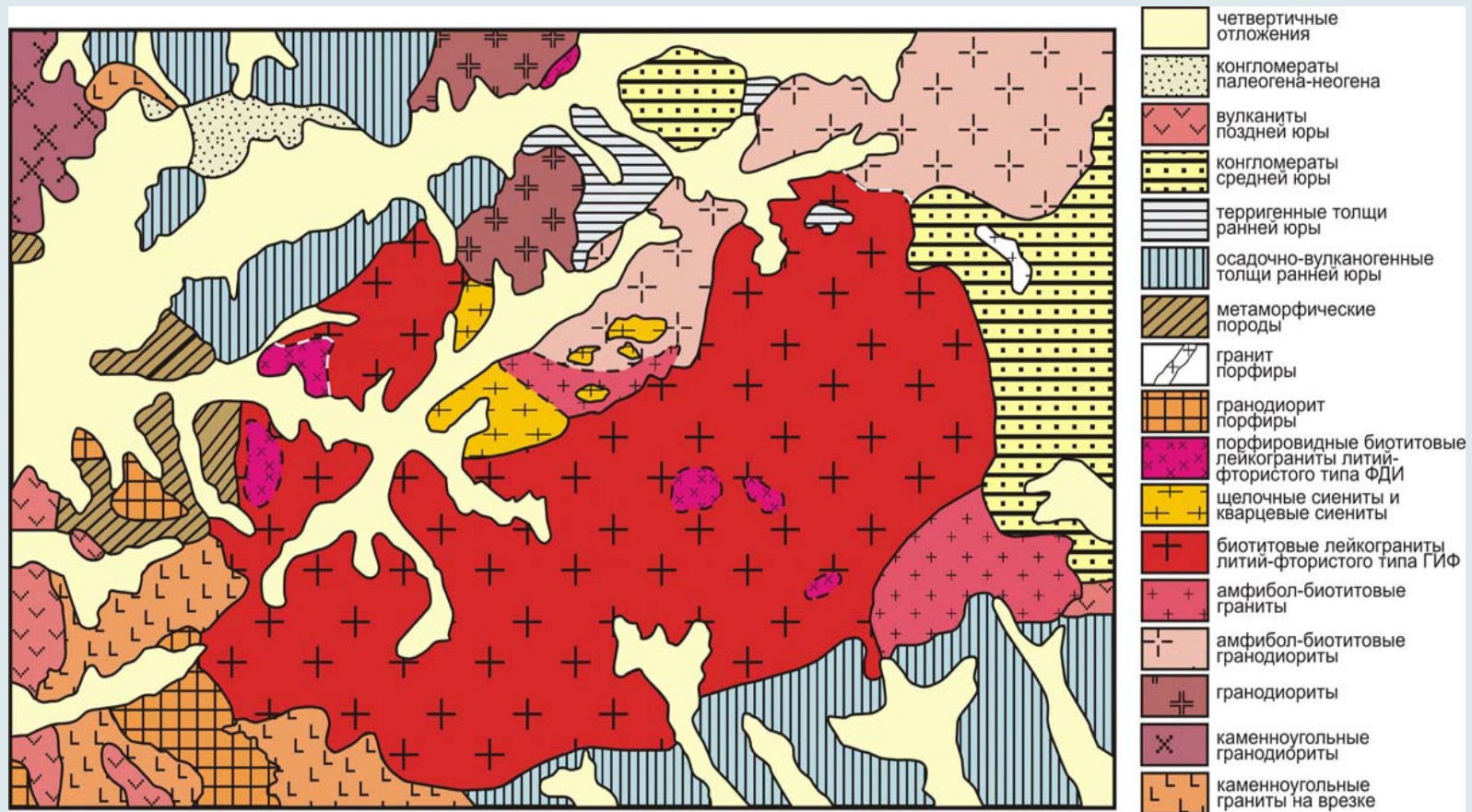


**СИНХРОННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ  
ИЗВЕСТКОВО-ЩЕЛОЧНЫХ  
ГРАНИТОВ И ЩЕЛОЧНЫХ  
СИЕНИТОВ В МЕЗОЗОЙСКИХ  
МНОГОФАЗНЫХ ИНТРУЗИЯХ И  
ОСОБЕННОСТИ ИХ  
ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ  
(Монголия, Забайкалье)**

*Одгэрэл Дашдоржгочоо, Институт геологии и минеральных ресурсов АНМ  
В.С.Антипин, Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН*

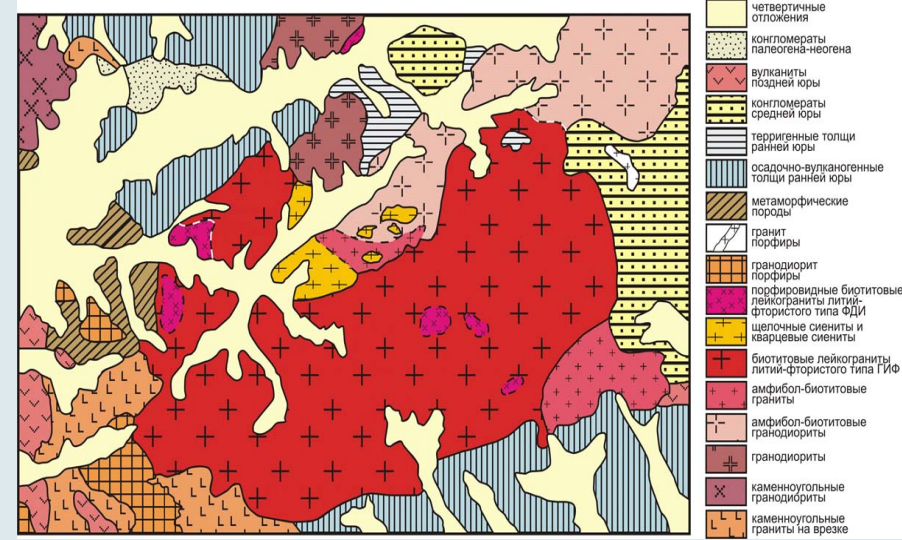
На примере многофазного Соктуйского массива в Восточном Забайкалье ранее было показано проявление внутриплитной магматической активности с синхронным формированием редкометалльных гранитов и щелочных сиенитов, характеризующихся геохимическими различиями и разноглубинными источниками магматизма [Кузьмин, Антипин, 1965; Коваленко, Сальникова, Антипин и др., 2000].



