Министерство Культуры СССР

ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И. И. МЕЧНИКОВА

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

ИЗВЕСТИЯ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ТОМ III

ИЗДАТЕЛЬСТВО
КИЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. Т. Г. ШЕВЧЕНКО
1953

ПЕЧАТАЕТСЯ ПО ПОСТАНОВЛЕНИЮ УЧЕНОГО СОВЕТА
ОДЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени И. И. МЕЧНИКОВА И РАСПОРЯЖЕНИЮ РЕКТОРА
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОРА С. И. ЛЕБЕДЕВА

Ответственный редактор—член-корр. АН УССР,
доктор физико-математических наук
проф. В. П. ЦЕСЕВИЧ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

О ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ ЗВЕЗД ТИПА RV ТЕЛЬЦА

И. Г. ЖДАНОВА и В. П. ЦЕСЕВИЧ

В работе изучены все звезды типа RV Тельца, которые наблюдались спектроскопически. Улучшены периоды. Построены средние кривые лучевых скоростей, блеска, показателя цвета и изменения спектральных характеристик. Показано отсутствие каких либо оснований для выделения „формального“ и „фундаментального“ периодов. Установлено, что кривая лучевых скоростей следует за кривой блеска с небольшим запаздыванием. Установлено, что кривые показателя цвета предваряют кривые блеска и скоростей. Эмиссионные же линии водорода появляются вблизи минимума показателя цвета. Это все говорит в пользу наличия у этих звезд протяженных фотосфер.

Обнаружено соответствие между кривыми медленного колебания блеска и лучевых скоростей у трех звезд этого типа. Интерпретировано это колебание, как движение поглощающих свет атомов в поле переменного эффективного ускорения силы тяжести. Выдвинута гипотеза о двухярусном строении этих звезд, с радиусами внешних оболочек порядка 5 миллиардов километров.

В последней работе В. П. Цесевича (1) было показано, что кривые блеска звезд типа RV Тельца в различных лучах неодинаковы. В. П. Цесевичем также было произведено сопоставление кривых блеска, цвета и лучевых скоростей одной из звезд этого типа AC Геркулеса.

Из указанной работы вытекает, что физическая картина явления может стать более понятной только после того, как будет произведено тщательное сопоставление данных фотометрических наблюдений с результатами спектральных исследований.

Исследования этой области до самого последнего времени находились в зачаточной стадии в значительной степени потому, что эти звезды имеют слабые блески. Все работы, посвященные исследованию спектров звезд типа RV Тельца, выполнены Р. Санфордом двадцать лет тому назад и А. Джоем совсем недавно. Только одной звезде этого типа — R Щита, кстати сказать звезде с большими неправильностями, посвящена обстоятельная работа Мак-Лофлина, которая может удовлетворить требовательного исследователя.

Кроме этой звезды, изучены еще AC Геркулеса, R Стрелы, V Лисички и U Единорога. Спектральные свойства этих звезд сопоставлялись с фотометрическими П. П. Паренаго, А. А. Илиничем, Д. Мак-Лофлином, С. Пайн-Гапошкиной.

Недавно появилась работа А. Джоя, в которой сообщены тщательные наблюдения лучевых скоростей и других спектральных характеристик нескольких звезд этого типа. Хотя наблюдений немного, но их аккуратная обработка проливает некоторый свет на природу рассматриваемых закономерностей.

§ 1. Свойства спектра R Щита

Так как R Щита изучена наиболее детально, мы подробно опишем результаты исследования Д. Мак-Лофлина (2).

Исследование R Щита было начато Кэртиссом на Ликской обсерватории в 1903 г. Затем он продолжал наблюдения с 1911 г. по 1914 и сделал короткие серии наблюдений в 1915 и 1916 гг. Новый ряд наблюдений был повторен им же в 1923 и 1924 гг.

После смерти Р. Кэртисса все эти материалы перешли к Д. Мак-Лофлину, который добавил наблюдения с 1931 по 1936 гг. Таким образом, на Мичиганской обсерватории было получено 303 спектрограммы с однопризмовым спектрографом, прикрепленным к 37-дюймовому рефлектору.

Кроме этого, Д. Мак-Лофлин использовал некоторое количество спектрограмм, полученных на Ликской обсерватории и на обсерватории Маунт-Вилсон. На этих спектрограммах были сделаны измерения лучевых скоростей и интенсивностей водородных линий, как поглощения, так и эмиссионных. Интенсивность эмиссионных линий оценивалась в баллах по отношению к интенсивности непрерывного спектра. Под «интенсивностью водородной эмиссии» Д. Мак-Лофлин понимает отношение почернения изображения линии $H\gamma$ к почернению непрерывного спектра в соседнем участке. Оценка интенсивности линий поглощения сделана на основании сравнения отношения поглощения $H\gamma$ и λ=4338Å.

Д. Мак-Лофлин дал описание вида спектра, которое достойно подробного изложения. Он указывает прежде всего, что по впечатлению Р. Кэртисса (34) в минимуме блеска спектр мало отличается от солнечного типа. Однако в каталогах переменных звезд 1936—1938 спектр оценен K5ev. В каталоге Генри Дрепера написано, что он K0p, но в минимуме Ma. А. Джой (35) нашел, что он изменяется от G5 в максимуме, до K2 — в минимуме блеска. Полосы окиси титана были найдены в минимуме блеска. А. Джой также указал, что спектр похож на спектры гигантов. Большая серия пластинок Мичиганской обсерватории в основном подтвердила заключения А. Джоя. Однако ввиду особенных свойств спектра этой звезды его трудно классифицировать. В максимуме блеска металлические линии умеренной интенсивности делают его похожим на спектр Арктура (gK0). Однако полоса G очень слаба и многие усиленные металлические линии также интенсивны как у класса G0. Линия 4233 Fe II также интенсивна, как у α Персея (gF5), а 4227 Ca I—видна слабее, чем у Капеллы (gG0).

Д. Мак-Лофлин сравнил превосходный снимок R Щита, сделанный 27 апреля 1932 г., во время максимума ее блеска, при помощи спектрокомпаратора со спектрами Капеллы

(gG0), δ Цефея (gG0), α Близнецов (gG5) и Арктура (gK0). Им отмечались все линии, которые по своим интенсивностям отличаются. Изучались линии с длинами волн от 3950 до 4600 Å.

Оказалось, что интенсивные линии представляются табл. 1.

Таблица 1

		Всех линий	Отличающихся
Капелла	g G0	29	10
δ Цефея	g G0	29	13
α Близнецов	g G5	41	16
Арктур	g K0	62	26

Можно было оценить спектр в максимуме блеска как G2. Вид спектра изменяется в зависимости от блеска. В минимуме усиливается полоса G и появляются полосы TiO. Во время глубокого минимума они достигают интенсивности, характерной для спектральных классов M4 или M5.

Продолжительность видимости полос окиси титана колеблется в некоторых пределах: иногда во время минимума блеска они видны кратковременно, а иногда длительно.

В 1932 г. полосы были сильнее, чем в среднем, а в 1933 г.—слабее.

Однако в работе Д. Мак-Лофлина нет конкретных сведений об интенсивности полос по датам. Приведены графики, с которых можно снять приближенные числовые характеристики.

Мы позволили себе некоторую вольность. Не имея числовых данных, мы произвели измерения на графиках Д. Мак-Лофлина линейкой.

В следующей таблице 2 указаны данные о продолжительности видимости полос окиси титана и о продолжительности соответствующего минимума, вернее того промежутка времени, в течение которого блеск R Щита остается слабее шестой величины.

Таблица 2

Годы	TiO	Блеск [6.0
1923	30	28
1932	34	32
1935	13	8
1903	8	7
1922	18	16
1932	22	27

Из этой таблицы видно, что время, в течение которого звезда остается слабее шестой величины, совпадает с временем, когда наблюдаются полосы поглощения титана. Это

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

важный факт, который Д. Мак-Лофлин не подчеркнул достаточно ясно.

Итак можно заключить следующее. Когда блеск R Щита опускается слабее шестой величины, в ее спектре появляются полосы поглощения окиси титана. Весьма возможно, что глубокие минимумы вызваны титановым поглощением.

Аналогичные изменения происходят и у полосы G, но она никогда не исчезает.

Таково изменение молекулярных полос.

Некоторые атомарные линии также изменяют свои интенсивности при изменении блеска.

Наиболее значительны изменения линии 4227 Ca I, которая интенсивнее в минимуме, чем в максимуме.

Д. Мак-Лофлин изучил изменение отношений интенсивностей некоторых линий, но подробных численных данных не сообщил. Вместо этого он дал чертеж (рис. 1), который мы приводим без изменений.

Наибольшим изменениям, из изученных им линий, подвержены линии:

4227 Ca I, 4344 Ti II, 4385 Fe I, 4435 Ca I.

Менее подвержены изменениям (и потому взяты как вторые члены отношений интенсивностей) линии:

4215 *Sr* II	4233 *Fe* II и *Fe* I	4250 *Fe* I
4347 *Fe* I	4375 *Sc* II и *Y* II	4444 *Ti* II
4444 *Ti* II	4408 *Fe* I, *V* I	4405 *Fe* I, *Ti* II.

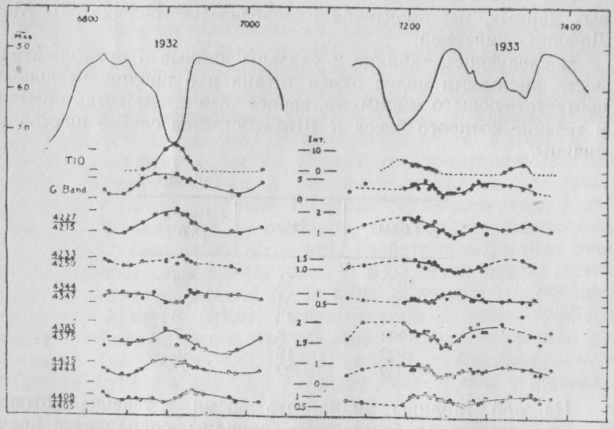


Рис. 1. Изменение интенсивностей линий в спектре *R* Щита по Мак-Лофлину

При этом отношения интенсивностей достигают наибольшей величины в следующих фазах:

Отношение	Фаза изменения блеска
4227 / 4215	минимум
4233 / 4250	минимум
4344 / 4347	максимум
4385 / 4375	минимум
4435 / 4444	минимум

Поведение линий 4408 и 4405, согласно Д. Мак-Лофлину, имеет аномальный характер. (Нам кажется, что это отношение следует не за блеском, а за показателем цвета).

Заканчивая описание непрерывного спектра, Д. Мак-Лофлин указывает на свое впечатление, согласно которому непрерывный спектр ярче в коротких волнах во время восходящей ветви и слабее на нисходящей ветви кривой блеска. Он высказывает пожелание об исследовании блеска в визуальных и фотографических лучах.

Последнее исследование было выполнено позднее, независимо от Д. Мак-Лофлина, для этой звезды С. Пайн-Гапошкиной, С. Гапошкиным и Брентон (22).

Д. Мак-Лофлин изучил также поведение водородных линий. Как мы уже не раз упоминали, водородные линии представлены как в поглощении, так и в эмиссии. В основной таблице 2 своей большой работы Д. Мак-Лофлин привел числа, характеризующие интенсивность H_γ. Им же построены графики и проведено сравнение с кривой блеска.

Оказалось, что эмиссионные полосы появляются после минимума блеска (начинают они появляться во время минимума блеска); при наступлении максимума блеска они исчезают. Графики интенсивностей линий поглощения и эмиссионных линий водорода дополняют друг друга. После исчезновения эмиссионных линий появляется линия поглощения.

Д. Мак-Лофлин произвел статистическое сопоставление зависимости между глубиной предыдущего минимума блеска и интенсивностью последующей вспышки эмиссионных линий водорода.

Ввиду исключительного интереса этих данных приводим соответствующую табличку Д. Мак-Лофлина. (см. стр. 8).

Мы дополнили эту таблицу столбцом, снятым с графика «Момент конца видимости полос титана». Не трудно видеть, что максимум эмиссионной линии происходит, в среднем, через 15 суток после конца времени видимости полосы титана и с этим моментом не связан.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Д. Мак-Лофлин дал два рисунка; на них указана корреляция величины интенсивности водородной эмиссии с величиной предшествующего минимума и амплитудой. Если отбросить исключения, имевшие место в 1911 и 1915 гг., то корреляция существует.

Спектральные данные об R Щита

Дата максимума эмиссии	Зв. велич. в минимуме	Амплитуда	Интенсивность H_γ	Конец видимости *TiO*	Запаздывание
2419220	6.0	0.5	1.1	—	—
9280	6.1	1.0	1.0	—	—
9340	6.4	1.3	2.5	—	—
9403	—	—	—	0330	+13
9640	5.9	0.5	1.1	—	—
9890	5.8	0.6	1.2	—	—
9980	5.7	0.0	1.2	—	—
2420050	5.7	0.0	1.0	—	—
0350	5.8	0.3	1.2	—	—
0400	5.9	0.5	1.8	—	—
0665	6.5	1.5	0.8	—	—
1100	7.3	2.0	2.5	—	—
2145	7.7	2.7	3.0	—	—
3640	6.5	1.1	1.6	3625	+15
3690	5.8	0.2	0.9	—	—
3960	(5.3)	0.0	1.2	—	—
2426450	7.0	1.7	1.5	—	—
6575	5.5	0.3	0.5	—	—
6650	6.9	1.6	1.5	—	—
6925	7.3	2.1	2.2	6940	+15
7250	7.0	2.1	2.5	7230	+20
7620	5.9	0.8	1.5	7590	+30
7930	7.0	2.0	2.4	7930	0
8000	6.5	1.2	1.8	7990	+10
8355	5.9	0.7	1.3	—	—
8425	6.5	1.4	1.6	8415	+10

Итак создается впечатление, что чем глубже был минимум, тем ярче после него вспыхивают эмиссионные линии водорода. Однако еще не ясно, с этим ли связано усиление эмиссионных линий.

Рассматривая изменения лучевых скоростей Д. Мак-Лофлин пришел к заключению, что R Щита, как правило, ведет себя как обычная цефеида. Кривые блеска и лучевых скоростей следуют параллельно, если отложить положительные скорости вниз. Д. Мак-Лофлин не привел в своей работе числовых данных о блеске R Щита, а изобразил их на графике. Рассмотрение рисунков показывает, что в 1903, 1911, 1915, 1916, 1931, 1933, 1935, 1936 гг. это правило выполняется. Однако в некоторые годы наблюдаются значительные аномалии. Их можно видеть на рисунке в 1913, 1914, 1921 и особенно в 1924 гг.

Так, в 1924 г. кривая блеска и кривая скоростей следуют антипараллельно (на рисунке Д. Мак-Лофлина лучевые скорости увеличиваются снизу вверх).

Такой же факт отмечен в 1912 и в 1913 гг. К сожалению, цикл R Щита очень продолжителен и в один сезон наблюдений редко укладывается два цикла. Поэтому детально проследить за ходом кривых бывает не так легко. Таким образом, изменение лучевых скоростей R Щита происходит по весьма сложному закону. Не сумев найти однозначного соответствия между блеском и скоростью Д. Мак-Лофлин попытался установить корреляции между амплитудами. Он составил таблицу, в которой привел амплитуды колебаний блеска, амплитуды лучевых скоростей и средние значения лучевой скорости.

Таблицу средних значений (таблица 5 Д. Мак-Лофлина) приводим:

Амплитуда блеска	Амплитуда скорости	Число циклов	Вес
m	км/сек.		
0.5	6.8	3	9
1.1	13.6	4	11
1.5	18.3	5	10.5
2.0	27.8	3	9
2.4	23.0	3	8

Эта таблица дает:

$$\Delta V = 12.0\,\Delta M$$

из чего следует, что в среднем бо́льшая амплитуда изменения блеска сопровождается бо́льшей амплитудой лучевых скоростей.

Средняя скорость +44.2 км/сек варьируется в широких (от 33 до 50) пределах, без видимых следов периодичности.

Наконец, Д. Мак-Лофлин изучал лучевые скорости, полученные из изменения смещений резко очерченных эмиссионных линий. К сожалению, он не опубликовал отдельных наблюдений, а сообщил в таблице 6 средние по годам. Им найдены лучевые скорости по линиям H_δ, H_γ и H_β и разности скоростей линий излучения и поглощения. Оказалось, что H_δ имеет разность +1,9, H_γ обладает разностью — 19.2 и H_β — 11.6 км/с. Таким образом, поведение лучевых скоростей эмиссионных линий напоминает поведение их в спектрах долгопериодических переменных звезд. Одновременно Д. Мак-Лофлин кратко отмечает, что в 1932 и 1933 гг. кривая изменения лучевых скоростей, полученных по эмиссионным линиям, следует параллельно кривой, выведенной из линий поглощения.

Оказывается, что есть корреляция между глубиной минимума и разностью E—A (эмиссия—поглощение).

Это можно видеть из таблицы 3.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І.МЕЧНИКОВА

Таблица 3

Годы	H_γ км/сек.	Ампл. m	Годы	H_γ км/сек.	Ампл. m
1903	—24.7	1.0	1923	—23.6	1.2
1911	—36.6	1.3	1924	—11.6	2.4
1912	—23	0.3	1931	—24.6	1.4
1913	—20.8	0.5	1932	—14.4	2.2
1914	—19.1	0.7	1933	—15.3	2.0
1915	—17	1.5	1934	—32	1.7
1916	—13.2	2.0	1935	—12.6	2.1
1919	—17	2.7	1936	— 7	1.5

Эта статистическая зависимость показана на рисунке 2.

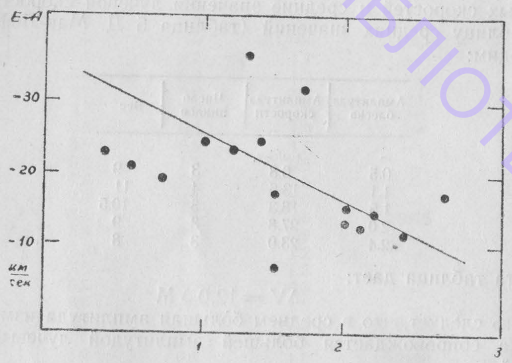


Рис. 2, Зависимость смещения эмиссионных линий относительно линий поглощения от амплитуды изменения блеска R Щита. На горизонтальной оси отложены величины амплитуд, на вертикальной—разности $E-A$, выраженные в километрах.

В заключение своей работы Д. Мак Лофлин пытается рассмотреть некоторые вопросы физической интерпретации наблюдений. Этого мы коснемся в дальнейшем.

§ 2. Свойства спектра АС Геркулеса

Описанная выше R Щита характерна большими неправильностями. Поэтому коснемся спектральных свойств наиболее регулярной из звезд — АС Геркулеса.

Р. Санфорд (3) изучил спектрограммы, полученные на обсерватории Маунт-Вилсон, с 1924 по 1930 гг. Спектрограммы были с большой дисперсией и на них получались изображения области спектра между 3900 $\AA$ и 5000 $\AA$.

Для спектра АС Геркулеса чрезвычайно характерны линии поглощения ионизованных атомов железа, титана, стронция,

скандия, иттрия и других. Их интенсивность изменяется в широких пределах.

Усиленные линии становятся заметными через трое суток после минимума. Они становятся все более интенсивными до возраста 20 суток после минимума, а затем ослабляются вплоть до возраста 50 суток. Начиная с этого момента развиваются линии нейтральных металлов. Особенно усиливаются низкотемпературные линии железа с длинами волн — 4376, 4427, 4482 и 4489 $\AA$.

В течение трех суток, протекающих от минимума, в атмосфере звезды должны происходить огромные возмущения, так как за это время в спектре происходят радикальные изменения. Это указывает на коренные изменения в условиях ионизации, что может происходить вследствие температурных изменений. Эти температурные изменения сказываются и на видимости полосы G. Она почти не видна между возрастами 5 и 25 суток. Затем она постепенно усиливается и достигает максимума между возрастом 50 суток и моментом минимума блеска. Все это даст возможность считать, что спектральный класс звезды изменяется в пределах от F1 доК4.

Интересны свойства поведения линий H_δ, H_γ и H_β. Они все время видны в качестве линий поглощения. Правда, иногда мы видим их как эмиссионные линии. После минимума блеска они узки и по краям линии наблюдается эмиссия. Края широкие и плохо выраженные, причем красный компонент интенсивнее. Через 2,4 суток после минимума они становятся резко очерченными, причем красный компонент интенсивнее фиолетового. Затем, начиная с возраста 3,6 суток фиолетовый компонент начинает усиливаться и достигает максимума в возрасте около 8,0 суток, в то время как красный перестает быть заметным уже при возрасте 7,2 суток. Можно проследить фиолетовый компонент до возраста 18 суток. Эмиссионные линии наблюдаются и в возрасте 42 суток. Несколько фотографий показывает, что H_α видна как эмиссионная линия при возрастах 2, 6, 20, 49 и 54 суток.

Р. Санфорд исследовал также и лучевые скорости. Их подробное сопоставление с кривой блеска было произведено сначала П. П. Паренаго (4), а затем В. П. Цесевичем (1).

Оказалось, что кривая лучевых скоростей следует параллельно кривой блеска почти в одной фазе с ней.

После главного минимума наступает большой максимум блеска и малый максимум лучевых скоростей. Затем наблюдается вторичный минимум скоростей, совпадающий со вторичным минимумом блеска по возрасту, и за ними следуют максимумы: у блеска — малый, а у лучевых скоростей — высокий.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

Поведение водородных линий отлично от описанного. Они, как показало исследование В. П. Цесевича, идут в одной фазе с изменением показателя цвета, а не блеска.

В. П. Цесевич объяснил наблюдаемое явление так:

Лучевые скорости, полученные по линиям металлов, определяются интенсивностью излучения звезды в видимой части спектра.

Лучевые скорости водорода определяются, повидимому, интенсивностью поля излучения в далекой ультрафиолетовой области.

С. Пайн-Гапошкина в своих работах производила сравнение кривой блеска с кривыми лучевых скоростей и интенсивностей линий, но определенно выраженных результатов не получила. Более того, она нашла для R Стрелы невероятный результат — кривая лучевых скоростей оказалась совершенно не похожей на кривую блеска.

Особенности R Стрелы были правильно поняты А. А. Ильиничем (5), который подметил наличие медленного колебания лучевой скорости и пытался его исключить.

§ 3. Обработка наблюдений А. Джоя

Мы уже указывали, что А. Джой (6) опубликовал исследование, в котором содержатся оригинальные определения лучевых скоростей нескольких звезд типа RV Тельца.

Теперь мы приведем подробное описание результатов обработки всех этих данных.

А) DF Лебедя. Все спектральные наблюдения этой звезды сконцентрированы в промежутке между юлианскими днями 2426401 и 2429144. Поэтому все наблюденные визуальные моменты минимумов Брюна (7) и М. Бейера (8) были совместно обработаны и для указанного выше промежутка времени была найдена рабочая формула периода (1)

$$\text{Min} = 2425168.1 + 49.7848 \cdot E;\ P^{-1} = 0.02008645. \qquad (1)$$

Эта формула удовлетворительно представляет наблюдения данного промежутка, но вне него—непригодна. Исходя из формулы (1) мы получим возрасты спектральных наблюдений в медленном колебании φ.

Помимо этого колебания, DF Лебедя обладает медленным колебанием блеска, которое, по последним данным В. П. Цесевича, представляется формулой (36):

$$\text{Min} = 2411292 + 780.2 \cdot E;\ \Pi^{-1} = 0.0012817. \qquad (2)$$

По этой формуле были вычислены возрасты наблюдений в медленном колебании ψ. Графическое представление интенсивности полосы CH, относительно возрастов φ, оцененной А. Джоем по четырехбальной шкале, показывает, что она изменяется синхронно с блеском, но ее кривая сдвинута на 0,12 периода, так же как и кривая изменения показателя цвета (1). В то время как показатель цвета достигает наименьшего значения, интенсивность полосы CH становится минимальной. Наибольшее значение показателя цвета совпадает с наибольшей интенсивностью полосы CH.

Итак нет сомнения, что изменения показателя цвета есть результат изменения температуры того же слоя, в котором происходит поглощение CH.

Таким образом, наблюдения А. Джоя подтверждают заключение о предварении кривой температур по отношению к кривой блеска. Кривая лучевых скоростей сначала показалась нам очень странной. У переменной звезды AC Геркулеса (1), как известно, кривая скоростей следует в одной фазе с кривой блеска, обладая в течение одного цикла двумя максимумами и двумя минимумами. Кривая скоростей, полученная по наблюдениям Джоя имеет, на первый взгляд, только один максимум и один минимум. Однако рассмотрение возрастов ψ привело к удивительному заключению. Оказалось, что две точки с отрицательными скоростями — 16 км/сек и—35 км/сек имеют возрасты $\psi = 0{,}881$ и $\psi = 0{,}628$, в то время как все остальные точки располагаются, по счастливой случайности, вблизи возрастов ψ близких к 0.4, и поэтому представляют однородный ряд по отношению к медленному колебанию. Когда эти две точки были устранены, то общий ход кривой совпал с тем, что наблюдается у AC Геркулеса.

Эти сопоставления произведены на рисунке 3.

В таблице 4 приводим численные данные.

Таблица 4

JD	φ	ψ	Сп. Кл.	Луч. Скор. км/сек.	Инт. CH
242...					
6401	0.765	0.365	K0	— 5	2
6495	.653	.486	K2	+ 4	1
6516	.075	.513	G6	— 10	1
6606	.882	.628	K2	— 35	3
8702	.984	.314	K4	— 7	3
8731	.566	.352	K0	+ 8	1
8763	.209	.393	G6	— 9	2
8793	.811	.431	G8	— 4	3
8821	.374	.467	G8	+ 7	4
9144	.862	.881	G5	— 16	3

Изменение спектрального класса с возрастом φ имеет несколько более запутанный характер. Все же во время минимума спектральный класс наиболее поздний. Кривые блеска и показателя цвета, взятые из работы В. П. Цесевича (1), были приведены к той же самой формуле (1).

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

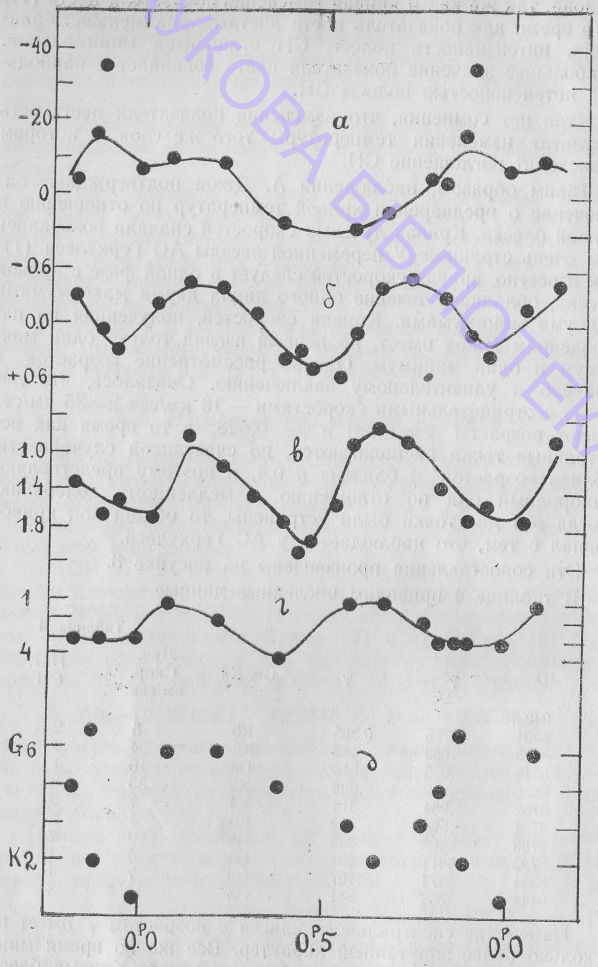


Рис. 3. Сопоставление кривых *DF* Лебедя
а—лучевые скорости; *б*—блеск; *в*—показатель цвета; *г*—интенсивность полосы поглощения *CH*; *д*—спектральные классы.

Аномальное поведение лучевых скоростей для возрастов $\psi \sim 0{,}7$ заставило нас заподозрить, что медленное колебание отражается также на кривой лучевых скоростей. С этой точки зрения интересна звезда RV Тельца, о которой речь пойдет впереди.

В) TT Офиуха

Эта звезда представляет выдающийся интерес. Оказалось, что в минимумах блеска, и сразу после них, ее показатель цвета достигает наименьшей величины.

Спектральные наблюдения А. Джоя были выполнены между юлианскими днями 2421370 — 2424759. Известно, что период TT Офиуха изменяется, и потому мы решили отыскать такую формулу, которая лучше всего представляла бы моменты минимумов, попадающие внутрь указанного интервала.

Сводка всех доступных нам визуальных моментов минимумов приведена в таблице 5. В ней даны моменты первичных и вторичных минимумов без различия и указано их представление формулой (с половинным периодом):

$$\text{Min} = 2422100.8 + 30.538.E \qquad (3)$$

Таблица 5

Сводная таблица визуальных моментов минимума TT Офиуха

Наблюдатель	Минимум	*E*	*H—A*	Наблюдатель	Минимум	*E*	*H—A*
			д				*д*
Циннер (10)	2419234	— 94	+ 3 .8	Лейнер (12)	2423204	36	+ 3 .8
Нейланд (11)	21370	— 24	+ 2 .1		3233	37	+ 2 .3
Лейнер (12)	2102	0	+ 1 .2		3265	38	+ 3 .8
	2132	1	+ 0 .7		3295	39	+ 3 .2
	2162	2	+ 0 .1		3325	40	+ 2 .7
	2194	3	+ 1 .6	Бейер (13)	3901.8	59	— 0 .7
	2224	4	+ 1 .0		3932.4	60	— 0 .7
	2348	8	+ 2 .9		3967.2	61	+ 3 .6
	2379	9	+ 3 .4		4023.9	63	— 0 .8
	2409	10	+ 2 .8		4056.3	64	+ 1 .1
	2439	11	+ 2 .3		4088.0	65	+ 2 .2
	2470	12	+ 2 .7		4270.8	71	+ 1 .8
	2500	13	+ 2 .2		4300.0	72	+ 0 .5
	2533	14	+ 1 .7		4332.6	73	+ 2 .5
	2562	15	+ 3 .1		4395.9	75	+ 4 .7
	2592	16	+ 2 .6		4423.6	76	+ 1 .9
	2744	21	+ 1 .9		4455.5	77	+ 3 .3
	2774	22	+ 1 .4		4640.2	83	+ 4 .8
	2806	23	+ 2 .8		4669.5	84	+ 3 .5
	2837	24	+ 3 .3		4698.0	85	+ 1 .5
	2868	25	+ 3 .8		4759.2	87	+ 1 .6
	2898	26	+ 3 .2		4789.0	88	+ 0 .9
	2928	27	+ 2 .7		4819.9	89	+ 1 .2
	2960	28	+ 4 .1		5001.5	95	— 0 .4
	2988	29	+ 1 .6		5031.4	96	— 1 .0
	3173	35	+ 3 .4		5123.5	99	— 0 .6

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 5

Наблюдатель	Минимум	E	H—A	Наблюдатель	Минимум	E	H—A
		д					д
Бейер (13)	2425156.4	100	+1.8	Лаузе (14)	2426191	134	—1.9
	5363.9	107	—4.5		6220	135	—3.4
	5393.3	108	—5.6		6463	143	—4.7
	5485.8	111	—4.7		6496	144	—2.3
	5518.5	112	—2.6	Якчиа (15)	6498	144	—0.3
	5732.1	119	—2.7		6529	145	+0.2
	5761.0	120	—4.4	Лаузе (14)	6526	145	—2.8
Лаузе (14)	5790	121	—5.9		6589	147	—0.9
	5821	122	—5.4		6618	148	—2.0
	5852	123	—5.0		6864	156	—0.7
	5282	124	—5.5		6893	157	—2.3
	5910	125	—8.0		6922	158	—3.8
	6096	131	—5.3		6956	159	—0.3
	6129	132	—2.8		6987	160	+0.1
	6160	133	—2.4				

Отклонения от этой формулы «Н-А» представлены на рисунке 4, который убеждает нас в изменяемости периода ТТ

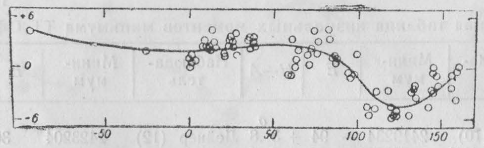


Рис. 4. Изменение периода *ТТ* Офиуха. На вертикальной оси отложены отклонения выраженные в сутках, на горизонтальной номера эпох.

Офиуха, найденной ранее М. Бейером. Были отобраны моменты от $E=24$ до $E=87$ и обработаны по способу наименьших квадратов. Получилась формула:

$$Min_{выз}=2422103.2+61{,}076.E;\ P^{-1}=0.0163730 \qquad (4)$$

По этим элементам были вычислены возрасты спектральных наблюдений Ф.

Случайно оказалось, что кривые блеска и показателя цвета, определенные И. Г. Ждановой ранее, вычислены (9) относительно формулы:

(5) $Min' = 2422131.3 + 61.077$ E. Данные И. Г. Ждановой приводим в таблице 6.

Легко показать, что для приведения этих кривых к новой формуле надо ко всем, вычисленным ранее возрастам таблицы 6 добавить 0.460. (Тогда получим возрасты Ф').

После этого было сделано сопоставление, приведенное на рис. 5, которое убеждает нас в следующем:

1. Кривая блеска и кривая лучевых скоростей следуют в одной фазе.

2. В формуле (4) за нулевой взят вторичный минимум. Видно, что за главным минимумом блеска следует главный максимум его на возрасте 0.77. Однако в кривой лучевых скоростей вероятно это вторичные минимум и максимум. Затем наступает низкий максимум блеска и большой максимум скоростей; это происходит совершенно так же, как у АС Геркулеса.

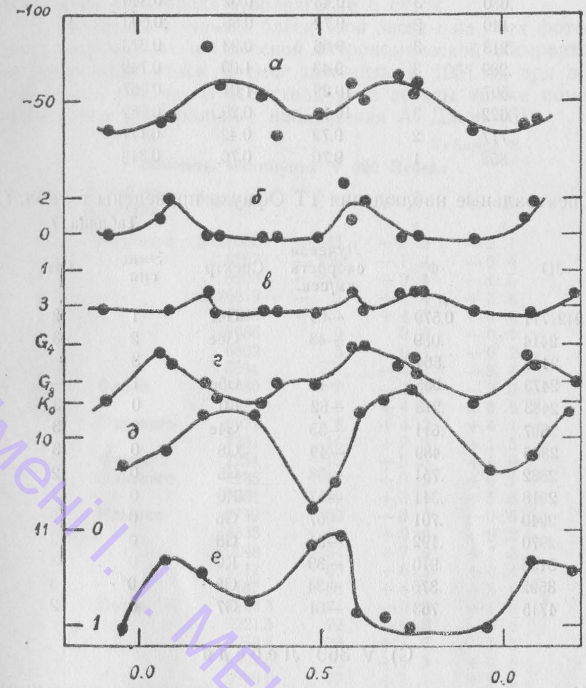


Рис. 5. Сопоставление кривых *ТТ* Офиуха:
а—лучевые скорости; *б*—интенсивность эмиссионных линий водорода; *в*—интенсивность полосы поглощения *CH*; *г*—спектральные классы; *д*—визуальный блеск; *е*—показатель цвета

Интенсивность полосы CH в точности следует за кривой блеска и находится в одной фазе с ней.

Эмиссионные водородные линии вспыхивают на возрастах $\Phi=0.09$ и $\Phi=0{,}56$ совпадая в точности с моментом миниму-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

ма показателя цвета. Изменение спектральных классов близко совпадает с изменением показателя цвета. Все это говорит о реальности обнаруженного нами изменения показателя цвета в минимуме блеска.

Таблица 6

Кривые блеска и цвета TT Офиуха

Ф	n	$m_{виз}$	C	Ф′
P				
0.015	1	10.79	0.11	0.475
.030	3	10.43	0.02	0.540
.140	2	9.72	0.86	0.600
.213	3	9.56	0.93	0.673
.289	3	9.43	1.00	0.749
.507	1	10.29	1.01	0.967
.622	3	10.13	0.29	0.082
.717	2	9.72	0.42	0.177
.858	1	9.70	0.70	0.318

Спектральные наблюдения TT Офиуха приведены в табл. 7.

Таблица 7

JD	Ф	Лучевая скорость км/сек.	Спектр	Эмиссия	CH
	P				
2421711	0.579	—64	G4e	1	2
2414	.089	—43	G6e	2	3
2443	.564	—	—	3	—
2473	.055	—41	G5e	1	—
2483	.218	—62	K0	0	3
2507	.611	—53	G4e	2	3
2866	.489	—49	G8	0	3
2882	.751	—58	G5	0	2
2918	.341	—57	K0	0	3
2940	.701	—67	G6	0	2
2970	.192	—81	G8	0	2
3136	.910	—39	K0	0	3
3592	.376	—34	G8	0	3
4715	.763	—61	G7	0	2

C) V 360 Лебедя

Несмотря на то, что эта звезда исследовалась несколькими авторами, ее свойства до сих пор окончательно не выяснены Так, например, еще не определено значение ее периода.

После того, как С. И. Белявский открыл переменность V360 Лебедя, П. П. Паренаго (16) причислил ее к затменным переменным звездам с периодом около 7 суток. Н. Ф. Флоря (17) нашел, что ее следует считать цефеидой с периодом 32 суток.

Вскоре после этого П. П. Паренаго подтвердил данные Н. Ф. Флори и нашел по всем своим фотографическим наблюдениям и по наблюдениям С. И. Белявского две возможных формулы периода. Наблюдения укладывались с величинами периодов 64.0 и 63.3 суток; И. М. Ищенко (18), произведя оценки блеска на Ташкентских фотографиях, подтвердил элементы, имеющие период 64.00 Почти одновременно с работой И. М. Ищенко появилась большая монография М. Бейера (19), в которой он, по небольшому ряду своих наблюдений, нашел период 70,45; таким образом период найденный М. Бейером отличается от периода Паренаго на 6 суток.

В. П. Цесевич оценил блеск этой звезды на всех фотографиях, полученных в Одесской астрономической обсерватории на астрографе «еж», и смог получить, в 1951 г., три эпохи минимумов блеска. В свойствах этой звезды также помогли разобраться спектральные наблюдения А. Джоя (6).

Таблица 8

Моменты минимумов V 360 Лебедя

Наблюдатель	Момент	E	H—A	H—B
			д	д
Паренаго	2414602	— 343	— 3 .5	— 2 .1
	8267	— 239	— 1 .4	— 0 .4
	8900	— 221	— 2 .4	— 1 .5
	2426619	— 2	+ 3 .4	+ 3 .4
	6655	— 1	+ 4 .2	+ 4 .1
	6686	0	0 .0	— 0 .1
	6862	5	— 0 .1	— 0 .2
	6894	6	— 3 .3	— 3. 4
Флоря	6930	7	— 2 .5	— 3 .0
	6972	8	+ 4 .2	+ 3 .8
Паренаго	6972	8	+ 4 .2	+ 4 .1
	7251	16	+ 2 .5	+ 1 .3
Флоря	7254	16	+ 5 .5	+ 4 .0
Паренаго	7285	17	+ 0 .3	+ 0 .1
	7361	19	+ 5 .8	+ 5 .6
Ищенко	8799	60	— 0 .2	— 0 .6
	8835	61	+ 0 .6	+ 0 .2
	9048	64	+ 7 .9	+ 7 .5
	9111	66	+ 0 .5	+ 0 .1
	9187	68	+ 6 .0	+ 5 .6
Бейер	9186.3	71	— 0 .3	— 1 .0
	9221.5	72	— 0 .3	— 0 .8
	9258.8	73	+ 1 .7	+ 1 .3
	9364.0	76	+ 1 .3	+ 0 .8
	9399.0	77	+ 1 .1	+ 0 .6
	9431.3	78	— 1 .9	— 2 .3
Ищенко	9430	78	— 3 .2	— 3 .6
	9460	79	— 8 .4	— 8 .8
	9825	89	+ 4 .4	+ 3 .9
	9854	90	— 1 .8	— 2 .3
Цесевич	2433832	203	— 3 .7	— 4 .7
	3867	204	— 3 .9	— 4 .9
	3897	205	— 9 .1	—10 .1

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Прежде всего надо было решить вопрос о правильной величине периода. Для этой цели мы сделали сводку всех наблюденных моментов минимумов. К нашему удивлению, не удалось из опубликованных наблюдений П. П. Паренаго и С. И. Белявского обосновать некоторые моменты минимумов, сообщенные П. П. Паренаго в его работе. Поэтому мы пересмотрели список и выбросили все необоснованное. Таблица была дополнена моментами минимумов, определенными из наблюдений Н .Ф. Флори и И. М. Ищенко, а также данными, взятыми из работы М. Бейера. Все моменты минимумов приведены в таблице 8.

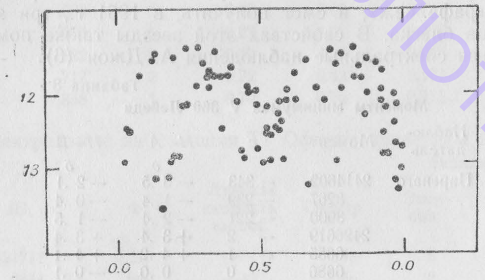


Рис. 6а.—Представление наблюдений Ищенко периодом П. П. Паренаго

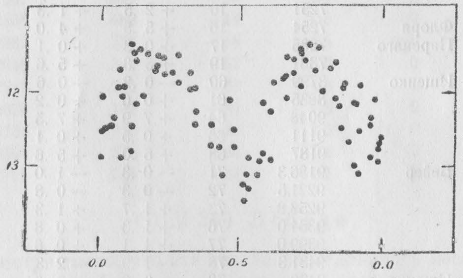


Рис. 6б.—Представление наблюдений Ищенко периодом М. Бейера

Отклонения Н-А были вычислены относительно формулы периода: Min = 2426696 + 35.22 E (6), построенной на величине периода данной М. Бейером.

Улучшение периода по способу наименьших квадратов дало формулу (Н-В вычислены относительно этой формулы):

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{Min}_{\text{фот}} &= 2426686.1 + 35.2245 \,.\, E \\ \mathrm{Min}_{\text{виз}} &= 2426686.4 + 35.2245 \,.\, E \end{aligned}\right\} \quad P = 70^{d}.449 \qquad (7)$$

При выполнении этого улучшения было учтено, что фотографический и визуальный моменты могут систематически различаться. Итак, оказалось, что период М. Бейера удовлетворяет всем наблюдениям. Вместе с тем надо было проверить, нельзя ли все же свести все наблюдения блеска, скажем И. М. Ищенко, пользуясь периодом П. П. Паренаго?

Рис. 6 убеждает нас в противном. На нем показано представление всех наблюдений И. М. Ищенко периодом (7) и периодом П. П. Паренаго 64.00. Результаты совершенно очевидны — период П. П. Паренаго надо отбросить. После этого мы приступили к построению средних кривых блеска, пользуясь следующей формулой периода:

$$\mathrm{Min} = 2429433.0 + 70^{d}.449 \cdot \mathrm{E};\ P^{-1} = 0.0141947 \qquad (8)$$

Средняя кривая блеска М. Бейера дана в таблице 9, Н. Ф. Флори — в таблице 10, И. М. Ищенко в таблице 11. Становится понятным, почему такой первоклассный наблюдатель, как Н. Ф. Флоря, не заметил принадлежности этой звезды к типу RV Тельца. У него отсутствуют наблюдения, падающие на возраст 0.5, когда наблюдается главный, глубокий минимум.

Таблица 9

Средняя кривая по наблюдениям М. Бейера (визуальная)

Ф	m	n	Ф	m	n	Ф	m	n
0.017	11.46	3	0.408	11.49	4	0.713	10.71	5
049	11.11	1	504	12.03	3	765	10.60	4
154	10.94	3	538	12.01	1	827	10.72	4
239	10.67	4	575	11.73	5	872	10.99	4
326	11.08	4	622	11.02	3	950	11.36	3

Таблица 10

Средняя кривая из наблюдений Н. Ф. Флори (визуальная)

Ф	m	n	Ф	m	n	Ф	m	n
0.026	11.08	8	0.202	10.83	8	0.824	10.73	10
054	11.30	10	249	10.72	9	865	10.81	8
075	11.39	8	291	10.68	9	891	10.90	8
102	11.11	10	461	11.24	9	916	10.90	9
121	11.11	9	714	10.66	9	933	10.95	8
145	10.90	10	753	10.58	9	948	10.89	6
170	10.84	10	784	10.68	10	967	10.86	6

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Таблица 11

Средняя кривая из наблюдений И. М. Ищенко (фотографич.)

Ф	*m*	*n*	Ф	*m*	*n*	Ф	*m*	*n*
0.012	12.66	21	0.402	12.76	7	0.826	11.71	12
048	12.44	13	497	12.88	10	861	11.97	18
083	12.05	12	536	13.11	3	896	12.38	9
123	11.99	9	574	12.69	11	924	12.21	6
146	11.44	25	610	12.36	12	952	12.47	14
208	11.58	22	672	11.72	19	985	12.70	9
259	11.67	20	713	11.52	16	994	12.65	4
332	12.10	9	761	11.46	18			

Так как наблюдения М. Бейера и И. М. Ищенко произведены в один и тот же промежуток времени, то возможно получение кривой показателя цвета путем вычитания этих средних кривых. Нет оснований ожидать, что за такой короткий промежуток времени могла сказаться изменяемость периодов на величинах возрастов. Правда и то, что таким значениям показателей цвета трудно верить. Непосредственное же определение из одновременных наблюдений И. М. Ищенко и М. Бейера дает слишком мало индивидуальных значений показателя цвета.

Полученные из сравнения кривых показатели цвета приведены в таблице 12.

Таблица 12

Показатели цвета V 360 Лебедя

Ф	*C*	Ф	*C*	Ф	*C*	Ф	*C*
0.00	1.26	0.26	1.00	0.52	0.93	0.78	0.82
.02	1.24	.28	1.00	.54	0.92	.80	0.95
.04	1.18	.30	1.01	.56	0.99	.82	1.00
.06	1.09	.32	1.03	.58	1.05	.84	1.03
.08	1.01	.34	1.09	.60	1.13	.86	1.07
.10	0.91	.36	1.14	.62	1.17	.88	1.10
.12	0.82	.38	1.19	.64	1.11	.90	1.12
.14	0.79	.40	1.22	.66	1.01	.92	1.16
.16	0.81	.42	1.22	.68	0.94	.94	1.22
.18	0.88	.44	1.17	.70	0.88	.96	1.17
.20	0.94	.46	1.13	.72	0.85	.98	1.21
.22	0.97	.48	1.06	.74	0.85		
.24	0.98	.50	0.98	76	0.87		

Остается рассмотреть последний вопрос, а именно, поведение лучевых скоростей, определенных А. Джоем.

Здесь есть одно неприятное обстоятельство. Наблюдения А. Джоя заключены в пределах от 2429806 до 2432052. Наблюдения блеска в этот промежуток времени отсутствуют. Для приведения этих десяти определений к одному периоду можно было использовать формулу периода (7), найденную нами по всем наблюдениям. Так мы сначала и сделали, но получили недостаточно удовлетворительный результат. Вместе с тем из таблицы 8 видно, что минимумы, найденные В. П. Цесевичем, отклонились в среднем на 6 суток, что объясняется изменчивостью периода. Мы решили получить приближенные элементы, годные для промежутка времени наблюдений А. Джоя, следующим образом. Мы взяли среднее значение отклонений «Н-В» М. Бейера и среднее значение из определений В. П. Цесевича и, разделив на число протекших периодов, исправили период. Получилась формула периода:

$$\text{Min} = 2429433.0 + 70.350 \cdot E; \quad P^{-1} = 0.0142146 \qquad (9)$$

Оказалось, что эти элементы хорошо сводят в одну кривую все лучевые скорости и интенсивности водородной эмиссии. Лучевая скорость колеблется в пределах от — 238 до — 284 км/сек. Кривая лучевых скоростей параллельна кривой блеска. Водородная эмиссия появляется в возрастах 0,0—0,1 и 0,55—0,65.

Интересно заметить, что в элементах (8) и (9) в качестве главного минимума принят вторичный. Оказывается, что, как и в случае AC Геркулеса, после главного минимума наступает первичный высокий максимум блеска, но у лучевых скоростей наблюдается низкий вторичный максимум. Все данные о лучевых скоростях и интенсивностях эмиссии даны в таблице 13 и на рис. 7.

Таблица 13

Лучевые скорости V 360 Лебедя

JD	Ф	Φ_1	$V_{км/сек}$	Эмиссия	Спектр. класс.
2429806	0.295	0.302	— 260	0	F5
9824	550	558	— 247	1	F8e
9853	962	970	— 238	0	G0
9896	572	581	— 238	2	G0e
2430297	264	281	— 264	0	F8
1600	760	803	— 258	0	F5
1635	257	301	— 255	0	G0
1724	520	566	— 240	1	F8e
1755	960	006	— 264	1	Goe
2052	176	228	— 281	0	F5

Ф — относительно формулы (8)

Φ_1 — относительно формулы (9)

Определения блеска этой переменной звезды, сделанные В. П. Цесевичем на одесских снимках, приведены в таблице 14.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

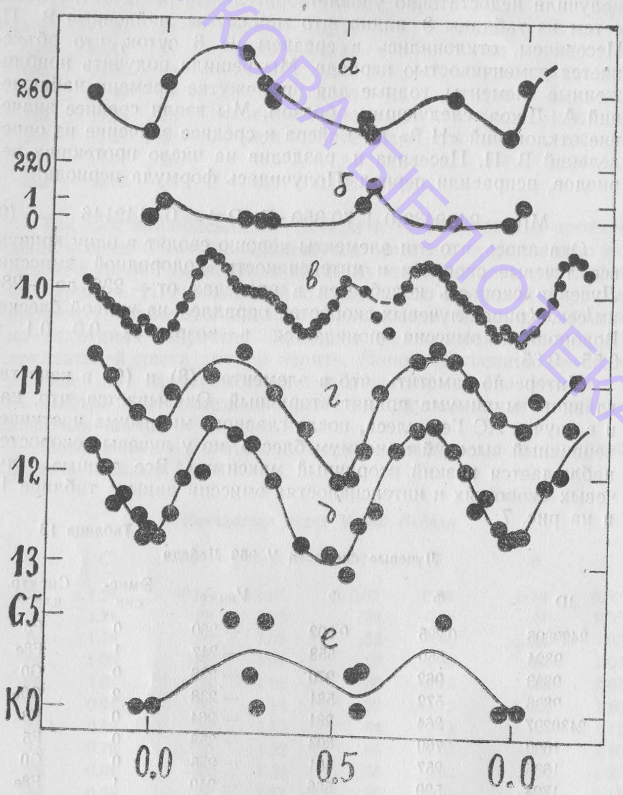


Рис. 7. Сопоставление кривых V 360 Лебедя: *а*—лучевые скорости; *б*—интенсивность эмиссионных линий водорода; *в*—показатель цвета; *г*—визуальный блеск; *д*—блеск в фотографических лучах; *е*—спектральный класс. Кривая изменения показателя цвета определена путем вычитания кривых, а потому не может считаться надежной.

Звездные величины звезд сравнения взяты из статьи И. М. Ищенко (18).

Таблица 14

Фотографические наблюдения V 360 Лебедя

243...		243...		243...	
3826.47	13.03	3868.49	12.78	3896.40	13.19
3829.46	13.12	3883.31	11.34	3897.41	13.18
3830.48	13.34	3884.39	11.86	3912.33	11.79
3832.45	13.29	3885.40	11.70	3916.32	12.16
3835.49	13.28	3886.33	11.86	3918.28	11.77
3836.45	13.05	3886.45	12.50	3948.24	12.03
3837.49	12.42	3891.35	11.88	3950.23	12.22
3839.51	12.78	3893.36	12.78	3951.23	11.82
3864.48	12.92	3895.38	12.78		
3867.49	13.44	3896.27	13.38		

Д) RV Тельца

Эта замечательная звезда обладает одной особенностью: наложением двух колебаний — быстрого на медленное. Оказалось, что оба колебания отражаются на лучевых скоростях.

В. П. Цесевич (20) не только обнаружил этот факт, но и сумел разделить оба колебания.

Восемнадцать определений лучевых скоростей разбросаны на промежуток времени с 2425183 по 2432496, что сильно затруднило эту задачу. Опубликованная В. П. Цесевичем сводка наблюденных моментов минимумов (1) не охватывает этого промежутка времени. Надо было проверить элементы новыми наблюдениями. Помогли несколько оценок, сделанных Розино (21). Они показали, что элементы

$$\text{Min} = 2417486.6 + 78.698\ E \qquad (10)$$

удовлетворяют наблюдениям с точностью до 5% периода и в 1950 г. Это видно из таблицы, полученной из наблюдений Розино:

Таблица 15

Минимум	*E*	*H*—*Л*
2433263	401	—2.5
3301	402	—3.9
3343	403	—1.2

Отсутствие наблюдений между данными А. Нейланда и Розино сделало невозможным то небольшое улучшение периода, которое необходимо. Все наблюдения А. Джоя были приведены к одному периоду относительно указанной выше формулы (10). Возрасты отыскивались со следующей обратной величиной периода:

$$P^{-1} = 0.0127068$$

Возрасты наблюдений в медленном колебании ϕ отыскивались относительно формулы:

$$\text{Min} = 2417553 + 1224 \cdot E;\ \Pi^{-1} = 0.000817 \qquad (11)$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

В таблице 16 приведены данные А. Джоя. В первом столбце указаны Юлианские дни. Во втором — наблюденные лучевые скорости. В третьем — интенсивности эмиссионных линий, в четвертом — интенсивность полосы молекулы CH, в пятом — возраст φ, в шестом — возраст ψ. Седьмой и восьмой столбцы будут объяснены далее.

Графическое представление интенсивностей эмиссионных линий по возрастам φ показывает, что наблюдаются два максимума водородной эмиссии при возрастах 0,14 и 0,63, что приходится между минимумом и максимумом блеска, на моменты минимумов показателя цвета, точно так же, как в случае АС Геркулеса.

Хорошее согласие этих данных между собой показывает, что формула периода удовлетворительна.

Интенсивность полосы CH остается почти постоянной на протяжении всего периода и только резко падает вблизи возраста 0.08, немного предваряя максимум цветовых температур.

Что касается лучевых скоростей, то их представление на графике по возрастам φ дало столь сильное рассеяние, что никакой кривой провести нельзя. Проба сразу же показала, что существует вторая зависимость лучевых скоростей от возраста наблюдения в медленном колебании ψ. Так как наблюдений мало, то нельзя было установить характер этой зависимости элементарными методами. Поэтому лучевая скорость была представлена формулой:

$$v = a + b\sin(360^\circ\psi) + c\cos(360^\circ\psi) + d\sin(360^\circ\varphi) + e\cos(360^\circ\varphi) + f\sin(720^\circ\varphi) + g\cos(720^\circ\varphi);$$

Здесь предположено, что медленное колебание имеет форму синусоиды, а быстрое представляется первой и второй гармониками.

Было составлено 18 уравнений с 7 неизвестными, которые были решены по способу наименьших квадратов. Полученная формула такова:

$$v = 36.9 + 1{,}9\sin 360^\circ\psi + 9.0\cos 360^\circ\psi - 0.6\sin 360^\circ\varphi + 7.6\cos 360^\circ\varphi - 1.1\sin 720^\circ\varphi + 7.5\cos 720^\circ\varphi \quad (12)$$

Отклонения от этой формулы приведены в столбце седьмом. Согласие, за некоторыми исключениями, столь хорошее, что реальность формулы не вызывает сомнений. Для придания результатам большей наглядности было снято медленное колебание, для чего были откинуты три члена формулы.

$$\Psi = 36.9 + 1.9\sin 360^\circ\psi + 9.0\cos 360^\circ\psi \quad (13)$$

из всех наблюдений. Остатки, которые должны отражать только быстрое колебание, даны в восьмом столбце.

Они дали превосходное представление в зависимости от φ. Только две точки значительно отклонились от кривой, остальные же очень хорошо расположились в том же порядке, как это осуществляется у звезд типа RV Тельца. Кривая лучевых скоростей быстрого колебания оказалась следующей параллельно кривой блеска.

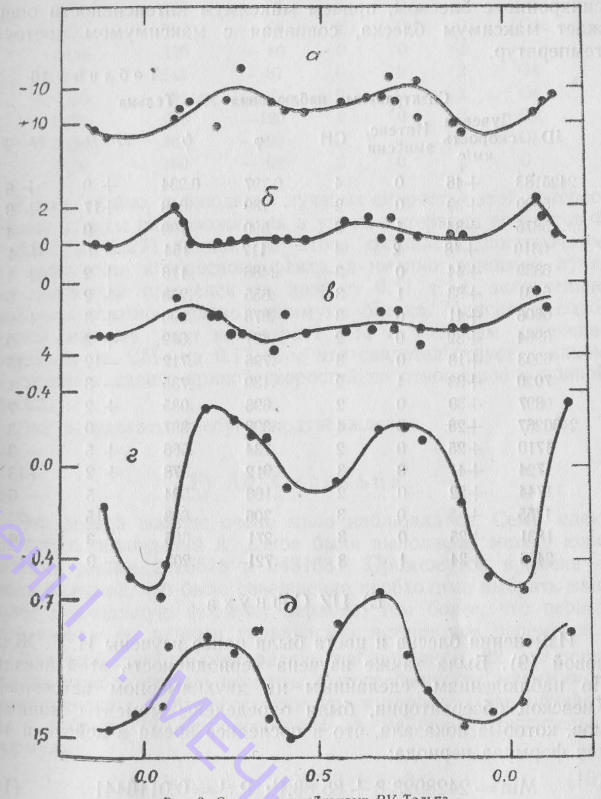


Рис. 8. Сопоставление кривых *RV* Тельца.
а—Лучевые скорости; *б*—интенсивность эмиссионных линий водорода; *в*—интенсивность полосы поглощения *CH*; *г* блеск; *д*—показатель цвета

Это позволяет сделать такие заключения:

1. Кривая лучевых скоростей RV Тельца имеет два колебания.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

2. Быстрое колебание идет параллельно кривой блеска быстрого же колебания. Максимуму блеска соответствует максимум отрицательной лучевой скорости.

3. Медленное колебание блеска происходит в одной фазе с медленным колебанием лучевых скоростей. Максимуму блеска соответствует максимум отрицательный лучевой скорости.

