

БАЛТИКА В СИСТЕМЕ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ
ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ

Е.Б. Поляченко, В.Г. Бахмутов

*Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, пр. Акад. Палладина, 32, Киев 03680, Украина,
e-mail: lithos@bk.ru*

Рассмотрены модели относительной кинематики Балтики и Лаврентии в среднем палеозое, основанные на результатах палеомагнитных исследований. Построения выполнены как по материалам мировой базы палеомагнитных данных, так и оригинальным материалам, полученным авторами статьи. По результатам анализа траекторий кажущейся миграции полюсов для разных блоков и новых палеомагнитных определений для силурийско-раннедевонского фрагмента Восточно-Европейской платформы (юго-западная часть Украины, Подолия) построены две кинематические модели, приведены их количественные характеристики, сделаны выводы в пользу каждой из них.

Ключевые слова: средний палеозой, палеомагнетизм, Балтика, Лаврентия, траектория кажущейся миграции полюса.

Введение. Новый виток в развитии неомобилистской гипотезы в 1960-е годы связывается с началом широкого применения палеомагнитного метода исследований. На сегодня его использование в комплексе с другими методами геотектоники является неотъемлемой частью палеотектонических реконструкций относительного месторасположения литосферных блоков на протяжении геологической истории Земли. Интенсивное развитие аппаратной и методологической базы привело к качественному скачку палеомагнитных исследований за последние два десятилетия и, соответственно, отразилось на достоверности получаемых результатов с оценкой их надежности. Параллельно международным сообществом палеомагнитологов создавалась база палеомагнитных данных (<http://earthref.org/MAGIC>), в которой ныне насчитывается более 10 тыс. исследованных палеомагнитным методом докембрийских и фанерозойских объектов (рис. 1).

Отметим, что приоритет в размещении материалов в базе имеют только наиболее надежные данные, удовлетворяющие общепринятым критериям надежности палеомагнитных данных [17]. Важно, что использование даже самых надежных палеомагнитных данных для палеотектонических реконструкций не гарантирует стопроцентной сходимости результатов, полученных по разновозрастным отложениям в рамках одного тектонического блока. В итоге появляются альтернативные модели кинематики разных участков земной коры.

Палеомагнитные исследования играют главную роль при глобальных палеогеодинамических реконструкциях, поскольку позволяют количе-

ственно интерпретировать перемещения и вращения отдельных блоков земной коры. Палеомагнитные данные образуют жесткий каркас, в который должны укладываться модели дрейфа литосферных плит, процессов их консолидации и событий на их окраинах. Кроме того, эти данные способствуют решению геологических задач, например синхронизации и корреляции магматических явлений на консолидированных участках платформ, выяснению условий тепловой истории метаморфизма горных пород, исследованию динамических аспектов тектоники блоков земной коры, палеотектоническим реконструкциям разных масштабов и др. Многие исследователи рассматривают палеомагнетизм как один из инструментов при палеогеографических исследованиях (наряду с палеоклиматологией, палеобиогеографией и, особенно, геологией).

Цель настоящей работы – представление фактического материала по количественным оценкам дрейфа Восточно-Европейской платформа в палеозое на основе данных палеомагнитных исследований.

Общие вопросы методики и состояние проблемы. Необходимое условие для палеотектонических реконструкций в палеомагнетизме – построение траектории кажущейся миграции полюсов (ТКМП, либо в англоязычной литературе APWP – Apparent Polar Wander Paths), которая представляет собой кривую, последовательно соединяющую положение наиболее надежных палеомагнитных полюсов, установленных для каждого отдельного литосферного блока за конкретный период геологического времени и нанесенных на современную географию.