*Схема геологического строения Соктуйского массива (М.И.Кузьмин, В.С.Антипин)*

## Соктуйский массив (300 км<sup>2</sup>)

расположен в центральной части Кукульбейского хребта. Гранитоиды массива прорывают вулканогенно-осадочные толщи пермского и среднеюрского возраста, сложенные в основном аргиллиттами, алевролитами, песчаниками, конгломератами и туфами.

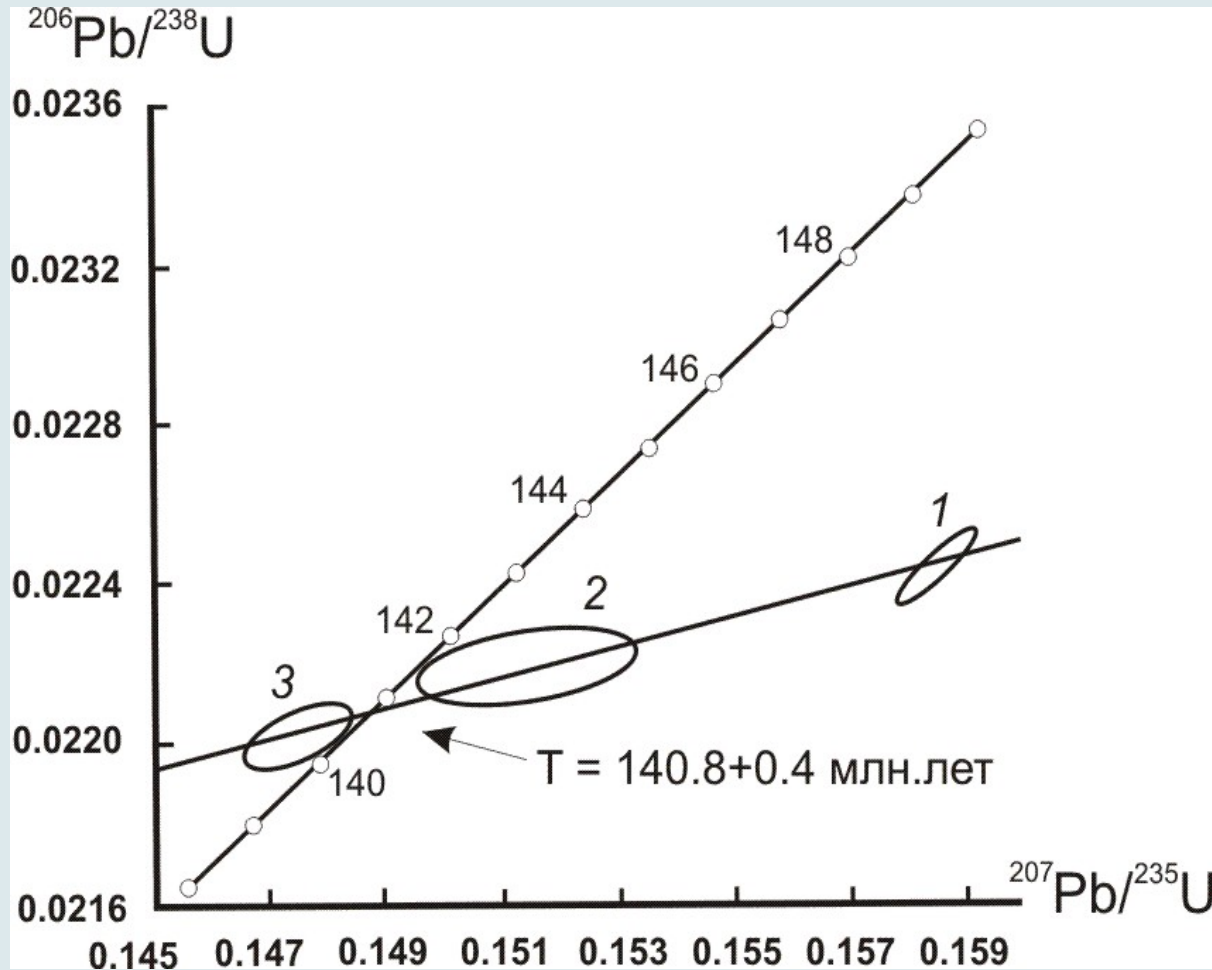


Возраст гранитов Соктуйского массива установлен как позднеюрский на основании датировок различными методами: калий-аргоновым  $146\pm 6$ ,  $142\pm 6$ ,  $140\pm 6$  млн. лет [Андреева и др., 1996], рубидий-стронциевым  $146\pm 4$ ,  $138\pm 6$  млн. лет [Сырицо, 1996].

Граниты главной фазы массива представлены средне-крупнозернистыми породами с олигоклазом (№15-17), К-На полевым шпатом и слюдой сидерофиллитового состава. Из аксессуарных минералов отмечаются флюорит, монацит, ильменит, апатит, циркон, магнетит, иногда турмалин.

Щелочные кварцевые сиениты слагают тело (10 км<sup>2</sup>) в северной части массива. В сиенитах преобладает щелочной полевой шпат с подчиненным значением олигоклаза (№12-15), кварца и амфибола катафоритового состава. Редко встречаются биотит, магнетит, циркон и апатит.

## Диаграмма с конкордией для цирконов из щелочных кварцевых сиенитов Соктуйского массива



Циркон в кварцевых сиенитах обладает всеми признаками магматического минерала и полученный по нему **U-Pb** возраст, равный **140,8±0,4 млн. лет**, является достоверной оценкой времени образования щелочного сиенита [Коваленко, Сальникова, Антипин и др., 2000].