4. Интенсивность эмиссионных линий водорода колеблется синхронно с блеском, причем максимум интенсивности опережает максимум блеска, совпадая с максимумом цветовых температур.

Таблица 16

Спектральные наблюдения RV Тельца

JD	Лучевая скорость км/с	Интенс. эмиссии	CH	φ	ψ	*H—B*	*H—Ψ*
2425183	+46	0	4	0.797	0.234	+ 9	+ 6
5690	+39	0	2	.239	.648	+17	+ 9
5875	+34	1	3	.590	.799	0	— 4
6310	+48	2	1	.117	154	— 1	+ 4
6339	+44	0	3	.486	.178	+ 2	+ 1
6431	+33	1	3	.655	.253	+ 2	— 6
6606	+41	0	3	.878	.396	+ 3	+ 9
6964	+32	0	2	.427	.689	+ 2	0
6993	+18	0	3	.796	.712	—12	—15
7020	+33	1	2	.139	.735	— 3	— 1
9897	+39	0	2	.696	.085	+ 2	— 7
2430267	+28	0	4	.398	.387	0	— 3
1710	+25	0	2	.734	.566	+ 5	— 3
1724	+41	0	3	.912	.578	+ 2	+13
1744	+22	0	2	.166	.594	— 5	— 6
1755	+ 5	0	3	.306	.603	—15	—24
1831	+25	0	3	.271	.665	+ 3	— 6
2496	+24	1	3	.721	.208	— 9	—17

E) UZ Офиуха

Изменения блеска и цвета были ранее изучены И. Г. Ждановой (9). Была также изучена периодичность этой звезды. По наблюдениям, сделанным на двухкамерном астрографе Киевской обсерватории, были определены моменты минимумов, которые показали, что в последнее время в действии такая формула периода:

$$\text{Min} = 2428923.8 + 85.88.E;\ P^{-1} = 0.0116441 \qquad (14)$$

Эта формула и была применена для приведения к одному периоду последних шести наблюдений. Первые три пришлось привести по формуле:

$$\text{Min} = 2426117.3 + 87.72.E;\ P^{-1} = 0.0113999 \qquad (15)$$

Наблюдения помещены в таблице 17.

Таблица 17

JD	Φ	$V_{км/сек}$	Эмиссия	TiO	CH	Спектр. класс
2425439	0.241	— 99	1	0	2	G6e
5688	.109	— 58	0	0	2	G6
6133	.182	— 99	1	0	0	G4e
9450	.125	— 80	2	0	1	G5e
2430087	.542	— 87	0	0	2	G4
0220	.091	— 76	0	2	2	G8
0471	.013	—120	0	0	3	G2
0484	.165	— 90	0	1	2	G8
1600	.160	— 92	2	0	2	G

К сожалению, наблюдения лучевых скоростей этой интереснейшей звезды расположились в узком интервале возрастов Ф от 0.013 до 0.271. Однако и этого оказалось достаточным для выявления интересного факта, а именно: минимум лучевых скоростей пришелся на возраст 0.11 т. е. значительно запаздывает относительно минимума блеска. Максимум водородной эмиссии упал на возраст 0.13 а минимум интенсивности полосы CH—на 0.17. Все это свидетельствует о каком то странном сдвиге кривой скоростей по отношению к кривой блеска.

Эти результаты требуют подтверждения.

F) AR Стрельца

Эта звезда вообще очень мало наблюдалась. Семь спектральных наблюдений А. Джоя были выполнены между юлианскими днями 2425518 и 2431634. Промежуток времени — столь большой, что было совершенно необходимо выбрать наиболее подходящую формулу периода, тем более, что период этой звезды по данным гарвардских астрономов переменен.

Для этой цели по гарвардским наблюдениям (22) мы определили приближенные моменты фотографических минимумов, происходивших в интересующем нас интервале. Они приведены в таблице 18. Отклонения H—A найдены относительно формулы:

$$\text{Min фотогр.} = 2425750 + 44.0.E \qquad (16)$$

Она была улучшена по способу наименьших квадратов и получилась формула (17).

$$\text{Min фотогр.} = 2425755.4 + 43.8985.E \qquad (17).$$

От нее вычислены отклонения «H—B».

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Для построения средних кривых скоростей и блеска применена формула:

$$\text{Min. фотограф.} = 2425755.4 + 87.797\,E;\quad P^{-1} = 0.0113899 \qquad (18)$$

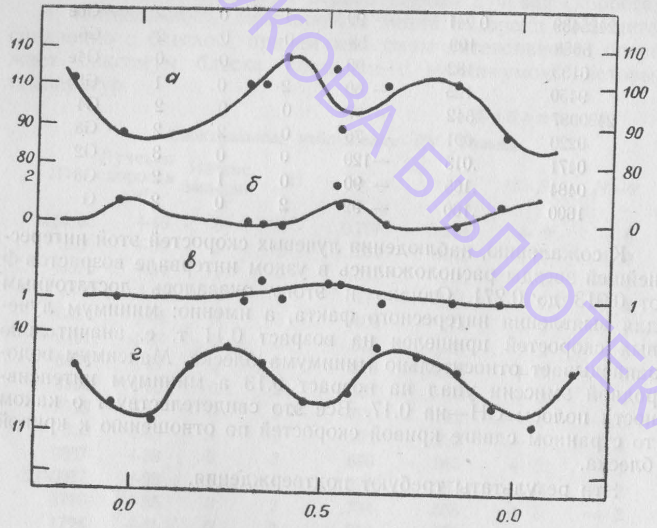


Рис. 9. Сопоставление кривых *AR* Стрельца.
а—лучевая скорость; *б*—интенсивность эмиссионных линий водорода; *в*—интенсивность полосы поглощения *CH*; *г*—блеск.

Таблица 18

Моменты минимумов AR Стрельца

Min *JD*	*E*	*H—A*	*H—B*	Min *JD*	*E*	*H—A*	*H—B*
2425750	0	+ 0	—5	2428042	52	+ 4	+4
5800	1	+ 6	+1	8398	60	+ 8	+9
6103	8	+ 1	—4	8696	67	— 2	—1
6546	18	+ 4	0	8743	68	+ 1	+3
6815	24	+ 9	+6	8831	70	+ 1	+3
6894	26	+ 0	—3	9440	84	— 6	—3
6949	27	+11	+8	9749	91	— 5	—1
7247	34	+ 1	—1	9838	93	— 4	0
7328	36	— 6	—8	9876	94	—10	—6
7552	41	— 2	—3	2430094	99	—12	—7
7596	42	— 2	—3	0144	100	— 6	—1
7683	44	— 3	—4	0196	101	+ 2	+7
7960	50	+10	+10				

Все спектральные наблюдения приведены в таблице 19.

Таблица 19

JD.	Ф	$V_{км/сек}$	Эмиссия	CH
2425518	296	—101	0	1
6164	654	—101	0	1
6242	542	— 90	1	0
9912	343	—101	0	0
2430180	396	—108	0	1
0219	840	—102	0	1
1596	524	—105	2	0
1634	957	— 88	1	1

Все фотографические наблюдения AR Стрельца (визуальных почти нет), произведенные в интервале от 2425517 и до конца гарвардского ряда, были приведены к одному периоду и была получена фотографическая средняя кривая блеска относительно формулы (18).

Она приведена в таблице 20.

Таблица 20

Фотографическая кривая блеска AR Стрельца

Ф	*m*	*n*	Ф	*m*	*n*
055	10.85	21	562	10.59	26
154	10.32	24	647	10.06	22
250	10.11	31	745	10.15	24
346	10.26	33	854	10.32	21
449	10.64	29	949	10.67	32

Графическое представление показывает, что несмотря на всю недостаточность данного материала, заметны те же самые закономерности.

G) SS Близнецов.

Спектральные наблюдения этой звезды произведены на протяжении интервала от 2423179 до 2426346. Известно из последней работы Анерта (23), что эта звезда обладает весьма изменчивым периодом; М. Бейер (24) показал, что иногда она является типичной цефеидой с периодом 44 дня, в то время как в течение других сезонов напоминает звезду типа RV Тельца с удвоенным периодом.

В таблице 21 мы собрали все моменты минимумов, наблюденных визуально. Из нее были отобраны те моменты, которые попадают внутрь интересующего нас интервала. Были вычислены отклонения H—A от формулы:

$$\text{Min} = 2423532.2 + 44.5707\ E \qquad (19),$$

которая была улучшена по способу наименьших квадратов в промежутке от E = 1 до E = + 65.

Получилась формула:

$$\text{Min} = 2423525.0 + 44.6489.\ E \qquad (20).$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Таблица 21

Моменты минимумов SS Близнецов по визуальным наблюдениям

Наблюдатель	Минимум	E	H−A	Наблюдатель	Минимум	E	H−A
		Старые наблюдения					
Люизе (25)	2418261	−118	−11.9	Люизе	2418619	−110	−10.4
Эйнбу (25)	8263	−118	−9.9		9340	−94	−2.6
	8302	−117	−15.4		9521	−90	+0.2
	8359	−116	−3.0		9699	−86	−0.1
Люизе	8360	−116	−2.0		9722	−84	+3.7
Эйнбу	8398	−115	−8.6		9881	−82	+3.6
Люизе	8445	−114	−6.1				
		Новые наблюдения					
Бейер (24)	2423478.5	−1	−9.1	Бейер	2425665.4	+48	−6.2
	3532.2	0	0.0	Анерт	5939	+54	−0.6
	3701.3	+4	−9.2		5979	+55	−4.6
	3751.8	+5	−3.3	Лаузе (26)	5982	+55	−1.6
Анерт (23)	3749.6	+5	−5.5		6026	+56	−2.2
	3794.2	+6	−5.4	Анерт	6025	+56	−3.2
Бейер	3791.6	+6	−8.0		6057	+57	−15.7
	3834.0	+7	−10.2	Лаузе	6068	+57	−4.7
Анерт	3832.6	+7	−11.6		6257	+61	+6.0
Бейер	3878.5	+8	−10.3		6293	+62	−2.6
Цесевич	4021	+11	−1.4	Анерт	6298	+62	+2.4
Бейер	4063.1	+12	−3.9	Лаузе	6333	+63	−7.2
	4105.2	+13	−6.4	Анерт	6344	+63	+3.8
Анерт	4104.1	+13	−7.5		6379	+64	−5.7
	4149.3	+14	−6.9	Лаузе	6382	+64	−2.7
Бейер	4151.5	+14	−4.7		6425	+65	−4.3
	4194.4	+15	−6.4	Анерт	6429	+65	−0.3
Анерт	4192.6	+15	−8.2		6651	+70	+1.1
	4239.0	+16	−6.3	Лаузе	6646	+70	−6.1
Бейер	4241.1	+16	−4.2		6696	+71	−0.7
	4423.5	+20	−0.1	Анерт	6695	+71	−1.7
	4461.6	+21	−6.6		6730	+72	−11.3
	4510.7	+22	−2.1	Лаузе	6741	+72	−0.3
	4547.5	+23	−9.8		6781	+73	−4.9
	4597.8	+24	−4.1	Анерт	6782	+73	−3.9
Анерт	4599.8	+24	−2.1	Лаузе	7004	+78	−4.7
Бейер	4779.0	+28	−1.2		7053	+79	−0.3
	4819.0	+29	−5.8	Анерт	7049	+79	−4.3
	4864.0	+30	−5.3		7096	+80	−1.9
	4907.2	+31	−6.7	Лаузе	7094	+80	−3.9
	4957.4	+32	−1.1		7139	+81	−3.4
	5135.0	+36	−1.7	Анерт	7140	+81	−2.4
	5172.4	+37	−8.9		7188	+82	−1.0
Анерт	5174.5	+37	−6.8		2431727	+184	−6.2
	5221.8	+38	−4.1		1776	+185	−1.8
Бейер	5222.5	+38	−3.4		1818	+186	−4.4
	5266.8	+39	−3.7		1860	+187	−6.9
Анерт	5262.7	+39	−7.8		1908	+188	−3.5
	5310.5	+40	−4.5		2082	+192	−7.8
Бейер	5311.2	+40	−3.8		2127	+193	−7.3
Анерт	5356.1	+41	−3.5		2165	+194	−13.9
Бейер	5489.0	+44	−4.3		2217	+195	−6.5
	5531.0	+45	−6.9		2264	+196	−4.3
	5579.5	+46	−3.0		2442	+200	−4.3
	5623.0	+47	+2.0				

Таким образом, все наблюдения приведены к одному периоду в соответствии с формулой:

$$\text{Min} = 2423525.0 + 89.2979.E; \quad P^{-1} = 0.01119847 \qquad (21)$$

В таблице 23 сообщаются данные о спектроскопических наблюдениях, приведенные к этой же формуле.

Было произведено сравнение визуальной и фотографической кривых блеска по наблюдениям М. Бейера (24) и Гарвардских астрономов (22). При построении средних кривых блеска и показателя цвета были использованы те же самые элементы (21).

Результаты вычислений приведены в таблице 22.

Таблица 22

Средние кривые визуального блеска и показателя цвета SS Близнецов

Φ	m	C	n	Φ	m	C	n
0.048	9.14	0.88	6	0.483	9.04	0.88	7
.105	8.98	0.78	5	.528	9.08	0.80	7
.156	8.68	0.73	8	.594	8.75	0.69	7
.177	8.64	0.77	7	.670	8.68	0.78	6
.204	8.68	0.79	5	.752	8.72	0.92	6
.259	8.71	0.86	7	.839	8.89	1.03	6
.292	8.69	1.06	4	.901	8.95	0.98	5
.363	8.96	0.91	8	.949	9.05	0.76	4
.432	9.13	1.02	6				

Сравнение кривых указывает на их подобие, но кривая показателя цвета опережает кривую блеска на 0.15 периода.

Таблица 23

Результаты спектральных наблюдений SS Близнецов

JD	Φ	$V_{км/сек}$	⊙H	Спектр.
2423179	0.125	+23	3	G5
4249	.108	+30	—	—
4539	.355	−19	2	G5
4984	.339	+ 9	3	G4
5217	.948	−17	4	G8
5347	.404	−14	—	G4
6285	.908	−14	3	G5
6312	.210	−19	1	G2
6316	.255	−15	2	G0
6322	.322	− 8	2	G2
6338	.501	− 7	1	G0
6342	.546	− 5	1	G0
6346	.591	−23	1	G2

На рисунке 10 дано представление этих наблюдений и сравнение с кривой блеска и кривой показателя цвета. Не-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

смотря на отсутствие у нас наблюдений при возрасте 0.0 очевидно, что кривая лучевых скоростей сдвинута на 0.1 периода. Также очевидно совпадение фаз кривых блеска, спектрального класса и интенсивности полос CH.

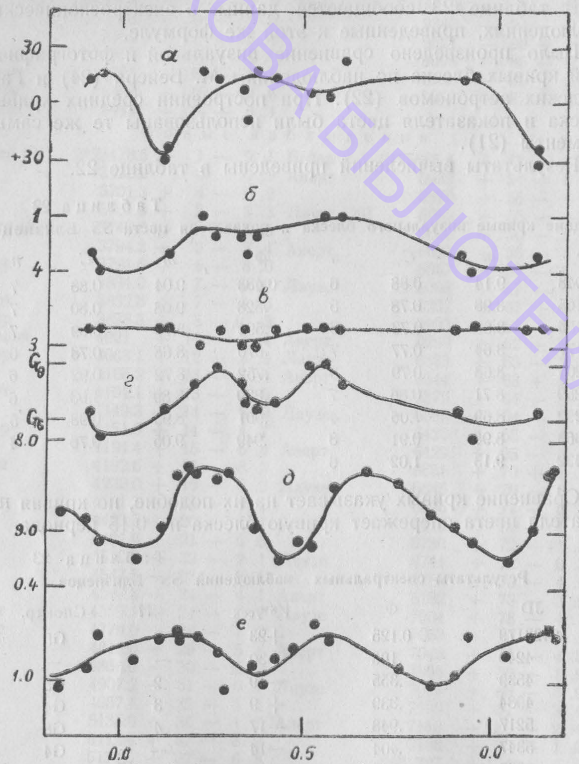


Рис. 10. Сопоставление кривых *SS* Близнецов:
а—лучевые скорости; *б*—интенсивность полосы поглощения *CH*; *в*—интенсивность линий *MH*; *г*—спектральные классы; *д*—блеск; *е*—показатель цвета

§ 4. Обработка наблюдений Р. Санфорда

Как известно, Р. Санфорд спектроскопически наблюдал четыре звезды типа RV Тельца. Как мы уже упоминали, его наблюдения неоднократно исследовались различными авторами.

Не обращая внимания на это обстоятельство, мы решили, для полноты исследования всех материалов, произвести обработку наблюдений Р. Санфорда заново. Как будет видно из изложенного ниже, это имело свой смысл.

Приводим подробное описание свойств каждой из звезд.

А) V Лисички

Период этой звезды, как известно, исследовал совсем недавно Анерт (27). Оказалось, как это впрочем было известно уже давно, что период V Лисички подвержен значительным изменениям. Можно считать, что для того промежутка времени, в течение которого были определены лучевые скорости Р. Санфорда (28), т. е. с момента 2422244 по момент 2425163, подходит линейная формула периода:

$$\text{Min} = 2420909.8 + 75{,}686.E;\ P^{-1} = 0.013212 \qquad (22)$$

Эта формула была использована для приведения всех наблюдений лучевых скоростей к одному периоду, показанных в таблице 24, в которой, как обычно, через Ф обозначен возраст относительно принятой формулы (22). Графическое представление наблюдений показывает, что здесь имеет место довольно значительное рассеяние. Поэтому мы построили среднюю кривую, которая приведена в таблице 25.

Далее было произведено сравнение кривой блеска и кривой показателя цвета, взятых из работы И. Г. Ждановой (9), с кривой лучевых скоростей. Однако надо было привести возрасты к одной формуле.

Таблица 24

Лучевые скорости V Лисички

JD 242...	Ф	*V* км/сек	Поправка км/сек	Остаток км/сек
2244	0.627	+ 2.8	— 4	+ 7
2269	.958	— 3.0	— 12	+ 9
3240	.787	— 15.1	— 12	— 3
3270	.183	— 16.0	— 15	— 1
3301	.593	— 3.2	— 5	+ 2
3329	.962	— 29.1	— 12	— 17
3360	.372	— 26.4	— 19	— 7
3598	.516	— 4.6	— 5	0
3599	.528	— 13.4	— 5	— 8
3652	.230	— 26.2	— 19	— 7
3666	.415	— 9.5	— 13	+ 4
3668	.441	— 19.8	— 10	— 10
3690	.732	— 7.2	— 10	+ 3
3697	.824	— 11.5	— 11	0
3714	.049	— 16.5	— 16	0
3715	.062	— 8.0	— 16	+ 8
3747	.485	— 9.0	— 6	— 3
3892	.401	+ 0.4	— 15	+ 15
3987	.656	— 6.0	— 4	— 2
4010	.960	— 9.5	— 13	+ 4

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 24

JD	Ф	V км/сек	Поправка км/сек	Остаток км/сек
242...				
4020	0.092	— 25.5	— 16	— 10
4038	.330	— 23.4	— 23	0
4043	.396	— 10.6	— 16	+ 6
4048	.462	+ 11.5	— 8	+ 19
4078	.858	— 4.2	— 10	+ 6
4307	.884	— 9.1	— 10	+ 1
4336	.267	— 30.2	— 23	— 7
4363	.624	— 6.9	— 4	— 3
4374	.842	— 15.6	— 10	— 6
5163	.193	— 2.8	— 15	+ 12

Таблица 25

Средняя кривая лучевых скоростей

Ф	V км/сек	n	Ф	V км/сек	n
0.068	—16.7	3	0.560	— 8.3	2
.202	—15.0	3	.636	— 3.4	3
.298	—26.8	2	.760	—11.2	2
.396	—11.6	4	.852	—10.1	4
.476	— 5.5	4	.960	—13.9	3

Дело в том, что лучевые скорости были приведены к одному периоду относительно формулы (22), а показатели цвета и кривая визуального блеска М. Бейера были построены по отношению к формуле (23):

$$\text{Min} = 2423672.0 + 75.98 \cdot E \qquad (23)$$

Перестраивать кривую блеска и показателя цвета заново не имело смысла.

По времени к спектральным наблюдениям ближе всего подходят кривые блеска и цвета, полученные в промежутке между 2423665 и 2424994.

Если вычислить моменты минимумов по той и другой формулам, то получается:

Минимум по (22)	Минимум по (23)	Разность
2423710.2	2423672.0	38.2
2424996.8	2424963.7	33.1
Среднее		35.6=0.470 P

Так как элементы (23) дают минимум систематически раньше, чем элементы (22), то возрасты, получаемые по ним, больше возрастов, получаемых по элементам (22) на 0.470 долей периода. Поэтому для приведения к формуле (22) надо от возрастов (23) отнять 0.470. Это и было сделано. В таблице 26 введен столбец Ф′ в котором указаны возрасты от формулы (22). Конечно, это действие приближенное, но оно не может внести больших ошибок. В элементах (22) за нулевой момент взят вторичный минимум блеска.

Таблица 26

Средние кривые блеска и цвета V Лисички, полученные из наблюдений М. Бейера

Ф	n	$m_{виз}$	C	Ф′
0.058	5	9.12	1.09	0.588
.143	8	8.50	1.16	.673
.266	8	8.52	1.26	.796
.314	7	8.48	1.27	.844
.373	6	8.66	1.22	.903
.429	5	8.78	1.34	.959
.474	5	8.85	1.08	.004
.550	8	8.56	1.18	.080
.626	5	8.48	1.21	.156
.678	5	8.52	1.24	.208
.734	5	8.64	1.37	.264
.776	6	8.66	1.48	.306
.854	7	8.87	1.54	.384
.961	2	9.54	1.12	.491

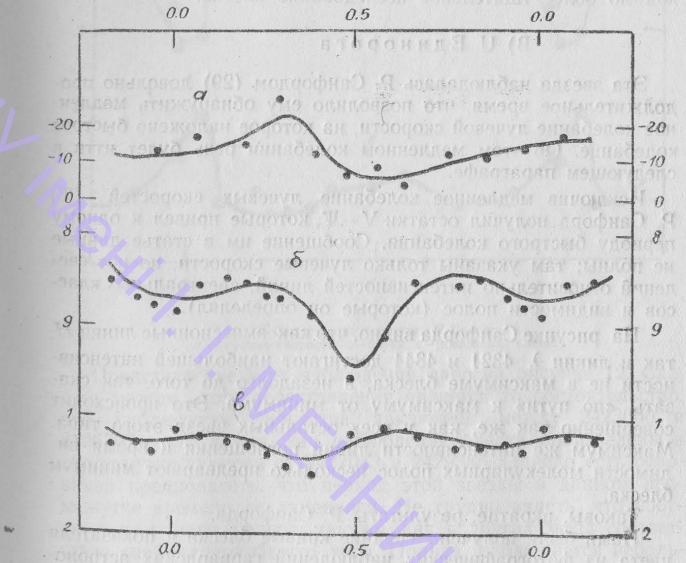


Рис. 11. Сопоставление кривых V Лисички:
а – лучевые скорости; б – блеск; в – показатель цвета.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

На рисунке 11 показаны все кривые, приведенные к одной системе. Результаты совершенно очевидны. После глубокого минимума блеска, совпадающего с глубоким минимумом лучевых скоростей, следует высокий максимум блеска и низкий максимум скоростей. Вторичный минимум лучевых скоростей еле заметен, но зато хорошо выражен высокий максимум лучевых скоростей, совпадающий с вторичным максимумом блеска.

Все это происходит в том же порядке, как и у подавляющего большинства звезд этого типа.

Однако кривая лучевых скоростей, соответствующая быстрому колебанию блеска, недостаточно хорошо удовлетворяет наблюдениям. Имеют место большие остатки. Мы попытались «снять» быстрое колебание. Поправки в зависимости от возраста указаны в таблице 24. Разности наблюденных скоростей и этих поправок указаны в последнем столбце. Попытка представить их графически дает возможность предполагать, что существуют медленные колебания с периодом порядка 900 суток. Однако поверхностные попытки отыскать следы этого колебания в блеске переменной не увенчались успехом. Необходимо более тщательное исследование блеска.

B) U Единорога

Эта звезда наблюдалась Р. Санфордом (29) довольно продолжительное время, что позволило ему обнаружить медленное колебание лучевой скорости, на которое наложено быстрое колебание. Об этом медленном колебании речь будет итти в следующем параграфе.

Исключив медленное колебание лучевых скоростей (Ψ) Р. Санфорд получил остатки V—Ψ, которые привел к одному периоду быстрого колебания. Сообщение им в статье данные не полны; там указаны только лучевые скорости, но нет сведений относительно интенсивностей линий, спектральных классов и видимости полос (которые он определял).

На рисунке Санфорда видно, что как эмиссионные линии H_γ так и линии λ 4321 и 4344 достигают наибольшей интенсивности не в максимуме блеска, а незадолго до того, так сказать, «по пути» к максимуму от минимума. Это происходит совершенно так же, как у всех остальных звезд этого типа. Максимум же интенсивности линий поглощения и время видимости молекулярных полос несколько предваряют минимум блеска.

Таковы, вкратце, результаты Р. Санфорда.

Нами были получены средние кривые блеска и показателя цвета из фотографических наблюдений гарвардских астрономов и визуальных наблюдений М. Бейера (30) (таблица 27).

Поэтому мы решили для сравнения кривых привести все наблюдения Р. Санфорда к одному периоду относительно той же формулы периода:

$$\text{Min} = 2427026 + 92{,}26.E; \quad P^{-1} = 0.0108389 \qquad (24)$$

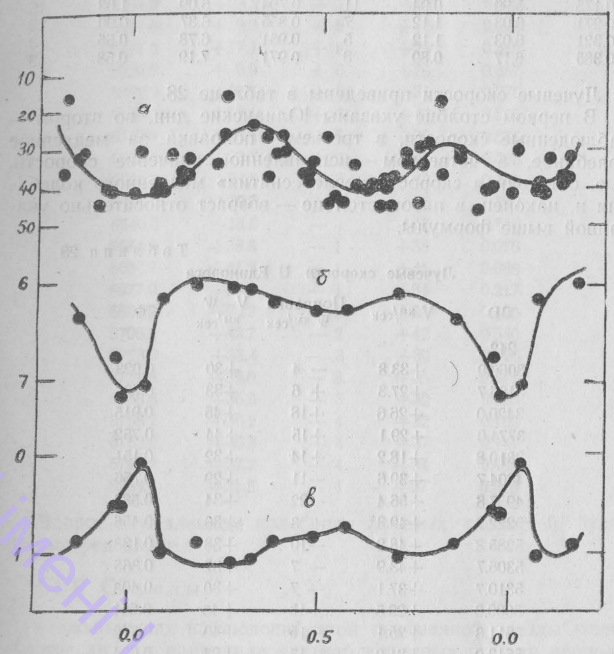


Рис. 12. Сопоставление кривых *U* Единорога.
а—лучевые скорости; *б*—блеск; *в*—показатель цвета.

Представление всех наблюдений дано на рисунке 12. Слабым местом этого сопоставления является то обстоятельство, что наблюдения скоростей заключены между 2423060 и 2426797, в то время, как наблюдения блеска произведены в промежутке времени от 2427043 и 2429385. Однако есть основания предполагать, что период этой звезды в данном промежутке времени не изменился. Не трудно видеть, что соответствие кривых полное; так же, как и других звезд соответствие «цефеидоподобного» типа. Правда, наблюдается небольшое расхождение фаз кривых.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Таблица 27

Средние кривые показателя цвета и визуального блеска U Единорога

Ф	m	C	n	Ф	m	C	n
P				P			
0.030	7.03	0.06	2	0.493	6.28	0.83	7
0.082	6.16	1.01	14	0.574	6.21	0.74	9
0.175	5.99	0.94	11	0.704	6.09	1.03	16
0.271	6.03	1.12	7	0.855	6.37	0.90	12
0.321	6.03	1.12	5	0.951	6.78	0.55	8
0.385	6.17	0.89	8	0.971	7.19	0.58	3

Лучевые скорости приведены в таблице 28.

В первом столбце указаны Юлианские дни, во втором — наблюденные скорости, в третьем — поправка за медленное колебание, в четвертом — исправленное значение скорости, т. е. остаточная скорость после «снятия» медленного колебания и, наконец, в пятом столбце — возраст относительно указанной выше формулы.

Таблица 28

Лучевые скорости U Единорога

JD	V км/сек	Поправка Ψ км/сек	V—Ψ км/сек	Ф
242..				
3060.9	+33.8	— 4	+30	0.023
3126.7	+27.3	+ 6	+33	0.736
3420.0	+26.6	+18	+45	0.915
3774.0	+29.1	+15	+44	0.752
3810.8	+18.2	+14	+32	0.151
4604.7	+39.6	—11	+29	0.756
4957.8	+56.4	—22	+34	0.583
5222.9	+49.3	+ 3	+36	0.456
5285.8	+48.2	—10	+38	0.138
5306.7	+43.9	— 7	+37	0.365
5310.7	+37.1	— 7	+30	0.408
5609.9	+29.5	+15	+45	0.651
5611.8	+25.1	+15	+40	0.672
5613.9	+21.9	+15	+37	0.694
5700.7	+21.3	+18	+39	0.635
5703.6	+19.9	+18	+38	0.667
5907.0	+14.1	+17	+31	0.871
5936.0	+33.5	+17	+51	0.186
5962.0	+20.0	+16	+36	0.467
5969.9	+28.2	+16	+44	0.553
5981.8	+28.8	+16	+45	0.682
6023.7	+22.6	+14	+37	0.136
6054.6	+24.9	+13	+38	0.471
6082.7	+15.5	+13	+28	0.776
6263.0	+26.6	+ 7	+34	0.730
6266.0	+26.5	+ 7	+34	0.762

Продолжение таблицы 28

JD	$V_{км/сек}$	Поправка $\Psi_{км/сек}$	$V-\Psi$ км/сек	Ф
6283.0	+32.7	+ 7	+40	0.947
6288.0	+34.4	+ 7	+41	0.001
6294.0	+33.2	+ 7	+40	0.066
6311.0	+ 9.9	+ 6	+16	0.250
6317.0	+17.1	+ 6	+23	0.315
6320.9	+ 9.9	+ 6	+26	0.357
6322.9	+25.5	+ 6	+31	0.379
6335.9	+38.1	+ 6	+44	0.520
6342.9	+33.4	+ 6	+39	0.596
6345.9	+33.7	+ 6	+40	0.628
6374.7	+34.3	+ 6	+40	0.941
6402.7	+20.9	+ 5	+26	0.243
6640.0	+18.0	— 1	+17	0.816
6664.0	+38.6	— 1	+38	0.076
6664.9	+41.8	— 1	+41	0.086
6677.0	+35.2	— 1	+34	0.217
6693.9	+28.2	— 2	+26	0.400
6706.8	+43.7	— 2	+42	0.540
6723.9	+33.4	— 3	+30	0.726
6731.8	+39.0	— 3	+36	0.811
6736.8	+35.0	— 3	+32	0.865
6758.7	+36.2	— 4	+32	0.103
6762.8	+40.8	— 4	+37	0.147
6793.7	+37.7	— 4	+34	0.482
6796.7	+31.3	— 4	+27	0.515

Вопрос о медленном колебании лучевых скоростей будет рассмотрен далее.

C) R Стрелы

Спектральных наблюдений этой переменной звезды мало. Многие авторы приводили эти наблюдения к одному периоду и хорошей кривой не получали. Только А. А. Илинич (5) догадался, что мы имеем здесь дело с наложением еще одного медленного колебания скоростей, но периода этого колебания получить он не мог. В. П. Цесевич (1) получил период медленного колебания блеска, равный 1112 суткам.

Требовалось разделение этих двух колебаний. Мы решили его сделать по примеру RV Тельца при помощи гармонического анализа. Были вычислены две совокупности возрастов;

Возрасты в медленном колебании Ψ вычислялись относительно формулы В. П. Цесевича:

$$\text{Min} = 2414402 + 1112.\ E;\ \Pi^{-1} = 0.000899. \qquad (25)$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Возрасты в быстром колебании φ вычислялись относительно формулы:

$$\text{Min} = 2423621.4 + 70.824 \cdot E; \quad P^{-1} = 0.014120. \qquad (26)$$

Эта формула удовлетворяет почти во всем промежутке времени, охваченном спектральными наблюдениями. В таблице 29 приведены моменты наблюдений, лучевые скорости, оба возраста φ и ψ, а также величины Ψ, v_φ и $v_{\varphi\ выч.}$, смысл которых будет объяснен ниже.

После этого были составлены условные уравнения вида:

$$v = a + b\sin 360^\circ\psi + c\cos 360^\circ\psi + d\sin 360^\circ\varphi + e\cos 360^\circ\varphi + f\sin 720^\circ\varphi + g\cos 720^\circ\varphi,$$

которые были решены по способу наименьших квадратов, в две руки. Вторую руку вычисляла Г. Т. Коваль. В результате довольно кропотливых вычислений была получена такая формула:

$$v = 9.8 + 11.9\sin 360^\circ\psi + 4.1\cos 360^\circ\psi + 4.6\sin 360^\circ\varphi + 1.6\cos 360^\circ\varphi + 2.4\sin 720^\circ\varphi + 1.3\cos 720^\circ\varphi. \qquad (27)$$

В ней первые два члена дают медленное колебание скоростей, которое предположено синусоидальным, при произвольной начальной фазе. Этот член был вычислен и обозначен через Ψ.

Итак $$\Psi = 9.8 + 11.9\sin 360^\circ\psi + 4.1\cos 360^\circ\psi. \qquad (28)$$

Значения величины Ψ приведены в таблице 29. Они нарисованы и на графике 16, который также содержит взятую из работы В. П. Цесевича кривую блеска. Данные сравнения кривых будут приведены в следующем параграфе.

Затем из всех наблюденных лучевых скоростей мы вычли величины Ψ т. е. тем самым «сняли» медленное колебание. Оставшиеся величины были обозначены v_φ и указаны в таблице 29. Была сделана попытка построить график, представляющий эти величины в зависимости от возраста быстрого колебания. Получилось большое рассеяние, правда, в три раза меньшее, чем рассеяние точек нанесенных по возрастам φ без учета медленного колебания. Провести кривую от руки мы не рискнули. Поэтому по остальным членам формулы

$$v_{\varphi выч.} = 4.6\sin 360^\circ\varphi + 1.6\cos 360^\circ\varphi + 2.4\sin 720^\circ\varphi + 1.3\cos 720^\circ\varphi \qquad (29)$$

было произведено вечисление величин $v_{\varphi\ выч.}$, которые также указаны в таблице 29. Это так сказать «теоретические» значения, полученные по формуле (29), представляющей решение задачи по способу наименьших квадратов. Наконец были найдены «остатки» от этой формулы, т. е. отклонения наблюденных скоростей от вычисленных по полной формуле (27). Они приведены в последнем столбце таблицы.

После этого мы произвели сравнение кривых не с индивидуальными наблюдениями, а с «теоретической» кривой быстрого колебания. На рисунке 13 показаны кривые лучевых скоростей, блеска и показателя цвета.

Таблица 29

Лучевые скорости R Стрелы

JD	$V_{км/сек}$	φ	ψ	Ψ	v_φ	$v_{\varphi\ выч}$	$H-B$
242...							
1828	— 8.4	0.677	0.676	— 2.6	— 5.6	— 3.7	— 1.9
2145	+ 31.8	0.153	0.961	+ 10.9	+ 20.9	+ 6.5	+ 14.9
3329	+ 0.2	0.871	0.025	+ 15.8	— 15.6	— 4.7	— 10.9
3650	+ 8.8	0.404	0.314	+ 19.1	— 10.3	— 0.5	— 9.8
3687	+ 22.4	0.926	0.347	+ 17.3	+ 5.1	— 1.8	+ 6.9
3749	+ 9.2	0.802	0.403	+ 13.2	— 4.1	— 6.3	+ 2.3
4010	— 1.0	0.487	0.638	— 1.9	+ 0.9	— 0.3	+ 1.2
4066	+ 17.2	0.278	0.688	— 2.7	+ 19.9	— 7.8	+ 27.7
4363	+ 10.8	0.471	0.955	+ 10.4	+ 0.4	— 0.4	+ 0.8
4418	+ 13.2	0.248	0.004	+ 14.2	— 1.0	+ 3.4	— 4.4
4747	+ 22.0	0.893	0.300	+ 19.8	+ 2.2	— 3.7	+ 5.9
4750	+ 21.3	0.936	0.303	+ 19.7	+ 1.6	— 1.2	+ 2.8
4779	+ 25.2	0.345	0.329	+ 18.4	+ 6.8	+ 0.2	+ 6.6
4808	+ 4.2	0.755	0.355	+ 16.7	— 12.5	— 6.0	— 6.5
4834	+ 22.2	0.122	0.378	+ 15.1	+ 7.1	+ 6.8	+ 0.3
4841	+ 20.6	0.221	0.385	+ 14.6	+ 6.0	+ 3.9	+ 2.1
4867	∓ 8.2	0.588	0.408	+ 12.9	— 4.7	— 1.0	— 3.7
5079	+ 4.9	0.581	0.599	— 0.4	+ 5.3	— 0.9	+ 6.2
5158	— 3.7	0.697	0.670	— 2.6	— 1.1	— 4.4	+ 3.3
5164	— 10.1	0.782	0.675	— 2.7	— 7.4	— 6.3	— 1.1
5362	— 1.8	0.577	0.853	+ 2.8	— 4.6	— 0.8	— 3.8
5367	+ 4.5	0.648	0.858	+ 3.1	+ 1.4	— 2.7	+ 4.1
5395	+ 6.3	0.043	0.883	+ 4.8	+ 1.5	+ 5.1	— 3.6
5401	— 0.4	0.128	0.888	+ 5.2	— 5.6	+ 6.8	— 12.4
5410	— 7.6	0.255	0.896	+ 5.8	— 13.4	+ 3.1	+ 16.5
5421	+ 5.0	0.410	0.906	+ 6.6	— 1.6	— 0.5	— 1.1
5432	+ 7.4	0.566	0.916	+ 7.3	+ 0.1	— 0.7	+ 0.8
5438	+ 6.3	0.650	0.921	+ 7.7	— 1.4	— 2.8	+ 1.4

В высшей степени удивительным является тот факт, что «теоретическая» кривая имеет очень правдоподобный вид, несмотря на то, что рассеяние отклонений от нее весьма велико. Несомненно, что разложение кривых вполне реально и что период медленного колебания, ранее найденный В. П. Цесевичем из наблюдений блеска этой звезды, полностью подтверждается спектральными наблюдениями.

На рисунке 13 приведено сравнение «теоретической» кривой лучевых скоростей с кривыми блеска и цвета, полученными В. П. Цесевичем из наблюдений М. Бейера и гарвардских астрономов. Была использована таблица 4 из его работы. Хотя приведение к одному периоду при обработке кривой лу-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

чевых скоростей сделано с другим значением периода (при изучении блеска взят P = 70.84, а скоростей P = 70,824), мы можем считать, что систематическое различие возрастов тех и других кривых не существенно.

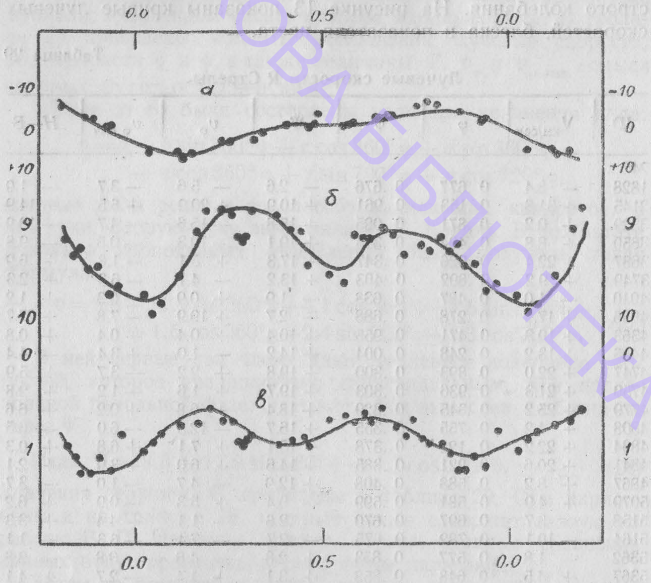


Рис. 13. Сопоставление кривых R Стрелы.
$а$—лучевые скорости (после удаления медленного колебания); $б$—блеск; $в$—показатель цвета.

На рисунке 13 сопоставлены все указанные данные. Мы видим, что кривая скоростей в точности подобна тем кривым, которые получились при изучении других звезд.

Этим мы заканчиваем изучение наблюдений Р. Санфорда, так как свойства четвертой звезды—AC Геркулеса были подробно описаны под тем же углом зрения в параграфе 2.

§ 5. Замечание о переменной звезде UU Геркулеса

Мы уже упоминали, что переменная звезда UU Геркулеса (31) замечательна чередованием периодичности. Этот вопрос многократно изучался и было установлено, что временами имеет место период, равный 72 суткам, а в другие промежутки времени—90 суткам.

В. П. Цесевич в только что опубликованной работе (37) изучал колебания показателей цвета UU Геркулеса и нашел

такие же изменения и в цвете. Представило известный интерес изучить наблюдения А. Джоя, который исследовал спектральные свойства этой звезды.

Наблюдения А. Джоя охватывают промежуток времени с 2423889 по 2426516. Кривые показателей цвета изучались В. П. Цесевичем в промежутках:

2425325—2427886, когда действовал период 90 суток,

2427929—2429307, когда действовал период, равный 71 суткам.

К сожалению, только треть спектральных наблюдений падает на первый из этих промежутков.

Мы привели все спектроскопические наблюдения к одному периоду относительно формулы:

$$\text{Max} = 2425153 + 90 \,.\, E; \quad P^{-1} = 0.01111. \qquad (30)$$

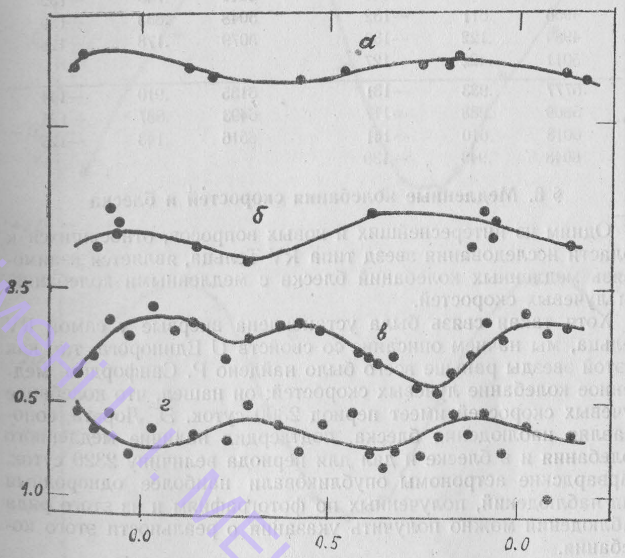


Рис. 14. Сопоставление кривых *UU* Геркулеса:
$а$—лучевые скорости в интервале 2424759—5079; $б$—лучевые слорости в интервале 2425777—6516; $в$—блеск; $г$—показатель цвета.

Возрасты относительно этих элементов указаны в следующей таблице. Не трудно видеть, что первые четыре наблюдения не дают плавной кривой. Они не дают кривой и при допущении 71-дневного периода. Следовательно, в это время бы-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

ла «передышка», в течение которой звезда вообще изменяет блеск неправильно.

На рисунке 14 показано, что наблюдения, сделанные в промежутке от 2424750 до 2425079, ложатся на кривую с небольшой амплитудой. Наблюдения, выполненные между 2425777—2426516, также дают плавную кривую с большей амплитудой. Однако, между этой кривой и кривыми блеска и цвета никакого соответствия рассмотренного выше типа нет. Поэтому UU Геркулеса не принадлежит к типу RV Тельца.

Спектральные наблюдения *UU* Геркулеса даны в таблице 30.

Таблица 30

JD	Ф	$v_{км/сек}$	JD	Ф	$v_{км/сек}$
2423889	0.957	—128	2423926	0.368	—137
3916	.257	—142	4417	.823	—121
4750	.523	—130	5040	.745	—132
4956	.811	—132	5048	.833	—139
4984	.122	—130	5079	.178	—126
5011	.422	—127			
5777	.933	—131	6135	.910	—144
5809	.288	—117	6493	.887	—125
6018	.610	—141	6516	.143	—125
6048	.943	—139			

§ 6. Медленные колебания скоростей и блеска

Одним из интереснейших и новых вопросов, относящихся к области исследования звезд типа RV Тельца, является взаимосвязь медленных колебаний блеска с медленными колебаниями лучевых скоростей.

Хотя такая связь была установлена впервые у самой RV Тельца, мы начнем описание со свойств U Единорога, так как у этой звезды раньше всего было найдено Р. Санфордом медленное колебание лучевых скоростей; он нашел, что колебание лучевых скоростей имеет период 2300 суток. Э. Лорета, сопоставляя наблюдения блеска, подтвердил наличие медленного колебания и в блеске и дал для периода величину 2320 суток. Гарвардские астрономы опубликовали наиболее однородный ряд наблюдений, полученных по фотографиям и из этого ряда наблюдений можно получить указания о реальности этого колебания.

Поверхностное сравнение наблюдений не подтверждает выводов Э. Лорета. Однако, по нашей просьбе Е. Н. Крамер и Г. Т. Коваль вычислили возрасты всех гарвардских наблюдений относительно периода Э. Лорета и произвольного начального момента, т. е. относительно формулы:

$$T = 2414949 + 2320 \cdot E; \quad P^{-1} = 0.000431034. \qquad (31)$$

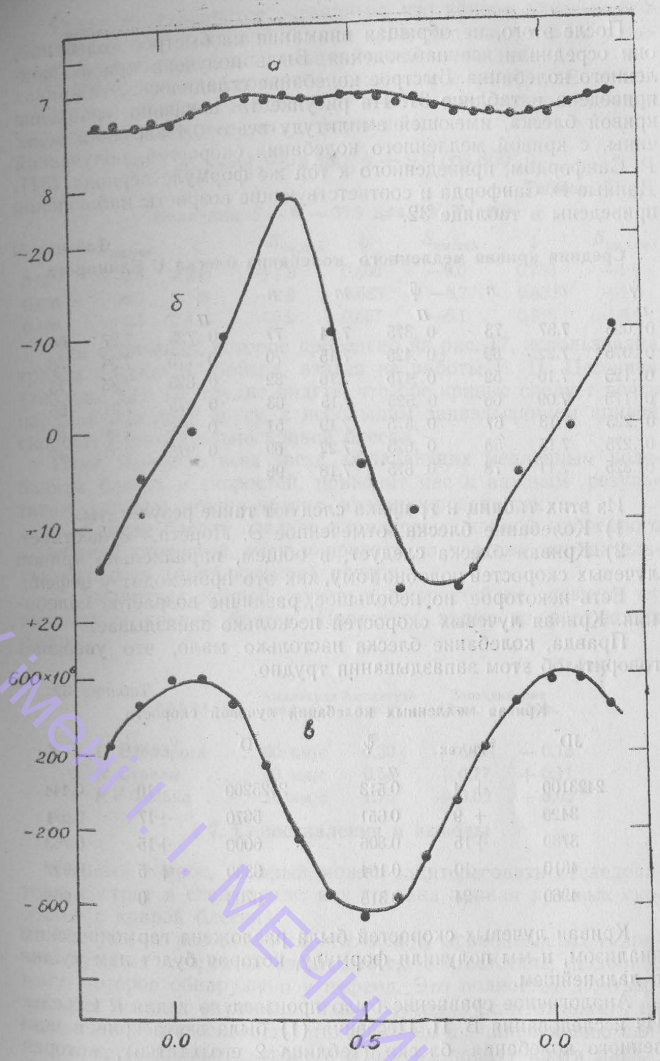


Рис. 15. Медленные колебания *U* Единорога. На горизонтальной оси отложены возрасты ψ. *а*—кривая блеска; *б*—кривая лучевых скоростей; *в*—кривая изменения радиусов оболочки (верхнего яруса).

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

После этого, не обращая внимания на быстрое колебание, они осреднили все наблюдения. Была получена кривая медленного колебания. Быстрое колебание сгладилось. Эта кривая приведена в таблице 31. На рисунке 15 показано сравнение кривой блеска, имеющей амплитуду всего 0.4 звездной величины, с кривой медленного колебания скоростей, полученной Р. Санфордом, приведенного к той же формуле периода (31). Данные Р. Санфорда и соответствующие возрасты наблюдений приведены в таблице 32.

Таблица 31

Средняя кривая медленного колебания блеска U Единорога

ψ	m	n	ψ	m	n	ψ	m	n
Π			Π			Π		
0 .025	7.37	73	0 .375	7.14	77	0 .725	7.27	60
0 .075	7.22	69	0 .425	7.15	70	0 .775	7.34	56
0 .125	7.16	52	0 .475	7.16	82	0 .825	7.35	75
0 .175	7.09	66	0 .525	7.15	63	0 .875	7.31	56
0 .225	7.13	67	0 .575	7.19	51	0. 925	7.36	53
0 .275	7.15	58	0 .625	7.22	69	0 .975	7.31	47
0 .325	7.11	78	0. 675	7.18	96			

Из этих таблиц и графика следуют такие результаты.

1) Колебание блеска, отмеченное Э. Лорета,—существует.

2) Кривая блеска следует, в общем, параллельно кривой лучевых скоростей подобно тому, как это происходит у цефеид.

Есть некоторое, но небольшое, различие возрастов колебаний. Кривая лучевых скоростей несколько запаздывает.

Правда, колебание блеска настолько мало, что уверенно говорить об этом запаздывании трудно.

Таблица 32

Кривая медленных колебаний лучевой скорости

JD	$v_{км/сек}$	ψ	JD	$v_{км/сек}$	ψ
		Π			Π
2423100	+ 4	0.513	2425260	—10	0.444
3420	+ 9	0.651	5670	+17	0.621
3780	+15	0.806	6000	+15	0.763
4610	—10	0.164	6380	+ 5	0.927
4960	—24	0.315	6700	0	0.065

Кривая лучевых скоростей была разложена гармоническим анализом, и мы получили формулу, которая будет нам нужна в дальнейшем.

Аналогичное сравнение было произведено и для R Стрелы. Из исследования В. П. Цесевича (1) была взята кривая медленного колебания блеска (таблица 2 его статьи), которая была нанесена на графике совместно с кривой величины Ψ взятой из таблицы 29.

Сразу же становится очевидным, что кривая лучевых скоростей связана с кривой блеска примерно также, как у цефеид, но несколько запаздывает относительно нее.

У RV Тельца наблюдается то же самое явление. В таблице 33 мы приводим величину $\Psi - 36.9$ для равноотстоящих значений Ψ вычисленную по формуле:

$$\Psi - 36.9 = 1.9 \sin 360° \psi + 9.0 \cos 360° \psi.$$

Таблица 33

Величина $S = \Psi - 36{,}9$ для RV Тельца

ψ	$S_{км/сек}$	ψ	$S_{км/сек}$	ψ	$S_{км/сек}$	ψ	$S_{км/сек}$
0.000	+9.0	0.250	+1.9	0.500	—9.0	0.750	—1.9
0.083	+8.7	0.333	—2.9	0.583	—8.7	0.833	+2.9
0.166	+6.1	0.416	—6.9	0.667	—6.1	0.916	+6.9

Для сравнения, которое проведено на рис. 17, использована кривая блеска М. Бейера, взятая из работы В. П. Цесевича (таблица 12). Не трудно видеть, что обе кривые следует почти параллельно друг другу, с небольшим запаздыванием кривой скоростей относительно кривой блеска.

Итак, изучение всех звезд, обладающих медленным колебанием блеска и скоростей, приводит нас к важным результатам, которые можно кратко сформулировать так:

1. Кривая блеска следует параллельно кривой медленного колебания скоростей, если направить на чертеже отрицательные скорости (приближения) наверх.

2. Амплитуда кривой лучевых скоростей не зависит от амплитуды кривой блеска. Последнее видно из следующих цифр:

Таблица 34

Звезда	Амплитуда скоростей	Амплитуда блеска	Запаздывание Макс.	Мин.
		m		
U Единорога . .	40 км/с	0.30	+ 0.06	— 0.15
R Стрелы . . .	23 км/с	0.55	+ 0.17	+ 0.11
RV Тельца . . .	19 км/с	1.70	+ 0.02	+ 0.05

§ 7. Сопоставления и выводы

Первый вопрос, который может заинтересовать исследователя, состоит в следующем: как связана кривая лучевых скоростей с кривой блеска?

Мы уже не раз отмечали, что между кривой блеска и кривой лучевых скоростей наблюдается соответствие, подобное тому, которое обнаружено у цефеид. Это полностью подтверждается во всех изученных нами случаях. Если отложить на вертикальной оси скорость приближения по направлению снизу вверх, то кривые скоростей и блеска пойдут почти параллельно друг другу; элементы этих кривых мы приводим в

КИЇВСЬКА ОРДЕНА ЛЕНІНА ДЕРЖАВНА БІБЛІОТЕКА ІМЕНІ І. ФРАНКА

таблице 35. В этой таблице указаны для десяти звезд следующие данные: названия, период, моменты первого максимума, второго минимума и второго максимума блеска (момент главного минимума принят за нуль), моменты экстремумов луче-

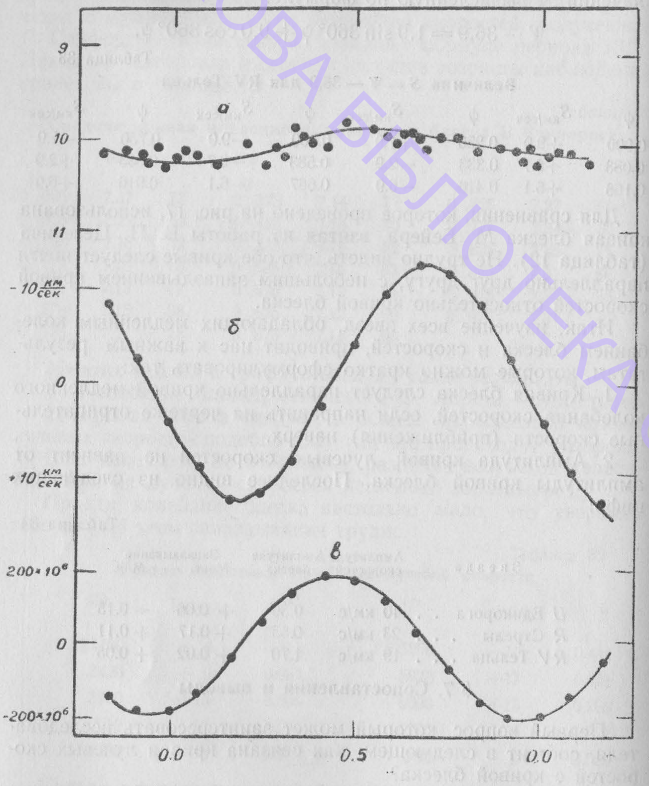


Рис. 16. Медленные колебания R Стрелы. На горизонтальной оси отложены возрасты ψ. $а$—кривая блеска; $б$—кривая лучевых скоростей; $в$—кривая изменения радиусов оболочки (верхнего яруса).

вых скоростей (взятых с обратным знаком) и величины амплитуд блеска и скоростей. Под амплитудой AI мы понимаем разность высоты первого максимума и глубины главного минимума, AII — разность глубин вторичного и главного

минимумов, $AIII$ — разность высоты второго максимума и глубины первого минимума.

Интересны следующие общие выводы, которые можно сделать из таблицы 35.

1. Нет никакой зависимости между амплитудами блеска и лучевых скоростей. (Зависимость Д. Мак-Лофлина, найденная им для R Щита, для совокупности звезд не подтверждается).

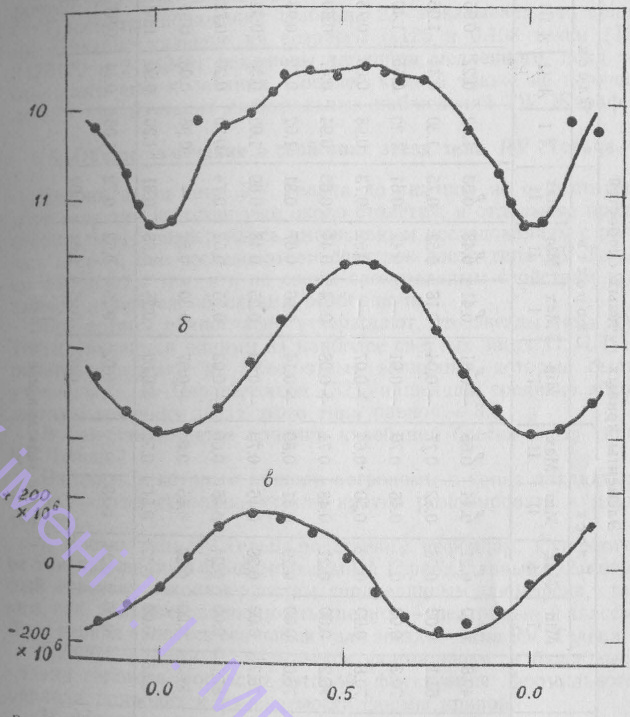


Рис. 17. Медленные колебания RV Тельца. На горизонтальной оси отложены возрасты ψ. $а$—кривая блеска; $б$—кривая лучевых скоростей; $в$—кривая изменения радиусов оболочки (верхнего яруса).

2. В среднем у всех звезд амплитуды колебаний блеска и амплитуды лучевых скоростей одинаковы.

