Жилы и жильные зоны	Жильно-прожилковые зоны	Жилы и жильно-прожилковые зоны	Жилы
Главная продуктивная минеральная ассоциация	Пирит – золото-теллуридная	Золото-полисульфидная	Золото-полиметаллическая	Золото-полиметаллическая	Золото-полисульфидная с теллуридами	Золото-полисульфидная с сульфосолями висмута
Типоморфные элементы руд	Au, Ag, Te, Cu, Zn, (Pb, Sb, Bi, Mo), Pt, Pd	Au, As, Cu, Sb, (Pb, Zn, Hg, Bi, Te), Pt, Pd,	Au, Pb, Zn, Cu, Mo, Bi (Ag, Sb, Te), Pt, Pd	Au, Ag, Sb, Pb, Zn, Cu, Hg (Bi, Mo, Te), Pt, Pd	Au, As, Sb, Te, Pb, Zn (Cu, Ag, Mo, Bi)	Au, As, Bi, Sb, Pb, Zn, (Cu, Mo)
Пробность золота	200-996	610-965	895-990	520-990		710-988
Предполагаемый возраст	Венд-кембрий	Ордовик	Ордовик-силур	Ордовик-силур	Ордовик-силур	Ордовик-силур
Геодинамическая обстановка	Доорогенная, (островные дуги, активные континентальные окраины)	Раннеорогенная	Раннеорогенная	Позднеорогенная	Позднеорогенная	Позднеорогенная
Примеры месторождений и рудопроявлений	Хорингольское, Сагангольское, Таинское, Пионер	Хурай-Жалгинское, Верхнехонченское	Барун Холба, Самартинское, Гранитное	Динамитное, Зеленое, Зун Оспа	Коневинское, Туманное	Пограничное

# Минералы Sb, Bi, As и Te в рудах золотых

## месторождений

Тип	Возраст	Минералы	Примеры
<b>Орогенный</b>	480-415	<b>As:</b> арсенопирит, леллингит, <b>Bi:</b> висмут, висмутин, <b>Sb:</b> антимонит, тетраэдрит, буланжерит <b>Te:</b> гессит, колорадоит, креннерит	Барун-Холба, Туманное, Верхнехонченское, Хурайжалгинское, Коневинское, Зун-Холба, Водораздельное
<b>Позднеорогенные?</b>	400-350?	<b>As:</b> прустит <b>Bi:</b> миаргирит <b>Sb:</b> тетраэдрит, буланжерит, полибазит, пираргирит, штроейерит, диафорит, <b>Te:</b> алтаит,	Динамитное, Зеленое, Южное, Конгломератовое, Сагансайрское
Связанные с интрузиями, нескарновые	450-400	<b>As:</b> арсенопирит, кобальтин, герсдорфит, миллерит, <b>Bi:</b> висмут, висмутин, галенобисмутит, лиллианит <b>Sb:</b> тетраэдрит, буланжерит, хоробетсуит <b>Te:</b> гессит, алтаит	Пограничное, Ондольтой
Метаморфизованное эпитеермальное, перфиоровое и колчеданное	700-500	<b>As:</b> арсенопирит, кобальтин <b>Bi:</b> теллуоровисмутин, висмут, верлит, висмутин <b>Sb:</b> буланжерит <b>Te:</b> гессит, алтаит, петцит, капаверит, мелонит	Сагангольское, Хорингольское, Обокольское, ранние руды Зун-Холбы, Пионер, Таинское, Зун-Оспа

**Постоянно присутствуют: пирит, халькопирит, сфалерит, пирротин, галенит, нередок молибденит.**  
 Данные: Айриянц и др., 2002; Дамдинов, 2010; Гармаев, 2010; Дамдинов и др., 2009; Дамдинов и др., 2008; Громова, 1960; Жмодик и др., 2006; Жмодик и др., 2008; Миронов, Жмодик, 1999; Миронов и др., 2001; Феофилактов, 1966, 1970, 1992; Zhmodik et al., 1993



www.segweb.org

## **Общие и отличительные черты орогенных месторождений золота**

- Пространственно месторождения и рудопроявления разных типов по-разному и располагаются.**
- Доорогенные золото-пирит-теллуридные месторождения тяготеют к границам жестких докембрийских «глыб», обнаруживая пространственно-временную связь с полями развития островодужных - вулканогенной сархойской серии и с гранитоидами тоналит-плагиогранитной формации.**
- Орогенные золото-полисульфидные вкрапленные объекты тесно ассоциируют с древними офиолитовыми комплексами и черными сланцами, что находит отражение в их высокой платиноносности (Миронов и др., 2006), распространены в карбонатных толщах**



# **Общие и отличительные черты орогенных месторождений золота Восточного Саяна**

**Рудах постоянно присутствуют теллуриды золота и ряда других элементов, минералы висмута и сурьмы также обычны.**

**Появляются рудопроявления в которых более отчетлива связь их с гранитами, и тесная корреляция золота с висмутом. Эти объекты выделяются в тип золото-висмутовых месторождений генетически связанных с гранитоидами**



# MZ

## Орогенные месторождения Монголо- Охотского пояса



# Минералы Sb, Bi, As и Te в рудах золотых

## месторождений

Тип	Возраст	Минералы	Примеры
<b>Орогенный</b>	208-157	<b>As:</b> арсенопирит, Со-арсениды, <b>Bi:</b> висмутин, козалит, теллуриды <b>Sb:</b> антимонит, тетраэдрит, бурнонит, буланжерит <b>Te:</b> теллуриды золота и серебра	Бороо, Гатсуурт, Любовь, Амрская дайка, Карийское, Итакинское, Дыбыксинское, Токур, Хавергинское, Маломырское, Березитовое
Связанные с интрузиями, нескарновые	158-150	<b>As:</b> арсенопирит, теннантит, <b>Bi:</b> висмут, висмутин, козалит, икунолит, хоробетсуит, галеновисмутит, ашамальтит, хейровскит, канницарит, бурсаит, айкинит, эмплектит, виттихенит, теллуриды и тетрадимит, жозеиты Аи В, ингодит, сульфоцумоит, цумоит, хедлиит, прильзенит, теллуровисмутит, джонасанит мальдонит, <b>Sb:</b> тетраэдрит, антимонит, сульфосоли свинца и меди, ауростибит, нисбит, брейтгауптит <b>Te:</b> петцит, гессит	Дарасун, Ключи, Ушумунское, Средне-Голготайское, Кировское
эпитермальное и подсulfидное	150--143	<b>As:</b> арсенопирит, реальгар <b>Bi:</b> серебро-висмутовые сульфосоли <b>Sb:</b> антимонит, бурнонит, буланжерит, пирротин, галенит, шеелит, нередок <b>Te:</b> турмалин.	Жидка, Тасеевское, Балейское, Новоширокинское

Постоянно присутствуют: **As:** арсенопирит, реальгар  
**Bi:** серебро-висмутовые сульфосоли  
**Sb:** антимонит, бурнонит, буланжерит, пирротин, галенит, шеелит, нередок  
**Te:** турмалин.

