

Є. Б. Поляченко

Середньопалеозойський фрагмент траєкторії позірної міграції полюсів Східноєвропейської платформи

(Представлено академіком НАН України В. І. Старостенко)

Наведено підсумкові результати палеомагнітних досліджень осадових сіро- й червоноколірних відкладів силуру і нижнього девону південного заходу України (район Поділля, басейн р. Дністер). Результати вказують на розташування Східноєвропейської платформи в приекваторіальних широтах Південної півкулі у пізньому силурі, її переміщення на початку девону в екваторіальні широти з подальшим дрейфом на південь. Швидкість дрейфу становила не менше 3 см/рік. Характер руху можна описати, як поворот проти годинникової стрілки на 16° навколо полюса Ейлера з координатами $\Phi = 46^\circ$ S $\Lambda = 64^\circ$ E .

Палеомагнітні дослідження мають пріоритетну роль при глобальних палеотектонічних реконструкціях, які відтворюють горизонтальні й ротаційні зміщення окремих блоків земної кори. До того ж вони сприяють вирішенню деяких задач геології, серед яких можна назвати синхронізацію і кореляцію магматичних явищ на консолидованих ділянках платформ, з'ясування умов теплової історії метаморфізму гірських порід, дослідження динамічних аспектів тектоніки жорстких блоків земної кори, а також палеотектонічні реконструкції різних масштабів тощо.

Головним інструментом палеомагнетизму стосовно палеотектонічних реконструкцій є побудова траєкторій позірної міграції полюса (ТПМП) для окремих континентальних блоків. Через малу кількість об'єктів, "придатних" для проведення палеомагнітних досліджень, та недостатню кількість надійних визначень віку побудова ТПМП для будь-якого кратону, в тому числі Східноєвропейського, є найбільш актуальною проблемою.

Східноєвропейська платформа (СЄП) займає центральне місце серед літосферних плит Північної півкулі, є ключовим фрагментом при будь-яких глобальних або регіональних палеореконструкціях. На сьогодні маємо різні альтернативні кінематичні моделі СЄП [1, 2], з різною інтерпретацією геодинамічних, палеогеографічних і палеомагнітних даних. Ці моделі вимагають тестування на основі залучення нових результатів, серед яких перевагу слід віддати палеомагнітним визначенням, що дають змогу отримувати кількісні оцінки рухів блоків земної кори.

У цьому відношенні палеомагнітні дослідження осадових комплексів, більша частина яких до недавнього часу вважалась палеомагнітно неінформативною, є найбільш перспективним напрямом. З впровадженням нової апаратури та методики, з'явилася можливість отримати принципово нову інформацію про стан і динаміку давнього геомагнітного поля, розв'язувати низку ключових проблем стратиграфії, геодинаміки тощо.

Метою досліджень, викладених у даному повідомленні, є побудова силурійсько-девонського фрагмента ТПМП для СЄП на основі нових палеомагнітних даних. При виборі об'єктів досліджень в першу чергу брали до уваги надійну стратифікацію товщ, відсутність масштабних вторинних процесів, фаціальний склад порід. Виходячи з цього, найперспективним об'єктом для палеомагнітних досліджень на території України є опорні розрізи силуру та девону Поділля.

Всього на території Поділля в рамках даної роботи було відпрацьовано 17 відслонень силурійських та нижньодевонських відкладів. Палеомагнітна колекція силурійських відкладів відібрана на 10 відслоненнях, які перекривають майже весь силурійський розріз Поділля (ярузьку, малиновецьку та скальську серії). За фаціальним складом відібрані зразки представлені сіроколірними вапняками та червоноколірними доломітами.

Відклади нижнього девону відібрано з 7 розрізів: 5 — охоплюють тівверську серію, яка представлена сіроколірними вапняками та аргілітами, та 2 — дністровську серію, що представлена червоноколірними пісковиками й алевролітами.

Результати досліджень. Палеомагнітні дослідження орієнтованих зразків гірських порід з усіх описаних вище розрізів проводилися за стандартною методикою, включаючи ступеневе розмагнічування температурою та змінним магнітним полем, магнітно-мінералогічні дослідження, визначення компонент залишкової намагніченості, оцінки їх стабільності, палеомагнітної інформативності тощо. На кінцевому етапі виконували розрахунки палеомагнітних полюсів для кожної стратиграфічної групи, на основі яких побудовано модель еволюції СЄП у середньому палеозої. Детально методику і результати досліджень викладено в статтях [3–7].

Аналіз даних по сіроколірних породах ярузької, малиновецької та скальської серій силуру та тівверської серії нижнього девону, а також по червоноколірних відкладах дністровської серії нижнього девону та конівської світи верхнього силуру дозволяє зробити висновок, що розраховані палеомагнітні полюси (з урахуванням овалів довіри) в цілому узгоджуються з силурійським і девонським фрагментами ТПМП [1]. Напрями характеристичних компонент намагніченості кожної серії і відповідні до них розраховані палеомагнітні полюси демонструє табл. 1.