3. Кривая лучевых скоростей почти подобна кривой блеска, но запаздывает относительно последней на 0.03 периода, т. е. в среднем на двое суток.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Таблица 35

Элементы кривых лучевых скоростей

Название	P	Блеск				Скорость				Блеск			Скорость		
		Min I	Max I	Min II	Max II	Min I	Max I	Min II	Max II	A I	A II	A III	A I	A II	A III
DF Лебедя . . .	49.8	0.00	0.21	0.44	0.65	−0.01	0.41	0.48	0.63	1.02	0.22	0.95	20	18	20
TT Офиуха . . .	61.1	0.00	0.26	0.52	0.77	−0.04	0.18	0.52	0.75	1.30	0.44	1.06	31	9	36
V 360 Лебедя . .	70.3	0.00	0.25	0.46	0.70	−0.01	—	0.42	0.61	1.30	0.55	1.40	33	1	48
R Стрелы	70.8	0.00	0.22	0.50	0.64	+0.07	—	0.52	0.73	0.98	0.30	0.78	9	8	14
AC Геркулеса . .	75.2	0.00	0.21	0.48	0.71	+0.08	0.24	0.44	0.65	0.94	0.47	0.80	18	4	30
V Лисички . .	76.0	0.00	0.29	0.51	0.80	+0.14	0.26	0.67	0.81	1.02	0.72	0.98	4	11	23
RV Тельца . . .	78.7	0.00	0.28	0.46	0.70	−0.03	0.25	0.48	0.69	1.02	0.58	0.92	31	18	28
AR Стрельца . .	87.9	0.00	0.24	0.46	0.65	−0.03	0.25	0.52	0.74	0.70	0.20	0.72	18	6	16
SS Близнецов . .	89.3	0.00	0.20	0.45	0.64	+0.07	0.30	0.51	—	0.98	0.08	0.94	46?	38?	50?
U Единорога . .	92.3	0.00	0.17	0.51	0.72	+0.02	0.28	0.58	0.81	1.20	0.90	1.08	17	1	12
Среднее . . .	—	0.00	0.23	0.48	0.70	0.02	0.28	0.52	0.72	1.06	0.44	0.98	20	8	25
Запаздывание	—	—	—	—	—	0.02	0.05	0.04	0.02						

Среднее запаздывание = 0.03

4. У всех объектов первый максимум блеска выше второго, а первый максимум лучевых скоростей ниже второго. Это можно считать вполне доказанным фактом.

В последней строке таблицы 35 указаны средние значения.

Интересно отметить, что SS Близнецов выпадает из общего хода, как по положению первого минимума лучевых скоростей, так и по амплитуде.

Просмотр наблюдений (таблица 23) показывает, что видимо случайно упавшие на возрасты 0.125 и 0.108 точки (JD 2423179 и 2424249) искажены влиянием медленного, пока не открытого еще колебания. Средней кривой также не получилось и при изучении спектральных наблюдений TW Жирафа.

§ 8. Общие замечания о свойствах звезд типа RV Тельца

Теории звезд типа RV Тельца до сих пор не существует, хотя этот тип известен уже около столетия, и отдельные представители его подвергались интенсивным исследованиям с разных сторон. Все исследователи спектров звезд типа RV Тельца согласны с тем, что по своим спектральным свойствам эти звезды являются объектами особенными.

Все авторы единогласно утверждают, что звезды типа RV Тельца являются одними из наиболее светлых звезд. П. П. Паренаго определял их абсолютные величины, которые были уточнены Е. Д. Перепелкиной (32), нашедшей среднюю абсолютную величину звезд этого типа равной — 3.5.

В чем заключается причина колебаний блеска звезд типа RV Тельца?

Взгляды, к которым пришли астрономы в конце двадцатых годов нашего столетия, можно кратко резюмировать в двух тезисах.

I. Звезды типа RV Тельца родственны цефеидам. Существует так называемый фундаментальный период, равный P/2, который отвечает закономерностям, справедливым для цефеид, таким, как, например, зависимость «период—спектральный класс». Этот период является основным для звезды типа RV Тельца.

Период, равный P, называется формальным, и была высказана гипотеза, согласно которой флуктуация формального периода приводит к изменяемости формы кривой.

II. Наличие двух периодов предлагали объяснять чем то вроде резонансного усиления интерферирующих колебаний. Предполагали, что у звезды есть ядро и оболочка, вращающиеся с различными угловыми скоростями ω_1 и ω_2. Тогда разность угловых скоростей должна была привести к флуктуациям объема и блеска, имеющим период соответствующий разности:

$$\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2 = 2\pi \frac{P_2 - P_1}{P_1 \cdot P_2}.$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Это было развитием идей Д. Джинса о дроблении цефеид, как известно, в настоящее время окончательно оставленных.

Вольтьер и Клювер в конце тридцатых годов развивали теорию пульсации цефеид в различных тональностях и пришли к заключению, что при сложении различных тональностей может возникнуть гармоническое колебание звезды с периодом биения.

Исходя из этого, Клювер (33) пыталась произвести сложный гармонический анализ кривой блеска RV Тельца. Решение такого типа надо считать формальным, так же, как и периодограммный анализ, который в свое время произвел Ван дер Бильт. Во всяком случае работа Клювер не прибавила ясности в вопрос о физическом состоянии звезд типа RV Тельца.

Можно указать одно возражение, которое сводит на нет все выводы Вольтьера и Клювер. Дело в том, что при сложении колебаний, имеющих близкие периоды и потому дающих биения, средняя ордината остается постоянной. Однако, достаточно бросить, даже беглый, взгляд на кривую блеска, скажем, DF Лебедя, чтобы убедиться в том, что средний блеск изменяется почти в 10 раз!

Это сводит к сугубому формализму применение периодограммного анализа для изучения таких проблем.

Далее следует заметить, что на основании данных нашего исследования понятие о формальном и фундаментальном периодах следует вообще исключить из рассмотрения.

Мы подробно показали, на многочисленных примерах, что ход кривой лучевых скоростей в зависимости от кривой блеска одинаков для *всех* звезд этого типа, *без исключения*.

После глубокого минумума блеска, совпадающего с глубоким минимумом лучевых скоростей, наступает высокий максимум блеска и низкий максимум лучевых скоростей. После вторичного минимума наступает вторичный максимум—высокий у скоростей и низкий у кривой блеска. Это явление происходит с периодом P, а не P/2.

То обстоятельство, что якобы звезды типа RV Тельца удовлетворяют тем же самым закономерностям, что и цефеиды, если принять за период величину P/2, не заслуживает внимания, так как звезды типа RV Тельца образуют самостоятельную группу звезд и отнюдь не тождественны с цефеидами.

Таким образом, говорить о каком-то половинном периоде, да еще называть его «фундаментальным», совершенно не обосновано.

Безусловно, надо полагать, что внезапные возмущения могут сбивать ритм этого явления и это приводит к кажущимся изменениям периода.

Второй тезис, касающийся, в сущности говоря, привлечения теории бифуркации небесных тел к объяснению явления

переменности звезд типа RV Тельца, также вряд ли можно теперь считать достаточно серьезным.

Так как звезды типа RV Тельца суть объекты необычайно большого блеска и, как мы увидим дальше, обладают огромными размерами, то можно предположить, что они имеют весьма протяженные фотосферы. Причину колебаний блеска надо искать в фотосферных пульсациях, и быть может не столько в пульсации объемов, сколько в пульсации поверхностной яркости и общего блеска.

Мы не будем рассматривать этот вопрос с точки зрения внутреннего строения звезды, так как для этого, пока, слишком мало данных. Мы можем предположить, что под влиянием внутренних причин интенсивность излучения (а может быть и выработки энергии в недрах звезды) испытывает периодические флуктуации. Возможно, что это сопровождается также флуктуациями коэффициента поглощения лучистой энергии в фотосфере; возможно, что такие флуктуации поглощения являются вообще единственной причиной переменности. Дело в том, что мы не имеем особых оснований ожидать больших вариаций коэффициента поглощения, так как в спектре изредка видны только следы молекулярных полос *TiO* и причина переменности поэтому иная, чем у звезд типа омикрон Кита.

Правда, здесь можно самому себе поставить и такое возражение. Как будет видно дальше, у этих звезд, повидимому, спектральные линии образуются в весьма протяженном обращающем слое. В таком случае следов непрерывного поглощения в спектре не будет, а поглощение будет возникать в глубине фотосферы, почти не сказываясь на виде спектра поглощения, а отражаясь только на распределении энергии в нем.

С таким фактом аномального распределения энергии мы сталкиваемся при исследовании колориметрических свойств этих звезд.

Так или иначе мы будем предполагать, что с «поверхности» фотосферы звезды в мировое пространство идет переменный световой поток, как по интенсивности, так и по спектральному составу. Этот световой поток проходит через протяженную атмосферу звезды, где на него накладывается спектр поглощения. К анализу тех явлений, которые в нем разыгрываются, мы и переходим.

§ 9. Объяснение медленного колебания лучевых скоростей

В предыдущей главе мы тщательно изучили медленные колебания лучевых скоростей трех звезд и сопоставили их с медленными колебаниями блеска. Выводов мы не делали, а отложили их до настоящего момента.

Первое объяснение медленных колебаний скоростей, которое приходит в голову, — это реальная двойственность этих звезд. Если бы это было так, то можно было бы решить один

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ им. И.И. МЕЧНИКОВА

из интереснейших вопросов, а именно, определить массы звезд типа RV Тельца. Однако, достаточно посмотреть на кривые лучевых скоростей нескольких звезд типа RV Тельца, чтобы сразу же убедиться, что все они следует параллельно кривым блеска. Поэтому мы здесь имеем не двойственность звезд, а явление пульсаций, происходящих с огромными периодами. Мы основываемся здесь на том, что вряд ли у всех трех звезд кривые лучевые скоростей случайно расположились одинаково по отношению к кривым блеска.

Если же лучевые скорости этих звезд есть следствие пульсационных перемещений поглощающих свет атомов, то можно проинтегрировать кривые лучевых скоростей и получить кривые изменения средних радиусов обращающего слоя, в котором эти линии возникли. Эти действия были проделаны для всех звезд, причем были использованы гармонические разложения кривых лучевых скоростей.

Для RV Тельца мы получили такую формулу, выражающую медленное колебание лучевых скоростей:

$$\Psi = 36.9 + 1.9 \sin\left(\frac{2\pi}{\Pi}\tau\right) + 9.0 \cos\left(\frac{2\pi}{\Pi}\right), \text{ где } \tau = T - M_0.$$

Отсюда

$$\Delta R = \frac{\Pi}{2\pi}\left[-1.9 \cos\left(\frac{2\pi}{\Pi}\tau\right) + 9.0 \sin\left(\frac{2\pi}{\Pi}\tau\right)\right].$$

Так как $\Pi = 1224$ суток $= 105750000$ секунд, то величину приращения среднего радиуса можно вычислить по формуле:

$$\Delta R = 16840000\left[9{,}0 \sin\left(\frac{2\pi}{\Pi}\tau\right) - 1.9 \cos\left(\frac{2\pi}{\Pi}\tau\right)\right].$$

Таблица изменения радиусов обращающего слоя в зависимости от возраста ψ дана ниже (таблица 36).

Таблица 36

Приращения радиусов обращающего слоя RV Тельца

$\frac{\psi}{\Pi}$	ΔR	$\frac{\psi}{\Pi}$	ΔR
0 .000	-32×10^6 км.	0 .500	$+32 \times 10^6$ км.
.083	+ 49	.583	— 49
.167	+ 116	.667	— 116
.250	+ 152	.750	— 152
.333	+ 146	.833	— 146
.417	+ 103	.917	— 103

Изобразив на рис. 17 эти данные графически, мы видим, что соответствия между кривой радиусов и кривой блеска нет. Кроме того, радиусы обращающего слоя изменяются на 300 миллионов километров, то есть в несколько раз больше, чем допустимый радиус фотосферы гиганта спектрального класса G Несомненно, что с обычной пульсационной теорией это колебание не имеет ничего общего.

После того как был получен такой результат для RV Тельца, мы перешли к изучению других объектов. Были проделаны аналогичные вычисления для R Стрелы. Для нее

$$\Delta R = 15.2 \times 10^6 (4.1 \sin 360° \psi - 11.9 \cos 360° \psi).$$

Отсюда получаются числа помещенные в таблице 37.

Таблица 37

Приращения радиусов обращающегося слоя R Стрелы

$\frac{\psi}{\Pi}$	ΔR	$\frac{\psi}{\Pi}$	ΔR
0 .000	-181×10^6 км.	0 .500	$+181 \times 10^6$ км.
.083	— 126	.583	+ 126
.167	— 38	.667	+ 38
.250	+ 62	.750	— 62
.333	+ 144	.833	— 144
.417	+ 187	.917	— 187

Результаты графического представления (рис. 16) не противоречат тому, что мы сказали об RV Тельца. Радиус обращающего слоя колеблется на 380 миллионов километров.

Наконец, мы обработали таким же способом и кривую P Санфорда, полученную им для U Единорога. Она была разложена в ряд Фурье и в результате получена такая формула:

$$v = -1.4 - 19.1 \sin\frac{2\pi}{\Pi}\psi - 2.9 \cos\frac{2\pi}{\Pi}\psi + 2.1 \sin\frac{4\pi}{\Pi}\psi + 1.5 \cos\frac{4\pi}{\Pi}\psi - 0.2 \sin\frac{6\pi}{\Pi}\psi - 0.5 \cos\frac{6\pi}{\Pi}\psi.$$

Эта формула представляет наблюденные скорости с точностью до $\pm$ 3 км. Проинтегрировав это выражение, мы нашли:

$$\Delta R = 32.56 \times 10^6 \left(19.1 \cos\frac{2\pi}{\Pi}\psi - 2.9 \sin\frac{2\pi}{\Pi}\psi - 1.0 \cos\frac{4\pi}{\Pi}\psi + 0.8 \sin\frac{4\pi}{\Pi}\psi + 0.1 \cos\frac{6\pi}{\Pi}\psi - 0.2 \sin\frac{6\pi}{\Pi}\psi\right).$$

По этой формуле была вычислена кривая изменения радиуса.

Таблица 38

Приращения радиуса U Единорога

$\frac{\psi}{\Pi}$	ΔR	$\frac{\psi}{\Pi}$	ΔR
0 .000	$+593 \times 10^6$ км.	0 .500	-645×10^6 км.
.083	+ 596	.583	— 563
.167	+ 440	.667	— 355
.250	+ 127	.750	— 75
.333	— 251	.833	+ 218
.417	— 537	.917	+ 453

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Графическое представление этой таблицы (рис. 15) показывает, что моменты максимального и минимального радиусов обращающего слоя не совпадают с моментами максимума или минимума блеска. Таким образом, мы имеем совершенно очевидный факт, что лучевая скорость, а не радиус изменяется в одной фазе с блеском. Отсюда следует, что обычная пульсационная теория, требующая совпадения минимума радиуса с максимумом блеска, здесь не применима.

Вместе с тем легко найти естественное объяснение явлению, на которое указывал В. П. Цесевич для звезд типа RV Тельца (1). Атомы, поглощая фотоны, поглощают также и импульс; следовательно каждый акт поглощения приводит к некоторому толчку, испытываемому атомом по направлению от звезды. Это приводит к эффективному уменьшению ускорения силы тяжести, а в некоторых случаях, для особо ярких и протяженных звезд, может привести и к потере слоя; слой будет, как бы, сдунут световым давлением. Такое явление в переменном световом поле может привести к радиальным колебаниям слоев: в случае увеличения светового давления слой будет «всплывать», а в случае уменьшения—опадать. А известно, что световое давление, связанное с частотой актов поглощения, приходящихся на один атом, зависит от интенсивности источника.

Если это так, то каждая из звезд типа RV Тельца окружена огромной газовой (а может быть и газопылевой) оболочкой, которую мы условно называли протяженным обращающим слоем, и сама звезда расположена в глубине этой оболочки. Радиус оболочки, как мы видели, у U Единорога должен превосходит радиус звезды во много раз и быть больше 1 миллиарда 250 миллионов километров.

Таким образом, становятся понятными два факта. Первый—это резкость линий в спектре. Радиальные движения не будут сказываться на ширине линий, так как линии поглощения будут возникать только от влияния атомов, находящихся внутри некоторого «корридора»—цилиндра, построенного на диске звезды (если можно говорить в данном случае о «диске», так как сама звезда обладает протяженной фотосферой). Внутри этого узкого и длинного цилиндра атомы будут испытывать единообразные движения от звезды к нам. Все атомы, движущиеся в атмосфере звезды по касательным к лучу зрения, в образовании спектра поглощения участия принимать не будут.

Всякая ли звезда типа RV Тельца должна иметь медленное колебание лучевых скоростей, заметное для спектроскописта? Очевидно, что не всякая. У звезд, окруженных оболочками малых радиусов такое явление обнаружено быть не может.

Если наша интерпретация правильна и в дальнейшем подтвердится, то звезды типа RV Тельца суть самые большие из известных нам звезд по своим линейным размерам и граничат с планетарными туманностями.

Примем условно, что колебание радиуса составляет 25% от радиуса звезды. Тогда радиусы наших звезд будут таковы: RV Тельца — 1200 миллионов километров, R Стрелы — 1500 миллионов километров и U Единорога — 5 миллиардов километров.

Указанные выше данные относятся к обращающему слою. Представляет значительный интерес изучение радиусов фотосфер звезд. По этому поводу мы можем высказать только некоторые, еще более приблизительные, суждения.

Е. Д. Перепелкина (32) в 1949 г., в двух статьях подробно обсудила вопрос о светимости звезд типа RV Тельца. Она определила собственные движения нескольких объектов, определила групповой параллакс, привлекла данные о звездах типа RV Тельца, расположенных в шаровых звездных скоплениях, и получила такую абсолютную величину:

$$M = -2.5 \pm 0.18$$

Отсюда визуальная абсолютная величина получается равной—3.5. Это подтверждает мнение многих исследователей об очень большой светимости звезд типа RV Тельца.

Е. Д. Перепелкина же оценила радиус типовой звезды класса RV Тельца примерно в 100 радиусов Солнца.

Мы примем, что все звезды типа RV Тельца имеют одинаковые радиусы, равные 100 радиусам Солнца.

В. П. Цесевич (1) в своем исследовании показал, что показатель цвета, практически, медленного колебания не имеет, что как в максимуме, так и в минимуме медленного колебания блеска показатель цвета одинаков. Если это так, то можно говорить о том, что медленное колебание блеска есть результат изменения светящейся поверхности.

Правда, звезды этого типа обладают столь протяженной атмосферой, в глубине которой расположена и весьма протяженная фотосфера, что, здесь, строго говоря, нельзя применять термины—«светящаяся поверхность», «радиус» и т. д. Поэтому будем далее считать, что «радиус» звезды есть весьма условное понятие, характеризующее некоторое среднее распределение яркости в туманном, не имеющим резких краев облаке, которым представилась бы звезда наблюдателю, способному видеть ее размеры, а не только диффракционный диск в фокальной плоскости телескопа.

Полагая, что изменения блеска вызваны только изменением радиуса, находим по формулам:

$$\frac{L_M}{L_m} = 2{,}512^{m-M} = \frac{4\pi R_M^2}{4\pi R_m^2}; \qquad \log \frac{R_M}{R_m} = 0.2\,(m - M)$$

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ОНУ ПРИНАДЛЕЖИТ ЕЛЕНЕ ЕРМОЛАЕВНЕ ЖУРАВЛЕВОЙ

следующие числа:

Звезда	Ампл.	Макс. радиус	Мин. радиус
	m		
RV Тельца . .	1.7	95×10^6 км	44×10^7 км
R Стрелы . . .	0.4	76	63
U Единорога . .	0.4	76	63

Полученные числа весьма правдоподобны.

Итак наблюденные факты говорят в пользу того, что звезды типа RV Тельца имеют двухярусное строение, причем размеры второго, более высокого, яруса—огромны.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ПЗ 74 (1951).
2. Mich. Publ. 7,57.
3. ApJ 73,364.
4. Монография „Переменные Звезды", том I.
5. Пулковский Циркуляр № 15.
6. ApJ 115,1.
7. BAF 1,126.
8. Astr. Abh. Erg. AN 11,4 (1948).
9. П.З. 79,7.
10. AN 4558.
11. AN 5059.
12. AN 5032, 5101, 5218.
13. Erg. AN 8,C16.
14. AN 238, 267; AN 242,59; AN 244,79; AN 248, 415.
15. BZ 13,46.
16. ПЗ 4,358.
17. ПЗ 4,288.
18. Известия Ташкентской Обсерватории, вып. I (1948).
19. Erg. AN 11,4.19 (1948).
20. АЦ 131 (1952).
21. ApJ 113,1,60 (1950)
22. HA 113,1 (1943).
23. AN 276, 133 (1948).
24. AN 5616.
25. Geschichte und Literatur I,183 и 2-е издание, 2 том, стр. 106.
26. AN 5716, AN 5837, AN 6003.
27. AN 276, 5/6, 241 (1948).
28. ApJ 79,77.
29. ApJ 77,120.
30. Erg. AN 11,4.26 (1948).
31. Geschichte und Literatur, 2-е издание, том 2, стр. 136.
32. ПЗ 71,226; ПЗ 71,230.
33. BAN 344.
34. Lick Obs. Bull 3,41 (1904).
35. Publ. ASP 34,349 (1922).
36. Известия Одесской астрономической обсерватории, т. III.
37. ПЗ 79, 83 (1953).

КАТАЛОГ СКЛОНЕНИЙ 319 ЗВЕЗД ДЛЯ РАВНОДЕНСТВИЯ 1950.0, ПОЛУЧЕННЫЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ОДЕССКОМ МЕРИДИАННОМ КРУГЕ В 1947—1950 г. г.

В. В. КОНИН

В 1924—29 годах Н. В. Циммерман произвел на Одесском меридианном круге ряд наблюдений для составления каталога склонений 345 звезд программы Пулковского зенит-телескопа. Автор повторил подобный же ряд наблюдений на том же самом инструменте в 1947—1950 годах. В статье дается исследование этого ряда наблюдений, изучение систематических ошибок инструмента, особенно окулярного микрометра, и приводится окончательный каталог.

§ 1. Введение

В 1946 году Астросовет АН СССР выразил пожелание повторить наблюдения Н. В. Циммермана, производившиеся на Одесском меридианном круге в 1924—1929 гг. Каталог Циммермана [1] содержит 345 звезд, входивших в программы Пулковского зенит-телескопа. Определение склонений производилось относительным методом. Опорные звезды были взяты в системе A_2, причем 26 из этих звезд включены в каталог Циммермана. Поэтому в прилагаемом ниже каталоге содержится только 319 звезд; для всех применявшихся опорных звезд даются поправки склонений. К сожалению, при отождествлении звезд были допущены ошибки, и 24, 25 и 38 звезды Циммермана не наблюдались.

По плану каждая звезда должна наблюдаться по 16 раз (по 4 раза при круге В и круге З и с перестановкой объектива и окуляра).

Директор Одесской астрономической обсерватории проф. В. П. Цесевич поручил мне вести наблюдения и их обработку. После немногих пробных рядов, содержащих около 600 наблюдений опорных звезд, с 20 января 1947 г. были начаты регулярные наблюдения.

Данные о ходе наблюдений приводятся в таблице 1.

К концу 1949 г. из анализа точек экватора выяснилось, что винт окулярного микрометра по склонению обладает большой периодической ошибкой, а потому в январе 1950 г. микрометр был снят с инструмента и полностью исследован [2]. После установки микрометра на инструмент было проведено неболь-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА

шое количество наблюдений, необходимых для выполнения плана. Наблюдения окончены 23 марта 1950 г.

Все наблюдения, а также некоторые специальные исследования, выполнены исключительно мною.

Таблица 1

Год	Дней наблюдений	Число наблюдений			Примечание
		опорных звезд	определяемых звезд	всего	
1947	99	706	1649	2355	Первое положение объектива и окуляра
1948	82	572	1074	1646	
1947—1948	181	1278	2723	4001	
1949	105	1214	2396	3610	Второе положение объектива и окуляра
1950	17	93	183	276	
1949—1950	122	1307	2579	3886	
Всего	303	2585	5302	7887	

Пользуясь случаем выразить горячую благодарность Лидии Даниловне Яцунской за оказанную мне неоценимую помощь при наблюдениях (запись при наблюдениях в журнале), а также активное участие в обработке полученного материала.

Также считаю приятным долгом поблагодарить товарищей Н. Д. Коломиец, Г. С. Косина, А. П. Святоху, Т. А. Азарнову и Р. М. Розенфельд, принимавших участие во многих вычислительных работах.

§ 2. Инструмент, павильон, наблюдения

Наблюдения производились на меридианном круге работы Репсольда с объективом и окуляром Цейсса ($d = 135$ *мм*, $f = 198$ *см*, увеличение 200). Для симметрии инструмент снабжен двумя одинаковыми кругами с диаметрами около одного метра, из которых один служит искателем и разделен на десятиминутные интервалы. Точно разделенный круг имеет деления через 2 минуты.

На каждом столбе имеется по 4 микроскоп-микрометра для отсчитывания круга. Они размещены равномерно по окружности кругов-держателей, прикрепленных к столбам. Увеличение объективов микроскопов и шаг микрометрических винтов подобраны так, что один оборот винта микрометра соответствует перемещению нити на 1 минуту, а так как барабан разделен на 60 частей, то каждое деление равно 1 секунде. Микроскоп-микрометры имеют по одной паре нитей, расположенных на расстояниях порядка пятнадцати секунд.

Разделенный круг уже значительно износился и в нескольких местах имеет повреждения. Хотя преобладающее количество штрихов хорошо видно, многие имеют вид пунктиров, у других видны только концы в виде точек, а некоторые совсем не видны.

Инструмент установлен в деревянном павильоне такой конструкции, которая позволяет откатывать одну половину, после чего образуется, начинающаяся у самого пола, щель, шириной около двух метров. Такая величина щели способствует быстрому и хорошему проветриванию павильона, которое при закрытом павильоне незначительно.

Был принят следующий порядок наблюдений.

Не позднее, чем за полчаса до начала наблюдений, павильон открывался для проветривания. Для увеличения обмена воздуха открывалась также дверь.

Наблюдение каждой звезды (опорной и определяемой) начиналось с установки трубы на нужную высоту. Для этого применялся круг-искатель и неподвижный индекс. После появления звезды в поле зрения установка уточнялась с помощью винта микрометрического движения так, чтобы звезда шла по горизонтальной нити микрометра склонений.

Разделенный барабан микрометра обычно устанавливался на отсчете 7—8 делений; при этом подвижная нить была близка к неподвижной.

Наведения нити на звезду производились в определенных местах поля зрения. Ориентировка осуществлялась по сетке нитей; схема расположения нитей изображена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема расположения нитей в поле зрения.

Обычно делалось 5—7 наведений нити на звезду, симметрично относительно середины, отмеченной одной нитью, при этом первое и последнее наведения делались между парами нитей. Остальные наведения производились через равные промежутки времени. Такое расположение точек наведения условно названо наблюдением на полном поле. Наблюдения северных звезд потребовали бы очень много времени, если бы они наблюдались на полном поле. Поэтому северные звезды мы наблюдали на половине поля, когда первое и последнее наведения делались в середине промежутков между средней нитью и парами нитей. Применялись наблюдения и на одной четвертой части поля.

После отсчитывания и записи установок барабана окулярного микрометра производился отсчет четырех микроскопов. Для этого пара нитей в каждом микроскопе наводилась на

НИКОНОВ БИБЛИОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

младший и старший штрихи. Только в очень редких случаях наведения делались на один штрих (старший или младший).

Иногда этот обычный порядок изменялся. Так, в случае, когда две звезды кульминировали быстро одна за другой, труба устанавливалась на высоту кульминации первой звезды; за две минуты до кульминации отсчитывался круг, а после этого делались наведения нити на звезду. При этом труба оставалась неподвижной, а винт микрометра по δ иногда приходилось поворачивать на оборот и более, чтобы нить попала на изображение звезды. Поэтому отсчеты микрометра в некоторых наблюдениях отличались от обычных, близких к 7—8 делениям. Кроме того, при наблюдении таких звезд, у которых моменты кульминации близки, наведения делались не симметрично относительно середины, а до середины или после нее.

Наблюдения ярких звезд (опорных и определяемых) производились с применением решетки-жалюзи, прикрепленной перед объективом и позволявшей плавно менять яркость изображения звезды. Блеск всех ярких звезд приводился к блеску звезд седьмой звездной величины.

В программу входят звезды, кульминирующие к северу и к югу от зенита. Для ослабления влияния «скачка в зените» все звезды со склонениями, меньшими 50°, наблюдались в положении «ноги к югу», остальные —«ноги к северу».

Температура воздуха определялась с помощью термометра, устанавливаемого (после открывания павильона) к югу от инструмента на высоте 1,25 *м* над уровнем пола павильона. Термометр отсчитывался через каждые 15—20 минут, а при быстром изменении температуры и чаще.

Барометр-анероид находился на столе в павильоне и отсчитывался через 1—1,5 часа. Показания барометра исправлялись за неправильное положение нуля шкалы, установленное из сравнения с барометром метеорологического кабинета Одесского государственного университета.

Перекладки инструмента делались по мере окончания наблюдений в одном его положении и подхода времени надений звезд, которые должны были наблюдаться в другом положении. Поэтому все наблюдения удалось произвести в довольно сжатые сроки.

Кроме перекладок инструмента, производилась перемена мест объектива и окуляра, как это делал во время своих наблюдений Н. В. Циммерман [1]. Перестановка эта была сделана 7.IV-1949 года, после 8 наблюдений каждой из 319 звезд и окончания А. С. Цесюлевичем ряда наблюдений 645 опорных слабых звезд.

Параллельно с данной работой на Одесском меридианном круге Б. В. Новопашенный вел наблюдения прямых восхождений красных неправильных переменных звезд. Поскольку при наблюдении прямых восхождений особо важное значение имеет систематическое определение постоянных установки и исправление положения горизонтальной оси инструмента, работы эти производились им самим.

Постоянные инструмента держались очень хорошо. Это объясняется тем, что инструмент стоит много лет на одном месте (свыше 30 лет, а столбы еще больше). За три с лишним года наблюдений только один раз была изменена наклонность горизонтальной оси на 1 секунду (западный столб опустился). Постоянные *a*, *b* и *c* всегда были менее одной секунды.

§ 3. Наклон подвижной нити окулярного микрометра

Наклон подвижной нити окулярного микрометра определялся без специальных наблюдений, а путем использования отсчетов окулярного микрометра, полученных при наблюдениях звезд каталога.

Воспользовавшись только крайними наведениями (первым и последним), сделанными симметрично относительно середины на наибольших расстояниях, мы из всех наблюдений вычислили наиболее вероятные значения разностей $d_в - d_з = \Delta$.

Так как при перекладках инструмента знак поправки меняется, то вычисления производились отдельно для различных положений инструмента.

Результаты вычислений для первого положения объектива и окуляра (с 21.I 1947 г. по 7.IV 1949 г.) представлены в таблице 2, где В и З обозначают результаты для круга В и круга З, а индексы 1 и $^1/_2$ — для полного поля и половины.

Таблица 2

Год	Круг	$d_в - d_з$	M	
1947	$В_1$	$-1.^д021$	$\pm 0^д.058$	
	$З_1$	$+0.899$	.061	
	$Ср_в$	-0.963	.042	
1948	$В_1$	-1.101	.046	
				-0.998 ± 0.033
	$В_{1/2}$	-0.447	.023	
	$З_1$	$+1.080$	.058	
				$+1,144 \pm 0.037$
	$З_{1/2}$	$+0.594$	.024	
	$Ср_в$	-1.062	.024	
Средние 1947—1948		-1.038	0.021	

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Так как предварительное значение цены оборота δ - винта $R = 0''.8345$, то $\Delta_B^I = -0''.866 \pm 0''.017$, при расстоянии между точками наведения $2\sigma = 26^s.47$. С помощью этих данных имеем $i = -7'.4$.

После перемены мест объектива и окуляра было получено:

Таблица № 3

Год	Круг	$d_в - d_з$	M	
1949	B_1	$-0^д.409$	$\pm 0^д.046$	
				$-0^д.372 \pm 0^д.021$
	$B^1/_2$	$-0\ .177$	.016	
	$З_1$	$+0\ .279$	.037	
				$+0\ .334 \pm 0.025$
	$З^1/_2$	$+0\ .190$	.017	
			Среднее	$0\ .352 \pm 0.018$

При той же цене оборота винта будем иметь:

$$\Delta_B^{II} = -0''.293 \pm 0.''014; (i = -2'.5).$$

В январе-феврале 1950 г. микрометр снимался с инструмента, а поэтому потребовалось еще одно определение наклона нити. Ввиду малого количества наблюдений, произведенных после февраля 1950 года, наблюдения при круге В и круге З были объединены и вычислено только среднее значение (с учетом знака).

$$\Delta_B^{III} = +0''.129 \pm 0''.059; \ (i = +1'.1).$$

С помощью найденных величин Δ были составлены таблицы, из которых по аргументу σ (расстояние точки наведения от середины) выбирались поправки отсчета круга за наклон нити окулярного микрометра.

§ 4. Цена оборота винта окулярного микрометра

Определение цены оборота винта окулярного микрометра производилось из наблюдений близполюсных звезд в верхней и нижней кульминациях.

За 2—3 минуты до кульминации звезды нить микрометра вращением винта на 5—6 оборотов «перегонялась» вверх или вниз поля зрения. После установки и закрепления трубы так, чтобы звезда была вблизи подвижной нити, производился отсчет круга по всем микроскопам. Затем делалось пять наведений нити на звезду без смещения трубы и нить «перегонялась» на противоположный конец поля зрения (вращением

винта на 10—12 оборотов), а труба сдвигалась так, чтобы звезда снова попадала на подвижную нить. После пяти наведений нити производился отсчет круга, как и ранее.

При обработке вычислялись отсчеты круга, как обычно, а разность отсчетов круга при первом и втором положениях трубы, в минутах дуги, делилась на разность отсчетов барабана окулярного микрометра, в оборотах. Поправки за кривизну параллели, наклон нити, ошибки микрометра вводились в отсчеты круга, хотя их можно было вводить в отсчеты микрометра. При таком способе обработки получение отсчетов круга ничем не отличалось от обработки обычных наблюдений, а в противном случае пришлось бы менять таблицы поправок, что увеличивало бы работу и приводило бы к частым ошибкам.

Все наблюдения делались при одинаковых условиях, измерялось одинаковое число оборотов, а поэтому результатам определений, сделанных по каждой звезде, можно приписать одинаковые веса.

В этом предположении были определены отдельно для каждого года средние значения цены оборота, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

τ	R	n
1947.60	0,'837356	9
1948.60	356	18
1949.56	332	19
1950.21	275	4
1948.89	0.837340	50

Здесь τ — средняя эпоха определений, а n — количество определений.

Полученные результаты свидетельствуют о неизменности цены оборота винта на протяжении 1947—1949 гг. Отличие в результате 1950 года можно объяснить случайными ошибками наблюдений (средняя квадратическая ошибка одного определения цены $m = \pm 0.0010$ минуты, а результата за 1950 год $M = \pm 0.0005$ минуты).

Поэтому было вычислено среднее значение цены для всего времени наблюдений. По остаточным ошибкам была найдена средняя квадратическая ошибка одного определения $\mu = \pm 0.00096$. Таким образом, окончательный результат получился

$$R = 0'.83734 \pm 0'.00014$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

9 декабря 1949 года при температуре воздуха + 9°.5С производились определения цены оборота винта с помощью коллиматора, установленного к северу от инструмента.

Наблюдения производились в том же порядке, что и наблюдения близполюсных звезд. Наведения нити делались на изображение креста нитей коллиматора в фокальной плоскости трубы. Изображение это было в значительной степени размыто, а поэтому точность наведений оказалась небольшой.

Измерялись интервалы разной длины (от 1 до 13 оборотов), причем суммарная длина интервалов составила около 49 оборотов. Цена оборота винта, определенная как среднее арифметическое из результатов измерений, получилась

$$R_k = 0.'8366 \pm 0.'0009.$$

Средняя ошибка этого вывода была вычислена по средней квадратической ошибке отсчета круга $m = \pm 0.14$ секунды, средней квадратичной ошибке среднего из пяти наведений подвижной нити на крест нитей коллиматора $m_k = \pm 0.105$ делений, при условии, что средняя длина измерявшихся интервалов равна пяти оборотам винта окулярного микрометра.

Чтобы получить температурный коэфициент, делалась попытка представить полученные результаты формулой

$$R = R_{15} + \kappa . (t - 15°).$$

(Средняя температура наблюдений была близка к 15°; полное ее колебание происходило в пределах от — 2°.9 до + 24°.3С). Вычисления по способу наименьших квадратов дали $R = 0'.83736 - 0'.000033\ (t - 15°)$

$$\pm 14 \qquad \pm 19$$

причем $\mu = \pm 0.00095$ минуты дуги.

Найденный температурный коэфициент невелик, определен недостаточно уверенно, а поэтому может быть отброшен. Следовательно, при обработке наблюдений можно пользоваться средним взвешенным из значений, полученных по близполюсным звездам и с помощью коллиматоров, т. е. полагать, что:

$$R = 0'.83732 \pm 0'.00014 \text{ или } R = 50''.239 \pm 0''.008$$

Такой способ определения цены оборота винта может дать искаженные результаты, так как в получаемые отсчеты круга входят случайные ошибки штрихов. Для ослабления их влияния наблюдались различные звезды (всего наблюдалась 21 звезда, из которых 2 — в двух кульминациях); кроме того, наблюдения производились при круге В и круге З. Поэтому оказалось, что только одна звезда наблюдалась четыре раза при том же положении инструмента и две звезды наблюдались по три раза, остальные звезды наблюдались по одному-два раза при одинаковых отсчетах круга.

В данном случае этой предосторожностью можно вполне удовлетвориться, так как микрометром приходится измерять лишь небольшие расстояния (редко превосходящие один оборот винта).

При вычислениях применялось предварительное значение $R = 50''.07$, которое несколько преуменьшено против полученного из наблюдений. Это могло возникнуть от того, что система поправок за ходовую ошибку была образована при другом условии масштаба.

Для исправления результатов была составлена таблица поправок $D = + 0''.170d$, где d — отсчет барабана окулярного микрометра. Затем эта таблица была объединена с таблицей поправок за ходовую ошибку винта, чтобы в наблюдения звезд одновременно вводить обе поправки.

§ 5. Поправки отсчетов окулярного микрометра за ошибки винта

1. Поправка за периодическую ошибку винта.

Вычисленные предварительные значения точек экватора E_H показали большое рассеяние отдельных значений. Сопоставление E_H и соответствующих отсчетов окулярного микрометра M отчетливо показало связь между ними. Так, например, 20 июля 1948 г. при круге З были получены результаты, приведенные в таблице 5.

Таблица 5

№№ звезд FK_3	E_H	M	Δ	E	Примечание
664	40″.25	5ᵈ.81	—0″.14	40.11	
670	39 .43	3 .70	—0 .36	39.07	Звезда № 670 всюду давала систематически отличающиеся результаты
676	43 .03	42 .68	—3 .08	39.95	
693	40 .06	7 .80	—0 .04	40.34	
699	40 .25	7 .53	—0 .05	40.20	

С целью предварительного исследования были вычислены уклонения значений E_H (полученных по звездам, наблюдавшимся при отсчетах микрометра M, резко отличавшихся от соседних) от среднего значения E_C полученного по ближайшим опорным звездам, наблюдавшимся при $M_C = 5 - 10^д$. Отдельные уклонения были объединены по признаку M в группы шириной $5^д$. По средним для каждой группы был составлен рисунок 2.

Обработка этих же результатов по способу наименьших квадратов дала:

$$\Delta = 1''.59 \sin (6°d + 218°.4)$$

$$\pm 7 \qquad \pm 4,8$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Ввиду исключительно большой периодической ошибки винта необходимо было применить более точный способ исследования.

Пусть поправка отсчета микрометра за периодическую ошибку винта выражается формулой

$$\Delta_d = x \sin 6^\circ d + y \cos 6^\circ d$$

где d — отсчет барабана микрометра в делениях.

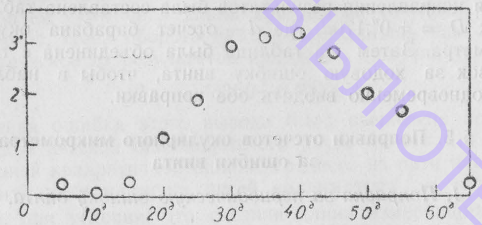


Рис. 2. Периодическая ошибка винта окулярного микрометра

Для определения коэфициентов воспользуемся предварительными значениями точки экватора, полученными без учета поправки за ошибки микрометрического винта. Будем иметь:

$$E_{ист.} = E_H \pm \Delta_d$$

где E_H — предварительное «наблюденное» значение точки экватора, а знак поправки Δ_d зависит от положения микрометра.

Составим такие уравнения для пары соседних опорных звезд, наблюдавшихся в данный вечер при отсчетах микрометра d_1 и d_2. Взяв пару соседних опорных звезд, можно предположить, что $E_{ист}$ было одинаковым для обеих звезд. Поэтому, вычитая почленно одно из другого, получим:

$$E'_H - E''_H = \Delta_{d_2} - \Delta_{d_1}$$

или

$$E'_H - E''_H = x(\sin 6^\circ d_2 - \sin 6^\circ d_1) + y(\cos 6^\circ d_2 - \cos 6^\circ d_1).$$

Такие условные уравнения составлялись по всему наблюдательному материалу. При этом рассматривались только такие пары звезд, которые наблюдались при $|d_2 - d_1| \geq 5^д \approx 30^\circ$.

Для вычисления коэфициентов этих уравнений были составлены таблицы функций $\sin\alpha - \sin\beta$ и $\cos\alpha - \cos\beta$ по аргументам α и β, меняющимся через $2^д$. Такая величина интервала табулирования позволила ограничиваться линейной интерполяцией при приискании значений функций с точностью до 0.01, и размер таблиц был невелик.

Полученные уравнения были объединены по годам и решены способом наименьших квадратов. Результаты вычислений, вместе с вычисленными по ним амплитудами и фазами, приводятся в таблице 6.

Таблица 6

Год	Колич. уравн.	x	M_x	y	M_y	A	φ	P
1947	267	−1″.523	±0″.074	−0″.746	±0″.076	1″.695	206°.1	3
1948	174	−1 .317	.119	−0 .870	.112	1 .582	213.7	2
1949	394	−1 .336	.056	−0 .737	.051	1 .526	208.6	5
Сред.	835	−1 .405	.042	−0 .778	.040	1 .606	209.0	
						±41	±1.4	
Лабораторный способ		−1 .421	±0 .008	−0 .600	±0 .008	1. 542	202.9	

Результаты различных лет в пределах ошибок согласуются между собой, а поэтому были вычислены средние взвешенные при весах P, указанных в табл. 6.

Средняя амплитуда очень хорошо согласуется с результатом выполненного мною лабораторного исследования винта [2]. Отличие фаз вряд ли объясняется случайными ошибками наблюдений. Вероятнее, что при снятии микрометра с инструмента, или несколько ранее этого, разделенный барабан был сдвинут на некоторый угол относительно винта. Имея это в виду, при исправлении отсчетов пользовались средним значением фазы для 1947—1949 гг., а амплитуда вычислялась с учетом результатов лабораторного исследования. Окончательная формула поправки точки экватора за периодическую ошибку винта по склонению для наблюдений до разборки винта имела вид:

$$\Delta = -1''.544 \cos(6^\circ d - 61^\circ.2).$$
$$\pm 8 \qquad \pm 1.2$$

Значительно отличается от этого выражения только результат 1947 г. Однако и его отличия могут объясняться случайными ошибками наблюдений, как это показывают средние квадратические ошибки результатов.

После разборки и чистки микрометра было произведено особенно тщательное исследование периодической ошибки винта по склонению [2]. Оказалось, что периодическая ошибка различна в разных оборотах. Определить изменение ошибки от оборота к обороту из имеющегося материала исследований невозможно. Поэтому для редукции всех наблюдений было

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ім. І. І. МЕЧНИКОВА

принято значение поправки, полученное для средней группы оборотов (от — 2 до + 2):

$$\Delta = -1''.522 \sin 6^\circ d + 0''.039 \cos 6^\circ d.$$

Допускаемая при этом ошибка имеет наибольшее значение для наведений вдали от середины, т. е. при определении цены оборота винта. Однако ввиду того, что действие ошибки на разные отсчеты имеет случайный характер, она всегда будет меньше 0.30 секунды дуги, что дает в цене оборота ошибку в 0,03 секунды или 0,06%, то есть ничтожную малую.

По этим формулам были составлены таблицы поправок отсчета круга за периодическую ошибку винта. С полученными таблицами соединялись таблицы соответствующих поправок за ходовые ошибки среднего, нулевого оборота, полученные интерполированием значений, приведенных в таблице 8, а также поправка за изменение цены оборота. Затем все данные таблиц были увеличены на некоторое постоянное, чтобы избежать перемен знака табличных чисел. Такой прием способствует уменьшению ошибок при пользовании таблицами, а так же уменьшает работу по выписыванию поправок.

2. Поправки за ходовые ошибки

Из определений поправки за ходовую ошибку винта по склонению [2] была получена система поправок, приведенная в таблице 7.

Таблица 7

Оборот	До чистки	После чистки	Оборот	До чистки	После чистки
— 7	+134.1	+122.6	0	0	0
— 6	119.7	96.6	+1	+22.7	+14.2
— 5	93.8	78.4	+2	40.7	29.4
— 4	83.8	67.0	+3	64.9	55.6
— 3	78.6	58.6	+4	91.8	73.9
— 2	45.9	43.1	+5	93.8	78.1
— 1	10.8	10.4	+6	95.2	(47.7)

Это средние результаты из рядов измерений, начинающихся с 0, 10, 20, 30, 40 и 50 делений, а поэтому они относятся к отсчетам по барабану микрометра $25^д$.

Беглый просмотр этих величин показывает возможность влияния случайных ошибок измерений, а поэтому было проведено сглаживание по формуле

$$U_{i+1/2} = \frac{1}{2}(U_i + U_{i+1})$$

Полученные после однократного применения этого приема величины, относящиеся к отсчетам $55^д$, послужили материалом

для составления таблицы разностей, с помощью которых по интерполяционной формуле Бесселя были вычислены значения поправки за ходовую ошибку для отсчетов отстоящих друг от друга на $10^д$. Эти значения относились к отсчетам 5, 15, 25 и т. д. Путем линейной интерполяции на середину были окончательно получены значения поправок за ходовую ошибку для отсчетов барабана, кратных 10.

Эти поправки необходимо было ввести во все наблюдения звезд. Для уменьшения работы было учтено, что подавляющее большинство наблюдений (более девяти десятых), сделано на нулевом обороте. Поэтому поправку за ходовую ошибку для нулевого оборота выгодно соединить с поправкой за периодическую ошибку, чтобы сразу вводить в обработку их сумму. Однако для того, чтобы пользоваться одной таблицей поправок за периодические ошибки для всех наблюдений, пришлось вычесть поправки за ходовую ошибку нулевого оборота из всех остальных. Для нулевого оборота были получены поправки (в 0″.01), представленные в таблице 8.

Таблица 8

Деление	До чистки	После чистки	Деление	До чистки	После чистки
0	+0.1	+1.1	40	+ 2.4	+ 1.0
10	0.0	0.3	50	4.2	2.2
20	0.2	0.0	60	+ 6.5	+ 3.6
30	+1.0	+0·3			

Таблицы поправок за ходовую ошибку содержали еще поправку за изменение цены оборота винта окулярного микрометра.

3. Поправки за качание рамки микрометра.

Исследование окулярного микрометра показало [2], что при вращении микрометрического винта рамка с нитью движется не строго поступательно, а слегка поворачивается. Такое движение приводит к изменению наклона подвижной нити микрометра.

Эти изменения носят, главным образом, периодический характер, то-есть, закономерно повторяются с каждым поворотом микрометрического винта. Поэтому вследствие качания рамки периодические ошибки микрометра в разных частях поля зрения будут различны. Оказалось, что коэфициенты формулы поправок за периодические ошибки винта при удалении от оси винта на 10 секунд времени изменяются:

	δx	δy
до чистки на	— 0″.107	— 0″.090
после чистки на	— 0.125	— 0.034

НИКОЛАЕВСКАЯ ОНУ имени И. И. МЕЧНИКОВА

Исследования ходовых ошибок после чистки микрометра дали такие изменения поправок при таком же смещении точки наблюдения:

Обороты	. . .	−3	−2	−1	0	+1	+2	+3
Изменение	. . .	+0″.010	+0″.002	−0″.004	0	+0″.010	+0″.018	+0″.022

Изменение ходовой ошибки по полю зрения невелико, а поэтому им вообще можно пренебречь. Периодическая же ошибка изменяется весьма значительно.

Для любого места поля зрения поправку отсчета микрометра за периодическую ошибку винта можно вычислить по формуле:

$$\Delta = \Delta_0 + \frac{\sigma^s}{10}(\delta x \cdot \sin 6^\circ d + \delta y \cdot \cos 6^\circ d),$$

где Δ_0 — поправка для середины поля σ — расстояние от середины поля до точки наблюдения, считаемое положительным в сторону удаления от оси микрометрического винта, а d — отсчет по барабану микрометра.

По этой формуле были составлены таблицы, из которых по аргументам — отсчет барабана микрометра и расстояние от середины поля до точки наведения — выбирались поправки отсчетов круга.

Наблюдая, замечают место на сетке нитей, в котором произведено наблюдение, и положение инструмента (напр. круг Западный). Этих данных достаточно для определения знака поправки за качание.

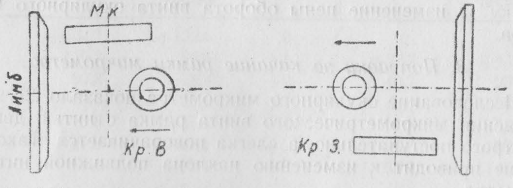


Рис. 3. Расположение лимба, барабана окулярного микрометра и центра поля зрения при втором положении объектива.

29 августа 1950 г. относительное расположение разделенного круга, винта микрометра по склонению и окуляра (середины поля зрения) было таким, какое изображено на рисунке 3. При этом труба была направлена к югу и круг отсчитывался с помощью микроскопов западного столба. Направление видимого в окуляр движения звезды в верхней кульминации показано стрелкой. Таким образом, наблюдение звезды до средней нити требует поправки с отрицательным значением σ, а после середины — с положительными. В положении круг В. наблюдение звезды до середины делается на расстоянии от оси винта большем, чем расстояние середины поля, а поэтому для него σ положительно; после же середины σ — отрицательно.

До перемены мест объектива и окуляра относительное расположение этих же частей было таково: рисунок 4.

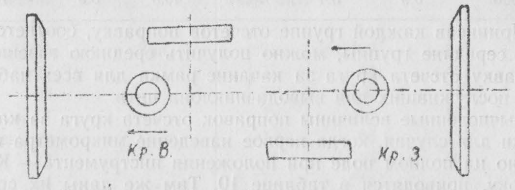


Рис. 4 Расположение лимба, барабана окулярного микрометра и центра поля зрения при первом положении объектива.

Поэтому знаки σ должны быть обратными приведенным выше. При наблюдениях в нижней кульминации направление движения звезды меняется на противоположное: поэтому знаки σ также необходимо изменять на противоположные. Можно вводить эти поправки не в отсчеты микрометра, а сразу в отсчеты круга. В поправке к отсчету микрометра в первом положении объектива и окуляра (наблюдения до 7.IV. 1949) придется переменить знаки на обратные, так как там поправка за отсчет микрометра вычиталась из среднего отсчета микроскопов.

Следовательно, в одесском меридианном круге знаки поправки отсчета круга за качание рамки окулярного микрометра будут меняться при перекладках инструмента, при наблюдениях звезд в верхней и нижней кульминациях и при переходе звезды через середину; но они будут оставаться постоянными при перемене мест объектива и окуляра.

Поскольку поправка линейно связана с расстоянием звезды от середины поля в момент наведения нити, то ее можно вычислять не для каждого отдельного наведения нити, а только для средней точки—центра тяжести всех точек наведения.

Вычисляя поправку за качания рамки, следует иметь в виду, что при подсчетах разности $d_s - d_3$ для вывода наклона нити, наблюденные отсчеты окулярного микрометра за качания рамки не исправлялись.

Если бы отсчеты микрометра распределялись равномерно по всей окружности, то качания рамки только увеличили бы ошибку определения разности $d_s - d_3$. Однако при неравномерном распределении отсчетов на найденной величине наклона нити отразится и влияние качаний. Для его определения было подсчитано распределение отсчетов (в %%) по отдельным периодам времени (таблица 9).

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ім. І.І. МЕЧНИКОВА

Таблица 9

Годы	Пределы отсчетов					Отсчет, встречающийся наибольшее количество раз
	0—5	5—10	10—15	15—20	остальн.	
1947—1948	8.6	58.9	15.1	2.0	2.0	7.7
1949	11.7	66.3	12.7	1.0	1.0	7.5
1950	0.9	3.4	48.9	40.0	0.9	14.9

Приписав каждой группе отсчетов поправку, соответствующую середине группы, можно получить среднюю взвешенную поправку отсчета круга за качание рамки для всех наблюдений, послуживших для вывода наклона нити.

Вычисленные величины поправок отсчета круга за качание рамки для случая, когда первое наведение микрометра произведено на полном поле при положении инструмента — Круг к востоку, приводятся в таблице 10. Там же даны их средние квадратические ошибки, вычисленные по уклонениям значений поправок для отдельных групп отсчетов от среднего взвешенного.

Таблица 10

Период времени	$\Delta_к$	M
1947—1948	—0.″140	± 0.″012
1949	—0. 160	± 0.005
1950	—0. 142	± 0.004

Эта часть поправки за качание рамки уже учтена. Поэтому ее нужно вычесть из величины поправок за качания.

Отсюда можно сделать вывод, что, наблюдая звезды всегда при одинаковых отсчетах окулярного микрометра и исследуя наклон подвижной нити микрометра при тех же отсчетах, поправку за качания рамки можно вовсе не учитывать. Ясно, что отсчеты микрометра всегда будут изменяться в небольших пределах (2—5 делений). Поэтому выгодно наблюдать при таких отсчетах, когда поправка за периодическую ошибку изменяется при изменении отсчета медленнее всего. Хотя в этом случае поправка достигает максимума, но она не меняется по величине и будет исключаться при учете наклона нити микрометра. В таком случае можно не учитывать и периодическую ошибку, в особенности, если преобладающая часть ее вызвана качаниями рамки.

§ 6. Периодические ошибки винтов микроскоп-микрометров

Исследование периодических ошибок винтов микроскоп-микрометров производилось по способу Ридберга. Интервалы сравнения были приняты равными $^3/_4$ и $^3/_5$ оборотов. Поправки за периодические ошибки, полученные из исследований каждого винта, были представлены формулой $\Delta = a \sin(d + \varphi)\, 6^\circ$, причем постоянные a и φ определялись способом наименьших квадратов. Полученные величины приводятся в таблице 11.

Таблица 11

Дата исследования	Столб	Микроскоп-микрометр	a	φ	m_a
1946, май, 25 . . .	Зап.	I	0.″02	+ 14.ª	± 0.″04
29 . . .	»	II	. 10	45	0.04
30 . . .	»	III	. 20	1	0.04
июнь, 1 . . .	»	IV	. 16	13	0.04
1949, дек., 12 . . .	Вост.	I	. 06	53	0.03
13 . . .	»	II	. 26	40	0.03
14 . . .	»	III	. 44	10	0.03
16 . . .	»	IV	. 09	8	0.03

Члены вида $a_2 \sin(2d + \varphi_2) 6^\circ$ были ничтожно малы, а поэтому соответствующие коэфициенты в таблице 11 вовсе не приводятся.

Периодические ошибки винтов большинства микроскоп-микрометров невелики. Только третий микроскоп восточного столба обладает периодической ошибкой, амплитуда которой превосходит 0.4 деления, т. е. более 0.4 секунды дуги.

Последний результат был получен только к концу периода наблюдений, а поэтому уверенное применение его для улучшения результатов наблюдений было невозможно. Прежде всего, нет уверенности в том, что амплитуда оставалась неизменной с 1947 года. Далее, фаза φ менялась, так как при установках микроскоп-микрометров разделенные барабанчики иногда поворачивались нами относительно винтов (это делалось для получения одинаковых отсчетов по всем четырем микроскопам). Впрочем повороты эти были невелики (барабан смещался со среднего положения не более, чем на 5 делений в одну и в другую сторону); поэтому можно предполагать, что фазы поправок за весь период наблюдений были близки к найденным величинам.

Как упоминалось, отсчеты по всем микроскопам каждого столба во время наблюдений были близки, а поэтому периодические ошибки двух микроскоп-микрометров, отличающиеся один от другого по фазе на 30 делений, взаимно компенсируются.

Как видно из таблицы 11, фазы периодических ошибок второго и третьего микроскопов восточного столба отличаются на 30 делений (180°), а потому большая часть ошибки третьего микроскопа уничтожается.

Отсчет круга вычислялся без учета периодических ошибок винтов. Вычислим m_π — среднюю квадратическую вели-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ім. І. МЕЧНИКОВА

чину допускаемой при этом ошибки. Пусть сумма поправок к отсчетам четырех микроскопов к.-л. столба Σ; тогда, предполагая, что отсчеты d принимали все значения в пределах от $0^д$ до $60^д$, имеем $m_\pi^2 = \frac{1}{8\pi}\int\limits_{-\pi}^{+\pi}\Sigma^2 d\varphi$.

Воспользовавшись величинами, приведенными в таблице 9, получим

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Круг Зап.} & m_\pi = \pm 0''.048 \\ \text{Круг Вост.} & m_\pi = \pm 0\ .054\end{array}\right\} \text{среднее } m_\pi = \pm 0''.05.$$

При вычислениях использован тот факт, что отсчеты по всем микроскопам близки. Если же предположить, что они могут быть различны в разные дни, то эти же ошибки станут соответственно равными ± 0.055 и ± 0.137 секунды дуги. Однако и в этом случае они меньше случайных ошибок наведения нитей на деления лимба.

При повторных наблюдениях звезды отсчеты микроскопов будут меняться, а поэтому влияние периодических ошибок винтов на окончательный средний результат будет уменьшаться.

§ 7. Отсчет круга

Для получения отсчета круга к среднему по четырем микроскоп-микрометрам отсчету прибавлялись поправки за отсчет окулярного микрометра (§ 4), кривизну параллели, наклон подвижной нити (§ 3) (при несимметричных наблюдениях) и рэн. Кроме того, еще вводились поправки за ошибки окулярного микрометра (§ 5).

Применяющиеся разделенные круги всегда имеют систематические ошибки. Поэтому приходится вычислять необходимые поправки, учитывающие ошибки делений.

Всегда ли это целесообразно? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, необходимо знать, как производились исследования круга, с какой точностью получены поправки и какова программа наблюдений.

Предположим, что исследовались ошибки штрихов через 5°. Нельзя безусловно утверждать, что полученные поправки объясняются только систематическими ошибками, а потому неправильно будет, если полученные значения мы решим попросту каким-либо способом интерполировать. Необходимо прежде сгладить результаты или в формуле, полученной гармоническим анализом, удержать немного членов.

Действительно, рассмотрение результатов, полученных А. С. Цесюлевичем [4], показывает, что многие члены в формулах ошибок диаметров, определенных по измерениям 5° штрихов, объясняется случайными ошибками. Так, только

члены с 28-кратной дугой показывают некоторое согласие в результатах исследований через 4° и через 5° и лишь с 20-кратной дуги заметно согласие во всех членах.