Данные: Спиридонов и др., 2006; Cluer et al., 2005; Кривицкая и др., 2010; Шубин, 1987; Тимофеевский, 1971 др., 1984;



# **Общие и отличительные черты орогенных месторождений золота Монголо-Охотского пояса**

**Существование месторождений собственно  
золото-кварцевых, золото-сульфидно-  
кварцевых и золото-висмутовых в единых  
структурах с золото-серебряными  
эпитермальными и сурьмяно-ртутными.**

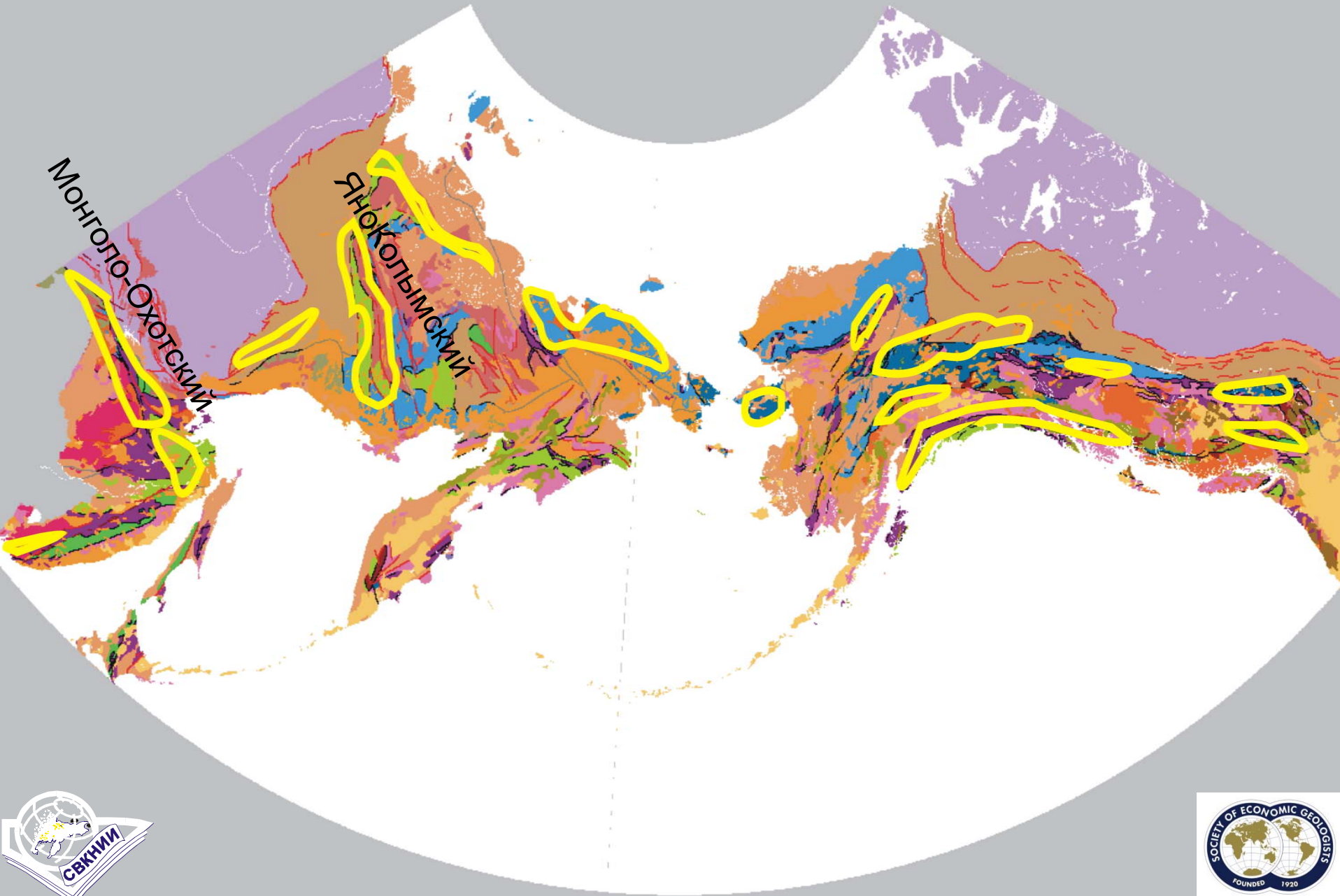
**Преобладание жильного и дайкового типа  
орогенных месторождений.**

