

УДК 552.11(551.24)

## ОСОБЕННОСТИ ГЛОБАЛЬНОГО МАГМАТИЗМА ЗЕМЛИ В ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ, МЕЗОЗОЕ И КАЙНОЗОЕ. СВЯЗЬ ПРОДУКТИВНОСТИ ВУЛКАНИЗМА РАЗНОГО ТИПА С КАТАСТРОФИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

© 2013 Д.В. Коваленко, О.А. Агеева

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,  
Москва, 119017; e-mail: Dmitry@igem.ru*

Проанализирована продуктивность глобального магматизма Земли в позднем палеозое, мезозое и кайнозое. Глобальные катастрофы на границе перми и триаса, на границе триаса и юры и на границе мела и палеогена происходили на фоне резкого ослабления действия факторов похолодания (низкая активность надсубдукционного магматизма) и резкой активизации факторов потепления (вспышки континентального траппового магматизма). В эти периоды выявляется высокая активность углекислоты, воды, хлора и фтора и низкая серы. Кроме того, на окружающую среду планеты помимо магматизма активно воздействовали и другие факторы: 1) в разные периоды фанерозоя выявляются импактные события, в том числе и в эпизоды массовых вымираний на границе мела и палеогена и на границе перми и триаса; 2) резкие колебания уровня мирового океана и резкие изменения циркуляций океанических вод. Все указанные факторы суммарно воздействовали на окружающую среду в том числе и в периоды глобальных вымираний.

*Ключевые слова: вулканизм, глобальные катастрофы, активные континентальные окраины, траппы.*

В фанерозойской эволюции органического мира Земли выделяются эпизоды резкого уменьшения разнообразия видов флоры и фауны. Пять или шесть из них настолько значительны, что рассматриваются как биологические катастрофы. Это конец ордовика, поздний девон (граница франского и фаменского веков), граница перми и триаса, конец триаса, граница мела и палеогена (рис. 1). Наиболее глубокие преобразования произошли на границе перми и триаса и на границе мела и палеогена. По разным оценкам в результате этих катастроф вымерло от 60 до 95% биоты (Алексеев, 1998; Sepkoski, 1987) (рис. 1).

Наиболее популярными гипотезами, объясняющими глобальные вымирания, являются импактная и трапповая. В соответствии с первой резкое сокращение видов флоры и фауны было связано с падением крупных космических тел (Alvarez et al., 1980; Sharpton et al., 1992). В рамках второй гипотезы предполагается, что массовые вымирания были связаны с излиянием больших объемов лав траппов (Courillot et al., 1986). Существует мнение и об эволюционном уменьшении разнообразия видов без влияния ката-

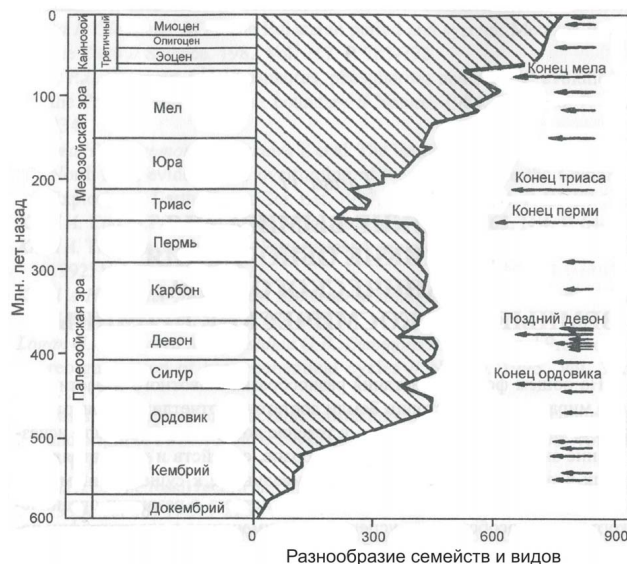


Рис. 1. Главные эпизоды вымирания биоты в фанерозое (Sepkoski, 1987).

строфических процессов (Ахметьев и др., 2008). Каждая из гипотез основывается на серьезном фактическом материале, но отдать предпочтение какой-либо из них невозможно без знания общих геодинамических обстановок на фоне

которых протекали кардинальные изменения органического мира.

В рамках данной статьи мы рассмотрим главные особенности разных видов магматизма Земли в позднем палеозое, мезозое и кайнозое и их влияние на окружающую среду в глобальном масштабе.

### ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ ТИПОВ МАГМАТИЗМА В ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ, МЕЗОЗОЕ И КАЙНОЗОЕ

Продуктивность магматизма срединно-океанических хребтов (СОХ) рассчитывалась неоднократно (Добрецов, Чумаков, 2001; Kominz, 1984; Muller et al., 1997; Royer et al., 1992). Последние данные об объемах и продуктивности магматизма СОХ в мезозое и кайнозое, основанные на наиболее современных вариантах интерпретации магнитных аномалий океанов, привязанных к последней версии магнито-стратиграфической шкалы приведены в работе (Cogne, Humler, 2006) (рис. 2, кривая III).

