

# СОПОСТАВЛЕНИЕ ГЕОХИМИИ ГИПЕРБАЗИТ-БАЗИТОВЫХ МАССИВОВ ДОКЕМБРИЙСКИХ ТЕРРЕЙНОВ В ЮЖНОМ ОБРАМЛЕНИИ СЕВЕРО- АЗИАТСКОГО КРАТОНА

О.М. Глазунов<sup>1</sup>, Т.А. Радомская<sup>1</sup>, А.В. Салаев<sup>2</sup>, В.Н. Власова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Учреждение Российской академии наук Институт геохимии им.  
А.П. Виноградова, г. Иркутск, e-mail: [glazunov@igc.irk.ru](mailto:glazunov@igc.irk.ru)

<sup>2</sup> Ангарская геологическая экспедиция ФГУНПП «Иркутскгеофизика»,  
г. Иркутск, e-mail: [avsalaev@mail.ru](mailto:avsalaev@mail.ru)

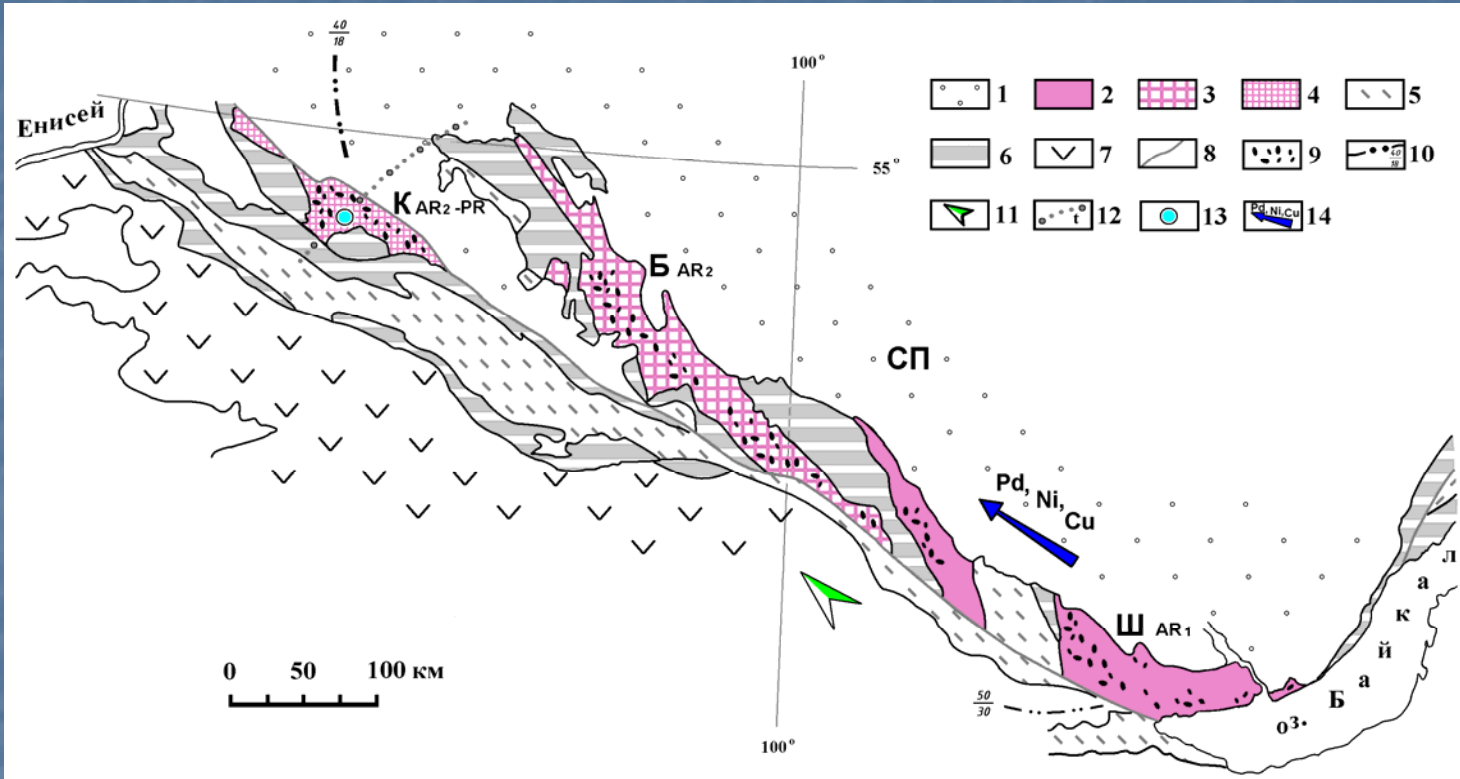
<sup>3</sup> Учреждение Российской академии наук Институт геохимии им.  
А.П. Виноградова, г. Иркутск, e-mail: [vlasova@igc.irk.ru](mailto:vlasova@igc.irk.ru)

# Основные цели работы:

- Сравнение состава ультраосновных пород в Шарыжалгайском, Бирюсинском и Канском террейнах в новой Саянской Ni-Pt провинции по комплексу геолого-геохимических и геофизических данных.
- Выяснение роли глубинной структуры и источника богатых Pt-Pd-Cu-Ni руд.
- Выявление перспективных объектов.

# Саянская платиноидно-медно-никелевая провинция в границах Канско-Бирюсинско-Шарыжалгайского террейна по южной границе Северо-Азиатского кратона

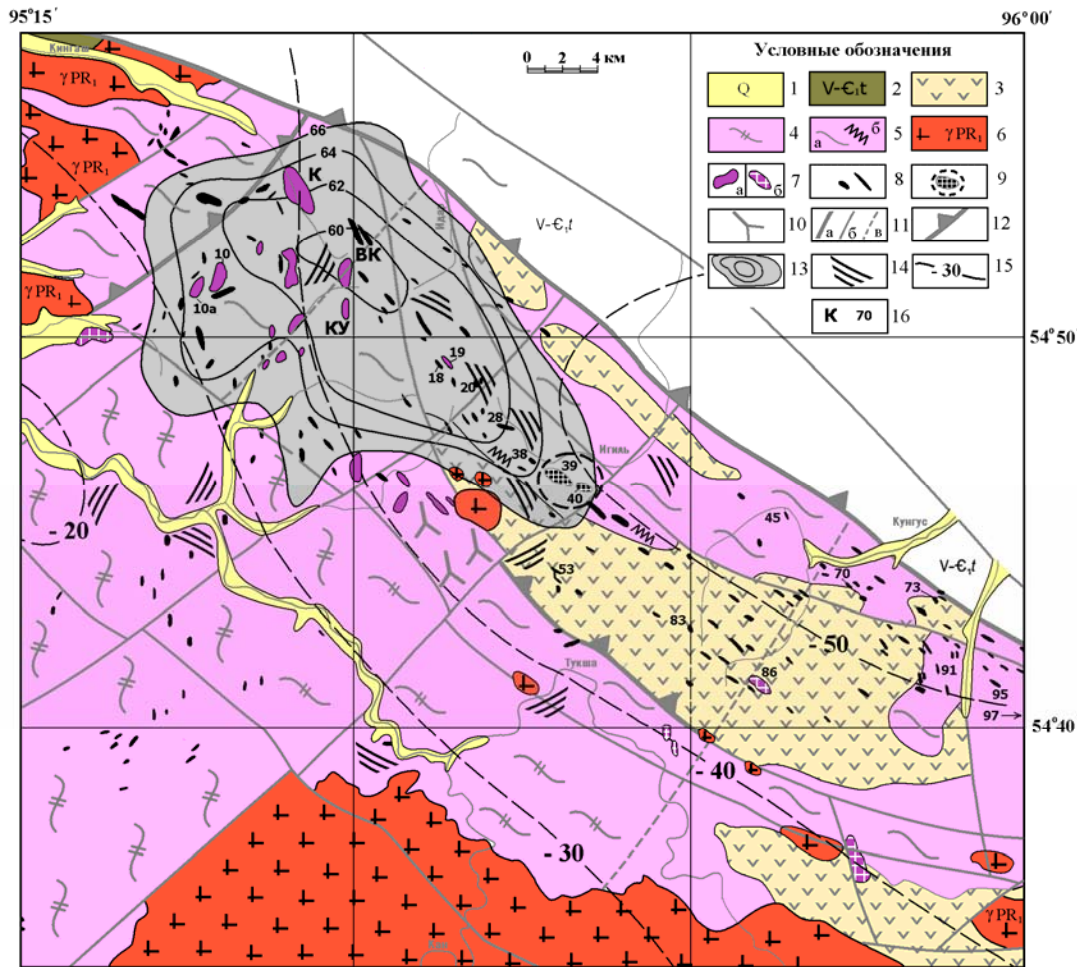
О.М. Глазунов, 2010. Тектоническая основа, по (Сезько, 1990) с дополнениями Е.Н. Алтухова и др. (1990), А.И. Мельникова (2005).