**Сочетание орогенных и гранитоид-  
релейтед.**



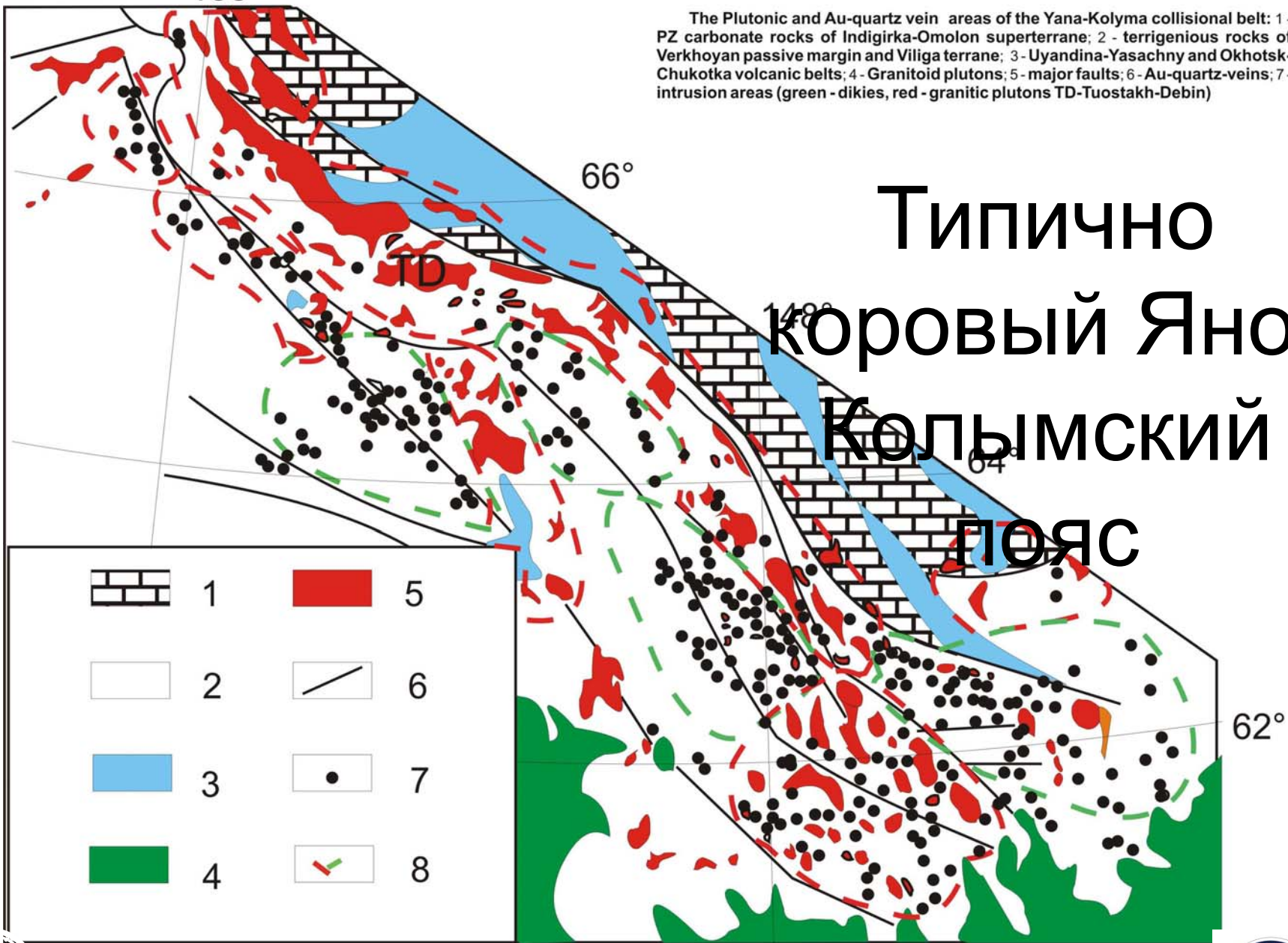


# Коровые орогенные золоторудные пояса северного обрамления Пацифика



The Plutonic and Au-quartz vein areas of the Yana-Kolyma collisional belt: 1 - PZ carbonate rocks of Indigirka-Omolon superterrane; 2 - terrigenous rocks of Verkhoyan passive margin and Viliga terrane; 3 - Uyandina-Yasachny and Okhotsk-Chukotka volcanic belts; 4 - Granitoid plutons; 5 - major faults; 6 - Au-quartz-veins; 7 - intrusion areas (green - dikies, red - granitic plutons TD-Tuostakh-Debin)

# Типично Коровый Яно- Колымский пояс



# Минеральный состав месторождений золота Яно-Колымского орогенного пояса

Тип месторождения	Главные	Второстепенные	Редкие
Золото-кварцевый	Арсенопирит, пирит	Галенит, сфалерит	Сульфосоли Pb и Cu, халькопирит, блеклые руды, шеелит, Au самор. антимонит
Золото-висмутовый	Арсенопирит, леллингит	Пирротин, вольфрамит, Bi самор., висмутин	Шеелит, галенит, теллуриды и сульфотеллуриды Bi, Au самор., мальдонит
Золото-сульфидно-вкрапленный	Арсенопирит, пирит	Пирротин	Герсдорфит, халькопирит, Au самор.

**As тесно ассоциирует с Bi или с Sb в минеральных ассоциациях месторождений разных типов. Коллизионная природа складчатого пояса.**



# Минералы Sb, Bi, As и Te в рудах золотых месторождений

Тип	Возраст	Минералы	Примеры
<b>Орогенный</b>	150-134	<b>As:</b> арсенопирит, данаит, герсдорфит <b>Bi:</b> лиллианит, галеновисмутит, козалит, <b>Sb:</b> антимонит, тетраэдрит, буланжерит, бурнонит, джемсонит, пираргирит, бертьерит, миаргирит, ауростибит <b>Te:</b> гессит	Наталка, Дегдекан, Павлик, Светлое, Жданное, Имтачан, Талалах, Утинское, Штурмовское, Среднеканское,
<b>Позднеорогенные?</b>	127-124	<b>As:</b> арсенопирит <b>Bi:</b> галенобисмутит <b>Sb:</b> тетраэдрит, буланжерит, <b>Te:</b> нет	Ветренское, Надежда, Дарьял-2
Связанные с интрузиями, нескарновые	153-140	<b>As:</b> арсенопирит, кобальтин, герсдорфит, леллингит, никелин <b>Bi:</b> висмут, висмутин, мальдонит, хедлейит, <b>Sb:</b> тетраэдрит, буланжерит, хоробетсуит <b>Te:</b> только теллуриды висмута	Эргелях, Малыш, Чистое, Чугулук,

**Постоянно присутствуют: пирит, халькопирит, сфалерит, пирротин, галенит.**

**Данные:** Гамянин, 2001; Горячев, 1998, 2003; Гамянин и др., 2003; Гончаров и др., 2002; Шило и др., 1987; Альшевский, 2009