Объемы океанического внутриплитного магматизма в мезозое и кайнозое были оценены в работах (Bryan et al., 2008, 2010; Larson, 1991; Mjelde et al., 2010). Последние данные о возрасте океанических плато приведены в работе (Cogne, Humler, 2006) (рис. 2, кривая IV).

Объемы и продуктивность континентального траппового магматизма рассчитывались в работах (Добрецов, 2001; Bryan, Ernst, 2008; Bryan et al., 2010; Mjelde et al., 2010; Torsvik et al., 2006) (рис. 2).

Качественные оценки (баллы) объемов островодужного магматизма в палеозое, мезозое и кайнозое приведены в монографиях В.Е. Хаина с соавторами (Хаин, Балуховский, 1991; Хаин, Сеславинский, 1991) (рис. 3). Такие же качественные оценки в баллах этими авторами были сделаны для окраинно-континентального магматизма андийского типа (АКО) (Хаин, Балуховский, 1991; Хаин, Сеславинский, 1991) (рис. 3).

Мы сделали приблизительные количественные расчеты продуктивности магматизма АКО. Фактический материал о магматизме АКО был взят из монографий (Хаин, Балуховский, 1991; Хаин, Сеславинский, 1991), где коротко охарактеризованы все фанерозойские проявления магматизма. Поскольку в работах (Хаин, Балуховский, 1991; Хаин, Сеславинский, 1991) проявления магматизма рассмотрены с точностью до стратиграфических отделов ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  и т.д.), то и наши расчеты были выполнены с точностью до отделов. Все вулканические пояса АКО нами были нанесены на схемы для каждого отдела с поздней перми до современного времени, и для каж-

дого отдела была посчитана суммарная протяженность поясов АКО (рис. 3). Максимумы и минимумы кривой протяженности поясов АКО в километрах, рассчитанной нами, совпала с максимумами и минимумами кривой, построенной В.Е. Хаиным по баллам (Хаин, Балуховский, 1991; Хаин, Сеславинский, 1991) (рис. 3). Средняя продуктивность единицы длины поясов АКО рассчитывалась по поздне меловому Охотско-Чукотскому вулканическому поясу (Акинин, Миллер, 2011) и четвертичным вулканическим толщам Камчатки (Новейший..., 2005), которые надежно расчленены стратиграфически и датированы методами абсолютной геохронологии.

Параметры Охотско-Чукотского пояса (Акинин, Миллер, 2011):

Видимый объем лавовых и пирокластических продуктов вулканизма среднего и кислого состава –  $10^6$  км<sup>3</sup>;

Чтобы учесть эродированные фрагменты разреза, удваиваем объем и принимаем –  $2 \times 10^6$  км<sup>3</sup>;

Длина пояса от Чукотки до устья р. Уда – 3250 км.

Время активности пояса – от 100 до 75 млн. лет с максимумом – от 95 до 80 млн. лет;

Продуктивность вулканизма сегмента пояса длиной тысяча км =  $2 \times 10^6$  км<sup>3</sup> /  $15 \times 10^6$  млн лет (интервал максимальной активности пояса) / 3.25 тыс. км = 0.04 км<sup>3</sup> / год.

Аналогичные расчеты были сделаны для вулканогенных толщ Камчатки, накопившихся за последние 8 млн. лет (Новейший..., 2005). Оценка продуктивности вулканизма сегмента пояса АКО Камчатки длиной 1000 км составляет – 0.035 км<sup>3</sup> / год.

Для контроля были сравнены продуктивности всего современного вулканизма АКО в глобальном масштабе, рассчитанные по полученным оценкам (0.04 км<sup>3</sup> / год) и по статистическим данным, приведенным в табл. 1.