На рис. 1 щодо палеозойсько-мезозойського фрагмента ТПМП для СЄП наведено результати, що отримані по середньопалеозойських об'єктах Поділля (див. табл. 1). Штриховою лінією показана запропонована авторами роботи [2] альтернативна ТПМП для СЄП,

Таблиця 1. Середні палеомагнітні напрямки та полюси для силурійсько-нижньодевонських осадових порід Поділля

Полюс*	Стратиграфія	Вік згідно з ТПМП**	Палеомагнітні параметри***			
			D/I	α 95°	Φ (S°)	Λ (E°)
YP	Ярузька серія (S1)	Перм	206/–19	9	45	348
MP	Малиновецька серія (S2)	Перм	208/–16	4,2	43	347
KP	Конівська світа (S2)	Перм	192/–26	5,9	53,4	5,9
SP	Скальська серія (S2)	Перм	198/–26	4	52	356
TP	Тівверська серія (D1)	Перм	211/–22	4,2	45	340
DP	Дністровська серія (D1)	Перм	202/–19	1,4	47	351,5
SC	Скальська серія (S2)	Карбон	207/21	6,3	26	356
YS	Ярузька серія (S1)	Силур	219/32	9,2	16	348
MS	Малиновецька серія (S2)	Силур	215/30	8,1	18	350
KS	Конівська світа (S2)	Силур	44,1/–19	5,4	19,9	339,8
SS	Скальська серія (S2)	Силур	219/42	4,4	9	350
TD	Тівверська серія (D1)	Девон	244/37	14,8	0	329
DD	Дністровська серія (D1)	Девон	233,7/43	7,6	2,3	338,4

Примітки. * — Назви отриманих палеомагнітних полюсів; ** — відповідність отриманих полюсів до віку, згідно часових проміжків ТПМП; *** — D/I — схилення/нахилення середніх палеомагнітних напрямів характеристичних компонент залишкової намагніченості; α 95° — радіус кола довіри при 95% вірогідності для середнього напрямку; Φ й Λ — широта й довгота палеомагнітного полюса.

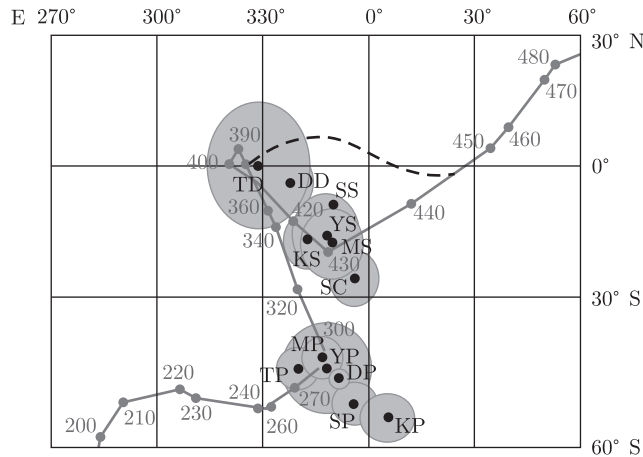


Рис. 1. Референтна палеозойська крива ТПМП для СЄП (за матеріалами [1]) та нові визначення палеомагнітних полюсів (залиті чорні круги з маркуванням) з овалами довіри α 95 (залиті сірі круги). Штрихова лінія — запропонована траєкторія, за даними [2]; цифрами на карті-схемі позначені відповідно кривій ТПМП відмітки геологічного часу, млн років тому

що не припускає наявності силурійського “каспа”, який наближається до “кам’яновугільних” полюсів СЄП. Нові результати по сіро- й червоноколірних відкладах силуру і нижнього девону Поділля в цілому добре узгоджуються з моделлю, представленою в статті [1].

Аналізуючи середньопалеозойський фрагмент ТПМП, можна зробити висновки, що положення СЄП за розглянутий період часу було відносно стабільним, у ранньому силурі вона дрейфувала з півдня в низькі широти Північної півкулі, до початку девону мігрувала в екваторіальні широти Південної півкулі та перебувала поблизу екватора протягом девону (рис. 2, в) [1].

Результати досліджень вказують на розташування СЄП в приекваторіальних широтах Південної півкулі в лудлові та подальше переміщення її в екваторіальні широти Південної півкулі в пржидольський час. Далі характер дрейфу змінюється у південному напрямі, стабілізується у лоховському часі з відповідним розташуванням у приекваторіальних широтах Південної півкулі (див. б на рис. 2). Характер дрейфу платформи можна описати як поворот проти годинникової стрілки на 16° навколо полюса Ейлера, з координатами $\Phi = 46^\circ \text{S}$ $\Lambda = 64^\circ \text{E}$. Швидкість широтного переміщення (мінімальне, оскільки довготне переміщення залишається невідомим) становить 3 см/рік.