1 – Сибирская платформа (СП); 2-3 – террейны различной тектонической напряжённости, состава, возраста, метаморфизма и степени рудоносности: 2 – раннеархейские: Шарыжалгайский и др. (Ш), (3,6 – 3,1 млрд. лет), 3 – позднеархейский Бирюсинский (Б) (2,5 – 2,9 млрд. лет) (Ножкин и др., 2001), 4 – позднеархейский-протерозойский Канский (К) (2,3-2,4 млрд. лет); 5 – раннепротерозойские трог и прогибы, 6 – рифей-протерозойский комплекс; 7 – область Каледонской складчатости; 8 – Главный Саянский линеймент, как проводник для флюидно-интрателлурических потоков; 9 – массивы ультрамафитов перспективные на сульфидное платиноидно-медно-никелевое оруденение (нанесены вне масштаба); 10 – глубина до поверхности Мохо и мощность земной коры (км); 11 – нарастание сейсмической анизотропии мантии (Зорин, Турунтаев, 2004) и предполагаемые направления её фракционирования; 12 – ось современной тепловой аномалии ( $t > 1000^\circ \text{C}$ ) с пластическим течением на поверхности Мохо и подъёмом астеносферного клина на высоту 120 км (Мегакомплексы..., 1988); 13 – предполагаемая проекция головки мантийного диапира гранатовых перидотитов высокого давления ( $P > 28$  кбар) (Глазунов, Богнибов и др., 2003); 14 – нарастание потенциальной рудоносности ультрамафитов и направление аккреции террейнов.

# Кингашское рудное поле Саянской никель-платиноносной провинции с элементами геодинамики и прогноза.

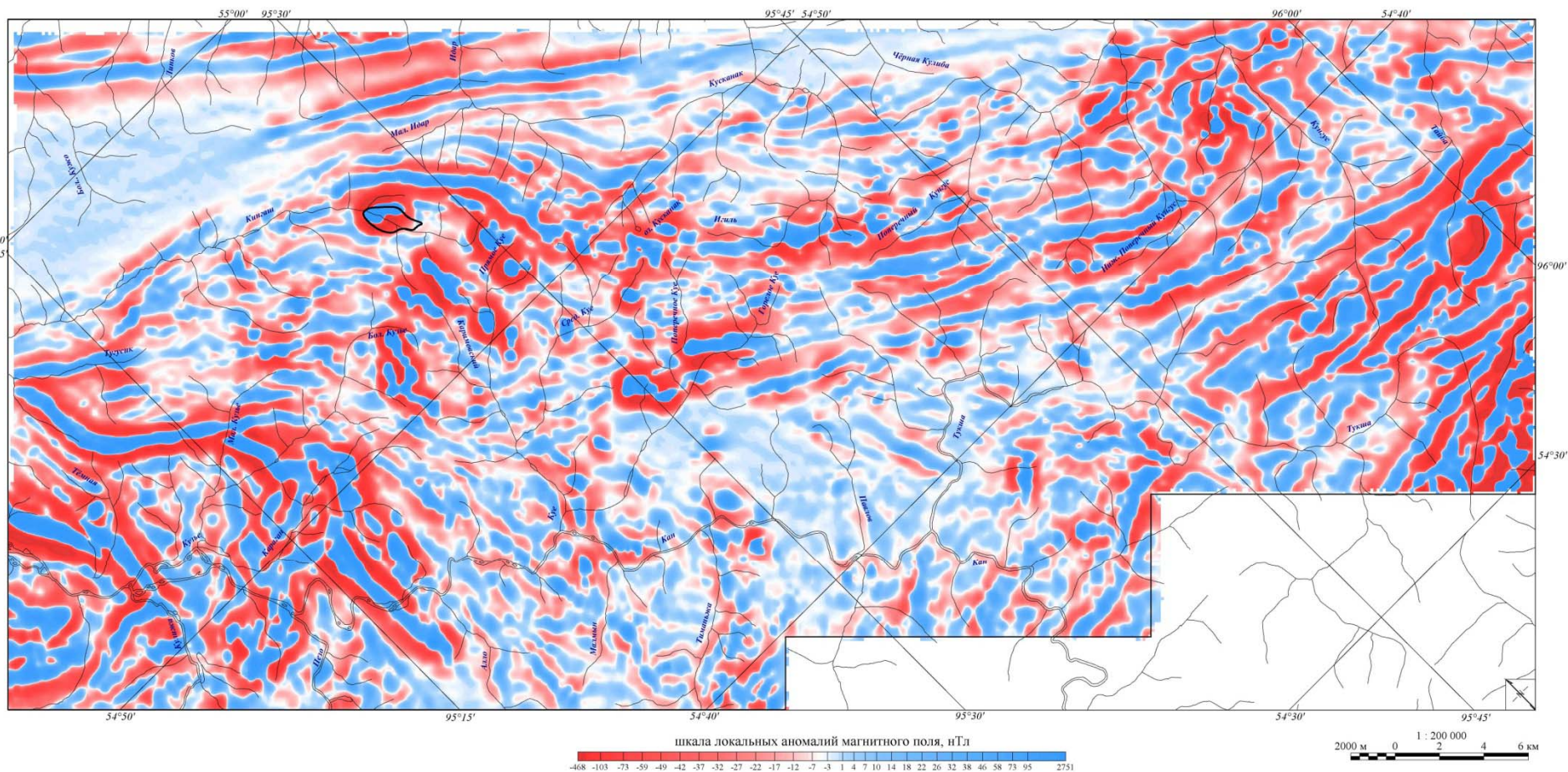
Составлена О.М. Глазуновым (ИГХ СО РАН) на геологической основе В.И. Юркина (м-б 1:200 000, 1968 г.) [19] с дополнениями А.Н. Смагина, А.В. Ренжина, 2006, ОАО «Красноярскгеология» и Г.Р. Ломаевой, ООО «Геокомп», 2005 г.