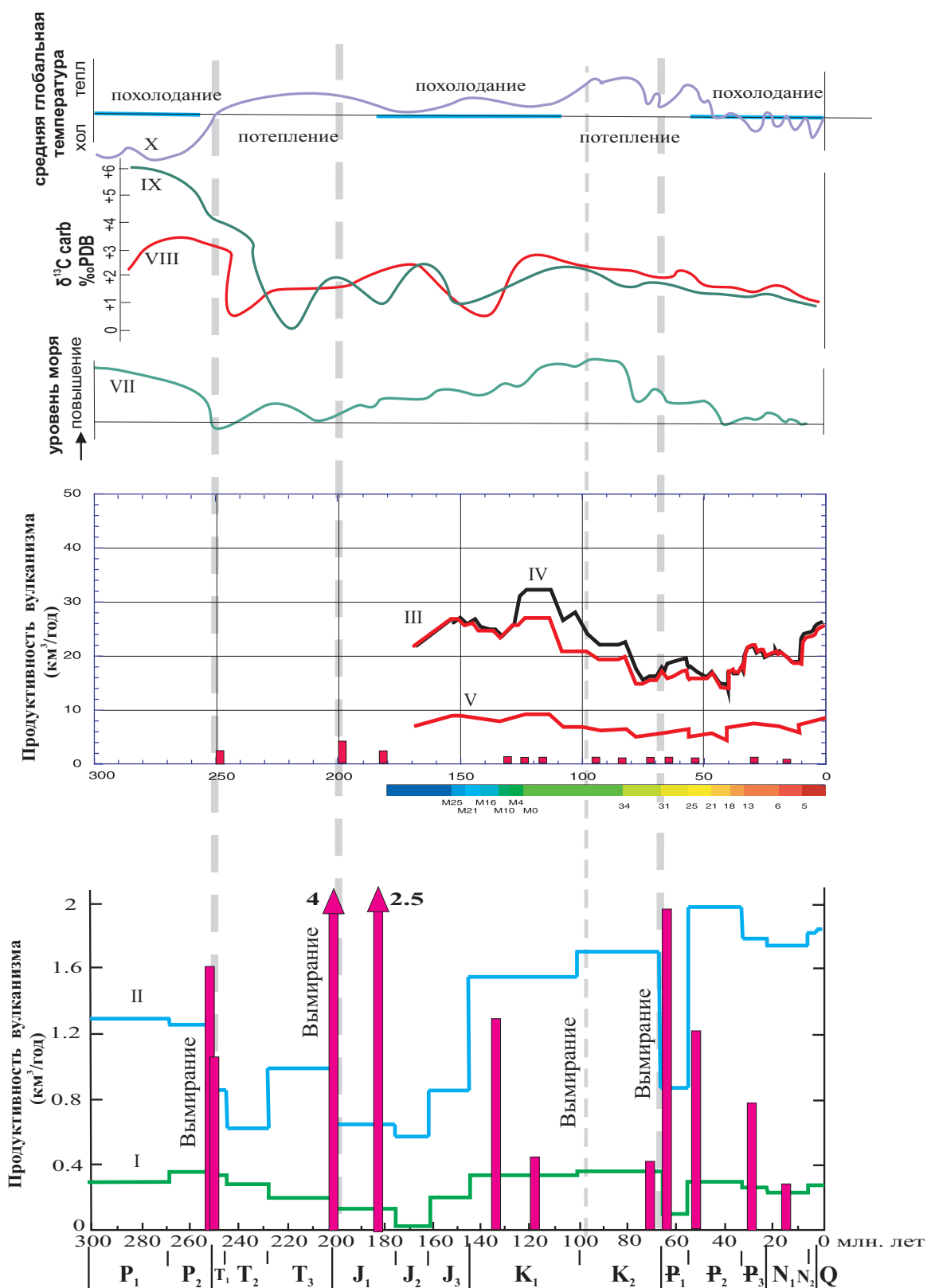
Продуктивность современного вулканизма АКО по нашим данным =  $0.04$  км<sup>3</sup> / год  $\times$  22 тыс. км (суммарная длина современных поясов АКО (рис. 3)) = 0.88 км<sup>3</sup> / год.

Продуктивность современного вулканизма согласно табл. 1 составляет:

$$\begin{aligned} & 5 \times 10^7 \text{ м}^3 / 1 \text{ год (VEI от 3 до 4)} + \\ & + 5 \times 10^8 \text{ м}^3 / 10 \text{ лет (VEI от 4 до 5)} + \\ & + 5 \times 10^9 \text{ м}^3 / 50 \text{ лет (VEI от 5 до 6)} + \\ & + 50 \times 10^9 \text{ м}^3 / 100 \text{ лет (VEI от 6 до 7)} + \\ & + 500 \times 10^9 \text{ м}^3 / 1000 \text{ лет (VEI от 7 до 8)} + \\ & + 5000 \times 10^9 \text{ м}^3 / 10000 \text{ лет (VEI больше 8)} = \\ & = 1.7 \text{ км}^3 / \text{год}. \end{aligned}$$

В расчет принимались только характерные для вулканизма АКО извержения вулканического, пелейского и плинианского типа (VEI – от 3 до 8). Учитывая, что в таблице приведены данные по всем типам магматизма (АКО, островные дуги, континентальный бимодальный вул-

ОСОБЕННОСТИ ГЛОБАЛЬНОГО МАГМАТИЗМА



**Рис. 2.** Зависимости продуктивности различных типов магматизма от времени. Кривые: I – продуктивность окраинно-континентального магматизма Андийского типа в высоких широтах; II – продуктивность надсубдукционного (АКО+островные дуги) вулканизма; III – продуктивность магматизма COX (Cogne, Humler, 2006); IV – суммарная продуктивность магматизма COX и океанических плато (Cogne, Humler, 2006); V – продуктивность формирования верхней части океанической коры (комплексы параллельных даек и pillow лав); Темно серыми столбцами на этом графике показана продуктивность континентального траппового магматизма (Добрецов, Чумаков, 2001; Torsvik et al., 2006); VII – уровень моря; VIII, IX – кривые  $\delta^{13}\text{C carb}$ ; X – глобальная температура (Frakes et al., 1994).

