



Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ)

Геолого-геофизический факультет

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

Лаборатория минералов высоких давлений и алмазных месторождений

Геохимия, Rb-Sr и Sm-Nd системы деформированных перидотитов из кимберлитовой трубки Удачная- Восточная

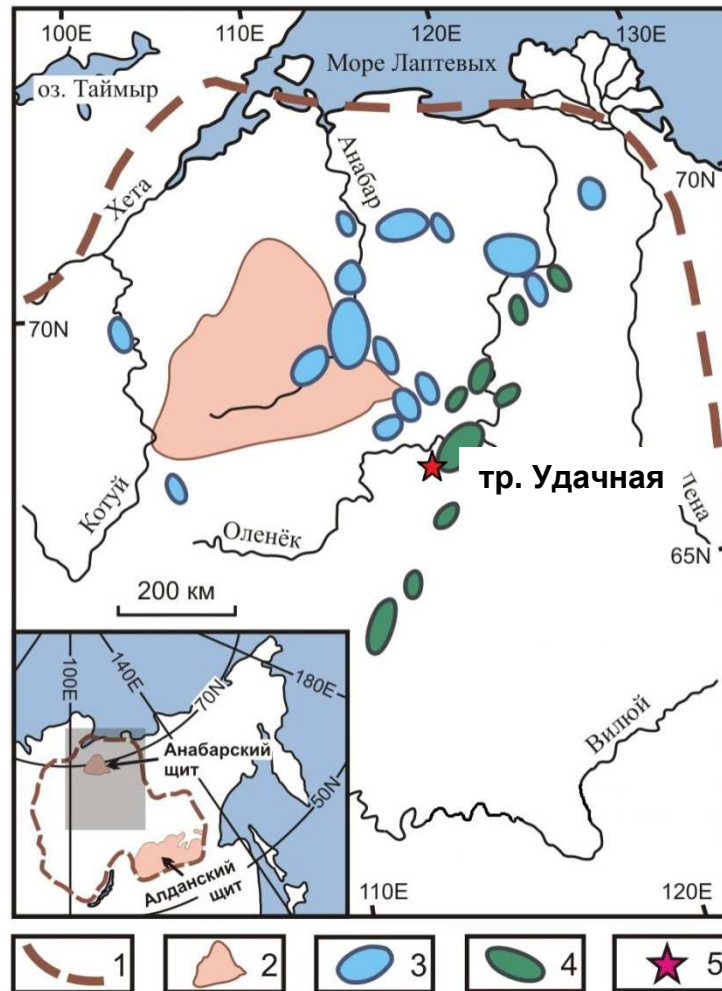


Выполнила: Е.А. Сургутанова

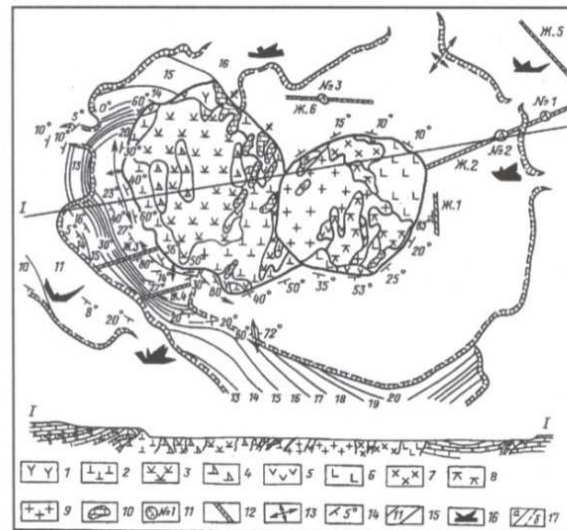
Научный руководитель: к. г.-м. н. А.М. Агашев

Новосибирск, 2013

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ



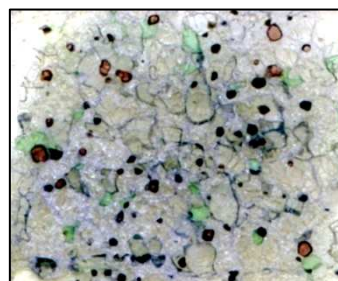
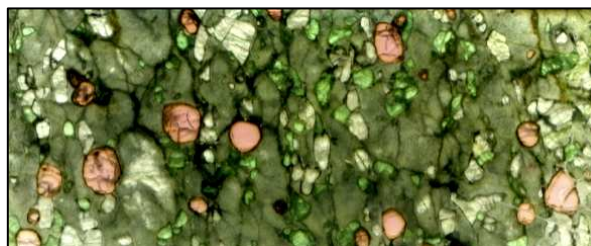
Трубка Удачная, Алакит-Мархинское кимберлитовое поле Далдын-Алакитского района кимберлитового магматизма