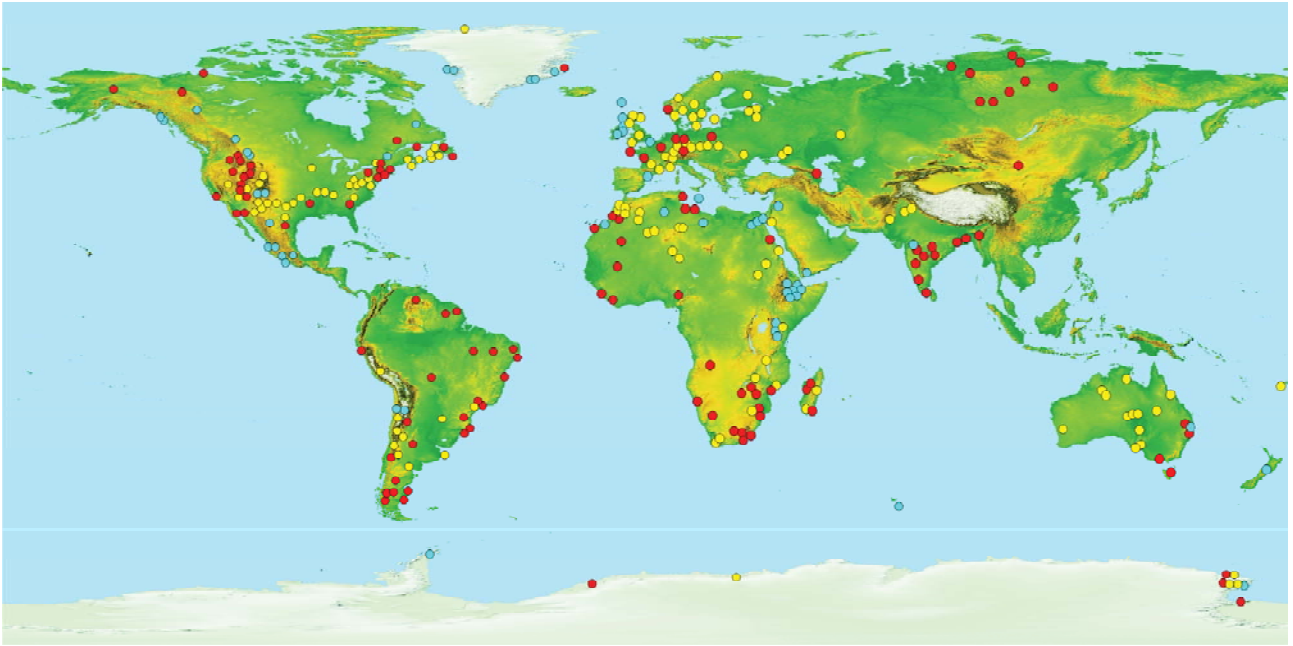


Рис. 1. Места отбора палеомагнитных коллекций горных пород фанерозойского возраста. Показаны только объекты, по которым получены ключевые палеомагнитные полюса, в соответствии с [14]. Желтые точки – палеозойские, красные – мезозойские, синие – кайнозойские объекты

ческую сетку. Эта методика была введена на заре палеомагнетизма [6] и является стандартным методом представления палеомагнитных данных, охватывающих длительные геологические временные интервалы. ТКМП служит для количественной оценки горизонтальных перемещений плит, их частей и, в конечном счете, для палеотектонических реконструкций, определения величины и времени относительных и абсолютных перемещений тектонических блоков.

Современный подход к тектоническим палеорекострукциям состоит в построении ТКМП непосредственно по результатам определения так называемых наиболее надежных палеомагнитных полюсов, без их усреднения во времени. К таковым в большинстве относятся определения с использованием строгих схем полного размагничивания, существенно большие (статистически значимые) наборы данных и т. д., т. е. палеомагнитные определения по тем или иным параметрам (критериям, условиям), характеризующиеся как надежные и достоверные. В настоящее время наиболее часто используют: 1) DEMAGCODE из мировой палеомагнитной базы данных [13]; 2) критерии достоверности (надежности), по [17]; 3) индекс палеомагнитной надежности (ИПН) [4].

Кроме того, предметом активных палеомагнитных исследований последнего десятилетия является уточнение отдельных фрагментов ТКМП.

В этой связи рассмотрим ситуацию с палеомагнитными определениями по палеозойскому фрагменту ТКМП для Восточно-Европейской платформы (ВЕП). Отметим, что надежность данных определений разная. Поскольку ТКМП – важный инструмент при проведении палеотекто-

нических реконструкций, в качестве референтной кривой широко используется APWP, построенная на основе множества палеомагнитных данных для Балтики [14]. Среднепалеозойский фрагмент этой кривой имеет характерную петлю, форма которой до сих пор остается дискуссионной, так как некоторые ее сегменты построены по результатам интерполяции. На рис. 2 точками показаны палеомагнитные определения (ключевые полюса), на