За даними публікації [2], дрейф СЄП у силурійський час мав інший характер і вказує на її розташування у венлоці–лудлові в помірних широтах Південної півкулі з подальшою міграцією протягом пржидола–лохова в північному напрямі (див. а на рис. 2). Цей рух описується, як поворот проти годинникової стрілки на 30° навколо полюса Ейлера з координатами $\Phi = 82^\circ \text{S}$ $\Lambda = 27^\circ \text{E}$. Враховуючи доволі широку амплітуду широтного переміщення, не менше 5,5 см/рік за короткий проміжок часу, такий дрейф СЄП вважається менш прийнятним у зіставленні з даними публікації [1] і даної роботи.

Аналіз матеріалів різних авторів, у тому числі альтернативної моделі дрейфу СЄП [2] в середньому палеозої, і зіставлення їх з нашими новими визначеннями вказують на відповідність наших результатів класичним уявленням кінематики СЄП в силурійський — нижньодевонський час [1].

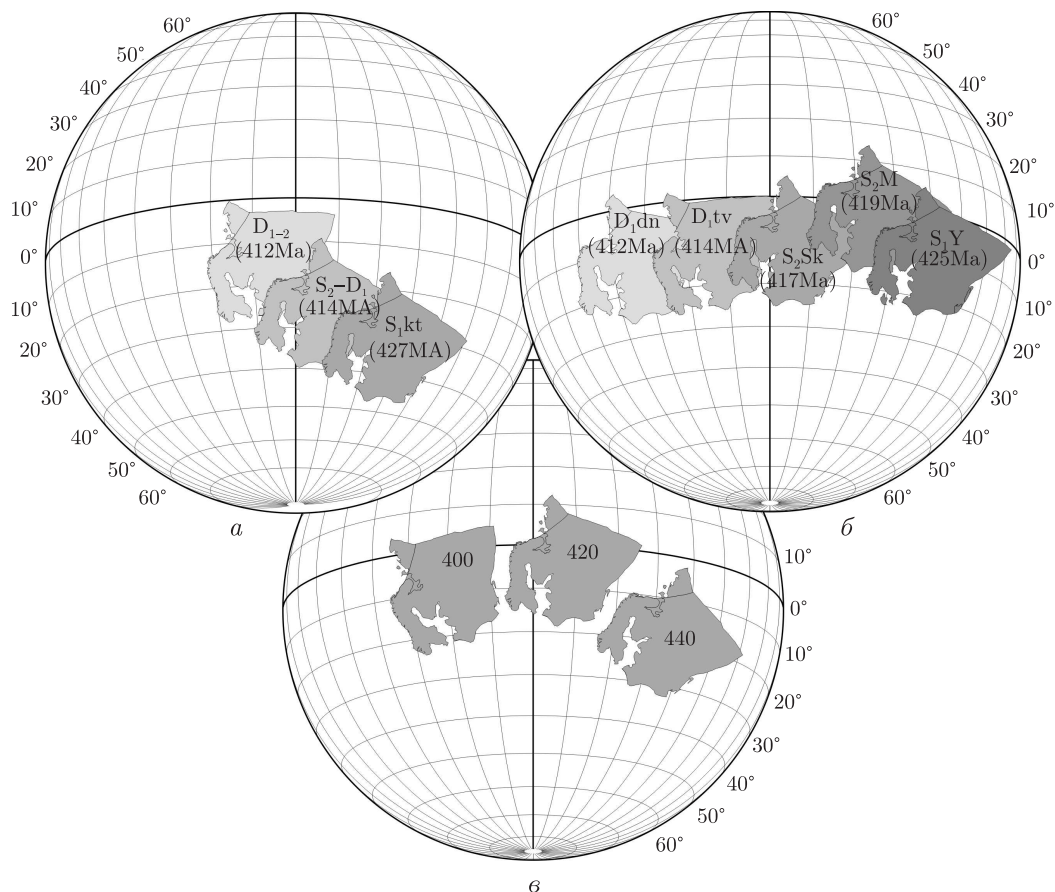


Рис. 2. Кінематика СЄП у середньому палеозої (за даними різних авторів): *а* — згідно з даними публікації [2]; *б* — згідно з даними авторів цього повідомлення; *в* — згідно з даними публікації [1]. Маркування за стратиграфічною належністю даних (наприклад, S2m — малиновецька серія верхнього силуру), цифрами вказаний приблизний геологічний вік, млн років тому

Таким чином, враховуючи проведені нами дослідження, можна зробити такі висновки:

У силурійських і нижньодевонських сіро- й червоноколірних осадових товщах Поділля виділяються ряд компонент природної залишкової намагніченості, напрями яких (із зростанням магнітної стабільності) інтерпретуються як пермські й карбонові, що характеризуються високою стабільністю (високостабільні) як силурійські й нижньодевонські напрями. (Характеристична компонента намагніченості, отримана різними методами магнітної чистки й інтерпретується нами як первинна.)