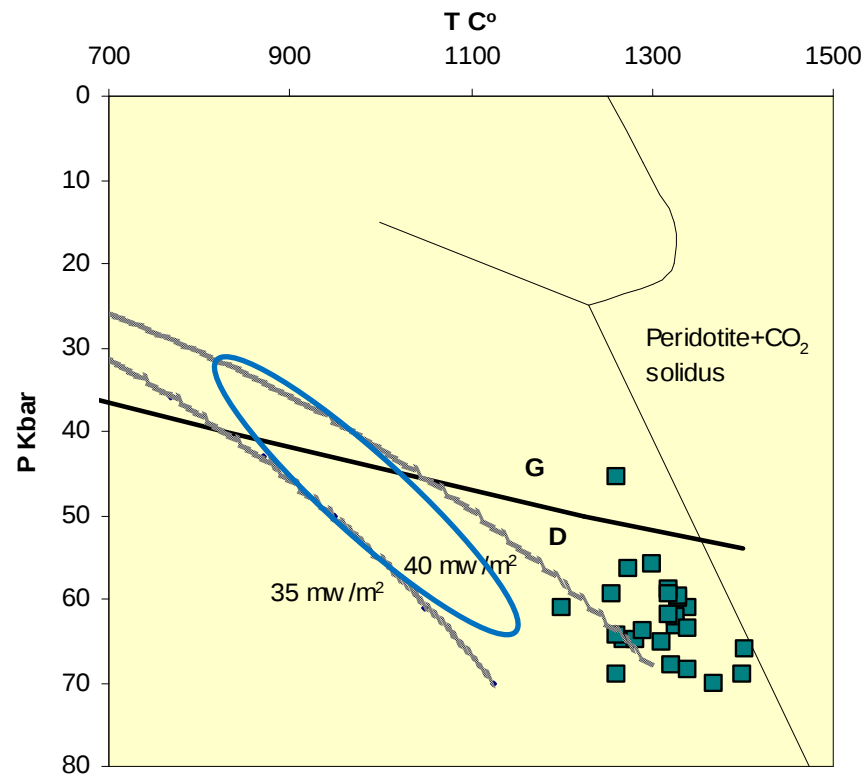
1- границы Сибирской платформы, 2 - Анабарский щит, 3 – мезозойские алмазоносные поля, 4 – палеозойские поля алмазоносности, 5 – трубка Удачная. Разрез кимберлитовой трубки Удачная (по В.В. Готовцеву).

КОЛЛЕКЦИЯ ОБРАЗЦОВ

По рассчитанному модальному минеральному составу изучаемые образцы относятся к гранатовым лерцолитам и гранатовым гарцбургитам (оливин 50-75 мас. %, клинопироксен 3-15 мас. %, ортопироксен 10-20 мас. %)



Р-Т УСЛОВИЯ



Температуры и давления равновесия ксенолитов деформированных перидотитов трубки Удачная;
 ○ - область РТ зернистых перидотитов (Boyd, 1986)

■ - деформированные перидотиты;
 Утолщенная линия – переход графит/алмаз.

Температура равновесия ксенолитов оценена, как 1260-1400°C, давление - 56-70 кбар.

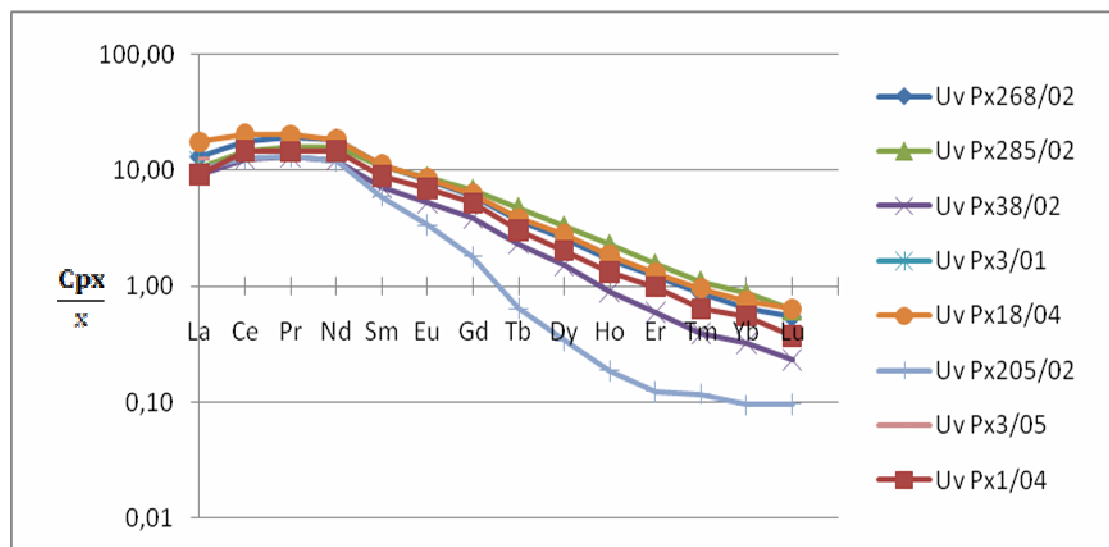
Диапазон глубин ≥ 170 -220 км. По геофизическим данным эта глубина маркирует переход континентальная литосфера-астеносфера (Boyd, 1986)

Р-Т условия равновесия для деформированных перидотитов были рассчитаны с помощью двупироксен-гранатового геотермобарометра (Brey and Kohler 1990). Точки легли вблизи континентальной геотермы 40 мВт/м² (Pollack and Chapman, 1977).