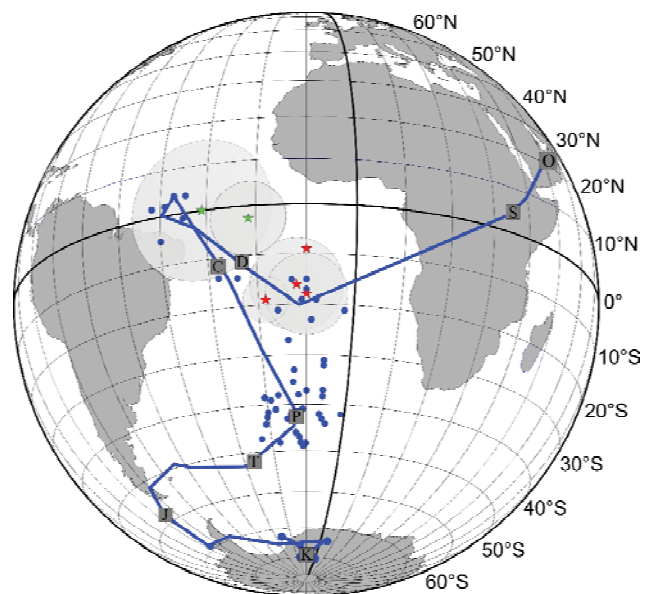


Рис. 2. Траектория кажущейся миграции полюса для Балтики (ВЕП) в фанерозое. Синие точки – ключевые палеомагнитные полюса, на основании которых построена кривая [14]; красные звездочки – силурийские полюса (с радиусом круга доверия при 95%-й вероятности для среднего направления), полученные авторами данной работы [1, 10]; зеленые звездочки – девонские полюса, полученные авторами данной работы [2, 5]; квадраты с латинскими буквами – начало геологического периода

основе которых был построен фрагмент ТКМП для силура – перми, и необходимость новых данных для его уточнения очевидна. Особо следует обратить внимание на позднесилурийский сегмент, который близко расположен к пермской части кривой, что также требует проверки.

ТКМП и палеотектонические реконструкции Восточно-Европейской платформы в системе Лаврентия–Лавруссия. Палеомагнитные результаты, полученные разными авторами (в том числе данной публикации) при исследованиях силурийско-девонских отложений, можно разделить на две группы, каждая из которых представлена своим вариантом модели ТКМП. Сложившаяся ситуация побудила нас провести тщательный анализ имеющихся данных, в основе которых лежат результаты, приведенные в сводной работе [14] и в работах [1, 2, 3, 5, 10] для Лаврентии (Северная Америка – Гренландия) и ВЕП (Балтика).

При построении и сопоставлении ТКМП для ВЕП и Лаврентии из первой модели (синяя и зеленая траектории на рис. 3) видно, что начиная с 430 млн лет одновозрастные полюса ВЕП и Лаврентии приобретают тенденцию к параллельной миграции, которая сохраняется до рубежа 180–130 млн лет назад. Альтернативная (вторая) модель ТКМП для ВЕП [3] определяет полюса с возрастом 410–430 млн лет намного севернее (рис. 3, красная кривая), тем самым ликвидируя “касп”, согласно которому силурийские полюса “тяготеют” к каменноугольным – пермским полюсам. Результатом является иная интерпретация широтного дрейфа ВЕП, а также более поздняя коллизия платформы с Лаврентией. Подобная модель имеет право на существование, но важно от-

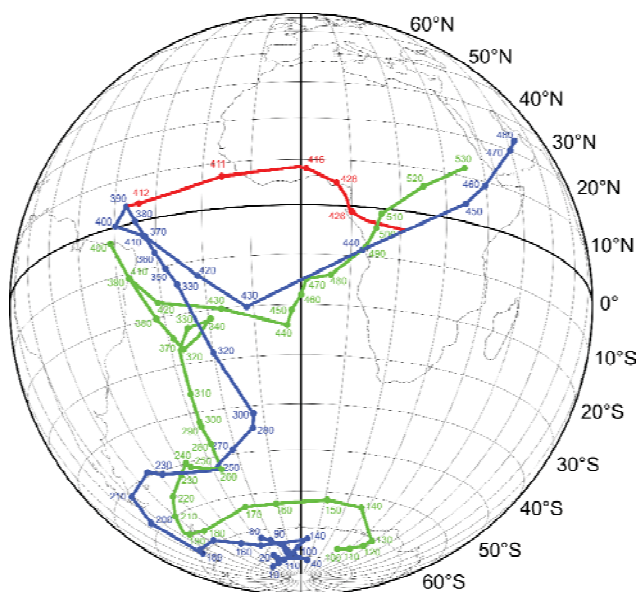


Рис. 3. Траектории кажущейся миграции полюсов для Балтики (синяя кривая) [14], Лаврентии (зеленая кривая) [14] и участок траектории альтернативной миграции полюсов для ВЕП (красная кривая) [3]. Цифрами указано время (млн лет)

метить, что число палеомагнитных определений в юго-западной части ВЕП (Украина, район Подолии), на основании которых построена альтернативная кривая, было невелико, а сам объект достаточно сложный для палеомагнитных исследований. Наши новые результаты по определению палеомагнитных полюсов (см. рис. 2) с такими оценками не согласуются.

