

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ О ДИПОЛЬНОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РУБЕЖЕ ПАЛЕОЗОЯ И МЕЗОЗОЯ В СВЕТЕ НОВЕЙШИХ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ ПО ТРАППАМ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Веселовский Р.В.^{1,2}

¹ – МГУ им. Ломоносова, геологический факультет, Москва (ramzesu@mail.ru)

² – Институт физики Земли, РАН, Москва

Testing of the GAD-hypothesis at Paleozoic-Mesozoic eras boundary with use of the newest paleomagnetic data from the Siberian traps.

Veselovskiy R.V., M.V.Lomonosov MSU and UIPE RAS, Moscow.

Abstract. In this report we present the results of testing GAD-model for the Paleozoic-Mesozoic eras boundary. For our testing we used modern paleomagnetic data for Siberian platform and “stable” Europe, which are dated 250 Ma. It has been shown that significant long-term octupolar contribution ($G_3 = -0.1$) in the Earth magnetic field may have existed around Permian-Triassic boundary. However we don't exclude an opportunity of inclination shallowing of the European paleomagnetic directions.

Введение. Гипотеза центрального осевого диполя (GAD) является фундаментальной основой для использования палеомагнитных данных для выполнения палеотектонических реконструкций. Все имеющиеся на настоящий момент палеотектонические интерпретации палеомагнитных данных получены исходя из этой гипотезы, а именно из предположения, что геомагнитное поле, осредненное за любой интервал времени порядка 10^4 - 10^5 лет и более (кроме эпох инверсий), может быть представлено как поле диполя, помещенного в центр Земли и ориентированного по ее оси вращения.

Исследования геомагнитного поля за последние 5 млн лет, а также непосредственные обсерваторные наблюдения в течение уже почти 400 лет показывают, что модель геоцентрического диполя является очень хорошим приближением для описания проведенных наблюдений [McElhinny et al., 1996]. Обнаруженные отклонения геомагнитного поля от поля осевого диполя (недипольные составляющие – квадрупольная и октупольная компоненты) достаточно малы (~5%).

К настоящему времени накоплено значительное количество палеомагнитных определений (на практически всем протяжении геологической летописи), отвечающих современным критериям палеомагнитной надежности. Используя эти данные можно, в ряде случаев при благоприятных обстоятельствах, подвергнуть проверке предположение о дипольности древнего геомагнитного поля для той или иной геологической эпохи, например, путем сравнения палеомагнитных полюсов удаленных районов крупных недеформированных блоков земной коры. В случае дипольности геомагнитного поля, в идеальном случае, такие палеомагнитные полюсы должны совпадать (различаться незначимо), в противоположном случае, при существенном преобладании недипольных компонент, они должны заметно различаться.

В качестве примера такого подхода можно привести работу [Torsvik & Van der Voo, 2002], в которой выдвинуто предположение о наибольшем вкладе недипольных составляющих в геомагнитное поле на границе палеозоя и мезозоя исходя из сравнения палеомагнитных данных для Гондваны и Лавруссии. В этом

же ряду следуют, например, работы [Van der Voo & Torsvik, 2001; Kent & Smethurst, 1998], авторы которых предполагают наличие значимого вклада недипольных компонент в древнее геомагнитное поле Земли.

Постановка задачи. В этой работе мы проверим предположение о дипольности геомагнитного поля для границы палеозоя-мезозоя, используя новейшие палеомагнитные данные для Сибирской платформы и «стабильной» Европы.

Решение поставленной задачи. На сегодняшний день количество палеомагнитных определений разного качества по «стабильной» Европе достаточно велико. Недавно Торсвик с соавторами [Torsvik et al., 2001] провели тщательный отбор этих данных и рассчитали средние палеомагнитные полюсы для интервала 40-300 млн лет. Далее мы будем использовать один из этих полюсов, возраст которого 250 млн лет (см. таблицу 1). Следует отметить, что большинство из европейских палеомагнитных определений сделано по осадочным породам.