Все-таки предположим, что член вида $a \sin 28u$ реален, но не учтен при обработке наблюдений. Тогда в каждой зоне шириной $\frac{360}{28} \approx 13°$ будет повторяться та же ошибка. Можно ли ее исследовать с помощью наблюдавшихся значений точки экватора? При наблюдениях данного каталога имелось 93 опорных звезды, которые наблюдались в общей сложности 2700 раз. Так как ширина наблюдавшейся зоны была немногим более 40°, то на каждый градус склонения приходится в среднем по две опорных звезды. Каждая опорная звезда при тех же отсчетах круга наблюдалась, в среднем, 16 раз. Поэтому на каждый градус склонения приходится около 32 отдельных значений точки экватора, наблюдавшихся со средней квадратической ошибкой 0.40 секунды. Следовательно, редукция за склонение для каждого градуса может быть получена с точностью $\pm 0'',14$ (учтена случайная средняя квадратическая ошибка положения опорных звезд $\pm 0.''09$ и случайная средняя квадратическая ошибка нанесения штрихов $\pm 0''.14$). В зоне, шириной в 13 градусов, таких точек будет 13, а поэтому они должны дать достаточно уверенную редукцию, которая исключит влияние этой систематической ошибки делений.

Если же рассматривать не столь быстро изменяющиеся члены, то их влияние исключится еще лучше. Сделанный подсчет ожидаемой точности редукции вряд ли можно считать черезчур оптимистичным. Это важно иметь в виду при больших работах (зонные каталоги, каталог слабых звезд).

Иначе обстоит дело, если производились исследования ошибок градусных или 10-минутных штрихов. В этом случае при достаточной точности наблюдений можно ожидать выявления более быстро изменяющихся ошибок, колеблющихся уже на протяжении 3—5 градусов или даже одного градуса. Редукцию за склонение, обладающую такой тонкой структурой, из исследования точек экватора выявить не удастся, а поэтому будет целесообразнее учитывать поправки, выведенные путем исследования ошибок делений. Необходимо заметить, что при обычном способе обработки тонкая структура редукции остается не выявленной. Так, если определять редукцию для 5 градусных зон, то член вида $a \sin 36u$ вовсе не может быть замечен, и только член вида $a \sin 18u$ может быть уверенно вычислен. Поэтому при определении редукции необходимо делить совокупность опорных звезд на более узкие зоны.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

При вычислениях отсчетов круга для наблюдений 1947—1948 гг. вводились поправки за ошибки делений из таблицы, составленной А. С. Цесюлевичем (таблица 12).

Поправки присказывались по отсчету круга N, который определялся по формулам:

Круг З $N = 44°31' + \delta$

Круг В $N = 135°35' - \delta$

Таблица 12

N		N		N		N	
50	+″.15	70	−″.10	90	−″.27	110	+″.27
51	+ .01	71	— .04	91	— .24	111	+ .12
52	— .13	72	+ .03	92	— .22	112	— .03
53	+ .06	73	+ .09	93	— .07	113	— .10
54	+ .26	74	+ .15	94	+ .08	114	— .18
55	+ .58	75	+ .22	95	+ .08	115	— .14
56	+ .62	76	+ .17	96	+ .06	116	+ .15
57	+ .38	77	+ .03	97	+ .12	117	+ .14
58	+ .14	78	— .11	98	+ .18	118	+ .12
59	+ .06	79	— .14	99	+ .06	119	+ .01
60	— .01	80	— .16	100	— .07	120	— .10
61	— .04	81	— .10	101	— .20	121	— .22
62	— .08	82	— .04	102	— .34	122	— .33
63	— .19	83	— .01	103	— .18	123	— .13
64	— .30	84	+ .02	104	— .02	124	+ .06
65	— .13	85	+ .16	105	— .08	125	+ .04
66	— .00	86	+ .08	106	— .20	126	— .02
67	— .08	87	— .08	107	— .15	127	+ .14
68	— .17	88	— .23	108	— .10	128	+ .29
69	— .14	89	— .25	109	+ .08	129	+ .18

Наблюдения 1949—1950 гг. не исправлялись за ошибки делений круга.

Такие же соображения убеждают в том, что поправку за гнутие также можно не вводить, поскольку редукция за склонение исправит и этот недостаток.

Наконец, отсчет круга был исправлен и за влияние рефракции.

Вычисление рефракции в этой работе производилось по Пулковским таблицам рефракции (издание 3-е) с некоторыми упрощениями. Так как наибольшее зенитное расстояние наблюдавшихся звезд было только 36 градусов, то $\lambda = A = 1$, а члены, зависящие от скорости ветра и цвета звезд, могут быть просто отброшены. Влажность воздуха также не учитывалась. Максимальная возможная ошибка, ввиду наблюдения высоко кульминирующих звезд, не превосходит 3 сотых секунды дуги. Наконец, так как давление воздуха определялось с помощью барометра—анероида (причем учитывалась поправка нульпункта), то в формулу для определения рефракции не будет входить член T. Поэтому для вычисления рефракции была применена формула:

$$\log r = \mu + \log tgz + \gamma + B + D,$$

где z — наблюденное зенитное расстояние звезды, которое достаточно было знать с точностью до 0′.2. Определенная по этой формуле величина поправки r прибавлялась с должным знаком к отсчету круга.

Изложенные рассуждения показывают, что некоторые ошибки можно не исключать из наблюденных отсчетов круга, а потому понятие системы инструмента при относительных определениях координат теряет тот смысл, который оно имеет при абсолютных определениях, когда все возможные ошибки исследуются и тщательно исключаются из отсчетов круга. Исходя из этого, мы всюду пользуемся термином «редукция за склонение», вместо употребляющегося при изучении абсолютных каталогов—редукция системы инструмента на фундаментальный каталог.

§ 8. Редукция за склонение

Поскольку наблюдались только 93 опорных звезды, определение редукции за склонение по способу Кюстнера потребовало бы много приближений. Применение способа Циммермана также вызывает некоторые затруднения. Дело в том, что рассмотрение процесса составления «решетки» [3] показывает, что вследствие неравномерного распределения звезд и неодинаковой площади близполюсных и экваториальных зон, экваториальные звезды будут наблюдаться чаще, чем близполюсные. Чтобы избежать этого недостатка, придется при составлении нормальных уравнений учитывать веса. Тогда нормальное уравнение для определения x_2 будет иметь вид:

$$(\kappa + l)x_2 - \kappa x_1 - l x_3 = \kappa a_{12} + l a_{23}$$

при весах k и l (в случае трех зон). Получаемая система решается также после наложения какого-либо условия на неизвестные, но решение ее не будет выполняться так же просто, как в случае равных весов. Поэтому удобнее выбирать зоны не равной ширины, но с одинаковым количеством опорных звезд в каждой. Тогда при приблизительно равном количестве наблюдений каждой опорной звезды веса уравнений будут близки.

Вычисленные таким образом поправки приписываются серединам зон, хотя, вследствие неравномерного распределения звезд по склонению, среднее склонение наблюдавшихся в каждой зоне опорных звезд будет отличаться от середины зоны. Если же начать подсчитывать средние склонения групп

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

звезд, то окажется, что, например, средние склонения звезд первой зоны, наблюдавшихся в комбинации со звездами второй и третьей, будут различны. Поэтому в различные уравнения системы (44) в [3] под символом X_1 (или X_2, X_3...) входят разные величины. Исходя из этого, вычисления следует производить последовательными приближениями. Так, вычислив обычным путем первое приближение, необходимо редуцировать уравнения системы (44) к серединам зон и снова повторить вычисления.

Чтобы избежать перечисленных выше недостатков, можно определять редукции для каждой опорной звезды отдельно, не объединяя их в группы. Тогда исследование этих редукций в систематическом отношении позволит определить редукцию за склонение и уравнение блеска, если будет достаточно материала, а сопоставление остатков послужит для определения индивидуальных поправок координат опорных звезд.

Последний способ применялся в данной работе.

После исключения изменения E со временем, образовывались разности E «последующая»—E «предыдущая» для всех наблюдавшихся опорных звезд. Образовывать большое количество разностей, комбинируя более отдаленные звезды, нецелесообразно, поскольку при этом получаются уравнения, зависящие от полученных ранее. Эти разности группируются по признакам: номер предыдущей звезды и номер последующей.

Обозначим редукцию наблюденной точки экватора, зависящую от всех особенностей опорной звезды через x. Тогда по определению:

$$E_{ист} = E + x,$$

где $E_{ист.}$ — истинное значение точки экватора, не зависящее от конкретных особенностей соответствующей опорной звезды и обстоятельств ее наблюдения. Написав такие выражения для предыдущей и последующей опорных звезд и вычитая первое из второго, получим:

$$x_{пред} - x_{посл} = E_{посл} - E_{пред} \qquad (*)$$

в предположении, что за промежуток времени между наблюдениями этих опорных звезд $E_{ист.}$ не изменилось.

Каждый вечер наблюдений дает такое количество подобных уравнений, которое на единицу меньше количества наблюдавшихся опорных звезд. Приписывая этим уравнениям равные веса, можно по всему материалу наблюдений (отдельно для разных положений инструмента и его частей) получить нормальные уравнения вида:

$$-ax_{i-2} - bx_{i-1} + (a + b + c)\ x_i - cx_{i+1} = n_i \quad (**)$$

В некоторые уравнения может входить и больше неизвестных, но никогда—менее трех. Количество уравнений равно количеству опорных звезд. Определить однозначно редукции также не удастся, ввиду того, что уравнения зависимы (сумма всех уравнений дает тождество). Этого и следовало бы ожидать, так как из наблюдений можно получить только разности редукций.

Решение этих уравнений путем последовательного исключения неизвестных будет целесообразным только при такой системе уравнений, когда в каждое нормальное уравнение входит только по три неизвестных. Это соответствует тому случаю, когда опорные звезды наблюдались каждый вечер без пропусков. Полагая, что одно из неизвестных равно нулю, можно определить все остальные.

Эту же систему уравнений можно решать путем последовательных приближений. Вопрос о сходимости решается безусловно только для случая, когда коэффициент при главном члене (в уравнении (**) при x_i) больше суммы абсолютных величин коэфициентов при остальных членах. В нашем случае они равны. Однако если, например, положить $x_1 = 0$, то первое уравнение выпадает, а члены с x_1 в соседних пропадут, и в них главные члены станут больше суммы абсолютных величин остальных. Процесс будет сходиться. Впрочем, вследствие хаотического расположения опорных звезд по склонению (и другим признакам), процесс практически будет сходиться и без наложения каких-либо ограничений на x.

Для удобства вычислений нормальные уравнения делились на главный коэффициент и приводились к такому виду, когда наибольший коэффициент равен единице. В первом приближении предполагалось, что главное неизвестное равно свободному члену. Значения неизвестных подставлялись в уравнения и вычислялось второе приближение. Приближения сходились довольно быстро. Например, для круга В при втором положении объектива и окуляра, процесс последовательных приближений был таков:

Звезда FK3 891+42,+20,+19,+17,+17,+18,+19,+19
» » 17—70,—60,—61,—59,—57,—54,—53,—52
» » 33+ 2,+ 4,+ 9,+12,+14,+16,+17,+16.

Стремиться к точному удовлетворению уравнений не следует, так как накопление случайных ошибок наблюдений все равно не дает возможности надежно связать таким путем звезды, наблюдающиеся через несколько часов одна после другой. Поэтому, если изменения неизвестных при последовательных приближениях происходят равномерно, не превышают 1—2 сотых секунды дуги и одинаковы для многих (10—20) соседних неизвестных, то процесс можно закончить. При небольших величинах редукций и значительном числе опорных звезд это может наступить уже после 5—10 приближений.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Такой способ обработки дает также значительную экономию труда. Действительно, если изменение E с течением времени происходит равномерно со скоростью v' в минуту, а опорные звезды наблюдались через равные интервалы времени M, то получаемые уравнения ошибок (*) будут иметь вид:

$$x_2 - x_1 = n_{12} + Mv'$$
$$x_3 - x_2 = n_{23} + Mv',$$

а потому нормальное уравнение для вычисления x_2 не будет зависет от v'. Обычно промежутки времени между наблюдениями отдельных опорных звезд не более получаса, величины v' невелики и потому влиянием изменений E в течение вечера в большинстве случаев можно пренебречь. Это дает возможность избежать одной очень кропотливой операции — первоначального сглаживания E по времени или—ограничиться грубым определением, чтобы исключить зависимость $E(t)$, в особо неблагоприятных случаях.

По поводу количества времени, затрачиваемого на решение таких систем уравнений, отметим следующее. В данной работе приходилось определять редукции для 93 звезд. Одно приближение занимало около часа. Решение одной системы требовало один-два рабочих дня. Всего же систем было четыре.

Решение составленных нормальных уравнений дало редукции точек экватора, получаемые по каждой звезде.

На полученных редукциях отразились все особенности наблюдений опорных звезд. Поэтому редукции можно рассматривать как функцию от многих переменных: склонения, блеска, спектрального класса звезды, отсчетов круга и микрометра, положения наблюдателя при наблюдении звезды, метеорологических условий и т. п. Влияние всех этих факторов различно по величине и характеру. Наибольшее значение имеет ошибка, связанная с гнутием и систематическими ошибками делений круга. Поэтому прежде всего необходимо исследовать зависимость редукции от склонения. Не высказывая никакого предположения о характере этой зависимости и не подчиняя ее какой-либо формуле, можно применить такой прием.

Расположим редукции по склонениям соответствующих опорных звезд. Вследствие случайных ошибок склонений опорных звезд, случайных ошибок штрихов и ошибок отсчетов микрометра и круга, даже при близких склонениях опорных звезд будут наблюдаться значительные колебания величин редукции. Чтобы уменьшить эти влияния, редукции были объединены в группы, состоящие из данных для близких по склонению звезд. В первом приближении были составлены группы из 10 звезд. Поскольку полученные средние значения редукций показывали значительные расхождения, имеющие случайный характер, то они были представлены линейной функцией склонений. Для этого все поправки были разделены

на группы (севернее $+60°.5$ и южнее $+60°.5$) и были вычислены средние значения поправок в каждой группе и средние значения склонений соответствующих звезд. Таким путем было найдено, что с увеличением склонения на 1° поправки точек экватора возрастают

при Кр. В 1 на $+0''.01489$
„ З 1 на $+0\ .00243$
„ В II на $+0\ .02035$
„ З II на $-0\ .00383$.

После введения в наблюденные точки экватора соответствующих поправок вычислялось второе приближение. Перед этим снова исключалось изменение E с течением времени в те вечера, когда оно было значительным.

Не все опорные звезды наблюдались одинаковое количество раз. Для вычислений же удобно иметь группы с равными весами. Веса редукций определялись количеством наблюдений по табличке:

Количество наблюдений	1	2	3—4	5—7	8 и более
Вес редукции	1	1.5	2	2.5	3

Вычисление весов производилось из таких соображений. При повторении наблюдений не все ошибки точки экватора изменяются. Например, ошибки склонений звезд и ошибки штрихов вовсе не меняются при повторении наблюдений. Поэтому при увеличении количества наблюдений вес результата не возрастает пропорционально числу повторений, а, меняясь по другому закону, достигает определенного максимума.

Для подсчета были использованы: случайная средняя квадратическая ошибка нанесения делений $m_K = \pm 0''.143$, случайная средняя квадратическая ошибка склонений опорных звезд $m_\delta = \pm 0''.09$ (3), случайная средняя квадратическая ошибка одного наведения биссектора на изображение штриха $m_H = \pm 0''.245$ и наведения нити окулярного микрометра на изображение звезды $m_\sigma = \pm 0''.354$. Также было учтено, что во время наблюдений делалось по 5 наведений нити микрометра на изображение звезды и отсчитывалось 8 штрихов путем однократных наведений биссектора на каждый. При этих данных оказывается, что максимальный вес—3.7 достигается только при 100 наблюдениях.

Веса редукций были большей частью равны 2.5, так что вновь образуемые группы с весами, равными 10, состояли из четырех редукций. Некоторые редукции попадали в две соседние группы; сумма весов, с которыми они входили в эти группы, была равна весу редукции. В таблице 13 приводятся средние склонения $\delta_{ср}$ и средние редукции R для групп с весами 10 (Rв $0''.01$).

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Таблица 13

I положение объектива и окуляра				II положение объектива и окуляра			
B_I		$З_I$		B_{II}		$З_{II}$	
$\delta_{ср}$	R	$\delta_{ср}$	R	$\delta_{ср}$	R	$\delta_{ср}$	R
38°45′	+ 7	38°42′	—13	38°41′	+43	38°57′	+ 5
40 38	+24	40 27	—11	40 24	— 4	40 35	+ 4
42 16	+30	42 28	— 2	42 20	+21	42 14	+ 1
45 53	— 4	45 42	+20	46 12	—19	46 03	— 5
48 41	—18	48 33	— 3	48 47	— 3	48 46	+ 2
50 55	+ 2	51 10	—10	51 00	+11	50 54	— 4
55 03	— 4	55 16	— 3	54 58	— 2	54 45	— 5
56 47	— 0	57 41	— 7	56 43	—19	56 40	—17
58 34	—13	58 40	—11	58 24	—46	58 16	— 8
59 36	— 0	60 01	—28	59 28	— 5	59 22	+ 9
60 39	— 6	61 16	+ 2	60 20	+ 9	60 14	—11
62 11	— 4	62 41	+21	61 35	+ 8	61 28	+22
63 59	+19	64 42	+ 9	62 52	+16	62 48	— 4
65 50	—25	66 02	+19	64 54	+ 6	64 54	+24
67 12	+12	68 00	+11	66 06	—33	66 04	+37
69 21	— 1	69 54	— 5	67 56	—28	67 45	+22
71 14	— 2	71 45	— 8	69 57	—12	69 37	— 4
72 34	+ 2	73 08	—16	71 36	—18	71 38	+17
74 20	—11	75 53	— 0	72 52	—15	72 39	—14
76 38	+ 9	77 30	—16	74 49	+ 4	74 02	— 4
77 41	—11	78 28	—13	76 57	+35	76 23	—13
80 00	— 4			77 41	—20	77 36	—29
				79 43	+31	79 06	—16

Перед составлением групп редукций были разделены на 2 части — южную (склонения меньше 50°) и северную. Распределение на группы начиналось от этой границы и шло для южной части к югу, для северной — к северу. Такой прием вызван тем, что возможны систематические различия в наблюдениях северных и южных звезд. Вследствие ошибки, которую по аналогии с соответствующей ошибкой при наблюдениях прямых восхождений (5) назовем ошибкой биссектирования, нить микрометра при наведениях на изображение звезды будет систематически устанавливаться выше (или ниже) изображения звезды. Для определенности предположим, что нить устанавливается ниже изображения.

Предположим, что инструмент стоит в положении круг В. В этом случае при движении трубы с севера на юг отсчеты круга будут возрастать (черт. 5). Поэтому, если мы будем наводить трубу на южную звезду (ноги к югу) и ставить изображение звезды выше горизонтальной нити на β, то поправка точки экватора, вычисленной по этой звезде, будет $+\beta$. Для северных звезд нужна поправка $-\beta$. Эти количества входят в состав найденных выше редукций. Следовательно для круга В будет иметь:

$$R_c - R_ю = -2\beta,$$

если отвлечься от ошибок другого происхождения (например, ошибки склонений опорных звезд, ошибки делений).

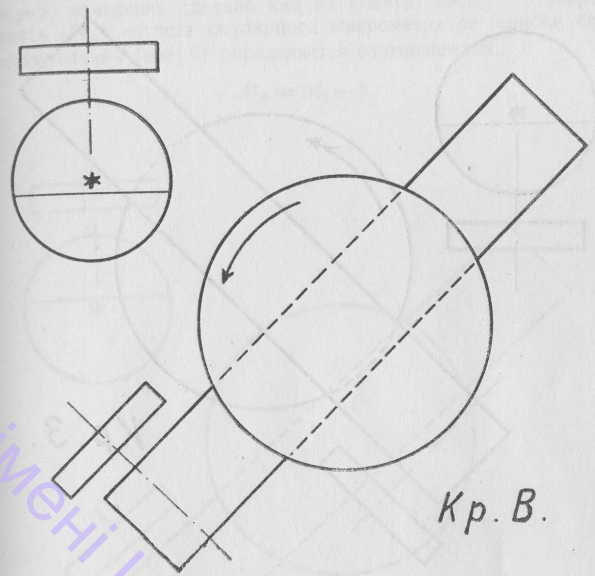


Рис. 5. Возникновение скачка в зените (см. рис. 5б)

После перекладки инструмента меняется направление возрастания делений, а поэтому для круга З имеем:

$$R_c - R_ю = +2\beta.$$

Перестановка объектива и окуляра не будет изменять связи редукций с ошибкой биссектирования.

Во время наблюдений все звезды со склонениями меньшими + 50° наблюдались как южные, а остальные как северные. Звезд, наблюдавшихся обоими способами, нет. Поэтому было выбрано по одной группе к северу и к югу от этой границы. Брались соседние группы, чтобы изменение редукции в

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

зависимости от склонения оказывало меньшее влияние. Средние склонения групп были 48°.6 и 51°.0. Разности $R_c - R_ю$ в 0″.01 приводятся в таблице 14.

Таблица 14

	Круг Вост.	Круг Зап.	Среднее
I. Полож. объектива и окуляра	+ 20	— 7	+ 13
II. Полож. объектива и окуляра	+ 1	—16	+ 8
Среднее	+ 10	—12	+ 11

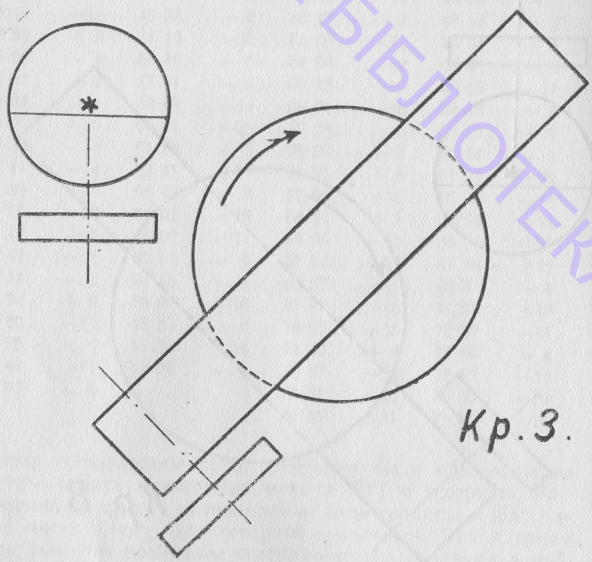


Рис. 5б. Возникновение скачка в зените (см. рис. 5а)

Знаки Круг В и Круг З получились противоположными, как и следовало ожидать; среднее вычислено со знаками, соответствующими Круг В. Перед вычислением разности $R_c - R_ю$ для II положения объектива и окуляра, из редукций в таблице 13 были вычтены поправки за ошибки делений, полученные по таблице 12.

Ввиду важности вопроса было произведено специальное определение ошибки биссектирования. Исследования сводились к наблюдению одной и той же звезды в двух положениях корпуса. Каждый раз делалось по 4 наведения нити на звезду и отсчитывались установки барабана окулярного микрометра.

Чтобы иметь время для перемены положения корпуса, первые наблюдения делались за 50—60 секунд до момента кульминации, вторые—симметрично первым по другую сторону меридиана; 4 наведения делалось для увеличения точности. В дальнейшую обработку входят средние, а потому будем считать, что произведено только по одному отсчету в каждом положении корпуса.

Пусть наблюдения производятся при Круге Восток. Если первое наведение сделано как на южную звезду, то зависимость $M_ю$ — отсчета окулярного микрометра от ошибки биссектирования (рис. 6) определяется соотношением:

$$M_ю = M_1 - \beta,$$

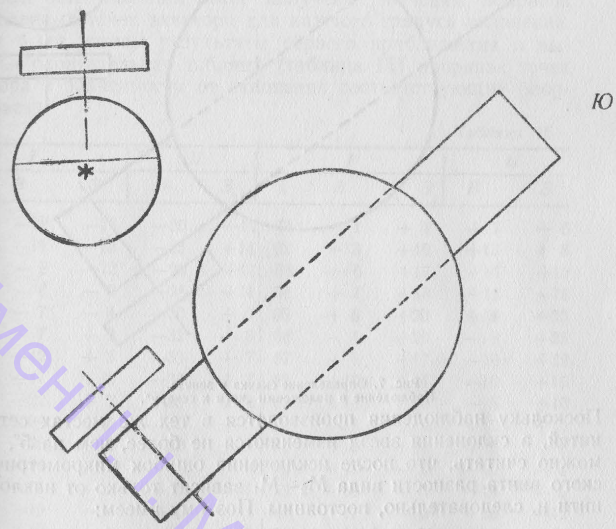


Рис. 6. Определение скачка в зените. Наблюдение в положении „ноги к югу".

где M_1 — истинное значение отсчета при первом наведении. Второй отсчет (рисунок 7) дает: $M_c = M_2 + \beta$.

Таким образом, пронаблюдав указанным способом одну звезду, мы можем получить:

$$M_c - M_ю = M_2 - M_1 + 2\beta.$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І.МЕЧНИКОВА

Вскоре после этой звезды наблюдалась вторая, но положения корпуса изменялись в обратном порядке. Получаются следующие уравнения:

$$M'_c = M'_1 + \beta$$
$$M'_{ю} = M'_2 - \beta$$

которые дают:

$$M_{ю}' - M_c' = M_2' - M_1' - 2\beta.$$

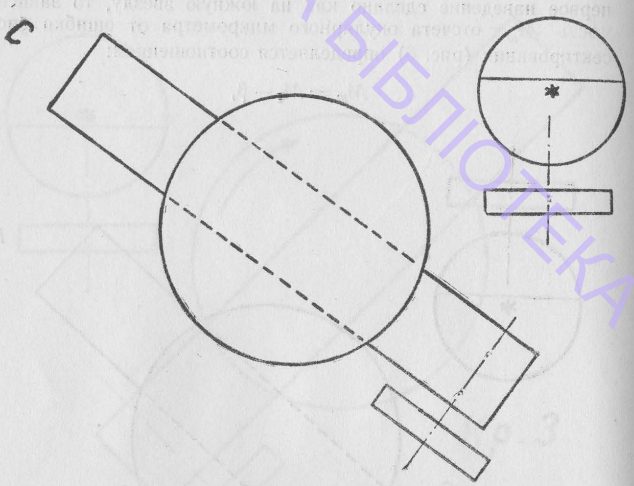


Рис. 7. Определение скачка в зените.
Наблюдение в положении „ноги к северу".

Поскольку наблюдения производятся в тех же местах сетки нитей, а склонения звезд изменяются не более, чем на 5°, то можно считать, что после исключения ошибок микрометрического винта разности вида M_2—M_1 зависят только от наклона нити и, следовательно, постоянны. Поэтому имеем:

$$M_c - M_{ю} - (M'_{ю} - M'_c) = 4\beta.$$

Было произведено 3 небольших ряда измерений, которые после вычислений по этой формуле дали:

Дата	Круг	4 β	Средние ошибки
1950, III, 23	З	—0.″21	±0″.35
VIII, 23	В	+ 0.024	.10
28	З	— 0.10	.15
Среднее взвешенное	В	+ 0.056	±0.07

Результат исследования при Круге В имеет, как и должно быть, знак, обратный знаку результатов, полученных при Круге З. Среднее вычислено при учете этой перемены знаков. Полученный результат не согласуется с найденным ранее — (2 β = — 0″.11). Повидимому, если ошибка биссектирования и имеется, то она невелика. Поэтому при сглаживании допускалось, что ошибки биссектирования нет, а кривая редукции за склонение непрерывна.

Для удобства интерполяции полученные средние поправки (таблица 13) были предварительно сглажены путем двукратного применения формулы:

$$u_{i+1/2} = \frac{1}{2}(u_i + u_{i+1}).$$

После интерполяции были получены значения поправок наблюденных точек экватора для каждого градуса склонения. Затем были учтены результаты первого приближения и вычислена окончательная таблица (таблица 15) поправок точек экватора в зависимости от склонений соответствующих опорных звезд.

Таблица 15

	I		II			I		II	
δ	В	З	В	З	δ	В	З	В	З
38°	—12	—16	—20	+16	61°	— 1	+ 1	+ 7	+ 6
39	—11	—15	—23	+14	62	+ 3	+10	+13	+ 8
40	— 9	—12	—26	+13	63	+ 6	+17	+16	+10
41	— 8	— 9	—28	+11	64	+ 7	+18	+11	+13
42	— 7	— 4	—30	+ 9	65	+ 6	+20	+ 4	+20
43	— 7	+ 2	—32	+ 8	66	+ 4	+20	— 8	+28
44	—12	+ 5	—33	+ 7	67	+ 9	+17	—10	+22
45	—17	+ 6	—34	+ 7	68	+12	+14	—10	+15
46	—22	+ 7	—35	+ 6	69	+14	+10	— 5	+10
47	—24	+ 5	—32	+ 5	70	+15	+ 4	+ 2	+ 5
48	—26	+ 3	—29	+ 5	71	+15	0	+ 6	+ 1
49	—26	0	—26	+ 4	72	+16	— 3	+10	— 4
50	—23	— 2	—22	+ 4	73	+16	— 3	+14	— 9
51	—19	— 4	—16	+ 3	74	+17	— 3	+25	—12
52	—17	— 6	—16	+ 1	75	+18	— 3	+38	—15
53	—14	— 5	—16	— 1	76	+20	— 3	+48	—19
54	—12	— 4	—15	— 3	77	+21	— 3	+58	—23
55	—11	— 4	—19	— 5	78	+22	— 4	+62	—27
56	—11	— 4	—24	— 7	79	+22	— 4	+65	—28
57	—10	— 4	—30	— 9	80	+23	— 5	+68	—28
58	—10	— 7	—32	— 4	81	+23	— 5	+70	—29
59	— 7	—11	—20	+ 1	82	+24	— 5	+72	—29
60	— 5	—12	— 1	+ 4					

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І.МЕЧНИКОВА

§ 9. Средние склонения звезд

Зависимость исправленных за склонение точек экватора от прямых восхождений представлялась линейной функцией и исследовалась с помощью такого приема (6). По времени вечер делился на две части. Для каждой из частей находились средние точки экватора E_1 и E_2 и соответствующие им средние значения моментов t_1 и t_2 наблюдений опорных звезд, по которым вычислены E. Тогда получаем:

$$E(t) = E_1 + \frac{E_2 - E_1}{t_2 - t_1}(t - t_1). \qquad (***)$$

Такой прием дает результат, лишь немного отличающийся от решения задачи по способу наименьших квадратов. Небольшое искажение может произойти из-за наличия в середине вечера значений точек экватора, значительно отличающихся от окружающих. В таком случае наблюдавшиеся в середине вечера опорные звезды не применялись для вычисления изменения точки экватора с течением времени, то есть не заключались ни в одной из упомянутых двух групп, но дополнительно вычислялась средняя за весь вечер величина $E_{ср}$ и соответствующий ей момент.

Тогда точка экватора в данный вечер представлялась формулой: $E(t) = E_{ср} + \frac{E_2 - E_1}{t_2 - t_1}(t - t_{ср}.)$ $(***)$

При большом количестве опорных звезд образовывались 3 группы точек экватора и из комбинаций I-II и II-III вычислялись эмпирические формулы (***). Затем определялись отклонения наблюденных E от вычисленных по формулам, и вводилась поправка для выполнения условия: сумма отклонений равна нулю.

Если разность $E_2 - E_1$ была менее $0''.10$, то изменение E с течением времени не учитывалось.

Определив изменения положения точки экватора с течением времени, можно приступить к вычислению видимых склонений определяемых звезд. Эти вычисления производились по формуле:

$$\delta = \pm [E(t) - N],$$

причем, верхний знак для положения инструмента Круг В, а нижний—Круг З; $E(t)$ представляет величину точки экватора, соответствующую моменту наблюдения данной звезды.

Полученные в § 8 редукции за склонение являются поправками, которые приводят вычисленные по отдельным опорным звездам, имеющим различные склонения, точки экватора к некоторому постоянному склонению. Эта операция была необходима для получения сравнимых значений E, зависящих

только от времени. Таким образом, для вычисления склонений различных определяемых звезд применены

$$E(t) = E_{\delta,t} + R.$$

В действительности нужно было пользоваться величиной $E_{\delta,t}$, зависящей как от момента наблюдения, так и от склонения. Поэтому склонения, вычисленные из наблюдений при Круге В., были исправлены на $-R_B$, а из наблюдений при Круге З — на $+R_З$ (табл. 15).

Эти поправки придавались непосредственно к средним склонениям для равноденствия 1950.0.

Большинство звезд данного каталога наблюдалось по 16 раз, причем многие в течение одного месяца по 8 раз. Поэтому целесообразно вместо вычисления приведений на видимое место для каждой отдельной даты наблюдений составить эфемериды. Эфемериды вычислялись без учета короткопериодических членов нутации, а поэтому табличный интервал можно было взять равным десяти дням, как это принято в ежегодниках.

При вычислениях пользовались алгебраической формулой, для чего по данным «Астрономического Ежегодника» вычислялись величины A и B. Эфемериды вычислялись для 12 часов Гринвичского звездного времени, т. е. 14 ч. 3 м. Одесского времени, а затем результаты интерполировались на момент кульминации звезд в Одессе. Для опорных звезд к найденным величинам приведений прибавлялись соответствующие средние места и получались эфемериды, отличающиеся от приводящихся в «Астрономическом Ежегоднике» только тем, что координаты давались на момент кульминации в Одессе. Выборка из таких эфемерид весьма просто производится с помощью интерполяционной формулы Стирлинга, с учетом вторых разностей. Затем прибавлялась поправка за прецессию.

Прежде чем вычислять общее среднее по результатам наблюдений, полученным в четырех положениях инструмента, необходимо было выяснить, нет ли между ними какого-либо систематического различия, так как при неодинаковом количестве наблюдений звезды в различных положениях инструмента, возможно искажение окончательного результата.

С этой целью были вычислены средние значения склонений из наблюдений, выполненных при определенном положении инструмента, и составлены разности этих средних в смысле ЗI—BI, BII—BI, ЗII—BI. Эти разности показывают, как влияют на результат определения различные положения инструмента. С их помощью можно определить величину систематических отклонений от среднего склонения. В этом случае алгебраическая сумма отклонений должна быть равна нулю. Для уменьшения количества вычислений все данные об определяемых звездах, предварительно распределенные по склоне-

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ ИМЕНИ И. И. МЕЧНИКОВА

ниям, были разделены на группы по 10 звезд. Затем для каждой группы вычислялись приведения к среднему. Ослабление влияния случайных ошибок достигалось путем сглаживания результатов по формуле:

$$u'_{i+1/2} = \frac{1}{4}(u_{i-1} + u_i + u_{i+1} + u_{i+2}).$$

Сглаженные величины послужили для составления таблицы поправок для каждого градуса склонения. После дополнительного сглаживания по формуле:

$$u'_i = \frac{1}{3}(u_{i-1} + u_i + u_{i+1})$$

была получена система поправок, приведенная в таблице 16 (в 0″.01).

Эти поправки прибавлялись к соответствующим средним склонениям, а затем вычислялись средние взвешенные. Веса принимались равными количеству наблюдений звезды в каждом положении инструмента.

Таблица 16

δ	B_I	$З_I$	B_{II}	$З_{II}$	δ	B_I	$З_I$	B_{II}	$З_{II}$
39°	— 8	—13	+ 9	+14	61°	+ 4	0	0	— 4
40	— 9	—11	+10	+12	62	+ 2	0	— 3	0
41	—10	— 9	+10	+ 9	63	— 2	+ 1	— 4	+ 5
42	—11	— 6	+11	+ 6	64	— 4	+ 0	— 4	+ 7
43	—11	— 3	+11	+ 4	65	— 4	+ 1	— 3	+ 6
44	—12	— 2	+11	+ 2	66	— 3	+ 2	— 2	+ 3
45	—12	0	+11	+ 2	67	0	+ 4	— 2	0
46	—12	0	+ 9	+ 3	68	+ 2	+ 4	— 3	— 3
47	—11	0	+ 7	+ 4	69	+ 3	+ 4	— 4	— 3
48	—10	— 2	+ 5	+ 6	70	+ 3	+ 3	— 5	— 1
49	—10	— 4	+ 5	+ 9	71	+ 2	0	— 3	+ 1
50	—10	— 6	+ 6	+11	72	+ 3	— 3	— 2	+ 2
51	— 9	—10	+ 8	+11	73	+ 4	— 4	0	+ 1
52	—10	—12	+11	+10	74	+ 5	— 5	— 1	+ 1
53	— 8	—14	+13	+ 9	75	+ 6	— 5	— 3	+ 1
54	— 8	—13	+14	+ 7	76	+ 9	— 3	— 8	+ 1
55	— 6	—10	+11	+ 4	77	+12	+ 1	—14	+ 2
56	— 6	— 4	+ 8	+ 2	78	+14	+ 6	—23	+ 3
57	— 4	+ 1	+ 4	0	79	+16	+11	—32	+ 4
58	— 2	+ 4	+ 1	— 2	80	+18	+16	—39	+ 4
59	+ 1	+ 3	0	— 4	81	+20	+20	—44	+ 5
60	+ 4	+ 1	+ 1	— 5					

Как показало исследование отклонений наблюденных точек экватора от вычисленных (§ 12), редукция за склонение не

полностью исключила зависимость точки экватора от склонений. Эти отклонения имеют систематический характер, как показывает таблица 24, а поэтому должны быть исключены из полученных склонений. Поскольку систематические различия величин склонений, полученных при разных положениях инструмента, уже учтены, то остается исключить среднюю величину систематической зависимости для четырех положений (среднее в таблице 24).

Полученные после введения этой поправки склонения послужили для составления каталога.

§ 10. Систематические остатки

После учета окончательно полученной редукции за склонение оказалось, что некоторые вечера наблюдений дали положения точки экватора, все еще зависящие от склонений. Для примера приведем результаты наблюдений 7 декабря 1947 г. (круг В).

Таблица 17

FK_3	α	δ	E	$E(\delta)$	v
17	0^h34^m	53°36′	7″.63	7″.85	—22
33	54	38 13	9 .27	9 .58	—36
41	1 8	79 22	4 .94	4 .94	0
48	22	59 58	7 .09	7 .12	— 3
52	35	48 22	9 .25	8 .43	+82
57	40	50 25	7 .89	8 .21	—32
63	51	63 25	7 .00	6 .73	+27
76	2 11	66 18	6 .19	6 .41	—22

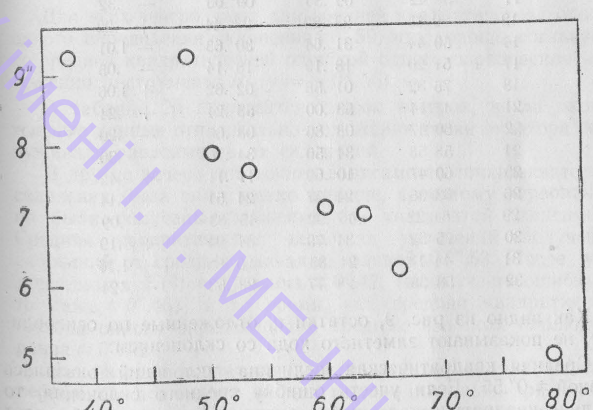


Рис. 8. Систематическая зависимость остатков от склонений опорных звезд

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

В колонке E приводятся исправленные за влияние склонений соответствующих опорных звезд точки экватора. Ясно, что сглаживание их по времени не может дать удовлетворительных результатов. Однако, сопоставление их с соответствующими склонениями указывает на зависимость от склонений (рисунок 8).

Эта зависимость была представлена эмпирической формулой:

$$E(\delta) = 9''.38 - 0''.113(\delta - 40^\circ),$$

по которой вычислялись $E(\delta)$ приведенные в таблице 17. Там же приводятся уклонения v наблюдений от вычислений, свидетельствующие о незначительности изменений E с течением времени. Поэтому последняя зависимость не учитывалась.

В таблице 18 приводятся результаты определения склонений δ в этот вечер. Вместе с ними выписаны средние склонения δ_{cp}, полученные изо всех наблюдений, и отклонения v склонений наблюдаемых в данный вечер звезд от средних.

Таблица 18

№	δ_{cp}		δ	v
6	52°33′	49″.69	49″.16	—″ .53
7	57 44	28 .73	29 .09	+ .36
8	58 28	46 .78	45 .92	— .86
10	31 32	01 .54	01 .30	— .24
11	58 42	09 .35	09 .03	— .32
12	69 05	23 .22	23 .44	+ .22
14	50 44	31 .64	30 .63	— 1.01
17	51 20	18 .19	18 .14	— .05
18	76 32	01 .56	02 .62	+ 1.06
21	43 14	53 .00	53 .24	+ .24
22	60 47	08 .86	08 .66	— .20
24	58 58	34 .50	34 .20	— .30
25	60 47	10 .69	11 .11	+ .42
26	63 36	24 .37	24 .51	+ .14
29	64 22	45 .92	45 .83	— .09
30	75 52	34 .75	34 .94	+ .19
31	44 13	24 .83	25 .99	+ 1.16
32	53 36	28 .77	28 .53	— .24

Как видно из рис. 9, остатки v, отложенные по оси ординат, не показывают заметного хода со склонением.

Средняя квадратическая величина уклонений оказалась равной ± 0″.55. Если учесть ошибку среднего склонения, то средняя квадратическая ошибка определения склонений в этот вечер будет равна ± 0″.53.

Еще большую величину $\frac{dE}{d\delta}$ показал вечер 20 февраля 1948 г. (Круг В). Хотя в этот вечер наблюдались только 4 опорных звезды со склонениями 55°, 56°, 63° и 66°, но получена была достаточно уверенная зависимость положения точки экватора от склонения (таблица 19).

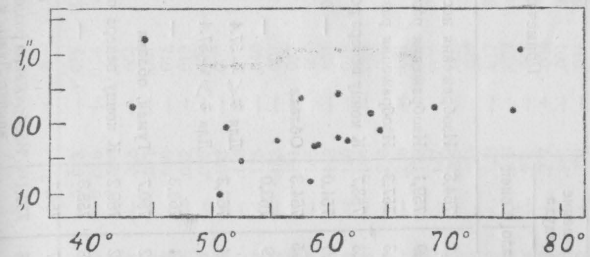


Рис. 9

Таблица 19

№	δ_{cp}	δ_1	δ_2	v_1	v_2
65	64°09′	35″.23	36″.07	35″.66	+0″.84	+0″.43
67	75 51	14 .97	17 .40	14 .45	+2 .43	— .52
69	73 59	49 .60	52 .73	50 .85	+3 .13	+1 .25

Здесь δ_1 получено при пользовании средним за вечер значением точки экватора, а δ_2—при учете зависимости $E(\delta)$.

Два этих вечера дают для средней квадратической ошибки одного определения склонения ± 0″.59, что хорошо согласуется со средней квадратической ошибкой одного определения в положении инструмента B_1 ($\mu = \pm$ 0″.56).

В таблице 20 приводится список вечеров, когда окончательные данные относительно положения точки экватора обнаруживали зависимость от склонений.

В другие вечера остаточная зависимость точки экватора от склонения была значительно меньше, а поэтому первоначально были получены склонения без учета этой зависимости. Средняя квадратическая величина уклонений полученных склонений от средних оказалась равной ± 0″.53. После учета зависимости $E(\delta)$ получилось ± 0″.47, (если учесть ошибку δ_{cp}, то даже ± 0″.46), в то время, как средняя квадратическая ошибка одного определения в среднем изо всех наблюдений равна ± 0″.48.

Это явление возникает, повидимому, вследствие аномалий рефракции; появляется эффект весною и осенью, при неустойчивой атмосфере. Может играть роль и близость обсерватории к берегу моря.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА

Таблица 20

Дата	$\frac{dE}{d\delta}$	Кр.	Ветер: Направление	Ветер: Балл	Температура воздуха: Начало	Температура воздуха: Конец	Давление воздуха: Начало	Давление воздуха: Конец	Примечания	Количество опорных звезд
1947 IV 6	+0.046	В	Ю	1—0	+ 9,9	+ 8,0	765,1	764,8	Изображения неспокойны	7
VI 13	—0.036	В	Ю	4—3	+ 18.8	+ 17,9	758,9	759,1	Изображения размыты	17
28	+0.062	З	С	4	+ 26,9	+ 26,6	757,3	757,3	Изображения размыты	3
XII 7	—0.113	В	Ю	3—4	+ 8,6	+ 8,5	753,3	753,7	К концу вечера роса и облака	8
8	—0.063	В	С	1—0	+ 5,5	+ 4,7	751,0	751,0	—	7
1948 II 20	—0.150	В	С	3—5	— 5,6	— 5,9	763, 5	764,3	Облака	4
III 8	+0.078	В	Ю	1—0	+ 2,4	+ 0,8	762,9	763,0	—	4
1949 V 3	—0.082	З	С	1—2	+ 16,2	+ 11,6	763,4	763,3	Для $\delta \leqslant +57.4$	6
	+0.022	З		0					Для $\delta > +57.4$	7
6	+0.030	З	Ю	2	+ 12,6	+ 11,3	763,4	763,3	—	16
24	—0.024	В	Ю	3—4	+ 16,8	+ 16,6	751,2	750,7	Туман, облака	11
X 1	+0.030	З	Ю	2—1	+ 13,5	+ 13,1	760,2	759,2	К концу вечера облака	13
1950 II 13	—0.035	В	Ю	1—2	+ 4,8	+ 4,6	758,8	758,8	—	13
24	+0.036	З	ЮЗ	3—4	+ 2,5	+ 2,1	754,7	754,7	—	4
25	+0.032	З	ЮЗ	1—2	+ 2,9	+ 1,3	753,8	753,1	Изображения размыты, ореол вокруг Луны, к концу вечера—облака.	10

§ 11. Каталог

Таблица 21

N	GC	m	α 1950.0	δ 1950.0	An. Var.	Var. sec.	μ′	τ 1940+	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	45	6.5	$0^h02^m19^s$	+ 58°15′14″.11	+ 20″.029	— 0″.013	— 0″.013	8.69	17
2	88	6.1	03 38	58 09 29 .41	20 .075	— 0 .016	+ 0.34	.71	17
3	233	6.6	10 32	61 45 47 .47	20 .004	— .030	— .017	.65	18
4	429	6.7	18 55	67 32 44 .77	19 .970	— .048	— .004	.75	16
5	609	6.1	28 32	66 14 37 .60	19 .886	— .071	— .001	.76	16
6	614	5.7	28 56	52 33 49 .67	19 .865	— .069	— .018	.74	17
7	734	7.4	34 26	57 44 28 .69	19 .807	— .082	— .010	.86	15.5
8	837	6.1	39 38	58 28 46 .73	19 .740	— .095	— .003	.62	20
9	885	6.8	42 04	62 15 19 .30	19 .699	— .103	— .007	.73	17
10	1014	6.4	48 16	61 32 01 .51	19 .610	— .118	+ .011	.75	18
11	1086	5.0	52 01	58 42 09 .32	19 .489	— .125	— .040	.79	16
12	1212	6.7	58 11	69 05 23 .27	19 .399	— .153	— .001	.85	16
13	1279	5,9	1 01 13	61 18 45 .31	19 .315	— .151	— .017	.91	17
14	1293	6.5	01 51	50 44 31 .65	19 .317	— .145	.000	.96	16
15	1367	7.6	05 14	42 34 52 .70	19 .235	— .148	— .001	9.01	17
16	1406	5.3	07 15	68 30 47 .64	19 .168	— .180	— .018	.17	15.5
17	1453	7.3	09 54	51 20 18 .21	19. 054	— .165	— .064	.00	16
18	1562	7.6	15 05	76 32 01 .57	18 .977	— .236	.000	.01	17
19	1580	6.4	16 06	77 18 25 .57	19 .039	— .246	+ .091	.08	15
20	1125 AG	8.4	16 59	59 58 04 .38	19 .073	— .178	.000	.16	15
21	1603	7.3	17 23	43 14 53 .03	18 .919	— .177	+ .008	.05	16
22	1833	8.0	28 21	60 47 08 .82	18 .572	— .225	.000	.08	16
23	1865	7.3	29 54	60 25 48 .21	18 .488	— .229	— .032	.03	16
24	1879	4.9	30 39	58 58 34 .45	18 .478	— .228	— .017	8.92	17
25	2046	6.6	38 38	60 47 10 .58	18 .213	— .256	— .002	.81	17
26	2161	5.7	44 06	63 36 24 .38	17 .764	— .291	— .246	.80	18
27	2284	6.5	50 29	55 21 07 .58	17 .763	— .277	+ .004	.92	16
28	2301	7.0	51 35	56 20 14 .95	17. 713	— .281	— .001	9.01	16
29	2379	5.2	55 55	54 22 45 .95	17 .519	— .321	— .014	8.77	17
30	2475	5.3	2 00 41	75 52 54 .75	17 .312	— .427	— .015	.87	16

НИКОВА БИБЛИОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	2551	6.5	2 05 25	44 13 24 .87	+17 .066	— 0.292	— 0.049	8.97	15.5
32	2580	6.4	06 46	53 36 28 .75	17 .007	— .316	— .047	9.01	16
33	2696	7.2	12 09	63 00 15 .48	16 .826	— .364	+ .024	.15	16
34	2760	7.0	14 53	64 11 41 .34	16 .670	— .380	.000	.01	16
35	2836	5.2	18 51	55 37 05 .23	16 .478	— .354	+ .003	.17	15
36	2848	7.0	19 27	57 09 35 .66	16 .447	— .362	+ .001	.06	16
37	2925	7.3	23 10	57 27 17 .13	16 .248	— .373	— .010	8.95	15
38	3014	7.2	28 15	57 28 36 .85	15 .989	— .387	— .004	.88	16
39	3156	6.8	35 03	62 22 35 .10	15 .608	— .434	— .020	.92	15
40	3403		47 29	68 40 59 .75	14. 918	— .528	— .007	9.06	16
41	3497	6.6	52 16	64 07 51 .13	14 .646	— .500	+ .003	.02	16
42	3525	6.5	53 19	51 03 38 .59	14 .541	— .427	— .038	8.93	16
43	3638	5.7	59 21	79 13 26 .50	14 .222	— .828	+ .010	.99	16
44	3684	6.2	3 02 06	40 23 19 .10	14 .043	— .409	+ .002	.94	16
45	3802	6.8	08 34	45 56 28 .16	13 .583	— .444	— .050	.90	17
46	3810	6.0	08 51	42 11 19 .15	13 .602	— .430	— .012	9.06	16
47	4009	6.9	18 28	73 59 43 .61	12 .851	— .752	— .134	8.98	16
48	4034	5.6	20 19	64 24 34 .09	12 .870	— .588	+ .008	.97	16
49	4112	6.9	24 54	44 12 16 .95	12 .548	— .470	— .005	.99	15.5
50	4146	5.0	26 11	55 16 50 .55	12 .458	— .527	— .007	9.20	15
51	4290	6.4	33 20	75 34 34 .92	11 .980	— .851	+ .011	.09	14.5
52	4300	6.8	33 48	56 34 32 .28	11 .942	— .555	+ .006	.10	16
53	4423	6.8	39 15	74 23 05 .80	11 .587	— .838	+ .038	.07	16
54	4495	5.6	42 29	45 31 36 .53	11 .300	— .510	— .018	.07	15
55	4668	5.8	49 39	57 49 43 .28	10 .697	— .604	— .097	.08	16
56	4671	5.9	50 01	48 30 11 .68	10 .739	— .540	— .029	.11	15
57	4894	5.2	4 01 34	80 33 56 .24	9 .904	— 1. 28	+ .001	.02	17
58	4898	6.8	01 44	61 58 00 .69	9 .891	— .670	+ .002	8.95	16
59	5007	6.8	06 39	39 05 46 .08	9 .459	— .522	— .028	.96	16
60	5139	5.8	12 59	57 44 16 .44	8 .991	— .651	— .032	.84	16
61	5265	5.6	18 14	80 42 35 .22	8 .590	— 1 .38	— .020	.96	16
62	5296	6.9	19 42	61 55 02 .60	8 .480	— .710	— .014	9.01	16
63	5355	7.3	4 22 43	55 31 52 .87	8 .258	— .647	+ .004	8.90	16
64	5510	7.0	28 38	64 03 50 .35	7 .775	— .757	— .005	.84	16
65	5574	5.9	31 42	64 09 35 .25	7 .518	— .763	— .014	.96	16
66	5659	5.4	36 00	53 22 36 .77	7 .091	— .651	— .092	9.01	15
67	5774	6.0	42 04	75 51 14 .97	6 .553	— 1 .12	— .131	8.95	17
68	5969	6.0	51 16	43 58 53 .69	5 .866	— .603	— .055	9.04	17
69	6105	7.4	57 41	45 49 02 .57	5 .358	— .620	— .024	.19	15
70	6121	6.0	58 20	73 59 49 .61	5 .313	— 1 .07	— .015	.16	16
71	6170	6.5	5 00 36	45 42 39 .93	5 .073	— .623	— .064	.17	16
72	6288	5.4	06 03	73 53 09 .23	4 .642	— 1 .08	— .033	.08	16
73	6481	6.3	15 11	40 24 48 .02	3 .878	— .601	— .017	.00	17
74	6546	7.3	17 54	59 14 01 .34	3 .384	— .768	— .277	.08	16
75	6633	7.0	21 10	70 11 06 .16	3 .355	— .970	— .025	.07	17
76	6741	6.8	25 22	60 13 46 .18	2 .991	— .778	— .026	8.87	16
77	6818	7.4	28 29	49 21 28 .47	2 .728	— .668	— .018	.80	14
78	7060	7.0	37 05	60 35 53 .92	1 .962	— .789	— .039	9.03	16
79	7081	7.7	37 57	48 26 27 .51	1 .924	— .664	— .001	.00	17
80	7297	7.2	46 27	71 16 35 .32	1 .189	— 1 .02	+ .004	.18	16
81	7327	6.1	47 53	58 57 08 .67	1 .037	— .771	— .023	.07	16
82	7452	6.6	52 30	66 05 25 .07	0 .633	— .889	— .023	.03	16
83	7621	6.8	59 05	53 32 33 .78	0 .081	— .712	+ .001	8.93	17
84	7667	7.1	6 00 42	59 23 50 .81	— 0 .112	— .778	— .051	9.22	16
85	7949	5.6	11 11	60 00 56 .18	0 .999	— .785	— .021	8.97	17
86	8147	6.0	17 38	59 23 46 .25	1 .537	— .774	+ .003	9.17	15
87	8157	7.4	18 04	45 38 07 .75	1 .580	— .645	— .002	.13	14
88	8423	6.6	26 53	41 26 11 .77	2 .371	— .613	— .025	8.95	16
89	8540	6.2	31 37	73 44 16 .92	2 .782	— 1 .09	— .026	9.20	16
90	8574	5.9	32 44	78 02 24 .62	2 .854	— 1 .34	— .001	.31	13.5
91	8662	5.1	35 46	42 32 06 .21	3 .176	— .616	— .061	.17	17
92	8705	7.1	37 26	66 14 47 .63	3 .298	— .871	— .038	.21	16
93	8769	6.4	40 09	53 20 59 .23	3 .675	— .695	— .181	.10	16
94	9158	6.6	55 48	42 23 02 .53	4 .838	— .600	— .007	.02	15.5
95	9201	6.8	57 26	75 18 15 .01	5 .228	— 1 .12	— .257	.14	17.5
96	9397	7.0	7 04 31	44 07 10 .42	5 .581	— .602	— .014	.01	15.5
97	9581	5.3	11 34	59 43 45 .05	6 .417	— .723	— .260	.05	16

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
98	9711	6.9	7 15 33	59 20 45 .09	— 6 .520	— 0 .715	— 0.032	9.15	16
99	9771	7.3	17 50	78 21 08 .10	6 .751	— 1 .26	— .074	.20	16
100	9775	6.3	17 55	59 59 49 .57	6 .672	— .720	+ .012	.30	17
101	10016	7.0	26 47	40 57 04 .89	7 .457	— .558	— .048	.07	17
102	10172	6.9	33 11	60 39 03 .97	7 .944	— .701	— .019	.07	17
103	10551	7.0	46 50	39 53 52 .68	9 .050	— .526	— .042	.00	18
104	10681	6.9	51 34	79 59 46 .03	9 .390	— 1 .25	— .014	.21	17
105	10703	7.1	52 33	39 25 11 .19	9 .448	— .516	+ .004	.16	17
106	10808	5.3	57 01	79 37 14 .03	9 .847	— 1 .19	— .052	.12	16
107	10995	6.2	8 03 42	43 24 20 .71	10 .335	— .515	— .034	.07	16
108	11379	7.1	18 22	77 07 33 .07	11 .374	— .944	+ .005	.02	17
109	11456	6.2	21 20	42 10 03 .79	11 .590	— .478	+ .002	.08	16
110	11738	6.8	31 20	48 42 23 .56	12 .330	— .486	— .036	.15	16
111	11827	6.4	35 07	60 06 57 .27	12 .591	— .549	— .038	.22	16
112	11892	7.1	37 26	59 15 01 .75	12 .808	— .534	— .098	.24	18.5
113	11922	7.2	38 05	70 20 40 .42	12 .788	— .664	— .034	.29	17
114	12235	5.7	49 17	62 09 04 .22	13 .474	— .527	+ .020	.08	15
115	12336	7.2	53 09	57 04 53 .08	13 .750	— .480	— .008	8.95	14.5
116	12503	3.7	9 00 13	47 21 20 .29	14 .248	— .415	— .062	.92	18
117	12543	7.6	02 15	55 35 25 .34	14 .374	— .447	— .062	9.05	17
118	12646	4.7	06 49	63 43 07 .30	14 .653	— .490	— .066	8.74	17
119	12687	6.5	09 14	71 51 46 .61	14 .784	— .571	— .052	.91	17
120	12865	6.1	17 16	51 28 35 .04	15 .056	— .389	+ .143	.82	18
121	13089	7.2	26 56	67 45 41 .36	15 .755	— .454	— .018	.89	16
122	13221	5.0	31 57	39 50 40 .33	15 .994	— .322	+ .010	9.04	18
123	13262	6.7	33 38	75 25 50 .74	16 .054	— .526	+ .038	8.86	17
124	13419	6.1	41 29	79 22 04 .68	16 .525	— .581	— .033	.81	16
125	13497	5.2	45 22	46 15 17 .98	16 .783	— .307	— .100	.88	15
126	13503	7.8	45 36	43 53 56 .01	16 .701	— .298	— .007	9.00	17
127	13722	6.6	55 30	50 21 52 .50	17 .171	— .287	— .014	8.85	17
128	13795	7.0	10 00 00	50 21 04 .69	17 .370	— .275	— .013	.54	18
129	13924	7.3	05 36	68 54 35 .86	17 .622	— .323	— .024	.53	18