При палеотектонических реконструкциях по результатам палеомагнитного метода определяется широтное расположение континентальных блоков, однако остается долготная неопределенность. Частично решение этой проблемы возможно с использованием подхода, предложенного Д. Эвансом и С.А. Писаревским [7], суть которого состоит в сопоставлении угловых расстояний между парами одновозрастных полюсов. Совпадение угловых расстояний свидетельствует о перемещении участков земной коры в составе единого блока. В нашем случае при сопоставлении угловых расстояний полюсов Лаврентии и ВЕП за рассматриваемый промежуток времени получено совпадение в пределах $\pm 1,5^\circ$ для данных из работ [1, 2, 5, 10, 14 и др.], что свидетельствует о дрейфе регионов в составе единого материка (Лавруссия). При использовании данных работы Н.В. Лубниной и соавт. [3] разница в угловых расстояниях составляет около $7,5^\circ$, что в таком контексте приводит к существенному расхождению. Использование указанного подхода и данных о широтном расположении отдельно взятых блоков позволяет косвенно оценить их относительное меридиональное положение, что является решающим при сравнении двух моделей дрейфа ВЕП в силуре – девоне и дает основание предпочесть первую из них.

На основе этих материалов выполнены палеотектонические реконструкции и оценены кинематические параметры движения Лаврентии и ВЕП в силуре – раннем девоне. На рис. 4 представлены модели относительного положения Лаврентии и ВЕП для двух упомянутых выше групп палеомагнитных определений в разные временные интервалы.

С учетом этих данных, а также материалов статьи [14] кинематику Лаврентии и ВЕП (Балтики) в палеозое можно представить следующим образом (эволюцию террейна Авалония здесь опускаем). В течение большей части раннего палеозоя Лаврентия располагалась между низкими южными и приэкваториальными широтами и была отделена от Балтики океаном Япетус, наиболее широким (до 3000 км) в раннем ордовике. Около 440 млн лет назад Лаврентия уже находилась в экваториальных широтах Южного полушария.

ВЕП в позднем кембрии располагалась между средними и высокими широтами Южного полушария. Между ранним ордовиком и средним си-

луром она дрейфовала к тропикам до коллизии с Лаврентией (каледонский орогенез и образование Лавруссии), после чего начался дрейф к югу. Широтная скорость как северного, так и южного дрейфа всегда была ниже 10 см/год. При этом от кембрия до раннего девона ВЕП претерпевала поворот против часовой стрелки на 1–2°/млн лет (~160° в общей сложности от 500 до 400 млн лет). После каледонского орогенеза существенно снизилась скорость вращения, и интервал от девона до перми характеризовался относительно незначительными систематическими вращениями как по часовой стрелке, так и против, но не более чем на 0,5°/млн лет.

Таким образом, закрытие океана Япетус происходило вдоль меридионального направления и было обусловлено дрейфующей в северном на-

правлении и вращающейся ВЕП и последующим ее столкновением с квазистационарной Лаврентией. Далее эти континенты (в составе Лавруссии) дрейфовали на юг до ~400 млн лет со скоростью движения и вращения не более 10 см/год и 2°/млн лет соответственно. Если сравнивать местоположение Гондваны и Лавруссии в раннем девоне, то последняя простиралась от экватора до ~50° S, в то время как Гондвана располагалась практически на южном полюсе. Начиная с позднего девона Гондвана дрейфовала к северу и претерпевала существенные вращения по часовой стрелке (до 4°/млн лет), пик которых приходился на ~360 млн лет [14].

Из более детальных оценок именно среднепалеозойского фрагмента (рис. 4) можно сделать следующее заключение. На рубеже 430 млн лет