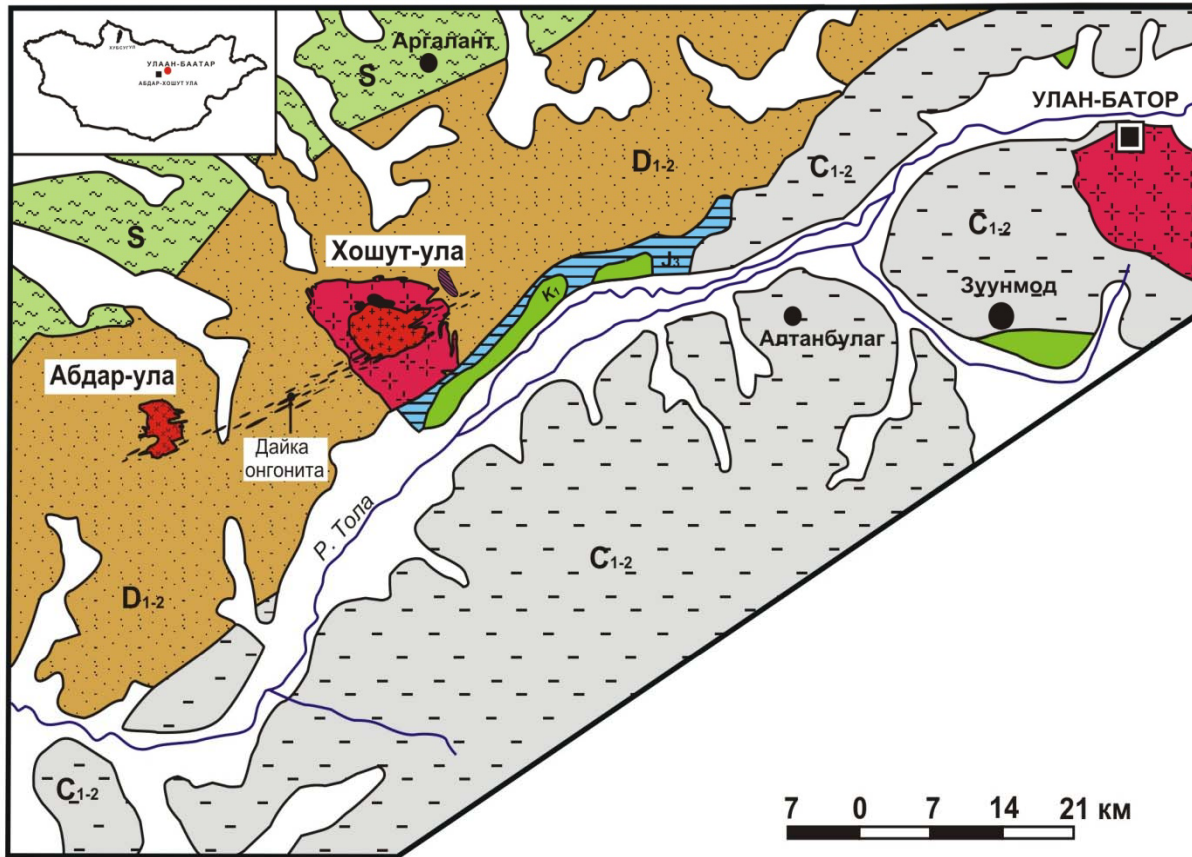
Таким образом, наряду с геологическими данными была окончательно доказана синхронность формирования редкометалльных литий-фтористых и щелочных гранитоидов Соктуйского массива.

На примере **Соктуйского массива** на основе изотопных данных исследован петрогенезис редкометалльных биотитовых лейкогранитов и щелочных сиенитов. Для лейкогранитов его главной фазы установлены значения первичного отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,71209$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}} = -0,01$ .

Для щелочных кварцевых сиенитов изотопные характеристики заметно отличаются:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,70657$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}} = -0,81$ . Эти результаты, а также близкий возраст различных геохимических типов гранитоидов, указывают на их образование из разных источников, но в одно время около 141 млн. лет назад.

Представленные здесь данные свидетельствуют о том, что для щелочных сиенитов Соктуя первичное отношение  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  близко к мантийным величинам Центральной Азии, а для редкометалльных лейкогранитов оно выше и соответствует коровым значениям. [Коваленко, Костицын, Ярмолюк и др., 1999; Коваленко, Сальникова, Антипин и др., 2000].

# Схематическая карта Абдар–Хошутулинской интрузивно-дайкиковой серии гранитоидов: Абдарский, Хошутулинский массивы и дайковый пояс (около 150 даек).