130	14123	5.7	10 14 26	65 21 31 .71	17 .963	— 0.274	— 0.009	8.93	15
131	14172	6.4	17 02	54 01 48 .63	18 .016	— .236	+ .038	.68	18
132	14320	7.1	23 12	54 39 43 .49	18 .298	— .221	— .017	.62	18
133	14404	6.0	26 59	64 30 53 .64	18 .470	— .232	— .056	.82	16.5
134	14625	5.7	36 00	53 55 47 .82	18 .796	— .186	— .084	.64	15
135	14682	5.9	38 17	48 42 19 .52	18 .810	— .209	— .029	.68	18
136	14865	6.2	45 31	65 23 48 .61	18 .996	— .178	— .003	.59	17
137	14912	5.7	48 16	59 35 10 .28	19 .126	— .161	— .057	.55	15
138	14930	7.0	49 12	50 31 55 .55	19 .167	— .150	— .073	.66	17
139	15112	6.5	57 30	51 46 15 .01	19 .324	— .130	— .022	.67	14
140	15137	7.0	58 29	46 49 56 .63	19 .332	— .125	— .008	.62	16
141	15304	6.9	11 03 01	72 13 48 .37	19 .481	— .132	— .013	.54	17
142	15332	6.1	06 31	67 28 54 .58	19 .528	— .119	— .028	.66	17
143	15425	6.5	10 54	41 21 39 .48	19 .578	— .095	+ .006	.47	18
144	15616	7.5	19 27	77 38 51 .41	19 .721	— .097	+ .008	.60	17
145	15773	6.5	27 26	54 38 18 .75	19 .904	— .060	— .064	.67	15.5
146	15780	7.1	27 46	49 12 42 .36	19 .866	— .059	— .022	.64	15
147	15893	5.4	33 08	69 36 04 .93	20 .035	— .052	— .130	.32	19
148	15938	7.3	34 51	62 59 22 .11	19 .898	— .045	+ .024	.68	17
149	15974	6.8	36 02	64 37 26 .05	19 .931	— .043	+ .002	.50	17
150	16153	5.4	44 16	55 54 23 .32	20 .034	— .024	— .038	.72	17
151	16208	6.9	47 36	54 31 48 .99	20 .006	— .017	+ .008	.51	16
152	16266	6.9	51 02	74 02 08 .71	20 .148	— .010	— .120	.59	18
153	16330	6.7	54 01	65 31 17 .36	20 .058	— .004	— .022	.45	16
154	16416	7.5	57 50	44 54 31 .15	20 .056	+ .004	— .014	.44	16
155	16600	7.6	12 06 50	53 40 26 .92	20 .147	+ .022	— .114	.61	17
156	16612	6.4	07 23	74 56 21 .93	20 .030	+ .022	+ .002	.41	14
157	16658	6.5	09 16	57 19 57 .45	20 .045	+ .026	— .019	.29	19
158	16819	7.6	17 30	43 53 10 .83	19 .979	+ .042	+ .005	.60	15
159	16867	6.9	19 42	61 52 07 .28	19 .970	+ .044	— .002	.57	16
160	16960	6.4	24 14	72 12 24 .68	19 .952	+ .048	— .021	.40	17
161	17132	7.4	31 40	47 01 24 .92	19 .887	+ .066	— .036	.58	16
162	17208	7.0	35 44	79 29 24 .57	19 .793	+ .051	+ .006	.34	16
163	17337	6.0	42 38	39 33 00 .57	19 .565	+ .084	+ .132	.38	15.5
164	17377	5.8	45 11	63 03 13 .51	19 .660	+ .082	— .006	.35	16

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
165	17664	4.9	12 58 35	56 38 06 .93	—19 .407	+ 0.104	— 0.016	8.47	16
166	17780	6.3	13 04 25	62 18 34 .37	19 .299	+ .104	— .043	.20	19
167	17837	6.5	07 54	62 29 42 .15	19 .183	+ .107	— .014	.24	18
168	17934	6.4	12 06	73 03 49 .39	19 .090	+ .086	— .031	.25	18
169	18171	5.9	24 08	46 17 15 .49	18 .736	+ .143	— .029	.42	15
170	18173	6.6	24 17	63 31 02 .53	18 .489	+ .112	+ .213	.43	16
171	18283	6.2	29 06	42 21 46 .14	18 .528	+ .151	+ .019	.36	16
172	18353	5.5	32 12	55 36 14 .94	18 .452	+ .139	— .010	.30	17
173	18390	6.7	34 02	76 48 06 .18	18 .385	+ .054	— .006	.31	17
174	18452	7.8	36 36	66 51 35 .32	18 .311	+ .115	— .022	.42	16
175	18532	6.6	40 10	77 05 44 .93	18 .155	+ .044	+ .004	.34	16.5
176	18572	5.8	41 59	52 18 54 .77	18 .102	+ .154	— .011	.40	15.5
177	18651	6.8	45 59	42 17 48 .58	18 .004	+ .172	— .066	.26	18
178	18892	6.8	55 54	54 09 11 .47	17 .555	+ .161	— .021	.20	17
179	19095	5.4	14 06 25	49 41 37 .43	17 .015	+ .178	+ .055	.31	17
180	19189	5.4	11 08	69 40 01 .05	16 .900	+ .095	— .050	.38	16
181	19384	7.0	20 00	65 35 27 .75	16 .421	+ .122	— .003	.31	17
182	19470	7.3	23 35	53 48 39 .13	16 .308	+ .180	— .072	.38	16
183	19501	6.5	25 29	41 14 55 .25	16 .164	+ .212	— .026	.42	16.5
184	19547	7.2	27 28	78 43 13 .97	15 .959	— .076	+ .076	.66	15
185	19548	4.4	27 36	75 55 05 .74	16 .010	— .004	+ .018	.53	15
186	19707	6.7	35 02	43 02 53 .91	15 .695	+ .214	— .066	.32	17
187	19841	5.8	41 48	40 40 11 .92	15 .231	+ .226	+ .021	.32	17
188	19923	7.2	45 45	59 55 06 .71	15 .018	+ .157	+ .007	.38	16
189	8153 AG	7.0	48 12	62 59 06 .72	14 .915	+ .133	— .024	.39	16
190	20205	6.2	58 56	47 28 27 .11	14 .222	+ .216	+ .016	.45	15
191	20236	6.7	15 00 22	71 57 38 .73	14 .061	+ .005	+ .089	.40	16
192	20276	6.8	01 59	56 13 50 .49	14 .131	+ .177	— .082	.47	15
193	20380	6.3	06 44	50 14 43 .59	13 .778	+ .208	— .028	.33	17
194	20544	6.5	14 29	69 07 46 .14	13 .262	+ .055	— .013	.39	16
195	20825	6.0	27 08	47 22 22 .11	12 .410	+ .226	— .010	.40	18
196	20972	7.5	33 45	49 51 48 .67	11 .954	+ .216	— .014	.35	17
197	21065	5.9	15 37 30	69 26 40 .72	—11 .627	+ 0.024	+ 0.047	8.35	17
198	21259	6.8	46 34	59 43 17 .15	11 .044	+ .145	— .023	.40	16
199	21320	7.2	49 34	64 56 57 .16	10 .791	+ .086	+ .010	.40	16
200	21383	6.9	52 59	65 26 02 .31	10 .522	+ .076	+ .025	.40	16
201	21530	7.6	59 11	54 06 22 .41	10 .061	+ .191	+ .022	.45	16
202	21580	4.6	16 01 14	46 10 28 .33	9 .994	+ .242	— .067	.40	16
203	21662	7.0	04 41	73 16 53 .82	9 .580	— .105	+ .084	.40	16
204	21852	6.3	12 13	67 16 14 .84	9 .128	+ .033	— .046	.40	16
205	22003	6.7	19 08	52 09 24 .99	8 .552	+ .204	— .014	.47	15
206	22172	5.0	27 00	41 59 26 .35	7 .919	+ .268	— .008	.48	17
207	22199	6.7	28 13	67 09 08 .95	7 .844	+ .023	— .031	.55	17
208	22300	6.7	32 46	52 20 26 .18	7 .448	+ .202	— .002	.63	16
209	22521	6.2	41 57	55 46 52 .85	6 .615	+ .172	+ .079	.49	16
210	22637	7.1	46 50	63 37 03 .45	6 .229	+ .071	+ .061	.49	16
211	22741	7.3	50 47	54 24 46 .89	5 .943	+ .182	+ .018	.55	15
212	22852	6.7	54 49	50 06 58 .71	5 .638	+ .217	— .015	.54	16
213	22881	6.4	56 10	65 06 54 .19	5 .481	+ .043	+ .029	.56	15
214	22940	6.7	58 31	77 43 39 .29	5 .299	— .400	+ .014	.57	19
215	22962	6.5	59 19	69 15 35 .48	5 .287	— .004	— .042	.79	15
216	23225	6.9	17 10 15	41 47 20 .32	4 .325	+ .273	— .008	.51	16
217	23372	6.3—7.0	15 53	60 43 23 .84	3 .824	+ .105	+ .011	.63	15
218	23397	6.8	16 59	71 50 41 .36	3 .745	— .132	— .006	.57	18
219	23654	6.5	25 20	58 41 35 .35	3 .008	+ .131	+ .012	.64	16
220	23733	7.3	28 54	47 26 16 .58	2 .616	+ .242	+ .096	.71	16
221	23811	7.3	31 42	69 38 05 .02	2 .488	— .072	— .020	.86	16
222	23977	6.6	38 33	49 48 18 .03	1 .867	+ .218	+ .006	.71	16
223	24131	6.6	44 19	39 20 25 .22	1 .359	+ .289	+ .011	.92	16.5
224	24180	7.1	46 08	80 18 05 .76	1 .208	— .690	+ .004	.84	17
225	24410	6.1	54 29	55 58 32 .77	0 .367	+ .161	+ .116	.81	16
226	24441	7.0	55 38	69 37 17 .13	— 0 .408	— .076	— .025	.95	18
227	24557	7.1	59 56	63 33 04 .05	+ 0 .075	+ .054	+ .080	.89	17
228	24714	6.4	18 05 42	50 48 50 .07	0 .596	+ .209	+ .099	.93	16
229	24722	6.3	05 51	49 42 08 .15	0 .527	+ .218	+ .015	9.00	16
230	24970	7.1	15 18	48 05 10 .13	1 .295	+ .230	— .042	8.94	15
231	24975	6.1	15 34	68 44 16 .65	1 .300	— .051	— .061	.86	17

НАУКОВА РОБОТА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
232	25362	5.0	18 31 43	57 00 24 .36	+ 2 .757	+ 0.148	— 0.007	8.77	16
233	25519	5.6	37 06	62 28 50 .71	3 .273	+ .076	+ .042	.73	16
234	25603	6.0	40 30	62 41 57 .83	3 .584	+ .074	+ .060	.74	16
235	25707	6.6	43 44	70 44 25 .64	3 .797	— .099	— .005	.70	15
236	25803	5.4	47 02	74 01 42 .34	4 .162	— .215	+ .077	.69	16
237	25980	5.9	53 28	48 47 45 .89	4 .511	+ .221	— .122	.66	15
238	26043	7.2	55 36	45 47 16 .54	4 .831	+ .244	+ .016	.61	16
239	26183	6.5	19 00 04	76 58 50 .80	5 .132	— .358	— .062	.63	15.5
240	26202	6.4	00 56	52 11 15 .49	5 .237	+ .196	— .030	.55	17
241	26429	7.4	08 51	42 31 05 .17	5 .914	+ .262	— .018	.50	18
242	26484	5.1	11 01	76 28 41 .97	5 .991	— .307	— .121	.60	16
243	26782	6.3	22 05	50 10 21 .64	7 .042	+ .212	+ .016	.54	17
244	26794	6.0	22 22	43 17 23 .25	7 .021	+ .256	— .028	.62	16
245	26990	5.7	30 00	50 11 55 .57	7 .715	+ .210	+ .045	.61	16
246	27050	4.8	32 28	69 34 36 .56	6 .124	— .005	— 1 .745	.608	16
247	27252	6.2	39 26	60 23 23 .08	8 .420	+ .120	— .006	.62	16
248	27284	6.3	40 29	50 24 30 .39	8 .354	+ .205	— .155	.21	11
249	27367	5.9	44 23	69 12 54 .08	8 .794	— .015	— .022	.68	15
250	27445	6.7	47 22	59 17 42 .19	9 .166	+ .136	+ .116	.62	16
251	27508	6.7	49 36	61 04 47 .93	9 .274	+ .115	+ .050	.52	18
252	27635	5.1	54 58	58 42 42 .77	9 .617	+ .142	— .021	.52	18
253	27720	6.0	57 56	51 55 04 .32	9 .868	+ .198	+ .004	.68	15
254	27856	4.7	20 02 36	67 43 51 .22	10 .266	+ .030	+ .049	.56	17
255	27894	6.2	04 07	63 44 45 .08	10 .376	+ .090	+ .044	.62	16
256	27918	6.7	05 05	79 32 16 .70	10 .402	— .392	— .002	.62	16
257	27996	6.6	08 12	55 52 43 .82	10 .619	+ .168	— .017	.62	16
258	28114	7.0	12 21	52 58 12 .28	11 .116	+ .191	+ .175	.57	17
259	28197	5.5	15 08	40 12 33 .84	11 .141	+ .254	+ .004	.48	19
260	28252	6.1	17 02	66 41 33 .20	11 .581	+ .075	+ .298	.52	18
261	28340	5.9	20 29	63 49 09 .76	11 .555	+ .096	+ .024	.49	18.5
262	28434	6.5	24 03	59 26 09 .78	11 .777	+ .142	— .007	.56	17
263	28531	5.9	28 12	55 53 59 .55	12 .087	+ .169	+ .011	.62	16

264	28601	7.1	20 31 03	60 15 09 .15	+12 .195	+ 0.136	— 0.080	8.67	17
265	28648	6.1	32 26	80 55 03 .98	12 .592	— .400	+ .222	.62	16
266	28796	5.9	37 43	40 24 06 .84	12 .729	+ .242	— .001	.62	16
267	28803	6.8	38 02	79 15 15 .16	12 .758	— .271	+ .008	.63	16
268	28865	5.4	40 40	50 09 35 .22	12 .931	+ .201	+ .003	.68	15
269	28961	6.5	44 15	69 34 09 .63	13 .142	+ .034	— .024	.59	17
270	29010	7.0	46 06	39 06 09 .51	13 .278	+ .241	— .009	.65	16
271	29107	5.6	49 55	80 21 57 .27	13 .501	— .302	— .034	.52	16
272	29150	4.7	51 29	44 11 49 .85	13 .637	+ .291	+ .001	.71	17
273	29254	6.2	55 21	75 43 56 .81	13 .927	— .079	+ .045	.65	16
274	29378	6.5	21 00 26	39 18 39 .67	14 .202	+ .231	+ .004	.63	16
275	29637	7.2	09 44	65 57 11 .22	14 .800	+ .097	+ .038	.66	16
276	29766	6.5	14 36	42 02 32 .80	15 .017	+ .213	— .028	.65	16
277	29789	6.0	15 28	53 47 12 .74	15 .129	+ .174	+ .033	.61	17
278	29875	5.2	18 20	64 39 34 .27	15 .264	+ .111	+ .005	.65	16
279	29913	7.6	19 43	47 57 11 .37	15 .356	+ .193	+ .018	.62	17
280	29961	7.0	21 35	71 50 41 .52	15 .427	+ .037	+ .016	.66	16
281	30981	5.4	26 48	66 35 26 .21	15 .713	+ .098	— .016	.55	18
282	30099	6.1	27 18	55 11 56 .99	15 .767	+ .163	+ .011	.66	16
283	30312	7.1	36 55	53 21 13 .15	16 .268	+ .166	+ .006	.59	17.5
284	30418	6.2	41 15	59 02 29 .15	16 .492	+ .143	+ .011	.62	17
285	30483	4.5	44 00	60 53 22 .46	16 .616	+ .134	.000	.48	20
286	30574	6.5	47 59	66 33 33 .19	16 .754	+ .103	— .055	.61	17
287	30669	6.6	52 12	73 27 56 .33	17 .036	+ .047	+ .029	.66	16
288	30691	6.0	53 12	56 22 26 .26	17 .051	+ .147	— .002	.68	16
289	30731		55 14	63 23 13 .53	17 .149	+ .120	+ .004	.67	16
290	30800	5.2	58 33	72 56 30 .55	17 .136	+ .055	— .157	.68	16
291	30890	6.5	22 02 57	46 59 27 .05	17 .526	+ .162	+ .041	.73	15
292	30898	6.3	03 17	46 30 05 .53	17 .479	+ .162	— .020	.69	15.5
293	30987	6.8	06 43	47 41 18 .10	17 .624	+ .157	— .019	.75	16
294	31044	3.6	09 07	37 57 15 .54	17 .748	+ .134	+ .006	.89	14
295	31274	6.3	19 42	41 49 32 .37	18 .154	+ .151	.000	.61	15
296	31303	6.0	21 19	62 09 57 .32	18 .256	+ .115	+ .043	.76	16
297	31339	6.5	23 18	77 59 20 .96	18 .307	+ .022	+ .023	.71	16
298	31446	7.2	28 09	70 10 44 .35	18 .474	+ .086	+ .019	.63	17

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
299	31474	5.5	22 29 28	78 34 03 .17	+18 .484	+ 0.022	— 0.015	8.69	
300	31556	6.2	33 48	49 48 41 .65	18 .650	+ .126	+ .008	.54	16
301	31672	6.1	39 22	41 17 11 .75	18 .880	+ .127	+ .065	.59	19
302	31766	7.1	43 40	80 10 25 .55	18 .961	+ .019	+ .020	.63	18
303	31920	6.2	50 54	39 54 04 .77	19 .129	+ .110	— .009	.64	17
304	32116	6.5	23 00 34	54 58 01 .05	19 .385	+ .088	+ .013	.79	17
305	32163	6.7	02 46	56 25 14 .29	19 .400	+ .084	+ .021	.71	16
306	32228	6.2	05 45	63 21 45 .48	19 .484	+ .075	— .000	.78	16
307	32263	6.6	07 15	64 56 24 .46	19 .514	+ .073	.000	.71	17
308	32316	4.6	10 15	49 07 58 .08	19 .671	+ .078	+ .098	.72	16
309	32388	5.6	13 41	70 36 54 .73	19 .642	+ .059	+ .008	.68	16
310	32499	6.6	18 03	61 41 46 .77	19 .698	+ .061	— .009	.61	18
311	32683	3.7—4.4	27 43	58 16 23 .28	19 .851	+ .048	+ .007	.66	17
312	32796	7.4	32 54	67 12 54 .79	19 .912	+ .038	+ .009	.66	17
313	32872	6.1	37 09	73 43 31 .97	19 .954	+ .030	+ .011	.80	15
314	32941	6.5	40 39	52 52 30 .39	19 .973	+ .028	+ .002	.62	18
315	32988	5.1	43 33	46 08 33 .44	19 .987	+ .023	— .004	.73	16
316	33045	6.4	46 13	64 35 55 .45	19 .992	+ .017	— .015	.74	16
317	33149	7.0	51 20	60 34 30 .75	20 .038	+ .008	+ .010	.64	18
318	33214	5.7	54 37	55 25 39 .23	20 .028	— .002	— .009	.68	17
319	33294	6.4	57 58	59 16 54 .13	20 .021	— .004	— .021	.74	16

В таблице 21 значения столбцов следующие:
1—номер по порядку, 2—номер по GC Босса, 3—звездная величина, 4 и 5—прямое восхождение и склонение для равноденствия 1950.0, 6, 7, 8—годичное и вековое изменения и собственное движение, 9—эпоха наблюдений, 10—количество наблюдений.
Средняя эпоха наблюдений 1948.75.

§ 12. Улучшение индивидуальных мест опорных звезд

Одновременно с выводом склонений определяемых звезд были вычислены уклонения наблюдавшихся величин точек экватора от полученных путем сглаживания. Эти уклонения можно рассматривать как поправки склонений опорных звезд. Поэтому они группировались по соответствующим опорным звездам и положениям инструмента. Средние по каждой группе π (в 0″.01) приводятся в таблице 22, вместе с количеством наблюдений n, послуживших для их вывода.

Таблица 22

№ FK3	B I		З I		B II		З II		$\pi_{ср}$	τ 1940+	P
	π	n	π	n	π	n	π	n			
17	— 3	12	+ 24	12	— 32	9	+ 5	9	— 3	8.99	14
33	— 15	9	+ 7	10	— 17	13	+ 9	10.5	— 8	9.09	14
41	+ 21	7	— 14	5	+ 53	10	— 34	8	+ 10	9.18	12
48	— 16	10	+ 7	11	+ 6	9	+ 5	11	— 4	9.12	14
51	— 4	4	— 2	7	— 4	4	— 20	6	— 6	9.09	11
52	— 15	5	— 4	7	— 21	5	— 10	4	— 8	9.04	10.5
57	— 13	10	— 5	7	— 16	8	— 2	8	— 7	9.05	12.5
63	+ 9	8.5	— 15	9	— 1	8	— 8	5	— 2	9.01	12.5
76	+ 26	10	+ 16	4	+ 11	8	— 14	9	+ 15	9.10	12.5
92	— 15	2	— 23	2	— 2	5	0	5	— 2	9.20	8
93	0	6	+ 3	6	— 2	5	+ 4	6	+ 4	8.96	11.5
99	+ 8	4	+ 9	5	+ 31	5	— 13	6	+ 5	9.02	10.5
115	— 33	7	+ 3	6	— 4	9	+ 6	9	— 6	9.14	13
129	+ 25	6	— 4	5	— 2	9	+ 23	9	+ 11	9.18	12.5
138	+ 47	5	— 3	7	— 26	8	+ 19	9	+ 11	9.14	12
145	— 8	2	+ 4	4	— 11	4	+ 3	7	— 7	9.14	9.5
147	+ 1	5	+ 12	4	— 26	4	+ 22	7	+ 2	9.15	10.5
175	— 18	7	— 18	8	+ 2	6	— 10	6	— 14	9.08	12
178	— 5	7	— 8	8	— 31	6	— 41	6	— 16	9.08	12
191	— 20	5	+ 24	5	+ 45	4	+ 15	5	+ 16	9.18	10
192	— 30	5	— 19	8	+ 54	4	+ 23	5	+ 2	8.96	10.5
205	+ 15	7	+ 17	5	— 8	5	— 7	4	+ 6	9.11	10.5
216	— 23	3	+ 32	1	— 4	5	— 1	4	0	9.47	8
247	— 53	3	+ 2	6	+ 44	4	— 19	6	— 8	9.28	10.5
260	— 19	6	— 32	6	+ 29	4	— 15	6	— 10	9.23	11.5
265	+ 23	5	— 5	4	— 61	3	+ 14	6	— 8	9.23	10
274	+ 12	10	+ 38	7	+ 20	7	+ 13	9	+ 18	9.17	13
276	+ 25	6	— 39	2	— 1	3	— 10	7	— 1	9.27	9.5
292	— 2	7	+ 36	5	— 34	6	— 8	5	— 8	9.10	11
310	— 20	12	— 11	9	+ 19	8	+ 33	8	+ 4	9.27	13
317	— 4	13	+ 15	8	— 24	7	— 22	6	— 12	9.22	12.5
322	— 22	8	— 45	2	+ 21	6	+ 18	8	— 1	9.39	10.5
338	+ 18	15	+ 9	8	— 8	11	— 23	8	+ 5	9.30	14
363	— 8	18	— 17	12	— 2	7	+ 12	9	+ 1	9.07	14
368	— 10	8	— 2	2	+ 21	8	— 10	10	— 17	9.06	11
372	— 3	14	— 3	10	— 2	8	+ 19	12	+ 4	9.08	13.5
383	0	9	+ 8	11	+ 24	9	— 4	10	+ 10	9.01	14
394	+ 16	9	— 16	7	— 21	5	+ 12	7	— 5	8.95	12
395	— 21	6	+ 7	9	+ 29	5	+ 15	7	+ 7	8.75	12
429	+ 13	11	— 5	10	+ 12	7	— 38	7	0	8.78	13
433	— 19	11	— 12	11	0	6	+ 12	5	— 2	8.67	12.5

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

№ FK3	B I π	B I n	З I π	З I n	B II π	B II n	З II π	З II n	$\pi_{ср}$	τ 1940+	P
441	+ 5	14	— 13	11	— 3	7	+ 2	7	0	8.72	13
456	+ 4	11	+ 2	10	— 12	7	+ 18	8	— 1	8.67	13
472	— 8	10	+ 6	6	+ 40	8	— 14	8	+ 10	8.60	12.5
483	+ 20	8	— 8	4	— 17	8	— 14	7	— 8	8.59	11.5
486	— 5	7	+ 21	4	— 2	7	+ 29	6	+ 16	8.78	11.5
499	— 10	1			— 29	3	+ 9	4	— 6	9.14	5.5
494	+ 14	7	+ 15	6	— 26	8	— 13	7	— 2	8.39	12
500	0	9	+ 28	4	+ 32	4	+ 3	4	+ 10	8.28	11
511	+ 1	8	— 4	8	— 3	8	— 21	8	— 2	8.44	12
524	+ 10	6	+ 21	10	— 15	6	+ 17	7	+ 9	8.44	12.5
527	— 24	9	— 32	10	— 12	6	— 28	6	— 20	8.39	13
535	+ 17	4	— 24	3	+ 3	3	— 6	4	— 4	8.46	9
536	+ 23	2	+ 18	5	— 14	4	+ 45	3	+ 10	8.56	8.5
549	+ 16	5	+ 24	6	+ 23	6	+ 33	6	+ 18	8.53	11.5
569	+ 16	6	+ 11	7	+ 11	5	— 19	7	+ 7	8.36	11.5
571	— 32	2	— 3	2	— 5	5	— 25	7	— 21	8.68	8.5
608	— 22	7	— 24	11	— 40	9	+ 1	9	— 16	8.69	13.5
615	— 3	8	+ 8	12	+ 14	9	— 13	7	— 1	8.66	13
AE403	— 38	4	— 12	6					— 22	7.98	5.5
623	+ 24	3	+ 52	8	— 7	6	+ 29	5	+ 24	8.76	10.5
639	— 13	9	— 15	11	— 15	8	— 4	4	— 6	8.72	13
650	+ 7	5	+ 7	3	— 12	6	+ 5	7	+ 5	9.06	10.5
657	+ 9	5	+ 18	4	+ 30	6	— 13	6	+ 8	8.93	11.0
655	— 24	1					— 42	1	— 37	7.49	2
664	— 17	10	— 27	9	— 45	6	+ 37	7	— 9	8.84	13
670	+ 29	9	+ 22	6	— 9	5	+ 23	6	+ 20	8.81	12
676	— 4	7	+ 1	5	— 26	7	— 30	6	— 15	8.89	11.5
693	— 5	8	— 3	9	— 8	9	— 18	7	— 5	8.95	13
700	— 4	4	— 3	6	— 7	7	0	4	— 4	8.98	11
699	— 22	7	+ 4	10	+ 35	7	— 13	5	— 1	8.84	12
707	— 21	6	+ 5	7	+ 19	7	+ 22	7	+ 2	8.71	11.5
723	— 32	5	— 14	6	+ 1	7	— 22	8	— 10	8.65	11.5
729	— 27	5	+ 35	6	+ 19	8	— 3	8	+ 8	8.64	11.5
738	+ 7	6	+ 22	4	+ 20	8	+ 14	9	+ 18	8.70	12
742	+ 52	4	+ 4	5	+ 1	7	+ 33	4	+ 27	8.70	11
759	— 20	8	— 6	6	0	8	— 23	8	— 12	8.62	12
767	+ 2	7	+ 11	8	+ 18	9	— 11	9	+ 5	8.71	13
782	— 10	6	+ 6	6	+ 19	7	+ 25	7	+ 6	8.65	12
Nk	+ 3	3	— 43	3	— 7	6	— 16	6	— 15	8.83	10
788	— 10	10	— 11	7	— 15	6	— 32	10	— 17	8.64	13
795	— 3	8	— 29	5	— 24	10	— 8	9	— 15	8.77	12.5
798	+ 3	6	+ 36	4	+ 37	9	+ 50	7	+ 27	8.73	12
811	+ 4	8	+ 14	6	— 11	9	+ 5	9	+ 1	8.74	13
830	+ 26	4	— 3	3	+ 20	9	+ 12	7	+ 13	8.90	11
837	— 22	7	+ 3	5	— 51	8	— 34	8	— 25	8.74	11.5
844	+ 45	8	+ 9	5	+ 23	10	— 7	11	+ 18	8.84	12.5
863	— 38	8	— 6	7	— 19	12	— 11	11	— 12	8.81	13
869	— 28	6	— 20	7	— 8	10	— 3	12	— 12	8.83	13
874	— 42	4	— 26	2	— 26	5	— 24	7	— 29	8.91	9.5
875	+ 67	4	+ 21	5	+ 10	7	+ 37	7	+ 30	8.95	11
882	— 37	7	— 28	9	— 2	10	— 14	10	— 23	8.85	13.5
891	+ 28	7	+ 6	8	+ 16	8	+ 15	8	+ 19	8.81	12.5

Эти величины исследовались с целью определения систематического хода со склонением. Для этого они располагались (отдельно для каждого положения инструмента) по склонениям соответствующих опорных звезд. В зависимости от количества наблюдений каждому остатку приписывался вес согласно таблице 23.

Таблица 23

n	1	2	3	4—6	7 и более.
p	1	1.5	2	2.5	3

Составлялись группы с весами, равными 10. Полученные величины сглаживались по формуле: $u_{i+1/2} = {}^1/_2(u_i + u_{i+1})$.

После четырехкратного применения этой формулы были вычислены систематические ошибки склонений опорных звезд для каждого целого градуса, а затем произведено однократное сглаживание по формуле:

$$u_i' = \frac{1}{3}(u_{i-1} + u_i + u_{i+1}).$$

Таким путем была получена таблица 24, которая показывает, что редукция за склонение еще не полностью исключила систематическую зависимость точек экватора от склонений.

Таблица 24

δ	B I	З I	B II	З II	Среднее	δ	B I	З I	B II	З II	Среднее
38°	+ 0	+ 4	+6	+4	+3	61°	— 4	+19	+7	+4	+4
39	0	+ 3	+4	+3	+2	62	— 3	+ 5	+6	0	+2
40	+ 1	+ 2	+1	+2	+1	63	— 2	0	+5	—4	0
41	+ 1	0	—3	0	—1	64	— 2	— 3	+2	—7	—2
42	+ 1	— 2	—5	—1	—2	65	— 3	— 4	—2	—9	—4
43	0	— 4	—6	—2	—3	66	— 4	— 5	—5	—9	—6
44	0	— 6	—7	—2	—4	67	— 4	— 5	—6	—8	—6
45	— 1	— 7	—8	—2	—4	68	— 4	— 6	—6	—7	—6
46	— 2	— 6	—9	—2	—5	69	— 2	— 5	—7	—5	—5
47	— 2	— 5	—9	—2	—4	70	— 1	— 4	—8	—4	—4
48	— 2	— 2	—9	—3	—4	71	— 1	— 2	—8	—2	—3
49	— 1	0	—8	—4	—3	72	— 3	0	—7	0	—3
50	0	+ 1	—6	—5	—2	73	— 5	+ 1	—4	+2	—2
51	+ 1	+ 3	—4	—5	—1	74	— 8	+ 1	—1	+4	—1
52	+ 3	+ 4	—3	—5	0	75	—10	+ 1	+3	+4	0
53	+ 5	+ 5	—2	—4	+1	76	—11	+ 2	+4	+4	0
54	+ 7	+ 6	—2	—2	+2	77	—10	+ 3	+4	+1	—1
55	+ 8	+ 6	—2	0	+3	78	— 8	+ 4	+4	—3	—1
56	+ 8	+ 6	—4	+3	+3	79	— 6	+ 5	+4	—5	—0
57	+ 6	+ 6	—5	+6	+3	80	— 4	+ 6	+4	—5	—0
58	+ 3	+ 8	—4	+8	+4	81	— 3	+ 6	+4	—5	0
59	— 1	+10	0	+9	+5	82	— 2	+ 6	+4	—5	0
60	— 4	+12	+4	+8	+5						

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

После освобождения средних поправок π от систематической части (таблица 24) им были приписаны веса, вычисленные по формуле:

$$\frac{1}{p} = \frac{0.1296}{n} + 0.0351,$$

где n — количество наблюдений. Они приведены в следующей табличке:*)

n	1	2	3	4—5	6—8	9—14	15 и более
p	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4

С учетом этих весов образовывались средние поправки склонений опорных звезд. Полученные результаты $\pi_{ср}$ приводятся в таблице 22 вместе со средней эпохой наблюдений τ и весом результата P.

Для суждения о точности полученных поправок по формуле $\mu = \sqrt{\frac{[Pv^2]}{n-\kappa}}$ были вычислены средние квадратические ошибки единицы веса, которые оказались следующими:

зоны	38°—50°	50°—60°	60°—70°	70°—80°.	Среднее
μ	$\pm 0.''28$	$\pm 0''.28$	$\pm 0.''30$	$\pm 0''.32$	$\pm 0''.30$

Так как средний вес одной поправки склонения опорных звезд равен 11.5, то средняя квадратическая ошибка каждой средней поправки m равна $\pm 0''.088$.

Затем была вычислена средняя квадратическая величина найденных средних поправок. Вычисления по формуле:

$\mu^* = \sqrt{\frac{[P\pi^2_{ср.}]}{[P]}}$ дали $\mu^* = \pm 0.''120$ (без учета весов, как и следовало ожидать, получилось $\mu^* = \pm 0''.13$). Найденные величины μ и μ^* хорошо согласуются, если считать, что средняя квадратическая ошибка средних мест опорных звезд $m^* = \pm 0''.09$ ($m^{*2} + m^2 = 0.0159$; $\mu^{*2} = 0.0144$).

§ 13. Точность наблюдений

а) Точность отсчитывания круга

Для исследования точности отсчитывания круга можно воспользоваться полученными, непосредственно из наблюдений, величинами «ст.—мл» которые вычислялись для определения рэна.

Отсчет микроскоп-микрометра, полученный при наведении биссектора на какой-либо штрих, искажается систематическими и случайными ошибками отсчитывания. Разность отсчетов

*) Предполагалось, что ошибки распределяются, как и ранее, но систематическая часть стала меньше, так как туда не входит ошибка склонения опорной звезды.

«ст.—мл.» в значительной степени свободна от влияния систематических ошибок.

Зависимость этой разности от отсчета круга была исследована следующим приемом. При положении инструмента «Круг З» производились отсчеты круга по 4 микроскопам с наведением биссектора на старший и младший штрихи. После каждого такого отсчитывания круг переставлялся на 10°. Таким способом было произведено 36 отсчетов и один раз обойден весь круг. Затем разности Δ = ст. — мл. исследовались способом, аналогичным применяемому действительным членом АН УССР А. Я. Орловым при анализе кривых широты

Оказалось, что члены вида $a_1 \sin u$, $a_2 \sin 2u$ исчезающе малы во всех микроскопах, а член вида $a_4 \sin 4u$ оказался наибольшим для третьего микроскопа, но амплитуда его менее $0''.1$. Поэтому можно считать, что разности Δ не зависят от склонений звезд.

Следовательно, вычислив для каждой звезды разности Δ, можно составить уравнения ошибок вида:

$$\Delta_i = \Delta_0 + v_i,$$

где Δ_0 вероятнейшее значение разности, а v_i зависит от случайных ошибок штрихов и наведений.

Однако Δ_0 может зависеть от времени. Вследствие изменения температуры лимб удаляется или приближается к микроскопу, а поэтому Δ_0 будет уменьшаться или увеличиваться. Чтобы избежать необходимости определять Δ_0 и изучать его зависимость от времени, составлялись разности вида:

$$\overline{D}_i = \Delta_i - \Delta_{i-1}.$$

Поскольку выбирались звезды, следующие непосредственно одна за другой, то эта разность не должна зависеть от времени наблюдения соответствующих звезд.

Отличие D_i от нуля можно объяснить только наличием случайных ошибок штрихов и наведений. Если среднюю квадратическую ошибку отсчета, включающую случайную ошибку штриха и наведения биссектора на него, обозначить m ^{o}m то средняя квадратическая величина разности D будет: $m_D = 2m_{om}$

С помощью этой формулы можно получить точность отсчитывания отдельно для каждого микроскопа. Но поскольку всегда отсчитывались все 4 микроскопа, то будем определять ошибку, среднюю по всем микроскопам.

Для этого воспользуемся средним значением

$$\overline{\Delta} = \frac{1}{4}(\Delta_{\text{I}} + \Delta_{\text{II}} + \Delta_{\text{III}} + \Delta_{\text{IV}}),$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

вычислявшимся по каждой звезде для определения поправки за рэн. Воспользовавшись $m_{\overline{\Delta}} = \frac{1}{2}\overline{m}_{\Delta}$, окончательно получим $m_{\overline{D}} = \overline{m}_{om}$, где черточка указывает на осереднение результата по всем 4 микроскопам данного столба. Тогда воспользовавшись формулой Петерса, получим окончательную формулу:

$$\overline{m}_{om} = \frac{5}{4}\frac{\sum_1^n [\overline{D}_i]}{n}.$$

Результаты вычислений приведены в таблице 25 отдельно для различных положений инструмента и промежутков времени.

Таблица 25

	Круг В		Круг З		Среднее	
Год	$\overline{m}_{om}$	n	$\overline{m}_{om}$	n	$\overline{m}_{om}$	n
1947	±0″.24	120	±0″.28	374	±0″.26	494
1948	32	175	29	365	30	540
1949	31	648	26	632	29	1280
Среднее	0.30	943	0.28	1371	0.284	2314

Поскольку результаты для отдельных лет и положений инструмнета не показывают никаких систематических различий, то при всех дальнейших подсчетах можно пользоваться средним значением средней квадратической ошибки одного отсчета микроскопа, т. е. полагать $m_{om} = 0''.284$ для всех случаев.

Чтобы разделить случайную ошибку штриха и случайную ошибку наведения биссектора на штрих, 12.XI 1949 г. был получен двойной ряд определений разности Δ с помощью третьего микроскопа западного столба. Измерения производились в очень трудных условиях: лимб был покрыт росой, а исследуемый участок лимба имел очень поврежденные штрихи (некоторые деления в средней части вовсе не были видны).

Если произведено 2 наведения на один и тот же штрих и получены отсчеты d_1 и d_2, то средняя квадратическая ошибка одного наведения m_H может быть вычислена по формуле:

$$m_H = \sqrt{\frac{\Sigma(d_1 - d_2)^2}{2n}}.$$

Обработка результатов исследований 12.XI 1949 г. по этой формуле дала $m_H = \pm 0''.175$. Поскольку точность наведений во время этого исследования и наблюдений звезд могла быть различной, то была вычислена средняя квадратическая

ошибка одного отсчета (по Δ) и с ее помощью случайная средняя квадратическая ошибка деления $m_g = \pm 0''.179$.

Такому исследованию было подвергнуто только 16 штрихов. Поэтому 26.VIII 1950 г. было произведено аналогичное исследование 16 штрихов с помощью каждого из 4 микроскопов западного столба. Кроме двойных наведений на каждый штрих, исследования производились в прямом и обратном порядках.

Получились такие ср. кв. ошибки наведений:

Микроскоп	I	±0″.142	Микроскоп	III	±0″.134
»	II	124	»	IV	129
				Среднее	±0″.133

Сопоставление прямого и обратного ходов дало также ±0″.133. Применяя, далее, прежний прием, по 64 различным штрихам получаем $m_g = \pm 0''.133$. Объединяя эти результаты, будем иметь $m_g = \pm 0''.143$.

Воспользовавшись полученным значением m_g, можем вычислить среднюю квадратическую ошибку наведений биссектора на штрих во время наблюдений звезд $m_H^* = \pm 0''.245$.

Наблюдение каждой звезды базируется на 8 наведениях биссектора на различные штрихи, а поэтому средняя квадратическая ошибка отсчета круга будет:

$$M_1 = \frac{1}{\sqrt{8}}\overline{m}_{om}.$$

Однако при повторных наблюдениях в этом же положении инструмента погрешность, вносимая случайными ошибками делений, не уменьшается, так как отсчитываются те же штрихи. Поэтому, например, средняя квадратическая ошибка результата 4 наблюдений одной звезды в том же положении инструмента должна вычисляться из соотношения:

$$M_4^2 = \frac{1}{8}\left(m_g^2 + \frac{1}{4}m_H^2\right).$$

Если подставить полученные ранее значения, то окажется, что при 4 наблюдениях звезды точность результата больше зависит от случайных ошибок делений, чем от ошибок наведений биссектора на деления. Поэтому при многократных наблюдениях каждой звезды необходимо практиковать перестановку лимба или передвижение микроскопов, чтобы отсчитывать различные штрихи.

б) Точность наведений нити микрометра на звезду

Точность наведений нити окулярного микрометра на звезду можно определить, сопоставив средние квадратические ошибки одного определения разностей, вычислявшихся для вывода

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

наклона подвижной нити (§ 3). Вычисления по формуле Петерса дали результаты, приведенные в таблице 26.

Таблица 26

Год	Полное поле		Половина поля		Среднее
	μ_Δ	n	μ_Δ	n	μ наведения
1947	$\pm 0''.60$	254	$\pm 0''.45$	242	$\pm 0''.34$
1948/1949	.54	322	.42	892	
1949	.41	283	.39	1564	$\pm 0''.28$
1950	—	—	.40	188	
			Среднее		$\pm 0''.31$.

Отсюда можно сделать несколько выводов:

1. С течением времени ошибка уменьшалась, что повидимому объясняется увеличением опытности наблюдателя. Уклонение последнего результата от этой закономерности может объясняться малым числом наблюдений.

2. Всюду наблюдения на полном поле дают менее точное значение Δ. Здесь возможно влияние инструментальных, личных и рефракционных факторов.

а) При вычислении разности $\Delta = d_в - d_з$ влияние ошибок окулярного микрометра на отсчеты не учитывалось. Поэтому полученные разности Δ отягощены ошибками, большими для полного поля. Кроме качаний рамки, фактически изменяющих наклон нити в зависимости от отсчета микрометра, будет влиять и изменение периодической ошибки, вследствие различия первого и последнего отсчетов микрометра. Однако, как показывают величины M, приведенные в таблице 10, эта причина отнюдь не достаточна для объяснения всего различия между μ_Δ для полного и половинного поля.

б) Наведения нити на более быстро движущиеся звезды делались с меньшей точностью. Для проверки этого предположения вычислялись разности двух соседних отсчетов микрометра вблизи середины поля. Эти разности (r_1) группировались по годам и положениям инструмента и распределялись по склонениям в четыре зоны: 38°—50°, 50°—60°, 60°—70° и 70°—80°. Затем вычислялись разности соседних значений r_1, а по ним средняя квадратическая ошибка наведений нити на звезду. Полученные результаты приводятся в таблице 27.

Таблица 27

Годы	38°—50°	50°—60°	60°—70°	70°—80°	Среднее
1947—1948	$\pm 0''.31$	± 0.37	$\pm 0''.27$	$\pm 0''.32$	$\pm 0''.32$
1949	.23	.25	.24	.29	.25
Среднее	.27	.31	.25	.29	.28

Для вычислений в каждой группе использовано в среднем по 190 звезд, причем среднее отклонение от этого числа составляет $\pm$ 8.

Данные табл. 27 также указывают на увеличение с течением времени точности наведений нити на звезду. Однако они мало

дают для суждения об изменении точности наведений на звезду в зависимости от склонения и не подтверждают предположения о меньшей точности наведений на южные звезды.

в) Возможно влияние кратковременного, неправильно повторяющегося через 3—5 и более минут, изменения рефракции. Оно сильнее могло сказаться при наблюдениях звезд, обладающих в момент кульминации большими зенитными расстояниями, которые не применялись для определения наклона нити. Его действие будет больше при более медленных наблюдениях в первые годы, в особенности на полном поле, когда наблюдения были продолжительней.

3. С течением времени сильнее уменьшалась ошибка наведения на полном поле. Это может объясняться увеличением скорости наблюдений с течением времени, а, следовательно, уменьшением влияния рефракционных явлений, а также меньшей точностью наблюдений быстрее движущихся звезд у менее опытного наблюдателя.

в) Внутренняя сходимость результатов

Достоинство каталога характеризуется сходимостью результатов отдельных наблюдений. Для ее определения по формуле:

$$\mu = 1{,}25\ [|v|] \left(n - \frac{m}{2}\right)^{-1}$$

(n—количество уклонений v в данной зоне и для данного положения инструмента, m—количество звезд) вычислялись средние квадратические ошибки одного определения склонения для разных зон и положений инструмента.

Результаты приводятся в таблице 28.

Таблица 28

	BI	3I	BII	3II	I	II	Среднее	n	m
38°—50°	$\pm 0''.62$	$\pm 0''.45$	$\pm 0''.47$	$\pm 0''.43$	$\pm 0''.53$	$\pm 0''.45$	$\pm 0''.49$	314	76
50 —60	.51	.39	.37	.35	.45	.36	.41	338	93
60 —70	.51	.37	.45	.31	.44	.38	.41	335	90
70 —80	.66	.41	.46	.44	.53	.45	.49	212	59
Среднее	.56	.40	.43	.37	.48	.40	.44	1199	318

Из данных этой таблицы получаются следующие выводы:

1. Наблюдения при Круге З значительно точнее наблюдений при Круге В.

2. Средние квадратические ошибки отчетливо показывают зависимость от склонений. Пониженная точность наблюдений звезд первой зоны (38°—50°) повидимому объясняется иным способом наблюдений этих звезд («ноги к югу»).

Меньшая точность наблюдений последней зоны (70°—80°) обусловлена влиянием рефракционных явлений, которое для этой зоны должно достигать 0″.12—0″.13.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Чтобы убедиться в реальности такого распределения точности склонений, были вычислены средние квадратические ошибки определения поправок координат опорных звезд. По той же формуле было получено (таблица 29).

Таблица 29

Зоны	B1	З1	B11	З11	I	II	Ср	n	m
38°—50°	±0″.43	±0″.36	±0″.34	±0″.34	±0″.40	±0″.34	±0″.37	148	21
50 —60	.41	.28	.38	.30	.35	.34	.34	148	21
60 —70	.42	.31	.34	.30	.37	.32	.35	182	25
70 —80	.43	.35	.41	.28	.39	.34	.37	164	24
Среднее	.42	.33	.37	.31	.38	.34	.36	642	91

Эти результаты подтверждают предыдущие выводы. Зависимость от склонений здесь меньше, но выражена довольно отчетливо и имеет тот же характер, что и в таблице 28.

С уверенностью можно говорить только об одной ошибке, приводящей к ухудшению результатов наблюдений при Круге В. Это неучтенные большие периодические ошибки микрометров микроскопов. Впрочем, даже при максимальных возможных ошибках они не могут объяснить значительную часть различий Круг В и Круг З.

Еще лучшей характеристикой точности каталога является сходимость всех наблюдений. Для определения точности наблюдений в разных положениях инструмента отклонения отдельных наблюдений от среднего по каждой звезде были сгруппированы по положениям инструмента и по вышеприведенной формуле вычислялись средние квадратические ошибки одного определения. Результаты приводятся в таблице 30.

Таблица 30

Зоны	B1	З1	B11	З11	I	II	Б	З	Среднее
38°—50°	±0″.60	±0″.48	±0″.50	±0″.46	±0″.54	±0″.48	±0″.55	±0″.47	±0″.52
50°—60°	.56	.42	.44	.37	.49	.41	.50	.40	.45
60°—70°	.55	.39	.47	.40	.47	.44	.50	.39	.45
70°—80°	.66	.46	.50	.50	.56	.50	.58	.48	.53
Среднее	.59	.43	.48	.43	.51	.45	.53	.42	.48

Полученные результаты подтверждают все предыдущие выводы.

Интересно также сопоставить точность определений для звезд, обладающих различными прямыми восхождениями (табл. 31).

Таблица 31

Зоны	Группы звезд				
	1—91	92—164	165—240	241—319	Среднее
38°—50°	±0″.49	±0″.56	±0″.51	±0″.49	±0″.52
50°—60°	.46	.46	.42	.43	.45
60°—70°	.46	45	.46	.46	.45
70°—80°	.57	.57	.50	.45	.53
Среднее	.49	.52	.47	.46	.48

Точность наблюдений для различных групп близка. Первые две группы, основывающиеся преимущественно на зимних и весенних наблюдениях, имеют несколько большие ошибки наблюдений, в особенности для зоны 70°—80°. Пожалуй, все же точность наблюдений не зависела от времени года. (Заметим, что при температуре воздуха ниже — 10°С наблюдения вовсе не производились).

§ 14. Сравнение каталога с GC и FK3

Полученный каталог сравнивался с GC Б. Босса. Общих звезд было 317.

Полученный каталог был приведен к эпохе 1950.0, для чего применялись m из GC. Затем образовывались разности вида К—GC, которые были разделены по склонению на 5-градусные зоны.

Средние по каждой зоне приводятся в табл. 32 (в 0″.01).

Таблица 32

Зоны	$K-GC$	$FK3-GC$	$K-FK3$	n	Зоны	$K-GC$	$FK3-GC$	$K-FK3$	n
39°—45°	+40	+16	+24	43	60°—65°	+ 1	+10	— 9	53
45 —50	+14	+18	— 4	33	65 —70	+15	+10	+ 5	37
50 —55	+16	+16	0	40	70 —75	+10	+15	— 5	25
55 —60	+14	+12	+ 2	52	75 —80	— 3	+10	—13	34
					Ср.	+14	+13	+ 1	17

В третьем столбце приводятся величины систематических разностей $\Delta\delta_\delta$ в смысле $FK3-GC$, вычисленные по таблице 15-а приложения в книге П. И. Бакулина [7], n — количество звезд в зонах.

Как показывают разности $K-FK3$, различия между полученным каталогом и фундаментальным каталогом FK3 незначительны и имеют случайный характер. Лишь крайние зоны показывают значительные расхождения с системой FK3. Это объясняется неточностью полученных редукций за склонение для граничных зон, которая могла возникнуть из-за недостаточного перекрытия наблюдавшейся зоны опорными звездами (склонения опорных звезд были в пределах от+38° до+82°).

По этим разностям, путем графической интерполяции, была составлена таблица 33 систематических разностей $\Delta\delta_\delta$ (в 0.″01 и в смысле К—GC).

После исключения этой систематической части разности $\delta_K-\delta_{GC}$ были расположены по прямым восхождениям. Вычисленные средние значения их для двухчасовых промежутков приводятся в таблице 34 (в 0″.01).

Таким образом, систематическая разность вида $\Delta\delta_\alpha$ получилась очень небольшой.

НИКОЛАЕВСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ОНУ ИМЕНИ И. И. МЕЧНИКОВА

Таблица 33

δ	$\Delta\delta_\delta$	δ	$\Delta\delta_\delta$	δ	$\Delta\delta_\delta$	δ	$\Delta\delta_\delta$	δ	$\Delta\delta_\delta$
39°	+ 50								
40	+ 46	50°	+ 15	60°	+ 8	70°	+ 12	80°	— 12
41	+ 42	51	+ 15	61	+ 6	71	+ 11	81	— 15
42	+ 38	52	+ 16	62	+ 4	72	+ 10		
43	+ 34	53	+ 16	63	+ 4	73	+ 8		
44	+ 30	54	+ 15	64	+ 6	74	+ 6		
45	+ 26	55	+ 15	65	+ 8	75	+ 4		
46	+ 22	56	+ 14	66	+ 10	76	0		
47	+ 19	57	+ 13	67	+ 12	77	— 3		
48	+ 17	58	+ 11	68	+ 13	78	— 6		
49	+ 15	59	+ 9	69	+ 13	79	— 9		

Таблица 34

α	$\delta_K - \delta_{GC}$	α	$\delta_K - \delta_{GC}$
1^h	— 4	13^h	+ 7
3	— 2	15	— 7
5	— 2	17	0
7	+ 1	19	+ 6
9	— 10	21	0
11	+ 12	23	— 8

Затем освобожденные от $\Delta\delta_\delta$ разности были разделены на две зоны по склонению (от $+40^0$ до $+60^0$ и от $+60^0$ до $+80^0$). В каждой зоне звезды упорядочивались по прямым восхождениям и вычислялись средние разности для двухчасовых групп (таблица 35).

Таблица 35

$\alpha_{ср}$	Зоны 40^0—60^0 набл.	40^0—60^0 сглаж.	60^0—80^0 набл.	60^0—80^0 сглаж.	40^0—80^0 сглаж.
1	+ 12	+ 4	— 2	— 6	— 1
3	+ 7	— 3	— 17	0	— 2
5	— 31	— 8	+ 26	+ 3	— 2
7	— 12	— 8	+ 21	+ 3	— 3
9	— 13	— 4	— 29	+ 1	— 2
11	+ 33	— 2	— 10	+ 2	0
13	— 12	— 3	+ 27	+ 7	+ 2
15	— 22	— 6	+ 15	+ 9	+ 2
17	— 11	— 4	+ 10	+ 6	+ 1
19	+ 10	+ 1	+ 1	0	0
21	+ 16	+ 6	— 14	— 7	0
23	+ 2	+ 7	— 19	— 9	— 1

Приведенные в этой таблице в колонках „набл.“, данные показывают значительные колебания случайного характера. Чтобы их ослабить, было применено численное сглаживание

по формуле: $u'_i = \frac{1}{3}(u_{i-1} + u_i + u_{i+1})$. После трехкратного применения этой формулы получены „сглаженные“ значения, которые указывают на незначительность систематических разностей вида $\Delta\delta_\alpha$ для различных зон и для всего каталога.

Следовательно, в систематическом отношении полученный каталог близок к FK3 для разностей вида $\Delta\delta_\delta$ и GC для разностей вида $\Delta\delta_\alpha$. Систематическое отклонение $\Delta\delta_\alpha$ от GC—невелико и по характеру напоминает отклонение FK3 от GC (см. табл. 15б и 15г приложения к [7]), т. е. полученный каталог ближе к FK3, чем GC и в отношении $\Delta\delta_\alpha$.

Однако последнее обстоятельство указывает на недостаточность привязки к фундаментальному каталогу, что, повидимому, объясняется немногочисленностью опорных звезд и влиянием случайных ошибок их средних мест.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Циммерман—Труды ГАО, т. 46, 1934.
2. В. В. Конин—Известия ГАО АН УССР, т. 1.
3. М. С. Зверев—Успехи астрономических наук, т. V, 1950.
4. А. С. Цесюлевич—Известия ОАО, т. II, 1949.
5. Геодезия, справочное руководство под редакцией М. Л. Бонч-Бруевича, т. IX, 1949.
6. К. А. Семендяев—Эмпирические формулы, ГТТИ, 1933.
7. П. И. Бакулин—Фундаментальные каталоги звезд, ГТТИ, 1949.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

КАТАЛОГ СКЛОНЕНИЙ 125 БЛИЗПОЛЮСНЫХ ЗВЕЗД ДЛЯ ЭПОХИ И РАВНОДЕНСТВИЯ 1950.0 г.

Л. Ф. ЧЕРНИЕВ

В статье приводится каталог склонений близполюсных звезд, полученный из наблюдений автора, произведенных в 1950—1951 годах. Этот каталог содержит все звезды, наблюдавшиеся в прошлом столетии Диченко, а в двадцатых годах Дюковым. Излагаются также методы изучения систематических ошибок, особенно температурного изменения точки экватора.

В 1892—1894 годах М. П. Диченко составил каталог средних положений 123-х околполярных звезд для эпохи равноденствия 1893.0 г. Наблюдения были дифференциальными и производились на меридианном круге Пулковской астрономической обсерватории [1].

В 1920—1921 годах, по предложению профессора А. Я. Орлова, наблюдения околополярных звезд, вошедших в каталог М. П. Диченко, были повторены И. А. Дюковым, также дифференциальным методом на меридианном круге Одесской астрономической обсерватории. Эти наблюдения послужили И. А. Дюкову для составления каталога средних мест 125 близполюсных звезд, отнесенного к равноденствию 1921.0 г. [2]. В каталоге И. А. Дюкова прибавились две двойные звезды.

Со времени составления второго каталога прошло, примерно, 30 лет; потому было решено произвести повторное определение положения этих же звезд, тем более, что эти наблюдения можно было выполнить на том же самом меридианном круге, на котором производились наблюдения И. А. Дюкова, послужившие для составления второго каталога.

§ 1. Инструмент и павильон

Рассматриваемый ряд наблюдений произведен на одесском меридианном круге работы Репсольда, изготовленном в 1862 г. Объективная и окулярная части трубы устроены таким образом, что их можно менять местами. К объективной части инструмента прикреплены жалюзи для уменьшения яркости звезд. Инструмент снабжен двумя одинаковыми кругами, симметрично расположенными на расстоянии 41 см. от оптической оси инструмента. Диаметр каждого из кругов 100 сантиметров.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Основной круг, служащий для отсчетов, разделен через 2′. Штрихи тех частей круга, по которым производились отсчеты зоны близполюсных звезд, четкие. Лимб разделен по часовой стрелке.

Второй круг разделен через 10′ и служит кругом-искателем.

Ось инструмента составлена из двух частей, имеющих форму усеченных конусов, которые прикреплены к кубу трубы. Кроме кругов, жестко насаженных на ось инструмента, к ней прикреплено металлическое кольцо, служащее для вращения инструмента вокруг горизонтальной оси. Цапфы горизонтальной оси лежат в двух лагерях, прикрепленных к металлическим плитам. Лагеря при помощи системы винтов могут получать дифференциальные перемещения. Металлические плиты жестко скреплены со столбами. Значительная часть веса трубы и горизонтальной оси компенсируется противовесами. Кольцо, на котором установлены четыре микроскопа, удаленные друг от друга на 90°, висит на двух опорах и опирается еще на винт, служащий для регулировки положения плоскости этого кольца. Увеличения объективов микроскопов и шаг винта микрометров подобраны с таким расчетом, чтобы одному полному обороту барабана микрометра соответствовало перемещение подвижной пары нитей на 1′. Барабаны микрометра разделены на 60 частей. Перемещение пары нитей в поле зрения микроскопа с младшего штриха на старший соответствует двум оборотам. Следовательно, одно деление барабана соответствует 1″. Расстояние между парой подвижных нитей соответствует, приблизительно, 10″—15″. На объективные части микроскопов насажены иллюминаторы для равномерного освещения лимба.