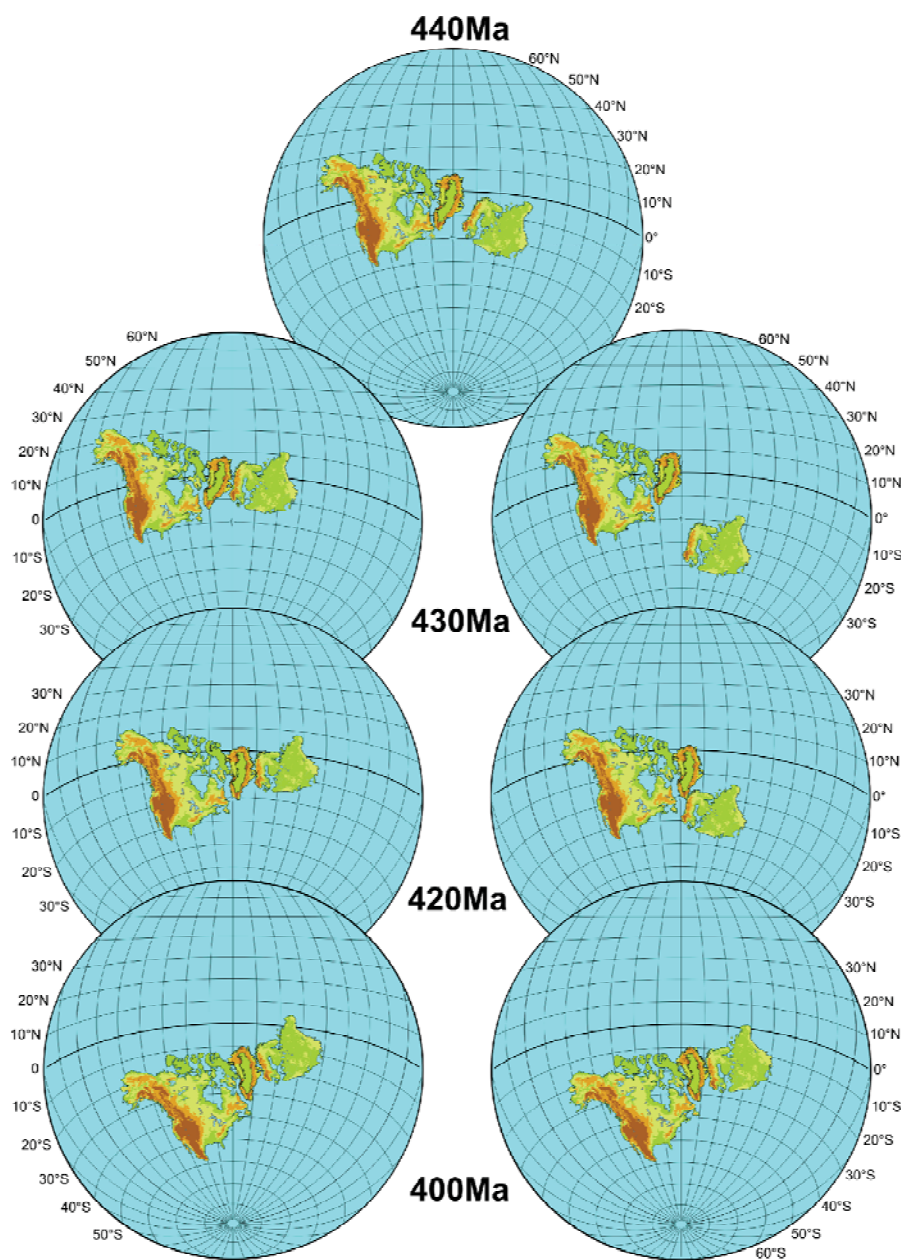


Рис. 4. Модели относительного расположения Лаврентии и ВЕП с привязкой к геологическому времени. Левая часть рисунка представлена в соответствии с компиляцией данных из [14]; правая – на основе данных из [3]

палеоокеан Япетус закрывается (происходит коллизия Лаврентии и ВЕП с образованием Лавруссии). В это время оба материка располагаются в экваториальных широтах. За период 430–400 млн лет Лавруссия перемещается в приэкваториальные широты Южного полушария с одновременным поворотом против часовой стрелки на 16° вокруг полюса Эйлера, с координатами $\Phi = 46^\circ \text{ S}$; $\Lambda = 64^\circ \text{ E}$ (рис. 4, левая часть). Скорость широтного дрейфа (минимальная, поскольку долготный дрейф неизвестный) при этом составляет 3 см/год.

Если принять альтернативный вариант работы [3], описывающий иной характер дрейфа ВЕП и, соответственно, ее другое расположение относительно Лаврентии, то в лландовери–венлоке (около 430 млн лет назад) ВЕП находилась в умеренных широтах Южного полушария. С венлока по эмсе (около 430–400 млн лет назад) она дрейфовала в северном направлении до коллизии с Лаврентией на рубеже 400 млн лет с одновременным поворотом на 30° против часовой стрелки относительно полюса Эйлера с координатами $\Phi = 82^\circ \text{ S}$, $\Lambda = 27^\circ \text{ E}$ (рис. 4, правая часть) [3]. С учетом довольно значительной амплитуды перемещения при минимальной скорости широтного дрейфа не менее 5,5 см/год за относительно короткий промежуток времени (в геологическом масштабе) такой характер движения ВЕП представляется менее вероятным.

Выводы. Построение геологических моделей в первую очередь должно основываться на качественном и надежном фактическом материале. В этом отношении интенсивное развитие палеомагнитного метода, получение на его основе надежных результатов способствует решению проблем вне зависимости от субъективности предрасположенности к тем или иным теоретическим концепциям. Палеомагнитные данные образуют жесткий каркас, в который должны укладываться модели дрейфа литосферных плит, процессов их консолидации и событий на их окраинах.

