**К ВОПРОСУ О ГРАНИЦАХ ПРИМЕНИМОСТИ ПАРАМЕТРА** $D\_{V\_{2}}$

**ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВАРИАЦИЙ ДРЕВНЕГО ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Ушаков Д.А.1

1студент

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,физический факультет, Москва, РоссияE–mail: *ushakov.da18@physics.msu.ru*

Для описания вековых геомагнитных вариаций на геологических масштабах времени в последние десятилетия широко используются статистические модели, наиболее популярной из которых в настоящее время является модель TK03 [6]. В этой модели характер вековых вариаций описывается тремя основными параметрами – разбросом виртуальных геомагнитных полюсов Sb, вытянутостью распределения палеомагнитных направлений $E$ и направлением вытянутости распределения палеомагнитных направлений $D\_{V\_{2}}$. Последние два параметра определяются через собственных значений (τ1>τ2>τ3) и собственные векторы (V1, V2, V3) ориентационной матрицы, построенной для совокупности исследуемых палеомагнитных направлений. При этом $E$ = τ2/ τ3, а $D\_{V\_{2}}$ - склонение вектора V2.

Корректное использование этих параметров для описания древних вековых вариаций требует соблюдения некоторых, иногда довольно жестких условий. Эти условия были рассмотрены в ряде предшествующих публикаций применительно к параметрам Sb и $E$ (см, например [1, 2, 3, 6, 7, 9, и др.]), в то же время границы и условия применимости параметра $D\_{V\_{2}}$ до настоящего времени не были подробно изучены. В настоящей статье представлены результаты математического моделирования, которые позволяют оценить устойчивость расчетных значений этого параметра в зависимости от широты отбора, числа использованных для его определения образцов, длины временного ряда, по которому определяется этот параметр, а также от занижения наклонения и степени осреднения, если DV2 определяется в осадочных породах. В качестве меры устойчивости параметра $D\_{V\_{2}}$ в данной работе мы использовали величину доверительного интервала, внутри которого с 95%-й вероятностью попадает величина этого параметра, определенная по единичной коллекции палеомагнитных образцов, удовлетворяющей заданным условиям (например, фиксированной широте отбора, фиксированному числу образцов и т.п.). Также в ходе проведенных исследований было рассмотрено, в какой степени параметр DV2 может быть чувствительным к присутствию в суммарном геомагнитном поле экваториальной дипольной составляющей и ее характеристик.

 В результате выполненной работы было получено: 1) Направление вытянутости распределения палеомагнитных направлений в интервале широт 10-50° довольно устойчиво, близко к меридиональному и может быть использовано как критерий соответствия этих направлений модели TK03. В приэкваториальных и высоких широтах параметр $D\_{V\_{2}}$ (по разным причинам) становится неустойчив. Для оценки направления вытянутости распределений палеомагнитных направлений в приэкваториальных широтах предлагается использовать (с поправкой 90°) склонение собственного вектора $V\_{3}$ ориентационной матрицы; 2) Надежное определение параметра $D\_{V\_{2}}$ требует коллекций, размер которых составляет не менее 400-500 образцов; 3) Занижение наклонения в осадочных породах может привести к существенной неопределенности при определении параметра $D\_{V\_{2}}$. При коррекции занижения наклонения методом ${E}/{I}$ необходимо учитывать значение $D\_{V\_{2}}$, которое после проведения коррекции должно быть близко к 180° для не испытавших перемещения тектонических блоков и к склонению среднего палеомагнитного направления, для блоков, изменивших свое положение относительно меридиана на протяжении своей геологической истории; 4) Усреднение записи геомагнитного сигнала в осадочных породах приводит к повышению устойчивости параметра $D\_{V\_{2}}$; 5) Смена осей аксиального и экваториального диполей при сохранении неизменным (отвечающим модели TK03) вклада недипольных компонент приводит к тому, что направление вытянутости $D\_{V\_{2}}$ начинает на ~90° отличаться от среднего направления распределения палеомагнитных направлений. В этом случае, вытянутое по склонению распределение палеомагнитных направлений в древних разрезах может отражать существенный вклад в суммарное поле экваториального диполя; 6) При увеличении дисперсии экваториального диполя относительно модели TK03 происходит быстрое снижение устойчивости определения параметра $D\_{V\_{2}}$; 7) Параметр $D\_{V\_{2}}$ чувствителен к вкладу экваториального диполя, даже умеренное увеличение этого вклада приводит к заметному отличию склонений среднего направления палеомагнитных распределений и их вытянутости.

