

УДК 521. 937

**Н. О. Миллер, Е. Я. Прудникова**

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук  
196140 Россия, Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, д. 65

## **Ранние наблюдения широты Пулковской обсерватории**

*Пулковские астрометрические наблюдения начались с 1840-х гг. на пассажном инструменте Репсольда, установленном в первом вертикале, и на большом вертикальном круге Эртеля. Первыми наблюдателями на этих инструментах были В. Я. Струве 1840—1856 гг. и Х. И. Петерс 1842—1849 гг. В работе собраны и проанализированы различные ряды изменения широты, полученные из этих наблюдений М. О. Нюреном, Б. Ванахом, А. А. Ивановым, И. В. Бонсдорфом и А. Я. Орловым. Кроме того, приводятся полученные С. Чандлером, А. А. Ивановым, Х. Кимурой, А. Я. Орловым и Н. Секигучи результаты исследования особого поведения чандлеровского движения полюса на этом интервале. Целью работы являлся поиск и анализ самых ранних рядов широты Пулкова с тем, чтобы оценить возможность их использования для исследования движения полюса на максимально доступном интервале наблюдений. Различными методами была выделена и проанализирована сумма чандлеровского и годового колебания широты. В приложении приведен ряд изменения широты Пулкова за 1840—1848 гг., который можно использовать для продления ряда изменений широты назад до 1840 г.*

*РАННІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ШИРОТИ ПУЛКІВСЬКОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ, Міллер Н. О., Прудникова О. Я. — Пулківські астрометричні спостереження розпочались з 1840-х рр. на пасажному інструменті Репсольда, встановленому у першому вертикалі, і на великому вертикальному крузі Ертеля. Першими спостерігачами на цих інструментах були В. Я. Струве 1840—1856 рр. та Х. І. Петерс 1842—1849 рр. В роботі зібрано та проаналізовано різні ряди вимірювань широти, отримані з цих спостережень М. О. Нюреном, Б. Ванахом, А. А. Івановим, І. В. Бонсдорфом і О. Я. Орловим. Крім цього, приводяться отримані С. Чандлером, А. А. Івановим, Х. Кімурою, О. Я. Орловим і Н. Секігучі результати досліджень особливої поведінки чандлерів-*

ського руху полюса на цьому інтервалі. Метою роботи були пошук і аналіз найраніших рядів широти Пулково, щоб оцінити можливість їхнього використання для дослідження руху полюса на максимально доступному інтервалі спостережень. Різними методами було виділено і проаналізовано суму чандлерівського і річного коливаний широти. Приведено ряд змін широти Пулково за 1840—1848 рр., який можна використати для продовження ряду змін широт назад до 1840 р.

*EARLY LATITUDE OBSERVATIONS AT THE PULKOVO OBSERVATORY, by Miller N. O., Prudnikova E. Ya. — Latitude observations at Pulkovo came into existence about 1840 year and were made with the Repsold transit instrument in the first vertical and with the Ertel vertical circle. W. Struve in 1840—1856 and H. I. Peters in 1842—1849 were the first observers on these instruments. In the paper various series of latitude variations obtained from these observations by M. O. Nuren, B. Wanach, A. A. Ivanov, I. V. Bonsdorf and A. Ya. Orlov are collected and analysed. We give the results for investigations of special features of Chandler polar motion during this interval which were obtained by S. Chandler, A. A. Ivanov, H. Kimura, A. Ya. Orlov, and N. Seciguchi. Our purpose was to search for the earliest series of Pulkovo latitudes and to analyse them to appreciate the possibility of their use for the investigation of the polar motion during the maximum interval of realization. Some different methods were used to extract and analyse the sum of chandler and annual latitude variations. The supplement presents the set of the Pulkovo latitude variations for 1840—1848 years which can be used to prolong the latitude variation set back to 1840.*

## ВВЕДЕНИЕ

При исследовании чандлеровского движения полюса (ЧДП) были обнаружены три области резкого изменения амплитуды, сопровождаемые изменением фазы почти на  $180^\circ$  [5]. Такая особенность поведения ЧДП в середине интервала наблюдений, около 1930 г., хорошо известна. Другие два интервала находятся на концах ряда, и поэтому возникает потребность продления ряда назад, насколько это возможно. На примере сопоставления поведения ЧДП, полученного из данных ряда IERS C01 (<http://hpiers.obspm.fr/>) и из наблюдений широты Пулково (ЗТФ-135) на интервале 1904—2006 гг., было показано, что ЧДП можно исследовать, имея длинный ряд изменений широты одной обсерватории [6]. Целью данной работы является исследование ранних рядов изменений широты Пулково на интервале 1840—1855 года и сравнение их с рядом, полученным из IERS C01 на интервале 1846—1855 гг.