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛОВ

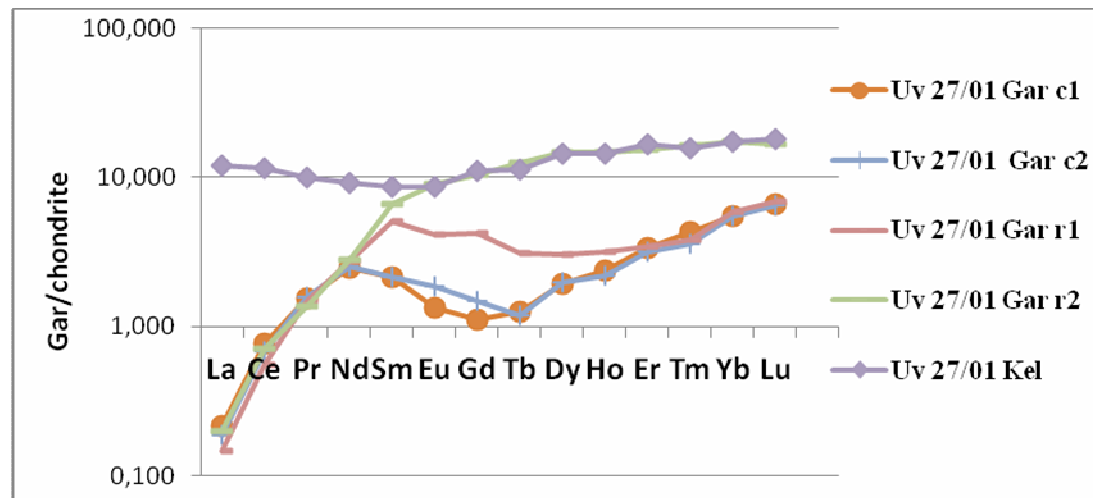
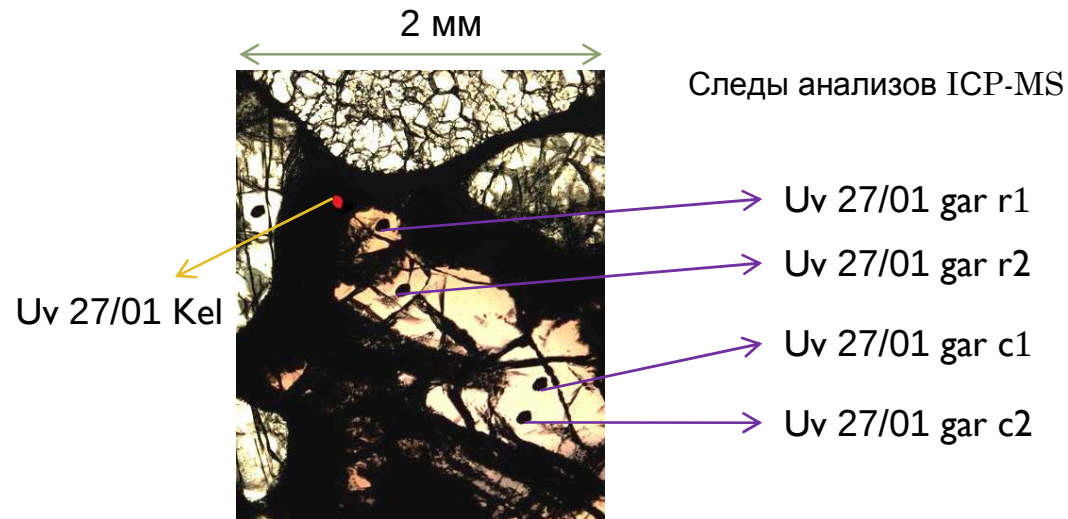
Гранаты и пироксены были исследованы на содержания редкоземельных и рассеянных элементов с помощью метода LA ICP-MS

Все клинопироксены по форме REE-спектра соответствуют лерцолитам

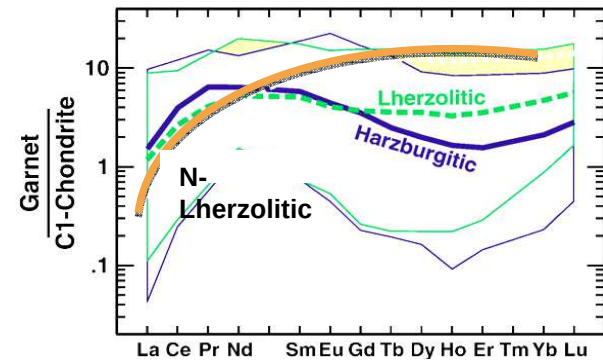


Спектры РЗЭ, нормированных на состав хондрита (McDonough, 1995), для клинопироксенов из деформированных перидотитов трубки Удачная Восточная. Наклонная форма спектров, соответствует деформированным лерцолитам (Pearson et al., 2003)

ЛИМИТЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛОВ

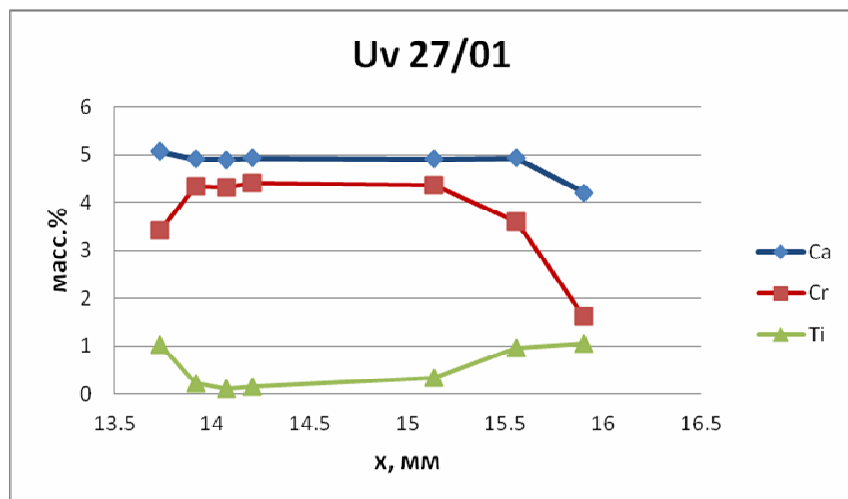


Спектры РЗЭ, нормированных на состав хондрита (McDonough, 1995), для центральных и краевых частей граната и келифита в образце Uv 27/01.



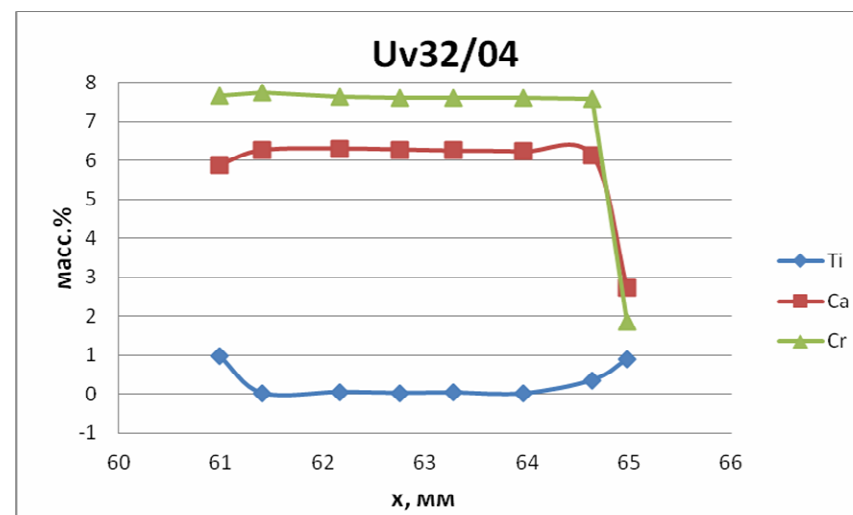
Спектры РЗЭ, нормированных на состав хондрита, для гранатов – включений в алмазах перцолитового и гарцбургитового парагенезисов, и для гранатов нормального перцолитового состава (N Lherzolitic) Stachel, 2008.

ЗОНАЛЬНОСТЬ ГРАНАТОВ

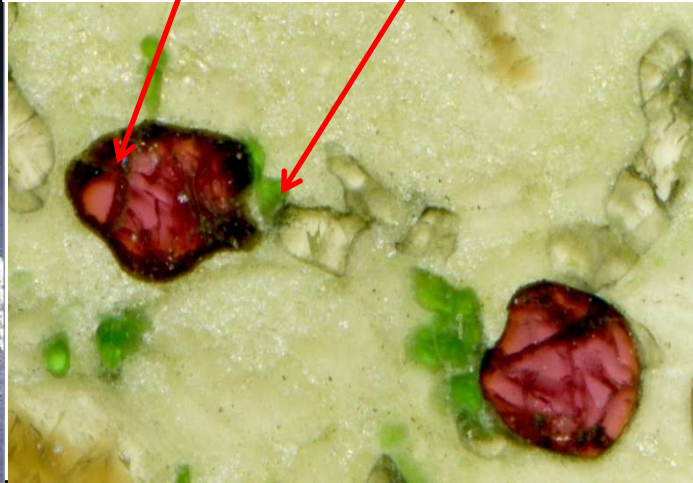


Этой зональностью сопровождается переход от гарцбургитового парагенезиса к лерцолитовому (увеличение к краям содержания Ti в гранате, Ca и Cr уходят в Crx).