- 1 – четвертичные аллювиальные отложения крупных водотоков;
- 2 – венд-кембрийские карбонатно-терригенные отложения Сибирской платформы;
- 3-5 – супракустальное основание:
  - 3 – трюги с преимущественно амфиболитовым вулканогенно-сланцевым выполнением эпидот-амфиболитовой фации (анжинская серия PR1);
  - 4 – диафориты: силицилиты, метаандезиты, сланцы эпидот-амфиболитовой фации (а) и полосчатый комплекс метатупфитов тремолит-серпентин-хлоритовых пород (б);
  - 5 – гнейсы, кристаллосланцы, амфиболиты, метаграувакки гранулитовой фации (караганская серия AR2);
- 6 – канский гранитоидный комплекс (PR1) активизации земной коры;
- 7 – кингашский дифференцированный дунит-верлит-габбровый комплекс (PR1) с массивами стационарного развития продуктивными на Pd-Pt-Cu-Ni оруденение (а) и выделенный по прогнозным предпосылкам (б);
- 8 – идарский дунит-перидотитовый комплекс (AR2) с проявлением Pt-Ni-Cr минерализации;
- 9 – проекция диапира гранатовых перидотитов перспективных на алмазы (реликты архейской мантии);
- 10 – зоны мигматизации с Au-As полиметаллической минерализацией;
- 11 – разрывные нарушения основные (а), второстепенные (б) и предполагаемые (в);
- 12 – гравитационные ступени;
- 13 – аномальное поле  $\Delta g$  в редукции Буге  $\sigma = 2.67$  г/см<sup>3</sup> в области развития Pd-Pt-Cu-Ni кингашского комплекса (по данным В.В. Самкова, 1981), изоаномалы в мГл;
- 14 – высокоградиентные зоны, как возможные предпосылки глубинной локализации Pt-Cu-Ni руд;
- 15 – изогипсы поверхности верхней мантии, км (по данным Ф.Д. Лазарева и др. (2005) Норильского филиала ВСЕГЕИ);
- 16 – буквами отмечены месторождения Pd-Pt-Cu-Ni руд с подсчитанными запасами (К – Кингашское, ВК – Верхнекингашское), перспективные массивы (КУ – Куевское), цифрами отмечены номера массивов (по Н.Г. Дубинину, 1962).

# Карта локальных аномалий магнитного поля Канского террейна

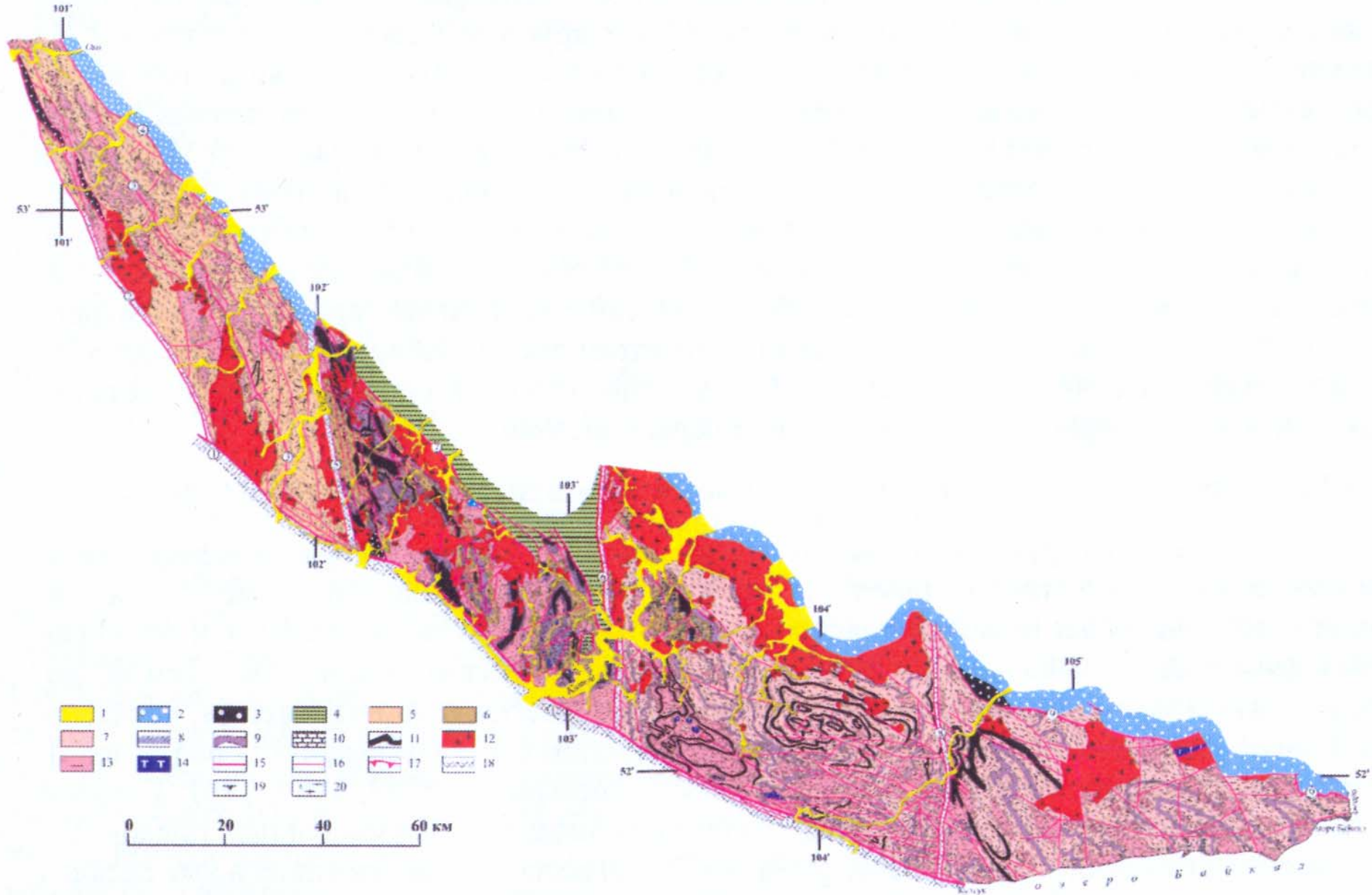
Ф.Д Лазарев и др., 2005 (Норильский филиал ВСЕГЕИ)



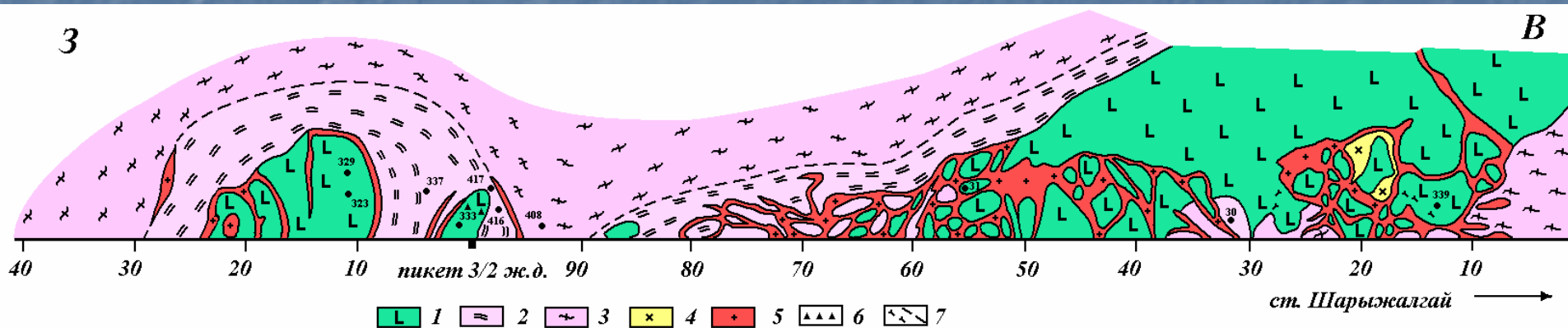


# Структурно-геологическая карта Шарыжалгайского выступа.

Составил А.И. Мельников по материалам ПГО «Иркутскгеология» АА. Прокофьева, АА Шафеева и личным наблюдениям.