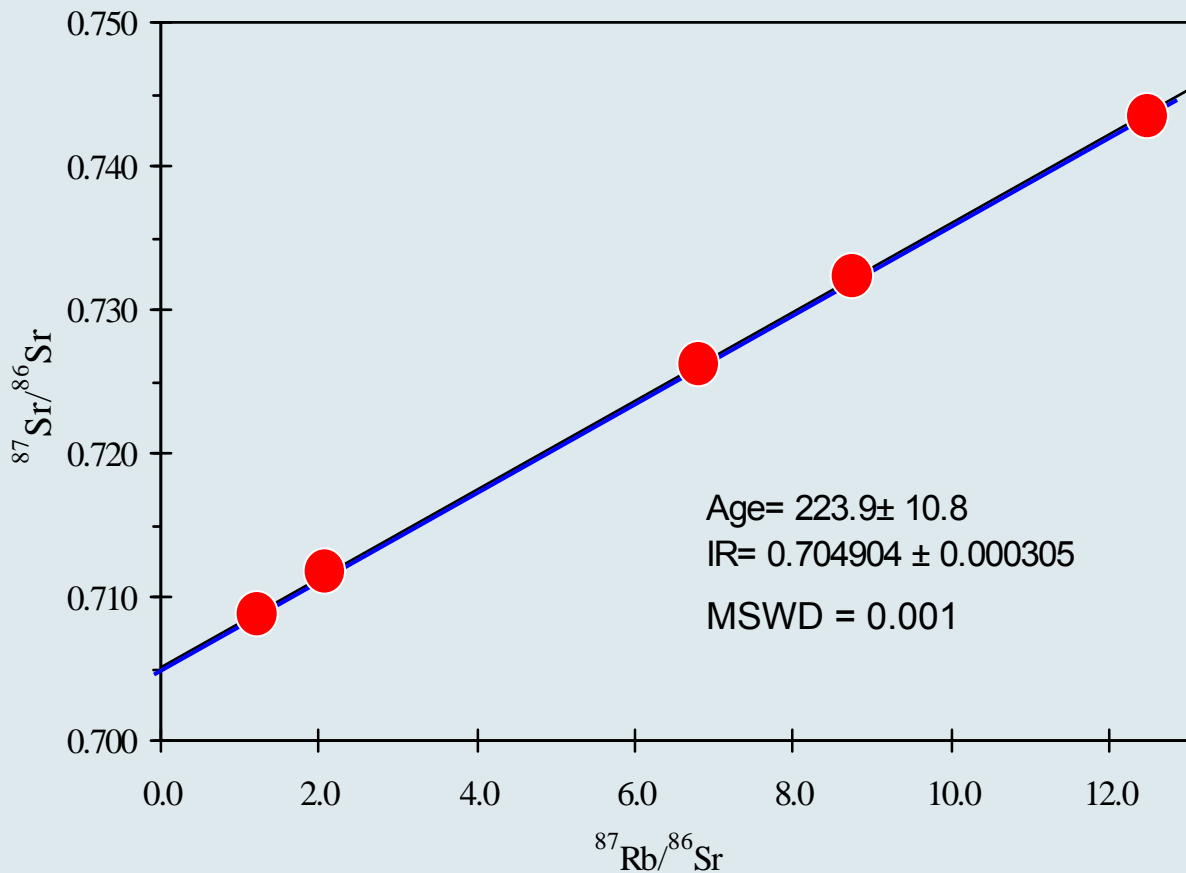


## Условные обозначения

-  Четвертичные отложения
-  К1 Континентальные туфогенно-терригенные породы
-  J9 Брекчи, конгломераты и песчаники
-  C1-2 Песчаники, алевролиты и гравелиты
-  D1-2 Песчаники, сланцы с прослоями кварцитов и лав метадолеритов
-  S Флиш, содержащий прослои вулканитов основного и среднего состава
-  Аляскиты, среднезернистые, порфиридные и пегматоидные амазонит альбитовые граниты
-  Дайки средне- и мелкозернистых гранитов, гранит порфиров, граносиенит-порфиров и риолит-порфиров
-  Крупно- и среднезернистые биотитовые граниты (II фаза)
-  Порфиридные крупнозернистые амфибол-биотитовые граниты (I фаза)
-  Интрузии крупнозернистых щелочных сиенитов
-  Интрузии среднезернистых крупнозернистых диоритов

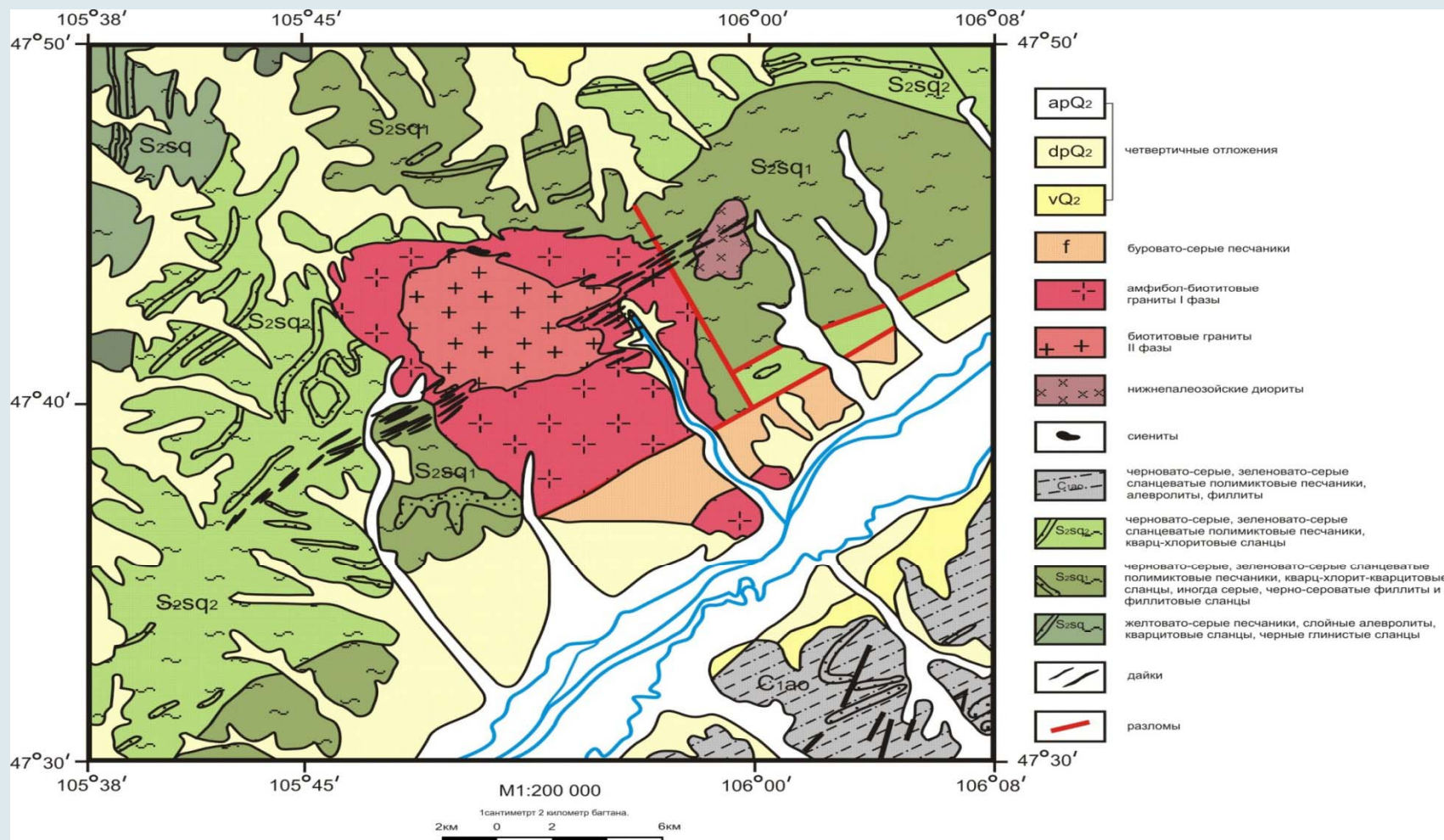
Позднее нами был исследован многофазный Хошутулинский массив (180 км<sup>2</sup>), входящий в состав раннемезозойской Абдар-Хошутулинской интрузивно-дайкиковой серии Центральной Монголии, в котором также установлено близкое по времени образование гранитоидов различной щелочности.