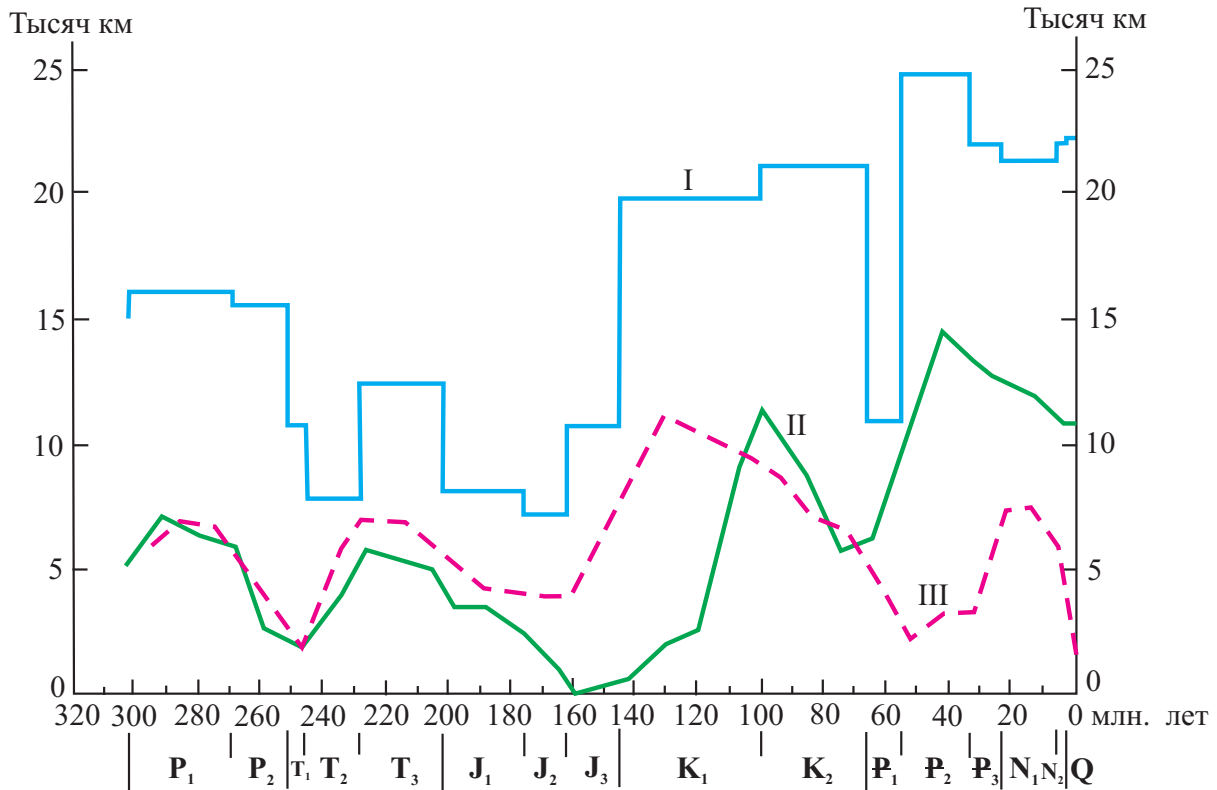


Рис. 3. Кривая протяженности поясов АКО (I), рассчитанная для позднего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Для сравнения на рисунке нанесены кривые продуктивности вулканизма АКО (II) и островодужного вулканизма (III), рассчитанные в баллах (Хаин, Балуховский; 1992; Хаин, Сеславинский, 1991).

канизм), характеризующимся VEI от 3 до 8, и принимая, что хотя бы половина из них приходится на долю АКО, получаем величину современной продуктивности АКО в глобальном масштабе =  $0.85 \text{ км}^3/\text{год}$ .

Таким образом, для дальнейших построений будем принимать среднюю продуктивность вулканизма АКО =  $0.04 \text{ км}^3/\text{год}$  на 1000 км протяженности пояса. С использованием полученных оценок была построена кривая продуктивности вулканизма АКО для позднего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Допуская, что близкой продуктивностью характеризовался и вулканизм островных дуг, была рассчитана суммарная кривая продуктивности надсубдукционного вулканизма (АКО+островные дуги) (рис. 2, кривая II).