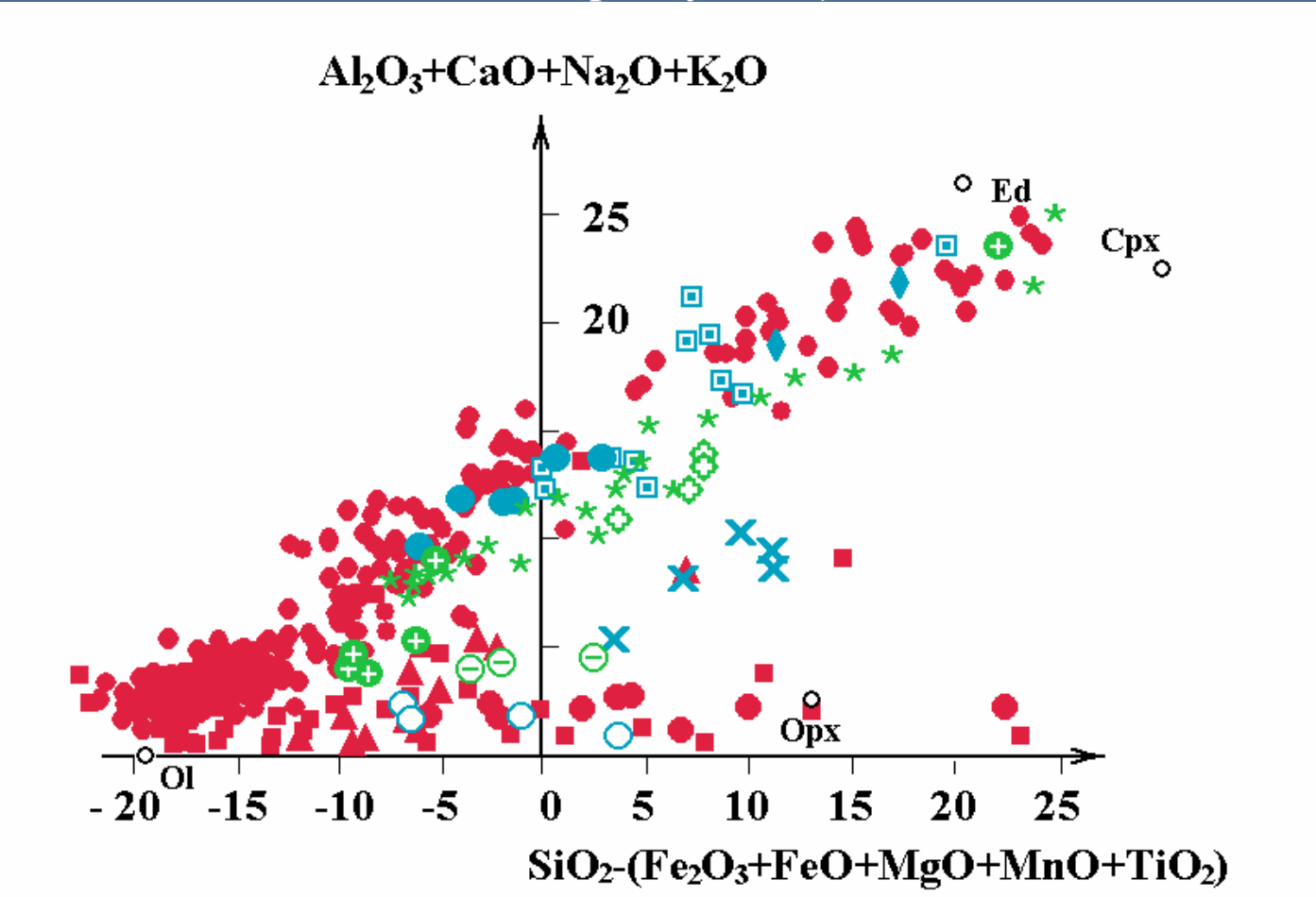
# Геологический разрез будин ультрамафитов в устье р. Крутая губа (138-й км Кругобайкальской ж.д.) (по О.М. Глазунову, М.А. Золотиной).



- 1- роговообманковые перидотиты и пироксениты,
- 2- двупироксеновые кристаллосланцы,
- 3- мигматизированные гнейсы,
- 4- эндербиты,
- 5- жилы разномерных гранитов,
- 6- зоны катаклаза.

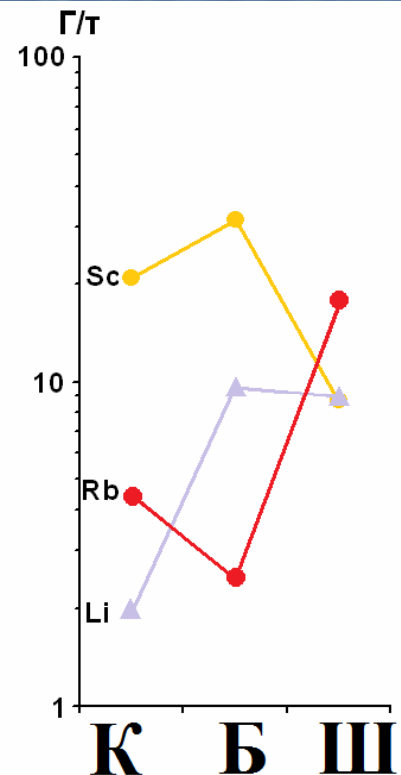
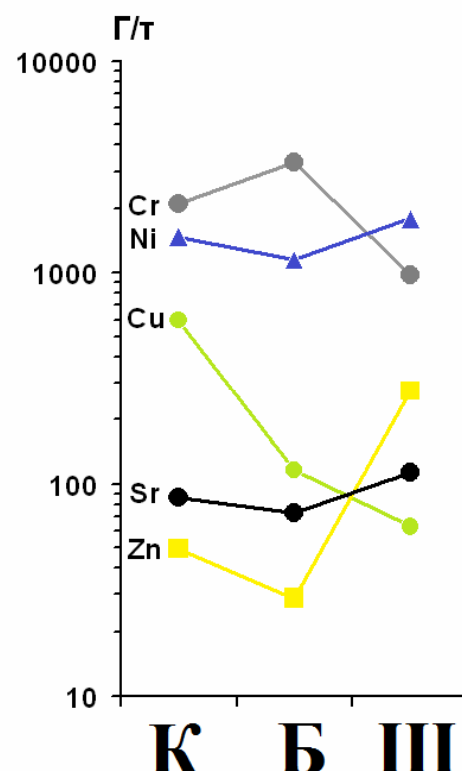
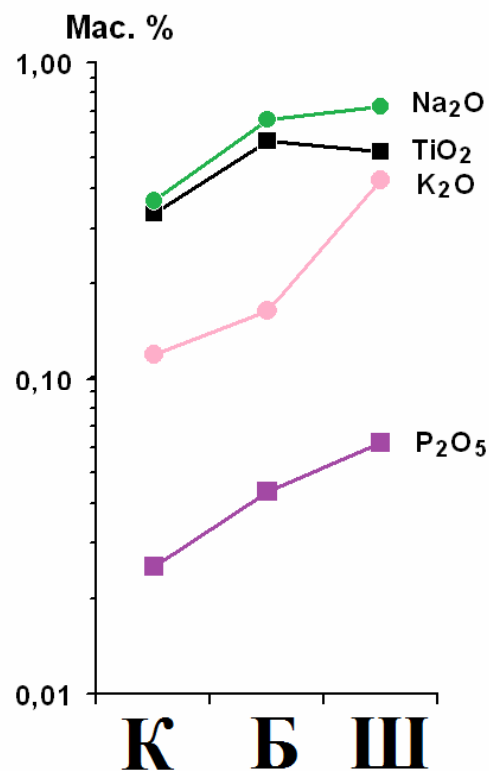
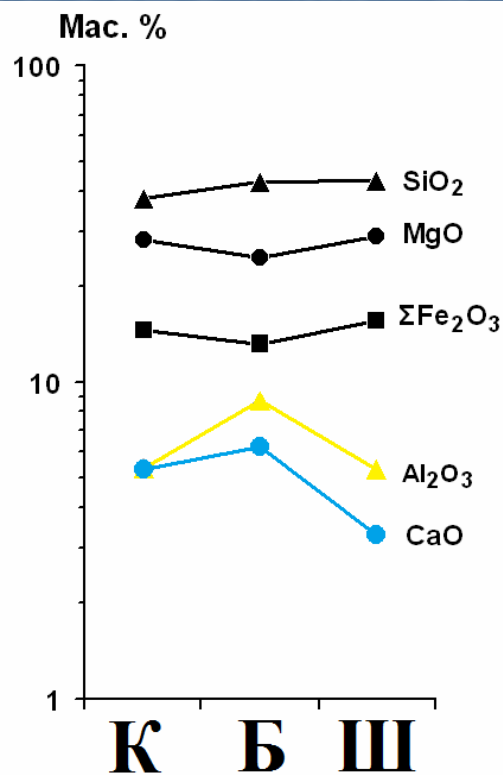