# *Rb-Sr* изохрона для гранитов различных фаз Хошутулинского массива



В составе серии выделены ранние палингенные известково-щелочные граниты многофазного Хошутулинского массива (**224±11** млн. лет, Rb-Sr), которые через дайковый пояс гранит-порфиров, онгонитов и фельзитов объединяются с редкометалльными литий-фтористыми гранитами Абдарского массива (**209-212** млн. лет, Rb-Sr), завершающими эволюцию магматической серии. [Антипин, Одгэрэл, 2007; Одгэрэл, Антипин, 2009].

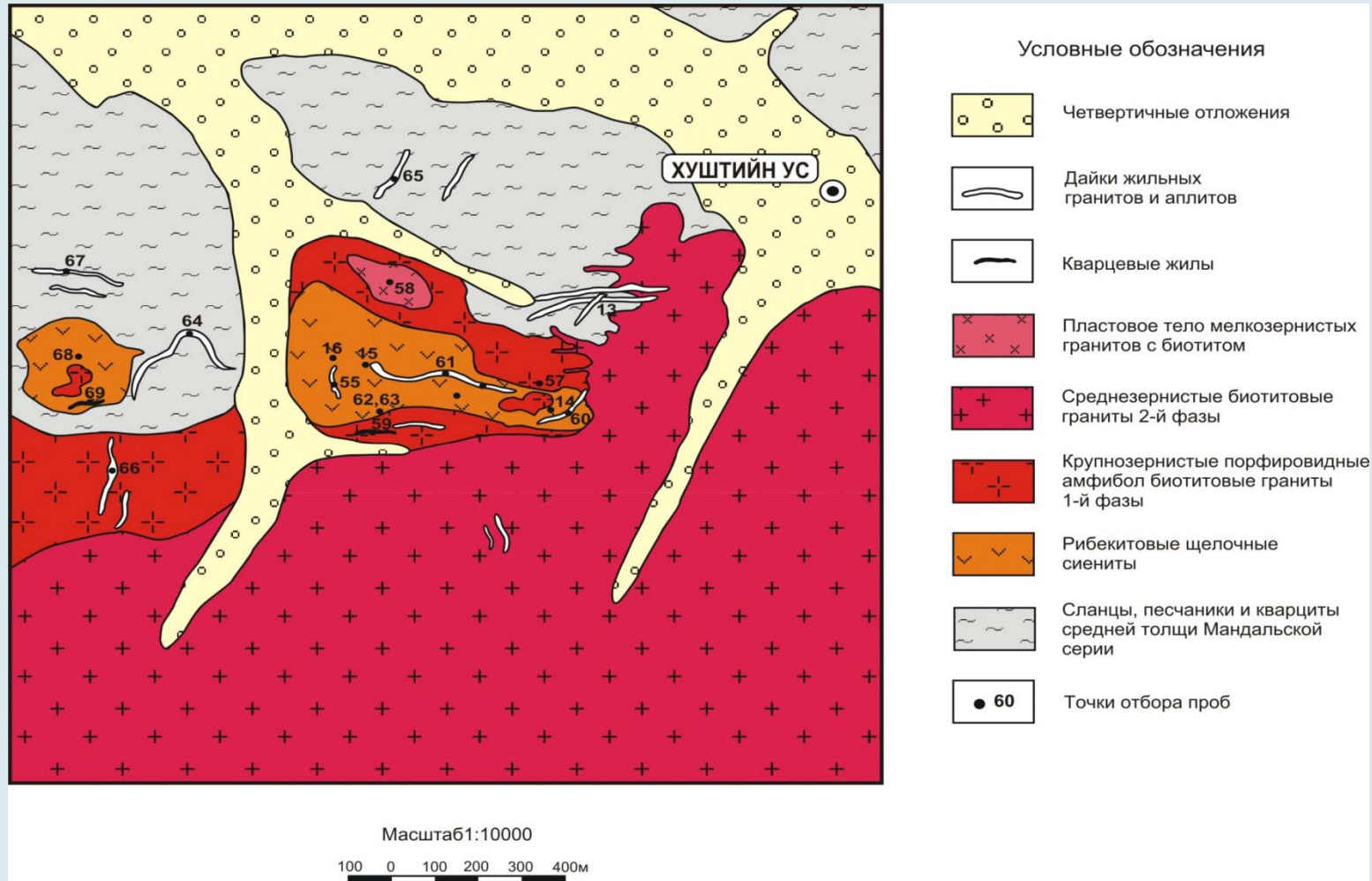
# Геологическое строение Хошутулинского гранитоидного массива (Центральная Монголия)



Порфирировидные биотитовые граниты главной фазы сложены в нем плагиоклазом (An<sub>16-26</sub>), K-Na полевым шпатом, кварцем, биотитом (сидерофиллит) и амфиболом. Обычными акцессорными минералами в них являются сфен, ортит, магнетит, циркон и апатит.