Результаты исследований последних лет, отвечающие современным критериям палеомагнитной надежности, значительно дополнили палеомагнитную базу данных по пермо-триасовым траппам Сибирской платформы, образование которых, согласно современным представлениям, произошло около 250 млн лет назад на границе палеозойской и мезозойской эр. Помимо уже опубликованных полюсов для решения поставленной задачи мы также использовали два новых полюса по трапповым телам и перемагниченным ими осадочным породам долин рек Кулюмбэ и Мойеро [Баженов и др., в печати]. В зависимости от выбора способа расчета средних региональных палеомагнитных полюсов, средний трапповый полюс Сибирской платформы получается несколько различным для каждого варианта, однако это различие статистически незначимо и мы будем использовать для наших целей один из полученных полюсов (см. табл. 1).

Сравнивая средние 250-миллионлетние полюсы для Сибирской платформы и «стабильной» Европы мы наблюдаем их статистическое различие (см. рис 1 и табл. 2). Это различие может быть объяснено одним или несколькими из следующих обстоятельств:

1. Наличием относительных послепалеозойских движений рассматриваемых континентальных блоков.
2. Значимым вкладом недипольной составляющей в геомагнитное поле того времени.
3. Занижением наклона европейских палеомагнитных направлений (поскольку явление занижения наклона в осадочных породах достаточно широко известно).

Взаимное расположение сибирского и европейского полюсов таково, что может быть объяснено только значительным (на расстояние в сотни километров) придвиганием северной части Сибирской платформы к Восточно-Европейской. Последняя интерпретация выглядит парадоксально с геологической точки зрения, поскольку предполагает наличие в пределах Западной Сибири масштабных структур сжатия, тогда как, наоборот, в этом регионе широко распространены раннемезозойские грабены, свидетельствующие о широком развитии процессов растяжения. Поэтому мы отклоняем тектоническую

трактовку различия в положении средних полюсов Сибири и Европы как маловероятную.

В упомянутой выше работе [Torsvik & Van der Voo, 2002] показано, что наилучшая сходимость данных достигается при принятии в расчет вклада недипольной (октупольной) компоненты $G3 = 0.1$. Мы провели пересчет полученных средних палеомагнитных полюсов Сибири и Европы для различных комбинаций вкладов квадрупольной и октупольной компонент, в соответствии с указанным в работе Торсвика алгоритмом. Результаты наших вычислений представлены в табл. 2. Как можно видеть, расстояние между двумя рассматриваемыми полюсами минимально при вкладе октупольной компоненты $G3 = -0.1$ (-10%).

Однако, полученный нами результат не указывает однозначно, что на границе перми и триаса геомагнитное поле было существенно недипольным. Возможно и другое объяснение наблюдаемых различий положений средних полюсов Сибири и Европы. Выполнив пересчет полюса «стабильной» Европы с учетом среднего фактора занижения наклона $f = 0.75$ (как это предлагается в работах [Kent & Smethurst, 1998; Barton & McFadden, 1996]) мы видим, что полюсы, в этом случае, также статистически не различаются друг от друга.

Выводы.

1. С использованием палеомагнитных данных, отвечающих современным критериям палеомагнитной надежности, рассчитан новый средний перм-триасовый (трапповый) полюс Сибирской платформы.
2. Сравнение полученного сибирского полюса со средним одновозрастным ему полюсом «стабильной» Европы выявило значимое различие между этими полюсами, которое:
 - не может быть объяснено тектоническими движениями Сибири и Европы в послепалеозойское время;
 - может быть объяснено значимым вкладом октупольной компоненты в геомагнитное поле ~250 млн лет назад ($G3 = -0.1$), или
 - явлением занижения наклона европейских палеомагнитных направлений (использование в расчетах коэффициента занижения наклона $f = 0.75$ делает различие между полюсами статистически не значимым).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05-04-65024.

Литература:

1. Веселовский Р.В., И. Галле, Павлов В.Э. Палеомагнетизм траппов долин рек Подкаменная Тунгуска и Котуй: к вопросу о реальности послепалеозойских относительных перемещений Сибирской и Восточно-Европейской платформ // Физика Земли. №10. 2003. с. 78-94.
2. Павлов В.Э., Водовозов В.Ю., Лубнина Н.В. Новые палеомагнитные данные о траппах западной части Норильского района: была ли завершена консолидация Северо-Евразийской плиты к началу Мезозоя? // Вестник МГУ. Сер.4. Геология. 2001. № 5. С. 77-84.
3. Barton, C.E. & McFadden, P.L. Inclination shallowing and preferred transitional VGP paths // Earth planet. Sci. Lett. 1996. No. 140. P. 147–157.
4. Bazhenov M.L., Pavlov V.E. Paleomagnetism of the Siberian traps: tectonic and geomagnetic implications (in press).
5. Gurevitch, E.L., Heunemann, C., Rad'ko, V., Westphal, M., Bachtadse, V., Pozzi, J.P., Feinberg, H. Palaeomagnetism and magnetostratigraphy of the Permian–Triassic northwest central