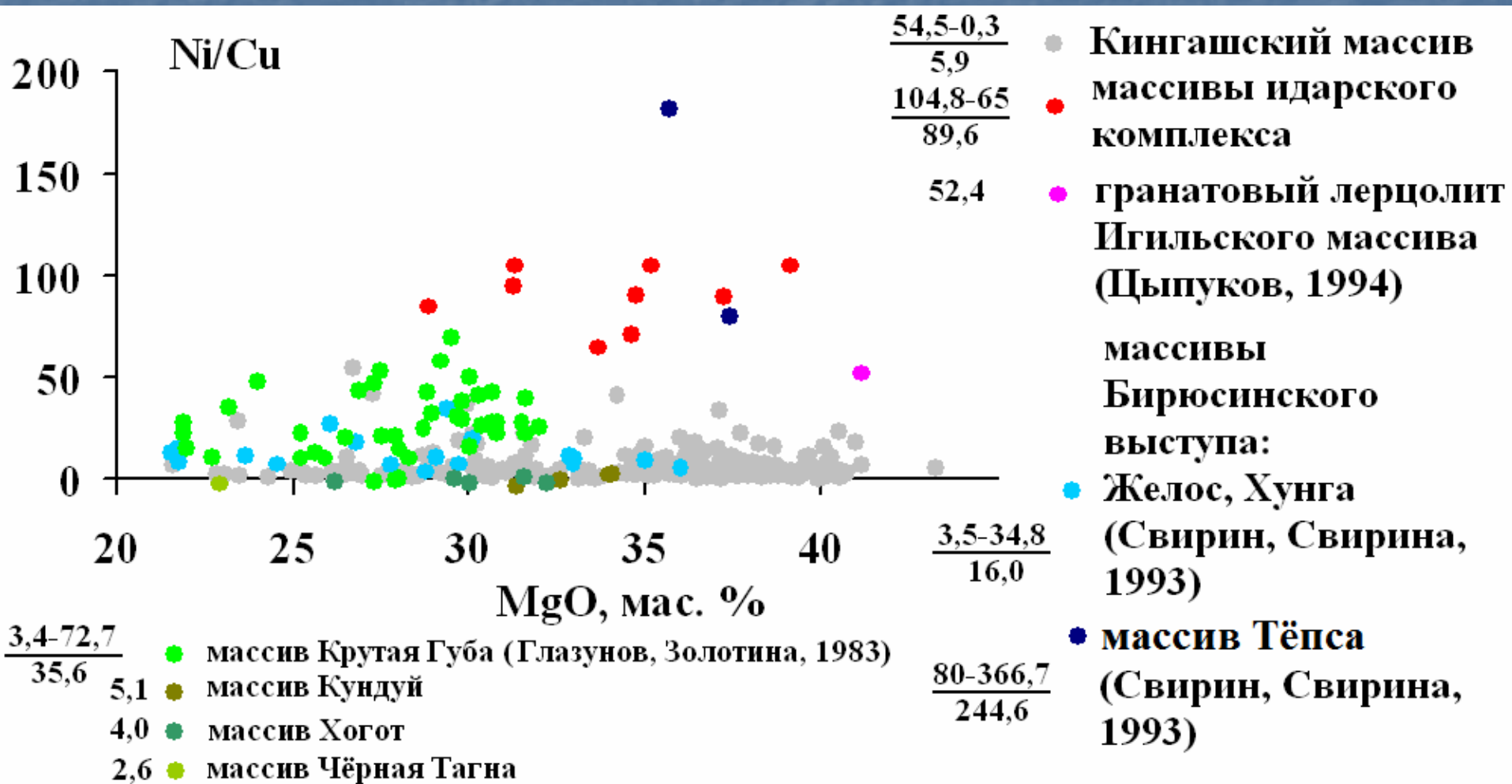
Положение пород ультрабазитов докембрийских блоков на диаграмме по (Барсукову, Дмитриеву, 1972).



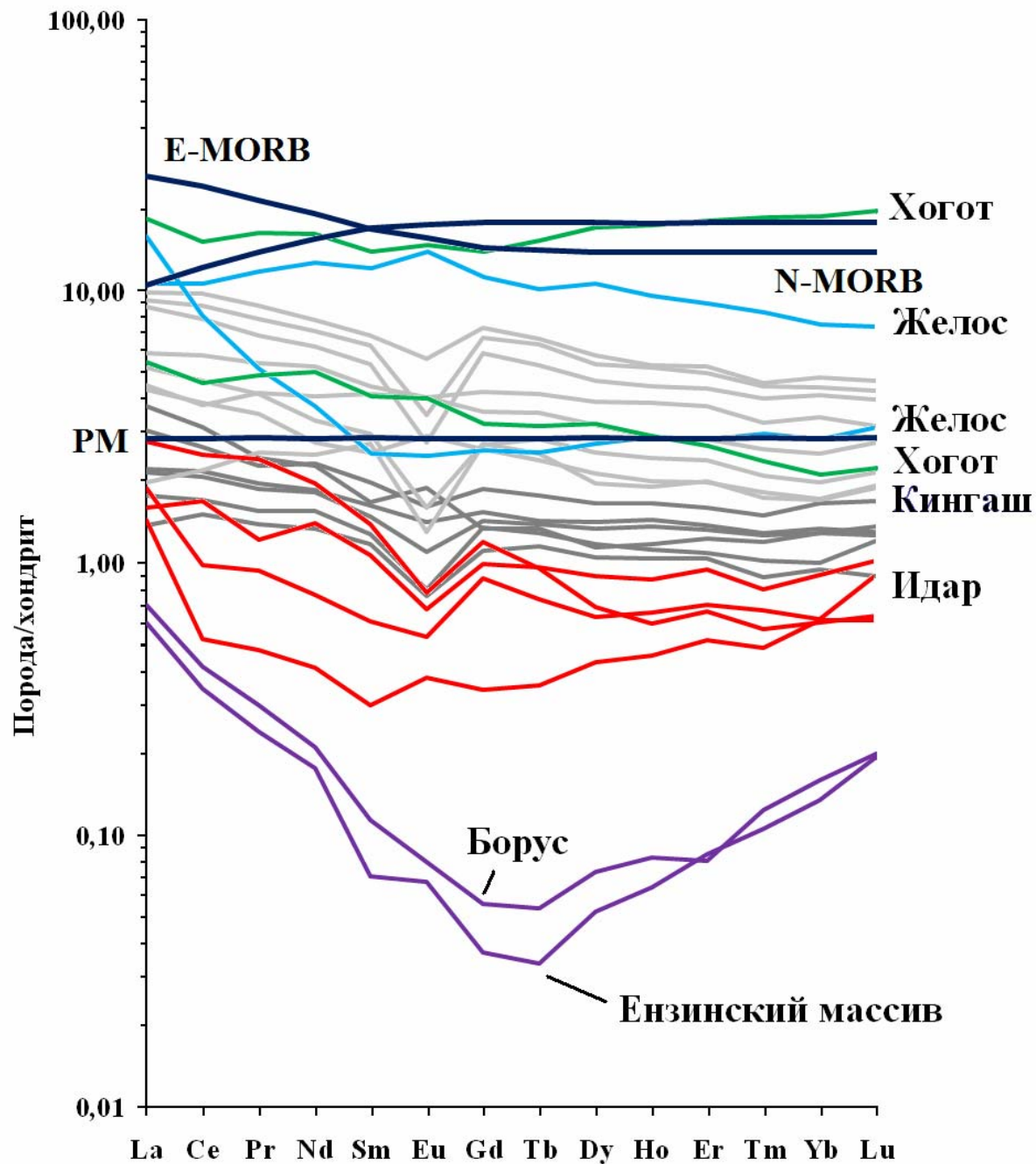
- Канский блок
- Бирюсинский блок
- Шарыжалгайский блок
- точки составов породообразующих минералов из пород Кингашского массива

