

52  
А-7

На правах рукописи

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ГЛАВНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Никлен Петрович Годисов

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ШИРОТЫ ПУЛКОВА,  
ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ НАБЛЮДЕНИЙ С ПРИЗМЕННОЙ АСТРОЛЯБИЕЙ  
ОРГ -24 ЗА 1963.2-1971.0 ГОДЫ

Специальность 01.03.01, Астрономия,  
астрометрия и небесная механика.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

ЛЕНИНГРАД

1973

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ГЛАВНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Никлен Петрович Годисов

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ШИРОТЫ ПУЛКОВА,  
ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ НАБЛЮДЕНИЙ С ПРИЗМЕННОЙ АСТРОЛЯБИЕЙ  
ОРГ -24 ЗА 1963.2-1971.0 ГОДЫ

Специальность 01.03.01, Астрономия,  
астрометрия и небесная механика.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

ЛЕНИНГРАД

1973

Работа выполнена в Главной астрономической обсерватории АН СССР

Научный руководитель - академик, доктор физико-математических наук, профессор А.А.Михайлов.

Официальные оппоненты:

академик АН УССР, доктор физико-математических наук, профессор Е.П.Федоров.

кандидат физико-математических наук В.А.Наумов.

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Полтавская гравиметрическая обсерватория АН УССР.

Автореферат разослан "2" ~~января~~ 1973 г.

Защита диссертации состоится "9" ~~января~~ 1973 г. в II часов на заседании ученого совета Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР в Пулкове в Большом конференц-зале.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке обсерватории.

Ученый секретарь Совета:

Центральная научная  
библиотека  
Академии наук Киргизской ССР

A7

Изучение движения земных полюсов, возбуждаемого различными процессами на поверхности и внутри Земли, имеет большое значение для астрономии, геофизики, классической и космической геодезии. Из астрономических наблюдений с высокой точностью получаются время и широта. Широта, получаемая из наблюдений, является предметом тщательного исследования астрономов уже более 70 лет, и, несмотря на это, проблема движения полюсов еще далека от разрешения.

С марта 1963 года в Пулковской обсерватории ведутся наблюдения по групповым программам при помощи безлинейной астролябии А.Данжона ОРЛ-24, которые дают возможность одновременно определить широту и время.

Цель настоящей работы заключается в обработке и исследовании широтного ряда, полученного впервые с призмной астролябией в Пулкове.

Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов и заключения.

Во введении кратко сформулированы современное состояние проблемы и цели настоящей работы.

Первая глава посвящена историческому обзору проблемы широтных наблюдений и получения координат полюса.

Во второй главе приведено описание установки призмной астролябии в Пулкове (устройство павильона, установка инструмента, определение задачи и создание программ для наблюдений). Программы наблюдений состоят из 12 групп. Каждая из программ рассчитана на 20-ти летний срок. Наблюдения каждой программы ведутся непрерывно по четыре года. Названия программ: "63-67", "67-71", "71-75" указывают на первый этап наблюдения. В дальнейшем предполагается провести повторные наблюдения с целью уточнения собственных движений звезд. Все программы предусматривают наблюдения и обработку цепным способом. Разбирается вопрос о поправках, которые вводятся в вычисления: за рефракцию, за смещение фокальной плоскости, за кривизну параллели, за кривизну альмукантарата. Приведены результаты исследований зависимости изменения зенитного расстояния и положения нуль-пункта призмы Волластона от температуры. Кратко характеризуется развитие процесса обработки наблюдений до

олучения мгновенных значений широты. Первоначальная обработка первых четырех лет наблюдений была произведена по основному условному уравнению:

$$- dz + x \cdot \sin A + y \cdot \cos A + I = 0,$$

где  $dz$  - поправка принятого зенитного расстояния ( $30^{\circ}00'30''$ );  $x = 15 \cdot \cos \varphi \cdot \Delta u'$ , где  $\Delta u'$  - поправка к предварительной поправке часов  $u$ ;  $y = \Delta \varphi$  - поправка принятого значения широты  $\varphi$ ;  $I$  - свободный член условного уравнения. Часть вычислений была обеспечена машинной обработкой, но оставалось много и ручных вычислений. Результаты исследования температурных зависимостей для зенитного расстояния и нуль - пункта призмы Волластона дали основание для включения в условное уравнение четвертого неизвестного  $dz/dt$  - изменения зенитного расстояния по времени. Коэффициентами при этом неизвестном являются уклонения моментов наблюдения  $\Delta T$  данной звезды от среднего момента наблюдения группы. Тогда условное уравнение способа равных высот имеет вид:

$$- dz + x \cdot \sin A + y \cdot \cos A + \frac{dz}{dt} \Delta T + I = 0.$$

Видимые места вычисляются по формулам Бесселя при постоянной аберрации  $20''.496$ .