Распределение элементов в рамках каждого зерна показывает зональность граната по Ti, Ca, и Cr.



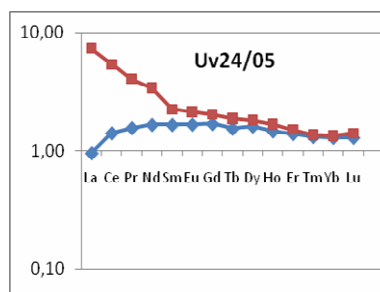
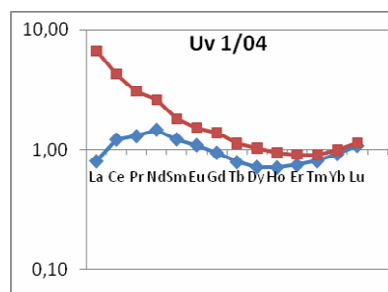
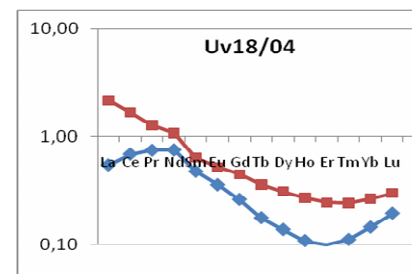
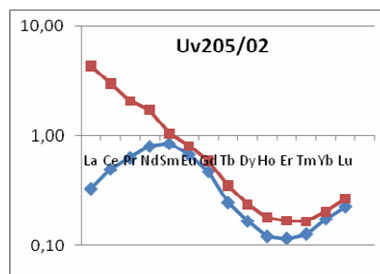
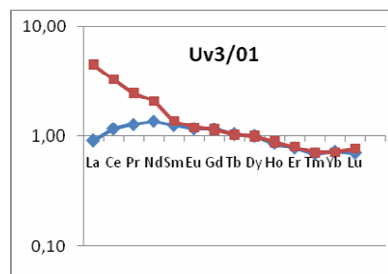
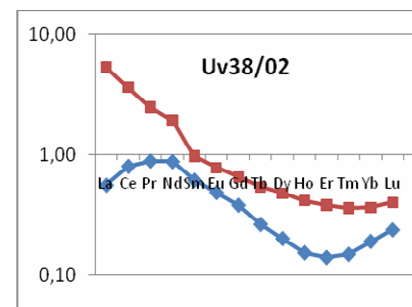
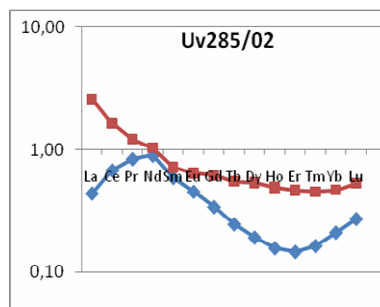
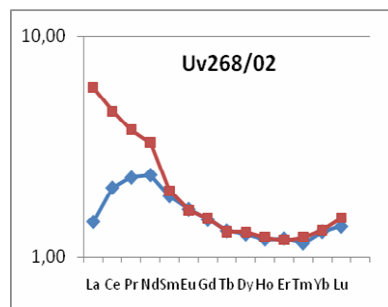
АНАЛИЗ СОСТАВОВ ПОРОД В ЦЕЛОМ

Измеренный	Рассчитанный из Gar и Cpx
	

Далее, измеренные редкоэлементные составы деформированных перидотитов сравнили с рассчитанными.

АНАЛИЗ СОСТАВОВ ПОРОД В ЦЕЛОМ

Rock/Chondrite



Спектры РЗЭ, нормированных на состав хондрита (McDonough, 1995) для каждого образца. Красная линия – результат измеренных данных из порошка породы. Синяя – результат рассчитанных данных, согласно модальному минеральному составу породы и редкоземельному составу Gar и Crx

Повышенное содержание LREE и HREE, а также Rb, Ba, Th, U, Nb, Ta, Zr в породе не соответствует рассчитанным содержаниям из состава граната и клинопироксена.