- Siberian Trap Basalts // Tectonophysics. 2004. No. 379. P. 211–226.
6. Kent, D.V. & Smethurst, M.A. Shallow bias of paleomagnetic inclinations in the Paleozoic and Precambrian // Earth planet. Sci. Lett. 1998. No. 160. P. 391–402.
 7. Kravchinsky V.A., Konstantinov K.M., Courtillot V., Savrasov J.I., Valet J.P., Cherniy S.D., Mishenin S.G., Parasotka B.S. Paleomagnetism of East-Siberian traps and kimberlites: two new poles and paleogeographic reconstruction at about 360 and 250 Ma // Geophysical Journal International. 2002. V. 148. P. 1-33.
 8. McElhinny, M.W., McFadden, P.L., and Merrill, R.T. The time-averaged paleomagnetic field 0-5 Ma // J. Geophys. Res. 1996. No. 101. P. 25007-25027.
 9. Torsvik, T.H. and Van der Voo, R. Refining Gondwana and Pangea palaeogeography: estimates of Phanerozoic non-dipole (octupole) fields // Geophysical Journal International. 2002. No. 151. P. 771-794.
 10. Van der Voo, R. and Torsvik, T.H. Evidence for Permian and Mesozoic non-dipole fields provides an explanation for the Pangea reconstruction problems // Earth planet. Sci. Lett. 2001. No. 187. P. 71–81.

Таблица 1. Палеомагнитные полюсы Сибирской платформы и «стабильной» Европы с возрастом 250 млн лет.

РАЙОН	ПОЛЮС				
	<i>P.Lat</i> , °N	<i>P.Long</i> , °E	<i>K</i>	<i>A95</i> °	Ссылка
СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА:					
Абагалах	58.0	149.9	25	4.4	[1]
Западный Норильск	52.4	159.5	55	8.2	[2]
Вилюй	57.5	162.7	19	29.3	[3]
Мойеро	62.7	156.5	44	7.8	[4]
Кулюмбэ	66.5	139.1	17	12.7	[4]
Большая Нирунда	54.4	143.8	60	12.0	[6]
Столбовая	53.3	150.2	56	5.3	[6]
Котуй	52.7	148.4	31	13.9	[6]
Средний Сибирский полюс (N=8):	57.4	151.5	151.5	4.5	
«стабильная» ЕВРОПА:					
Средний Европейский полюс (N=11)	50.5	157.3		2.5	[5]