# Рудные элементы в орогенных месторождениях золота

Элемент	Орогенные месторождения (138)	Рудные столбы в орогенных месторождениях (35)	Золото-висмутовые или гранитоид-релейтед месторождения (51)
Co	14,1	11,6	26,3
Cu	11,5	31,7	16,6
Mo	0,61	0,50	2,44
W	2,0	1,7	7,8
<b>Sb</b>	<b>13,3</b>	<b>48,7</b>	<b>4,3</b>
<b>Bi</b>	<b>3,2</b>	<b>4,0</b>	<b>34,6</b>
<b>As</b>	<b>4152</b>	<b>2384</b>	<b>6531</b>
Pb	16,2	89	32,7
Te	No detected	No detected	34,3 (11)
Ag	0,39	1,92	0,9
Au	No detected, visible gold	111,1	No detected, visible gold



# Общие и отличительные черты орогенных месторождений золота

- Пространственно месторождения и рудопроявления разных типов располагаются в едином ареале с зонами метаморфизма слабой зеленосланцевой фации и с плутонами гранитов S и I типа ильменитовой серии (восстановленный – reduced тип гранитоидов);
- Четко выделяются три типа золотого оруденения орогенного этапа становления пояса: золото-сульфидный прожилково-вкрапленный, золото-кварцевый жильный и золото-висмутовый (золото-редкометалльный), связанный с гранитоидами;
- Среди типично орогенных четко выделяется «дайковый» субтип (зарубежный аналог – гранитоид-хостед);
- Минералы Sb и Bi встречаются вместе в рудах одних и тех же месторождений редко и, в основном, либо в дайковых - орогенных, либо в гранитоид-релейтед золото-висмутовых;

Собственно орогенные месторождения формировались



# Мантийные ЭПГ в коровых месторождениях

- В некоторых месторождениях золота (Нежданинское, Дегдекан, Наталка, Павлик и др.) установлены аномально высокие концентрации ЭПГ: в орогенных – коллизионных - до 50 г/т [Гончаров и др., 1995; Алпатов и др., 2002; Ханчук и др., 2011; Goryachev, 2007]; в золото-висмутовых – до 1-5 г/т, а в монофракциях арсенопирита и пирита до 25 г/т [Гамянин и др., 2007; Goryachev, 2007; Goryachev et al., 2012] и выявлены их минеральные формы [Молчанов и др., 2000; Горячев и др., 2011, 2012]. Спецификой орогенных руд золота является также и присутствие в них минералов Ni и Co (герсдорфит, кобальтин, раммельсбергит, никелин) [Гончаров и др., 2002; Соцкая, Горячев, 2012] и даже таких необычных как паркерит [Горячев и др..

# Распространенность ЭПГ в рудах орогенных золотых месторождений (г/т) (Gamyanin et al., 2004; Mironov et al.,

Deposits	n <sup>2004)</sup>	Pt	Pd
Natalka	71	0,1-33,7	0,2-3,4
Nezhdaninskoye	74	0,1-52	0,01-1,0
Vetrenskoye	4	2,3	0,8
Tokichan	3	3,8	0,1-1,8
Degdekan	3		0,1-0,6
Sarylakh	23	0,1-14,4	0,01-0,3
Tainskoye	25	0,1-54	0,1 - 38
Zun-Kholba	5	0,2-5,9	





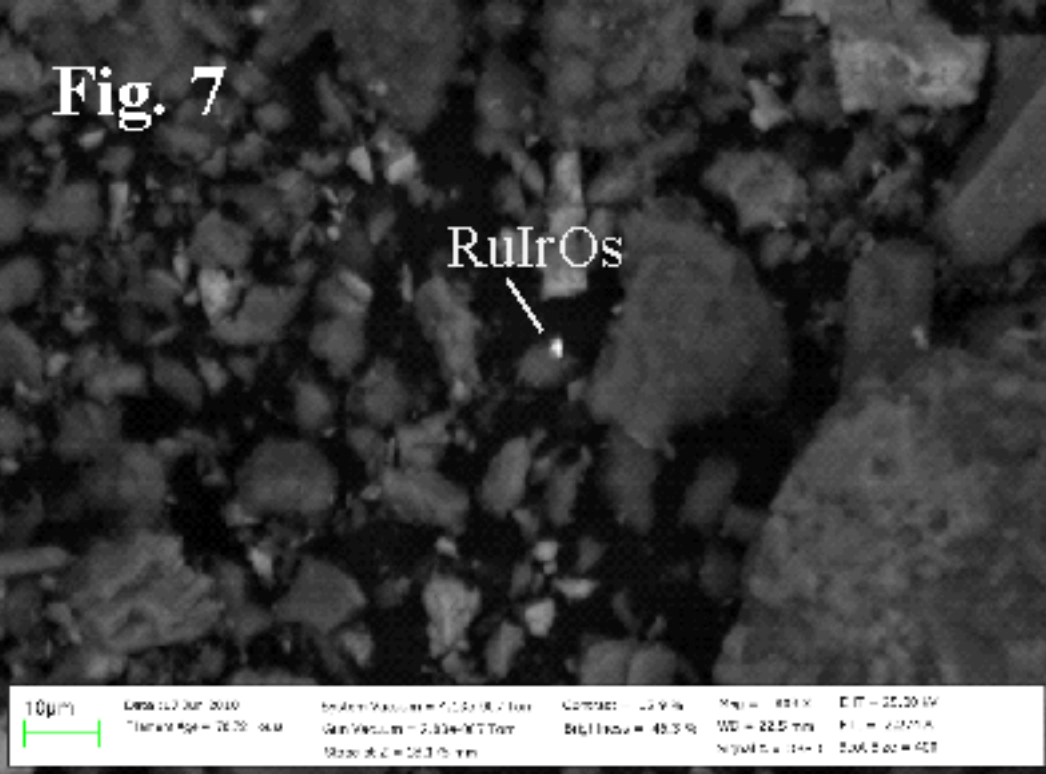
# ЭПГ в золото-висмутовых и дайковых месторождениях