Пулковские наблюдения начались с 1840-х гг. на большом вертикальном круге Эртеля и пассажном инструменте Репсольда, установленном в первом вертикале. Оба инструмента были изготовлены спе-

циально для Пулкова и установлены в год открытия обсерватории (1839). Они предназначались для абсолютных определений координат звёзд. При определении рядов абсолютных склонений звезд образуются и ряды определения широты, которые могут использоваться для изучения движения полюсов.

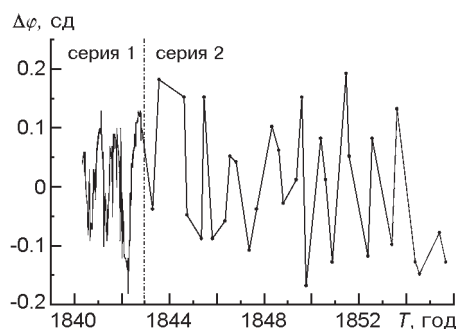
В работе собран исторический материал, относящийся к наблюдениям, обработке и вычислениям изменений широты Пулкова на пассажном инструменте за 1840—1856 гг. и на большом вертикальном круге Эртеля за 1840—1875 гг., а также приведены кривые изменения широты для этих двух инструментов, построенные по рядам Б. Ванаха и А. А. Иванова. Приводится обзор результатов изучения изменчивости широты на интервале 1840—1855 гг. разными исследователями, а также анализ изменений широты Пулкова на основе трех рядов наблюдений: А. А. Иванова (1842.3—1849.5), Б. Ванаха (1840—1856.5) и ряд Л. В. Рыхловой (1846—1856.5).

#### **НАБЛЮДЕНИЯ НА БОЛЬШОМ ПАССАЖНОМ ИНСТРУМЕНТЕ В ПЕРВОМ ВЕРТИКАЛЕ**

Большой пассажный инструмент Репсольда в Пулкове был специально установлен в первом вертикале для определения постоянных аберрации и нутации. Все наблюдения на интервале 1840—1855 гг. были выполнены В. Я. Струве. Им же была разработана методика наблюдений и обработки данных. Метод наблюдения заключался в фиксации моментов прохождения одной и той же звезды через нити в восточной и западной части первого вертикала. Подробно метод наблюдений и получения из них широты места наблюдения (метод Струве) описан в работе [10].

Наблюдения на интервале 1840—1855 гг. разделяются на две серии: 1840.3—1843.0 и 1843.0—1855.0 гг. В первую серию вошло около 300 наблюдений семи звезд, распределенных по всем часам прямого восхождения. Эта серия была использована В. Я. Струве для определения постоянной аберрации. Во второй серии наблюдались только три звезды, и за 12 лет было выполнено 169 наблюдений. Эта серия наблюдений (1843—1862 гг.) была использована М. О. Нюреном для определения постоянной нутации [1]. На рис. 1 приводится график изменения широты Пулкова, построенный на основе широты, вычисленной Б. Ванахом [18] из выполненных В. Я. Струве двух серий наблюдений. Обе серии сильно отличаются между собой по плотности. В первой серии имеется в среднем около трех наблюдений в месяц, а во второй серии — два-три наблюдения в год. Анализ первой серии изменений широты был выполнен Чандлером; его результаты хорошо согласуются с результатами, полученными А. Я. Орловым для вертикального круга (см. ниже). Наблюдения второй серии редко использовались для этой цели, а попытки анализа старыми способами не давали нужных результатов [18].

Рис. 1. Ряд Б. Ванаха [18], полученный им из двух серий наблюдений В. Я. Струве на пассажном инструменте в первом вертикале за 1840—1843 гг. и 1844—1855 гг.



### НАБЛЮДЕНИЯ НА БОЛЬШОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ КРУГЕ ЭРТЕЛЯ

Вертикальный круг Эртеля был предложен В. Я. Струве для рефракционных исследований, составления фундаментального каталога склонений, наблюдений зенитных расстояний Солнца во всех точках его орбиты с целью определения положения эклиптики [8]. Наблюдения на этом инструменте при двух положениях круга дают возможность получить непосредственно зенитное расстояние близполюсных звезд в верхней и нижней кульминациях, а затем вычислить широту места наблюдения. Первым наблюдателем на этом инструменте был Х. И. Петерс, который начал наблюдать с осени 1839 г. и закончил свои наблюдения в июле 1849 г., выполнив более 5000 наблюдений.