РАСТВОРЕНИЕ ОБРАЗЦОВ

	вес	Mg	Si	Al	P	K	Ca	Fe
холостой		0.60	2.9	1.41	0.98	0.30	1.17	0.48
UV 33/04	0.4448	6388.4	3215.0	134.2	7.2	431.6	193.9	2219.9
UV 18/04	0.6374	5637.1	2695.9	92.7	4.4	235.7	155.2	1375.0
UV 285/02	0.5865	4258.7	2335.0	55.8	19.5	148.8	108.9	1141.3
UV 30/04	0.5753	15617.2	6920.4	188.6	11.9	323.9	512.9	3631.4

	Rb	Ba	Th	U	K	Nb	La	Ce
UV 33/04	2.258318	6.698516	0.015737	0.004496	431.567	0.116007	0.101169	0.162995
UV 18/04	1.805773	11.3912	0.010982	0.002353	235.6972	0.082837	0.041575	0.068246
UV 285/02	0.895141	13.72677	0.009378	0.001705	148.7872	0.095141	0.044331	0.058824
UV 30/04	1.832957	5.01999	0.014775	0.004346	323.8785	0.096993	0.149487	0.239006

	Sr	Nd	Zr	Sm	Eu	Y	Yb	Lu
UV 33/04	1.710881	0.051709	0.28125	0.008993	0.00281	0.029227	0.002248	
UV 18/04	1.994823	0.024318	0.16026	0.003922	0.001961	0.014904	0.001569	
UV 285/02	1.800512	0.02046	0.10665	0.00341	0.002131	0.016198	0.001705	
UV 30/04	2.642969	0.095602	3.640362	0.013037	0.007387	0.052147	0.005215	0.000869



Количество растворимой фазы – 2,2-2,4 вес.% от общей массы образца.
Наибольшее количество вещества в растворимой фазе наблюдается для:

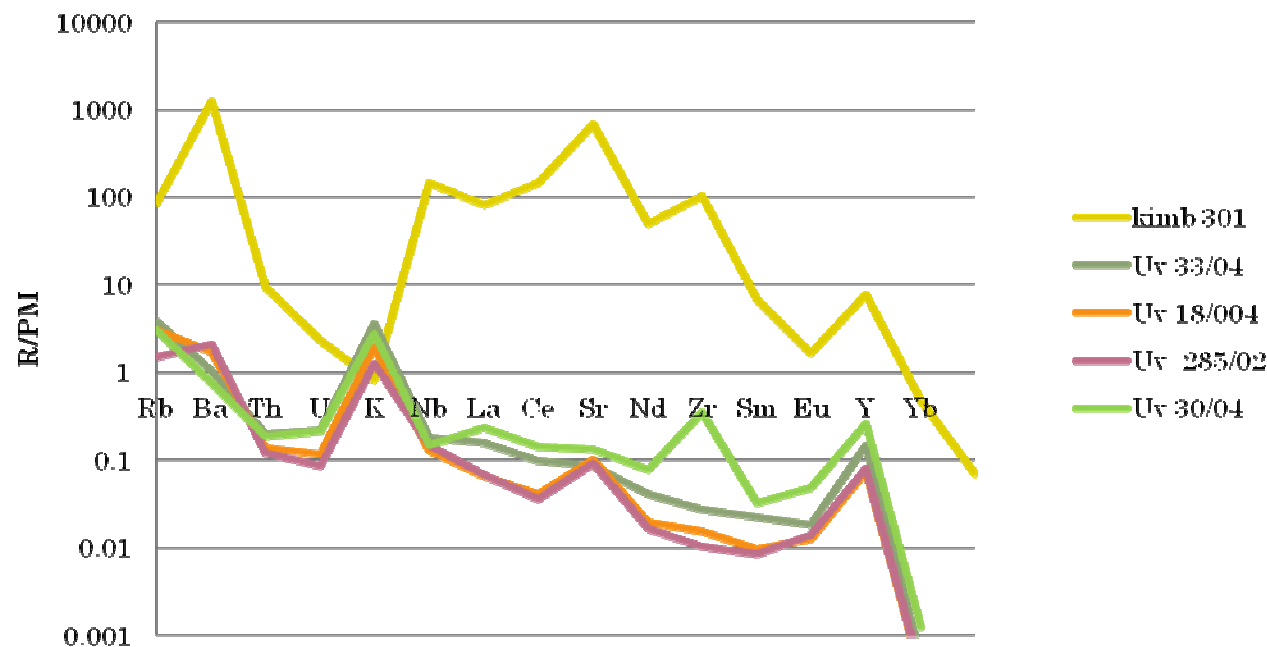
Sr (11-22%) Rb(23-40%) La (8-27%) Ta (8-28%)
Ce (5-19 %) U (7-24%) Th (15-25.5%) Ba (47-100%)

АНАЛИЗ РАСТВОРОВ

Осуществлен пересчет главных элементов раствора на минералы. Получившиеся минералы исследуемых интерстиционных фаз перидотитов: Cat, Ap, Phlog, T-Phlog, а также имеет место растворение силиката (Mg+Fe+Si).

Cat	→	Sr, Ce, La, Ba
Ap	→	Sr, Th, U
Phlog	→	Rb, Ba, Ta-Nb

ПРИРОДА МЕТАСОМАТИЧЕСКОГО АГЕНТА



Мультиэлементные спектры растворимых в HCl элементов деформированных перидотитов в сравнении с мультиэлементным спектром содержания элементов кимберлита трубки Удачная (Агашев, 2003).

Спектр растворимой фазы перидотитов по форме похож на кимберлитовый. Максимум по К свидетельствует об избирательной экстракции из расплава К, Rb, Ba и, возможно Sr, перидотитом посредством образования келифитовых кайм.