Lode	Pt (g/t)	Pd (g/t)	PGE minerals	Minerals are typical for PGE lodes	References
Srednikan	0.17-0.32	0.056-0.11	No	No	Palymsky, 1990 pers.com
Kontrandya	PGE up 0,1 to 5		No	No	Sukhov et al., 2000
Malinovoye	0.07	No	Sperrilite PtAs <sub>2</sub>	No	Eirish, 2004
Vetvisty	1.0	No	No	No	This study
Djegdak	PGE up to 10		Sudberite PdSb	No	Sukhov et al., 2000; Molchanov et al., 1999
Teutedjak	ND	ND	No	Parkerite NiBiS <sub>2</sub>	Goryachev et al., 2006

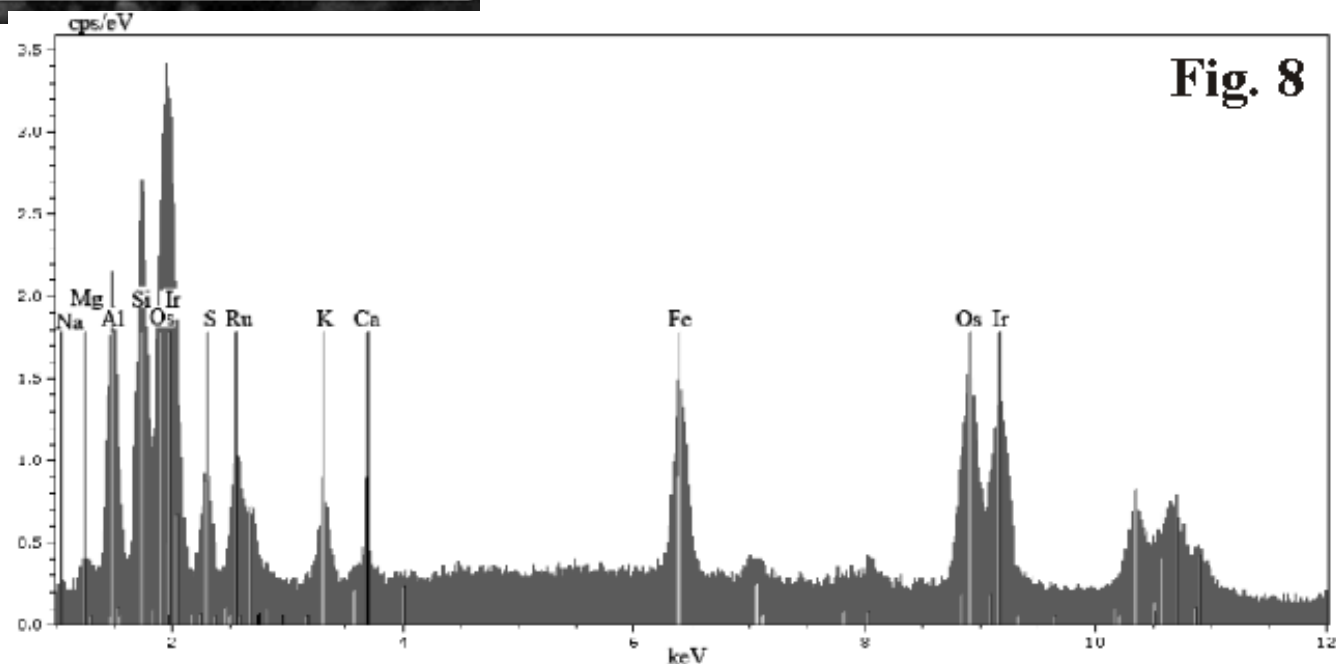
**ND** – не определялось



Fig. 7



# Платиноиды в метасоматитах Дегдекана



# Сэдбериит в самородном



**PdSb crystal  
in native Bi.**



**Sb-M $\alpha$**

**Bi-M $\alpha$**

**Pd-M $\alpha$**

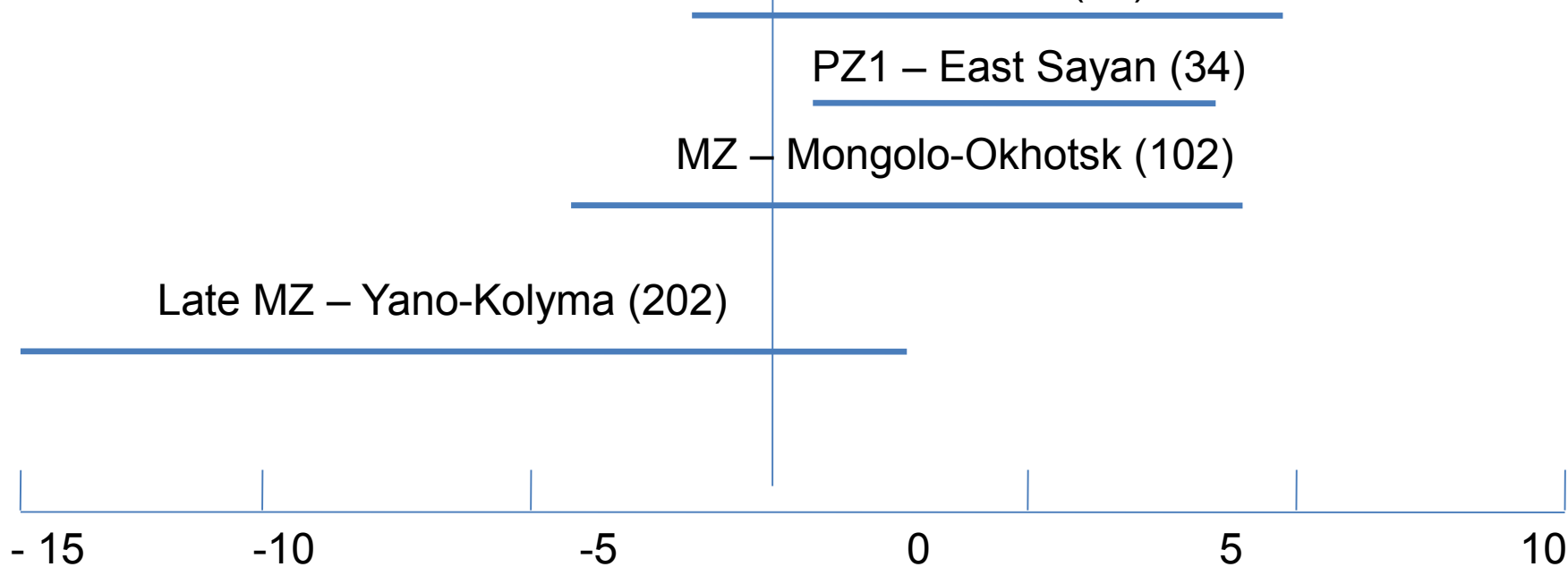
**Table 5 Composition of minerals from Djegdag gold deposit**