Труба инструмента, обладающая объективом и окуляром Цейсса (d = 135 мм; f = 1980 мм, увеличение 200 раз), при наведении на звезду зажимается с помощью стопорного винта. Мелкие движения, придаваемые трубе перед наблюдением звезды, производятся микрометрическим винтом, оканчивающимся рукояткой.

Объектив инструмента в горизонтальном положении трубы удален от стен павильона на расстояние 1,1 метра. Горизонтальная ось инструмента находится на 2 метра выше пола. Пол расположен на высоте 1,5 метра от поверхности почвы. Столбы, на которых покоится инструмент, сложены из кирпича, и на некоторую глубину входят в массивный фундамент; фундамент слоистый — из известнякового камня с прослойками кирпича. Ширина фундамента 1,5 м., длина 6 м., высота 3,6 метра. Надо полагать, что фундамент входит еще на 1—2 метра во внутренние слои почвы. Между гранями фундамента и почвой образовано пространство шириной в 35 см. вверху и 20 см. внизу.

Павильон деревянный; часть павильона над меридианным кругом может смещаться по рельсам в восточную сторону на 2—2,5 метра. Образующаяся щель способствует хорошему проветриванию и уменьшению зальной рефракции.

§ 2. Программа и ее выполнение. Метод наблюдения.

Каталог содержит склонения 125 близполюсных звезд от + 80° до + 90°, для эпохи и равноденствия 1950.0 г. В каталог входят звезды, обладающие блесками от 4.9 до 9.0 звездной величины. Согласно программе все звезды каталога должны были наблюдаться по 8 раз — четыре раза в верхней кульминации и четыре раза в нижней; при этом половина наблюдений должна была производиться при круге «восток» и половина — при круге «запад». В процессе наблюдения произошли некоторые отклонения от программы, в подавляющем большинстве случаев в сторону увеличения количества наблюдений. Количество сделанных наблюдений приведено в таблице 1.

Таблица 1

11 звезд	по 7 раз	3 звезды	по 12 раз
64 »	» 8 »	4 »	» 13 »
19 »	» 9 »	3 »	» 14 »
12 »	» 10 »	7 »	» 16 »
2 »	» 11 »		и больше

Наблюдения велись:

С 8/V —50 г. по 3/VI —50 г. при круге запад
с 3/VI —50 г. по 25/VII—50 г. при круге восток
с 25/VII —50 г. по 26/IX —50 г. при круге запад
с 26/IX —50 г. по 23/II —51 г. при круге восток
с 23/II —51 г. по 25/III —51 г. при круге запад
с 25/III —51 г. по 24/VI —51 г. при круге восток
с 24/VI —51 г. по 19/VII—51 г. при круге запад

Общее число ночей — 94. Из них в 1950 году 53 и в 1951 году — 41. Полное число наблюдений — 1185. Из них в 1950 году сделано 745 наблюдений, а в 1951 году 440 наблюдений. В это число не входят наблюдения некоторых опорных звезд. Из общего числа оказались неудачными 15 наблюдений, которые были отброшены.

Положение объектива и окуляра в течение всего ряда наблюдений оставалось неизменным. Метод наблюдений дифференциальный.

Опорные звезды заимствованы из каталога FK_3. Склонения опорных звезд были больше чем + 74°. Часть опорных звезд взята и зкаталога GC Босса и при помощи разности FK_3—GC переведена на систему FK_3. Это те звезды, которые вошли в список средних мест «Астрономического Ежегодника СССР» на 1950 г.

В таблицах 2 и 3 даны номера опорных звезд в списках средних мест звезд Астрономического Ежегодника СССР на

Научный архив ГАИШ МГУ имени Ф.А. ЦЕРАСКОВА

1950 год (A. E. стр. 138). В скобках указаны номера, под которыми они вошли в каталог, составленный автором и их названия. Знаком *) отмечены номера звезд, заимствованных из каталога GC.

Таблица 2

Список близполюсных опорных звезд

1	(1)*)	*Br* 48	24		1*H Dra*
2	(2)*)	*Br* 74	25	(46)*)	29*H Cam*
3		43*H Cep*	26	(47)	30*H Cam*
4		*α UMi*	27		161 *Cam*
5	(11)	*Br* 256	28	(56)	*Grb* 1850
6	(12)*)	*Br* 344	29	(65)*)	32² *H Cam*
7	(13)*)	*Br* 396	30	(70)	*Pi* 263 (*Grb* 2063)
8	(14)	*Br* 402	31	(78)	*Grb* 2196
9	(15)*)	*Grb* 642	33		*ε U Mi*
10	(16)*)	49 *H Cep*	34		*δ U Mi*
11	(18)*)	*Grb* 766	35	(87)*)	24 *U Mi*
12	(20)*)	*Grb* 779	36		*λ U Mi*
13	(19)*)	*Grb* 774	37	(88)	*Br* 2412
15	(21)*)	*Grb* 856	38	(97)	*Grb* 3212
16	(22)	74 *Cep*	39	(102)*)	75 *Dra*
17	(24)	*Grb* 944	40	(105)*)	*Rad* 4976
18	(26)*)	*Grb* 1004	42	(106)*)	*Br* 2749
19		51*H Cep*	43	(113)	32 *H Cep*
20	(29)*)	25*H Cam*	44	(118)*)	34 *H Cep*
21	(35)*)	*Grb* 1359	45	(120)	36 *H Cep*
22	(36)*)	*Grb* 1391	46	(121)*)	39 *H Cep*
23	(40)	196 *Cam*	47	(122)	*V Cep*

Таблица 3

Список опорных звезд

195	24 *H Cam*	431	35 *Dra*
300	*Br* 1634	460	*υ Dra*
310	*χ Dra*	470	*τ Dra*
341	4 *U Mi*	593	*χ Cep*
360	*β U Mi*	531	11 *Cep*
428	*ψ Dra*	543	24 *Cep*

Наблюдения опорных и определяемых звезд производились строго одинаковыми методами. За полчаса перед началом наблюдений павильон открывался для вентиляции. За несколько минут до кульминации звезды труба инструмента устанавливалась в нужное положение с помощью круга-искателя. При появлении звезды в поле зрения трубы горизонтальная ось инструмента зажималась при помощи стопорного винта. Барабан окулярного микрометра устанавливался на $0^{об}\ 0^{д}.0$. Подвижная горизонтальная нить располагалась вблизи от постоянной горизонтальной нити. При появлении звезды в поле зрения, труба перемещалась рукояткой микрометрического винта в такое положение, чтобы звезда проходила в своем суточном движении по подзижной горизонтальной нити окулярного микрометра. Затем, рукоятка микрометрического винта отпускалась и происходил легкий толчек. Это уничтожало упругие натяжения в зажиме горизонтальной оси инструмента. Горизонтальная нить микрометра наводилась на все наблюдаемые звезды по 5 раз. Момент кульминации звезды обладающей склонением большим + 84° определялся по хронометру. Место кульминации звезды в поле зрения почти совпадало со средней вертикальной нитью.

Звезды, обладающие склонениями меньшими чем 84°—85°, наблюдались симметрично по отношению к средней вертикальной нити. При выборе места наблюдения звезды в поле зрения трубы, мы руководствовались следующим правилом. Середина расстояния между четвертой и пятой нитями удалена по суточной параллели от средней шестой нити на расстояние 12.35 (в секундах времени прохождения экваториальной звезды). Четверть этого расстояния, легко оцениваемая на глаз, равна 3.09. Расположение нитей при круге «запад» показано на рисунке 1.

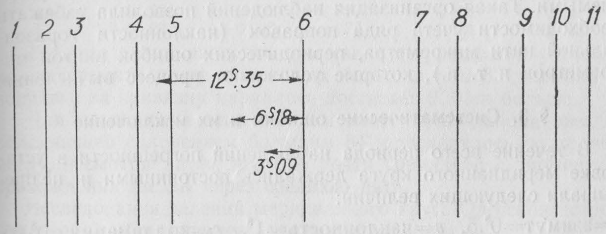


Рис. 1

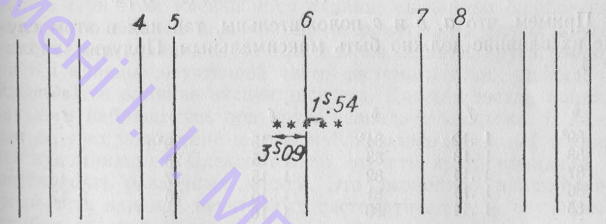


Рис. 2

Наблюдения звезды производились вблизи средней нити (нити 6) внутри полосы ± 3.09. При достаточном опыте это расстояние хорошо определяется на глаз, особенно для звезд со склонениями большими 80°, так как их движение в поле зрения трубы происходит очень медленно. Места наведения подвижной нити на звезду иллюстрируются рисунком 2.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

После наведений нити на звезду и записи отсчетов окулярного микрометра, отсчитывался круг с помощью четырех микроскопов. При отсчетах круга подвижная пара нитей микроскоп-микрометра наводилась на младший и старший штрихи. Этим заканчивалась работа с инструментом.

После каждого наблюдения звезды измерялись температура воздуха и атмосферное давление по анероиду. Термометр на время наблюдений устанавливался вне павильона, у щели, образуемой открытым павильоном, на высоте около 2-х метров от поверхности почвы. Барометр-анероид во время наблюдений находился в павильоне на рабочем месте.

При помощи желюзи блески всех ярких звезд ослаблялись до 7-й звездной величины. Из общего числа наблюдавшихся в течение ночи звезд, 40%—50% составляли спорные звезды, которые по возможности равномерно чередовались с определяемыми. Такая организация наблюдений позволила избежать необходимости учета ряда поправок (наклонности горизонтальной нити микрометра, периодических ошибок винтов микрометров и т. п.), которые усложняют процесс вычисления.

§ 3. Систематические ошибки и их исключение

В течение всего периода наблюдений погрешности в установке меридианного круга держались постоянными и не превышали следующих величин:

a=азимут=$0^s.5$, b=наклонность=1^s, c=коллимация=$0^s.05$.

Теперь можно определить угловое расстояние средней нити от места кульминации звезды в поле зрения трубы по формуле:

$$f = t\cos\delta = a\sin(\varphi-\delta)+b\cos(\varphi-\delta)+c$$

Примем, что a, b и c положительны, так как в этом случае их влияние должно быть максимальным. Получим таблицу 4.

Таблица 9

δ	f	δ	f	δ	f
89°	1 .12	84°	1 .15	79°	1 .16
88	1 .13	83	1 .15	78	1 .16
87	1 .14	82	1 .15	77	1 .16
86	1 .14	81	1 .16	76	1 .17
85	1 .14	80	1 .16		

При таком удалении средней нити от меридиана наблюдателя необходимо проанализировать влияние ошибки в поправке за кривизну параллели, возникающее вследствие погрешностей инструмента.

Обозначим через K_1 поправку за кривизну параллели для всех пяти наведений в том случае, когда среднее наведение производится на средней вертикальной нити.

Через K — обозначим поправку за кривизну параллели для всех пяти наведений в предположении, что среднее наблюдение производилось в момент кульминации. Напомним, что первое и пятое наведения производились на расстояниях $3^s.09$, а второе и четвертое — на расстояниях $1^s,54$, от центрального, третьего наведения.

Величины K_1 и K в зависимости от склонения звезды будут характеризоваться таблицей 5.

Таблица 5

δ	K_1	K	δ	K_1	K
89°	0″.19	0″.15	82°	0″.02	0″.02
88	0 .09	0 .08	81	0 .02	0 .02
87	0 .06	0 .05	80	0 .02	0 .02
86	0 .05	0 .04	79	0 .02	0 .02
85	0 .04	0 .03	78	0 .02	0 .01
84	0 .03	0 .02	77	0 .01	0 .01
83	0 .03	0 .02	76	0 .01	0 .01

Таблица показывает, что при таких погрешностях установки инструмента и при склонениях больших, чем 83°, ошибка в поправке за кривизну параллели достигает 0″.01 и больше.

Для исключения этой ошибки место кульминации звезды обладающей склонением большим 84° определялось по хронометру, несмотря на то, что оно почти совпадало с моментом прохождения звезды через среднюю нить.

Исследования делений меридианного круга Одесской астрономической обсерватории производились трижды.

В нашей работе отсчеты круга исправлялись поправками, выведенными А. С. Цесюлевичем через интервал равный двум градусам [4].

Отсчеты круга производились с помощью четырех микроскопов. При этом уменьшается влияние случайных ошибок наведения подвижной пары нитей микрометра на штрих круга, уменьшается влияние случайных ошибок делений круга, уменьшается влияние неучтенной части систематических ошибок и исключается влияние эксцентриситета. Каждая звезда нашего каталога наблюдалась при круге «запад» и «восток». В каждом из этих положений звезды наблюдались в верхней и нижней кульминациях. Следовательно, отсчеты круга попадали в шестнадцать различных частей. Это позволило значительно уменьшить влияние неучтенных систематических и случайных ошибок делений круга.

При отсчете круга подвижная пара нитей микрометра наводилась на младший и старший штрихи. Для каждой звезды по всем четырем микроскопам составлялась средняя разность «старший-младший штрих». Из наблюдений всех звезд данной ночи по средней разности «старший-младший» штрих выводился средний масштаб микроскопов, которым и исправлялись все измерения, выполненные данной ночью. Устойчивым мас-

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ ИМЕНИ И. И. МЕЧНИКОВА

штаб микроскопов был при круге «Восток».Это объясняется тем, что на восточном столбе находится клин о который опирается горизонтальная ось инструмента. При круге «Запад» масштаб микроскопов иногда изменялся. Это объясняется тем, что на западном столбе находится пружина, нажимающая на горизонтальную ось инструмента. Таким образом масштаб микроскопов при круге «Запад» в большой степени зависел от колебаний температуры. При значительном изменении температуры и при длительных наблюдениях иногда вычислялись два значения масштаба микроскопов для наблюдений одной ночи.

Перед началом наблюдений, наклонность горизонтальной нити микрометра была практически сведена к нулю. Ее наклонность в течение ряда наблюдений составляла меньше 0′.1—0′.2. Наклонность нити не оказывает влияния в том случае, если наблюдения ведутся симметрично по отношению к одной и той же нити, как это имело место при наблюдениях звезд нашего каталога. Поэтому, наклонность нити в нашем ряде наблюдений не учитывалась.

Винты микроскоп-микрометров и окулярного микрометра меридианного круга Одесской астрономической обсерватории исследовал В. Конин [5]. Судя по его исследованиям, винты микроскоп-микрометров находятся в удовлетворительном состоянии. Амплитуды периодических ошибок колеблются в пределах от $0^{o}02$ до $0.^{o}25$. Третий микроскоп восточного столба обладает периодической ошибкой, амплитуда которой $0^{o}.4$; такая амплитуда как-будто вызывает некоторое опасение. Но, если учесть, что все звезды наблюдались в среднем по 8—10 раз при различных делениях барабана и кроме того, что отсчеты производились по четырем микроскопам, то вполне естественно считать, что эти периодические ошибки не могли оказать существенного влияния на результаты наблюдений.

Периодические ошибки винта окулярного микрометра не учитывались, так как все звезды наблюдались при установке барабана микрометра вблизи $0^{o}.0$. При наблюдениях была использована небольшая доля одного оборота окулярного микрометра (0.05—0.06). Ошибки винта в таком малом интервале его поворота не могли оказать какого-либо влияния на отсчеты при наведении нити на звезду.

Цена оборота винта окулярного микрометра определялась по близполюсным звездам вблизи их кульминаций. За несколько минут до кульминации звезды, труба устанавливалась на соответствующий отсчет. При появлении звезды в поле зрения, труба перемещалась до тех пор, пока изображение звезды не оказывалось в верхней или нижней части поля зрения. Круг закреплялся и делался его отсчет. С помощью подвижной нити производились наведения на звезду и отмечалось время наблюдения. Первые наведения производились до кульминации звезды. После этого труба снова перемещалась до тех пор, пока звезда не оказывалась в другой части поля зрения трубы. Повторялись те же наблюдения над звездой и отсчитывался круг. Подвижная нить окулярного микрометра, при таком наблюдении, переводилась из одной части поля в другую на 10 оборотов винта окулярного микрометра. В отсчеты круга вводились все необходимые поправки (масштаб микроскопов, кривизна параллели, наклон нити).

На протяжении всего ряда наблюдений произведено 17 определений цены оборота винта окулярного микрометра. Цена оборота винта окулярного микрометра все время была постоянной. Малые отклонения в одну и другую сторону объясняются случайными ошибками.

Была принята следующая средняя величина цены оборота винта:

$$R = 50''.08 \pm 0''.02$$

Отсюда 1 деление барабана = $0''.8347$.

В отсчеты круга вводились еще две поправки: поправка за кривизну параллели и за рефракцию. Рефракция учитывалась с помощью Пулковских таблиц по формуле:

$$\mathrm{Log}\, R = \mu + \mathrm{Log}\, \mathrm{tg} z + \gamma . \lambda + A . B + D$$

Видимые зенитные расстояния (для отыскания рефракции) вычислялись с точностью до 0′.1.

§ 4. Уравнивание точки экватора

Обычно в течение вечера наблюдалось от 5 до 15 опорных звезд. После исправления отсчетов круга за рефракцию, кривизну параллели и за все остальные инструментальные погрешности, мы должны были получить одинаковые положения точки экватора (в пределах случайных ошибок).

Однако, наши наблюдения показали, что у Одесского меридианного круга имеет место ясно выраженный значительный ход точки экватора со временем.

Итак, мы получили ряды определений положений точки экватора (N_{E_i}). Как же их применять для определения склонений звезд?

Если положения точек экватора (N_{E_i}), определенные в течение одного вечера, не систематически отличаются друг от друга в пределах случайных ошибок, то ряд значений N_{E_i} усредняется, получается среднее значение N_{E_i} и с его помощью определяются склонения наблюдавшихся звезд.

Иначе дело обстоит в том случае, если точка экватора регулярно изменяет свое положение с течением времени. В таком случае сглаживание часто производят графическим путем. На миллиметровой бумаге по оси абсцисс откладывается вре-

НИИ ОБЩЕЙ ЭТИКИ ОНУ ИМЕНИ И.И. МЕЧНИКОВА

мя, а по оси ординат положения точки экватора. Через полученные точки проводят плавную кривую. Полученная плавная кривая дает зависимость точки экватора от времени. Если зона наблюдений широкая, то целесообразно ее разбивать на малые зоны (10°—15°), и сглаженные кривые строить отдельно для каждой зоны; тогда для одного вечера получим несколько кривых. Исследование таких кривых указывает на достаточную точность этого способа получения точки экватора [6]. Интересно отметить, что среднее часовое изменение положения точки экватора на Одесском меридианном круге при наблюдениях Б. В. Новопашенным каталога звезд программы Одесского зенит-телескопа, составило 0″.60. Чтобы уменьшить влияние случайных ошибок в положениях точек экватора, проф. И. А. Дюков брал среднее из трех рядом расположенных значений N_{E_i}, а затем применял графический метод сглаживания [7]. Такой метод удобно применять при обработке наблюдений тех вечеров, когда часовое изменение положения точки экватора оказывается небольшим и имеет характер почти линейной зависимости от времени. Часто применяют выравнивание положений точки экватора способом наименьших квадратов. Кривая изменения положений точек экватора в подавляющем большинстве случаев имеет плавный характер, а потому ее представляют аналитически в виде:

$$N_{E_i} = N_E + \Delta N (t_i - t_{cp.}) + \Delta N' (t_i - t_{cp.})^2 \qquad (1)$$

где: N_E — среднее значение точки экватора,

ΔN — часовое изменение среднего значения точки экватора,

$\Delta N'$ — часовое изменение ΔN,

$t_{cp.}$ — средний момент наблюдений,

t_i — момент, соответствующий значению N_{E_i}.

Член $\Delta N (t_i - t_{cp})^2$ в некоторых случаях оказывается реальным, особенно в случае длительного ряда наблюдений.

Решение системы уравнений (1) относительно неизвестных N_E, ΔN и $\Delta N'$ требует большой затраты времени. Для облегчения вычислений делят ночь наблюдений на две-три части и для каждой из них пользуются уравнением вида:

$$N_{E_i} = N_E + \Delta N (t_i - t_{cp}). \qquad (2)$$

Н. В. Циммерман в каталоге склонений звезд для программы Пулковского зенит-телескопа (8) составляет систему условных уравнений (2) и решает ее относительно N_E и ΔN. М. П. Диченко в каталоге близполюсных звезд для равноденствия 1893,0 г. [1], решает системы уравнений (2) относительно ΔN, принимая для N_E среднее арифметическое из значений точек экватора данного вечера наблюдений. Очень часто бывает что функция $N_{E_i}(t)$ имеет сложный характер. В этих случаях лучше всего применять графический метод сглаживания.

§ 5. Определение склонений звезд в первом приближении

Даже при беглом просмотре поведения точки экватора в течение ночи наблюдений, ярко бросается в глаза резко выраженный ход, тесно связанный с изменением температуры. Вполне естественно, что это заставило нас искать, как причину этих явлений, так и особые методы работы. Возник вопрос об исследовании истинного поведения точки экватора, а для этой цели надо было иметь большое количество наблюдений опорных звезд.

Профессор В. П. Цесевич предложил провести ряд различных исследований, связанных с поведением инструмента в различных температурных режимах. Прежде всего надо было отыскать причину, являющуюся источником большого часового изменения положения точки экватора.

26 августа 1951 г. такое исследование было выполнено при круге «Запад». Труба, направленная в зенит, была слегка закреплена зажимом.

В течение всего времени исследования инструмент находился в полном покое. Павильон для лучшей циркуляции воздуха был слегка приоткрыт, но лучи Солнца внутрь него не проникали. На протяжении 35-ти часов, через каждый час производились отсчеты круга с помощью четырех микроскопов. Одновременно отсчитывалась температура воздуха по термометру, установленному у инструмента.

Нити микроскоп-микрометров наводились на младший и старший штрихи. Отсчеты круга исправлялись поправкой за масштаб микроскопов. Результаты, как видно из таблицы 6, дают хорошее согласие между изменением отсчетов круга и температурой воздуха.

Для большей наглядности эту таблицу иллюстрируем рисунком 3. Такое же исследование, выполненное в другие дни, подтвердило эту зависимость. Так, 2 сентября 1951 г., труба была наведена на полюс мира и закреплена неподвижно. Дополнительно к отсчетам круга и температуры воздуха определялась температура внутренней части столба. При всех исследованиях отсчеты круга производились только одним лицом.

Результаты этих исследований также дали хорошо выраженную зависимость изменения отсчетов круга с изменением температуры воздуха. Эта зависимость хорошо согласуется и с ходом температуры столбов, на которых покоится инструмент, однако, она сдвинута по фазе на 4—5 часов. Таблица 7 дает зависимость отсчетов круга от температуры воздуха и от температуры внутренней части столбов.

Для большей наглядности иллюстрируем эту таблицу рисунком 4.

Национальная библиотека Республики Узбекистан имени Алишера Навои

Таблица 6.

Дата и время наблюдений	Отсчет круга	t°C воздуха	Дата и время наблюдений	Отсчет круга	t°C воздуха
1951 г. 26 августа			18	32″.12	+ 25°.9
13	32″.10	+ 26°.8	19	31 .76	+ 25 .6
14	32 .11	+ 26 .8	20	31 .95	+ 25 .0
15	32 .16	+ 26 .7	21	32 .14	+ 24 .1
16	—	—	22	32 .34	+ 23 .5
17	32 .06	+ 26 .7	23	32 .65	+ 23 .2
27 августа			11	33 .30	+ 27 .4
00	32 .46	+ 23 .0	12	32 .98	+ 28 .4
01	32 .53	+ 22 .6	13	32 .88	+ 28 .4
02	32 .66	+ 22 .2	14	32 .77	+ 30 .0
03	32 .65	+ 21 .8	15	32 .36	+ 30 .2
04	32 .88	+ 20 .8	16	31 .89	+ 30 .0
05	33 .01	+ 20 .5	17	31 .82	+ 29 .4
06	33 .06	+ 20 .3	18	31 .42	+ 28 .0
07	33 .29	+ 20 .9	19	31 .24	+ 26 .8
08	33 .21	+ 21 .6	20	31 .87	+ 25 .9
09	33 .33	+ 23 .2	21	31 .85	+ 25 .2
10	33 .40	+ 25 .8	22	32 .03	+ 24 .6

Таблица 7.

Дата и время наблюд.	Отсчет круга	t°C воздуха	t°C столба	Дата и время наблюд.	Отсчет круга	t°C воздуха	t°C столба
1951 г. 2 Сентябрь				17	24″.49	+ 26°.0	+ 23°.6
11	25″.54	+ 22°.0	+ 22°.2	18	24 .76	+ 26 .0	+ 24 .0
12	25 .51	+ 22 .0	+ 22 .1	19	24 .76	+ 25 .2	+ 24 .2
13	25 .22	+ 23 .8	+ 22 .0	20	24 .82	+ 24 .9	+ 24 .4
14	24 .87	+ 25 .6	+ 22 .4	21	24 .99	+ 24 .4	+ 24 .4
15	24 .47	+ 26 .8	+ 22 .8	22	25 .29	+ 23 .6	+ 24 .4
16	24 .25	+ 27 .0	+ 23 .3	23	25 .69	+ 23 .0	+ 24 .3
Сентябрь 3				12	25 .51	+ 23 .2	+ 22 .7
00	25 .81	+ 22 .7	+ 24 .2	13	25 .35	+ 25 .0	+ 22 .9
01	25 .81	+ 22 .4	+ 24 .0	14	24 .97	+ 25 .6	+ 23 .2
02	25 .87	+ 21 .8	+ 23 .8	15	24 .95	+ 26 .0	+ 23 .8
03	25 .90	+ 22 .0	+ 23 .7	16	24 .86	+ 25 .6	+ 24 .0
04	26 .06	+ 21 .8	+ 23 .4	17	24 .96	+ 25 .4	+ 24 .2
05	26 .17	+ 21 .2	+ 23 .3	18	25 .36	+ 24 .0	+ 24 .2
06	26 .28	+ 21 .2	+ 23 .2	19	25 .68	+ 23 .0	+ 24 .2
07	26 .25	+ 21 .2	+ 23 .0	20	25 .73	+ 22 .8	+ 24 .2
08	26 .30	+ 21 .4	+ 22 .8	21	25 .95	+ 22 .4	+ 24 .0
09	26 .20	+ 21 .6	+ 22 .6	22	26 .02	+ 22 .2	+ 23 .9
10	26 .05	+ 21 .8	+ 22 .6	23	26 .19	+ 21 .6	+ 23 .6
11	25 .56	+ 23 .2	+ 22 .6				
Сентябрь 4				03	26 .61	+ 20 .6	+ 22 .8
00	26 .56	+ 21 .1	+ 23 .5	04	26 .67	+ 20 .8	+ 22 .6
01	26 .63	+ 20 .8	+ 23 .2	05	26 .80	+ 20 .6	+ 22 .4
02	26 .75	+ 20 .7	+ 22 .9	06	26 .66	+ 22 .2	+ 22 .2

Приведенные два примера убеждают нас в том, что меридианный круг Одесской астрономической обсерватории подвергается закономерным и значительным изменениям при изменении температуры. Нами было установлено, что положение точки экватора зависит от температуры воздуха (а следовательно, температуры инструмента). Казалось бы, что закрепив трубу неподвижно и произведя отсчеты кругов при различных температурах, можно составить по этим измерениям эмпирические таблицы поправок для точки экватора.

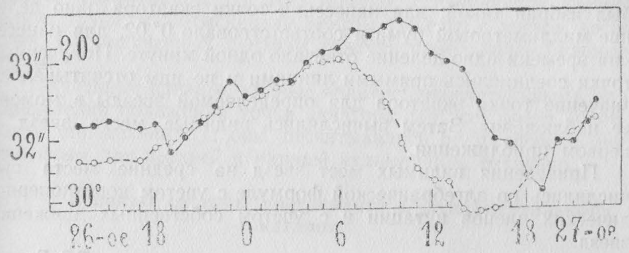


Рис. 3. Изменение положения точки экватора (точки) и температуры воздуха (кружки) 26-го и 27-го августа

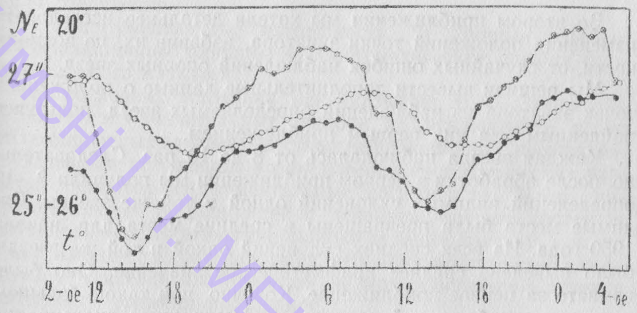


Рис. 4. Изменение положения точки экватора (точки), температуры столба (кружки) и температуры воздуха (кружки с крестами) с 2-го по 4-ое сентября.

Однако, это не так. Дело в том, что неподвижная, закрепленная труба не идентична трубе, наблюдающей различные светила и многократно закрепляющейся в лагерях. Последнее обстоятельство затрудняет исследование и исключение влияния температуры.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Переходим к рассмотрению основного вопроса, связанного с уравниванием положения точки экватора. Каждая ночь давала нам в среднем по 4—8 определений положения точки экватора из наблюдений опорных звезд в верхней кульминации и такое же количество определений по наблюдениям звезд в нижней кульминации.

Обработка положений точек экватора велась отдельно для звезд наблюдавшихся в верхней и в нижней кульминациях. В первом приближении значения точек экватора наносились на миллиметровую бумагу. По оси абсцисс откладывалось время, а по оси ординат значения точек экватора. Масштаб был избран такой: для нанесения точки экватора одно деление миллиметровой бумаги соответствовало 0″.02, для нанесения времени одно деление отвечало одной минуте. Полученные точки соединялись прямыми линиями и по ним отсчитывалось значение точки экватора для определяемой звезды в момент ее наблюдения. Затем вычислялись видимые места звезд в первом приближении.

Приведения видимых мест звезд на средние места вычислялись по алгебраической формуле с учетом короткопериодических членов нутации и с учетом собственных движений звезд.

Собственные движения звезд взяты из каталога GC Босса.

§ 6. Второе приближение для вывода значений точек экватора и окончательное определение склонений звезд

Во втором приближении мы хотели детальнее исследовать изменения положений точки экватора, избавив их, по возможности, от случайных ошибок наблюдений опорных звезд.

Мы решили вывести дополнительные данные о положениях точек экватора из наблюдений определяемых звезд, пользуясь найденным для них первым приближением.

Каждая звезда наблюдалась от 8 до 10 раз. Следовательно, после обработки в первом приближении мы получили 8—10 определений видимых склонений одной и той же звезды. Видимые места были превращены в средние места для начала 1950 года. Из всех средних склонений одной и той же звезды было выведено среднее арифметическое значение. Оно было принято за первое приближение. Конечно, при таком большом количестве наблюдений среднее арифметическое значение не содержит в себе большой ошибки. Эти ошибки значительно меньше случайных ошибок одного наблюдения.

Полученные предварительные склонения звезд были также использованы для определения вспомогательных точек экватора. Это дало еще ряд дополнительных определений положений точки экватора. Полученные положения точки экватора наносились на график первого приближения.

Теперь, при наличии большего количества определений, ход точки экватора становился лучше выраженным. Для большей наглядности приведем график (рис. 5) обработки самого первого вечера наблюдений с 8-го на 9-е мая 1950 г. при положении инструмента круг «Запад». Значениям точки экватора, выведенным из наблюдений фундаментальных звезд, приписан вес 2; те значения точки экватора, которые определены из первого приближения склонений определяемых звезд, получили вес 1. После этого, все полученные точки графика соединялись прямыми линиями отдельно для верхней и для нижней кульминаций. На этих прямых, соединяющих две соседние точки, мы отыскивали центры тяжести с учетом весов точек. По полученным центрам тяжести проводились плавные кривые.

Полученные плавные кривые являлись окончательными для определения положений точки экватора для всех звезд (опорных и определяемых); они отсчитывались по графикам построенным для верхней и нижней кульминации отдельно.

§ 7. О привязке системы инструмента к фундаментальному каталогу

Вопрос о системе инструмента, ее определении и ее учете, впервые поставил Кюстнер при составлении Боннского каталога звезд 1900 г., со склонением от 0° до 51° [9]. Одновременно Кюстнер указал, что причины систематических расхождений следующие:

1) Инструментальные погрешности. 2) Личные ошибки. 3) Рефракционные влияния. 4) Систематические ошибки фундаментального каталога.

Три последних источника, как указывает М. С. Зверев [10], не могут дать значительных ошибок, за исключением особо неблагоприятных случаев «местных рефракционных аномалий».

Основным источником возникновения систематических разностей являются инструментальные погрешности. Часть инструментальных погрешностей с течением времени остается неизменной (систематические ошибки делений кругов), а часть из них изменяется, как например, неправильности фигур цапф. Поэтому, «система инструмента» не может остаться в течение длительного времени постоянной.

Разумеется, что она будет различной также при различных положениях инструмента. Систематические разности изменяются в зависимости от склонений звезд. Поэтому, для создания однородных условий при наблюдениях опорных и определяемых звезд, целесообразно вести наблюдения каталога по зонам.

Нами была предпринята попытка определить «систему инструмента». Для этой цели мы использовали в общей обработке 36 опорных звезд, наблюдавшихся много раз. Для них были

НИОСВЕТЛОТА ОНУ Имени И. И. МЕЧНИКОВА

вычислены средние места на 1950.0 г., которые и послужили для составления разностей вида FK_3—К.

Звезды группировались по трехградусным зонам.

Результаты характеризуются следующей таблицей 8.

Таблица 8

Зона	Количество звезд	FK_3—К
80°—83°	14	— 0.017
83°—86°	18	— 0.020
86°—89°	4	+ 0.06

Как видно из таблицы, две соседние зоны + 80° - + 83° и + 83° - + 86° между собой хорошо согласуются. Следует отметить, что определяемые звезды в основном расположены в этих зонах. Таким образом система инструмента не отличается от системы FK_3.

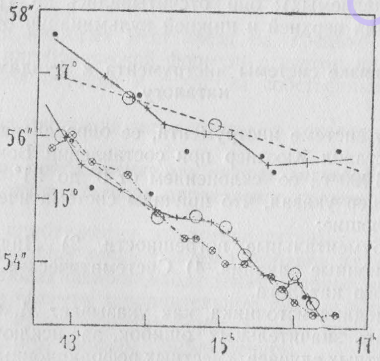


Рис. 5. Последовательные этапы графического определения точки экватора. Верхняя часть чертежа соответствует обработке наблюдений верхней кульминации. Нижняя часть—нижней кульминации. Большие круги-положения точки экватора по наблюдениям фундаментальных звезд. Пунктирная линия—график изменения точки экватора в первом приближении. Точки—положения точки экватора выведенные из наблюдений определяемых звезд. Крестики—центры тяжести. Сплошная линия—график изменения точки экватора во втором приближении. Кружки с крестами—температура воздуха.

§ 8. Сравнение каталога с FK_3 и GC

Полученный нами каталог сравнивался с GC Босса, а через последний с каталогом FK_3. Общих звезд с каталогом GC Босса было 112.

Между склонениями звезд нашего каталога и склонениями звезд каталога GC Босса, приведенными к эпохе и равноденствию 1950.0 г., образовывались разности вида $\delta_K - \delta_{GC}$. Эти разности группировались по трехградусным зонам, после чего вычислялась средняя разность для зоны.

Средние разности по каждой зоне приводятся в таблице 9.

Таблица 9

Зоны	$K-GC$	FK_3-GC	$K-FK_3$
+ 80°— + 83°	+ 0″.13	+ 0″.04	+ 0″.09
+ 83°— + 86°	— 0 .02	+ 0 .01	— 0 .03
+ 86°— + 89°	+ 0 .06	+ 0 .01	+ 0 .05
Среднее	+ 0 .06	+ 0 .02	+ 0 .04

Третий столбец содержит значения систематических разностей вида $\Delta\delta_\varepsilon$ для разности FK_3—GC, заимствованные из монографии П. И. Бакулина [11].

Величины разностей вида К — FK_3 указывают на то, что различие между полученным каталогом и фундаментальным каталогом FK_3 невелико и имеет случайный характер. Полученный каталог так же хорошо согласуется и с каталогом GC Босса.

§ 9. Описание каталога

Каталог составлен для эпохи и равноденствия 1950.0 г. Средние склонения поправкой за собственные движения приводились к эпохе 1950.0 г. При этом применялись собственные движения заимствованные из каталога GC Босса.

Звезды с №№ 4, 25, 30, 42, 43, 51, 86, 93, 94, 96, 98а, 100 и 123 (которые отсутствуют в каталоге GC Босса) к эпохе 1950.0 г. не приводились.

Средняя эпоха наблюдения каталога 1950.87 г. Средняя квадратическая ошибка одного наблюдения в среднем для всех звезд составляет ± 0″.38. Средняя квадратическая ошибка каталожного места в среднем для всех звезд составляет ±0″.13.

Систематическая разность в склонениях звезд, полученных из наблюдений в разных кульминациях, в среднем составляет 0″.00. Систематическая разность в склонениях звезд, полученных из наблюдений при различных положениях круга, в среднем составляет 0″.01.

Так как полученные склонения звезд не зависят ни от положений круга («восток» и «запад»), ни от кульминации, мы сочли возможным вывести окончательное склонение звезды как среднее арифметическое из всех определений.

НИКОНОВА БИБЛИОТЕКА ОНУ ИМЕНИ МЕЧНИКОВА

КАТАЛОГ

склонений 125 близполюсных звезд

Столбец 1—номера звезд по каталогу Диченко.
Столбец 2—блески звезд (m). *)
Столбец 3—приближенное α на 1950.0 г.
Столбец 4—склонения, полученные из наблюдений и приведенные к 1950.0 г. с учетом собственного движения из GC.
Столбец 5—годичная прецессия по δ (praec. an.)
Столбец 6—вековое изменение годичной прецессии по δ (var. saec.).
Столбец 7—средняя эпоха наблюдения звезды, считая от 1900 г. (E).
Столбец 8—число наблюдений звезды (n).

№	m	α1950.0 h m s	δ1950.0	praec. an.	Var. saec.	E	n
1	6.39	00 35 54	82°13′05″.62	+ 19″.797	— 0″.113	50.70	12
2	5.58	00 50 03	83 26 12 .01	+ 19 .567	— 0 .185	50.73	13
3	6.73	00 58 03	84 20 18 .63	+ 19 .403	— 0 .244	50.83	9
4	7.22	01 14 17	80 35 56 .01	+ 18 .999	— 0 .270	50.77	8
5	6.76	01 14 40	80 37 52 .83	+ 18 .988	— 0 .271	50.84	9
6	7.10	01 44 15	80 38 17 .01	+ 18 .005	— 0 .432	50.80	8
7	6.90	01 49 28	81 42 49 .66	+ 17 .799	— 0 .496	50.79	9
8	7.02	01 50 12	80 39 52 .41	+ 17 .770	— 0 .468	50.86	9
9	6.09	02 03 07	81 03 31 .34	+ 17. 219	— 0 .561	50.72	10
10	6.84	02 04 04	81 14 43 .98	+ 17 .177	— 0 .574	50.80	8
11	6.44	02 08 52	83 19 44 .65	+ 16 .957	— 0 .719	50.81	26
12	5.82	02 40 26	81 14 22 .56	+ 15 .330	— 0 .819	50.81	13
13	5.86	03 03 48	81 16 50 .43	+ 13 .935	— 0 .984	50.60	12
14	5.61	03 20 06	84 44 23 .48	+ 12 .876	— 1 .591	50.77	19
15	5.83	03 51 17	86 29 19 .29	+ 10 .675	— 2 .657	50.79	16
16	5.08	04 01 33	80 33 56 .10	+ 9 .903	— 1 .279	50.73	10
17	6.37	04 09 22	80 24 39 .80	+ 9 .303	— 1 .305	50.76	9
18	5.62	04 16 24	83 41 33 .23	+ 8 .754	— 1 .832	50.83	7
19	5.53	04 18 49	83 13 34 .77	+ 8 .564	— 1 .749	50.79	9
20	5.46	04 18 14	80 42 35 .10	+ 8 .610	— 1 .379	50.81	9
21	5.18	04 50 54	81 06 59 .56	+ 5 .951	— 1 .566	50.60	10
22	6.50	05 13 50	85 53 40 .40	+ 4 .010	— 3 .045	50.96	13
23	6.71	05 26 42	85 38 17 .39	+ 2 .902	— 2 .944	51.04	8
24	6.17	05 45 34	85 10 27 .33	+ 1 .261	— 2 .745	50.79	8

*) Блески звезд заимствованы из каталога Сирса „Фундаментальный каталог звездных величин северной полярной области".

№	m	α1950.0	δ1950.0	praec. an.	Var. saec.	E	n
25	8.11	06 12 00	87 19 38 .54	— 1 .049	— 4 .607	50.80	10
26	6.55	06 30 10	86 44 07 .15	— 2 .630	— 3 .798	50.91	8
27	6.67	06 33 59	82 09 48 .11	— 2 .961	— 1 .826	50.91	8
28	6.42	07 15 58	81 21 14 .15	— 6 .523	— 1 .566	50.77	8
29	4.98	07 20 41	82 30 50 .31	— 6 .911	— 1 .723	50.85	18
30	8.5	07 25 05	82 06 14 .93	— 7 .270	— 1 .634	50.95	7
31	6.57	07 25 39	81 00 12 .59	— 7 .317	— 1 .480	50.88	8
32	6.57	07 48 07	80 23 42 .99	— 9 .108	— 1 .308	50.85	10
33	6.85	07 51 34	79 59 46 .22	— 9 .376	— 1 .254	50.94	8
34	7.09	08 45 54	88 46 14 .67	— 13 .274	— 5 .424	50.88	8
35	6.51	08 05 14	84 12 30 .84	— 10 .414	— 1 .780	50.90	13
36	6.36	08 15 03	82 35 25 .95	— 11 .139	— 1 .403	50.84	8
37	6.95	08 37 32	82 25 13 .08	— 12 .717	— 1 .215	50.94	8
38	7.12	08 51 09	82 54 45 .18	— 13. 614	— 1 .166	50.91	8
39	7.00	08 53 50	82 56 23 .40	— 13 .786	— 1 .148	50.90	8
40	6.32	09 05 16	84 23 10 .58	— 14 .494	— 1 .248	50.90	10
41	6.39	09 03 54	81 01 56 .16	— 14 .411	— 0 .901	50.90	8
42	8.31	09 34 37	87 04 53 .84	— 16 .143	— 1 .600	50.85	9
43	7.76	09 57 38	86 49 13 .22	— 17 .253	— 1 .128	50.88	8
44	6.33	10 00 52	84 09 44 .25	— 17 .395	— 0 .685	50.91	8
45	6.85	10 18 24	83 03 17 .47	— 18 .105	— 0 .478	50.98	8
46	5.54	10 22 42	84 30 28 .44	— 18 .263	— 0 .520	50.94	9
47	5.34	10 25 10	82 48 52 .11	— 18 .351	— 0 .422	50.85	10
48	6.53	10 30 59	80 45 12 .54	— 18 .550	— 0 .333	50.96	8
49	6.79	10 38 40	80 41 20 .59	— 18 .793	— 0 .291	50.96	8
50	7.18	11 06 40	82 00 20 .05	— 19 .502	— 0 .169	50.92	9
51	7.58	11 14 00	87 54 43 .19	— 19 .640	— 0 .293	51.10	10
52	6.19	11 28 24	81 24 10 .10	— 19 .852	— 0 .077	50.90	9
53	7.31	11 32 57	85 53 36 .09	— 19 .903	— 0. 082	50.97	8
54	7.76	11 57 33	87 16 21 .92	— 20 .041	+ 0 .003	50.83	8
55	6.22	11 57 44	81 07 55 .64	— 20 .042	+ 0 .003	50.99	8
56	6.31	12 02 10	85 51 50 .97	— 20 .042	+ 0 .013	50.97	16
57	6.28	12 08 47	81 59 17 .01	— 20 .028	+ 0 .024	50.89	10
58	6.31	12 15 24	86 42 49 .28	— 19 .997	+ 0 .023	50.98	8
59	6.31	12 14 45	87 58 37 .53	— 20 .001	+ 0 .014	50.77	8
60	7.29	12 32 42	80 31 33 .73	— 19 .839	+ 0 .048	50.87	8
61	7.24	12 34 39	86 00 25 .49	— 19 .814	+ 0 .013	51.00	8
62	7.32	12 38 27	83 55 06 .14	— 19 .761	+ 0 .032	50.99	8
63	6.43	12 43 10	80 53 41 .89	— 19 .688	+ 0 .049	50.75	8
64	5.81	12 48 39	83 41 23 .04	— 19 .593	+ 0 .024	50.88	8
65	5.28	12 48 46	83 41 04 .56	— 19 .591	+ 0 .024	50.88	10
66	7.31	12 59 18	81 08 37 .13	— 19 .375	+ 0 .042	50.88	8
67	7.81	12 57 55	86 09 14 .71	— 19 .406	— 0 .061	50.76	8
68	6.32	13 11 57	80 44 08 .78	— 19 .063	+ 0 .032	50.59	10
69	7.27	13 16 46	85 00 53 .79	— 18 .929	— 0 .086	50.76	8
70	6.01	13 43 41	83 00 12 .97	— 18 .026	— 0 .099	50.75	23
71	7.74	13 48 18	84 45 43 .02	— 17 .847	— 0 .228	50.82	8
72	6.71	13 51 41	81 00 50 .53	— 17 .710	— 0 .053	50.76	9
73	6.91	14 31 05	81 01 56 .63	— 15 .843	— 0 .182	50.68	11
74	6.28	14 34 57	79 52 36 .86	— 15 .633	— 0 .140	50.82	7
75	7.30	14 40 23	80 00 03 .09	— 15 .332	— 0 .163	50.82	8
76	7.02	14 40 57	86 09 14 .05	— 15 .300	— 0 .913	50.74	7
77	7.27	14 52 39	80 57 12 .11	— 14 .620	— 0 .260	50.69	8
78	5.72	14 53 34	82 43 07 .09	— 14 .565	— 0 .406	50.77	9
79	6.89	14 53 36	87 25 20 .78	— 14 .563	— 1 .729	50.84	8

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

№	m	$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$	*praec. an.*	*Var. saec.*	E	n
80	6.47	15 32 01	80 36 57 .25	— 12. 061	— 0 .388	50.77	9
80a	8.6	15 32 13	80 37 02 .60	— 12 .046	— 0 .389	50.73	7
81	6.99	15 32 50	80 56 20 .52	— 12 .003	— 0 .419	50.82	8
82	6.93	15 42 19	80 08 28 .70	— 11 .330	— 0 .388	50.77	8
83	7.00	16 34 28	79 53 39 .08	— 7 .307	— 0 .527	50.67	9
84	5.66	17 23 23	80 10 59 .67	— 3 .189	— 0 .653	51.13	8
85	7.08	17 46 08	80 18 05 .67	— 1 .212	— 0 .687	50.83	8
86	8.20	17 20 25	88 13 22 .76	— 3 .445	— 5 .658	51.09	8
87	5.83	17 49 12	86 59 31 .75	— 0 .944	— 3 .249	51.00	10
88	6.26	18 30 48	83 08 32 .57	+ 2 .685	— 1 .147	50.97	14
89	6.60	18 31 48	86 37 42 .84	+ 2 .773	— 2 .800	50.87	8
90	6.92	18 56 40	83 50 30 .06	+ 4. 905	— 1 .264	50.94	8
91	6.95	18 59 21	82 18 06 .05	+ 5 .132	— 0 .915	50.92	8
92	7.96	19 02 20	80 22 33 .58	+ 5 .385	— 0 .636	50.88	8
93	8.58	18 55 14	87 14 14 .89	+ 4 .784	— 3 .372	50.95	8
94	8.67	18 51 21	87 45 45 .63	+ 4 .453	— 4 .303	50.83	7
95	6.54	19 21 39	83 22 09 .68	+ 6 .991	— 1 .054	50.97	8
96	8.29	18 57 30	88 46 54 .75	+ 5 .066	— 8 .161	50.96	8
97	6.85	20 06 53	84 31 36 .33	+ 10 .538	— 1 .094	50.82	9
98	6.79	20 17 22	80 22 35 .94	+ 11 .306	— 0 .418	50.92	7
98a	8.7	20 17 38	80 25 10 .25	+ 11 .326	— 0 .420	50.96	8
99	7.19	20 17 56	84 23 23 .17	+ 11 .347	— 0 .983	50.91	8
100	8.08	20 04 29	87 47 27 .72	+ 10 .358	— 3 .328	50.96	8
101	6.62	20 30 04	81 15 57 .38	+ 12 .206	— 0 .447	50.92	8
102	5.42	20 31 28	81 15 11 .45	+ 12 .303	— 0 .440	50.92	8
103	6.76	20 29 52	83 00 56 .67	+ 12 .192	— 0 .651	50.93	9
104	6.01	20 32 26	80 55 04 .72	+ 12 .370	— 0 .407	50.96	7
105	6.31	20 34 14	83 27 16 .91	+ 12 .493	— 0 .693	51.05	14
106	5.43	20 49 55	80 21 57 .15	+ 13 .535	— 0 .299	50.82	9
107	6.98	21 05 56	80 57 35 .14	+ 14 .534	— 0 .278	50.91	8
108	7.12	21 09 02	80 49 00 .54	+ 14 .719	— 0 .257	50.93	8
109	7.38	21 14 58	80 35 49 .03	+ 15 .066	— 0 .222	50.89	8
110	6.19	21 15 31	81 01 19 .51	+ 15 .099	— 0 .251	50.90	8
111	7.49	21 09 17	86 49 57 .76	+ 14 .734	— 1 .320	50.92	8
112	7.59	22 18 53	84 15 13 .46	+ 18 .123	— 0 .169	50.98	8
113	5.30	22 17 34	85 51 27 .02	+ 18 .074	— 0 .317	50.94	9
114	6.65	22 17 47	85 58 16 .88	+ 18 .082	— 0 .329	50.98	8
115	7.00	22 23 14	81 41 04 .51	+ 18 .282	— 0 .048	50.90	8
116	7.51	22 15 06	87 49 34 .89	+ 17 .979	— 0 .811	50.85	7
117	6.85	22 39 20	81 07 50 .45	+ 18 .814	— 0 .002	50.91	7
118	4.75	22 47 44	82 53 19 .36	+ 19 .055	— 0 .019	50.87	20
119	5.91	22 52 24	85 06 21 .85	+ 19 .177	— 0 .071	51.03	7
120	4.69	22 54 54	84 04 43 .82	+ 19 .239	— 0 .030	50.96	14
121	5.60	23 27 35	87 01 54 .29	+ 19 .842	— 0 .020	50.97	12
122	6.42	23 54 04	82 54 46 .36	+ 20 .036	+0 .002	50.88	11
123	7.23	24 00 05	82 41 42 .13	+ 20 .043	— 0 .009	50.98	8

Средние склонения звезд по отдельным наблюдениям

Строка 1 — номер звезды по каталогу, номер звезды по каталогу Боннского Обозрения и ее прямое восхождение.

Столбцы 1, 2, 3 — дата наблюдения.

Столбец 4 — положение круга, при котором наблюдалась звезда.

Столбец 5 — обозначение кульминации звезды: ВК — верхняя, НК — нижняя.

Столбец 6 — отдельные средние склонения звезды.

Итоговая строка — средняя эпоха наблюдения и склонение звезды для 1950.0 года. Ниже указаны средняя квадратичная ошибка одного наблюдения ε и средняя квадратичная ошибка результата.