# Геологическая карта северной части Хошутулинского массива (составили Д.Одгэрэл, В.С. Антипин. 2004)

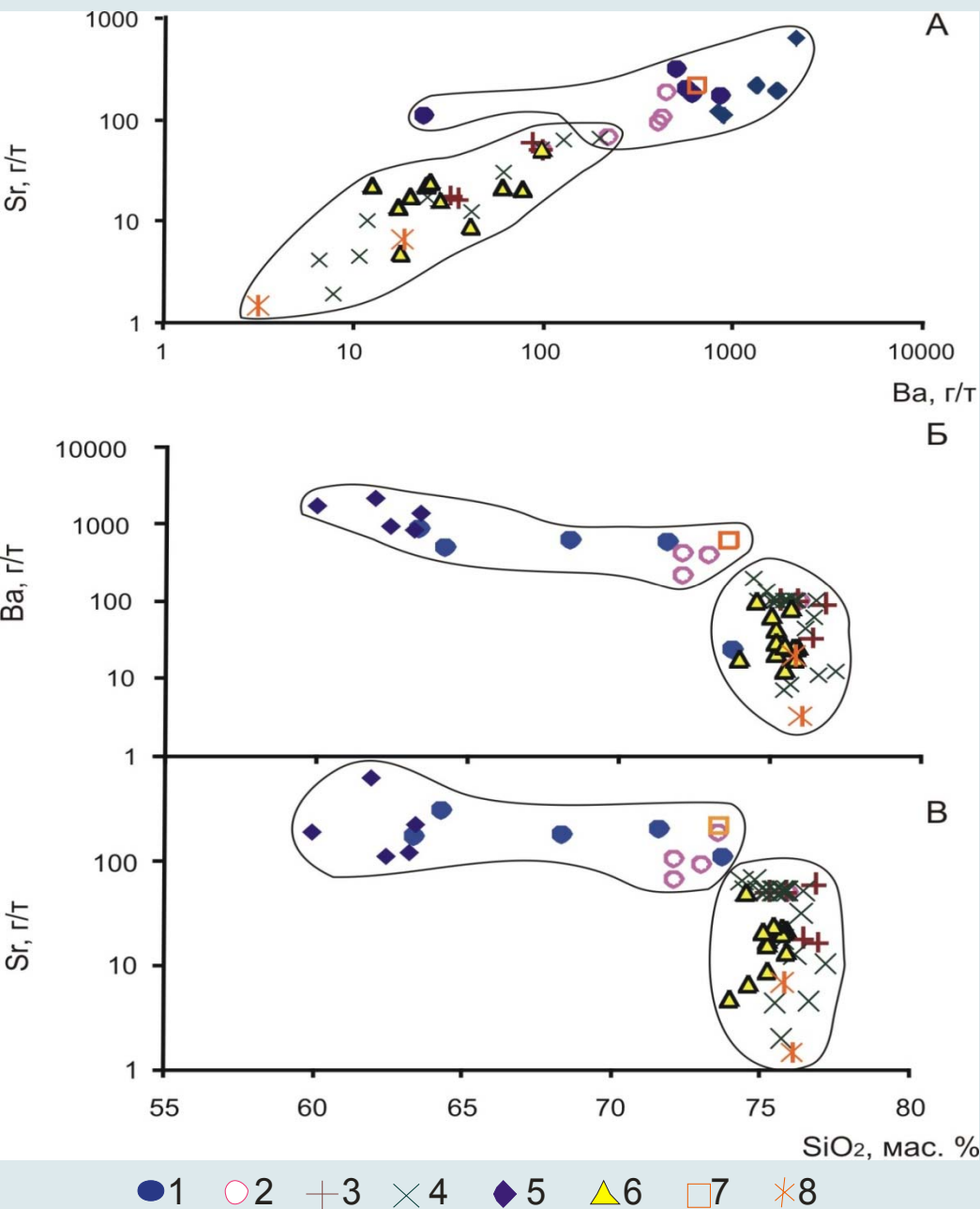


В щелочных сиенитах вкрапленники образованы К-На полевым шпатом (Орт70Аб30). Парагенезис минералов в них представлен также средним плагиоклазом An28-35, щелочным амфиболом (рибекит), биотитом, а акцессорных - апатитом, цирконом, ортитом, сфеном и магнетитом.

Изученный пример близкого по времени образования известково-щелочного гранитного и щелочносиенитового магматизма в Монголии показал, что эти породы в Хошутулинском массиве имеют сходный изотопный состав:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7045-0,70512$  для гранитов и  $0,70447-0,70615$  для щелочных сиенитов [Антипин, Дриль, Одгэрэл, 2009].

Довольно низкие значения приведенных первичных отношений стронция для гранитов 1-й фазы и щелочных сиенитов могут свидетельствовать о вероятном участии мантийного источника на раннем этапе становления Абдар-Хошутулинской интрузивно-дайковой серии.

# Соотношение между Ba, Sr (г/т) и SiO<sub>2</sub> (мас. %) в гранитоидах Абдар-Хошутулинской интрузивно-дайковой серии.



Геохимические данные также показывают близкие и весьма высокие содержания **Ba** и **Sr** в ранних гранитах и щелочных сиенитах **Хошутулинского массива** и резкое обеднение этими элементами пород **дайкового пояса** и **редкометалльных гранитов Абдарского массива**.