В 1895 г. А. А. Иванов переработал наблюдения Петерса способом, который подробно описан в работах [3, 4]. При анализе наблюдений 1842—1849 гг. А. А. Иванов [3] отобрал все общие звезды из первого (1845) и второго (1865) Пулковских абсолютных каталогов. Затем склонения этих звезд из каталога 1865 г. он привел к эпохе 1845 г. и использовал эти значения для своих вычислений как истинные. Для Полярной звезды и для семи звезд, наблюдавшихся с целью определения их параллакса, были приняты склонения каталога 1845 г. Кроме

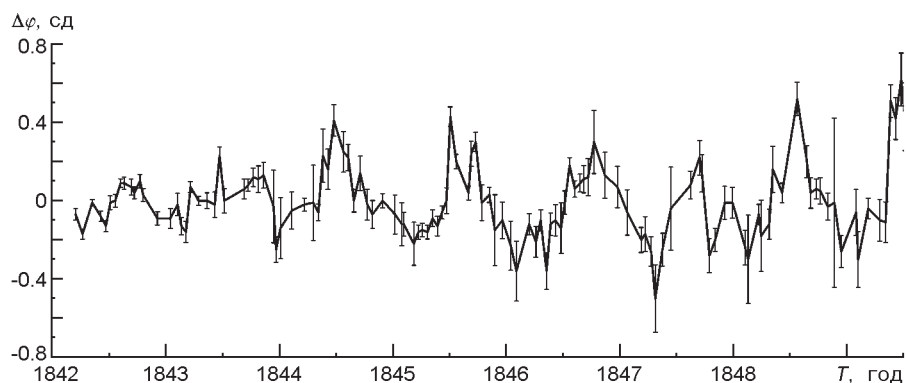


Рис. 2. Ряд А. А. Иванова [3], полученный им из наблюдений Петерса на вертикальном круге Эртеля за 1842—1849 гг.

того, в ряд изменения широты не были включены звезды: зенитные, с очень большим собственным движением и звезды с зенитным расстоянием больше  $76^\circ$ . На рис. 2 дана кривая изменения широты Пулкова за 1842—1849 гг. по данным, вычисленным А. А. Ивановым [3], полученным из 3119 наблюдений.

### **ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗМЕНЯЕМОСТИ ШИРОТЫ ПУЛКОВА В 1840—1855 гг.**

В Пулковской обсерватории первым наблюдателем, который вычислил по своим наблюдениям зенитных расстояний Полярной звезды на большом вертикальном круге Эртеля за 1842—1843 гг. широту и обнаружил её изменение, был Х. И. Петерс [3]. Следующие исследования изменений широты были выполнены спустя тридцать лет М. О. Нюренном [16]. Для этой цели он использовал наблюдения В. Я. Струве на пассажном инструменте, установленном в первом вертикале, наблюдения Петерса, Гюльдена и свои собственные на вертикальном круге. Петерс и Нюрен в своих исследованиях не заметили изменений широты с периодом, большим одного года, так как они априорно предполагали наличие периода Эйлера, равного 305 сут, и использовали это значение при своих вычислениях. И только при анализе всех наблюдений, выполненных для создания каталога 1885 г. на вертикальном круге, Нюрен получает период, близкий к 430 сут [4].

Эти исследования предшествовали работам С. Чандлера, который в 1891 г. начал публикацию своих исследований изменчивости широт и впервые объявил о наличии периода в наблюдениях широты около 428 сут [11]. За три года (1891—1893) им было опубликовано восемь статей под общим названием «On the variation of latitude». Им были проанализированы 45 коротких рядов наблюдений, содержащих более тридцати тысяч отдельных наблюдений, выполненных в различных обсерваториях мира с 1841 по 1890 гг. [12]. В результате в изменениях широт после исключения годового члена был выделен интервал резкого уменьшения амплитуды, минимум которого приходится на интервал 1840—1856 гг. Кроме того, позднее он пришел к выводу, что это колебание состоит как минимум из двух гармоник: первая с периодом 428.5 сут (1.17 г.) и амплитудой  $0.14''$ , а вторая — с периодом 436 сут (1.19 г.) и амплитудой  $0.09''$  [13]. Исходя из предположения наличия двух гармоник и учитывая значения их периодов, Чандлер предложил модель, в которой новое уменьшение амплитуды этого колебания должно было произойти около 1910 г. [14]. В действительности резкое уменьшение амплитуды произошло несколько позже (около 1930 г.). В настоящее время это колебание называется чандлеровским.

Б. Ванах в 1892 г. переработал наблюдения, выполненные на пассажном инструменте в первом вертикале Пулкова В. Я. Струве, Ф. Оомом и М. О. Нюренном за 1840—1880 гг. Он вычислил изменения ши-

роты, используя склонения и собственные движения, выведенные из своих наблюдений 1891 г., и сравнил результаты [18]. Наблюдения Нюрена в 1879—1882 гг. показали увеличение амплитуды периодических изменений широты по сравнению с предшествующими наблюдениями Струве.

А. А. Иванов в 1895 г. обработал около 3000 наблюдений, выполненных на вертикальном круге. На интервале 1863—1871 гг. величина периода получилась равной 433 сут, а на интервале 1842—1849 гг. — 358 сут [3]. Чандлер также получил, что на интервале 1842—1849 гг. исследуемый период почти равен годовому [11].