1. BD 81°13 — 0^h36^m

1950	V	9	З	НК	82°13′05″.16	1950	VIII	20	В	ВК	82°13′05″.44
	V	11	З	НК	05 .50		VIII	30	З	ВК	05 .42
	V	18	З	НК	05 .42		IX	7	З	ВК	05 .59
	VIII	13	В	ВК	05 .37		IX	20	З	ВК	05 .86
	VIII	15	В	ВК	05 .83	1951	V	4	В	НК	05 .95
	VIII	19	В	ВК	06 .05		V	26	В	НК	05 .85
1950.70					82°13′05″.62						
ε = 0″.28					± 0″.08						

2. BD 82°20 — 0^h50^m

1950	VII	29	В	ВК	83°26′11″.75	1950	IX	20	З	ВК	83°26′11″.89
	V	8	З	НК	11 .99		IX	21	З	ВК	11 .80
	V	9	З	НК	12 .53		IX	23	З	ВК	11 .94
	V	15	З	НК	11 .94	1951	III	29	З	НК	11 .96
	V	17	З	НК	11 .83		V	13	В	НК	12 .24
	VIII	11	В	ВК	12 .09		V	19	В	НК	12 .01
	IX	16	З	ВК	12 .17						
1950.73					83°26′12″.01						
ε = 0″.21					± 0″.09						

3. BD 83°20 — 0^h58^m

1950	V	8	З	НК	84°20′18″.47	1950	IX	21	З	ВК	84°20′18″.81
	V	15	З	НК	18 .62	1951	III	29	З	НК	18 .54
	VIII	19	В	ВК	18 .47		V	19	В	НК	18 .60
	VIII	20	В	ВК	19 .04		V	26	В	НК	18 .25
	IX	20	З	ВК	18 .89						
1950.83					84°20′18″.63						
ε = 0″.24					± 0″.08						

4. BD 80°35 — 1^h14^m

1950	V	15	З	НК	80°35′55″.89	1950	IX	20	З	ВК	80°35′56″.23
	V	17	З	НК	55 .97		IX	21	З	ВК	55 .63
	VIII	15	В	ВК	56 .26	1951	V	4	В	НК	56 .00
	VIII	16	В	ВК	55 .80		V	15	В	НК	56 .32
1950.77					80°35′56″.01						
ε = 0″.24					± 0″.08						

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І.І. МЕЧНИКОВА

5. BD 80°36 — 1^h15^m

1950	V	8	3	HK	80°37′53″07	1950	IX	19	3	BK	80°37′53″.12
	V	18	3	HK	53.26	1951	V	13	B	HK	52.22
	VIII	17	B	BK	52.77		V	19	B	HK	52.50
	VIII	19	B	BK	52.86		V	30	B	HK	52.94
	IX	18	3	BK	52.77						

1950.84 — 80°37′52″.83
ε = 0″.32 — ±0″.11

6, BD 80°55 — 1^h44^m

1950	V	15	3	HK	80°38′17″06	1950	IX	28	B	BK	80°38′17″.64
	V	18	3	HK	17.04		X	4	B	BK	16.85
	IX	20	3	BK	16.89	1951	V	4	B	HK	17.12
	IX	21	3	BK	16.75		V	15	B	HK	16.77

1950.80 — 80°38′17″.01
ε = 0″.29 — ±0″,10

7. BD 81°61 — 1^h49^m

1950	V	9	3	HK	81°42′48″78	1950	X	11	B	BK	81°42′50″.03
	V	17	3	HK	49.36		XI	11	B	BK	49.40
	V	27	3	HK	49.44	1951	VI	6	B	HK	49.72
	IX	20	3	BK	49.51		VI	13	B	HK	51.02
	IX	23	3	BK	49.66						

1950.79 — 81°42′49″.66
ε = 0″.61 — ±0″.20

8. BD 80°58 — 1^h50^m

1950	V	11	3	HK	80°39′52″67	1950	XI	11	B	BK	80°39′52″.38
	V	18	3	HK	51.89	1951	V	15	B	HK	52.39
	V	22	3	HK	52.34		V	29	B	HK	52.36
	IX	21	3	BK	52.85		V	30	B	HK	52.09
	XI	9	B	BK	52.75						

1950.86 — 80°39′52″.41
ε = 0″.31 — ±0″.10

9. BD 80°64 — 2^h03^m

1950	V	8	3	HK	81°03′31″24	1950	IX	20	3	BK	81°03′31″.29
	V	12	3	HK	31.75		IX	28	B	BK	30.55
	V	27	3	HK	31.61		X	4	B	BK	31.48
	VI	4	B	HK	32.42	1951	V	4	B	HK	30.85
	IX	16	3	BK	31.03		V	13	B	HK	31.20

1950.72 — 81°03′31″.34
ε = 0″.52 — ±0″.16

10. BD 80°65 — 2^h04^m

1950	V	11	3	HK	81°14′45″17	1950	X	10	B	BK	81°14′43″.62
	V	15	3	HK	44.05		X	11	B	BK	43.40
	IX	19	3	BK	43.49	1951	V	15	B	HK	44.14
	IX	21	3	BK	43.35		V	19	B	HK	44.60

1950.80 — 81°14′43″.98
ε = 0″.65 — ±0″.23

11. BD 82°51 — 2^h09^m

1950	V	8	3	HK	83°19′44″72	1950	V	18	3	HK	83°19′44″.72
	V	11	3	HK	44.43		V	22	3	HK	44.68
	V	12	3	HK	44.47		VI	1	3	HK	44.24
	V	15	3	HK	44.54		IX	16	3	BK	44.80
	V	17	3	HK	44.74		IX	19	3	BK	44.91

1950	IX	20	3	BK	83°19′44″.81	1950	XI	11	B	BK	83°19′44″.99
	IX	21	3	BK	44.99	1951	V	4	B	HK	44.92
	IX	23	3	BK	44.56		V	13	B	HK	44.67
	IX	28	B	BK	45.03		V	15	B	HK	44.69
	X	4	B	BK	44.61		V	19	B	HK	44.28
	X	10	B	BK	44.71		V	30	B	HK	44.71
	X	11	B	BK	44.86		VI	6	B	HK	44.60
	XI	9	B	BK	44.34		VI	13	B	HK	43.89

1950.81 — 83°19′44″.65
ε = 0″.26 — ±0″.05

12. BD 80°86 — 2^h40^m

1950	V	8	3	HK	81°14′22″.43	1950	IX	28	B	BK	81°14′22″.93
	V	9	3	HK	22.93		XI	11	B	BK	22.11
	V	12	3	HK	22.49	1951	V	13	B	HK	22.12
	V	27	3	HK	22.66		V	15	B	HK	22.70
	VI	1	3	HK	22.86		VI	6	B	HK	22.28
	IX	19	3	BK	22.20		VI	13	B	HK	23.23
	IX	20	3	BK	22.37						

1950.81 — 81°14′22″.56
ε = 0″.35 — ±0″.10

13. BD 80°97 — 3^h04^m

1950	V	8	3	HK	81°16′50″45	1950	IX	20	3	BK	81°16′50″.41
	V	12	3	HK	50.70		IX	21	3	BK	50.03
	V	15	3	HK	50.51		IX	28	B	BK	49.75
	V	27	3	HK	50.68		X	4	B	BK	50.21
	IX	16	3	BK	50.35		X	10	B	BK	50.70
	IX	19	3	BK	50.47	1951	V	13	B	HK	50.91

1950.60 — 81°16′50″.43
ε = 0″.32 — ±0″.09

14. BD 84°59 — 3^h20^m

1950	V	9	3	HK	84°44′23″.56	1950	IX	28	B	BK	84°44′24″.07
	V	12	3	HK	23.28		X	10	B	BK	23.40
	V	15	3	HK	23.42		X	11	B	BK	23.49
	V	17	3	HK	23.38		XI	11	B	BK	23.60
	V	18	3	HK	23.72	1951	V	13	B	HK	23.20
	V	22	3	HK	23.26		V	15	B	HK	23.28
	V	27	3	HK	23.15		V	30	B	HK	23.73
	VI	4	B	HK	23.04		VI	6	B	HK	23.67
	IX	16	3	BK	23.79		VI	13	B	HK	23.46
	IX	19	3	BK	23.58						

1950.77 — 84°44′23″.48
ε = 0″.25 — ±0″.06

15. BD 86°51 — 3^h51^m

1950	V	9	3	HK	86°29′19″54	1950	IX	20	3	BK	86°29′19″.48
	V	13	3	HK	19.49		IX	28	B	BK	19.23
	V	16	3	HK	19.66		X	10	B	BK	19.26
	V	18	3	HK	19.36	1951	V	30	B	HK	18.80
	V	19	3	HK	19.17		VI	1	B	HK	19.31
	V	22	3	HK	19.50		VI	3	B	HK	18.57
	V	27	3	HK	19.49		VI	6	B	HK	19.33
	IX	16	3	BK	19.43		VI	13	B	HK	18.95

1950.79 — 86°29′19″.29
ε = 0″.29 — ±0″.07

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

16. BD 80°125 4^h02^m

1950	V	9	3	HK	80°33′56″00	1950	IX	19	3	BK	80°33′56″.07
	V	13	3	HK	55 .97		X	4	B	BK	56 .04
	V	16	3	HK	55 .84		X	11	B	BK	56 .01
	V	27	3	HK	56 .21	1951	V	30	B	HK	56 .40
	IX	16	3	BK	56 .25		VI	1	B	HK	56 .26

1950.73 80°33′56″.10
ε = 0″.20 ±″.06

17. BD 80°127 4^h09^m

1950	V	9	3	HK	80°24′39″79	1950	IX	28	B	BK	80°24′39″.91
	V	13	3	HK	40 .07		X	4	B	BK	40 .00
	V	23	3	HK	39 .75	1951	V	14	B	HK	39 .51
	IX	16	3	BK	39 .53		V	30	B	HK	39 .91
	IX	19	3	BK	39 .77						

1950.76 80°24′39″.80
ε = 0″.19 ±0″.06

18. BD 83°104 4^h16^m

1950	V	9	3	HK	83°41′33″.11	1950	X	11	B	BK	83°41′33″.27
	V	16	3	HK	33 .42	1951	V	30	B	HK	33 .11
	IX	19	3	BK	33 .41		VI	1	B	HK	33 .10
	X	10	B	BK	33 .21						

1950.83 83°41′33″.23
ε = 0″.14 ±0″.05

19. BD 82°113 4^h19^m

1950	V	19	3	HK	83°13′35″06	1950	X	4	B	BK	83°13′34″.56
	V	23	3	HK	34 .70		XI	27	B	BK	35 .28
	V	27	3	HK	34 .45	1951	VI	6	B	HK	34 .56
	IX	19	3	BK	34 .45		VI	13	B	HK	35 .12
	IX	20	3	BK	34 .72						

1950,79 83°13′34″.77
ε = 0″.31 ±0″.10

20. BD 80°133 4^h18^m

1950	V	13	3	HK	80°42′34″84	1950	IX	28	B	BK	80°42′34″.87
	V	18	3	HK	35 .03		XI	12	B	BK	34 .81
	IX	16	3	BK	35 .08	1951	V	14	B	HK	35 .10
	IX	20	3	BK	34 .90		VI	3	B	HK	35 .81
	IX	21	3	BK	35 .44						

1950.81 80°42′35″.10
ε = 0″.33 ±0″.11

21. BD 80°155 4^h51^m

1950	V	13	3	HK	81°06′59″70	1950	VIII	14	B	HK	81°06′59″.91
	V	16	3	HK	59 .31		IX	16	3	BK	59 .41
	V	28	3	HK	59 .69		IX	19	3	BK	59 .70
	VIII	2	B	HK	59 .57		X	4	B	BK	59 .59
	VIII	12	B	HK	59 .88		XI	28	B	BK	58 .88

1950.60 81°06′59″.56
ε = 0.30 ±0″.09

22. BD 85°74 5^h14^m

1950	VI	9	B	HK	85°53′40″08	1950	X	4	B	BK	85°53′40″.29
	VIII	2	B	HK	40 .34		X	10	B	BK	40 .31
	VIII	9	B	HK	40 .13		XI	28	B	BK	41 .07
	VIII	14	B	HK	39 .96		XI	29	B	BK	40 .56

1951	I	10	B	BK	85°53′40″.91	1951	VII	1	3	HK	85°53′40″.69
	VI	4	B	HK	39 .92		VII	3	3	HK	40 .43
	VI	7	B	HK	40 .52						

1950.96 85°53′40″,40
ε = 0″.35 ±0″.10

23, BD 85°78 5^h27^m

1950	VI	9	B	HK	85°38′17″91	1951	II	11	B	BK	85°38′17″.64
	VIII	2	B	HK	17 .37		VI	4	B	HK	18 .20
	X	10	B	BK	17 .56		VII	1	3	HK	16 ,91
1951	I	10	B	BK	16 .29		VII	3	3	HK	17 .23

1951.04 85°38′17″.39
ε = 0″.60 ±0″.21

24. BD 85°80 5^h46^m

1950	VII	31	B	HK	85°10′27″60	1950	IX	5	3	HK	85°10′26″.98
	VIII	5	B	HK	27 .56		X	10	B	BK	27 .22
	VIII	23	B	HK	27 .76		XI	29	B	BK	27 .06
	VIII	25	3	HK	27 .11	1951	VII	1	3	HK	27 .38

1950.79 85°10′27″.33
ε = 0″.28 ±0″.10

25. BD 87°41 6^h12^m

1950	VI	9	B	HK	87°19′38″.49	1950	X	4	B	BK	87°19′38″.77
	VII	31	B	HK	38 .17		XI	28	B	BK	38 .32
	VIII	5	B	HK	38 .27	1951	I	9	B	BK	38 .34
	VIII	25	3	HK	39 .14		III	13	3	BK	38 .63
	VIII	29	3	HK	38 .92		III	17	3	BK	38 .31

1950.80 87°19′38″.54
ε = 0″.32 ±0″.10

26. BD 86°79 6^h30^m

1950	VII	29	B	HK	86°44′07″06	1951	I	24	B	BK	86°44′06″.99
	VII	31	B	HK	07 .27		II	11	B	BK	06 .96
	VIII	29	3	HK	07 .01		III	13	3	BK	07 .18
	IX	2	3	HK	07 .32		VI	24	B	HK	07 .39

1950.91 86°44′07″.15
ε = 0″.17 ±0″.06

27. BD 82°177 6^h34^m

1950	VIII	12	B	HK	82°09′47″42	1951	I	9	B	BK	82°09′48″.42
	VIII	18	B	HK	47 .84		I	24	B	BK	48 .50
	VIII	31	3	HK	48 .09		III	13	3	BK	48 .04
	IX	5	3	HK	48 .95		VI	20	B	HK	47 .59

1950.91 82°09′48″.11
ε = 0″.50 ±0″.18

28. BD 81°242 7^h16^m

1950	VI	9	B	HK	81°21′14″30	1950	IX	2	3	HK	81°21′13″.98
	VII	31	B	HK	14 .12		XI	28	B	BK	14 .04
	VIII	5	B	HK	14 .60	1951	II	11	B	BK	13 .14
	VIII	29	3	HK	15 .25		III	17	3	BK	13 .74

1950.77 81°21′14″.15
ε = 0″.62 ±0″.22

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

29. BD 82°201 7^h21^m

1950	VII	29	B	HK	82°30′50″32	1950	IX	5	3	HK	82°30′50″.58
	VII	31	B	HK	50.42		IX	12	3	HK	50.11
	VIII	9	B	HK	50.56		XI	28	B	BK	50.43
	VIII	18	B	HK	50.41		XII	31	B	BK	50.56
	VIII	23	B	HK	49.90	1951	I	24	B	BK	49.90
	VIII	25	3	HK	50.30		III	13	3	BK	50.36
	VIII	29	3	HK	49.82		III	17	3	BK	50.56
	VIII	31	3	HK	50.26		VI	15	B	HK	50.39
	IX	2	3	HK	50.40		VI	24	B	HK	50.26

1950.85 82°30′50″.31
$\varepsilon = 0''.23$ $\pm 0''.05$

30. BD 82°204 7^h25^m

1950	VIII	2	B	HK	82°06′14″99	1951	II	21	B	BK	82°06′15″.05
	VIII	5	B	HK	14.98		VI	24	B	HK	15.14
	IX	5	3	HK	14.49		VII	2	3	HK	14.40
	IX	12	3	HK	15.46						

1950.95 82°06′14″.93
$\varepsilon = 0''.37$ $\pm 0''.14$

31. BD 81°252 7^h26^m

1950	VI	9	B	HK	81°00′12″59	1951	I	10	B	BK	81°00′12″.68
	VII	29	B	HK	12.51		I	24	B	BK	13.19
	VIII	25	3	HK	12.51		III	13	3	BK	12.41
	IX	2	3	HK	12.47		VI	15	B	HK	12.36

1950.88 81°00′12″.59
$\varepsilon = 0''.26$ $\pm 0''.09$

32. BD 80°238 7^h48^m

1950	VI	9	B	HK	80°23′43″49	1950	XII	31	B	BK	80°23′42″.34
	VII	31	B	HK	42.80	1951	I	24	B	BK	43.19
	VIII	7	B	HK	42.84		II	16	B	BK	42.78
	VIII	25	3	HK	43.55		III	13	3	BK	43.02
	VIII	29	3	HK	43.58		III	17	3	BK	42.30

1950.85 80°23′42″.99
$\varepsilon = 0''.47$ $\pm 0''.15$

33. BD 80°240 7^h52^m

1950	VIII	2	B	HK	79°59′46″42	1951	I	10	B	BK	79°59′45″.67
	VIII	5	B	HK	46.40		I	24	B	BK	45.80
	IX	2	3	HK	45.93		VI	15	B	HK	46.31
	IX	5	3	HK	46.45		VI	20	B	HK	46.80

1950.94 79°59′46″.22
$\varepsilon = 0''.38$ $\pm 0''.13$

34. BD 89°13 8^h46^m

1950	VII	30	B	HK	88°46′14″58	1950	XII	31	B	BK	88°46′14″.22
	VIII	5	B	HK	14.84	1951	I	24	B	BK	15.47
	IX	12	3	HK	14.86		III	13	3	BK	14.25
	IX	13	3	HK	14.82		IV	11	3	BK	14.32

1950.88 88°46′14″.67
$\varepsilon = 0''.42$ $\pm 0''.15$

35. BD 84°169 8^h05^m

1950	VI	9	B	HK	84°12′30″.39	1951	I	10	B	BK	84°12′31″.09
	VIII	2	B	HK	30.62		I	24	B	BK	31.23
	VIII	5	B	HK	30.73		II	21	B	BK	30.88
	VIII	25	3	HK	30.71		III	13	3	BK	31.02
	VIII	29	3	HK	30.61		VI	20	B	HK	30.55
	VIII	31	3	HK	31.08		VII	2	3	HK	31.20
	IX	14	3	HK	30.77						

1950.90 84°12′30″.84
$\varepsilon = 0''.27$ $\pm 0''.07$

36. BD 82°235 8^h15^m

1950	VI	9	B	HK	82°35′26″48	1950	IX	14	3	HK	82°35′26″.02
	VIII	7	B	HK	26.00	1951	I	24	B	BK	25.42
	VIII	31	3	HK	25.67		II	12	B	BK	26.37
	IX	13	3	HK	25.73		VI	24	B	HK	25.91

1950.84 82°35′25″.95
$\varepsilon = 0''.36$ $\pm 0''.13$

37. BD 82°253 8^h38^m

1950	VIII	1	B	HK	82°25′13″38	1951	I	10	B	BK	82°25′13″.23
	VIII	5	B	HK	12.83		II	16	B	BK	13.35
	IX	5	3	HK	13.22		IV	3	3	BK	12.50
	IX	12	3	HK	12.76		IV	11	3	BK	13.34

1950.94 82°25′13″.08
$\varepsilon = 0''.33$ $\pm 0''.12$

38. BD 83°232 8^h51^m

1950	VIII	7	B	HK	82°54′45″.19	1951	I	25	B	BK	82°54′45″.87
	VIII	9	B	HK	45.16		II	16	B	BK	45.25
	IX	2	3	HK	44.57		IV	1	3	BK	45.17
	IX	12	3	HK	44.97		IV	15	3	BK	45.26

1950.91 82°54′45″.18
$\varepsilon = 0''.36$ $\pm 0''.13$

39. BD 83°233 8^h54^m

1950	VIII	3	B	HK	82°56′23″80	1951	I	10	B	BK	82°56′23″.38
	VIII	12	B	HK	24.16		I	24	B	BK	22.46
	IX	13	3	HK	23.10		IV	1	3	BK	23.47
	IX	14	3	HK	23.16		IV	11	3	BK	23.70

1950.90 82°56′23″.40
$\varepsilon = 0''.52$ $\pm 0''.18$

40. BD 84°196 9^h05^m

1950	VII	28	B	HK	84°23′10″67	1950	XII	31	B	BK	84°23′10″.52
	VIII	6	B	HK	10.45	1951	I	1	B	BK	10.42
	VIII	8	B	HK	10.47		IV	1	3	BK	10.72
	IX	2	3	HK	10.60		IV	3	3	BK	10.79
	IX	14	3	HK	10.62		IV	11	3	BK	10.58

1950.90 84°23′10″.58
$\varepsilon = 0''.13$ $\pm 0''.04$

41. BD 81°282 9^h04^m

1950	VII	30	B	HK	81°01′56″26	1951	I	25	B	BK	81°01′55″.49
	VIII	3	B	HK	55.99		II	11	B	BK	56.17
	VIII	25	3	HK	56.07		III	28	3	BK	55.99
	VIII	29	3	HK	56.30		IV	14	3	BK	56.98

1950.90 81°01′56″.16
$\varepsilon = 0''.42$ $\pm 0''.15$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

42. BD 87°78 9^h35^m

1950	VII	28	B	HK	87°04′53″29	1951	I	10	B	BK	87°04′53″.87
	VII	29	B	HK	53.82		I	24	B	BK	53.83
	VIII	25	3	HK	54.02		III	28	3	BK	53.58
	VIII	29	3	HK	53.97		IV	3	3	BK	54.19
	IX	2	3	HK	53.99						

1950.85 87°04′53″.84
ε = 0″.26 ±0″.09

43. BD 87°83 9^h58^m

1950	VII	28	B	HK	86°49′12″63	1951	I	10	B	BK	86°49′13″.06
	VII	30	B	HK	13.00		I	24	B	BK	13.05
	VIII	25	3	HK	13.11		III	25	3	BK	14.42
	VIII	29	3	HK	13.08		III	28	3	BK	13.38

1950.88 86°49′13″.22
ε = 0″.53 ±0″.19

44. BD 84°225 10^h01^m

1950	VII	29	B	HK	84°09′44″42	1951	II	12	B	BK	84°09′44″.73
	VIII	3	B	HK	43.27		II	17	B	BK	44.37
	IX	2	3	HK	44.19		IV	1	3	BK	45.14
	IX	5	3	HK	43.76		IV	3	3	BK	44.12

1950.91 84°09′44″.25
ε = 0″.57 ±0″.20

45. BD 83°287 10^h18^m

1950	VIII	10	B	HK	83°03′17″07	1951	IV	15	3	BK	83°03′17″.32
	VIII	11	B	HK	17.93		IV	17	3	BK	17.66
	IX	12	3	HK	17.55		V	4	B	BK	17.69
	IX	13	3	HK	17.53		V	5	B	BK	16.98

1950.98 83°03′17″.47
ε = 0″.32 ±0″.11

46. BD 84°234 10^h23^m

1950	VIII	3	B	HK	84°30′28″.76	1951	IV	17	3	BK	84°30′28″.49
	VIII	6	B	HK	28.07		IV	20	3	BK	28.33
	IX	2	3	HK	28.51		IV	30	B	BK	28.66
	IX	5	3	HK	28.74		V	4	B	BK	28.13
	IX	12	3	HK	28.27						

1950.94 84°30′28″.44
ε = 0″.26 ±0″.09

47. BD 81°297 10^h25^m

1950	VIII	10	B	HK	82°48′52″21	1950	IX	13	3	HK	82°48′51″.98
	VIII	13	B	HK	51.66		IX	14	3	HK	51.87
	IX	6	3	HK	52.03	1951	III	28	3	BK	52.23
	IX	11	3	HK	52.17		IV	14	3	BK	51.97
	IX	12	3	HK	52.24		V	4	B	BK	52.74

1950.85 82°48′52″.11
ε = 0″.29 ±0″.09

48. BD 81°343 10^h31^m

1950	VII	28	B	HK	80°45′13″36	1951	IV	1	3	BK	80°45′12″.25
	VII	29	B	HK	12.32		IV	14	3	BK	12.15
	VIII	26	3	HK	12.61		IV	30	B	BK	12.60
	VIII	30	3	HK	12.62		V	4	B	BK	12.44

1950.96 80°45′12″.54
ε = 0″.37 ±0″.13

49. BD 81°349 10^h39^m

1950	VIII	3	B	HK	80°41′20″97	1951	III	25	3	BK	80°41′20″.19
	VIII	6	B	HK	21.10		III	28	3	BK	19.98
	IX	2	3	HK	20.64		V	3	B	BK	20.67
	IX	5	3	HK	20.40		V	4	B	BK	20.80

1950.96 80°41′20″.59
ε = 0″.38 ±0″.13

50. BD 82°325 11^h07^m

1950	VII	28	B	HK	82°00′20″29	1951	III	28	3	BK	82°00′20″.13
	VII	29	B	HK	20.69		IV	14	3	BK	20.37
	VIII	10	B	HK	20.33		V	4	B	BK	19.11
	VIII	26	3	HK	19.95		V	15	B	BK	19.60
	VIII	30	3	HK	19.96						

1950.92 82°00′20″.05
ε = 0″.47 ±0″.16

51. BD 88°64 11^h14^m

1950	VIII	3	B	HK	87°54′42″83	1951	IV	14	3	BK	87°54′43″.32
	VIII	6	B	HK	43.43		IV	30	B	BK	43.40
	IX	6	3	HK	43.07		V	3	B	BK	43.05
1951	III	28	3	BK	43.20		V	4	B	BK	44.01
	IV	1	3	BK	41.89		V	5	B	BK	43.67

1951.10 87°54′43″.19
ε = 0″.56 ±0″.18

52. BD 81°373 11^h28^m

1950	V	11	3	BK	81°24′10″.43	1951	III	28	3	BK	81°24′09″.96
	VII	28	B	HK	09.74		IV	20	3	BK	09.67
	VIII	6	B	HK	09.84		V	3	B	BK	10.39
	VIII	30	3	HK	10.19		V	13	B	BK	10.60
	IX	7	3	HK	10.09						

1950.90 81°24′10″.10
ε = 0″.33 ±0″.11

53. BD 86°170 11^h33^m

1950	VIII	10	B	HK	85°53′35″.56	1951	IV	1	3	BK	85°53′37″.22
	VIII	11	B	HK	35.48		IV	15	3	BK	36.09
	VIII	26	3	HK	36.13		V	3	B	BK	35.67
	IX	6	3	HK	36.17		V	15	B	BK	36.42

1950.97 85°53′36″.09
ε = 0″.56 ±0″.20

54. BD 87°101 11^h58^m

1950	V	11	3	BK	87°16′21″.67	1950	IX	7	3	HK	87°16′22″.23
	V	18	3	BK	21.92	1951	III	28	3	BK	21.88
	VIII	16	B	HK	21.82		V	3	B	BK	22.34
	VIII	30	3	HK	22.20		V	4	B	BK	21.31

1950.83 87°16′21″.92
ε = 0″.34 ±0″.12

55. BD 81°389 11^h58^m

1950	VIII	3	B	HK	81°07′55″54	1951	IV	15	3	BK	81°07′55″.85
	VIII	11	B	HK	55.84		IV	20	3	BK	56.35
	IX	12	3	HK	55.43		V	13	B	BK	55.25
	IX	16	3	HK	54.92		V	15	B	BK	55.95

1950.99 81°07′55″.64
ε = 0″.45 ±0″.16

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

56. BD 86°176 12^h02^m

1950	V	18	3	BK	85°51′50″.96	1951	III	28	3	BK	85°51′50″.93
	VIII	11	B	HK	50.91		IV	15	3	BK	50.91
	VIII	16	B	HK	50.88		IV	20	3	BK	50.53
	VIII	19	B	HK	50.43		V	3	B	BK	50.74
	VIII	20	B	HK	51.48		V	4	B	BK	51.80
	IX	12	3	HK	50.99		V	5	B	BK	50.55
	IX	16	3	HK	51.27		V	13	B	BK	51.17
	IX	18	3	HK	51.22		V	26	B	BK	50.77

1950.97 85°51′50″97
ε = 0″.36 ±0″.09

57. BD 82°356 12^h09^m

1950	V	9	3	BK	81°59′17″.06	1950	IX	18	3	HK	81°59′16″.40
	VII	29	B	HK	17.62	1951	IV	1	3	BK	17.27
	VIII	3	B	HK	17.37		IV	15	3	BK	16.93
	IX	7	3	HK	16.92		V	3	B	BK	17.17
	IX	16	3	HK	16.20		V	26	B	BK	17.21

1950.89 81°59′17″.01
ε = 0″.43 ±0″.14

58. BD 87°107 12^h15^m

1950	VII	29	B	HK	86°42′48″.70	1951	IV	1	3	BK	86°42′49″.06
	VIII	15	B	HK	49.22		IV	15	3	BK	48.94
	IX	16	3	HK	49.81		V	3	B	BK	49.14
	IX	18	3	HK	49.69		V	15	B	BK	49.66

1950.98 86°42′49″.28
ε = 0″.40 ±0″.14

59. BD 88°71 12^h15^m

1950	V	11	3	BK	87°58′37″.70	1950	VIII	30	3	HK	87°58′37″.37
	V	18	3	BK	37.49		IX	12	3	HK	37.53
	VIII	11	B	HK	37.16	1951	V	26	B	BK	37.70
	VIII	13	B	HK	37.58		V	29	B	BK	37.73

1950.77 87°58′37″.53
ε = 0″.19 ± 0″.07

60. BD 81°400 12^h33^m

1950	V	22	3	BK	80°31′33″.22	1950	IX	18	3	HK	80°31′33″.71
	VII	29	B	HK	33.98	1951	III	29	3	BK	33.92
	VIII	11	B	HK	33.55		V	4	B	BK	34.43
	IX	16	3	HK	33.94		V	19	B	BK	33.09

1950.87 80°31′33″.73
ε = 0″.44 ±0″.15

61. BD 86°182 12^h35^m

1950	VIII	16	B	HK	86°00′25″.37	1951	IV	15	3	BK	86°00′25″.47
	VIII	17	B	HK	24.33		IV	17	3	BK	26.25
	IX	12	3	HK	25.51		V	13	B	BK	25.63
	IX	19	3	HK	25.23		V	29	B	BK	26.14

1951.00 86°00′25″.49
ε = 0″.59 ±0″.21

62. BD 84°286 12^h38^m

1950	VIII	11	B	HK	83°55′06″.13	1951	III	29	3	BK	83°55′05″.82
	VIII	16	B	HK	06.13		IV	2	3	BK	06.35
	IX	12	3	HK	06.07		V	15	B	BK	06.73
	IX	19	3	HK	06.38		V	29	B	BK	05.48

1950.99 83°55′06″.14
ε = 0″.38 ±0″.13

63. BD 81°402 12^h43^m

1950	V	8	3	BK	80°53′42″.23	1950	IX	16	3	HK	80°53′41″.40
	V	17	3	BK	42.08		IX	18	3	HK	41.96
	VII	29	B	HK	41.76	1951	V	4	B	BK	41.67
	VIII	13	B	HK	41.94		V	13	B	BK	42.09

1950.75 80°53′41″.89
ε = 0″.27. ±0″.09

64. BD 84°289 12^h49^m

1950	V	18	3	BK	83°41′22″.96	1950	IX	20	3	HK	83°41′21″.18
	VIII	16	B	HK	22.92	1951	IV	15	3	BK	23.19
	VIII	19	B	HK	23.73		V	9	B	BK	23.56
	VIII	30	3	HK	23.21		V	15	B	BK	23.60

1950.88 83°41′23″.04
ε = 0″81. ±0″.29

65. BD 84°290 12^h49^m

1950	V	22	3	BK	83°41′04″.68	1950	IX	19	3	HK	83°41′04″.62
	VI	4	B	BK	04.81	1951	IV	2	3	BK	04.67
	VIII	17	B	HK	05.06		V	3	B	BK	04.35
	VIII	20	B	HK	03.87		V	4	B	BK	04.42
	IX	18	3	HK	04.42		V	29	B	BK	04.72

1950.88 83°41′04″.56
ε = 0″.32 ±0″.10

66. BD 81°412 12^h59^m

1950	V	18	3	BK	81°08′37″.47	1950	IX	23	3	HK	81°08′37″.47
	VIII	11	B	HK	37.38	1951	IV	2	3	BK	36.84
	VIII	16	B	HK	36.94		V	9	B	BK	36.68
	IX	20	3	HK	37.37		V	13	B	BK	36.92

1950.88 81°08′37″.13
ε = 0″.32 ± 0″.11

67. BD 86°187 12^h58^m

1950	V	11	3	BK	86°09′14″.37	1950	IX	18	3	HK	86°09′15″.08
	V	22	3	BK	14.39		IX	19	3	HK	14.77
	VIII	13	B	BK	14.84	1951	V	3	B	BK	14.96
	VIII	15	B	HK	14.48	1951	V	4	B	BK	14.82

1950.76 86°09′14″.71
ε = 0″.27 ±0″.09

68. BD 81°416 13^h12^m

1950	V	9	3	BK	80°44′08″.93	1950	VIII	11	B	HK	80°44′10″.24
	V	11	3	BK	09.05		VIII	13	B	HK	08.70
	V	12	3	BK	08.92		IX	18	3	HK	08.32
	V	27	3	BK	08.51		IX	19	3	HK	08.51
	VI	4	B	BK	08.17	1951	V	3	B	BK	08.42

1950.59 80°44′08″.78
ε = 0″.59 ±0″.19

69. BD 85°222 13^h17^m

1950	V	12	3	BK	85°00′53″.72	1950	IX	20	3	HK	85°00′53″.53
	V	22	3	BK	53.97		IX	23	3	HK	53.47
	VIII	11	B	HK	53.57	1951	V	3	B	BK	54.11
	VIII	13	B	HK	53.80		V	9	B	BK	54.17

1950.76 85°00′53″.79
ε = 0″.27 ±0″.09

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

70. BD 83°397 — 13^h44^m

1950	V	8	3	BK	83°00′12″.97	1950	VIII	17	B	HK	83°00′12″.37
	V	9	3	BK	12.98		VIII	19	B	HK	12.62
	V	11	3	BK	12.99		IX	19	3	HK	13.02
	V	12	3	BK	12.78		IX	23	3	HK	13.06
	V	22	3	BK	13.17		XI	9	B	HK	13.15
	V	27	3	BK	13.09	1951	V	3	B	BK	12.83
	VI	1	3	BK	13.23		V	9	B	BK	13.21
	VI	4	B	BK	13.25		V	13	B	BK	12.88
	VIII	11	B	HK	13.07		V	19	B	BK	13.05
	VIII	13	B	HK	12.93		V	30	B	BK	12.72
	VIII	15	B	HK	12.84		VI	13	B	BK	13.12
	VIII	16	B	HK	12.88						

1950.75. — 83°00′12″.97 ± 0″.04
ε = 0″.21

71. BD 85°234 — 13^h48^m

1950	V	22	3	BK	84°45′42″.60	1950	IX	28	B	HK	84°45′42″.75
	VI	1	3	BK	42.65		X	10	B	HK	43.01
	IX	19	3	HK	43.35	1951	V	19	B	BK	42.96
	IX	21	3	HK	43.26		V	30	B	BK	43.56

1950.82 — 84°45′43″.02 ± 0″.12
ε = 0″.35

72. BD 81°452 — 13^h52^m

1950	V	8	3	BK	81°00′50″.74	1950	X	10	B	HK	81°00′50″.86
	V	15	3	BK	50.81		X	11	B	HK	50.48
	VI	4	B	BK	50.03	1951	V	3	B	BK	50.79
	IX	19	3	HK	50.48		V	9	B	BK	50.01
	IX	20	3	HK	50.58						

1950.76 — 81°00′50″.53 ± 0″.11
ε = 0″.32

73. BD 81°482 — 14^h31^m

1950	V	8	3	BK	81°01′55″.94	1950	IX	19	3	HK	81°01′56″.70
	V	9	3	BK	56.16		IX	28	B	HK	56.63
	V	12	3	BK	56.96		X	4	B	HK	57.14
	V	22	3	BK	57.28	1951	V	9	B	BK	56.32
	VI	1	3	BK	56.70		V	13	B	BK	56.50
	IX	16	3	HK	56.64						

1950.68 — 81°01′56″.63 ± 0″.12
ε = 0″.40

74. BD 80°448 — 14^h35^m

1950	**V**	**11**	**3**	**BK**	**79°52′36″.71**	1950	X	11	B	HK	79°52′36″.95
	V	15	3	BK	36.78	1951	V	15	B	BK	36.69
	IX	19	3	HK	36.48		V	19	B	BK	37.71
	X	10	B	HK	36.74						

1950.82 — 79°52′36″.86 ±0″.15
ε = 0″.40

75. BD 80°451 — 14^h40^m

1950	V	15	3	BK	80°00′03″.27	1950	X	10	B	HK	80°00′03″.27
	V	18	3	BK	03.47		XI	9	B	HK	02.61
	IX	16	3	HK	02.72	1951	V	9	B	BK	03.38
	IX	21	3	HK	03.06		V	29	B	BK	02.95

1950.82 — 80°00′03″.09 ± 0″.11
ε = 0″.31

76. BD 86°217 — 14^h41^m

1950	V	22	3	BK	86°09′13″.41	1950	X	4	B	HK	86°09′13″.52
	VI	4	B	BK	14.04		X	11	B	HK	14.35
	IX	21	3	HK	14.54	1951	V	30	B	BK	14.70
	IX	23	3	HK	13.81						

1950.74 — 86°09′14″.05 ± 0″.19
ε = 0″.50

77. BD 81°495 — 14^h53^m

1950	V	12	3	BK	80°57′11″.61	1950	IX	19	3	HK	80°57′12″.44
	V	15	3	BK	12.00		IX	28	B	HK	11.79
	V	27	3	BK	12.38		X	10	B	HK	12.23
	IX	16	3	HK	12.46	1951	VI	13	B	BK	11.96

1950.69 — 80°57′12″.11 ± 0″.11
ε = 0″.32

78. BD 83°431 — 14^h54^m

1950	V	8	3	BK	82°43′07″.19	1950	X	4	B	HK	82°43′07″.51
	V	22	3	BK	06.28		XI	9	B	HK	07.24
	VI	4	B	BK	07.22	1951	V	13	B	BK	06.96
	IX	21	3	HK	06.92		V	15	B	BK	07.16
	IX	23	3	HK	07.37						

1950.77 — 82°43′07″.09 ± 0″.12
ε = 0″.36

79. BD 87°143 — 14^h54^m

1950	V	17	3	BK	87°25′20′.69	1950	X	11	B	HK	87°25′20″.84
	V	18	3	BK	20.37		XI	11	B	HK	20.69
	IX	19	3	HK	20.81	1951	VI	6	B	BK	21.28
	IX	20	3	HK	20.60		VI	13	B	BK	20.99

1950.84 — 87°25′20″.78 ± 0″.09
ε = 0″.27

80. BD 80°480 — 15^h32^m

1950	V	13	3	BK	80°36′57″.06	1950	X	4	B	HK	80°36′57″.07
	V	17	3	BK	57.38		X	11	B	HK	57.00
	V	27	3	BK	56.87	1951	V	14	B	BK	57.60
	IX	19	3	HK	57.53		V	30	B	BK	57.81
	IX	20	3	HK	56.97						

1950.77 — 80°36′57″.25 ± 0″.11
ε = 0″.33

80a. — 15^h32^m

1950	V	9	3	BK	80°37′02″.69	1950	X	4	B	HK	80°37′02″.57
	V	15	3	BK	03.04		XI	9	B	HK	01.30
	IX	16	3	HK	03.01	1951	V	15	B	BK	02.44
	IX	19	3	HK	03.17						

1950.73 — 80°37′02″.60 ± 0″.24
ε = 0″.64

81. BD 81°517 — 15^h33^m

1950	V	18	3	BK	80°56′20″.81	1950	IX	28	B	HK	80°56′20″.79
	V	22	3	BK	19.39		X	10	B	HK	20.63
	IX	20	3	HK	21.88	1951	VI	6	B	BK	19.76
	IX	21	3	HK	20.66		VI	13	B	BK	20.21

1950.82 — 80°56′20″.52 ± 0″.27
ε = 0″.76

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

82. BD 80°487 — 15^h42^m

1950	V	9	3	BK	80°08′28″59	1950	X	10	B	HK	80°08′28″.62
	V	13	3	BK	29.07		X	11	B	HK	29.06
	V	27	3	BK	29.20	1951	V	14	B	BK	28.48
	IX	16	3	HK	28.42		V	30	B	BK	28.17

1950.77 — 80°08′28″.70
ε = 0″.37 — ± 0″.13

83. BD 80°519 — 16^h34^m

1950	V	9	3	BK	79°53′39″14	1950	IX	19	3	HK	79°53′38″.52
	V	13	3	BK	39.08		X	4	B	HK	39.19
	V	28	3	BK	38.87		X	10	B	HK	39.07
	VIII	2	B	BK	39.23	1951	V	31	B	BK	39.15
	IX	16	3	HK	39.43						

1950.67 — 79°53′39″.08
ε = 0″.26 — ± 0″.09

84. BD 80°544 — 17^h23^m

1950	VII	31	B	BK	80°10′59″46	1951	VI	23	B	BK	80°10′60″.83
	VIII	14	B	BK	60.14		VII	1	3	BK	58.68
	XI	28	B	HK	59.24		VII	3	3	BK	59.82
	XI	29	B	HK	59.61		VII	8	3	BK	59.55

1951,13 — 80°10′59″.67
ε = 0″.63 — ± 0″.22

85. BD 80°555 — 17^h46^m

1950	VI	9	B	BK	80°18′05″34	1950	X	4	B	HK	80°18′05″.62
	VIII	2	B	BK	05.49		XI	28	B	HK	05.97
	VIII	29	3	BK	07.06	1951	III	13	3	HK	05.05
	VIII	31	3	BK	05.90		VI	4	B	BK	04.90

1950.83 — 80°18′05″.67
ε = 0″.68 — ± 0″.24

86. BD 88°104 — 17^h20^m

1950	VIII	9	B	BK	88°13′22″79	1951	VI	13	B	BK	88°13′24″.38
	VIII	12	B	BK	22.69		VII	3	3	BK	22.48
	X	4	B	HK	22.49		VII	8	3	BK	22.65
	X	10	B	HK	22.76		VII	17	3	BK	21.86

1951.09 — 88°13′22″.76
ε = 0″.72 — ± 0″.25

87. BD 86°272 — 17^h49^m

1950	VIII	9	B	BK	86°59′31″83	1951	I	10	B	HK	86°59′31″.90
	VIII	12	B	BK	31.91		II	11	B	HK	31.35
	VIII	29	3	BK	31.22		VI	4	B	BK	32.34
	VIII	31	3	BK	31.80		VII	3	3	BK	31.80
	XI	28	B	HK	31.76		VII	8	3	BK	31.61

1951.00 — 86°59′31″.75
ε = 0″.31 — ± 0″.10

88. BD 83°536 — 18^h31^m

1950	VI	9	B	BK	83°08′32″74	1950	X	4	B	HK	83°08′32″.50
	VIII	5	B	BK	32.74	1951	II	21	B	HK	32.78
	VIII	12	B	BK	32.33		VI	4	B	BK	32.03
	VIII	18	B	BK	32.58		VI	20	B	BK	32.78
	VIII	23	B	BK	32.52		VII	1	3	BK	33.37
	VIII	25	3	BK	32.66		VII	3	3	BK	32.19
	IX	12	3	BK	32.45		VII	8	3	BK	32.26

1950.97 — 83°08′32″.57
ε = 0″.33 — ± 0″.09

89. BD 86°282 — 18^h32^m

1950	VIII	2	B	BK	86°37′43″17	1950	XI	28	B	HK	86°37′42″.99
	VIII	9	B	BK	43.08		XI	29	B	HK	41.40
	VIII	31	3	BK	43.08	1951	III	17	3	HK	43.05
	IX	5	3	BK	43.46		VI	15	B	BK	42.53

1950.87 — 86°37′42″.84
ε = 0″.64 — ± 0″.23

90. BD 83°547 — 18^h57^m

1950	VI	9	B	BK	83°50′29″26	1951	I	10	B	HK	83°50′30″.14
	VIII	5	B	BK	30.16		II	21	B	HK	29.32
	VIII	31	3	BK	30.20		VI	24	B	BK	30.42
	IX	12	3	BK	30.11		VII	8	3	BK	30.89

1950.94 — 83°50′30″.06
ε = 0″.54 — ± 0″.19

91. BD 82°572 — 18^h59^m

1950	VIII	12	B	BK	82°18′06″17	1951	I	9	B	HK	82°18′06″.27
	VIII	18	B	BK	05.69		II	21	B	HK	06.63
	VIII	25	3	BK	06.14		III	17	3	HK	05.99
	VIII	29	3	BK	05.95		VI	15	B	BK	05.56

1950.92 — 82°18′06″.05
ε = 0″.34 — ± 0″.12

92. BD 80°604 — 19^h02^m

1950	VII	29	B	BK	80°22′33″13	1950	XI	28	B	HK	80°22′33″.67
	VII	31	B	BK	33.77		XII	31	B	HK	33.94
	IX	2	3	BK	34.06	1951	III	13	3	HK	33.16
	IX	5	3	BK	32.95		VI	24	B	BK	34.00

1950.88 — 80°22′33″.58
ε = 0″.44 — ±0″.15

93. BD 87°180 — 18^h55^m

1950	VII	29	B	BK	87°14′15″25	1951	I	24	B	HK	87°14′15″.08
	VIII	2	B	BK	14.65		II	11	B	HK	15.12
	IX	2	3	BK	15.05		VI	15	B	BK	15.12
	IX	5	3	BK	14.45		VII	2	3	BK	14.43

1950.95 — 87°14′14″.89
ε = 0″.33 — ±0″.12

94. BD 87°181 — 18^h51^m

1950	VIII	2	B	BK	87°45′45″78	1950	XI	28	B	HK	87°45′45″.73
	VIII	5	B	BK	45.47	1951	I	9	B	HK	44.93
	VIII	25	3	BK	45.40		VI	4	B	BK	46.40
	VIII	29	3	BK	45.72						

1950.83 — 87°45′45″.63
ε = 0″.45 — ±0″.17

95. BD 83°552 — 19^h22^m

1950	VIII	2	B	BK	83°22′08″88	1951	II	11	B	HK	83°22′11″.02
	VIII	5	B	BK	09.26		II	21	B	HK	10.04
	IX	13	3	BK	10.46		VI	20	B	BK	09.43
	IX	14	3	BK	09.34		VII	4	3	BK	08.98

1950.97 — 83°22′09″.68
ε = 0″.76 — ±0″.27

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА

96. BD 88°114 — 18^h58^m

1950	VIII	9	B	BK	88°46′54″.96	1951	I	24	B	HK	88°46′54″.59
	VIII	23	B	BK	54.83		II	11	B	HK	53.63
	IX	2	3	BK	54.56		VI	4	B	BK	54.84
	IX	5	3	BK	55.33		VII	4	3	BK	55.23

1950.96 — 88°46′54″.75
ε = 0″.53 — ±0″.19

97. BD 84°451 — 20^h07^m

1950	VII	29	B	BK	84°31′36″56	1950	IX	12	3	BK	84°31′36″.59
	VII	31	B	BK	36.14		XII	31	B	HK	36.19
	VIII	12	B	BK	36.43	1951	II	16	B	HK	36.02
	IX	2	3	BK	36.47		VI	24	B	BK	36.34
	IX	5	3	BK	36.23						

1950.82 — 84°31′36″,33
ε = 0″.20 — ±0″.07

98. BD 80°650 — 20^h17^m

1950	VII	29	B	BK	80°22′35″74	1951	II	11	B	HK	80°22′36″.41
	VIII	2	B	BK	36.01		IV	11	3	HK	36.46
	IX	2	3	BK	35.64		VII	4	3	BK	35.59
	IX	12	3	BK	35.75						

1950.92 — 80°22′35″.94
ε = 0″.36 — ±0″.14

98a — 20^h18^m

1950	VII	31	B	BK	80°25′10″91	1951	I	25	B	HK	80°25′10″.31
	VIII	5	B	BK	09.55		II	21	B	HK	10.15
	VIII	25	3	BK	10.14		VI	20	B	BK	09.82
	VIII	29	3	BK	10.37		VII	2	3	BK	10.77

1950.96 — 80°25′10″.25
ε = 0″.45 — ±0″.16

99. BD 84°462 — 20^h18^m

1950	VIII	9	B	BK	84°23′22″73	1950	XII	31	B	HK	84°23′23″.33
	VIII	12	B	BK	23.35	1951	I	10	B	HK	22.60
	IX	5	3	BK	23.55		III	13	3	HK	22.70
	IX	12	3	BK	23.33		VI	15	B	BK	23.79

1950.91 — 84°23′23″.17
ε = 0″.44 — ±0″.15

100. BD 87°187 — 20^h04^m

1950	VIII	7	B	BK	87°47′28″03	1951	I	23	B	HK	87°47′28″.31
	VIII	9	B	BK	27.92		II	11	B	HK	26.78
	IX	2	3	BK	27.40		VI	15	B	BK	28.59
	IX	12	3	BK	26.88		VII	4	3	BK	27.89

1950.96 — 87°47′27″.72
ε = 0″.65 — ±0″.23

101. BD 80°657 — 20^h30^m

1950	VII	30	B	BK	81°15′56″94	1951	I	24	B	HK	81°15′56″.62
	VIII	2	B	BK	57.55		I	25	B	HK	57.45
	VIII	29	3	BK	57.32		IV	15	3	HK	57.80
	IX	12	3	BK	57.40		VI	20	B	BK	57.97

1950.92 — 81°15′57″.38
ε = 0″.44 — ±0″.16

102. BD 80°659 — 20^h31^m

1950	VIII	5	B	BK	81°15′11″98	1951	II	11	B	HK	81°15′11″.29
	VIII	15	B	BK	11.36		II	16	B	HK	11.83
	IX	5	3	BK	11.41		IV	11	3	HK	11.32
	IX	13	3	BK	11.03		IV	15	3	HK	11.40

1950.92 — 81°15′11″.45
ε = 0″.31 — ±0″.11

103. BD 82°617 — 20^h30^m

1950	VI	9	B	BK	83°00′57″06	1951	I	10	B	HK	83°00′56″.75
	VII	31	B	BK	55.96		IV	3	3	HK	57.04
	VIII	25	3	BK	56.82		IV	11	3	HK	56.94
	IX	2	3	BK	56.43		VI	15	B	BK	56.32
	XII	31	B	HK	56.67						

1950.93 — 83°00′56″.67
ε = 0″.37 — ±0″.12

104. BD 80°660 — 20^h32^m

1950	VIII	7	B	BK	80°55′04″33	1951	II	11	B	HK	80°55′04″.57
	VIII	12	B	BK	04.37		VI	24	B	BK	04.68
	IX	13	3	BK	05.71		VII	2	3	BK	04.37
	IX	14	3	BK	04.99						

1950.96 — 80°55′04″.72
ε = 0″.50 — ±0″.19

105. BD 83°588 — 20^h34^m

1950	VII	30	B	BK	83°27′17″06	1951	II	21	B	HK	83°27′16″76
	VIII	2	B	BK	16.70		III	13	3	HK	16.94
	VIII	9	B	BK	16.93		IV	1	3	HK	17.30
	IX	2	3	BK	17.03		VI	15	B	BK	16.82
	IX	12	3	BK	16.78		VI	20	B	BK	16.53
1951	I	24	B	HK	17.15		VI	24	B	BK	16.90
	I	25	B	HK	16.78		VII	4	3	BK	16.98

1951.05 — 83°27′16″.91
ε = 0″.20 — ±0″.05

106. BD 80°672 — 20^h50^m

1950	VIII	1	B	BK	80°21′57″10	1950	IX	5	3	BK	80°21′57″.09
	VIII	3	B	BK	56.97	1951	II	11	B	HK	57.76
	VIII	15	B	BK	57.24		IV	3	3	HK	56.91
	VIII	25	3	BK	57.05		IV	14	3	HK	57.17
	VIII	29	3	BK	57.07						

1950.82 — 80°21′57″.15
ε = 0″.25 — ±0″.08

107. BD 80°679 — 21^h06^m

1950	VII	29	B	BK	80°57′35″38	1951	I	24	B	HK	80°57′35″.69
	VIII	9	B	BK	35.35		II	11	B	HK	34.71
	IX	5	3	BK	35.15		IV	15	3	HK	35.26
	IX	12	3	BK	34.97		IV	17	3	HK	34.64

1950.91 — 80°57′35″.14
ε = 0″.35 — ±0″.12

108. BD 80°682 — 21^h09^m

1950	VIII	3	B	BK	80°48′60″85	1951	II	16	B	HK	80°48′59″.93
	VIII	12	B	BK	60.84		II	21	B	HK	60.00
	IX	12	3	BK	60.76		IV	15	3	HK	60.40
	IX	13	3	BK	60.46		IV	19	3	HK	61.06

1950.93 — 80°49′00″.54
ε = 0″.41 — ±0″.14

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

109. BD 80°688 21^h15^m

1950	VII	28	B	BK	80°35′49″.63	1951	I	10	B	HK	80°35′48″.95
	VIII	1	B	BK	49 .17		I	24	B	HK	48 .44
	VIII	29	3	BK	49 .45		III	28	3	HK	48 .95
	IX	12	3	BK	48 .76		IV	14	3	HK	48 .93

1950.89 80°35′49″.03
ε = 0″.38 ±0″.13

110. BD 80°690 21^h16^m

1950	VII	29	B	BK	81°01′19″.13	1950	XII	31	B	HK	81°01′19″.45
	VIII	3	B	BK	19 .29	1951	II	16	B	HK	20 .12
	VIII	25	3	BK	19 .60		IV	11	3	HK	19 .55
	IX	2	3	BK	19 .20		IV	15	3	HK	19 .73

1950.90 81°01′19″.51
ε = 0″.32 ±0″.11

111. BD 86°319 21^h09^m

1950	VII	30	B	BK	86°49′57″.28	1951	II	11	B	HK	86°49′57″.93
	VIII	15	B	BK	57 .47		II	21	B	HK	58 .15
	IX	13	3	BK	57 .85		IV	3	3	HK	58 .07
	IX	14	3	BK	57 .23		IV	17	3	HK	58 .09

1950.92 86°49′57″.76
ε = 0″.38 ±0″.13

112. BD 83°630 22^h19^m

1950	VIII	13	B	BK	84°15′13″.22	1951	IV	1	3	HK	84°15′13″.49
	VIII	15	B	BK	12 .97		IV	20	3	HK	13 .47
	IX	13	3	BK	13 .46		V	3	B	HK	14 .34
	IX	14	3	BK	13 .58		V	4	B	HK	13 .12

1950.98 84°15′13″.46
ε = 0″.41 ± 0″.14

113. BD 85°383 22^h18^m

1950	VII	29	B	BK	85°51′27″.34	1951	I	24	B	HK	85°51′27″.29
	VIII	18	B	BK	26 .90		IV	1	3	HK	27 .02
	VIII	26	3	BK	26 .92		IV	11	3	HK	27 .04
	VIII	29	3	BK	27 .09		V	5	B	HK	26 .90
1951	I	10	B	HK	26 .69						

1950.94 85°51′27″.02
ε = 0″.20 ±0″.07

114. BD 85°384 22^h18^m

1950	VIII	3	B	BK	85°58′16″.77	1951	IV	14	3	HK	85°58′17″.05
	VIII	8	B	BK	17 .34		IV	15	3	HK	16 .95
	IX	6	3	BK	17 .34		IV	30	B	HK	16 .29
	IX	11	3	BK	17 .54		V	3	B	HK	15 .76

1950.98 85°58′16″.88
ε = 0″.15 ±0″.05

115. BD 81°775 22^h23^m

1950	VIII	11	B	BK	81°41′04″.36	1951	IV	15	3	HK	81°41′04″.70
	VIII	15	B	BK	05 .02		IV	17	3	HK	04 .17
	VIII	29	B	BK	04 .46		V	3	B	HK	04 .33
	IX	11	3	BK	04 .09		V	5	B	HK	04 .97

1950.90 81°41′04″.51
ε = 0″.35 ±0″.12

116. BD 87°205 22^h15^m

1950	VII	28	B	BK	87°49′34″.47	1951	II	12	B	HK	87°49′34″.34
	VII	30	B	BK	35 .39		II	17	B	HK	34 .77
	IX	2	3	BK	35 .12		III	28	3	HK	35 .19
	IX	5	3	BK	34 .95						

1950.85 87°49′34″.89
ε = 0″.38 ±0″.14

117. BD 80°731 22^h39^m

1950	VII	29	B	BK	81°07′49″.89	1951	IV	1	3	HK	81°07′50″.47
	VIII	10	B	BK	50 .17		IV	14	3	HK	50 .71
	VIII	26	3	BK	50 .76		V	5	B	HK	50 .34
	VIII	30	3	BK	50 .79						

1950.91 81°07′50″.45
ε = 0″.34 ±0″.13

118. BD 82°703 22^h48^m

1950	VII	28	B	BK	82°53′19″.60	1950	IX	12	3	BK	82°53′19″.44
	VII	29	B	BK	19 .51		IX	13	3	BK	19 .27
	VIII	10	B	BK	19 .37		IX	14	3	BK	19 .20
	VIII	11	B	BK	19 .40	1951	III	25	3	HK	20 .40
	VIII	15	B	BK	19 .34		III	28	3	HK	19 .21
	VIII	26	3	BK	19 .23		IV	14	3	HK	18 .96
	VIII	30	3	BK	19 .05		IV	15	3	HK	19 .14
	IX	3	3	BK	19 .29		IV	20	3	HK	19 .26
	IX	5	3	BK	19 .39		IV	30	B	HK	19 .64
	IX	11	3	BK	19 .21		V	3	B	HK	19 .31

1950.87 82°53′19″.36
ε = 0″.30 ±0″.07

119. BD 84°517 22^h52^m

1950	VIII	3	B	BK	85°06′20″.42	1951	IV	17	3	HK	85°06′22″.34
	IX	5	3	BK	21 .83		V	4	B	HK	22 .21
	IX	6	3	BK	21 .64		V	5	B	HK	21 .96
1951	IV	14	3	HK	22 .55						

1951.03 85°06′21″.85
ε = 0″.70 ±0″.26

120. BD 83°640 22^h55^m

1950	VII	28	B	BK	84°04′43″.54	1951	III	28	3	HK	84°04′43″.91
	VII	29	B	BK	43 .59		IV	1	3	HK	43 .76
	VIII	11	B	BK	43 .77		IV	15	3	HK	44 .07
	VIII	15	B	BK	43 .79		IV	20	3	HK	43 .96
	VIII	30	3	BK	44 .09		IV	30	B	HK	43 .43
	IX	3	3	BK	43 .91		V	3	B	HK	43 .81
	IX	11	3	BK	44 .05		V	4	B	HK	43 .76

1950.96 84°04′43″.82
ε = 0″.20 ± 0″.05

121. BD 86°344 23^h28^m

1950	VII	29	B	BK	87°01′54″.66	1951	IV	1	3	HK	87°01′54″.73
	VIII	3	B	BK	54 .44		IV	14	3	HK	54 .07
	VIII	16	B	BK	54 .49		IV	17	3	HK	54 .60
	VIII	26	3	BK	53 .32		V	4	B	HK	54 .13
	IX	6	3	BK	54 .14		V	5	B	HK	54 .42
	IX	12	3	BK	54 .17		V	15	B	HK	54 .25

1950.97 87°01′54″.29
ε = 0″.38 ± 0″.11

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

122. BD 82°743 — 23^h54^m

1950	VII	28	B	ВК	82°54′46″.67	1950	IX	7	3	ВК	82°54′46″.54
	VIII	6	B	ВК	45 .87	1951	IV	1	3	НК	46 .30
	VIII	10	B	ВК	46 .45		IV	17	3	НК	46 .37
	VIII	19	B	ВК	46 .12		V	5	B	НК	46 .34
	VIII	26	3	ВК	46 .19		V	15	B	НК	46 .51
	IX	6	3	ВК	46 .55						

1950.88 — 82°54′46″.46
ε = 0″.23 — ±0″,07

123. BD 82°748 — 24^h00^m

1950	VIII	10	B	ВК	82°41′41″91	1951	IV	1	3	НК	82°41′42″.03
	VIII	13	B	ВК	42 .88		IV	17	3	НК	42 .00
	VIII	26	3	ВК	42 .52		V	15	B	НК	41 .80
	IX	6	3	ВК	41 .78		V	19	B	НК	42 .10

1950.98 — 82°41′42″.13
ε = 0″.38 — ±0″.13

ЛИТЕРАТУРА

1. М. П. Диченко. «Средние положения 123-х околополярных звезд для эпохи 1893.0 г.». Известия Академии Наук. Том IX. № 3, Октябрь, 1898 г.
2. I. Djukow. „Mittlere Örter von 125 Zirkumpolarsternen", A. N. Band 219. № 5250. 1923.
3. Н. М. Ляпин «Исследование систематических ошибок делений меридианного круга Одесской астрономической обсерватории». Труды Астр. Обсерв. Новороссийского Университета № 3, Одесса, 1915 г.
4. А. С. Цесюлевич «Вывод системы поправок к отсчетам меридианного круга Одесской астрономической обсерватории через 2 градуса». Известия Астр. Обсерватории, Том II, выпуск I, Одесса, 1949 г.
5. В. В. Конин. «К вопросу о происхождении периодической ошибки винта микрометра». Известия Астр. Обсерватории Одесского Гос. Университета им. Мечникова, Том II, выпуск II, 1952 г.
6. Б. В. Новопашенный. «Каталог склонений звезд программы Одесского зенит-телескопа», Труды Одесского Гос. Университета. Сборник Астр. Обсерватории ОГУ, Том III, Одесса, 1940 г.
7. И. А. Дюков «Склонения 207 звезд от + 26° до + 73° по склонению для равноденствия 1930.0 г.». Известия Астр. Энг. Обсерватории Казанского Университета № 18. Казань, 1935 г.
8. Zimmermann N. W. „Katalog der Deklination der Sterne, die in die Programme der Pulkovoer Zenit-Teleskop eingehen". Publications de l'observatoire central a Poulkovo, serie 2, Vol. XLVI Leningrad. 1934.
9. F. Küstner Veröff. Bonn. n 4. 1900.
10. М. С. Зверев. «Фундаментальная астрометрия». Успехи астр. наук, Том V, стр. 54. Издательство АН СССР, 1950 г.
11. П. И. Бакулин «Фундаментальные каталоги звезд» ГТТИ, 1949, Таблица 15а, стр. 217.

КОМЕТНЫЕ РАДИАНТЫ И СВЯЗЬ МЕТЕОРНЫХ ПОТОКОВ С КОМЕТАМИ

Е. Н. КРАМЕР

Часть I.

Излагаются методы вычисления кометных радиантов. Дан собственный метод, полученный автором при поисках возможных упрощений решения задачи. Вычислен каталог кометных радиантов, который включен в статью.

Глава I. Сближение Земли с кометными орбитами. Вычисление теоретических радиантов

Вычислить теоретический радиант кометы значит найти, во-первых, эпоху встречи Земли с гипотетическим потоком и, во-вторых, сферические координаты вектора геоцентрической скорости метеорных частиц потока. Орбита потока определяется пятью элементами: аргументом перигелия ω, долготой узла Ω, наклонностью плоскости орбиты i, перигелийным расстоянием q и эксцентриситетом e. Время прохождения метеорных частиц через перигелий, или другой равноценный ему элемент для сплошного потока существенного значения не имеет. Обычно этим элементом не интересуются. В некоторых частных случаях представляет интерес расстояние метеорного роя от кометы, породившей рой, но это относится к более подробной структуре роя.

Пять элементов орбиты потока позволяют вычислить пять величин, характеризующих явление метеоров. Этими величинами являются: эпоха сближения, расстояние Земли от орбиты кометы в эпохе сближения, сферические координаты видимого радианта и величина геоцентрической скорости в момент встречи. Совокупность этих величин можно назвать радиантом (в отличие от видимого и истинного радианта, под которым понимают только координаты точки радиации). Радиант потока есть совокупность своеобразных элементов потока. Это значит, что между радиантом и элементами орбиты существует взаимооднозначное соответствие.

Вычисление теоретического радианта производится в следующем порядке:

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

1. Вычисляются время максимального сближения Земли с орбитой кометы и расстояние Земли от орбиты кометы в момент сближения.

2. Для момента сближения вычисляются теоретический видимый радиант и геоцентрическая скорость.

Вычисление сближения между Землей и кометной орбитой является частным случаем более общей задачи вычисления сближения между двумя кривыми второго порядка, имеющими общий фокус. Задача решалась несколькими исследователями (4), (46), (44), (49), (50). Мы изложим здесь наиболее интересные решения задачи. Ознакомление с наиболее интересными вычислительными схемами позволит выбрать самую удобную из них и вывести суждение о предложенном нами способе вычисления сближения Земли с кометными орбитами.