Также была построена суммарная кривая продуктивности надсубдукционного вулканизма (АКО+островные дуги) в высоких широтах (рис. 2, кривая I). Известно, что наиболее сильное влияние на окружающую среду в глобальном масштабе продукты вулканизма могут оказывать только при попадании в стратосферу. В этой оболочке они сохраняются годами и разносятся стратосферными ветрами на огромные расстояния, влияя на все глобальные атмосферные процессы. Из тропосферы частички пепла, газы и аэрозоли выносятся осадками в течение нескольких дней. Попасть в стратосферу про-

дукты вулканизма могут только преодолев тропопаузу (слой с устойчивыми термодинамическими параметрами на границе тропосферы и атмосферы). Ее высота зависит от географической широты – от 15 км на экваторе и до 8 км на полюсах. Следовательно, в соответствии с табл. 1 в высоких широтах стратосферы достигают продукты эксплозивного вулканизма с  $\text{VEI} > 3$ , а на экваторе – с  $\text{VEI} > 5$ . В табл. 1 показано, что частота извержений с  $\text{VEI} > 5$  в 50 раз меньше, чем извержений с  $\text{VEI} = 3$ . Поэтому для оценки влияния эксплозивного надсубдукционного вулканизма на окружающую среду в глобальном масштабе мы с использованием палеомагнитных полюсов для литосферных плит, на границах которых был активен надсубдукционный магматизм (Besse, Courtillot, 2002; McElhinny, Lock, 1991), рассчитали кривую продуктивности надсубдукционного вулканизма в высоких широтах (выше  $60^\circ$ ) (рис. 2, кривая I).

Анализ кривых продуктивности разных типов магматизма (рис. 2) показывает, что глобальные катастрофы на границе перми и триаса, на границе триаса и юры и на границе мела и палеогена происходили на фоне резкого ослабления надсубдукционного, океанического и внутриплитного океанического магматизма. В периоды массовых вымираний был активен континентальный трапповый магматизм. Его продук-

Таблица 1. Индексы вулканической эксплозивности (VEI)(Volcanic Explosivity Index).

VEI	Классификация	Высота колонны	Объем	Частота	Вулкан
0	Гавайский	0 < 100 м	< 104м <sup>3</sup>	ежедневно	Мауна Лоа
1	Гавайско-стромболианский	100-1000 м	> 104 м <sup>3</sup>	ежедневно	Стромболи
2	Стромболиано-вулканианский	1-5 км	> 106 м <sup>3</sup>	еженедельно	Галерас 1993
3	Вулканианский/ Пелейский	3-15 км	> 107 м <sup>3</sup>	ежегодно	Лассен 1915
4	Пелейский/ Плинианский	10-25 км	> 0.1 км <sup>3</sup>	≥ 10 лет	Соуфри Хилс
5	Плинианский	> 25 км	> 1 км <sup>3</sup>	≥ 50 лет	Св. Елены 1980
6	Плинианский/ Ультраплинианский	> 25 км	> 10 км <sup>3</sup>	≥ 100 лет	Пинатубо 1991
7	Плинианский/ Ультраплинианский	> 25 км	> 100 км <sup>3</sup>	≥ 1000 лет	Тамбора 1815
8	Ультраплинианский	> 25 км	> 1000 км <sup>3</sup>	≥ 10000 лет	Тоба (74000 лет назад)

тивность сопоставима с продуктивностью надсубдукционного магматизма, но несоизмеримо мала по сравнению с магматизмом СОХ (рис. 2). Ослабление продуктивности надсубдукционного магматизма и повышение активности траппового магматизма теоретически могло привести к повышению глобальной температуры на Земле. Тем не менее, на рис. 2 видно, что четкой корреляции между этими событиями нет. Если 250 и 200 млн. лет назад еще наблюдается тенденция к повышению температуры (рис. 2) (Frakes et al., 1994), то на границе мела и палеогена фиксируется отчетливый температурный минимум (рис. 2). Очевидно, что климат Земли зависел от более сложного комплекса факторов.

#### ПРОДУКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ, НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМО ВЛИЯЮЩИХ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ПЕРИОДЫ АКТИВНОСТИ МАГМАТИЗМА РАЗЛИЧНОГО ТИПА В ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ, МЕЗОЗОЕ И КАЙНОЗОЕ.

В настоящее время выяснено, что вулканизм оказывает разное влияние на климат и окружающую среду. Водяной пар и углекислота, выделяемые в атмосферу при вулканизме, усиливают парниковый эффект, который приводит к повышению температуры земной поверхности (Новейший..., 2005).

Соединения серы, попадая в стратосферу, образуют аэрозоль серной кислоты, которая поглощает солнечную радиацию. Этот процесс приводит к понижению температуры (Новейший..., 2005).

К такому же эффекту приводит попадание в стратосферу вулканического пепла (Новейший..., 2005).

При попадании вулканического стекла и пепла в океан адсорбированные на частичках пепла соли растворяются и создают питательную среду, обогащенную такими элементами как железо. В результате происходит резкое увеличение скорости образования биомассы. Большие объемы новообразованных водорослей поглощают из атмосферы углекислоту, что приводит к понижению температуры окружающей среды (Frogner et al., 2011).

В этой связи мы решили оценить продуктивность всех перечисленных выше активно влияющих на окружающую среду элементов и химических соединений при вулканизме разного типа. Для этого мы использовали средние концентрации элементов, рассчитанные при изучении расплавных включений (Наумов и др., 2004) (табл. 2). Продуктивность вулканизма в единицах объема была пересчитана в единицы массы. Плотность для базальтов и дацитов была принята 2650 кг/м<sup>3</sup>. Продуктивности для разных элементов при разных типах магматизма приведены на рис. 4.

