

мых реакциями типа: $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{Ol}) + \text{SiO}_2(\text{m}) = 2\text{MgSiO}_3(\text{Opx})$; $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{Ol}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{m}) = \text{MgSiO}_3(\text{Opx}) + \text{MgAl}_2\text{O}_4(\text{Sp})$; $\text{Mg}_2\text{SiO}_4(\text{Ol}) + \text{MgSiO}_3(\text{Opx}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{m}) + \text{SiO}_2(\text{m}) = \text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3(\text{Ga})$.

На рис. 2 приведена диаграмма, характеризующая стабильность оливина в зависимости от активности SiO_2 и Al_2O_3 в расплаве, рассчитанная исходя из имеющихся термодинамических данных.

Для природных магнезиальных базальтов признаком безоливинового ликвидуса исходной магмы может служить более высокие концентрации в них оливин-совместимых элементов, в частности никеля. Например различное содержание никеля в пикритах гудчихинской и туклонских свит трапповой толщи Норильского района (690 и 290 ppm соответственно) при сходном содержании MgO (14-15 вес.%) можно объяснить отсутствием оливина в магматическом источнике пикритов гудчихинской свиты.

Работа поддержана РФФИ, грант № 06-05-64895, ОНЗ РАН т. 7-1.1.

Изменение химизма и намагниченность платобазальтов, связь с плюмтектоникой

Горбачев Н.С., Некрасов А.Н.

ИЭМ РАН, г. Черноголовка, e-mail: gor@iem.ac.ru, nastia@iem.ac.ru,

Одной из интереснейших проблем геологии, вытекающей из концепции тесной взаимосвязи процессов на поверхности земли, в ее литосфере, мантии и ядре является корреляция между инверсиями геомагнитного поля, формированием нижнемантийных суперплюмов и связанных с ними гигантскими магматическими провинциями океанов и континентов (траппов или платобазальтов). Все большее внимание привлекает идея, связывающая эти процессы с взаимодействием мантии и ядра (Я-М взаимодействие) на границе ядро/пограничный слой (Берзон-Д") нижней мантии (НМ). Из компонентов жидкого внешнего ядра, взаимодействующих с веществом нижней мантии при формировании плюмов особая роль отводится водороду. H_2 взаимодействует с железо-содержащими кислородными или кремне-кислородными фазами мантии по реакциям типа: $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 + \text{H}_2 = \text{Fe} + \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ [1]. В процессе гравитационной дифференциации на Я/М границе и в тонком переходном слое на «тяжелую» и «легкую» компоненты, тяжелая (Fe) компонента стекает в ядро, легкая ($\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) накапливается в подошве НМ. H_2O и SiO_2 снижают температуру плавления окисно-силикатной мантии, способствуя формированию надкритических флюидорасплавов, обладающих положительной плавучестью, создавая тем самым гравитационный потенциал для подъема суперплюмов. Мощные НМ термохимические суперплюмы, достигая подошвы литосферы, растекаются вдоль нее по латерали на большие расстояния, приводя, в зависимости от условий взаимодействия с литосферой, к огромным объемам излияний платобазальтов или крупным рифтовым системам с сопутствующим магматизмом [2].

Полагают также, что при Я/М взаимодействии изменяются условия протекания процессов в жидком ядре, ответственных за генерацию геомагнитного поля, что может приводить к изменению его характеристик, вплоть до инверсии [1, 2].

Исходя из рассмотренных выше представлений, можно ожидать, что проявления Я-М взаимодействия на земной поверхности будут заключаться в смене намагниченности магматических пород плюмовой природы, а также в изменении геодинамического режима формирования магм и их состава.

Такие соотношения рассмотрены на примере лав двух разновозрастных трапповых провинций – пермо-триасовой Сибирской платформы (248-250 мл. лет, Норильский район) и средне-протерозойской Кивинован (1108–1100 мл. лет) район озера Верхнее, Северная Америка [3-7]. В геологической позиции этих трапповых формаций много общего. Локализованы они на древних платформах с архейским или ранне-протерозойским кристаллическим фундаментом и мощным (>10 км) осадочным чехлом. Для них характерно блоковое строение, серий глубинных разломов территория была разбита на большое число микроблоков, по границам которых происходили вертикальные и горизонтальные движения. Магматизм носил циклический характер, со сменой режимов растяжения с интенсивным эффузивным вулканизмом режимами сжатия с его затуханием. Хотя в результате различных процессов дифференциации состав магм изменялся, однако дифференциаты (лавы,

комагматичные им интрузивы) наследовали геохимические признаки родоначальной магмы. И в той и другой провинции в ходе траппового магматизма происходила инверсия геомагнитного поля, смена рифтогенного геодинамического режима режимом рассеянного спрединга, высокотитатистых щелочных и субщелочных базальтовых магм типичной трапповой (толеитовой) магмой (рис.1, 2).