Х. Кимура в 1917 г. [15] исследовал полярное колебание с 1828 по 1922 гг. и вычислил вариации периода и амплитуды чандлеровского колебания. Для своего анализа он использовал наблюдения Гринвичской и Пулковской обсерваторий. Его результаты также показали в 1840 г. существенное уменьшение как амплитуды, так и периода, подтверждая результаты Чандлера, Ванаха, Иванова.

В 1937 г. А. Я. Орлов обратился к ранним наблюдениям и проанализировал ряды изменения широты, полученные А. А. Ивановым, Б. Ванахом и И. В. Бонсдорфом из наблюдений Х. И. Петерса на пулковском вертикальном круге Эртеля [7]. В результате А. Я. Орлов приводит для чандлеровской волны на эпоху 1845.0 следующие выражения:

$$c = 0.08 \cos( t + 143 ), \quad (1)$$

$$c = 0.08 \cos( t + 147 ), \quad (2)$$

где  $t = 2 \pi / P$ ,  $P = 1.184$  г.

Выражение (1) описывает наблюдения Петерса (1842—1849 гг.) на вертикальном круге, а выражение (2) — наблюдения Струве на пассажном инструменте в первом вертикале (1840—1842 гг.)

Для вертикального круга это выражение было вычислено им самим из описанных выше трех рядов наблюдений, а для пассажного инструмента в первом вертикале он воспользовался выражением, полученным Чандлером, переведя его на эпоху 1845.0. Заметно хорошее согласие обоих выражений. После сравнения наблюдений широты этого периода с другими, более поздними, А. Я. Орлов отмечает особенности поведения амплитуды и фазы чандлеровского колебания на первом интервале наблюдений. Он пишет, что амплитуда этого колебания все время изменяется, и для первой серии наблюдений (1842—1849 гг.) она в три раза меньше, чем для последней (1908—1912 гг.).

Начальная фаза в 1868 г. почти на 40° отличается от ее значений в 1846, 1887 и 1910 гг. Эти различия не могут быть объяснены ошибками наблюдений. Таким образом, А. Я. Орлов делает вывод, «что между 1847—1868 гг. движение полюса как бы замедлилось, а потом вновь приобрело свою скорость» [7].

Н. Секигучи в 1975 г. провел исследование вариаций амплитуды и частоты чандлеровского колебания на интервале 1840—1860, также выведенных из наблюдений Гринвичской и Пулковской обсервато-



рий. В результате им было найдено, что чандлеровский период на этом интервале имеет значение 423.3 сут, с минимальным значением амплитуды  $0.072'' \pm 0.014''$  около 1845 г. Исходя из этого, он делает вывод о сходстве этой особенности с той, что имеет место около 1930 г. [17].

Таким образом, из анализа результатов, полученных разными исследователями, можно сделать вывод, что на интервале 1840—1855 гг. наблюдается уменьшение амплитуды примерно до  $0.08''$ . Кроме того, имеется указание на изменение фазы чандлеровского движения полюса на интервале 1847—1868 гг.

### ОПИСАНИЕ ДАННЫХ И ИХ АНАЛИЗ

Для анализа изменения широты в данной работе использовались следующие три ряда:

1) ряд 1840—1855 гг., полученный Б. Ванахом из наблюдений В. Я. Струве на пассажном инструменте Репсольда, установленном в первом вертикале;

2) ряд 1842—1849 гг., полученный А. А. Ивановым из наблюдений Х. И. Петерса на большом вертикальном круге Эртеля;

3) ряд 1846—1858 гг. IERS C01, полученный из ряда Л. В. Рыхловой [9]. Для формирования этого ряда использовались наблюдения в Пулкове на вертикальном круге Эртеля, обработанные А. Я. Орловым, в Гринвиче на двух стенных кругах, обработанные Чандлером, в Вашингтоне на стенном круге.

Первые два ряда были сглажены и интерполированы с шагом 0.1 г. Изменение широты для третьего ряда вычислялось по формуле Костинского

$$X_p \cos \lambda_p + Y_p \sin \lambda_p = 0.863X_p + 0.505Y_p,$$

где  $X_p, Y_p$  — координаты полюса,  $\lambda_p$  — долгота Пулкова.

Выделение чандлеровского и годового колебания было выполнено с использованием двух методов анализа: метода сингулярного спектрального анализа (SSA-«Гусеница») [<http://www.gistatgroup.com/gus/>] и метода фильтрации (Ellip) с полосой пропускания  $0.77—1.05 \text{ год}^{-1}$ . Фильтрация была выполнена с использованием частотного полосового эллиптического фильтра Золотарева — Кауэра пятого порядка (функция `ellip` Matlab Signal Processing Toolbox).