Анализ графиков показывает, что такой элемент как сера попадает в окружающую среду в основном при магматизме СОХ и внутриплитном океаническом магматизме. Значительно меньшие ее концентрации присутствуют в континентальных траппах и совсем мало в продуктах надсубдукционного магматизма. Углекислота в приблизительно равных количествах выделяется при магматизме СОХ, внутриплитном океаническом магматизме и при излиянии континентального магматизма.



Таблица 2.

	Магматизм СОХ, основные породы		Внутриплитный океанический магматизм, основные породы		Континентальные траппы, основные породы		Надсубдукционный магматизм, средние и кис- лые породы	
	n	Концен- трация	n	Концентрация	n	Концен- трация	n	Концен- трация
FeO	2075	9.4%	2310	10.63%	1320	7.27%	1924	1.37%
H <sup>2</sup> O	659	0.36%	590	0.49%	226	1.59%	905	2.23%
CO <sup>2</sup>	215	310 ppm	451	370 ppm	53	1990 ppm	258	30 ppm
S	459	1190 ppm	1159	860 ppm	572	910 ppm	249	140 ppm
F	226	230 ppm	737	790 ppm	214	3740 ppm	371	1690 ppm
Cl	952	270 ppm	1150	460 ppm	726	2620 ppm	809	1630 ppm

Примечание: n – количество проанализированных включений.

нентальных траппов и практически отсутствует в надсубдукционных расплавах. Вода, фтор и хлор в больших объемах выделяются при всех типах извержений. Надо отметить, что вулканизм СОХ и внутриплитный океанический магматизм – это подводные процессы. Поэтому часть выделяемых соединений растворяется в воде или нейтрализуется в результате химических реакций. Какая часть попадает в тропосферу, а тем более в стратосферу – неизвестно. Как было показано ранее, все эти элементы по-разному воздействуют на окружающую среду и суммарный эффект их действия зависит от продуктивностей вулканизма разного типа. Максимальная продуктивность для всех исследованных элементов выявляется в мелу и позднем кайнозое, минимальная – в раннем кайнозое. В периоды массовых вымираний выявляется высокая продуктивность углекислоты, воды, хлора и фтора и низкая серы (рис. 4).

При сравнении продуктивности вулканизма разного типа с климатическими изменениями (рис. 2, рис. 4, кривая X) видно, что четкая корреляция между этими параметрами отсутствует. Например, при близкой суммарной продуктивности вулканизма в позднем мелу и четвертичном периоде в течение первого из них было потепление, а второго – похолодание. По-видимому, это связано с тем, что существуют и другие факторы не менее значимо действующие на климат. Это – активность солнечной радиации, циркуляция океанических вод и другие. Например, известно, что открытие пролива Дрейка, отделившего в кайнозое Антарктиду от Южной Америки, спровоцировало начало оледенения Антарктиды. По-видимому, на разнообразии видов на Земле оказывает существенное влияние уровень моря, и периоды вымирания совпадают с минимумами (рис. 2, 4).

Говоря о геодинамических обстановках палеозоя, мезозоя и кайнозоя, необходимо упомянуть, что в конце перми и триасе был сфор-

мирован единый суперматерик Пангея (Хаин, Сеславинский, 1991), с конца триаса начались процессы распада этого суперматерика, начала формироваться система океанических бассейнов, которая существует в настоящее время. В разные периоды фанерозоя выявляются импактные события. Современными геохронологическими методами было надежно установлено время образования двух крупных кратеров на границе мела и палеогена и нескольких – на границе перми и триаса (Catalogue..., 2009).