В главе III описывается подготовка исходных данных для предварительной дискуссии за первые 5,5 лет (1963.2 - 1968.7) и сама дискуссия. Исследуемые наблюдения были выполнены по двум программам "63-67" и "67-71", и наблюдались соответственно 4,2 года и 1,3 года. Первая часть наблюдений обработана с тремя неизвестными, вторая - с четырьмя. Мгновенные значения широты были исправлены поправками групп, вычисленными цепным способом по усредненным годичным циклам. Месячные нормальные точки, полученные из мгновенных значений широт, сглажены оператором Уиттекера. Кривая вариации широты, полученная из наблюдений с применением астролябии, после учета средней широты была подвергнута корреляционно-спектральному анализу. Исследование заключалось в сравнении дискретных спектров трех широтных реализаций: ВИН (построенная по X и Y ВИН), ЗТФ (полученная из наблюдений с зенит-телескопом ЗТФ-135, Пулково) и ОРЛ (призменная астролябия ОРЛ-24). Для построения дискретных амплитудно-частотных спектров был разработан метод

последовательного выделения периодических составляющих по мощности амплитуд. Периоды определяемых составляющих находились параболической интерполяцией в районе максимума спектральной функции. Амплитуда и начальная фаза определялись по способу наименьших квадратов. Результаты сравнения были проконтролированы кросс-корреляцией по парам, составленным из трех исследуемых реализаций, и дали возможность сделать некоторые предварительные выводы относительно качества полученной кривой вариации широты ОРЛ и учесть их при дальнейшей работе с нашим материалом. В предварительном анализе дается интерпретация полученных периодических составляющих. Завершается глава определением ошибок положения мгновенных и нормальных значений широт как по внутренней сходимости, так и по уклонениям от сглаженной кривой.

В главе IV приведены теоретическое обоснование построения дискретного спектра сложного процесса и оценка точности параметров найденных периодических составляющих. После получения вероятности неслучайности выделенных компонент и доверительных интервалов по всем параметрам дискретных спектров предварительная дискуссия продолжена для уточнения некоторых интерпретаций.

В главе V описан процесс переработки наблюдений за 7.8 года (1963.2-1971.0). Для устранения обнаруженных в результате предварительной дискуссии недостатков были переисчислены широты за первые четыре года наблюдений с четырьмя неизвестными. В связи с пропусками наблюдений за исследуемый период, применение цепного способа значительно осложнялось. Для получения поправок групп был разработан способ привязки к "эталоноу". Основная идея способа заключается в условном уравнении:

$$\sqrt{P_j} (\Delta \varphi_{jt} - \Delta \varphi_{jmi})_{\tau} = \sqrt{P_j} \cdot z_j + \sqrt{P_n} \cdot \Delta_n$$

В этом уравнении  $\Delta \varphi_{jt}$  - значение широты, вычисленное по координатам X и Y ВИН;  $\Delta \varphi_{jmi}$  - мгновенное значение широты, полученное из наблюдений;  $z_j$  - неполярное изменение широты для интервала j, принятого равным 0.1 года;  $\Delta_n$  - поправка группового значения широты,  $N=1,2,\dots,12$  - порядковый номер группы.  $P_j$  - вес условного уравнения, который учитывает

как геометрическое построение группы, так и количество и качество наблюдений. На значения искомым поправок групп накладывается дополнительное условие:

$$\sum \Delta_n = 0.$$

Из основного условного уравнения следует, что чем продолжительнее период наблюдений, тем с большим весом получают поправки групп. Наши программы наблюдались 4.2 и 3.6 года, следовательно поправки групп получатся с большим весом, нежели неизвестные  $Z_j$ . В окончательной обработке использованы только поправки групп, полученные по способу привязки к "эталону". Результаты, получаемые этим способом, были проверены на модели искусственного ряда широты, и оказалось, что поправки групп, полученные посредством привязки к "эталону"  $\Delta_n$ , получились с ошибкой  $\pm 0.026$ , а поправки групп, полученные цепным способом  $\Delta_n$  по усредненному годовичному циклу, - с ошибкой  $\pm 0.036$  относительно их истинного значения. Исследованная зависимость поправок от различных способов центрирования рядов наблюдений и "эталона" показала, что на результаты поправок групп эта операция накладывает ошибку в пределах  $\pm 0.001$ . Влияние замены "эталона" сказывается на поправках групп на порядок меньше, нежели различие между "эталоном".

По исправленным мгновенным значениям широты были получены нормальные точки с  $\Delta T = 0.1$  года. По ряду нормальных точек был получен ряд равноотстоящих через 0.05 года значений широты с весами, который был сглажен с  $\epsilon = 0.1$ . Для исключения средней широты использовалась формула А.Я. Орлова. В обработке за исследуемый период всего использовано 1301 индивидуальное значение мгновенных широт, полученных из наблюдений 32 тыс. прохождений звезд. Поправки групп получены также цепным методом и показывают хорошее согласие с принятыми в вычислениях.

