

УДК 520.1

**А. О. Корсунь**

Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України  
вул. Академіка Заболотного 27, Київ, 03680  
akorsun@mao.kiev.ua

**Визначення вікового руху полюса Землі  
за даними астрономічних спостережень.  
Пріоритет О. Я. Орлова**

*Мета публікації — звернути увагу на пріоритет українського вченого О. Я. Орлова, який вперше в 1954 р. визначив за даними астрономічних спостережень на зеніт-телескопах міжнародних широтних станцій за 1900—1950 рр. параметри вікового руху полюса Землі: швидкість руху (4 мсд/рік) та його напрям (69 W). Ім'я О. Я. Орлова (1880—1954), відомого астронома і геофізика, академіка АН УРСР, засновника Полтавської гравіметричної і Головної астрономічної обсерваторій та вітчизняної наукової школи з глобальної геодинаміки, широко знане світовій науковій спільноті. А от його робота, в якій вперше визначено параметри вікового руху полюса, виявилася маловідомою у світі. Тепер ці перші оцінки підтверджено даними майже вікових спостережень (1900—2012 рр.) на багатьох обсерваторіях світу різними сучасними методами, як астрономічними, так і космічними (лазерна локація ШСЗ, РНДБ, ГНСС та ін).*

*ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕКОВОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА ПО ДАННЫМ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ. ПРИОРИТЕТ А. Я. ОРЛОВА, Корсунь А. А. — Цель публикации — обратить внимание на пріоритет украинского ученого А. Я. Орлова, который впервые в 1954 г. определил по данным астрономических наблюдений на зенит-телескопах международных широтных станций за время с 1900 по 1954 гг. параметры векового движения полюса Земли: скорость движения (4 мсд/год) и его направление (69 W). Имя А. Я. Орлова (1880—1954), известного астронома и геофизика, академика АН УССР, основателя Полтавской гравиметрической и Главной астрономической обсерваторий и отечественной научной школы по глобальной геоди-*

намике, широко известно мировому научному сообществу. А вот его работа, в которой он впервые определил параметры векового движения полюса, оказалась малоизвестной в мире. Теперь эти первые оценки нашли подтверждение на основании вековых наблюдений в 1900—2012 гг. на многих обсерваториях мира, разными методами, как астрономическими, так и космическими (лазерная локация ИСЗ, РНДБ, ГНСС и др.).

*DETERMINATION OF SECULAR POLAR MOTION FROM ASTRONOMICAL OBSERVATIONS. THE PRIORITY OF O. Ya. ORLOV, by Korsun' A. A. — The purpose of this publication is to pay attention to the priority of the well-known astronomer and geophysicist, member of the Academy of Sciences of UkrSSR A. Ya. Orlov (1880—1954) in the determination of such parameters of the secular polar motion of the Earth as its speed (4 mas/year) and direction (69 W). His results obtained in 1954 were based on the astronomical observations made in the period from 1900 to 1950 with zenith-telescopes at international latitude stations. A. Ya. Orlov is well-known as the founder of the Poltava gravimetric observatory, the Main astronomical observatory, and of the school of global geodynamics, but his pioneer work on secular polar motion based on the data of astronomical observations turned out to be little known. At the present, these first secular polar motion estimates obtained by Orlov have been verified by the century-long observations (from 1900 to 2012) with different telescopes at many observatories in the world and by different methods, astronomical as well as cosmic (LLS, VLBI, GNSS, etc.).*

В історії наук завжди належне місце відводиться іменам тих вчених, які першими відкрили, визначили або звернули увагу на раніш невідомі явища і закономірності природи. Мета даної публікації звернути увагу на пріоритет відомого астронома і геофізика, академіка АН УРСР О. Я. Орлова (1880—1954), який вперше у 1954 р. визначив за даними астрономічних спостережень параметри такого глобального явища, як віковий рух географічного полюса Землі.

Ім'я О. Я. Орлова — відомого астронома і геофізика, засновника Полтавської гравіметричної і Головної астрономічної обсерваторій та вітчизняної наукової школи з глобальної геодинаміки, широко відоме світовій науковій спільноті. А от його робота, в якій вперше за даними астрономічних спостережень визначено параметри вікового руху полюса з астрономічних спостережень виявилася маловідомою у світі. Та і сам О. Я. Орлов з обережністю ставився до отриманих оцінок, мабуть тому, що точність широтних спостережень на зеніт-телескопах з 1900 по 1950 рр., використаних ним для обчислень, була невисокою.