## ВЫВОДЫ

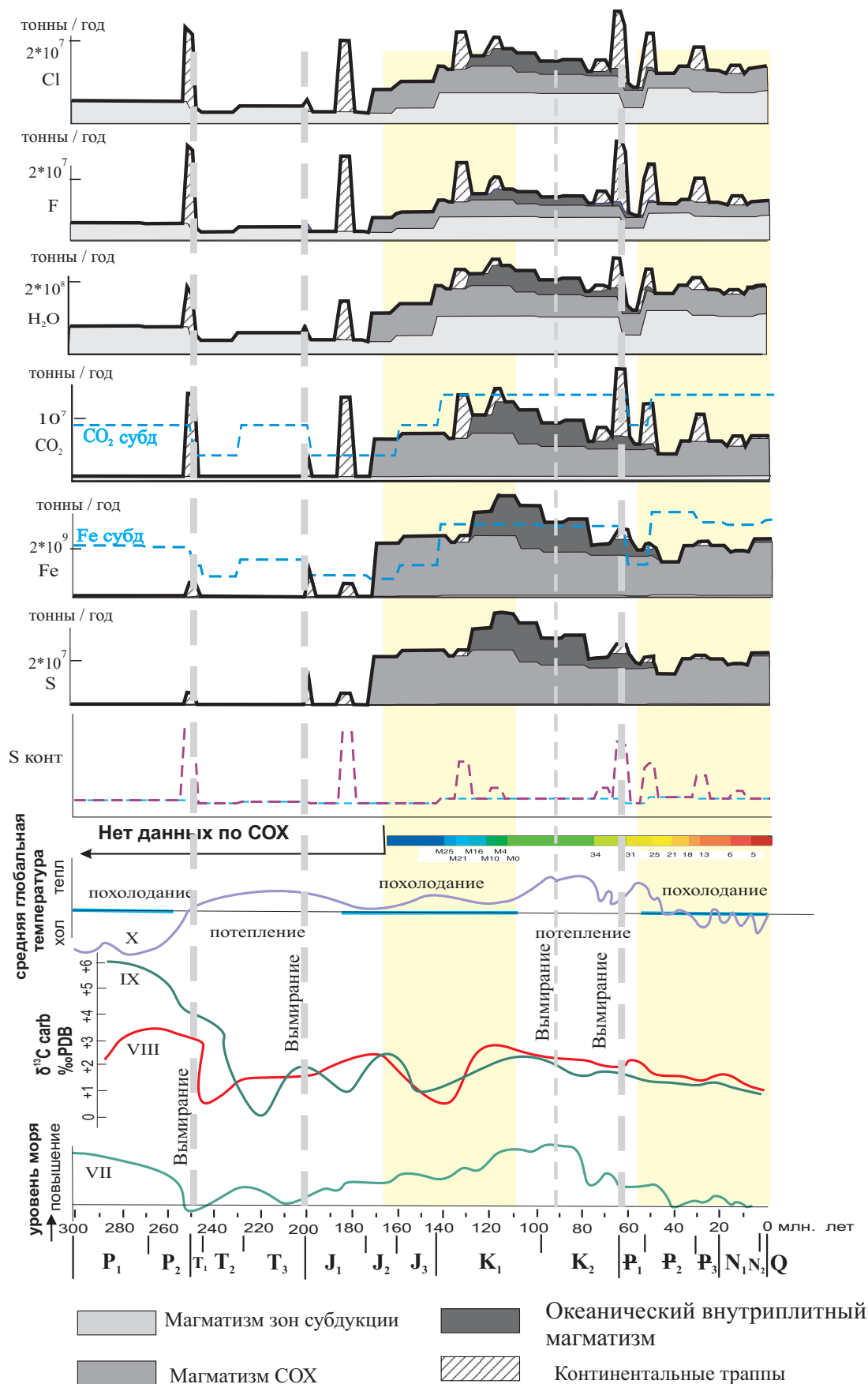
Проведенный анализ магматизма Земли в позднем палеозое, мезозое и кайнозое показал, что глобальные катастрофы на границе перми и триаса, на границе триаса и юры и на границе мела и палеогена происходили на фоне резкого ослабления действия факторов похолодания (низкая активность надсубдукционного магматизма) и резкой активизации факторов потепления (вспышки континентального траппового магматизма). В эти периоды выявляется высокая активность углекислоты, воды, хлора и фтора и низкая серы.

Кроме того, на окружающую среду планеты помимо магматизма активно воздействовали и другие факторы. В разные периоды фанерозоя выявляются импактные события, в том числе и в эпизоды массовых вымираний на границе мела и палеогена и на границе перми и триаса (Catalogue..., 2009). Влияли резкие колебания уровня мирового океана и резкие изменения циркуляций океанических вод.

Все указанные факторы суммарно воздействовали на окружающую среду в том числе и в периоды глобальных вымираний.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 12-05-00386-а и программы Президиума РАН № 4.

### ОСОБЕННОСТИ ГЛОБАЛЬНОГО МАГМАТИЗМА



**Рис. 4.** Зависимости продуктивности вулканической газовой-флюидной фазы от времени. Условные обозначения см. на рис. 2. Черной жирной кривой показана суммарная кривая для всех типов вулканизма. Пунктиром показаны продуктивности, при более крупном масштабе по оси ординат.