По разностям окончательной сглаженной кривой OPL и международной кривой VIN получены неполярные вариации широты OPL. Усреднение по годам выявило средний  $Z$ -член, который может быть аппроксимирован выражением:

$$\bar{Z}(t) = 0.022 \cdot \sin(360^\circ t + 133^\circ).$$

Однако дисперсионный анализ по F-критерию при довери -

тельной вероятности  $P = 0.95$  показал, что нулевая гипотеза о существовании значимой годовой составляющей, принятая нами при получении среднего  $Z$ -члена, не подтверждается.

В окончательной дискуссии, как и в предварительной, использованы ряды OPL, ЗТФ и VIN. Кроме дискретных амплитудно-частотных спектров по полным реализациям (7.8 года) получены ряды спектров по шестилеткам со сдвигом на 0.4 года вдоль реализации. Таким образом удалось проследить изменения получаемых периодов и их амплитуд во времени.

В главе VI проводится окончательная дискуссия результатов наблюдений. Чандлеровские и годовичные составляющие, выделенные по реализациям продолжительностью в 7.8 года согласуются лучше, чем те же составляющие, полученные из первых 5,5 лет. Колебания продолжительности годовичного периода находятся в пределах 0.04 года, чандлеровского - в пределах 0.09 года.

В спектрах  $Z$ -члена, полученных со сдвигом, хорошо видна неустойчивость годовичной составляющей (по периоду и амплитуде).

#### В ы в о д ы .

Предварительный анализ показал, что применение традиционных способов обработки к рядам с разрывами и недостаточным количеством связей отдельных групп не позволяет получить оптимального результата. Поэтому выполнена вторичная обработка и анализ результатов наблюдений.

Применение способа привязки к "эталону" позволило получить достаточно однородный ряд наблюдений, составленный из двух программ, и значительно уменьшает возможности внесения субъективных факторов в процесс обработки.

В результате переработки наблюдений в неполярных вариациях широты уменьшилась амплитуда годовой составляющей с  $0.049$  до  $0.024$  при начальных фазах  $146^\circ$  и  $143^\circ$ .

Ошибки мгновенных значений широт по внутренней сходимости  $\pm 0.115$  и относительно сглаженной кривой -  $\pm 0.081$ , ошибки нормальных точек соответственно  $\pm 0.033$  и  $\pm 0.015$ .

Наблюдения, выполненные летом и весной, вдвое точнее наблюдений осенне-зимнего сезона.

Разработанный способ последовательного выделения периодических составляющих дает ощутимый выигрыш в разрешении близких частот при коротких рядах.

Использование дискретных амплитудно-частотных спектров для сравнения структуры нескольких кривых вариаций широты, отнесенных к одному времени и месту, представляется весьма перспективным.

Построение ряда дискретных спектров со сдвигом вдоль одной реализации дает возможность проследить за изменениями параметров избранных составляющих.

Надежность результатов, получаемых по способу последовательного выделения периодических составляющих, подтверждается работами по исследованию солнечной активности и сейсмограмм землетрясений.

Вся обработка наблюдений, начиная от мгновенных значений широты, и анализ произведены на ЭВМ "Минск-22" по программам, составленным автором.

Список литературы содержит 83 наименования на русском и иностранных языках.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Н.П.Годисов. Программа для наблюдений с призмной астролябией. Изв. ГАО № 179, Л., 1966, 31-34.
2. Н.П.Годисов. Новая программа для наблюдений с призмной астролябией в Пулкове. В сб. Вращение и приливные деформации Земли. Вып. I, Наукова думка, Киев, 1970, 149-155.
3. Н.П.Годисов. Предварительные результаты дискуссии широтных наблюдений с призмной астролябией в Пулкове (1963.2-1968.7). Изв. ГАО № 187, Л., 1971, 116-130.
4. Н.П.Годисов. Обработка широтных наблюдений посредством привязки к "эталоноу". АЦ № 654, 1971, 4-7.
5. О.Б.Васильев, Н.П.Годисов. Выделение дискретных линий частотного спектра сложного процесса. Симп. № 48, Мицзува, 1971, 123-137. (англ.)
6. Н.П.Годисов. Вероятностная оценка результатов наблюдений широты в Пулкове с призмной астролябией за 1963.2-1968.7 годы. Тр. ХУШ астрометрической конферен-

ции в Пулкове. Наука, Л., 1972, 76-79.

Основные результаты докладывались на следующих конференциях:

- 1) Юбилейная конференция в Полтаве, 9-12 октября 1967
- 2) ХУШ астрометрическая конференция в Пулкове, июль 1969 г.
- 3) Пленум комиссии по изучению вращения Земли, 2-4 октября 1972 г., Полтава.

Сдано в производство и подписано к печати 10/1-1973 г.  
Формат бумаги 60x90 1/16. Печ. л. 1/2 = 0.5 усл. печ. л.  
Уч.-изд. л. 0.39. Тип. зак. № 24 Бумага № 2. М-05028.  
Тираж 200. Бесплатно.

Ленинградское отделение издательства "Наука"  
199164, Ленинград, Менделеевская лин., д. 1.

1-я тип. издательства "Наука"  
199034, Ленинград, 9 линия, д. 12

Бесклеточ