При использовании SSA все ряды обрабатывались дважды. Вначале с помощью SSA исключались медленные изменения широты и шумовые компоненты, а затем снова выполнялось разложение SSA оставшегося ряда. Длина окна  $M$  принималась равной половине длины ряда. Восстановление ряда проводилось по первым основным компонентам, частоты которых близки к частотам чандлеровского и годового колебаний. Обоснование использования SSA для исключения мед-

ленных изменений широты, а также сравнение получаемых результатов с другими обычно применяемыми методами фильтрации приведено в работе [2].

На рис. 3, *а*, 4, *а*, 5, *а* приведены исследуемые ряды с равномерным шагом 0.1 г. и результаты фильтрации, полученные обоими методами. На рис. 3, *б*, 4, *б*, 5, *б* приведены результаты спектрального анализа этих рядов.

В результате из наблюдений на пассажном инструменте в первом вертикале обоими методами были получены похожие кривые изменения широты, имеющие шестилетнюю модуляцию, обычную для суммы чандлеровского и годового компонента (рис. 3). Минимальное значение амплитуды приходится на 1848 год. Для ряда C01 после фильтрации (рис. 5) также прослеживается некоторое уменьшение амплитуды около 1850 г. Интересно отметить, что спектр, полученный для суммы чандлеровской и годовой составных с помощью SSA, очень близок к спектрам исходного ряда и ряда, полученного А. Я. Орловым из данных А. А. Иванова [7].

Из спектров на рис. 4, 5 видно, что амплитуда годовой составляющей больше, чем амплитуда чандлеровского компонента для второго (вертикальный круг) и третьего (IERS C01) рядов. Спектр ряда наблюдений пассажного инструмента имеет пик годового и два пика чандлеровского колебания с близкой амплитудой. Этот ряд более продолжительный (16 лет), чем ряд А. А. Иванова (семь лет), но содержит очень маленькое число наблюдений, за исключением первых трех лет (1840—1843 гг.).

Из анализа спектров (рис. 3—5) видно, что годовой период в изменениях широты устойчив. Это можно объяснить тем, что годовое колебание в основном определяется сезонными изменениями в атмосфере. Период чандлеровского колебания менее устойчив, поскольку как было показано выше, этот компонент на исследуемом интервале имеет не очень большую амплитуду. Кроме того, точность наблюдений невысока, а наблюдения на пассажном инструменте в первом вертикале на этом интервале отличаются малой плотностью наблюдений.

На рис. 6 приводится сопоставление сумм чандлеровского и годового компонентов, полученных двумя разными методами для всех трех рядов. Прослеживается хорошее совпадение эпох минимумов и максимумов для рядов, вычисленных из наблюдений на двух разных инструментах Пулковской обсерватории на интервале 1843—1846 гг. На интервале 1846—1849.5 гг. кривые, полученные из ряда А. А. Иванова и Л. В. Рыхловой, также согласуются между собой. Для ряда наблюдений на пассажном инструменте в первом вертикале, полученного из данных Б. Ванаха, имеется область около 1848 г., которая характеризуется значительным уменьшением амплитуды. Аналогичное уменьшение амплитуды, но в меньшей степени, прослеживается для ряда C01 при использовании метода фильтрации. Амплитуда колебаний для ряда, полученного из наблюдений на пассажном инструменте,



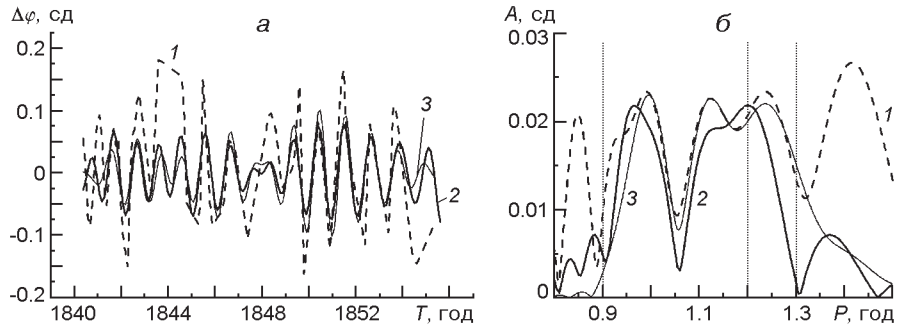


Рис. 3: *a* — изменение широты Пулкова, полученное из ряда Б. Ванаха (1 — исходный ряд, 2, 3 — ряды, выделенные методами SSA и Ellip соответственно), *б* — соответствующие спектры