## Список литературы

- Акинин В.В., Миллер Э.Л.* Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулкано-огненного пояса // *Петрология*. 2011. Т. 19. № 3. С. 249-290.
- Новейший и современный вулканизм на территории России / Отв. ред. Н.П. Лаверов. М.: Наука, 2005. 604 с.
- Алексеев А.С.* Массовые вымирания в фанерозое. Автореф. дисс. др. геол.-мин. наук. М., 1998. 76 с.
- Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н. и др.* Причинно-следственные связи и факторы глобальных биосферных перестроек в фанерозое // *Проблемы зарождения и эволюции биосферы* / Отв. ред. Э.М. Галимов. М.: Книжный дом «Либроком», 2008. 552 с.
- Добрецов Н.Л., Чумаков Н.М.* Глобальные периодичности в эволюции литосферы и биосферы // *Глобальные изменения природной среды* / Глав. ред.: Н.Л. Добрецов, В.И. Коваленко. Новосибирск: изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2001. С. 11-26.
- Наумов В.Б., Коваленко В.И., Дорофеева В.А., Ярмолюк В.В.* Средние содержания петрогенных, летучих и редких элементов в магматических расплавах различных геодинамических обстановок // *Геохимия*. 2004. № 10. С. 1-12.
- Хаин В.Е., Сеславинский К.Б.* Историческая геотектоника. Палеозой. М.: Недра, 1991. 398 с.
- Хаин В.Е., Балуховский А.Н.* Историческая геотектоника. Мезозой и кайнозой. М.: Недра, 1992. 461 с.
- Alvarez L.W., Alvarez W., Asaro F. et al.* Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction // *Science*. 1980. V. 208. P. 1095-1108.
- Besse J., Courtillot V.* Apparent and true polar wander and the geometry of the geomagnetic field over the last 200 Myr // *JGR*. 2002. V. 107. № B11. P. 6-31.
- Bryan S.E., Ernst R.E.* Revised definition of Large Igneous Provinces (LIPs) // *Earth Science Reviews*, 2008. V. 86. P. 175-202.
- Bryan S.E., Peate I.U., Peate D.W. et al.* The largest volcanic eruptions on Earth // *Earth Science Reviews*. 2010. V. 102. P. 207-229.
- Catalogue of the Earth's impact structures. Siberian center for global catastrophes. RAS, Siberian division. 2009. <http://omzg.sccc.ru/impact/index1.html>
- Cogne J.P., Humler E.* Trends and rhythms in global seafloor generation rate // *Geochem. Geophys. Geosyst.* 2006. V. 7. № 3. P. 1-17.
- Courtillot V., Besse T., Vandamme D. et al.* Deccan flood basalts at the cretaceous/tertiary boundary? // *Earth Planet Sci. Lett.* 1986. V. 80. P. 361-374.
- Frakes L.A., Francis S.E., Syktus J.I.* Climate modes of the panerozoic. Cambridge University Press, 1994. 274 p.
- Frogner P., Gislason S.R., Oskarsson N.* Fertilizing potential of volcanic ash in ocean surface water // *Geol. Soc. of America*. 2011. V. 29. № 6. P. 487-490.
- Kominz M.* Oceanic ridge volumes and sea-level change – an error analysis // *AAPG Mem.* 1984. № 36. P. 109-127.
- Larson R.L.* Latest pulse of the Earth: evidence for a mid-cretaceous superplume // *Geology*. 1991. № 19. P. 547-550.
- McElhinn, M.W., Lock J.* Global paleomagnetic database complete. EOS, 1991. *Trans. Amer. Geophys. Union*, V. 72. 579 p.
- Mjelde R., Wessel P., Muller R.D.* Global pulsations of intraplate magmatism through the cenozoic // *Lithosphere*. 2010. V. 2. № 5. P. 361-376.
- Muller R.D., Roest W.R., Royer J.Y. et al.* Digital isochrones of the world's ocean floor // *JGR*. 1997. V. 102. P. 3211-3214.
- Royer J.Y., Muller R.D., Gahagan L.M. et al.* A global isochron chart // *Tech. Rep. Inst. for Geophys., Univ. of Tex., Austin*. 1992. V. 117. P. 345-387
- Sepkoski J.J., Jr.* Periodicity in extinction and the problem of catastrophism in the history of life // *Journal Geol. Soc.* 1987. V. 144. P. 7-19.
- Sharpton V.L., Dalrymple G.B., Marin L.E. et al.* New links between the Chicxulub impact structure and the Cretaceous / Tertiary boundary // *Nature*. 1992. V. 359. P. 819-821.
- Torsvik T.H., Smethurst M.A., Burke K. et al.* Large igneous provinces generated from the margins of the large low-velocity provinces in the deep mantle // *Geophys. J. Int.* 2006. V. 167. P. 1447-1460.



**PECULIARITIES OF THE EARTH GLOBAL MAGNETISM IN LATE PALEOZOIC,  
MESOZOIC AND CENOZOIC: RELATION BETWEEN PRODUCTIVITY  
OF VARIOUS TYPES OF VOLCANISM AND CATASTROPHIC PHENOMENA**

**D.V. Kovalenko, O.A. Ageeva**

*Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS, Moscow, 119017*

The authors analyzed global magnetism of the Earth in Late Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic. Global catastrophes of the Permian – Triassic and the Cretaceous – Paleogene transitions were accompanied by dramatic weakening of cold spell factors (low activity of over subduction magmatism) and rapid activation of warming factors (episodes of continental trap magmatism). High activity of carbon dioxide, water, chlorine, fluorine and low activity of sulfur were typical for these periods. Aside from the magmatism, different factors affected environment: (1) impact events including those associated with mass extinctions at the Cretaceous – Paleogene and the Permian – Triassic transitions; (2) dramatic sea-level variations and sea-water circulation changes. The mentioned factors jointly influenced environment, including the periods of global extinctions.

*Keywords: volcanism, global catastrophe, active continental margins, trap.*