Результаты палеотектонических реконструкций на основании разных групп палеомагнитных данных дают представление об относительной кинематике Лаврентии и ВЕП в среднем палеозое. В рамках первой модели Лаврентия с середины лландовери находилась в экваториальных широтах, к началу раннего девона переместилась в приэкваториальные широты Южного полушария, а к концу раннего девона — в его умеренные широты; ВЕП начиная с середины лландовери до начала раннего девона дрейфовала из тропических широт Южного полушария в район экватора, к концу раннего девона мигрировала в его приэкваториальные широты. В конце венлока произошла коллизия Лаврентии и ВЕП с образованием супер-

континента Лавруссия. Широтная скорость ВЕП при дрейфе как к северу, так и к югу (в составе Лавруссии) не превышала 10 см/год. При этом от кембрия до раннего девона ВЕП вращалась против часовой стрелки со скоростью $1\text{--}2^\circ/\text{млн лет}$. За период 430–400 млн лет ВЕП, перемещаясь в приэкваториальные широты Южного полушария, претерпела поворот против часовой стрелки на 16° . В целом после каледонского орогенеза скорость ее вращения существенно снизилась.

Согласно другой модели [3], ВЕП с начала позднего силура перемещалась в северном направлении из умеренных широт Южного полушария, в венлоке–лудлове находилась в тропических широтах, а в раннем девоне — в приэкваториальных широтах Южного полушария. Коллизия ВЕП и Лаврентии по данным этого исследования произошла приблизительно в эмсе, т. е. на 30 млн лет позже по сравнению с данными первой модели.

Анализ нового фактического материала, полученного в юго-западной части ВЕП (Украина, район Подолии), дает основание сделать выбор в пользу первой модели.

1. *Бахмутов В.Г.* Новые результаты палеомагнитных исследований силурийских отложений бассейна р. Днестр, Украина / В.Г. Бахмутов, М. Еленская, Л.И. Константиненко // *Геофиз. журн.* — 2001. — Т. 23, № 2. — С. 3–18.
2. *Бахмутов В.Г.* Палеомагнитные исследования нижнедевонских сероцветных отложений Подолии / В.Г. Бахмутов, М. Тейсер-Еленская, М. Кадзьялко-Хофмокль, Л.И. Константиненко, Е.Б. Поляченко // *Геофиз. журн.* — 2012. — Т. 34. — № 6. — С. 3–18.
3. *Лубнина Н.В.* Палеомагнитные исследования силурийских и девонских отложений Подолии / Н.В. Лубнина, А.Г. Иосифиди, А.Н. Храмов, В.В. Попов, М. Левандовский // *Палеомагнетизм осадочных бассейнов Северной Евразии*: Сб. тр. — СПб: ВНИГРИ, 2007. — С. 105–125.
4. *Печерский Д.М.* Палеоазиатский океан / Д.М. Печерский, А.Н. Диденко. — М.: Ин-т физики Земли РАН, 1995. — 298 с.
5. *Поляченко Е.Б.* Палеотектонические реконструкции положения Восточно-Европейской платформы в среднем палеозое по палеомагнитным данным / Е.Б. Поляченко // *Геодинамика.* — 2012. — № 2 (13). — С. 119–128.
6. *Creer K.M.* The direction of the geomagnetic field in remote epochs in Great Britain / K.M. Creer, E. Irving, S.K. Runcorn // *J. Geomagn. Geoelectr.* — 1954. — V. 6. — P. 163–168.
7. *Evans D.A.D.* Plate tectonics on early Earth? Weighing the paleomagnetic evidence / D.A.D. Evans, S.A. Pisarevsky // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* — 2008. — V. 440. — P. 249–263.
8. *Hospers J.* Rock magnetism and polar wandering / J. Hospers // *Nature.* — 1954. — V. 173. — P. 1183–1184.
9. *Irving E.* Paleomagnetism and its application to geological and geophysical problems / E. Irving. — New York: Wiley, 1964.