ИЗОТОПНАЯ Rb-Sr и Sm-Nd ХАРАКТЕРИСТИКА

Изотопная характеристика Sr показывает, что измеренное отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в образце имеет радиогенный состав изотопов Sr, а начальное $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}^i$ ($t=370$ млн.лет) отношение показывает значения астеносферной мантии.

образцы	<u>Rb</u> ppm	<u>Sr</u> ppm	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ измеренное	2σ	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}^i$ инициальное
Uv-268/02	6.79	29.62	0.639742	0.707660	0.000013	0.704290
Uv-97/02	3.66	23.06	0.442569	0.707835	0.000012	0.705504
Uv-208/02	3.56	8.47	1.174470	0.711545	0.000013	0.705358
Uv-1/04	6.39	25.93	0.687225	0.708638	0.000013	0.705018
Uv-252/02	5.70	16.46	0.966548	0.709721	0.000014	0.704629
Uv 03/02	4.18	19.08	0.610758	0.707571	0.000012	0.704354
Uv-33/04	5.64	11.43	1.378170	0.710703	0.000011	0.703443
Uv-257/02	4.79	48.18	0.277703	0.710760	0.000011	0.709297
Uv-30/04	5.31	12.54	1.182545	0.709959	0.000012	0.703730
Uv-27/01	9.52	22.78	1.165518	0.710574	0.000012	0.704434
Uv-3/05	7.35	28.20	0.727617	0.708166	0.000012	0.704333
Uv-153/02	3.83	21.21	0.503616	0.708023	0.000011	0.705370
Uv-24/05	12.15	28.48	1.190323	0.709891	0.000008	0.703621
Uv-18/04	4.95	9.27	1.489889	0.711861	0.000011	0.704013
Uv-285/02	3.82	15.08	0.706790	0.708344	0.000009	0.704621
КИМБЕРЛИТ	57.2	518.8	0.3188	0.705694		0,704033

Данные по изотопным отношениям для кимберлита трубки Удачная А. М. Агашева (Агашев, 2003)

ИЗОТОПНАЯ Rb-Sr и Sm-Nd ХАРАКТЕРИСТИКА

Изотопная характеристика Nd показывает, что современные и начальные $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ отношения не имеют значимых различий между образцами, схожи с вмещающими их кимберлитами и немного выше современных значений $\text{PM} = 0,51264$ (Фор, 1989). По величине $\epsilon\text{Nd}(t)$ образцы отличаются от кимберлитов на 0,07-1,52 единиц.

№ образца	<u>Sm</u> ppm	<u>Nd</u> ppm	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ измеренное	2σ	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ i инициальное	ϵNd
Uv-268/02	0.29	1.51	0.118341	0.51267	0.000015	0.512383	4.3
Uv-97/02	0.27	1.19	0.136154	0.512752	0.000015	0.512422	5.1
Uv-208/02	0.19	0.73	0.160127	0.512742	0.000017	0.512354	3.8
Uv-1/04	0.27	1.19	0.135010	0.512703	0.000016	0.512376	4.2
Uv-252/02	0.21	0.86	0.14443	0.512761	0.000017	0.512411	4.9
Uv 03/02	0.26	1.18	0.13376	0.512779	0.000010	0.512455	5.7
Uv-33/04	0.12	0.55	0.13423	0.512711	0.000013	0.512386	4.4
Uv-257/02	0.15	0.62					
Uv-30/04	0.17	0.72	0.14301	0.512754	0.000010	0.512408	4.8
Uv-27/01	0.35	1.48	0.14062	0.512741	0.000010	0.512400	4.7
Uv-3/05	0.38	1.86	0.12326	0.512726	0.000017	0.512427	5.2
Uv-153/02	0.26	1.10					
Uv-24/05	0.33	1.55	0.12872	0.512719	0.000016	0.512407	4.8
Uv-18/04	0.09	0.49	0.11105	0.512727	0.000010	0.512458	5.8
Uv-285/02	0.11	0.47					
КИМБЕРЛИТ	6.57	48.33	0.081500	0.51258		0.512384	4.3
PM			0.196700	0.512638			
DM			0.213800	0.51315			

Данные по изотопным отношениям для PM и DM взяты из учебника Г. Фора (Фор, 1989), для кимберлита трубки Удачная из диссертации А. М. Агашева (Агашев, 2003)