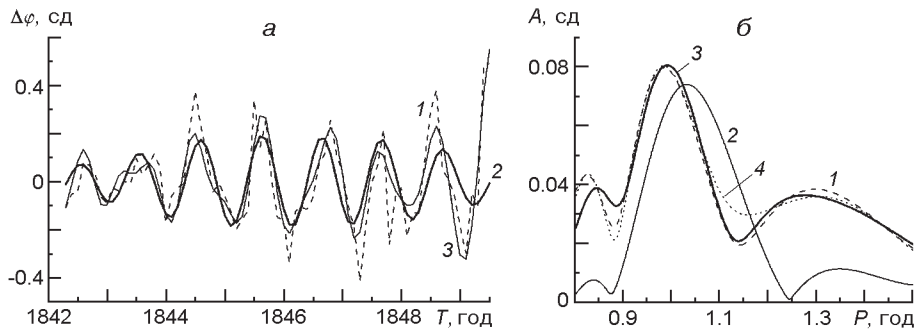


Рис. 4: *a* — изменение широты Пулкова, полученное из ряда А. А. Иванова (1 — исходный ряд, 2, 3 — ряды, выделенные методами SSA и Ellip соответственно), *б* — соответствующие спектры (спектр 4 построен по данным Орлова)

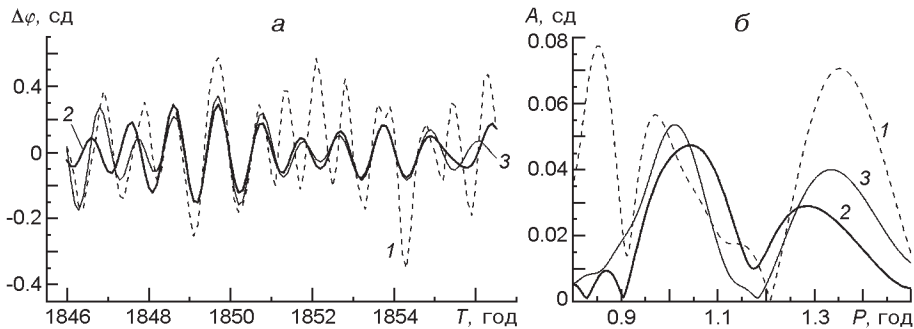


Рис. 5: *a* — изменение широты Пулкова, вычисленное из координат полюса IERS C01 (1 — исходный ряд, 2, 3 — ряды, выделенные методами SSA и Ellip соответственно), *б* — соответствующие спектры

очень мала. Тем не менее, с 1852 г. наблюдается не только почти полное совпадение фазы для этого ряда и ряда C01, но и близкое значение амплитуды. На интервале 1849—1852 гг., наоборот, нет совпадения фазы этих двух рядов. В целом надо отметить, что оба метода фильтрации дают близкие результаты при обработке рядов изменений

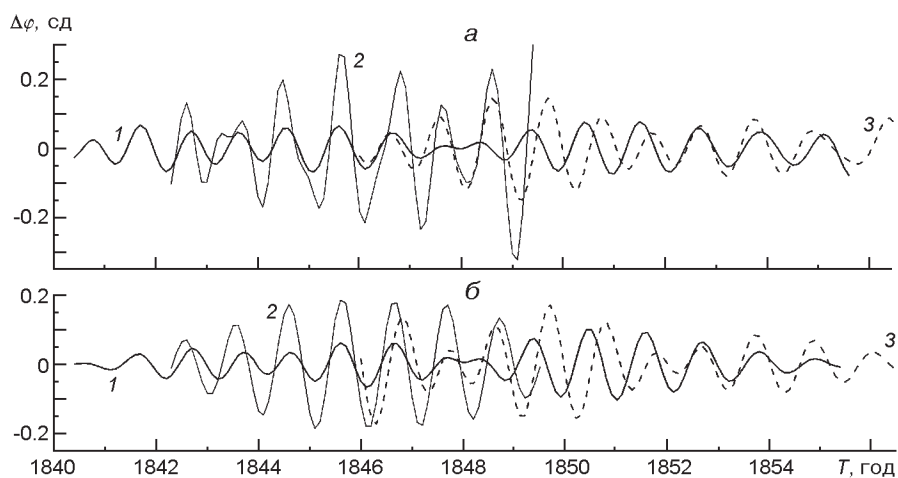


Рис. 6. Ряды изменения широты, полученные двумя методами фильтрации (*а* – метод SSA, *б* – метод Ellip) из рядов Б. Ванаха (1), А. А. Иванова (2), и из ряда С01 Л. В. Рыхловой (3)

широты. Но так как результаты, получаемые методом SSA, более близки к результатам, получаемым методом Орлова, то для вычисления годового и чандлеровского колебания широты целесообразно использовать метод SSA.