10. *Jelenska M.* Paleomagnetic and rock magnetic data from the Silurian succession of the Dniester basin, Ukraine / M. Jelenska, V. Bakhmutov, L. Konstantinenko // *Phys. Earth Planet. Inter.* – 2005. – V. 149. – P. 307–320.
11. *Kent D.V.* Shallow bias of paleomagnetic inclinations in the Paleozoic and Precambrian / D.V. Kent, M.A. Smethurst // *Earth Planet. Sci. Lett.* – 1998. – V. 160. – P. 391–402.
12. *Opdyke N.D., K.W. Henry.* A test of the Dipole Hypothesis, Earth Planet / N.D. Opdyke, K.W. Henry // *Sci. Lett.* – 1969. – V. 6. – P. 139–151.
13. *Pisarevsky S.A.* Global Paleomagnetic visual database developed into its visual / S.A. Pisarevsky, M.E. McElhinny // *EOS.* – 2003. – V. 84, N 20. – P. 192.
14. *Torsvik T.* Phanerozoic polar wander, paleogeography and dynamics / T. Torsvik, R. Van der Voo, U. Preeden, C. Mac Niocaill, B. Steinberger, P.V. Doubrovine, D.J.J. van Hinsbergen, M. Domeier, C. Gaina, E. Tohver, J.G. Meert, P.J.A. McCausland, L.R.M. Cocks // *Earth. Sci. Rev.* – 2012. – V.114. – P. 325–368.
15. *Torsvik T.H.* Refining Gondwana and Pangea palaeogeography; estimates of Phanerozoic non-dipole (octupole) fields / T.H. Torsvik, R. Van der Voo // *Geophys. J. Inter.* – 2002. – V. 151. – P. 771–794.
16. *Van der Voo R.* Evidence for Permian and Mesozoic non-dipole fields provides an explanation for Pangea reconstruction problems / R. Van der Voo, T.H. Torsvik // *Earth Planet. Sci. Lett.* – 2001. – V. 187. – P. 71–81.
17. *Van der Voo R.* The reliability of paleomagnetic data / R. Van der Voo // *Tectonophysics.* – 1990. – V. 184, N 1. – P. 1–9.
18. *Wilson R.L.* Permanent Aspects of the Earth's Non-dipole Magnetic Field over Upper Tertiary Times / R.L. Wilson // *Geophys. J. R. Astr. Soc.* – 1970. – V. 19. – P. 417–37.

БАЛТИКА В СИСТЕМІ СЕРЕДНЬОПАЛЕОЗОЙСЬКИХ ПАЛЕОТЕКТОНІЧНИХ РЕКОНСТРУКЦІЙ

Є.Б. Поляченко, В.Г. Бахмутов

*Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, пр. Акад. Палладіна, 32, Київ 03680, Україна,
e-mail: lithos@bk.ru*

Розглянуто моделі відносної кінематики Балтики та Лаврентії у середньому палеозої, що ґрунтуються на результатах палеомагнітних досліджень. Побудови виконано за матеріалами світової палеомагнітної бази та на підставі оригінальних матеріалів, отриманих авторами статті. За результатами аналізу траєкторії позірної міграції полюсів для різних блоків і нових палеомагнітних визначень для силурійсько-ранньодевонського фрагмента Східноєвропейської платформи (південно-західна частина України, Поділля) побудовано дві кінематичні моделі, наведено їх кінематичні характеристики, зроблено висновки щодо кожної з них.

Ключові слова: середній палеозой, палеомагнетизм, Балтика, Лаврентія, траєкторія позірної міграції полюса.

BALTICA IN THE SCHEME OF MIDDLE PALEOTECTONIC RECONSTRUCTIONS

E.B. Polyachenko, V.G. Bakhmutov

*Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Palladin av., 32, Kiev 03680, Ukraine,
e-mail: lithos@bk.ru*

Relative kinematics models of the Baltic and Laurentia in the middle Paleozoic on the basis of paleomagnetic data are examined. The constructions were made using both global paleomagnetic databases and the author's original data. According to the analysis of the Apparent Polar Wander Path for different blocks and new paleomagnetic data for the Silurian-Devonian fragment of the East European Platform (south-western Ukraine, Podolia) two kinematic models were constructed. Dynamic characteristics of each model were analyzed and compared. More preferable appeared the model when Laurentia was near the equator from the mid Llandovery, drifted to the equatorial latitudes of the South Hemisphere in the Lower Devonian and occupied the temperate latitudes of the South Hemisphere at the end of the Lower Devonian. Baltica since the mid Llandovery drifted from tropical latitudes of the southern hemisphere near the equator and migrated to equatorial latitudes of the Southern Hemisphere at the end of the Lower Devonian. The collision of Laurentia with Baltica occurred at the end of Wenlock, forming the Laurussia. The latitudinal drift of Baltica in the south and north directions did not exceed 10 cm/yr with counterclockwise rotation by 1–2 °/Ma from the Cambrian to the Early Devonian. During the period of 430–400 Ma the East European Platform was moving in equatorial latitudes of the Southern Hemisphere with a counterclockwise rotation of 16°. After the Caledonian orogeny, there was a significant decrease in the rate of rotation.