ИЗОТОПНАЯ Rb-Sr и Sm-Nd ХАРАКТЕРИСТИКА

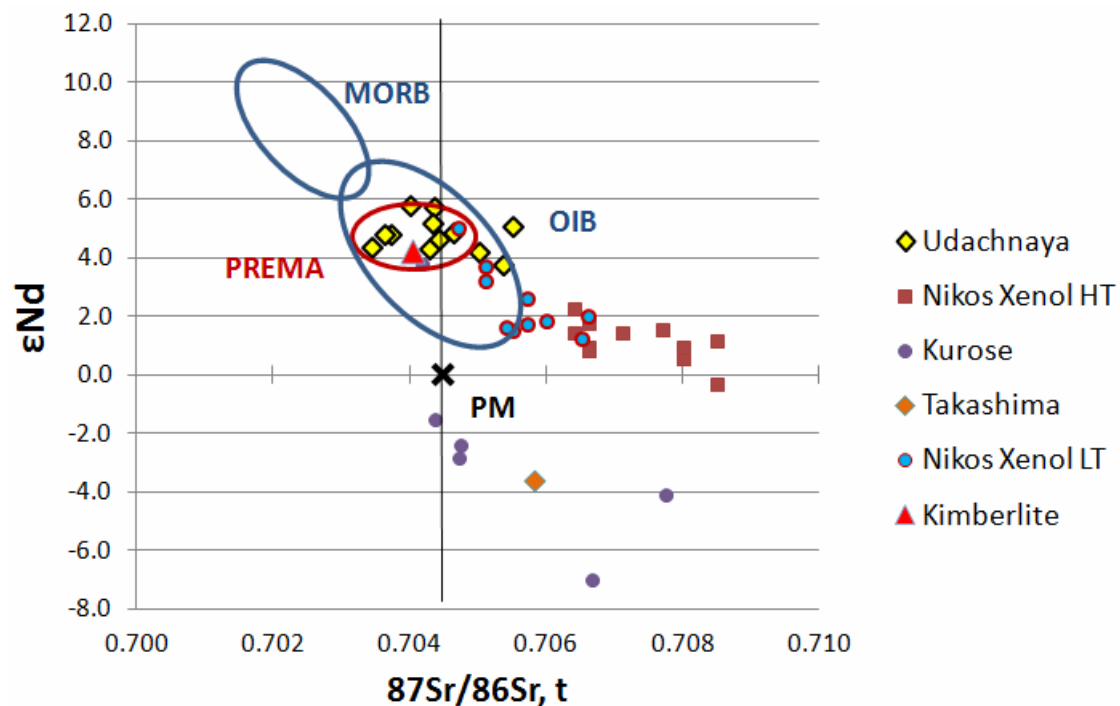


Диаграмма значений $\epsilon_{Nd}/^{87/86}Sr$ для деформированных перидотитов тр. Удачная в сравнении с составами перидотитов других кимберлитовых трубок из литературных данных. Выделены поля MORB, OIB и PREMA (Hofman, 1997), PM (Фор, 1989), t -время внедрения кимберлита 370 млн.лет.

Перидотиты из литературных данных показывают сильное обогащение радиогенным Sr, что свидетельствует о древнем обогащении или контаминации корового материала.

Изучаемые образцы преимущественно имеют астеносферные значения изотопов и попадают в поле PREMA (prevalent mantle, Hoffman, 1997).

ИЗОТОПНАЯ Rb-Sr и Sm-Nd ХАРАКТЕРИСТИКА

Состав изотопов Nd в деформированных перидотитах не успел значительно эволюционировать, сохраняя деплетированный характер до настоящего времени, значит метасоматоз, привнесший элементы в систему, произошел незадолго до формирования кимберлитов.

Полученные данные позволяют предложить некую модель эволюции изучаемых пород:

Незадолго до формирования кимберлитов происходила значительная по масштабу переработка истощенных пород низов литосферы в процессе взаимодействия с силикатным астеносферным расплавом. Это привело к метасоматозу перидотитового субстрата (переход из гарцбургитового парагенезиса в лерцолитовый), в результате чего сформировались остаточные магмы, обогащенные несовместимыми элементами, карбонатными фазами. Результатом просачивания таких магм через твердую породную матрицу перидотита является образование субмикронных интерстиционных минералов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем исследовании получены следующие основные результаты:

- Минералы деформированных перидотитов равновесны при более высоких P-T параметрах, нежели их равномернозернистые аналоги.
- Изучение химических составов граната и клинопироксена позволили доказать, что протолитом изучаемых пород были гарцбургиты.
- Различие рассчитанного и измеренного составов деформированных перидотитов доказывает присутствие субмикронных интерстиционных фаз, не обнаруживаемых в модальной минералогии образцов. Это свидетельствует о скрытом мантийном метасоматозе, привнесшем эти фазы.
- По Rb-Sr и Sm-Nd изотопным данным можно заключить, что метасоматоз произошел незадолго до формирования кимберлитов и был осуществлен расплавом астеносферного происхождения
- Анализ растворимых интерстиционных минералов позволяет определить природу метасоматического агента, как кимберлитоподобную

An aerial photograph of a unique landscape featuring concentric, terraced rings of earth and rock. A central pool of water is visible within the rings. The surrounding terrain is rugged and mountainous. The text "Спасибо за внимание!" is overlaid in a stylized, yellow font with a black outline.

**Спасибо за
внимание!**