# Изменение содержания петрогенных и рудных элементов в перидотитах Канского (К), Бирюсинского (Б) и Шарыжалгайского (Ш) террейнов





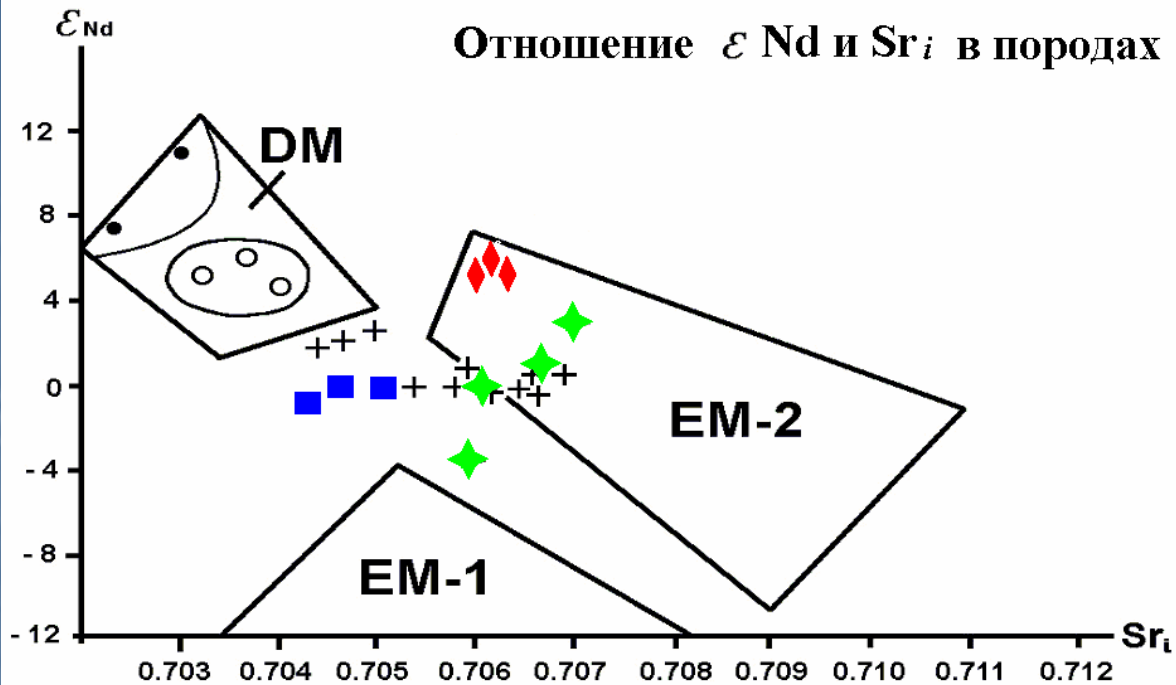




**Редкоземельные спектры  
ультрабазитов Канского,  
Бирюсинского и  
Шарыжалгайского  
террейнов.**

Нормирование выполнено по  
содержанию РЗЭ в хондрите  
С1 (Boynnton W. V., 1984)

# Отношение $\epsilon_{Nd}$ и $Sr_i$ в породах



**формации:**

**D-P-Rx-G:**

◆ перидотиты

◆ габбро (Кингаш)

**P-Rx-G:**

■ габбро (Лысан)

• перидотиты (Гули)

○ толеиты

+ базальты Талнаха (Додин Д.А., 2001)