Силурійські і нижньодевонські компоненти намагніченості виділені винятково в шарах зі збереженою осадовою структурою, що побічно підтверджує орієнтаційну природу первинної компоненти намагніченості; напрям, збігається з силурійськими й нижньодевонськими полюсами для СЄП (Балтика). Нові палеомагнітні результати по силурійських і девонських об'єктах Поділля вказують на розташування СЄП в приекваторіальних широтах у лудловський час і переміщення до початку девону в екваторіальні широти Південної півкулі з подальшим дрейфом на південь, що відповідає класичній моделі дрейфу ВЄП. Кількісні оцінки такого руху представляються, як поворот проти годинникової стрілки на 16° навколо полюса Ейлера $\Phi = 46^\circ \text{S}$ $\Lambda = 64^\circ \text{E}$, зі швидкістю приблизно $1.2^\circ/1 \text{ Ma}$ або 3 см/рік .

1. Torsvik T., Van Der Voo R., Preeden U. et al. Phanerozoic polar wander, paleogeography and dynamics // Earth. – Sci. Rev. – 2012. – **114**. – P. 325–368.
2. Лубнина Н. В., Иосифиди А. Г., Храмов А. Н., Попов В. В., Левандовский М. Палеомагнитные исследования силурийских и девонских отложений Подолии // Палеомагнетизм осадочных бассейнов Северной Евразии. – Ст-Петербург: ВНИГРИ, 2007. – С. 105–125.
3. Jeleńska M., Bakhmutov V., Konstantinenko L. Paleomagnetic and rock magnetic data from the Silurian succession of the Dniester basin, Ukraine // Phys. Earth Planet. Int. – 2005. – **149**. – P. 307–320.
4. Jeleńska M., Kędziałko-Hofmokl M., Bakhmutov V. et al. Identification of magnetic carriers of original and secondary NRM components recorded in Devonian sediments from Podolia, SW Ukraine // Геофиз. журн. – 2010. – **32**, No 4. – P. 59–60.
5. Бажмутов В., Тейсер-Еленская М., Кадзялко-Хофмокль М., Константиненко Л., Поляченко Е. Палеомагнитные исследования нижнедевонских сероцветных отложений Подолии // Там же. – 2012. – **34**, № 6. – С. 3–18.
6. Бажмутов В. Г., Тейсер-Еленская М., Кадзялко-Хофмокль М. и др. Геодинамика Восточно-Европейской платформы в среднем палеозое (по палеомагнитным данным) // Геол. журн. – 2013. – № 2. – С. 17–25.
7. Поляченко Е. Б. Палеотектонические реконструкции положения Восточно-Европейской платформы в среднем палеозое по палеомагнитным данным // Геодинамика. – 2012. – № 2. – (13). – С. 119–128.

Институт геофізики ім. С. І. Субботіна
НАН України, Київ

Надійшло до редакції 23.07.2014

Е. Б. Поляченко

Среднепалеозойский фрагмент траектории кажущейся миграции полюсов Восточноевропейской платформы

Приведены итоговые результаты палеомагнитных исследований осадочных серо- и красноцветных отложений силура и нижнего девона юго-запада Украины (район Подолии, бассейн р. Днестр). Результаты указывают на расположение Восточноевропейской платформы в приэкваториальных широтах Южного полушария в позднем силуре, ее перемещение в начале девона в экваториальные широты с последующим дрейфом в южном направлении. Скорость дрейфа составляла не менее 3 см/год. Характер движения можно описать как поворот против часовой стрелки на 16° вокруг полюса Ейлера с координатами $\Phi = 46^\circ S$, $\Lambda = 64^\circ E$.

I. B. Poliachenko

Middle-Paleozoic fragment of the appear polar wander path trajectory for the East European platform

Final results of paleomagnetic studies of gray-colored sediments and red beds of the Silurian and Lower Devonian from southwestern Ukraine (Podolia region, the Dniester River basin) are reported. New data indicate the location of the East European platform in the equatorial latitudes of the Southern Hemisphere in the Late Silurian and its drift to equatorial latitudes in the early Devonian followed by a drift in a southern direction. The drift velocity composes at least 3 cm/year. The drift peculiarity can be described as a counterclockwise rotation by 16° around the Euler pole with coordinates $\Phi = 46^\circ S$, $\Lambda = 64^\circ E$.