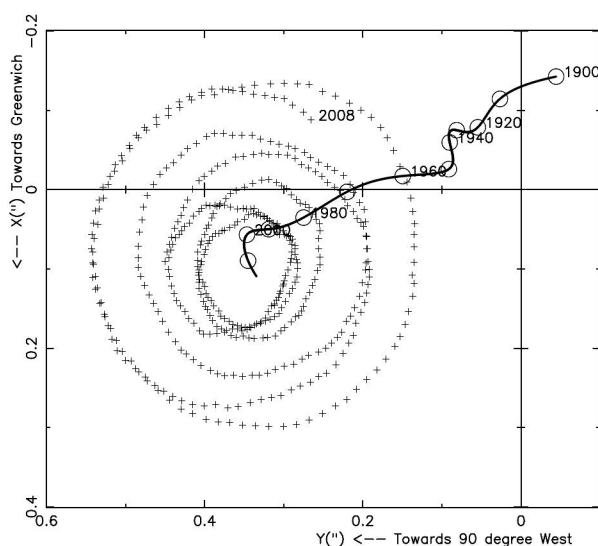
Проте тепер ці перші оцінки вікового руху полюса Землі, отримані О. Я. Орловим, підтверджено даними майже вікових астрономічних спостережень на різних інструментах багатьох обсерваторій світу та різними сучасними методами, зокрема космічними.

Питання про рух полюсів обертання Землі (рух географічних полюсів) по її поверхні здавна цікавило людство. Побутувала думка, що у далекі часи полюси перебували у сучасній екваторіальній зоні і, звісно, клімат на Землі був зовсім іншим. До цього часу вчені, що вивчають історію клімату, відтворюють схеми дрейфу полюсів по поверхні Землі, і основою для цього їм служать знахідки останків тропічної фауни і флори в сучасних холодних країнах. Інших підтверджень дрейфу полюсів Землі до XIX століття не було.

Перші спроби виявити дрейф полюсів з астрономічних спостережень почалися у другій половині XIX ст. Для цього на багатьох обсерваторіях світу визначалися зміни їхніх широт, які порівнювалися для різних епох спостережень, оскільки саме рух полюса Землі призводить до змін координат обсерваторій, зокрема їхніх широт. Першим вченим, хто визначив швидкість та напрям вікового руху полюса, був О. Я. Орлов. Підтвердженням цього є публікація О. Я. Орлова «О вековом движении полюса» [4] у збірнику, який був надрукований у 1954 р. двома мовами — російською і французькою.

Цікаво, що подальші визначення вікового руху полюса, які були виконані вченими різних країн на основі нових, точніших спостережень і на більших інтервалах часу, підтвердили ці перші оцінки О. Я. Орлова. Проте на сайті «Secular variation of a polar motion — IERS» (див. рисунок і таблицю) у вступі до таблиці з оцінками вікового руху полюса на основі сучасних обробок астрономічних спостережень і з включенням космічних даних відмічено, що вперше про віковий тренд полюса з астрономічних спостережень згадується в роботі Марковіца у 1960 р.

Як відмічав сам О. Я. Орлов, аналізуючи спостереження зміни широти Пулкова, проведені М. О. Нюренем у 1843—1872 рр., його увагу привернуло прогресивне зменшення цієї широти [4]. Подібні результати були отримані і на інших обсерваторіях, але вони не завжди підтверджували зроблені висновки щодо руху полюса, тому стало очевидним, що без організації спеціальних астрономічних спостережень неможливе вивчення руху полюсів Землі, в тому числі і вікового. Така організація під назвою Міжнародна служба широти (МСШ) була створена у 1899 р., яка включала до п'яти станцій на так званій міжнародній паралелі 38° 9' (у різні роки кількість станцій змінювалася). Спостереження на цих станціях велись на однотипних зеніт-телескопах і за спільною програмою. Саме ці спостереження з 1900 по 1950 рр. і використав О. Я. Орлов для визначення параметрів вікового руху полюса. Задача ускладнювалася тим, що за цей період змінювалася кількість станцій спостережень, тричі змінювалася і програма широтних спостережень. О. Я. Орлов вибрав станції, які безперервно працювали, провів дуже ретельний аналіз програм спостережень з врахуванням їхніх змін і визначив єдину систему схилень зір широтних програм. У цій роботі він вперше ввів поняття середньої широти, тобто широти звільненої від періодичних коливань (цей метод ви-



Рух полюса Землі: хрестики — періодичний рух полюса у 2008—2011 рр., суцільна крива — віковий рух полюса у 1900—2011 рр. (IERS Annual Report 2012)