**мантия:**

**DM** деплетированная

**EM-1** обогащённая

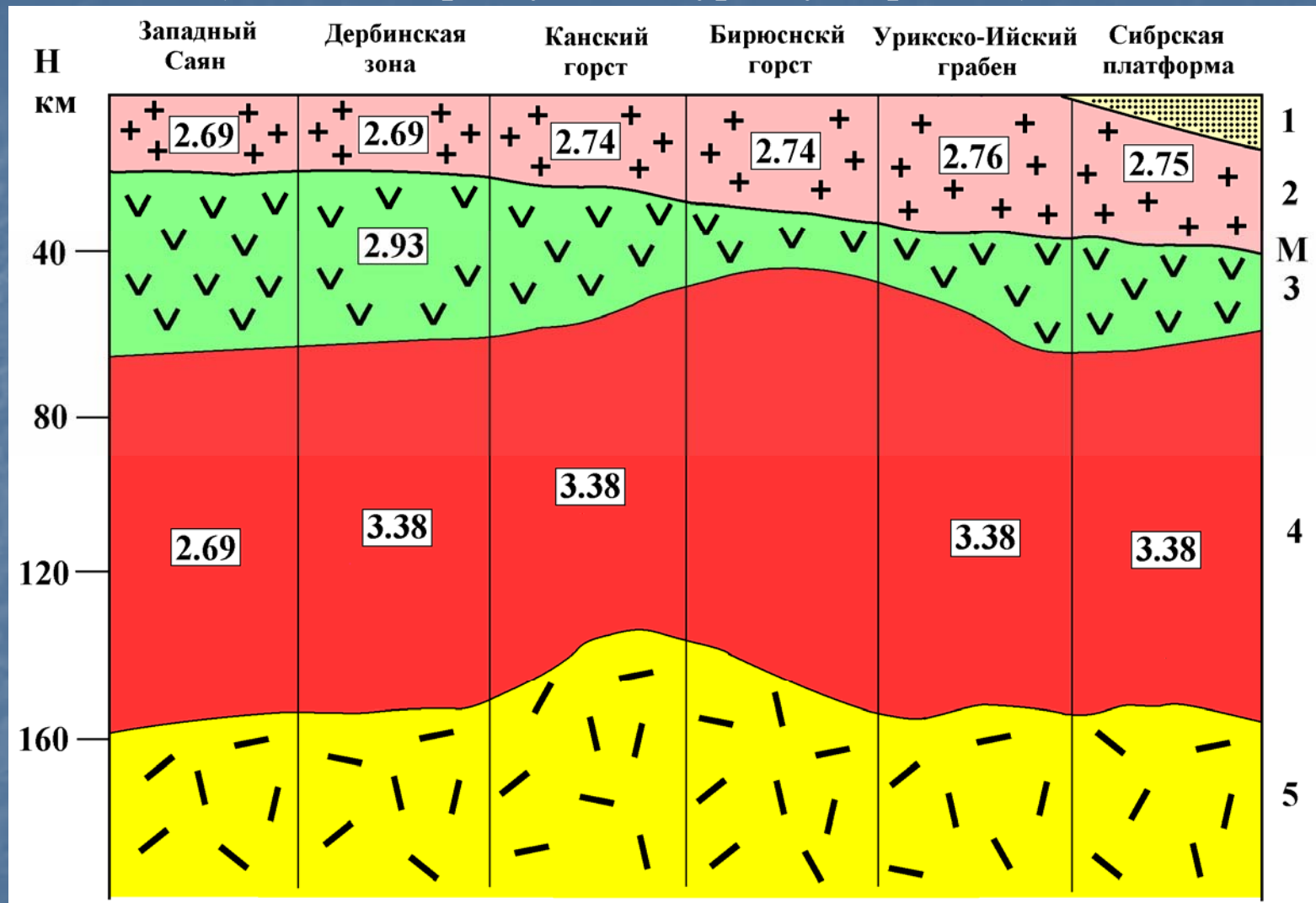
**EM-2**

### Химический состав ультраосновных пород и руд (мас. %) Саянской металлогенической провинции

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	45.20	46.63	46.77	41.44	42.88	37.5	34.90	39.68	43.89	41.02	47.6	43.2
TiO <sub>2</sub>	0.56	0.52	0.41	0.45	0.39	0.43	0.46	0.15	0.32	1.91	0.25	0.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.07	8.38	7.09	5.93	6.16	5.41	5.49	1.74	4.04	7.42	5.35	2.50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.70	4.59	4.56	12.70	5.04	12.35	17.10	4.95			2.20	-
FeO	10.18	6.47	7.49	5.85	6.62		-	4.15	8.77	10.14	5.80	8.30
MnO	0.18	0.16	0.16	0.26	0.16	0.14	0.15	0.11			0.15	-
MgO	27.58	25.17	25.78	32.08	31.98	29.72	26.74	36.68	38.49	25.40	31.70	40.29
CaO	4.05	6.23	5.24	5.74	4.92	4.22	3.46	0.84	2.75	5.55	6.40	2.50
Na <sub>2</sub> O	0.82	0.93	0.85	0.22	0.57	0.01	<0.20	0.09	0.37	0.48	0.40	0.21
K <sub>2</sub> O	0.59	0.47	0.60	0.07	0.15	0.04	0.06	0.09	0.12	0.08	0.15	0.04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0/04	0.12	0.15	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	-	0.01
NiO	1860	1110	2110	2400	1800	4400	15200	2400	2800	1500	-	2800
CoO	140	76	120	130	130	150	378	104	-	-	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	970	3330	3530	3200	5800	2850	4500	1300	4200	2100	-	3900
CuO	40	46	330	270	140	180	22	65	-	-	-	400

Примечание. Пироксениты: 1- массив Крутая Губа (32 анализа) [Горнова, 1989]; 2-3 - массивы Черемшанский и Задойский [Мехоношин и др., 1999]; ультраосновные породы: рудоносных массивов 4- Токты-Ой и 5- Желос [Колотилина, 1999]; 6- ср. по сульфидизированным перидотитам массива Кингаш и 7- богатые руды ликвационного горизонта Кингашского месторождения [Глазунов и др., 2003]; 8- ультрабазиты идарского комплекса (936 ан.). Региональная мантия: 9- архея, 10 – протерозоя; 11- пироксенитовая мантия [Кутолин и др., 2002]; 12- гранатовые перидотиты Игильского массива. NiO, CoO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO – в г/т.

# Разрез литосферы вдоль геотраверза оз. Зайсан – Нижнеудинск (по П. И. Морсину, В. С. Суркову и др., 1988).



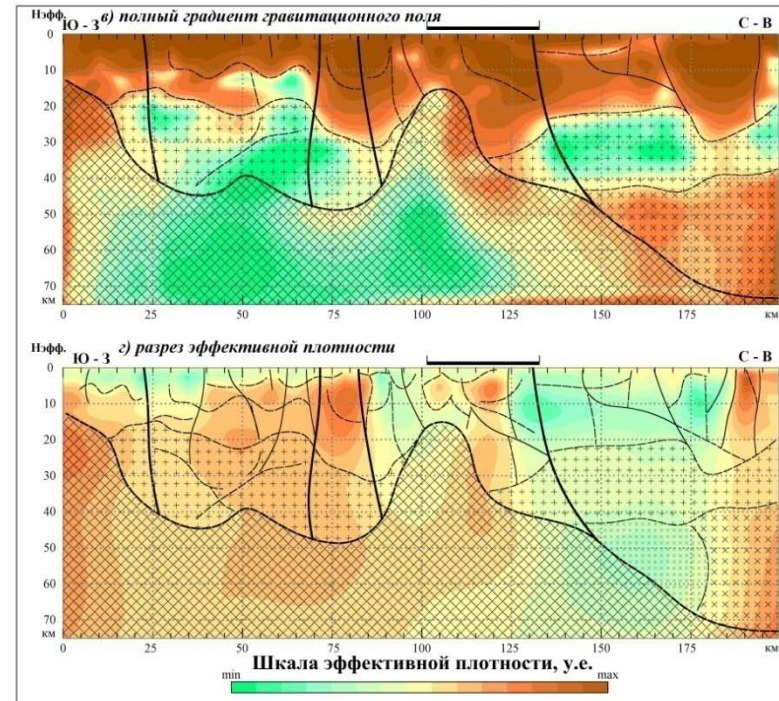
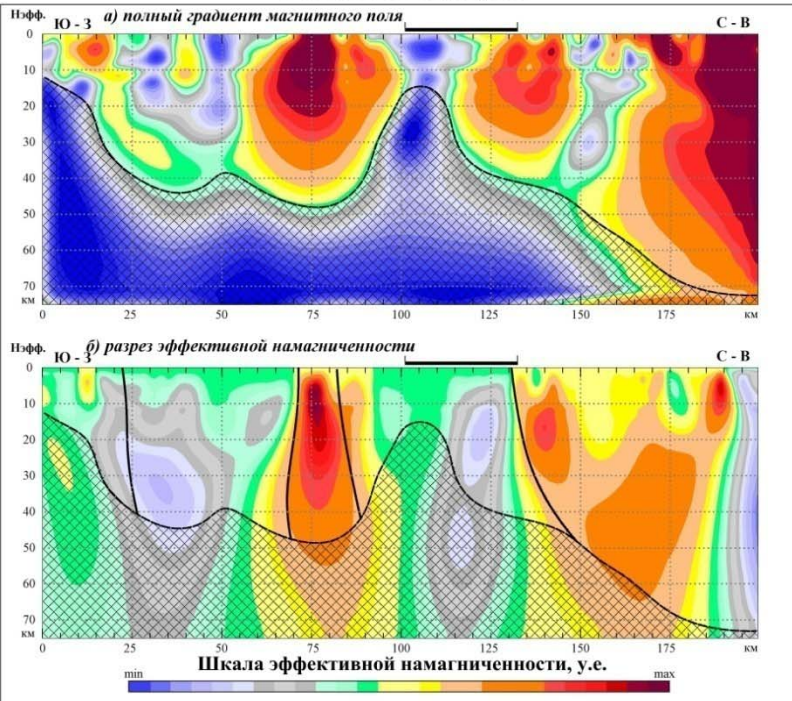
1 – Осадочный чехол; земная кора: 2 – гранитогнейсовый и 3 – эклогитобазальтовый слои; М – поверхность Мохо; 4 – верхняя мантия; 5 – астеносфера. Цифры – плотность.



# Схема глубинного магнитно-плотностного моделирования Кингашского рудного поля

Геомагнитные разрезы

Геоплотностные разрезы



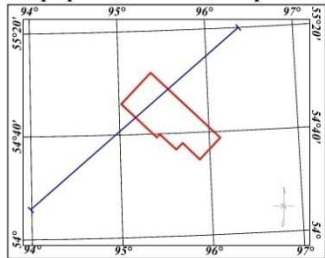
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- контур участка аэрогеофизических работ 2003-2004 гг.
- условно гранитный слой
- условно базальтовый слой
- разуплотненный блок в условно базальтовом слое
- условно верхняя мантия

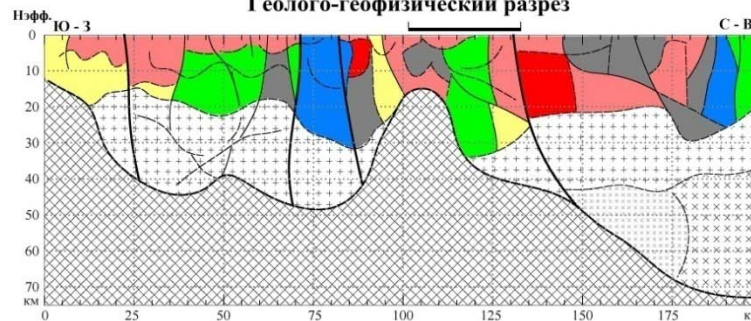
Разрывные нарушения:

- Главные
- I-го порядка
- II-го порядка
- второстепенные магнитно-плотностные границы

Схема расположения профиля петрофизического моделирования



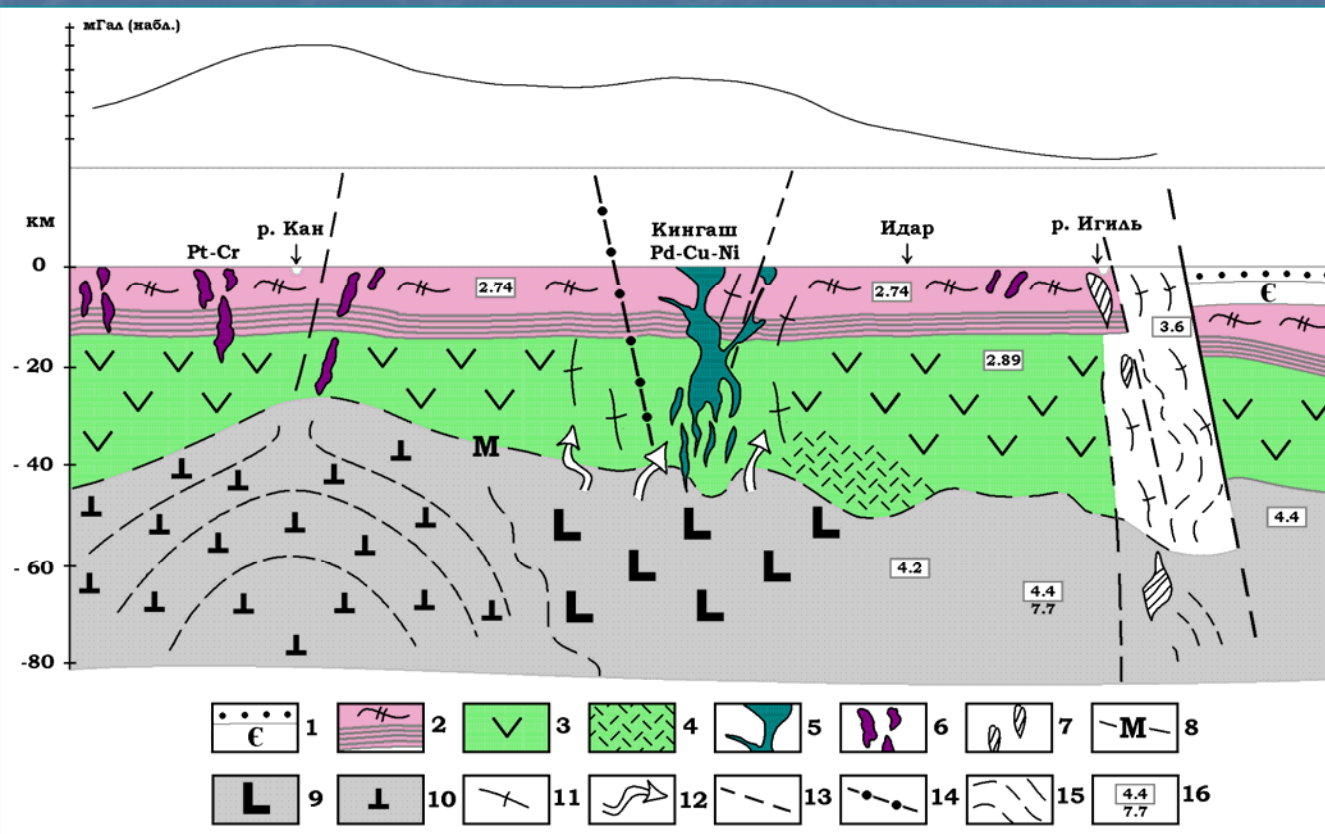
Геолого-геофизический разрез



Классификация гранитно-метаморфического слоя земной коры

заливка	эффективная плотность	эффективная намагниченность
	+	+
	+	-
	-	+
	-	±
	±	-
	±	+

# Прогностический разрез через Кингашское рудное поле от р. Кан до Сибирской платформы. (Составлена О.М. Глазуновым.)



1 – чехол Сибирской платформы; 2 – кристаллический гранитогнейсовый фундамент AR2, 3 – эклогит-базальтовый слой, 4 – условно-редуцированный разуплотнённый эклогит-базальтовый слой; 5 – гипербазиты с Pd-Cu-Ni минерализацией кингашского комплекса; 6 – гипербазиты с Pt-Ni-Cr минерализацией идарского комплекса; 7 – гранатовые перидотиты; 8 – поверхность верхней мантии, км; 9 – пироксенитовый ингредиент мантии; 10 – перидотитовый ингредиент мантии; 11 – зоны мигматизации; 12 – интрателлурические потоки; 13 – основные разломы; 14 – гравитационная ступень; 15 – деструктивные зоны; 16 – плотность (г/см<sup>3</sup>) и скорость прохождения сейсмических волн в (км/с).

Канский террейн выделяется пониженной мощностью земной коры и погружением поверхности Мохо к северо-востоку. Её подъёмы к поверхности до глубины 30-35 км отмечены диапирами гипербазитов реститового ряда. На зоны погружения проектируются кингашские Pd-Cu-Ni месторождения и поля рудоносных гипербазитов, наиболее перспективных на сульфидное оруденение.

## Выводы:

От Шарыжалгайского террейна на Северо-Запад вдоль границы Сибирской платформы по мере омоложения гнейсовых протолитов (3.6-3.1)-(2.9-2.7)-(2.65-2.4) млрд. лет и снижения их степени метаморфизма:

А) возрастает потенциальная рудоносность (продуктивность) вплоть до образования крупных Pt-Cu-Ni месторождений Кингашского типа;

Б) уменьшается мощность гранито-гейсового слоя. Крупные массивы гранитов оконтуриваются за пределами рудных полей, подчёркивая их границы гравитационными ступенями;

В) усложняется структурный план рудных полей (Бирюсинского и Кингашского), отражённый в Канском террейне скоплением в земной коре крупных гравитирующих масс гипербазитов и неупорядоченным рисунком геофизической картины;

Г) смещается геохимический профиль интрузивов от рассеяно-дисперсной формы преимущественно Pt на самородно-концентрированный Pt-Pd, сопровождаемый высокими амплитудно-частотными характеристиками содержаний Ni, Cu, Cr, РЗЭ и метасоматическими минеральными парагенезисами.

**Важным фактором для локализации руд и образования богатых месторождений является:**

**А) снижение мощности земной коры при сохранении её субконтинентального разреза;**

**Б) тектонически телескопированный режим развития трога, обеспечивающий спокойные условия становления массивов;**

**В) наличие гравитационных ступеней и близость к главному Саянскому разлому, как проточному каналу интрателлурических потоков.**

Изменение состава и металлогенического профиля ультраосновных пород по латерали можно экстраполировать с различным уровнем дифференцированности и глубиной становления магматических очагов. Геофизически эта картина отражается в азимутальной сейсмической неоднородности мантии (Зорин Ю.А., Турутанов Е.Х., 2004 г) и высокоградиентных полях скоростей прохождения сейсмических волн (Павленкова Н.И., 2007). Подобная глубинная структура формируется по мере аккреции террейнов к Северо-Азиатскому кратону.

Продуктивность гипербазитов по ЭПГ, Ni и Cu в Канском террейне связана с эволюцией аномальной мантии на рубеже 1460-1380 млн. лет.

Глубина допустимого источника образования месторождений предполагается на уровне шпинелевой фации с участием пироксенитового ингредиента мантии.

Многокамерный тип магматических каналов обеспечивает непрерывно-прерывистое прокачивание первичных мантийных расплавов и ликвационно-гравитационную отсадку в камерах.

Спасибо за внимание!