На рис. 7 и в таблице приводится объединенный ряд 1840—1848 гг., который может быть использован для продления ряда изменений широты Пулкова назад в прошлое до 1840 г. Этот ряд состоит из изменений широты Пулкова, полученных из наблюдений на пассажном инструменте в первом вертикале за 1840.3—1843 гг. и на большом вертикальном круге Эртеля за 1842.4—1846.5 гг. Из выражений (1) и (2), полученных А. Я. Орловым, и анализа, выполненного в нашей работе, следует, что эти два ряда хорошо согласуются между собой на интервале 1842.4—1843 гг. Поэтому на этом интервале было выполне-

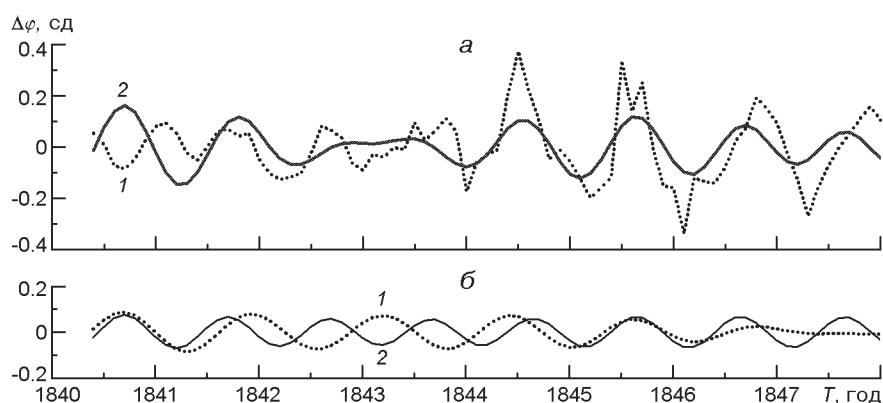


Рис. 7. *а* — объединенный ряд изменения широты Пулкова (пунктир), сумма чандлеровского и годового компонент (сплошная линия); *б* — чандлеровский (1) и годового (2) компоненты, полученные с помощью метода SSA

**Объединенный ряд изменений широты Пулкова, чандлеровский (ч) и годовой (г) компоненты**

Год	, сд	ч, сд	г, сд	Год	, сд	ч, сд	г, сд
1840.4	0.05	0.01	-0.02	1843.5	0.10	0.00	0.03
1840.5	0.01	0.05	0.02	1843.6	0.03	-0.03	0.05
1840.6	-0.07	0.08	0.06	1843.7	0.06	-0.06	0.05
1840.7	-0.09	0.09	0.08	1843.8	0.11	-0.07	0.04
1840.8	-0.05	0.07	0.06	1843.9	0.06	-0.07	0.00
1840.9	0.02	0.04	0.02	1844.0	-0.17	-0.05	-0.03
1841.0	0.08	0.00	-0.02	1844.1	-0.06	-0.01	-0.05
1841.1	0.09	-0.04	-0.06	1844.2	-0.03	0.03	-0.06
1841.2	0.05	-0.07	-0.07	1844.3	-0.01	0.06	-0.03
1841.3	-0.02	-0.09	-0.06	1844.4	0.21	0.07	0.00
1841.4	-0.05	-0.08	-0.02	1844.5	0.38	0.07	0.04
1841.5	0.00	-0.05	0.02	1844.6	0.23	0.05	0.06
1841.6	0.06	-0.01	0.05	1844.7	0.11	0.01	0.06
1841.7	0.07	0.03	0.07	1844.8	-0.05	-0.02	0.04
1841.8	0.04	0.06	0.05	1844.9	-0.01	-0.05	0.00
1841.9	0.05	0.08	0.02	1845.0	-0.06	-0.07	-0.04
1842.0	-0.05	0.07	-0.02	1845.1	-0.12	-0.06	-0.06
1842.1	-0.10	0.05	-0.05	1845.2	-0.20	-0.04	-0.06
1842.2	-0.13	0.02	-0.06	1845.3	-0.16	-0.01	-0.04
1842.3	-0.12	-0.02	-0.05	1845.4	-0.12	0.02	0.00
1842.4	-0.10	-0.05	-0.02	1845.5	0.34	0.05	0.04
1842.5	-0.02	-0.07	0.02	1845.6	0.14	0.06	0.06
1842.6	0.08	-0.07	0.05	1845.7	0.25	0.05	0.06
1842.7	0.07	-0.06	0.06	1845.8	0.00	0.03	0.04
1842.8	0.04	-0.03	0.04	1845.9	-0.15	0.01	0.00
1842.9	-0.06	0.01	0.01	1846.0	-0.16	-0.02	-0.04
1843.0	-0.09	0.04	-0.02	1846.1	-0.34	-0.03	-0.06
1843.1	-0.03	0.06	-0.05	1846.2	-0.12	-0.04	-0.06
1843.2	-0.04	0.07	-0.06	1846.3	-0.13	-0.04	-0.04
1843.3	0.00	0.06	-0.04	1846.4	-0.14	-0.02	0.00
1843.4	-0.01	0.04	-0.01	1846.5	-0.08	-0.01	0.04