**Таблиця сучасних оцінок параметрів вікового руху полюса (сайт "Secular polar motion-IERS")**

Researchers	Time span	Trend rate (mas/year)	Trend direction (E to the W longitude)
Wilson and Vicente (1980)	1900—1977	3.4	66
Dickman (1981)	1900—1979	3.52	80.1
Gross (1982)	1899—1979	3.96	69.3
Chao (1983)	1900—1979	3.52	79.4
Okamoto and Kikuchi (1983)	1899—1979	3.46	80.6
Poma et al. (1991)	1900—1979	3.4	79
Vondrak et al. (1995)	1900—1990	3.31	78.1
MacCarthy and Luzum (1996)			
ILS+BIH+NEOS	1899—1994	3.33	75
NEOS	1976—1994	3.39	85.4
Gross (1998)			
ILS	1900—1979	3.8	75.5
Space96	1976—1997	4.123	73.9
HIPPARCOS	1899—1992	3.51	79.2
Vondrak (1999)	1899—1998	3.294	75.7
Schuh et al. (2001)	1899—1992	3.31	76.08

значення середньої широти пізніше отримав ім'я О. Я. Орлова). Для аналізу було вибрано спостереження лише трьох станцій: у Міздусаві (Японія), Карлофорте (Італія) і Юкайя (США) — всього 258692 спостережень широти. Саме обробка цих спостережень дозволила О. Я. Орлову визначити прогресивний (віковий) рух полюса Землі за період з 1900 по 1950 рр., і отримати такі його оцінки: швидкість по-

люса дорівнювала 4 мсд/рік, напрям руху становив 69° на захід від Гринвіча (рисунок).

У таблиці Міжнародної служби обертання Землі (IERS) вказано оцінки вікового руху полюса за тривалий час з використанням однорідних даних астрономічних спостережень, а також космічних досліджень [6—15, 18—21]. Ці оцінки підтверджують правильність перших результатів О. Я. Орлова. Зауважимо, що між цими першими оцінками О. Я. Орлова 1954 р. і оцінками вікового руху полюса, опублікованими з 1980 р. (таблиця), у 1960—1970 рр. силами різних дослідників було зроблено ряд оцінок, які, проте, виявилися менш точними, оскільки для розрахунків використовувались коротші інтервали часу. Це роботи С. Юмі та Й. Вако (1970) [22], В. Марковіца (1970) [13], А. Стойко, Н. Стойко (1970) [17], О. О. Михайлова (1972) [3], Е. Провербіо, В. Квесадо (1973) [16], Л. Д. Костіної, В. І. Сахарова (1975) [1] та ін. Слід відмітити, що ці оцінки вікового руху полюса мало відрізнялися між собою, бо базувалися на спостереженнях одних і тих же міжнародних станцій і на використанні подібних методів обчислень. Суттєвим є те, що висновки вказаних дослідників одночасно збігалися з думкою О. Я. Орлова про необхідність збільшення кількості станцій та реорганізації діяльності МСШ для отримання більш достовірних результатів про рух полюса Землі. Цікаво також відзначити, що саме в 1960—1970-ті рр. з'явилося немало публікацій, в яких висловлювалися сумніви щодо реальності вікового руху полюса Землі через низьку точність спостережень. Зокрема це роботи Б. Мандельброта та К. Маккамі (1970) [11], Н. Т. Миронова, А. А. Корсунь (1974) [2] та ін. Автори цих робіт із застосуванням методів математичної статистики показали, що швидкості лінійних трендів у змінах широт обсерваторій не суперечать належності їх до випадкових величин, а віковий рух полюса є подібним до броунівського руху і є випадковим «блуканням». Вище вже відмічалось, що і сам О. Я. Орлов дуже обережно ставився до отриманих ним результатів. Ось що він писав у своїй статті 1954 р.:

*«Однако международные наблюдения в настоящее время не дают никакого контроля полученного здесь результата, и наблюдений только на трех широтных станциях слишком недостаточно, чтобы иметь полную уверенность в правильности найденного решения. Нужны еще долгие наблюдения на гораздо большем, чем теперь, числе станций, расположенных хотя бы попарно на одной и той же параллели.»*

Саме таке вимогливе ставлення до своїх результатів зумовило ту обставину, що О. Я. Орлов пропонував для практичних цілей геодезії та визначення поправок до всесвітнього часу вважати неперіодичні зміни широт неполярними змінами і виключати ці зміни при обчисленні положіи в системі середнього полюса епохи спостережень, яка отримала назву системи Орлова. Як відмітив академік Я. Яцків у своїй роботі [22] про наукову школу О. Я. Орлова з геодинаміки, на той час,

в епоху класичних спостережень змін широт, це було виправданим кроком.