Keywords: Middle Paleozoic, paleomagnetism, Baltica, Laurentia, the trajectory of the apparent polar wander paths.

References:

1. Bakhmutov V., Elens'ka M., Konstantinenko L. *Novye rezul'taty paleomagnitnykh issledovaniy siluriyskikh otlozheniy basseyna r. Dnestr, Ukraina* [New results of paleomagnetic studies of the Silurian sediments of the Dniester River basin, Ukraine]. *Geofizicheskiy zhurnal* [Geophysics journal (Ukraine)], 2001, T. 23, no. 2, pp. 3-18.

2. Bakhmutov V., Teysler-Elenskaya M., Kadzyalko-Khofmoki' M., Konstantinenko L., Polyachenko E. *Paleomagnetnye issledovaniya nizhnedevonskikh serotsvetnykh otlozheniy Podolii* [Paleomagnetic study of Lower Devonian deposits of Podolia]. *Geofizicheskiy zhurnal* [Geophysics journal (Ukraine)], 2012, T. 34, no. 6, pp. 3-18.
3. Lubnina N.V., Iosifidi A.G., Khramov A.N., Popov V.V., Levandovskiy M. *Paleomagnetnye issledovaniya siluriyskikh i devonskikh otlozheniy Podolii* [Paleomagnetic study of the Silurian and Devonian deposits of Podolia]. *Paleomagnetizm osadochnykh basseynov Severnoy Evrazii. Sbornik trudov. SPb: VNIGRI* [Paleomagnetism of sedimentary basins of Northern Eurasia], 2007, pp.105-125.
4. Pecherskiy D.M., Didenko A.N. *Paleoaziatskiy okean* [Paleoasian Ocean]. *Moscow IFZ RAN*, 1995, 298 p.
5. Polyachenko E.B. *Paleotektonicheskie rekonstruktsii polozheniya Vostochno-Evropeyskoy platformy v srednem paleozoe po paleomagnetnym dannym* [Paleotectonic reconstruction provisions of the East European platform in the Late Paleozoic (paleomagnetic data)]. *Geodinamika* [Geodynamics], 2012, no. 2 (13), pp. 119-128.
6. Creer K. M., Irving E., Runcorn S. K. The direction of the geomagnetic field in remote epochs in Great Britain. *J. Geomagn. Geoelectr.*, 1954, vol. 6, pp. 163-168.
7. Evans D.A.D., Pisarevsky S.A. Plate tectonics on early Earth? Weighing the paleomagnetic evidence. *Geol. Soc. Amer., Spec. Pap.*, 2008, vol. 440, pp. 249-263.
8. Hospers J. Rock magnetism and polar wandering, *Nature*, 1954, vol. 173, pp. 1183-1184.
9. Irving E. *Paleomagnetism and its application to geological and geophysical problems*. *New York, Wiley*, 1964.
10. Jelenska M., Bakhmutov V., Konstantinenko L. Paleomagnetic and rock magnetic data from the Silurian succession of the Dniester basin, Ukraine. *Phys. Earth Planet. Int.*, 2005, vol. 149, pp. 307-320.
11. Kent D.V., M.A. Smethurst. Shallow bias of paleomagnetic inclinations in the Paleozoic and Precambrian. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1998, vol.160, pp. 391-402.
12. Opdyke N.D., K.W. Henry. A test of the Dipole Hypothesis, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1969, vol. 6, pp. 139-151.
13. Pisarevsky S.A., McElhinny M.E. Global Paleomagnetic visual database developed into its visual. *Form. EOS*, 2003, vol. 84, n. 20.
14. Torsvik T., Van Der Voo R., Preeden U. et al. Phanerozoic polar wander, paleogeography and dynamics. *Earth. Sci. Rev.*, 2012, vol.114, pp. 325-368.
15. Torsvik T.H., R. Van der Voo. Refining Gondwana and Pangea palaeogeography; estimates of Phanerozoic non-dipole (octupole) fields. *Geophys. J. Int.*, 2002, vol. 151, pp. 771-794.
16. Van der Voo R., Torsvik T.H. Evidence for Permian and Mesozoic non-dipole fields provides an explanation for Pangea reconstruction problems. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 2001, vol. 187, pp. 71-81.
17. Van der Voo R. The reliability of paleomagnetic data. *Tectonophysics*, 1990, T. 184, vol. 1, pp. 1-9.
18. Wilson R.L. Permanent Aspects of the Earth's Non-dipole Magnetic Field over Upper Tertiary Times. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 1970, vol. 19, pp. 417-37.

*Поступила в редакцию 22.04.2014 г.
Received 22/04/2014*