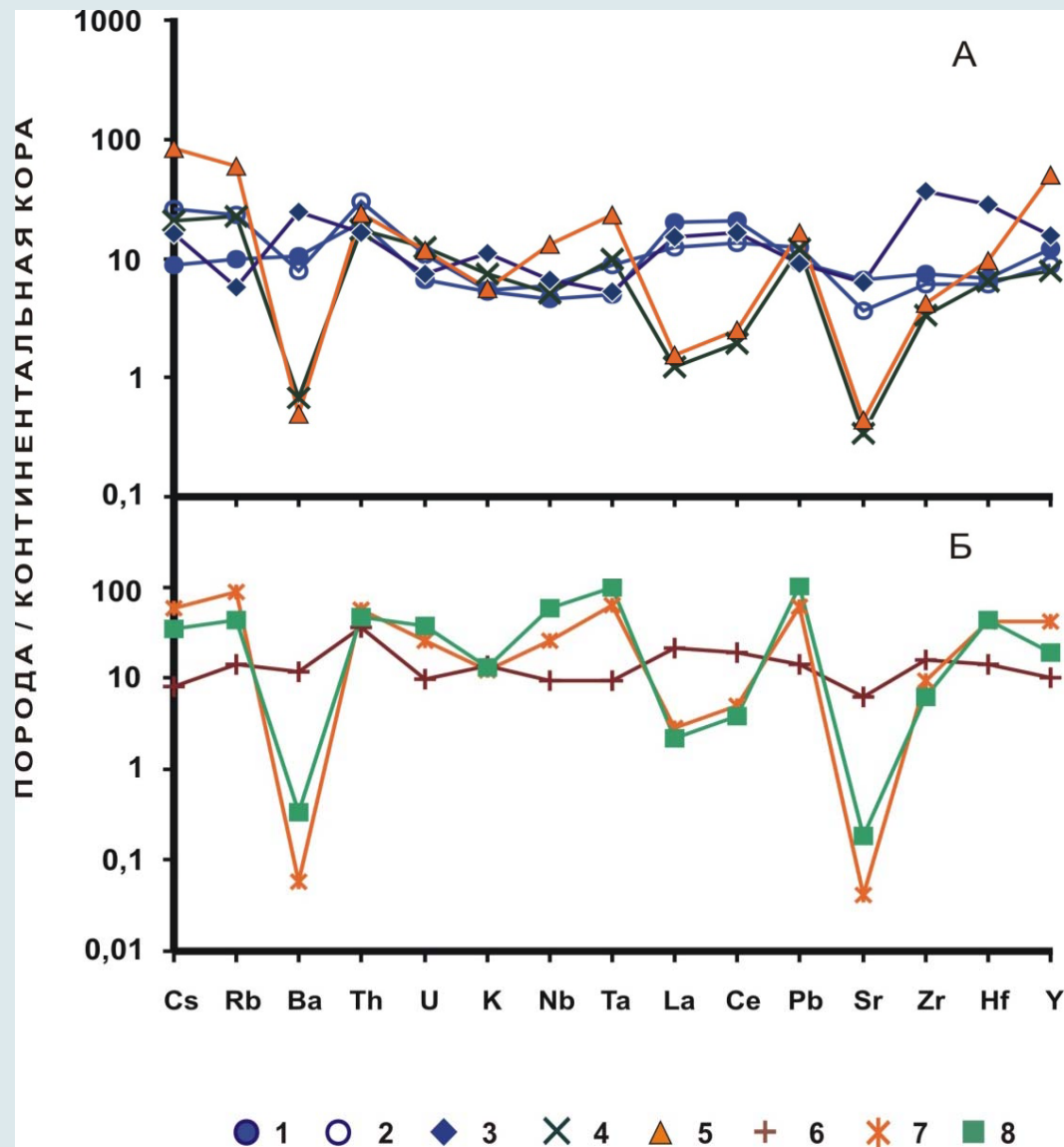
*Породы Хошутулинского массива и дайкового пояса:*

- 1 - граниты I фазы
- 2 - граниты II фазы
- 3 - жильные граниты
- 4 - дайковый пояс
- 5 - щелочные сиениты.
- 6 - онгониты г. Цох ула

*Породы Абдарского массива:*

- 7 - лейкограниты
- 8 - амазонит-альбитовые граниты.

**Спайдердиаграмма распределения элементов  
в породах Абдар-Хошутулинской интрузивно-дайкиковой серии  
(нормировано по среднему составу континентальной коры,  
Тэйлор, Мак-Леннон, 1988).**



Гранитоиды Хошутулинского массива и щелочные сиениты показывают сближенные графики распределения редких элементов.

Однако сиениты, как породы агпаитового ряда, заметно обогащены Ba, Zr, Hf.

Редкометалльные граниты Абдара и дайкового пояса обогащены Rb, Cs, Nb, Ta и имеют глубокие минимумы в распределении Ba, Sr, La и Се.

**Хошутулинский массив(А):**

- 1-порфировидные граниты
- 1-й фазы
- 2- граниты 2-й фазы
- 3-сиениты
- 4-породы дайкового пояса
- 5-онгониты г.Цох-ула.

**Абдарский массив(Б):**

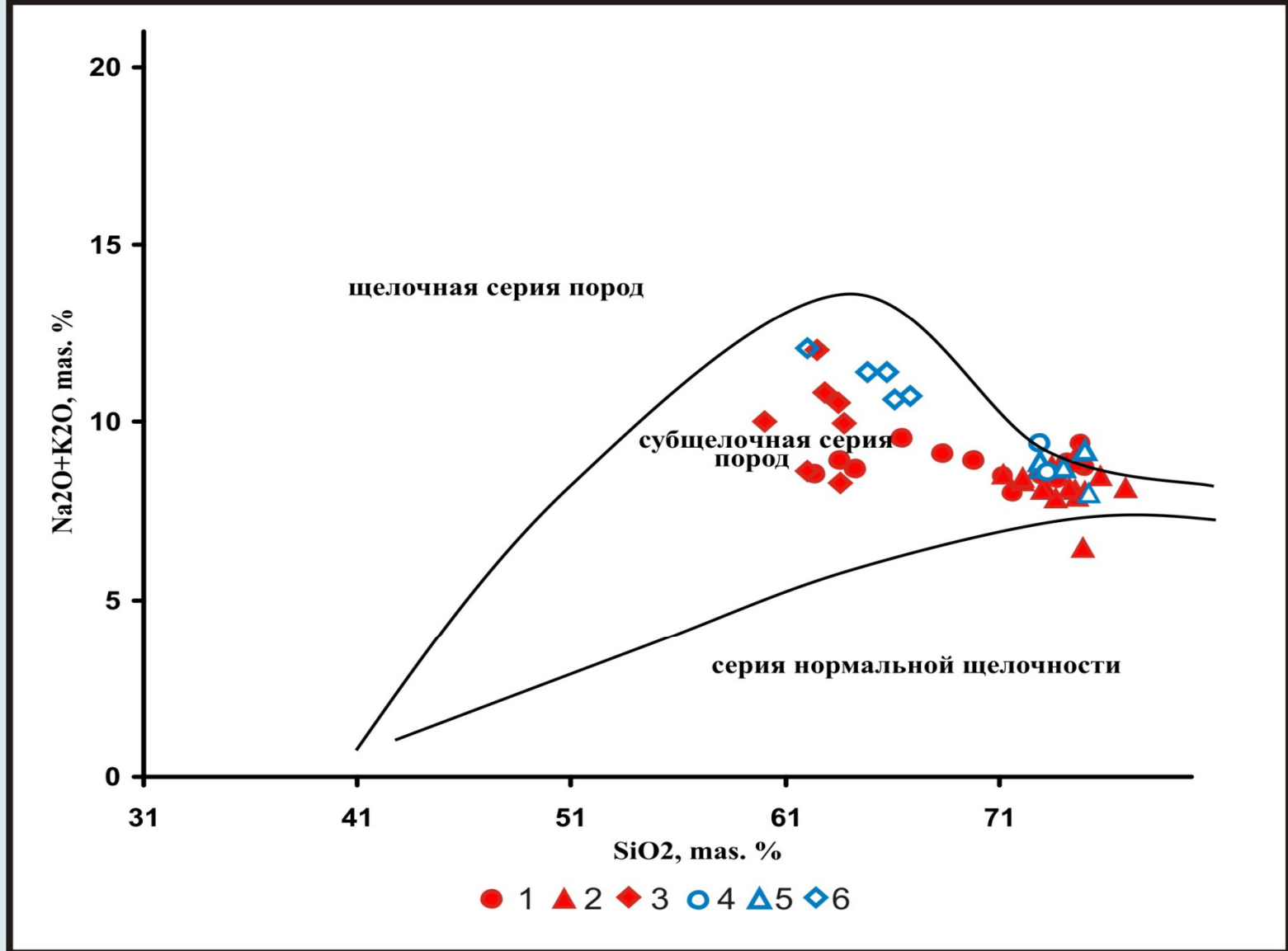
- 6-лейкограниты
- 7-амазонит-альбитовые граниты
- 8-пегматоидные амазонит - альбитовые граниты

**СРЕДНИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЗВЕСТКОВО-ЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОВ И ЩЕЛОЧНЫХ СИЕНИТОВ ХОШУТУЛИНСКОГО И СОКТУЙСКОГО МНОГОФАЗНЫХ МАССИВОВ**

Компоненты	Хошутулинский массив (Монголия)			Соктуйский массив (Забайкалье)		
	Граниты 1-й (главной) фазы	Граниты 2-й фазы	Щелочные сиениты	Граниты 1-й фазы	Граниты 2-й (главной) фазы	Щелочные сиениты
SiO <sub>2</sub>	69,88	73,88	62,58	72,94	73,80	64,87
TiO <sub>2</sub>	0,51	0,25	0,81	0,28	0,20	0,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,38	13,61	16,67	13,38	13,35	16,93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,02	0,55	2,62	0,67	0,66	1,87
FeO	2,48	1,21	2,63	1,27	1,12	1,82
MnO	0,07	0,05	0,08	0,05	0,04	0,09
MgO	0,79	0,47	1,10	0,14	0,18	0,33
CaO	1,75	1,02	1,64	1,36	0,92	1,20
Na <sub>2</sub> O	4,14	3,68	6,10	4,02	3,81	5,19
K <sub>2</sub> O	4,63	4,56	4,37	5,36	5,05	6,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,06	0,25	0,03	0,02	0,03
F	1265	1460	570	1380	2960	560
Li	43,8	58,6	87,3	31,2	69,5	11,9
Rb	149	276	89	245	342	142
Ba	644	321	1418	860	480	187
Sr	193	100	254	160	15	35
Sn	4,3	7,4	4,3	4,2	6,2	2,6
Pb	20,3	23,6	18,8	31,0	31,9	23,5
Zn	89,2	33,7	96,0	62,2	60,9	85,1
Nb	9,7	12,0	13,9	10,0	24,0	29,0
Zr	208	109	352	124	195	600
La	59,9	36,8	50,1	110	135	125
Ce	133,2	87,1	103,6	290	280	265
K/Rb	260	138	409	219	148	437

При весьма близких содержаниях глинозема щелочность соктуйских сиенитов (K<sub>2</sub>O>Na<sub>2</sub>O) существенно выше, чем у хошутулинских сиенитов (Na<sub>2</sub>O>K<sub>2</sub>O). В то же время последние обогащены (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+ FeO), MgO, Li, Sn, Hf и в наибольшей мере Ba и Sr. В сиенитах Соктуйского массива наибольшие концентрации Zr, легких РЗЭ. Различия в уровне содержания и распределении элементов в щелочных сиенитах Хошутулинского и Соктуйского массивов, вероятно, являются их провинциальными особенностями.

Примечание. Оксиды приведены в мас.%, редкие элементы – в г/т.



*Классификационная диаграмма (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) – SiO<sub>2</sub> для гранитоидов Хошутулинского (Монголия) и Соктуйского (Забайкалье) массивов.*

**Хошутулинский массив:** 1 – граниты 1-й фазы, 2 – граниты 2-й фазы, 3 – щелочные сиениты.

**Соктуйский массив:** 4 – граниты 1-й фазы, 5 – граниты 2-й фазы, 6 – щелочные сиениты.

Ранее уже отмечалось [Коваленко, Сальникова, Антипин и др., 2000], что в Соктуйском массиве щелочные кварцевые сиениты по сравнению с лейкогранитами главной фазы резко обеднены F, Li, Rb, Be, Ta и Sn, то есть элементами, которые накапливаются при дифференциации гранитных магм.

Большая щелочность сиенитов Соктуйского массива определяет наибольшие концентрации в них Zr, легких редких земель и, соответственно, большую величину Zr/Hf и La/Yb отношений.

Было также показано, что внутриплитный магматизм в Восточном Забайкалье крайне редко включал синхронное формирование редкометалльных Li-F гранитов, источниками которых была каледонская континентальная кора, и щелочных кварцевых сиенитов, образовавшихся при плавлении мантии или базитовой коры.

Литий-фтористые граниты Абдарского массива в составе Абдар-Хошутулинской серии, завершающие ее формирование, являются типично коровыми образованиями с высокими значениями первичного отношения  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  [Коваленко и др., 1999]. Вполне можно предположить, что под воздействием глубинного щелочного магматизма происходит плавление корового субстрата и формирование гранитных интрузий с синхронным образованием редкометалльных литий-фтористых гранитов.

Поэтому мы можем фиксировать близкое по времени формирование известково-щелочных и щелочных гранитоидов на примере многофазных массивов Соктуйского (Забайкалье) и Хошутулинского (Монголия).



*Спасибо за внимание!*