Mineral	Bi	Pd	Sb	Ag	Pb	S	Se	Te	Сум ма
Bismutite (4)	77,8		0,9	-	1,5	18,8		-	99,0
Joseite B (1)	74,6		0,3	-	0,4	2,8		20,6	98,6
Ingodite (2)	58,6		0,3	0,1	5,4	5,6		28,6	98,6
Joseite A (1)	80,8		0,2	0,1		6,2		11,4	98,7
Hedlyete (1)	79,1		0,1				0,3		98,4
Sudberite (5)	3,3	45,4	50,1						99,1
Native bismuth (7)	99,6		0,1						99,7

# Изотопно-геохимические параметры Au

## орогенных поясов

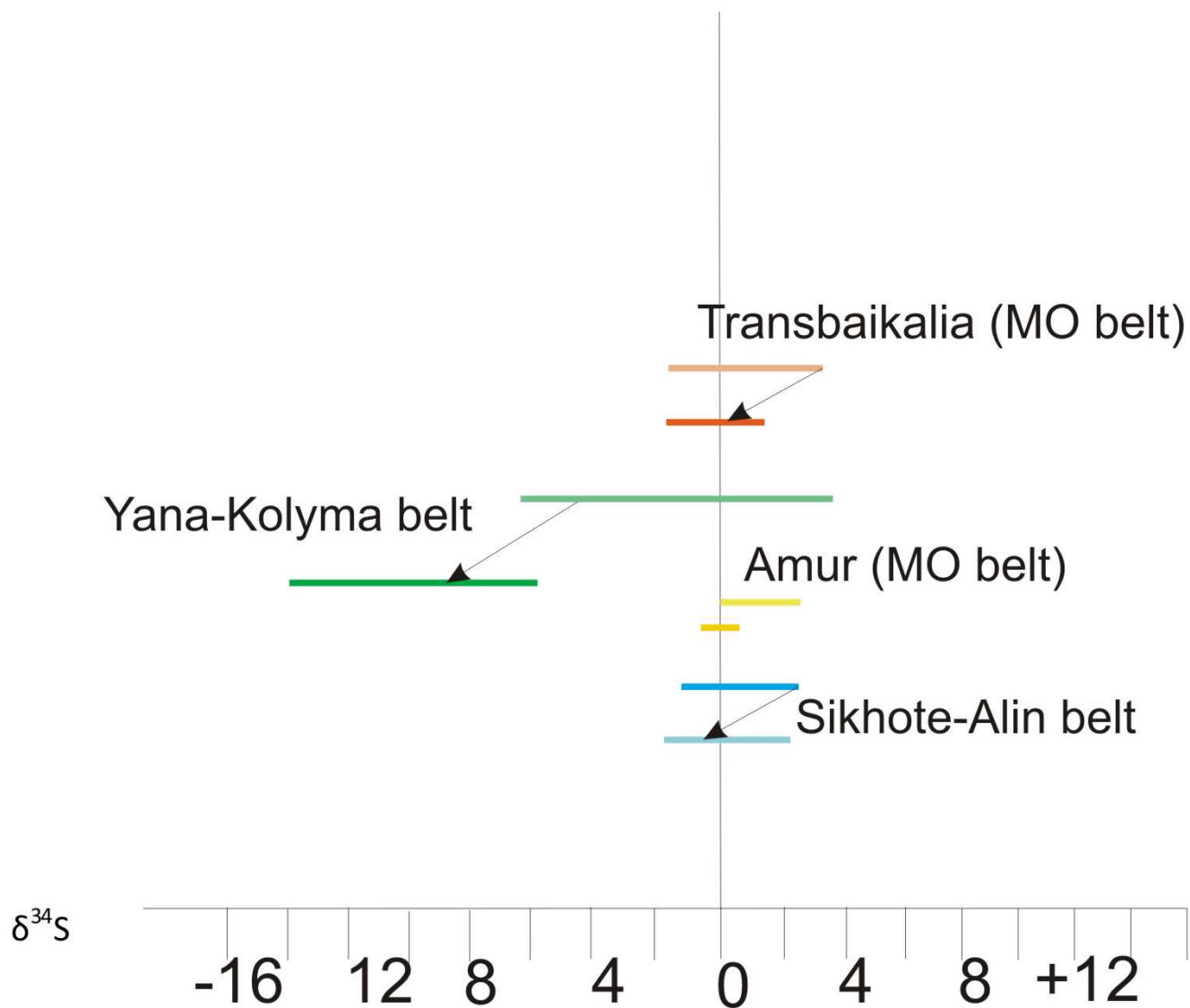
## $\Delta^{34}S$ in sulfides

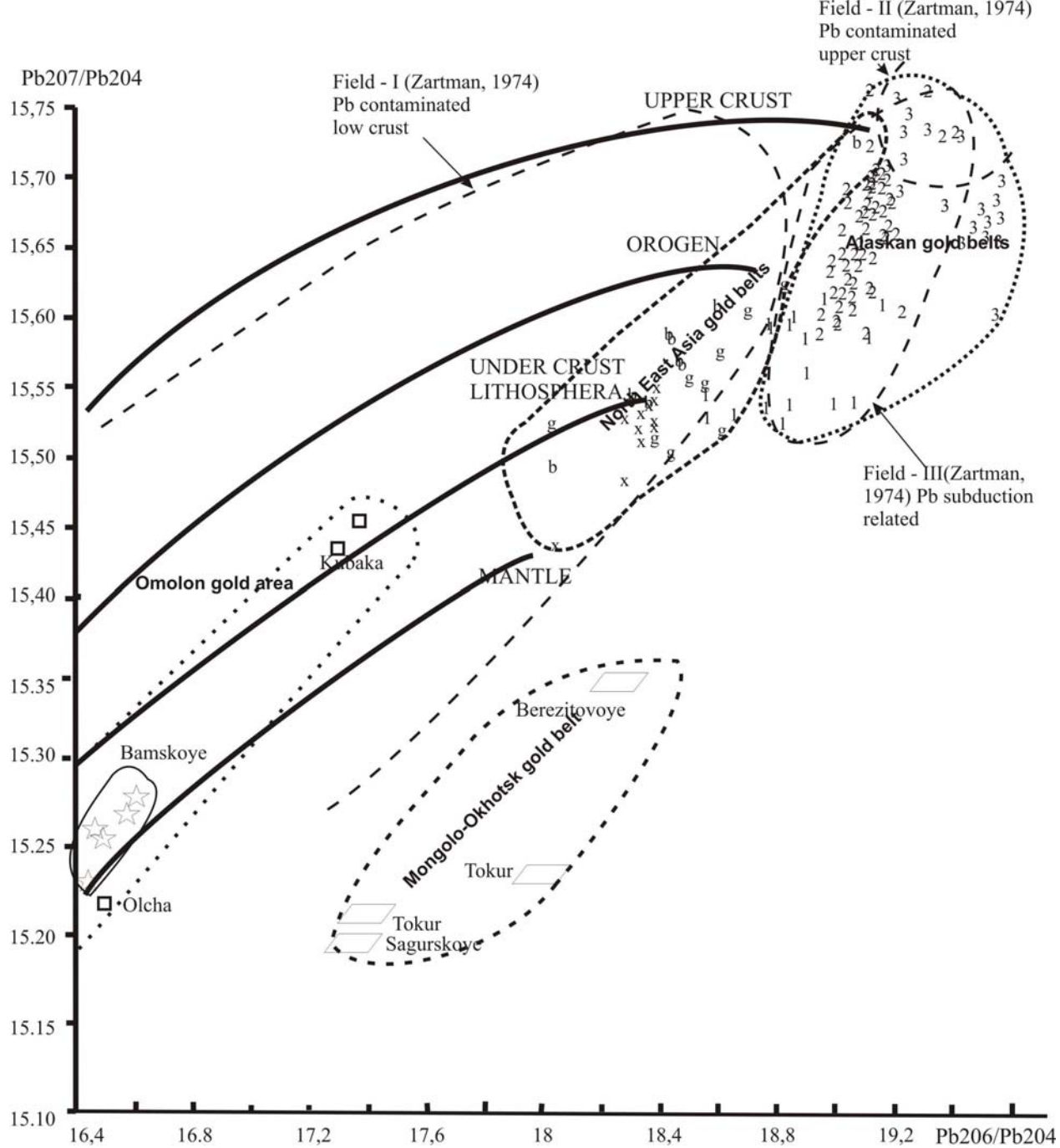


**Сравнительно узкий диапазон вариаций изотопного состава серы с большим преобладанием тяжелого изотопа ( $-2 \pm +9\text{‰}$ ) типичен для месторождений палеопротерозоя и раннего палеозоя, локализованных в фемических террейнах; аналогично мезозойские месторождения Монголо-Охотского пояса трансформной природы ( $-4,6 \pm +7,8\text{‰}$ ); для сульфидов также мезозойских месторождений Яно-Колымского пояса характерны широкие вариации изотопного состава серы ( $-15,8 \pm +3\text{‰}$ ) с креном в сторону преобладания легкой серы. Такая тенденция отражает**



# $\Delta^{34}\text{S}$ в сульфидах орогенных руд Au





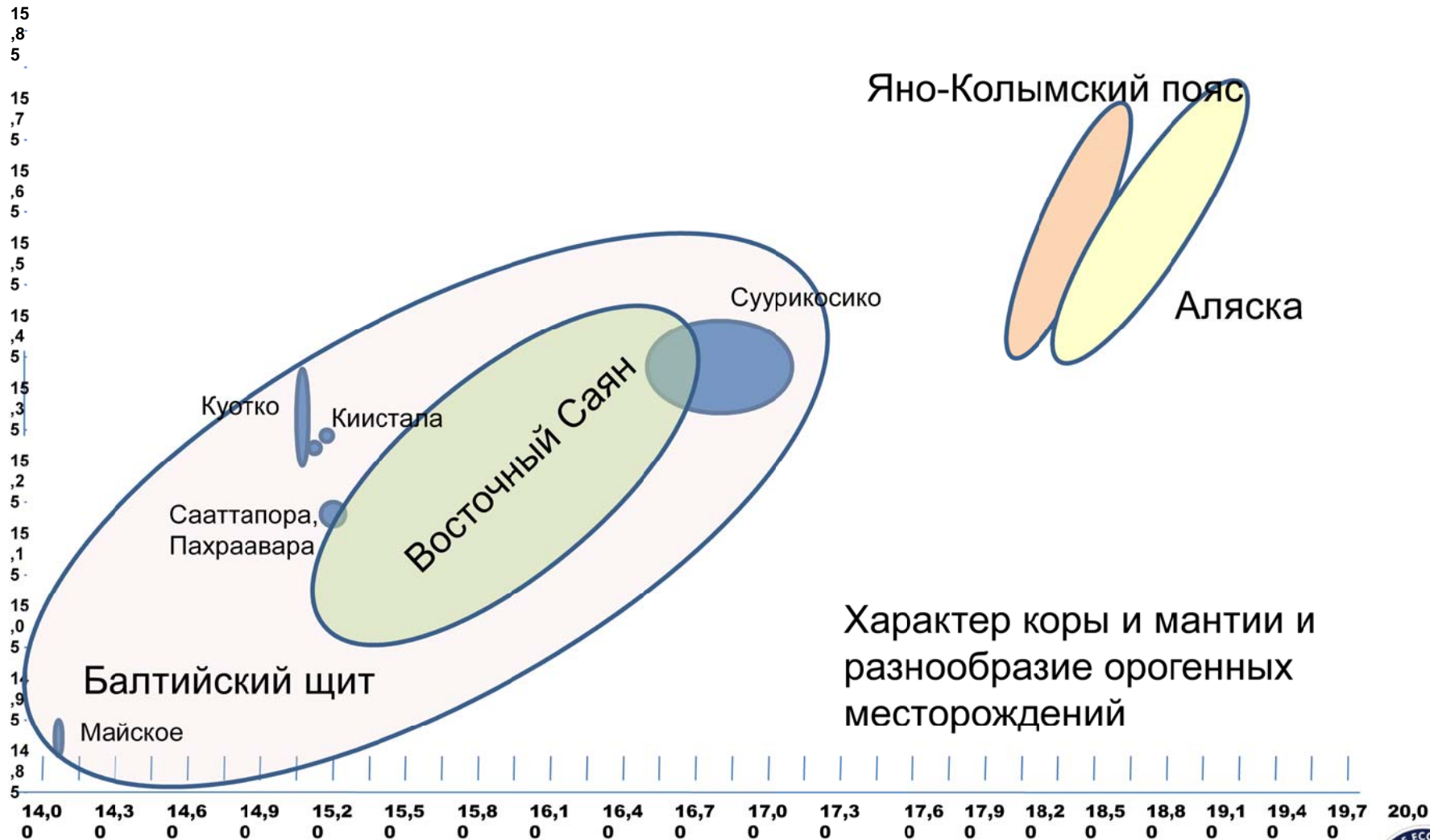
# Свинцовая систематика орогенных золоторудных месторождений