но их объединение простым усреднением. В приложении приведены чандлеровский и годовой компоненты изменения широты Пулкова за 1842.4—1846.5 гг., полученные методом SSA.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В работе был собран исторический материал, связанный с наблюдениями, обработкой и исследованиями широты Пулкова, полученной на двух инструментах Пулковской обсерватории в 1840—1856 гг. Все материалы подбирались и анализировались с целью поиска данных, методов их обработки и анализа для продления ряда изменений широты назад до 1840 г. Были исследованы изменения широты, выведенные А. А. Ивановым и Б. Ванахом из ранних наблюдений на вертикальном круге Эртеля и пассажном инструменте, установленном в

первом вертикале. С помощью методов SSA и фильтрации, несмотря на пропуски, неоднородность рядов, а также сравнительно небольшое число наблюдений, были получены изменения широты в диапазоне частот, соответствующих годовому и чандлеровскому колебанию. Затем было проведено сопоставление этих рядов между собой и с аналогичным рядом, полученным тем же способом из C01 IERS на интервале 1846—1858 гг. При сравнении рядов между собой заметно совпадение фазы колебания, особенно на интервале до 1846 г. Это также было отмечено А. Я. Орловым.

Сравнение изменений широты, вычисленной из наблюдений на пассажном инструменте в первом вертикале, с изменением широты, вычисленной из ряда C01, показывает совпадение пиков на интервалах 1846—1848 гг. и 1852—1856 гг. и несовпадение на оставшемся интервале 1848—1852 гг. При анализе наблюдений на разных инструментах Пулковской и Гринвичской обсерваторий в работе [17] также было указано на несовпадение фазы чандлеровского движения полюса ряда C01 с фазой рядов на интервале до 1853 г., анализируемых в данной работе.

В данной работе были собраны результаты разных исследований, косвенно подтверждающие наличие резкого уменьшения амплитуды чандлеровского движения полюса с одновременной сменой фазы на интервале 1840—1852 гг.

В таблице приводится итоговый ряд изменений широты Пулкова за 1840—1846.5 гг., который может быть использован для исследования изменений широты Пулкова за 170 лет с 1840 по 2009 гг.

1. *Васильев А. С.* Семьдесят лет истории Пулковского пассажного инструмента в первом вертикале // Изв. РАО.—1912.—17, № 8.—С. 275—285; № 9.—С. 304—331.
2. *Горшков В. Л., Миллер Н. О., Персиянинова Н. Р. и др.* Исследование геодинимических рядов методом главных компонент // Изв. Глав. астрон. обсерватории.—2000.—№ 214.—С. 173—179.
3. *Иванов А. А.* Вращательное движение Земли. — С-Петербург, 1895.—95 с.
4. *Куликов К. А.* Изменяемость широт и долгот. — М., 1962.—400 с.
5. *Миллер Н. О.* Об изменении амплитуды и фазы чандлеровского движения полюса // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.—2008.—№ 5.—С. 48—49.
6. *Миллер Н. О., Прудникова Е. Я.* Анализ ряда наблюдений на ЗТФ-135 за 1904—2006 годы и сопоставление его с рядами международных служб // Изв. Глав. астрон. обсерватории.—2009.—С. 223—231.
7. *Орлов А. Я.* Свободная нутация по наблюдениям в Пулкове с 1842 по 1912 г. // Избр. тр. — Киев, 1961.—Т. 1.—С. 95—113.
8. *Орлов Б. А.* Абсолютные определения склонений на вертикальном круге // Сто лет Пулковской обсерватории. — М.-Л.: АН СССР, 1945.—С. 55—76.
9. *Рыхлова Л. В.* Координаты полюса Земли за 1846.0—1891.5 годы // Сообщ. ГАИШ.—1970.—№ 163.—С. 3—10.
10. *Цветков К. А.* Курс практической астрономии. — М.-Л.: ОНТИ, 1934.—436 с.
11. *Chandler S. C.* On the variation of latitude // Astron. J.—1891.—N 249.—P. 65—70.
12. *Chandler S. C.* On the variation of latitude // Astron. J.—1892.—N 272.—P. 57—62.

13. *Chandler S. C.* On a new component of the polar motion // *Astron. J.*—1901.—N 490.—P. 79—80.
14. *Chandler S. C.* On a new component of the polar motion // *Astron. J.*—1901.—N 494.—P. 109—112.
15. *Kimura H.* Variations in the fourteen months component of the polar motion // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—1917.—**78**.—P. 163—167.
16. *Nyrien M.* Die Polhöhe von Pulkowa // *Memoires L'Acad. Imper. des sciences de St.-Petersb.*—1873.—Ser. VII.—**19**, N 10.
17. *Sekiguchi N.* On the latitude variations of the interval between 1830—1860 // *J. Geodetic Soc. Jap.*—1975.—**21**, N 3.—P. 131—141.
18. *Wanach B.* Ableitung der Polhohenschwankungen aus altern Pulkowacher Beobachtungen in ersten Vertical // *Astron. Nachr.*—1892.—**130**.—P. 246.

Поступила в редакцию 22.06.09