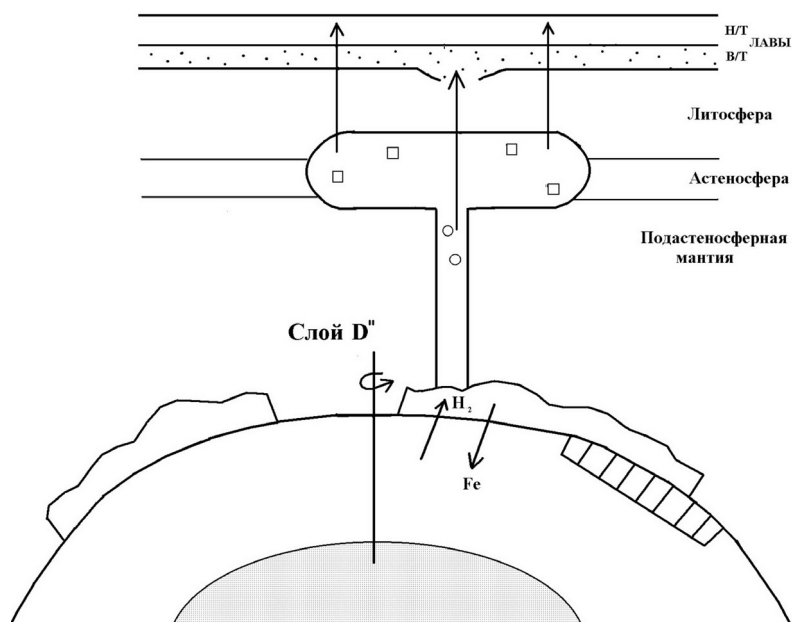


Рис. 1. Схема зарождения и эволюции плюма при взаимодействии ядро – мантия

Так как перенамагничивание траппов происходило в ходе их формирования, (нижние, более ранние свиты трапповой формации сохраняли намагниченность до траппового времени), то очевидно, что время подъема суперплюма от Я/М границы в литосферу и начало связанной с плюмом вулканической деятельности меньше длительности процессов, вызывающих инверсию геомагнитного поля. Если это так, то время подъема плюма меньше времени существования периода полярности геомагнитного поля ГМП, соответствующему хрону, предшествовавшему трапповому магматизму, для Норильского района – включающему верхнюю пермь и границу Р/Т, а минимальная скорость подъема плюма $V_{\min}$ (км/тыс. лет) = $(h/t) \times 1000$, где h – км, глубина Я/М раздела, t – длительность хрона. Следовательно, исходя из рассматриваемой гипотезы, «отставание» инверсии полярности намагничивания лав от рифтогенеза и начала вулканической деятельности дает основание полагать, что с момента запуска «машин» Я/М взаимодействия, время, затраченное на формирование, подъем, взаимодействие плюма с литосферой, рифтогенез и вулканизм было меньше времени протекания процессов в ядре, обусловивших инверсию геомагнитного поля.

Инверсия геомагнитного поля при формировании крупнейших трапповых провинций могла быть еще одной из важных причин великих вымираний органического мира. В геологической истории фанерозоя на общем фоне возрастания разнообразия органической жизни насчитывается достаточно большое число эпизодов обновления органического мира за счет вымирания одних его представителей и быстрой экспансии других [8]. Наиболее значительные эпизоды обновления органического мира приурочены к этапам формирования крупнейших трапповых провинций: пермо-триасовое вымирание (~250 мл. лет) – с траппами Сибирской платформы, триас-юрское (~200 мл. лет) – с Центрально-Атлантической трапповой провинцией, мел-палеогеновое (~65 мл. лет) – с траппами Декана (рис.3). Существенное ослабление геомагнитного поля в период инверсии полярности, длительностью несколько десятков тысяч лет, резко снижает защитные свойства магнитосферы. Жесткое космическое излучение могло приводить не только гибели отдельных видов организмов, но, вызывая мутации, способствовать появлению новых видов, обеспечивая резкое увеличение биологического разнообразия после кризисов.