# Изотопно-геохимические параметры Au

## орогенных поясов

## Pb207/206 in sulfides

References: Manttari, 1995; Сафонов и др., 2003; Вилдс и др., 2004; Жмодик, 1999; Жмодик и др., 2008; Балеysкое..., 1984; Плюснин и др., 1988; Kovalenker et al., 2007; Горячев и др., 2000.



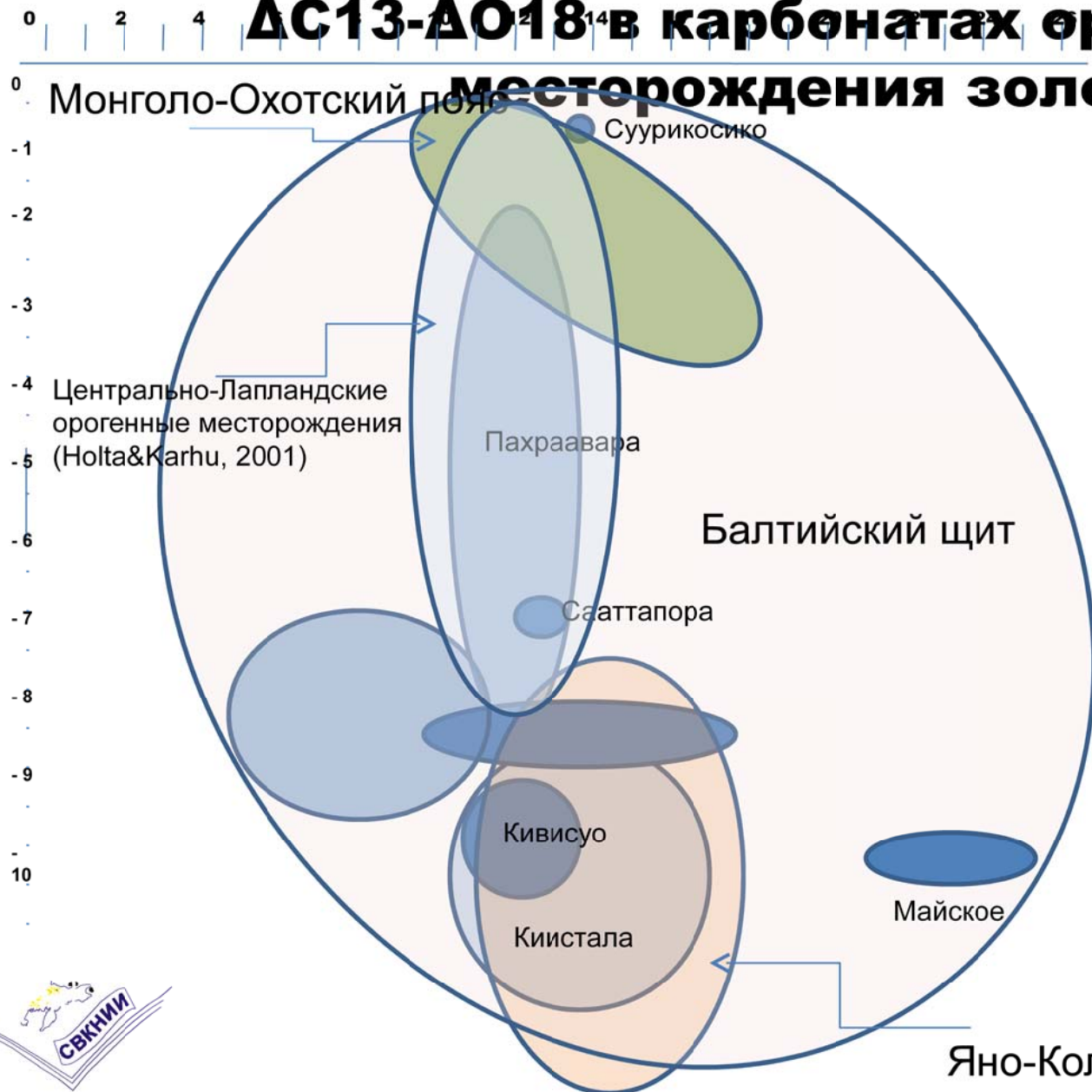
# Изотопно-геохимические параметры Au

## орогенных поясов

References: Holta&Karhu, 2001; Korkiakoski, 1992; Чирков, 2003; Вольфсон, 2004; автор

## ΔС13-ΔО18 в карбонатах орогенных

## Месторождения золота





# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Таким образом, вклад мантийного вещества в процессах формирования орогенных месторождений золота очевиден и проявляется во все периоды орогенеза.

- При этом он опосредован через влияние мантийного субстрата (базальты) или

# Спасибо за внимание!



Орхидеи цветут и в Магадане

- Материалы изложенные в докладе получены в результате работы по проектам:



• ПРО ДАН: 12 И СУ/08 017 и 12 И



Вопросы есть?