Полученные результаты очерчивают необходимые условия, при которых возможно использование параметра $D\_{V\_{2}}$ для изучения эволюции вековых геомагнитных вариаций на протяжении геологической истории.

**Финансирование работы**

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ №23-17-000112

**Литература.**

1. Biggin A. J., van Hinsbergen D. J. J., Langereis C. G., Straathof G. B., Deenen M. H. L. Geomagnetic secular variation in the Cretaceous Normal Superchron and in the Jurassic // Physics of the Earth and Planetary Interiors. V. 169 (1–4). 2008. P. 3–19.
2. M. H. L. Deenen, C. G. Langereis, D. J. J. van Hinsbergen, A. J. Biggin, Geomagnetic secular variation and the statistics of palaeomagnetic directions. Geophys. J. Int. 186,509–520 (2011).
3. Doubrovine P. V., Veikkolainen T., Pesonen L. J., Piispa E., Ots S., Smirnov A. V., Kulakov E. V., Biggin A.J. Latitude dependence of geomagnetic paleosecular variation and its relation to the frequency of magnetic reversals: Observations from the Cretaceous and Jurassic // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2019. V. 20, P. 1240–1279.
4. King, R.F., 1955. Remanent magnetism of artificially deposited sediments,Mon. Not. R. Astron. Soc. Geophys. Suppl., 7, 115–134.
5. Tauxe L.. Essentials of Paleomagnetism. Univ of California Press, Mar 19, 2010, [Science](https://www.google.ru/search?tbo=p&tbm=bks&q=subject:%22Science%22&source=gbs_ge_summary_r&cad=0) - 489 p.
6. Tauxe L., Kent D. A simplified statistical model for the geomagnetic field and the detection of shallow bias in paleomagnetic inclinations: Was the ancient magnetic field dipolar? / Timescales of the Internal Geomagnetic Field. Geophysical Monograph Series. V. 145. Ed. Channell J.E.T., Kent D.V., Lowrie W., Meert J.G. AGU. P. 101–115. 2004.
7. Tauxe L., Kodama K., Kent D. V. Testing corrections for paleomagnetic inclination error in sedimentary rocks: a comparative approach / J. Phys. Earth Planet. V. 169. P. 152–165. doi: 10.1016/j.pepi.2008.05.006. 2008.
8. Tauxe L., Kodama K. Paleosecular variation models for ancient times: Clues from Keweenawan lava flows. Physics of the Earth and Planetary Interiors 177 (2009) 31–45
9. Павлов В.Э., Ш. Р. Богоутдинов, О. А. Мещерякова. Влияние факторов, искажающих палеомагнитную запись, на оценку параметров древних вековых геомагнитных вариаций по результатам послойных исследований осадочных разрезов. ГЕОМАГНЕТИЗМ И АЭРОНОМИЯ, 2021, том 61, № 3, с. 390–407.
10. Хохлов А.В. Моделирование вековых геомагнитных вариаций. Принципы и реализация. // Геофизические исследования. 2012. Т.13. №2. С.50-61.
11. Храмов А.Н. Геомагнитные инверсии в палеозое: переходное поле, полярная асимметрия и мантийная конвекция // Физика Земли. 2007. № 10. С. 4–14.