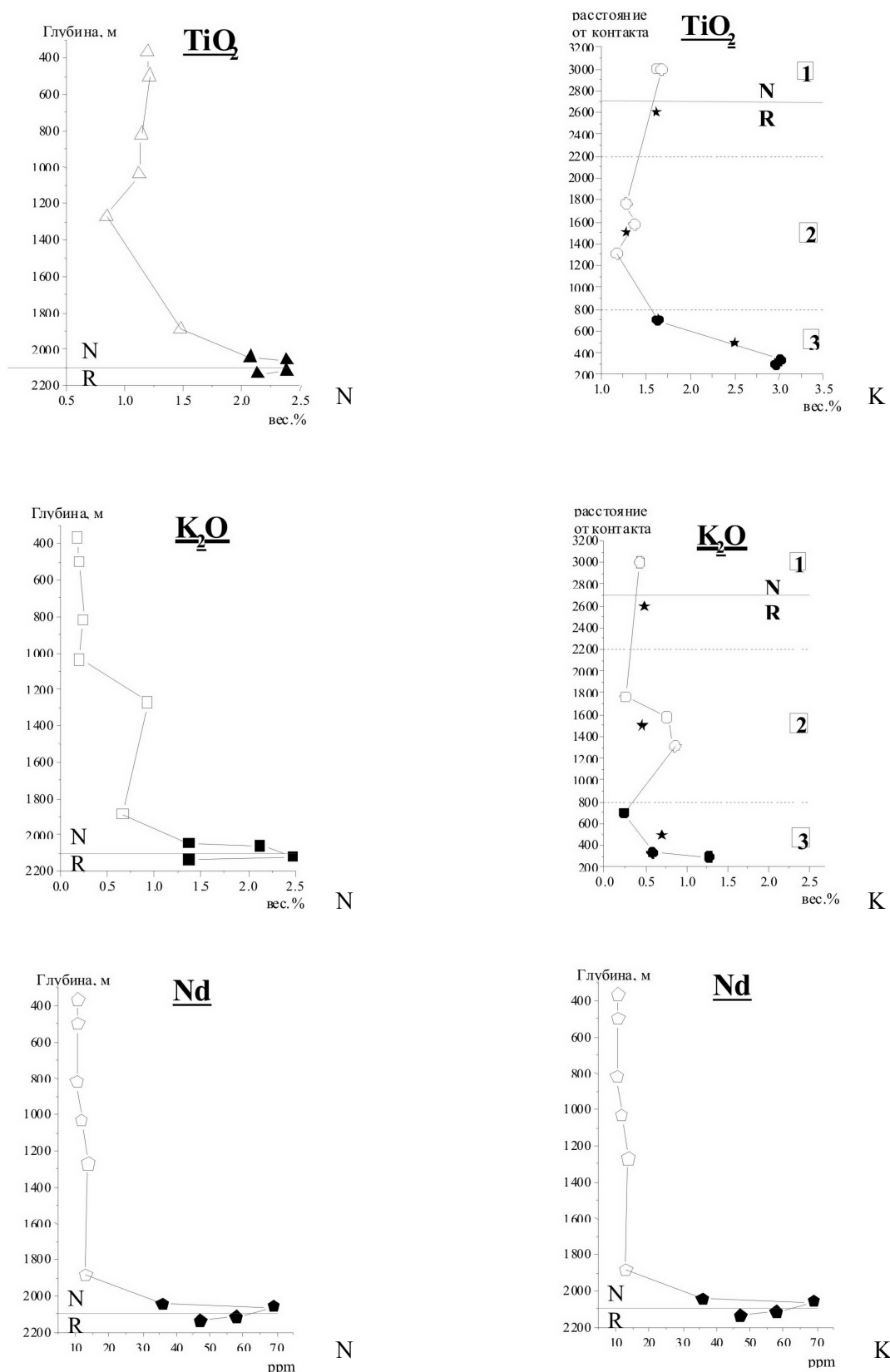


Рис. 2. Распределение некоторых типоморфных элементов в лавах Норильского района (N) и Кивинован (K). 1 – верхняя, 2 – центральная, 3 – нижняя свиты. Темные значки – высоко-Ti лавы; светлые – низко-Ti лавы. Звездочка – средние составы свит. R – обратная, N – нормальная полярность