Отже, знадобилося багато років, щоб підтвердити реальність першого результату О. Я. Орлова щодо вікового руху полюса і правдивість його міркувань щодо необхідності розширення мережі станцій і удосконалення методів спостережень для отримання достовірних результатів про рух полюса Землі.

В успішному вирішенні цього питання заслуга цілих поколінь дослідників різних країн, і суттєву роль в цьому відіграли новаторські ідеї та праці О. Я. Орлова.

1. *Костина Л. Д., Сахаров В. И.* О вековом движении географического полюса Земли // Астрометрия и астрофизика.—1975.—Вып. 27.—С. 7—13.
2. *Миронов Н. Т., Корсунь А. А.* Об относительных перемещениях зенитов астрономических обсерваторий // Астрометрия и астрофизика.—1974.—Вып. 22.—С. 106—110.
3. *Михайлов А. А.* О движении земных полюсов // Астрон. журн.—1971.—**48**.—С. 1301—1304.
4. *Орлов А. Я.* О вековом движении полюса // О задачах и программе наблюдений Международной службы широты. — М.: Изд-во АН СССР, 1954.—С. 13—18.
5. *Орлов А. Я.* Служба широты. — М.: Изд-во АН СССР, 1958.—135 с.
6. *Chao B. F.* Autorregressive harmonic analysis of the Earth's polar motion using homogeneous international latitude service data // J. Geophys. Res.—1983.—**88**.—P. 10299—10307.
7. *Dickman S. R.* Investigation of controvertial polar motion features using homogeneous ILS data // J. Geophys. Res.—1981.—**86**.—P. 4904—4912.
8. *Dickman S. R.* Tectonic and cryospheric excitation of the chandler wobble and a brief review of the secular motion of the Earth's rotation pole // ASP Conf. Ser.—2000.—**208**.—P. 411—435.—(IAU Colloquium 178: Polar Motion Historical and Scientific Problems).
9. *Gross R. S.* A determination an Analysis of polar motion: Ph. D. dissert. — University of Colorado, 1982.
10. *Gross R. S.* // EOS Fall Meeting. —1998.
11. *Mandelbrot B. B., McCamy K.* On the secular polar motion and the Chandler wobble. Geophys. J. Roy. Astron. Soc.—1970.—**21**.—P. 217—232.
12. *MacCarthy D. D., Luzum B. J.* Path of the mean rotational pole from 1899 to 1994 // Geophys. J. Int.—1996.—**125**.—P. 623—629.
13. *Markowits W.* Sudden changes in rotational acceleration of the Earth and secular motion of the pole // Earthquake displacementt fields and rotation of the Earth. — Dordrecht-Holland, 1970.—P. 69—81.
14. *Okamoto I., Kikuchi N.* Low frequency variations of homogeneous ILS polar motiom data // Publs Int. Latit. Observ. Mizusawa.—1983.—**16**.—P. 35—40.
15. *Poma A., Proverbio E., Uras S.* Path of the mean rotation pole from 1899 to 1994 // Pubbl. Staz. astron. Carloforte, Cagliari.—1991.—**14**.—P. 119—125.
16. *Proverbio E., Quesada V.* Analysis of secular polar motion and continntal drift // Bull. Geod.—1973.—**109**.—P. 281—291.
17. *Stoyko A., Stoyko N.* Variations de latitudes et longitudes et le mouvement de l'corce terrestre // Problems of recent crustal movements of the Earth. — Moscow, 1980.—P. 425—428.

18. *Schuh H., Nagel S., Seitz T.* Linear drift and periodoc variations observed in long time series of polar motion // *J. Geodesy.*—2001.—**74**.—P. 701—710.
19. *Vondrak J., Ron C., Pesek I., Cepek A.* New Global Solution of Earth orientation parameters from optical astrometry in 1900—1990 // *Astron. and Astrophys.*—1995.—**297**.—P. 899—906.
20. *Vondrak J.* Secular and long-periodic polar motion as derived from combination of astrometric and space geodetic observations // *Journees 1998. System de reference spatio-temporels.* — Paris, 1999.—P. 195—201.
21. *Wilson C., Vicente R.* An analysis of the homogeneous ILS polar motion series // *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*—1980.—**62**.—P. 605—616.
22. *Yatskiv Ya. S.* The Ukrainian geodynamics school of Alexander Ya. Orlov // *Journees 1998. System de reference spatio-temporels.* — Paris, 1998.—P. 189—194.
23. *Yumi S., Wako Y.* Secular motion of the pole // *Earthquake displacementt fields and rotation of the Earth.* — Dordrecht-Holland, 1970.—P. 82—87.

Стаття надійшла до редакції 17.04.15