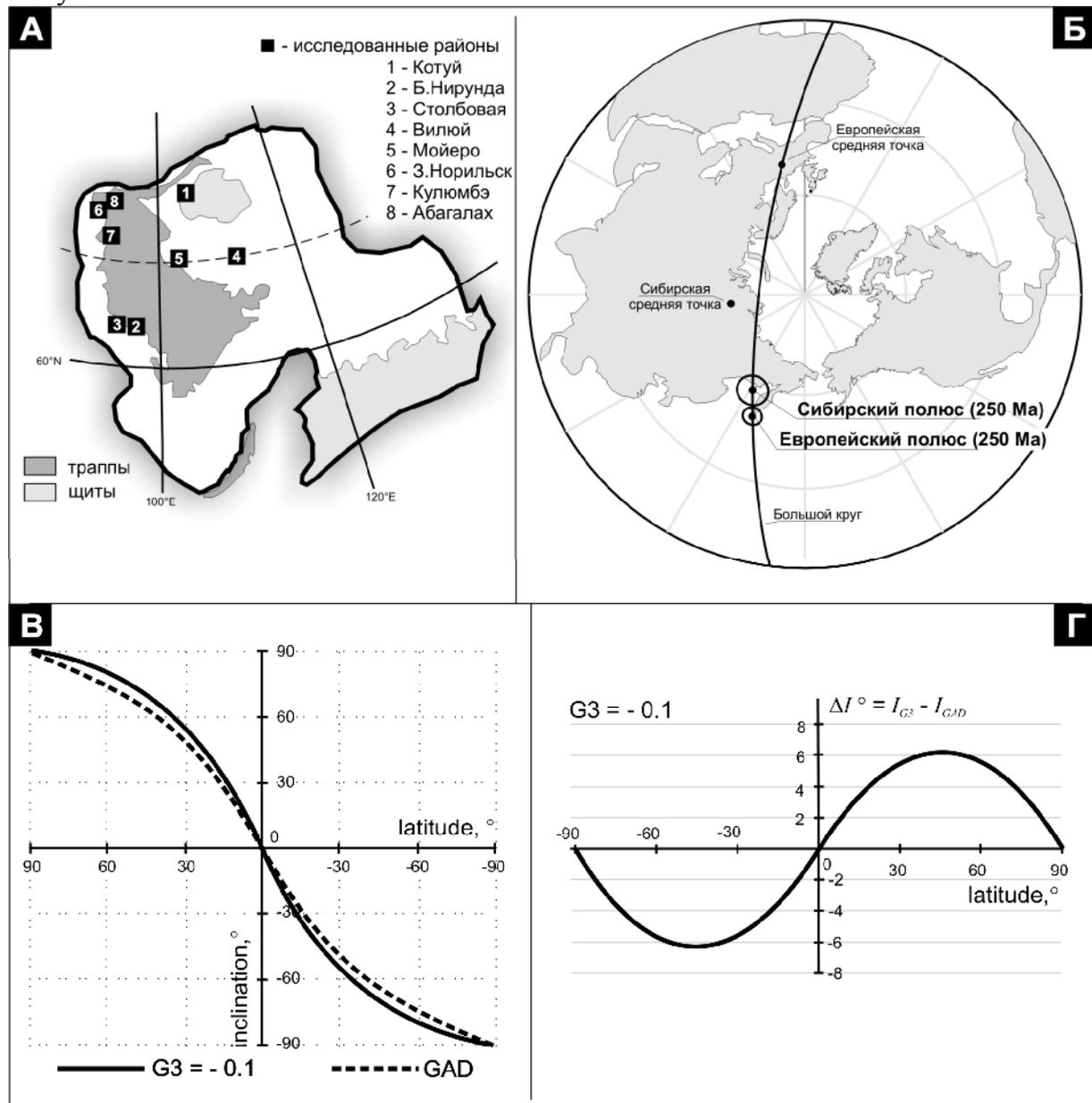
P.Lat, *P.Long* – широта и долгота палеомагнитного полюса соответственно; *K* – кучность; *A95* – радиус круга доверия; *N* – количество используемых при осреднении полюсов.

Ссылки: 1 – [Gurevitch et al., 2004]; 2 – [Павлов и др., 2001]; 3 – [Кравчинский и др., 2002]; 4 – [Баженов и др., в печати]; 5 – [Torsvik et al., 2001]; 6 – [Веселовский и др., 2003].

Таблица 2. Зависимость угла между полюсами Сибири и Европы (*Gamma*) от вклада в геомагнитное поле квадрупольной (*G2*) и октупольной (*G3*) компонент.

<i>G2</i>	<i>G3</i>	<i>Gamma</i> / <i>Gamma</i> critical
0	- 0.1	0.2 / 5.6
0.1	0.3	2.0 / 5.6
0.1	0.25	2.9 / 5.6
0.25	0.1	3.5 / 5.6
f = 0.75 (занижение наклонения)		3.6 / 5.6

Рисунок 1:



А – расположение районов Сибирской платформы, по которым получены используемые в работе палеомагнитные полюсы.

Б – положение среднего Сибирского и Европейского полюсов, отвечающих возрасту 250 млн лет.

В – график зависимости широты и наклонения для дипольного поля (GAD) и поля, с учетом октупольного вклада ($G3 = -0.1$).

Г – график, отражающий ошибку в определении наклонения ($\Delta I = I_{G3} - I_{GAD}$) за счет вклада октупольной компоненты $G3 = -0.1$ в зависимости от широты.