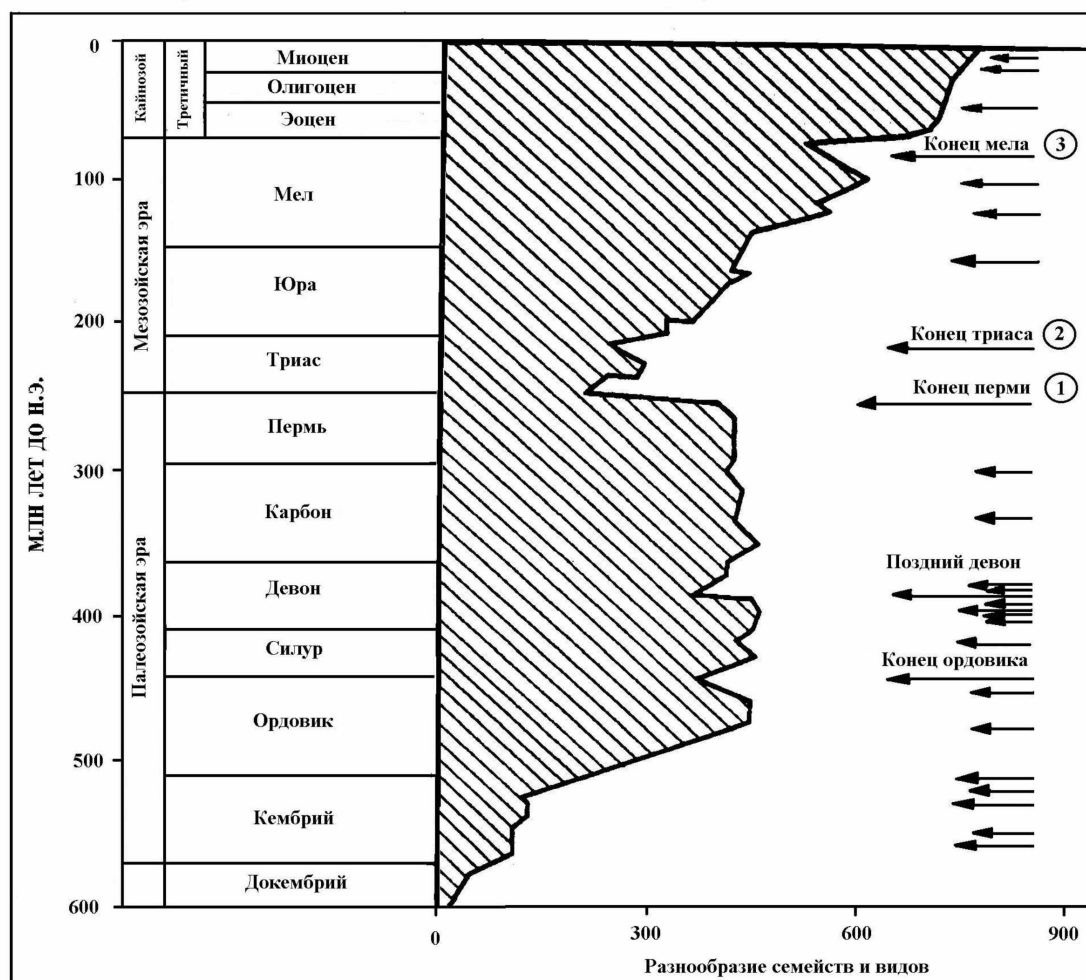


Рис. 3. Сопоставление возраста «великих вымираний органического мира» [8] и формирования крупнейших трапповых провинций. 1 – Сибирские траппы, 2 – траппы Центрально-Атлантической провинции, 3 – траппы Декана

Поддержка: грант РФФИ 06-05-64895, ОНЗ РАН т.7-1.1.

Литература

1. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: СО, ГЕО, 2001. 405 с.
2. Грачев А.Ф. Мантийные плюмы // Проблемы глобальной геодинамики: М. Геос. 2000. С. 69–103.
3. Lind E.N., Krotov S.V., Czamanske G.K. et al. Paleomagnetism of the Siberian Flood Basalts of the Noril'sk Area: A Constraint on Eruption Duration // International Geology Review. 1994. V. 36. P. 1139–1150.
4. Налдретт А.Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и плаинометаллических руд. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2003. 487 с.
5. Lightfoot P.C., Naldrett A.J., Gorbachev N.S., Doherty W., Fedorenko V.A. Geochemistry of the Siberian Trap of the Noril'sk area, USSR, with implications for the relative contributions of crust and mantle to flood basalt magmatism // Contrib Mineral Petrol. 1990, V. 104: P. 631–644.
6. Lightfoot P.C., Hawkesworth C.H., Hergt J., Naldrett A.J., Gorbachev N.S., Fedorenko V.A., Doherty W. Remobilisation of the continental lithosphere by a mantle plume: major-, trace-element, and Sr-, Nd-, and Pb-isotope evidence from picritic and tholeiitic lavas of the Noril'sk District, Siberian Trap, Russia // Contrib Mineral Petrol. 1993. V. 114. P. 171–188.
7. Lightfoot P.C., Sutcliffe R. H., Doherty W. Crustal contamination identified in Keweenaw Osler group tholeiites, Ontario: a trace element perspective // The journal of Geology, 1991 V. 99. N. 5. P. 739–760.
8. Sepkoski J.J. Periodicity in extinction and the problem of catastrophism in the history of life // J. Geol. Soc. 1987. V. 144. P. 7–19.