§ 1. Вычисление сближения между двумя эллиптическими орбитами

А. Галле (46) исследовал сближение орбит астероидов. Наряду с обзором литературы он излагает следующий способ вычисления сближения эллиптических орбит.

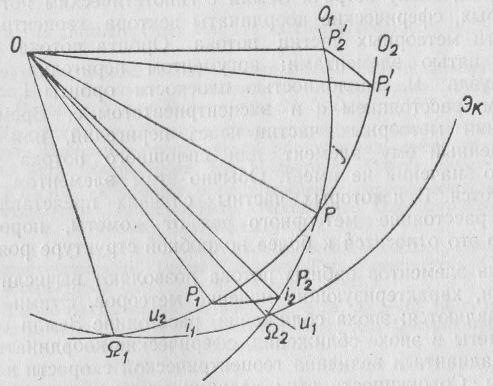


Рис. 1

Пусть на рисунке 1 Ω_1, Ω_2, i_1, i_2—долготы узлов и наклонности двух орбит O_1 и O_2; u_1 и u_2—аргументы широты их пересечения.

Для вычисления u_1, u_2 и I—двугранного угла между плоскостями орбит воспользуемся известными формулами сферической астрономии:

$$\begin{aligned}
\sin\frac{I}{2}\sin\frac{u_1+u_2}{2} &= \sin\frac{\Omega_2-\Omega_1}{2}\sin\frac{i_1+i_2}{2},\\
\sin\frac{I}{2}\cos\frac{u_1+u_2}{2} &= \cos\frac{\Omega_2-\Omega_1}{2}\sin\frac{i_2-i_1}{2},\\
\cos\frac{I}{2}\sin\frac{u_1-u_2}{2} &= \sin\frac{\Omega_2-\Omega_1}{2}\cos\frac{i_1+i_2}{2},\\
\cos\frac{I}{2}\cos\frac{u_1-u_2}{2} &= \cos\frac{\Omega_2-\Omega_1}{2}\cos\frac{i_2-i_1}{2}.
\end{aligned} \qquad [1,\ 1]$$

Пусть радиусы-векторы двух точек на орбитах O_1 и O_2 соответственно r_1 и r_2; истинные аномалии этих точек— v_1 и v_2. В таком случае квадрат расстояния между этими точками будет

$$\Delta^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2\cos\psi \qquad [1,\ 2]$$

где

$$\begin{aligned}
\cos\psi = {} & \cos(v_1 - V_1)\cos(v_2 - V_2) + \\
& + \sin(v_1 - V_1)\sin(v_2 - V_2)\cos I
\end{aligned} \qquad [1,\ 3]$$

и

$$V_1 = u_1 - \omega_1; \qquad V_2 = u_2 - \omega_2 \qquad [1,\ 4]$$

ω_1 и ω_2—аргументы перигелиев, отсчитываемые от соответственных узлов.

Можно [1, 3] записать в виде

$$\begin{aligned}
\cos\psi = {} & \cos v_1\cos v_2(\cos V_1\cos V_2 + \sin V_1\sin V_2\cos I) + \\
& + \cos v_1\sin v_2(\cos V_1\sin V_2 - \sin V_1\cos V_2\cos I) + \\
& + \sin v_1\cos v_2(\sin V_1\cos V_2 - \cos V_1\sin V_2\cos I) + \\
& + \sin v_1\sin v_2(\sin V_1\sin V_2 + \cos V_1\cos V_2\cos I).
\end{aligned} \qquad [1,\ 5]$$

Здесь в скобки взяты величины, которые не зависят от истинных аномалий. Эти величины являются постоянными для пары орбит, сближение которых исследуется; они могут служить своеобразными векторными элементами. Геометрический смысл выражений в скобках также очевиден.

В самом деле, пусть на рисунке 1 P_1 и P_2—направления перигелиев орбит O_1 и O_2; P'_1 и P'_2—направления точек, истинные аномалии которых $v_1 = 90°$ и $v_2 = 90°$; P направление точки пересечения. Если обозначить

$\smile P_1P_2 = \varepsilon$, $\smile P_1P'_2 = \xi$, $\smile P_2P'_1 = \vartheta$ и $\smile P'_1P'_2 = \eta$,

то

$$\begin{aligned}
\cos\varepsilon &= \cos V_1\cos V_2 + \sin V_1\sin V_2\cos I,\\
\cos\xi &= \cos V_1\sin V_2 - \sin V_1\cos V_2\cos I,\\
\cos\vartheta &= \sin V_1\cos V_2 - \cos V_1\sin V_2\cos I,\\
\cos\eta &= \sin V_1\sin V_2 + \cos V_1\cos V_2\cos I.
\end{aligned} \qquad [1,\ 6]$$

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ имени И.И. МЕЧНИКОВА

Подставляя в [1, 2] выражения [1, 5] и [1, 6], получим

$$\Delta^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos\varepsilon \cos v_1 \cos v_2 - 2r_1 r_2 \cos\xi \cos v_1 \sin v_2 - 2r_1 r_2 \cos\vartheta \sin v_1 \cos v_2 - 2r_1 r_2 \cos\eta \sin v_1 \sin v_2.$$

Если ввести сюда известные соотношения для радиусов-векторов, истинных аномалий, эксцентриситета и эксцентрических аномалий

$$\begin{aligned} r_1 &= a_1(1 - \sin\varphi_1 \cos E_1), \\ r_2 &= a_2(1 - \sin\varphi_2 \cos E_2), \\ r_1 \sin v_1 &= a_1 \cos\varphi_1 \sin E_1, \\ r_2 \sin v_2 &= a_2 \cos\varphi_2 \sin E_2, \\ r_1 \cos v_1 &= a_1(\cos E_1 - \sin\varphi_1), \\ r_2 \cos v_2 &= a_2(\cos E_2 - \sin\varphi_2), \end{aligned} \qquad [1,7]$$

где a_1, a_2, φ_1, φ_2, E_1 и E_2—большие полуоси, углы эксцентриситетов и эксцентрические аномалии, то

$$\begin{aligned} \Delta^2 = {} & a_1^2(1 - \sin\varphi_1 \cos E_1)^2 + a_2^2(1 - \sin\varphi_2 \cos E_2)^2 - \\ & - 2a_1 a_2 \cos\varepsilon(\cos E_1 - \sin\varphi_1)(\cos E_2 - \sin\varphi_2) - \\ & - 2a_1 a_2 \cos\xi(\cos E_1 - \sin\varphi_1)\cos\varphi_2 \sin E_2 - \\ & - 2a_1 a_2 \cos\vartheta(\cos E_2 - \sin\varphi_2)\cos\varphi_1 \sin E_1 - \\ & - 2a_1 a_2 \cos\eta \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin E_1 \sin E_2. \end{aligned} \qquad [1, 8]$$

Ясно, что Δ^2 зависит только от переменных E_1 и E_2. Для того, чтобы найти минимальное значение (или максимальное значение) функции Δ^2 от E_1 и E_2, необходимо приравнять нулю производные Δ^2 по E_1 и E_2:

$$\begin{aligned} & 2a_1^2(1 - \sin\varphi_1 \cos E_1)\sin\varphi_1 \sin E_1 + 2a_1 a_2 \{\cos\varepsilon(\cos E_2 - \\ & - \sin\varphi_2)\sin E_1 + \cos\xi \cos\varphi_2 \sin E_2 \sin E_1 - \\ & - \cos\vartheta(\cos E_2 - \sin\varphi_2)\cos\varphi_1 \cos E_1 - \\ & - \cos\eta \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin E_2 \cos E_1\} = 0. \end{aligned} \qquad [A]$$

$$\begin{aligned} & 2a_1^2(1 - \sin\varphi_2 \cos E_2)\sin\varphi_2 \sin E_2 + \\ & + 2a_1 a_2 \{\cos\varepsilon(\cos E_1 - \sin\varphi_1)\sin E_2 - \cos\xi(\cos E_1 - \\ & - \sin\varphi_1)\cos\varphi_2 \cos E_2 + \cos\vartheta \cos\varphi_1 \sin E_1 \sin E_2 - \\ & - \cos\eta \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin E_1 \cos E_2\} = 0. \end{aligned} \qquad [B]$$

Корни этих уравнений E_1 и E_2 являются эксцентрическими аномалиями точек орбит, расстояние между которыми минимально. Непосредственно из этих уравнений найти E_1 и E_2 нельзя. Уравнения [A] и [B] решаются методом последовательных приближений. Задаемся, например, значением E_2 соответствующим линии пересечения орбит и вычисляем из [A] соответствующее значение E_1. Подставляя его в [B], находим новое значение E_2. По новому E_2 находим из [A]

новое E_1 и т. д. до тех пор пока разности $E_1^{(\kappa+1)} - E_1^{(\kappa)}$ и $E_2^{(\kappa+1)} - E_2^{(\kappa)}$ не сделаются меньше некоторой величины, определяющей точность вычислений. Остается вычислить продолжительность сближения.

Пусть расстояние между орбитами в окрестности точки сближения разложено по степеням $(t - t_0)$, где t_0—время максимального сближения

$$D = \Delta + f_1(t - t_0) + f(t - t_0)^2.$$

Члены высшего порядка отброшены. Так как $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{t=t_0} = 0$, то $f_1 = 0$ и

$$D = \Delta + f(t - t_0)^2. \qquad [1, 9]$$

Для того, чтобы найти f_2, достаточно для некоторого $t = t_1$ найти $(t_1 - t_0)^2$ и D_1, а по ним

$$f = \frac{D_1 - \Delta}{(t_1 - t_0)^2}.$$

В случае исследования сближения Земли с кометной орбитой можно положить $D = 0.3$ и в таком случае.

$$t - t_0 = \sqrt{\frac{0.3 - \Delta}{f}}$$

Полное время сближения:

$$T = 2(t - t_0) = 2\sqrt{\frac{0.3 - \Delta}{f}}$$

При помощи этой формулы и продолжительности действия потока можно сделать выводы о размерах и структуре самого потока.

§ 2. Метод А. Д. Дубяго

А. Д. Дубяго (4) имея в виду вычисление сближения для всевозможных орбит, принимает за независимую переменную истинную аномалию точки орбиты.

Пусть x, y, z и x', y', z' — прямоугольные гелиоцентрические эклиптикальные координаты точек земной и кометной орбит. В таком случае

$$\begin{aligned} \Delta^2 &= (x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2 = \\ &= r^2 + r'^2 - 2(xx' + yy' + zz'), \end{aligned} \qquad [2, 1]$$

где Δ—как и прежде, расстояние между двумя точками, лежащими на орбитах Земли и кометы.

Истинные аномалии v и v' точек наибольшего сближения удовлетворяют следующей системе уравнений, вытекающей из условий экстремума и связи:

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

$$r\frac{dr}{dv}-\left(x'\frac{dx}{dv}+y'\frac{dy}{dv}+z'\frac{dz}{dv}\right)=0, \qquad [2,\ 2а]$$

$$r'\frac{dr'}{dv'}-\left(x\frac{dx'}{dv'}+y\frac{dy'}{dv'}+z\frac{dz'}{dv'}\right)=0, \qquad [2,\ 2б]$$

$$r=\frac{p}{(1+e\cos v)}=\frac{q(1+e)}{1+e\cos v}=\frac{a(1-e^2)}{1+e\cos v}, \qquad [2,\ 2в]$$

$$r'=\frac{p'}{(1+e'\cos v')}=\frac{q'(1+e')}{1+e'\cos v'}=\frac{a'(1-e'^2)}{1+e'\cos v'}. \qquad [2,\ 2г]$$

Прямоугольные координаты точки орбиты связаны с элементами орбиты, радиусом-вектором и истинной аномалией формулами:

$$\begin{aligned} x&=P_x r\cos v+Q_x r\sin v\\ y&=P_y r\cos v+Q_y r\sin v\\ z&=P_z r\cos v+Q_z r\sin v. \end{aligned} \qquad [2,\ 3]$$

Геометрический смысл постоянных P_x, P_y, P_z и Q_x, Q_y, Q_z прост. Вообразим себе прямоугольную систему координат ξ η ζ, в которой ось ξ направлена в перигелий орбиты, ось η—в точку с истинной аномалией v=90°, ось ζ—по нормали к плоскости орбиты; в таком случае:

$$\xi=r\cos v,\ \eta=r\sin v,\ \zeta=0$$

Уравнения [2, 3] дают преобразование координат ξ, η и ζ в x, y и z; следовательно

$$\begin{aligned} P_x&=\cos(\xi,\ x), & Q_x&=\cos(\eta,\ x),\\ P_y&=\cos(\xi,\ y), & Q_y&=\cos(\eta,\ y),\\ P_z&=\cos(\xi,\ z), & Q_z&=\cos(\eta,\ z), \end{aligned} \qquad [2,\ 4]$$

Совершенно аналогичные выражения получаются для координат точки кометной орбиты:

$$\begin{aligned} x'&=P'_x r'\cos v'+Q'_x r'\sin v',\\ y'&=P'_y r'\cos v'+Q'_y r'\sin v',\\ z'&=P'_z r'\cos v'+Q'_z r'\sin v', \end{aligned} \qquad [2,\ 5]$$

где

$$\begin{aligned} P'_x&=\cos(\xi',\ x), & Q'_x&=\cos(\eta',\ x),\\ P'_y&=\cos(\xi',\ y), & Q'_y&=\cos(\eta',\ y),\\ P'_z&=\cos(\xi',\ z), & Q'_z&=\cos(\eta',\ z). \end{aligned} \qquad [2,\ 6]$$

Дифференцируя [2, 2в] [2, 2г], [2, 3] и [2, 5,], получим

$$\frac{1}{r^2}\frac{dr}{dv}=\frac{e\sin v}{p}, \qquad [2,\ 7]$$

$$\frac{p}{r^2}\frac{dx}{dv}=P_x\sin v+Q_x(\cos v+e),$$

$$\frac{p}{r^2}\frac{dy}{dv}=P_y\sin v+Q_y(\cos v+e). \qquad [2,\ 8]$$

$$\frac{p}{r^2}\frac{dz}{dv}=P_z\sin v+Q_z(\cos v+e);$$

$$\frac{1}{r'^2}\frac{dr'}{dv'}=\frac{e'\sin v'}{p'}, \qquad [2,\ 9]$$

$$\frac{p'}{r'^2}\frac{dx'}{dv'}=P'_x\sin v'+Q_x(\cos v'+e'),\ \text{и т. д.} \qquad [2,\ 10]$$

Подставляя [2, 2в], [2, 2г], [2, 7] и [2, 8] в [2, 2а] получим:

$$\frac{p}{p'}e\sin v(1+e'\cos v')+PP'\sin v\cos v'+\frac{1}{2}ePP'\sin 2v\cos v'-$$
$$-(1+e^2)QP'\cos v\cos v'-\frac{1}{2}eQP'\cos 2v\cos v'-$$
$$-\frac{3}{2}eQP'\cos v'+PQ'\sin v\sin v'+\frac{1}{2}ePQ'\sin 2v\sin v'-$$
$$-(1+e^2)QQ'\cos v\cos v'-\frac{1}{2}eQQ'\cos 2v\sin v'-$$
$$-\frac{3}{2}eQQ'\sin v'=0, \qquad [2,11]$$

где

$$\begin{aligned} PP'&=P_xP'_x+P_yP'_y+P_zP'_z,\\ PQ'&=P_xQ_x'+P_yQ'_y+P_zQ'_z,\\ QP'&=Q_xP'_x+Q_yP'_y+Q_zP'_z,\\ QQ'&=Q_xQ'_x+Q_yQ'_y+Q_zQ'_z, \end{aligned} \qquad (2,\ 12)$$

Подставляя сюда значения P и Q из [2, 4] получим:

$$PP'=\cos(\xi,\ x)\cos(\xi',\ x)+\cos(\xi,\ y)\cos(\xi',\ y)+$$
$$+\cos(\xi,\ z)\cos(\xi',\ z)=\cos(\xi,\ \xi');$$

аналогично

$$PQ'=\cos(\xi,\ \eta');\ QP'=\cos(\eta,\ \xi')\ \text{и}\ QQ'=\cos(\eta,\ \eta').$$

Геометрический смысл PP', PQ', QP' и QQ' ясен из рис. 2. Здесь PP'—косинус дуги между точками P и P'—направлениями на перигелии орбит Земли и кометы и т. д. Далее,

$$\smile \Omega P'=\omega',\quad \smile \Omega P=\pi-\Omega,$$
$$\smile \Omega Q'=90^\circ+\omega',\quad \smile \Omega Q=90^\circ+\pi-\Omega,$$

где ω'— аргумент перигелия кометной орбиты,

π — долгота перигелия орбиты Земли.

Таким образом, получаем:

$$\begin{aligned} PP'&=\cos\omega'\cos(\pi-\Omega)+\sin\omega'\sin(\pi-\Omega)\cos i,\\ PQ'&=-\sin\omega'\cos(\pi-\Omega)+\cos\omega'\sin(\pi-\Omega)\cos i,\\ QP'&=-\cos\omega'\sin(\pi-\Omega)+\sin\omega'\cos(\pi-\Omega)\cos i,\\ QQ'&=\sin\omega'\sin(\pi-\Omega)+\cos\omega'\cos(\pi-\Omega)\cos i \end{aligned} \qquad (2,13)$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

и контрольные соотношения:

$$(PP')^2+(PQ')^2+(QP')^2+(QQ')^2=1+\cos^2 i,$$
$$(PP')(QQ')-(QP')(PQ')=\cos i.$$

Если ввести в (2, 11) следующие обозначения:

$$\alpha=\frac{p}{p'}e,\quad \beta=\alpha e'+PP',\quad \gamma=\frac{e}{2}PP',$$
$$\delta=-(1-e^2)QP',\quad \varepsilon=-\frac{1}{2}eQP',\quad \xi=-\frac{3}{2}eQP',$$
$$\eta=PQ',\quad \vartheta=\frac{1}{2}ePQ',\quad \chi=-(1-e^2)QQ', \qquad (2,\ 14)$$
$$\lambda=-\frac{1}{2}eQQ'\quad \mu=-\frac{3}{2}eQQ'$$

то получим:

$$\alpha\sin v+(\beta\sin v+\gamma\sin 2v+\delta\cos v+ +\varepsilon\cos 2v+\xi)\cos v'+(\eta\sin v+ +\vartheta\sin 2v+\chi\cos v+ +\lambda\cos 2v+\mu)\sin v'=0. \qquad (2,\ 15)$$

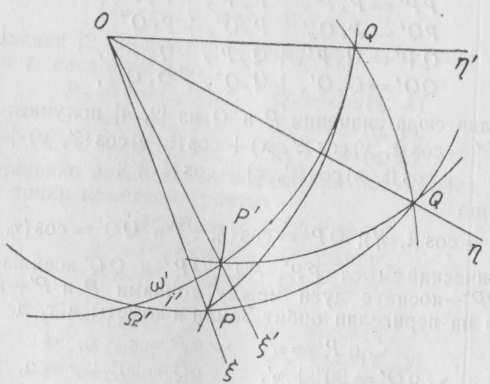


Рис. 2

Точно таким образом найдем из (2, 2б)

$$\alpha'\sin v'+(\beta'\sin v'+\gamma'\sin 2v'+ +\delta'\cos v'+\varepsilon'\cos 2v'+\xi')\cos v+ +(\eta'\sin v'+\vartheta'\sin 2v'+ +\chi'\cos v'+\lambda'\cos 2v'+\mu')\sin v=0, \qquad (2,\ 16)$$

где

$$\alpha'=\frac{p'}{p}e',\quad \beta'=\alpha'e+PP',\quad \gamma'=\frac{e'}{2}PP',$$
$$\delta'=-(1-e'^2)PQ',\quad \varepsilon'=-\frac{1}{2}e'PQ',$$
$$\xi'=-\frac{3}{2}e'PQ',\ \eta'=QP',\quad \vartheta'=\frac{1}{2}e'QP', \qquad (2,\ 17)$$
$$\chi'=-(1-e'^2)QQ',\quad \lambda'=-\frac{1}{2}e'QQ',$$
$$\mu'=-\frac{3}{2}e'QQ'.$$

Уравнения (2, 15) и (2, 16) решаются относительно v и v', последовательными приближениями. Для Земли имеем:

$$v=L-\pi,\ \text{где } L\text{—долгота Земли},\quad a=1$$
$$e=0.01673-0.00000042\,(t-1950), \qquad (2,\ 18)$$
$$\pi=102°4'.8+1'.032\,(t-1950).$$

Уравнения (2, 15) и (2, 16) можно еще записать в виде

$$A+B\cos v'+C\sin v'=0 \qquad (2,\ 19)$$
$$A'+B'\cos v+C'\sin v=0, \qquad (2,\ 20)$$

где A, B, C и A', B', C' — соответствующие коэфициенты.

A, B и C зависят от истинной аномалии точек земной орбиты; A', B' и C' зависят от истинной аномалии точек кометной орбиты.

А. Д. Дубяго предлагает сначала воспользоваться уравнением (2,19) для истинной аномалии точек кометной орбиты. В этом уравнении α и A малы, а это позволит ускорить процесс сходимости последовательности решений.

Далее, удобно (2,19) записать в виде:

$$\operatorname{tg} v'=-\frac{B}{C}-\frac{A}{C\cos v'}, \qquad (2{,}21)$$

для $C>B$, или в виде:

$$\operatorname{ctg} v'=-\frac{C}{B}-\frac{A}{B\cos v'} \qquad (2{,}22)$$

для $C<B$, затем решать эти уравнения последовательными приближениями: отбрасывая второй член справа, найти v', затем, вычислив отброшенный член для полученного v', найти новое значение v' из полного уравнения (2,21) и т. д.

С полученным таким образом значением v' вычисляются коэфициенты A', B', C' и решается уравнение (2,22) также методом последовательных приближений.

Приступая к вычислениям, нужно иметь в виду, что наименьшее расстояние между орбитами находится вблизи

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

узлов (для комет с большой наклонностью), или вблизи точки кометной орбиты, гелиоцентрическое расстояние которой близко к астрономической единице (для комет с малой наклонностью). Поэтому в случае большой наклонности кометной орбиты для истинной аномалии точки земной орбиты можно в первом приближении принять значение, которое соответствует узлу кометной орбиты $L = \Omega$ для сближения в окрестности восходящего узла, или $L = \Omega + 180°$ для сближения в окрестности нисходящего узла. В случае малой наклонности кометной орбиты, выбираем долготу точки земной орбиты:

$$L = \Omega + \Omega',$$

причем, Ω' можно найти из:

$$\operatorname{tg} \Omega' = \operatorname{tg} (v_0' + \omega') \cos i',$$

где v_0'—истинная аномалия точки кометной орбиты, гелиоцентрическое расстояние которой равно примерно 1 а. е.

Кратчайшее расстояние можно найти из

$$\Delta^2 = r^2 + r'^2 - 2rr' \cos \psi, \qquad (2, 23)$$

где ψ— дуга между положениями Земли T и точкой кометной орбиты K, соответствующими кратчайшему расстоянию. Дугу ψ находим из:

$$\cos \psi = \cos (L - \Omega) \cos (v' + \omega') + \\ + \sin (L - \Omega) \sin (v' + \omega') \cos i'. \qquad (2, 24)$$

Однако, если прямо воспользоваться (2,23), мы встретимся с определением малой величины по разности двух больших величин. А. Д. Дубяго предлагает преобразовать вышеуказанные формулы к следующему виду:

$$\Delta^2 = (r - r')^2 + 4 rr' \sin^2 \frac{1}{2} \psi, \qquad (2, 25)$$

$$\sin^2 \frac{\psi}{2} = \sin^2 (L - \Omega + v' + \omega') - \\ - \sin (L - \Omega) \sin (v' + \omega') \cos^2 \frac{i'}{2}, \qquad (2, 26)$$

если движение кометы прямое ($i' < 90°$), или

$$\sin^2 \frac{\psi}{2} = \sin^2 (L - \Omega + v' + \omega') - \\ - \sin (L - \Omega) \sin (v' + \omega') \cos^2 \frac{i'}{2}, \qquad (2, 27)$$

если движение обратное ($i' > 90°$).

Этим А. Д. Дубяго и заканчивает основную часть решения задачи о сближении орбит. Для того, чтобы иметь представление о самих вычислениях, мы приводим сводку формул в применении к конкретному примеру.

Комета Галлея дважды сближается с орбитой Земли. Поэтому вычисления сближения нужно проводить как для окрестности восходящего, так и для окрестности нисходящего узла. По наблюдениям за кометой Галлея, в ее последнем появлении в 1910 г., получены следующие элементы ее орбиты:

$$\left.\begin{array}{l} \omega' = 111°43',2, \\ \Omega' = \ 57°50',6, \\ i' = 162°12',8, \end{array}\right\} \ 1950{,}0; \quad \begin{array}{l} P' = 76{,}03, \\ \lg q' = \ 9{,}7688. \end{array}$$

1. Вычисляются вспомогательные величины по формулам: (2, 13), (2, 14), (2, 17);
2. Решение уравнения

$$\operatorname{tg} v' = -\frac{B}{C} - \frac{A}{C \cos v'} \qquad (2, 21)$$

методом последовательных приближений.

3. Решение уравнения

$$A' + B' \cos v + C' \sin v = 0. \qquad (2, 20)$$

4. Находим долготу и радиус-вектор Земли в момент максимального сближения:

$$L = v + \pi, \ r = \frac{1 - e^2}{1 + e \cos v} \text{ и } r' = \frac{p'}{1 + e' \cos v'}. \qquad (2, 28)$$

5. Вычисляем минимальное расстояние

$$\Delta^2 = (r - r')^2 + 4 rr' \sin^2 \frac{\psi}{2}. \qquad (2, 25)$$

$$\sin^2 \frac{\psi}{2} = \sin^2 (L - \Omega + v' + \omega') - \\ - \sin (L - \Omega) \sin (v' + \omega') \cos^2 \frac{i'}{2}. \qquad (2, 27)$$

Приводим только окончательный результат вычислений А. Дубяго:

Для восходящего узла:

$L = 30° 3',1 \quad \odot = 210° 3',1$ дата Всем. вр. окт. 24.050 (1950) кратчайшее расстояние $\Delta = 0{,}1582$

для нисходящего узла:

$L = 226° 52',4 \quad \odot = 46° 52',4$ дата Всем. вр. мая 8,034 (1950) кратчайшее расстояние $\Delta = 0.0668$.

Способ вычисления сближения А. Д. Дубяго может быть с успехом применен ко всевозможным орбитам, как эллиптическим, так и параболическим или гиперболическим, поскольку он дает вполне удовлетворяющую точность. Недостатком его является сложность, и поэтому применять этот метод для массового вычисление сближений Земли с кометными орбитами утомительно. Целесообразнее пользоваться методом приближенных вычислений. По такому пути и пошел Г. Свобода, способ которого мы сейчас изложим.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ имени И. МЕЧНИКОВА

§ 3. Метод Г. Свободы

Идея этого метода (44) сводится к тому, что вычисляется кратчайшее расстояние между точками орбиты Земли и кометы; при этом точки земной орбиты выбираются вблизи узла с интервалом в 2—3 дня. Из полученных таким образом кратчайших расстояний интерполированием выбирается наименьшее, которое и будет соответствовать решению задачи.

Пусть за основную систему координат избрана гелиоцентрическая система $OXYZ$; плоскость XOY совпадает с плоскостью орбиты кометы, ось X направлена в перигелий кометной орбиты, а ось Y направлена в точку кометной орбиты, истинная аномалия которой $v=90°$. Координаты Земли в этой системе суть:

$$\begin{aligned} x &= -r\cos(\Omega-\odot)\cos\omega + r\sin(\Omega-\odot)\sin\omega\cos i,\\ y &= -r\cos(\Omega-\odot)\sin\omega - r\sin(\Omega-\odot)\cos\omega\cos i,\\ z &= r\cos(\Omega-\odot)\sin i, \end{aligned} \qquad (3,\ 1)$$

где r—радиус-вектор Земли, $\odot$—долгота Солнца, Ω, ω, i—элементы кометной орбиты.

Г. Свобода предлагает выбрать в окрестности узла ряд положений Земли:

$$L_{(1)},\ L_{(2)},\ L_{(3)},\ \text{и т. д.}$$

и искать кратчайшее расстояние этих точек от кометной орбиты. Если обозначить координаты точек кометной орбиты через x', y', $z'=0$, то расстояние фиксированной точки орбиты Земли от точек кометной орбиты будет:

$$\Delta^2 = (x-x')^2 + (y-y')^2 + z^2. \qquad (3,\ 2)$$

Условие минимума (максимума) состоит в том, что

$$x - x' + (y-y')\frac{dy'}{dx'} = 0 \qquad (3,\ 3)$$

при связях: для эллиптической орбиты—

$$\frac{(x'+c)^2}{a^2} + \frac{y'^2}{b^2} = 1, \qquad (3,\ 4)$$

для параболической орбиты—

$$y'^2 = -2px' + p^2, \qquad (3,\ 5)$$

где c—линейный эксцентриситет, a и b—соответственно большая и малая полуоси эллипса, p—параметр параболической орбиты. Решая совместно (3,3) и (3,4), получим

$$y'^4 + Ay'^3 + By'^2 + Cy' + D = 0 \qquad (3,\ 6)$$

где

$$\begin{aligned} A &= \frac{2b^2y}{c^2},\\ B &= \frac{b^4y^2 + a^2b^2\eta^2 + b^2c^4}{c^4}, \qquad \eta = x + c,\\ C &= -Ab^2,\\ D &= -\frac{b^6x^2}{c^4}. \end{aligned} \qquad (3,7)$$

Если иметь в виду минимум, то

$$ab^3\eta\sqrt{b^2-y'^2} - c^2(b^2-y'^2) > 0. \qquad (3,\ 8)$$

Соответствующее минимуму значение второй координаты получим из:

$$x' = \frac{a}{b}\sqrt{b^2-y'^2} - c. \qquad (3,9)$$

Аналогично для параболической орбиты получим из (3,3) и (3,5):

$$y'^3 + A'y' + B' = 0 \qquad (3,6')$$

где

$$\begin{aligned} A' &= p^2 + 2px,\\ B' &= -2p^2y. \end{aligned} \qquad (3,7')$$

Если имеется в виду минимум, то

$$3y'^2 + A > 0. \qquad (3,\ 8')$$

Для определения второй координаты точки кометной орбиты можно воспользоваться равенством:

$$x' = \frac{p^2 - y'^2}{2p}.$$

Вычисления кратчайшего расстояния можно выполнять в таком порядке. Для моментов времени t_1, t_2, ... , когда Земля находится вблизи узла кометной орбиты, вычисляются прямоугольные координаты Земли относительно системы координат, связанной с орбитой кометы ($XOYZ$). Затем, решая уравнение (3,6) или (3,6′), находим координаты точки кометной орбиты, расстояние которой от фиксированной точки земной орбиты минимально.

Вычисляем эти минимальные расстояния и интерполированием находим момент времени, которому соответствует минимальное из минимальных расстояний. Этим заканчивается решение задачи.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Г. Свобода приводит в качестве примера вычисление кратчайшего расстояния Земли от орбиты кометы Галлея. Исходными элементами служат

$$\left.\begin{array}{l}\omega = 111^\circ{,}42\\ \Omega = 57^\circ{,}16\\ i = 162^\circ{,}13\end{array}\right\} 1910\ \text{г.} \qquad \begin{array}{l} q = 0{,}5872\\ a = 17{,}9456\\ c = 17{,}3587\end{array}$$

Для восходящего узла Г. Свобода получает окончательно:

Октября	17	19	21	23
Δ	0,1707	0,1620	0,1564	0,1537

и экстраполированием для 25 октября $\Delta = 0{,}1545$. Таким образом, Земля ближе всего подходит к орбите кометы Галлея около 24 октября.

Для нисходящего узла Г. Свобода получает окончательно:

Мая	1	3	5	7	9
Δ	0,16	0,083	0,070	0,068	0,068

и экстраполированием для 11 мая $\Delta = 0{,}078$. В нисходящем узле наибольшее сближение имеет место около 5—7 мая.

В методе Г. Свободы является интересной только его идея. Вычислительная схема Г. Свободы не проще вычислительной схемы А. Д. Дубяго. И здесь мы встречаемся с громоздкими вычислениями, хотя ответ на поставленную задачу дается только приближенный.

Идея Г. Свободы была развита дальше нами. В следующем параграфе мы изложим наш графо-аналитический способ вычисления сближения Земли с кометными орбитами (49). Из других способов вычисления сближения уместно остановиться на методе М. Плавеса (50). Этот метод применим только для кометных орбит с большой наклонностью. Вместо того, чтобы вычислять кратчайшее расстояние между кривыми второго порядка М. Плавес предлагает искать кратчайшее расстояние между касательными к орбитам Земли и кометы, проведенными в узле кометной орбиты. Хотя способ этот и упрощает вычисления, но применение его ограничено кометными орбитами, наклонность которых достаточно велика. Для комет с большой наклонностью орбиты можно с необходимой нам точностью считать, что сближение имеет место просто в узле орбиты и только в тех редких случаях, когда потребуется точность, большая этой, ее мы получим, применяя метод М. Плавеса.

§ 4. Графо-аналитический метод

Решение задачи о сближении Земли с кометной орбитой значительно упростится, если обратить метод Г. Свободы и фиксировать не точки земной орбиты, а точки орбиты кометы.

В дальнейшем удобно от прямоугольных координат вновь возвратиться к полярным координатам в пространстве.

Пусть, как и раньше, расстояние между двумя точками орбит Земли и кометы будет:

$$\Delta^2 = r^2 + r'^2 - 2rr'\cos\psi, \tag{4, 1}$$

где

$$\cos\psi = \cos(v' + \omega')\cos(\pi - \Omega + v) + \sin(v' + \omega')\sin(\pi - \Omega + v)\cos i. \tag{4, 2}$$

Пусть независимыми переменными будут v — истинная аномалия Земли и v' — истинная аномалия точки кометной орбиты. Как и раньше, значения v и v', соответствующие минимальному расстоянию между орбитами кометы и Земли, находим из системы уравнений:

$$\begin{gathered} r\frac{dr}{dv} - r'\frac{dr}{dv}\cos\psi - rr'\frac{\partial(\cos\psi)}{\partial v} = 0\\ r'\frac{dr'}{dv'} - r\frac{dr'}{dv'}\cos\psi - rr'\frac{\partial(\cos\psi)}{\partial v'} = 0\\ r = \frac{p}{1 + e\cos v};\quad r' = \frac{p'}{1 + e'\cos v'}. \end{gathered} \tag{4, 3}$$

Допустим теперь, что вблизи соответствующего узла кометной орбиты (для комет с большой наклонностью) или вблизи точки кометной орбиты, гелиоцентрическое расстояние которой равно примерно 1 а. е. (для орбит с малой наклоностью $160^\circ < i < 20^\circ$), мы зафиксируем несколько значений v' — истинной аномалии кометной орбиты. Каждому значению истинной аномалии будет соответствовать вполне определенное значение радиуса-вектора. Для каждой такой точки кометной орбиты будем искать минимальное расстояние до орбиты Земли. При этом, сделаем только одно допущение — будем считать земную орбиту, на некотором ее отрезке, круговой. Другими словами, эллиптическая орбита Земли в некоторой малой области аппроксимируется круговой орбитой вполне определенного радиуса, зависящего от области аппроксимации.

Из этого допущения вытекает, что:

$$r = \text{const.} = r^{(\kappa)}(L) \quad \text{и} \quad \frac{dr}{dv} = 0 \tag{4,4}$$

Так как v' и r' зафиксированы, то

$$\frac{dr'}{dv'} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{\partial(\cos\psi)}{\partial v'} = 0; \tag{4,5}$$

следовательно, система (4,3) принимает простой вид:

$$\frac{d(\cos\psi)}{dv} = 0, \qquad r = \frac{p}{1 + e\cos v}, \qquad r' = \frac{p'}{1 + e'\cos v'} \tag{4,6}$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Дифференцируя (4,2) получим

$$-\cos(v'+\omega')\sin(\pi-\Omega+v)+$$
$$+\sin(v'+\omega')\cos(\pi-\Omega+v)\cos i=0.$$

Отсюда: $$\operatorname{tg}(\pi-\Omega+v)=\operatorname{tg}(v'+\omega')\cos i \qquad (4,7)$$

и $$\operatorname{tg}\psi=\sin(\pi-\Omega+v)\operatorname{tg} i. \qquad (4,8)$$

Следовательно, кратчайшее расстояние между точкой кометной орбиты и орбитой Земли лежит в круге широт, проходящем через заданную точку кометной орбиты.

Наибольшее сближение между Землей и кометными орбитами нами вычислялось по следующей схеме:

1. Делалась приближенная оценка—в какой своей части кометная орбита может сблизиться с орбитой Земли. Для этого прежде всего исследовались узлы кометной орбиты. Если в узлах геоцентрическое расстояние $\Delta > 0{,}3$ а. е., проверке подвергались и другие подозрительные на сближение точки. В результате этой глазомерной оценки создавалась возможность выбрать несколько значений истинной аномалии точек кометной орбиты, для которых в дальнейшем вычислялись кратчайшие расстояния до орбиты Земли.

2. Для полученных, таким образом, истинных аномалий вычислялись радиус-векторы по формуле:

$$r'=\frac{p'}{1+e'\cos v'}$$

и значения $\pi-\Omega+v$ из:

$\operatorname{tg}(\pi-\Omega+v)=\operatorname{tg}(v'+\omega')\cos i$, а затем $\operatorname{tg}\psi=\sin(\pi-\Omega+v)\operatorname{tg} i$.

3. Вычислялись соответствующие долготы Земли и Солнца

$$L=\pi+v;\ \odot=\pi+v\pm 180^\circ.$$

4. Из „Астрономического ежегодника" находились для каждой долготы Солнца соответствующие значения радиуса-вектора Земли.

5. Вычислялись расстояния Δ из формулы:

$$\Delta^2=(r-r')^2+4rr'\sin^2\frac{\psi}{2}.$$

6. Графическим интерполированием определялись момент наибольшего сближения и наименьшее расстояние между Землей и орбитой кометы.

В качестве примера приведем вычисление сближения Земли с кометой Галлея.

Элементы орбиты:

$\omega=111^\circ,7$		$e=0{,}9673$	$p=1{,}1552$
$\Omega=57^\circ,8$	1950,0		$\operatorname{tg} i=0{,}3211$
$i=162^\circ,2$		$q=0{,}5872$	$\cos i=0{,}9521$

1. Для сближения в восходящем узле:

$v'=$	-80°	-82°	-84°	-86°	-88°	-90°
$\cos v'=$	0,1736	0,1392	0,1045	0,0698	0,0349	0
$e\cos v'=$	0,1679	0,1346	0,1011	0,0675	0,0338	0
$r'=$	0,9891	1,0182	1,0491	1,0821	1,1174	1,1552
$v'+\omega'=$	31°,7	29°,7	27°,7	25°,7	23°,7	21°,7
$\operatorname{tg}(v'+\omega')=$	0,6176	0,5704	0,5250	0,4813	0,4390	0,3979
$\operatorname{tg}(\pi-\Omega+v)=$	0,5880	0,5431	0,4999	0,4582	0,4180	0,3788
$\pi-\Omega+v=$	30°.5	28°,5	26°,6	24°,6	22°,7	20°,7
$\sin(\pi-\Omega+v)=$	0,5075	0,4772	0,4478	0,4163	0,3859	0,3535
$\operatorname{tg}\psi=$	0,1630	0,1532	0,1438	0,1337	0,1239	0,1135
$\frac{\psi}{2}=$	4°,6	4°,4	4°,1	3°,8	3°,5	3°,2
$\sin\frac{\psi}{2}=$	0,0802	0,0767	0,0715	0,0663	0,0610	0,0558
$\sin^2\frac{\psi}{2}=$	0,00643	0,00588	0,00511	0,00440	0,00372	0.00311
$4\sin^2\frac{\psi}{2}=$	0,0257	0,0235	0,0204	0,0176	0,0149	0,0124
$\odot=$	207°,3	209°,3	211°,2	213°,2	215°,1	217°,1
$r=$	0,9954	0,9949	0,9943	0,9938	0,9932	0,9927
$(r-r')^2=$	0,0000	0,0005	0,0030	0,0078	0,0154	0,0264
$4rr'\sin^2\frac{\psi}{2}=$	0,0253	0,0238	0,0218	0,0189	0,0169	0,0148
$\Delta^2=$	0,0253	0,0243	0,0248	0,0267	0,0318	0,0406
$\Delta=$	0,1591	0,1559	0,1575	0,1634	0,1783	0,2015
Окт.	21,3	23,3	25,2	27,2	29,1	31,1

Интерполированием получаем для октября 24,1 минимальное расстояние $\Delta=0{,}1556$.

2. Для нисходящего узла по такой же вычислительной схеме получаем для 8 мая, кратчайшее расстояние $\Delta=0{,}0630$.

Для интервала в два дня этот метод даст ошибку в худшем случае—порядка 0,0006 а.е., которая полностью лежит в пределах необходимой точности. Больше того, при вычислении каталога теоретических радиантов допускаются значительно большие ошибки. Поэтому мы аналитические вычисления заменили графическими.

Для определения углов v и ψ были построены специальные номограммы. Для нахождения геоцентрического расстояния Δ по углу ψ был построен большого масштаба чертеж, с которого можно было снимать Δ с точностью до 0,0005 а. е.

При помощи изложенного выше графо-аналитического способа были выделены кометные орбиты, с которыми Земля сближается на расстояние $\Delta < 0{,}3$ а. е. и составлен список их. Были вычислены теоретические радианты этих комет для

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

эпохи максимального сближения. Для некоторых из них, кроме того, вычислены радианты, которые соответствуют положению Земли в узле кометной орбиты.

§ 5. Вычисление видимого радианта

Значительно проще выполняется вычисление радианта по известным элементам орбиты и по эпохе сближения. В дальнейшем мы неоднократно будем ссылаться на уравнения, связывающие элементы орбиты с координатами видимого радианта. Поэтому имеет смысл изложить здесь достаточно элементарный вывод этих уравнений (5).

Выберем систему координат $XOYZ$ так, чтобы ось X была направлена в узел кометной орбиты (или в более общем случае, в точку земной орбиты, минимально отстоящую от орбиты кометы). Ось Y направлена в точку, отстоящую от узла на 90°, ось Z—в полюс эклиптики. Начало координат помещено в центре Солнца.

Если x, y и z — координаты метеора в узле, тогда в момент встречи имеем:

$$\begin{aligned} x &= \pm \dot{r}, \\ y &= \pm r\dot{\vartheta}\cos i, \\ z &= \pm r\dot{\vartheta}\sin i. \end{aligned} \tag{5,1}$$

Верхний знак соответствует встрече в восходящем узле, нижний знак — встрече в нисходящем узле. $\dot{x}$, $\dot{y}$, $\dot{z}$, $\dot{r}$, $\dot{\vartheta}$ — компоненты гелиоцентрической скорости метеорного тела. Используя закон площадей

$$r^2\dot{\vartheta} = \kappa\sqrt{p},$$

легко можно получить

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \pm \frac{\kappa}{\sqrt{p}} e\sin\vartheta, \\ \dot{y} &= \pm \frac{\kappa\sqrt{p}}{r}\cos i, \\ \dot{z} &= \pm \frac{\kappa\sqrt{p}}{r}\sin i. \end{aligned} \tag{5,2}$$

Гелиоцентрическая скорость Земли в момент встречи определяется компонентами

$$\begin{aligned} \dot{X} &= \pm \frac{\kappa e'\sin(\Omega-\pi')}{\sqrt{a'(1-e'^2)}}, \\ \dot{Y} &= \pm \frac{\kappa\sqrt{a'(1-e'^2)}}{r}, \\ \dot{Z} &= 0. \end{aligned} \tag{5,3}$$

Обозначая абсолютную величину геоцентрической скорости метеорного тела через u, эклиптикальные геоцентрические координаты радианта через l и β, имеем

$$\begin{aligned} \dot{x} - \dot{X} &= -u\cos\beta\cos(l-\Omega) = \pm\frac{\kappa}{\sqrt{p}} e\sin\vartheta \mp \frac{\kappa e'\sin(\Omega-\pi')}{\sqrt{a'(1-e'^2)}}, \\ \dot{y} - \dot{Y} &= -u\cos\beta\sin(l-\Omega) = \pm\frac{\kappa\sqrt{p}}{r}\cos i \mp \frac{\kappa\sqrt{a'(1-e'^2)}}{r}, \\ \dot{z} - \dot{Z} &= -u\sin\beta = \pm\frac{\kappa\sqrt{p}}{r}\sin i. \end{aligned}$$

Так как встреча происходит в узлах, получаем окончательно:

$$\begin{aligned} A &\equiv \frac{u}{\kappa}\cos\beta\cos(l-\Omega) = \frac{e\sin\omega}{\sqrt{p}} \pm \frac{e'\sin(\Omega-\pi')}{\sqrt{a'(1-e'^2)}}, \\ B &\equiv \frac{u}{\kappa}\cos\beta\sin(l-\Omega) = \mp\frac{\sqrt{p}}{r}\cos i \pm \frac{\sqrt{a'(1-e'^2)}}{r}, \\ C &\equiv \frac{u}{\kappa}\sin\beta = \mp\frac{\sqrt{p}}{r}\sin i. \end{aligned} \tag{5,4}$$

Если пренебречь эксцентриситетом земной орбиты, можно получить:

$$\begin{aligned} A &\equiv \frac{u}{\kappa}\cos\beta\cos(l-\Omega) = \frac{e\sin\omega}{\sqrt{p}}, \\ B &\equiv \frac{u}{\kappa}\cos\beta\sin(l-\Omega) = \mp(\sqrt{p}\cos i - 1), \\ C &\equiv \frac{u}{\kappa}\sin\beta = \mp\sqrt{p}\sin i. \end{aligned} \tag{5,5}$$

Теоретические радианты каталога были вычислены по этим приближенным формулам. Относительная скорость и координаты радианта должны быть выправлены за счет возмущения движения метеорного тела Землей, за счет суточной аберрации и сопротивления воздуха.

Для общего каталога вводить такого рода исправления не имело смысла. Назначение каталога — выявление связи комет с метеорными потоками. В том случае, когда по каталогу такая связь выявлена, дальнейшими подробными исследованиями можно уточнить характер родства потока и кометы.

Вычисления по формулам (5,5) производились по следующей схеме:

1. По известным элементам орбиты и по времени сближения вычислялись правые части уравнений A, B и C.

2. При помощи специально построенного чертежа определялись графически эклиптикальные координаты l и β видимого радианта.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

3. При помощи графика Клейбера (или сетки Каврайского) производилось преобразование эклиптикальных координат в экваториальные.

§ 6. Описание номограмм и графиков

Так как большой точности вычислений не требовалось, целый ряд численных операций можно было заменить графическими. Это позволило упростить вычисления и ускорить получение окончательного результата.

Для решения уравнения (4, 8) была построена номограмма. Строение этой номограммы легко представить себе, если вспомнить вид уравнения:

$$\operatorname{tg}\psi = \sin(\pi - \Omega + v)\operatorname{tg} i.$$

Номограмма построена по принципу параллельных функциональных шкал. На трех шкалах нанесены значения углов $\pi - \Omega + v$, i и ψ. Следует отметить, что строить заново каждую шкалу нет необходимости; их можно скопировать с обычной логарифмической шкалы в соответствующем масштабе.

Изыскание наиболее рациональных графических способов решения основных уравнений (5,5) заставило нас сосредоточить свое внимание на известном типе вычислительных сеток. Имеется ввиду вычислительная сетка, состоящая из сочетания сети полярных и декартовых координат (прямоугольных координат). Для проводимых нами вычислений был построен в достаточно большом масштабе график, с которого можно было значения прямоугольных координат снимать с точностью до третьей значащей цифры и углы—с точностью 0,5 градуса. Координатная сетка (будем в дальнейшем так ее называть) позволяет легко решать ряд задач. Остановимся на некоторых из них.

А. Решение уравнения (4,8):

$$\operatorname{tg}\psi = \sin(\pi - \Omega + v)\operatorname{tg} i,$$

которое можно записать в виде:

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{\sin(\pi - \Omega + v)}{\operatorname{ctg} i}$$

может быть проведено по схеме, указанной на рисунке 3.

Здесь ордината точки M есть синус угла $\pi - \Omega + v = \alpha$. Длина касательной, проведенной в точке A круга единичного радиуса и упирающейся в сторону угла i, равна котангенсу угла i. Отрезки ON и AB пропорциональны соответственно синусу и косинусу угла ψ и, следовательно, на

пересечении прямоугольных координатных линий ON и AB будет получен полярный вектор угла ψ.

Пример. Угол $\pi - \Omega + v = 30°$, а наклонность орбиты—10°. Требуется найти угол ψ. При помощи вычислительной сетки по схеме, изображенной на рисунке 3 непосредственно находим $\psi = 5°$.

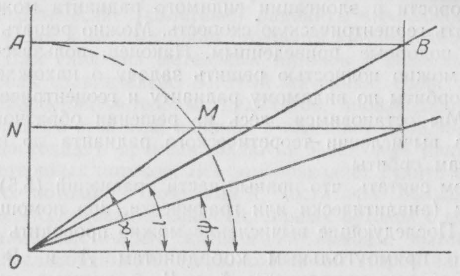


Рис. 3

Б. Преобразование координат

Координатная сетка позволяет быстро и легко преобразовать прямоугольные координаты в полярные и обратно. Ответ получается непосредственно, без промежуточных операций.

Несколько сложнее производится преобразование прямоугольных координат одной системы в прямоугольные координаты системы, повернутой относительно первой на некоторый произвольный угол.

Задача решается при помощи сетки и палетки. Палетка представляет собой кусок кальки, на которую нанесены начало координат и направления координатных осей.

Пусть необходимо получить экваториальные координаты точки, эклиптикальные координаты которой l и β. Эта задача может быть решена по следующей схеме:

1. Преобразуем полярные координаты $r = l$ и β в прямоугольные A_0 и C.

2. По полярным координатам $r = A_0$ и l находим прямоугольные координаты A и B.

3. По прямоугольным координатам B и C в системе XOY ищем прямоугольные координаты в системе, повернутой относительно первой на угол ε. Для этого на палетке отложим точку с координатами B и C в старой системе, повернем палетку на угол 23,5 градуса по часовой стрелке и сквозь нее отсчитаем новые прямоугольные координаты B' и C'.

4. По прямоугольным координатам A и B' найдем полярные координаты $r = A'_0$ и α.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

5. По прямоугольным координатам A_0' и C' найдем полярные $r=1$ и δ. Равенство $r=1$ есть контроль правильности и точности промежуточных вычислений.

По несколько более сложной схеме производится вычисление прямоугольных составляющих вектора скорости A, B и C. При помощи сетки и циркуля по известным гелиоцентрической скорости и элонгации видимого радианта можно легко вычислять геоцентрическую скорость. Можно решать и другие задачи, подобные приведенным. Наконец, пользуясь только сеткой, можно полностью решить задачу о нахождении элементов орбиты по видимому радианту и геоцентрической скорости. Мы остановимся здесь на решении обратной задачи, т. е. на вычислении теоретического радианта по известным элементам орбиты.

Будем считать, что правые части уравнений (5,5) уже вычислены (аналитически или графически, при помощи той же сетки). Последующие вычисления можно проводить по схеме:

1. По прямоугольным координатам A и B находим прямоугольные координаты A_1 и B_0 в системе, повернутой на угол Ω относительно первой системы координат (см. пункт 3 в разделе *Б*).

2. По прямоугольным координатам B_0 и C находим прямоугольные B_1 и C_1 в системе, повернутой на угол 23,5 градуса относительно первой.

3. По прямоугольным координатам A_1 и B_1 находим полярные B_{00} и α.

4. По прямоугольным координатам B_{00} и C_1 находим $r=\frac{v_g}{v_l}$ и δ.

Для вычисления геоцентрических расстояний в момент сближения по формуле (4,1) нами была построена часть координатной сетки в большом масштабе. При помощи этого чертежа можно было отсчитывать геоцетрическое расстояние с точностью до третьего десятичного знака (т. е. с точностью, равной 0,001 а. е.). Пользование этим графиком настолько просто, что оно не нуждается в объяснении.

Данное исследование было начато мною в Ашхабадской астрофизической лаборатории по ее плану, и закончено в Одесской астрономической обсерватории.

Приношу глубокую благодарность И. С. Астаповичу за предложенную мне тему и ценные советы при выполнении работы.

Глава II. Каталог кометных и метеорных радиантов

Настоящий каталог кометных и метеорных радиантов преследует две основные цели.

Во-первых, каталог кометных и метеорных радиантов позволяет выявить связь между метеорными потоками и кометами. Теоретические (кометные) радианты вычислены для большого числа кометных орбит, точность которых достаточно велика. Для сличения метеорных потоков с кометами был использован сравнительно богатый материал; были использованы наблюдения метеорных радиантов, производившиеся в течение целого столетия, начиная с середины прошлого столетия и до настоящего времени, включая некоторые радионаблюдения метеорных потоков. Все это позволяет судить о связи метеорных потоков с кометами с достаточно большой уверенностью. Исследование связи метеорных потоков с кометами на основании настоящего каталога и выводы, вытекающие из этого исследования, будут изложены во второй части работы.

Во-вторых, каталог кометных радиантов позволит как специалисту, так и любителю поставить широкую программу наблюдений метеорных радиантов с целью выяснения действия кометных радиантов. Пожалуй, только проведение широкой программы наблюдений позволит решить окончательно вопрос о связи метеорных потоков с кометами. Только осуществление такой программы позволит выяснить род этой связи, т. е. является ли эта связь прямой или более сложной. Следует особо подчеркнуть, что радио наблюдения радиантов и скоростей метеоров должны сыграть в этой программе особо важную роль. Радионаблюдения (радарные наблюдения) позволяют «наблюдать» за радиантом непрерывно в любое время суток и в любую погоду. Эти непрерывные наблюдения, дающие радиант и скорость метеоров, позволят полностью выяснить связь между отдельными метеорами потока, между потоком и кометой, позволят выяснить характер возмущений, которым подвергается поток.

Для удобства пользования каталогом кометные радианты расположены в нем в порядке возрастания эпохи радианта в течение года.

В столбце 1 даны порядковые номера радианта и кометы. В столбце 2 даны обозначения кометы. В столбце 3 дан аргумент перигелия, отсчитываемый от узла и в плоскости орбиты — ω. Долгота перигелия позволяет судить о возможности вторичного сближения Земли с орбитой кометы (потока), вероятность которого имеет место при долготе перигелия, близкой к 90 или 270 градусам.

В столбце 4 дана долгота узла. В столбце 5 дана наклонность орбиты. Наклонность позволяет судить о свойствах воз-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

можного потока: малая наклонность (i—близко к 0 или 180 градусам) говорит о том, что поток встречает Землю в течение длительного промежутка времени; иногда возможно образование «стационарного» радианта. Для комет вышеуказанные элементы даны для эпохи прохождения через перигелий.

В столбце 6 дано перигелийное расстояние — q. В столбце 7 дан эксцентриситет орбиты — e. Малое перигелийное расстояние и эксцентриситет, сильно отличающийся от единицы, позволяют судить о возможности образования потока, о величине возмущений.

В столбце 8 дано расстояние между Землей и орбитой кометы в момент сближения для узла или для наибольшего сближения (в аппульсе). В столбцах 9 и 10 даны числа, характеризующие уверенность потока и вероятность связи потока с кометой. Степени достоверности W_1 и W_2 даются в пятибальной системе: 0- означает отсутствие потока и, конечно, связи; 5 означает наличие уверенного, многократно подтвердившегося наблюдениями потока, и $W_2=5$ означает достоверную связь потока с кометой. «?»—означает близость радианта к Солнцу.

В 11 столбце даны годы наблюдений потока. В столбцах 12 и 13 даны месяц и число, для которых вычислен теоретический радиант и в которые наблюдался метеорный поток.

Символы «(» и «)» соответственно означают, что радианты могут наблюдаться до или после указанной даты.

В столбцах 14 и 15 приведены прямое восхождение и склонение радианта. Эти величины даны для различных эпох, что не отражается на возможности сличения, так как метеорные радианты также вычислены различными наблюдателями для различных эпох.

В столбце 16 дана относительная скорость гипотетического кометного потока (орбитальная скорость Земли принята за единицу). Для метеорных потоков дана либо скорость, либо величина, ее характеризующая: *М*—малая скорость, *У*—умеренная скорость, *Б* — большая скорость и *ОБ* — очень большая скорость. Малая относительная скорость означает большое влияние зенитного притяжения, которое делает радиант разбросанным на большой площади.

Зенитное притяжение может привести к тому, что для некоторых скудных метеорными телами потоков очень трудно будет по наблюдениям построить единый радиант.

Кроме скорости в столбце 16 после знака «;» для некоторых потоков указано число метеоров послуживших основанием для вывода наблюдателем радианта. (Б — означает болид, стац. — стационарный метеор).

В столбце 17 дана долгота Солнца в момент сближения Земли с кометной орбитой, для которого вычислен радиант. Долгота Солнца позволяет отождествлять радианты различных эпох.

В столбце 18 дана ссылка на литературу. Основные сокращения означают:

АК — И. С. Астапович, Каталог фундаментальный.
М — В. А. Мальцев, Главнейшие радианты метеорных потоков (7),
АП — Каталог метеорных радиантов по наблюдениям И. С. Астаповича и вычисленный Е. М. Проскуриной (11),
AMS — радианты Американского Метеорного Общества (29, 30, 31, 32),
РОЛМ — радианты Русского Общества Любителей Мироведения,
МК — радианты Московского карточного каталога,
БКН — Бюллетень коллектива наблюдателей,
ГД — Общий каталог Деннинга (24),
ДК — Метеорный календарь Деннинга (40),
Д — Разрозненые наблюдения Деннинга,
МПЮП — Метеорные потоки южного полушария. Сводка И. С. Астаповича (12),
НЗ — Ново-Зеландские наблюдения (70, 71, 72),
Д,К,— Наблюдения В. Деннига (Д-1) и орбиты И. А. Клейбера (17),
СЦ — Орбиты Д. Скиапарелли по наблюдениям Цециоли (37),
Сыт. — Орбиты и радианты Н. Н. Сытинской (10),
Н+Г—каталог ярких метеоров (болидов) Ф. Ниссля с дополнением К. Гоффмейстера (39),
MN 95 — Сводный каталог Южных радиантов Макинтоша,
Г — радианты К. Гоффмейстера (56),

Другие обозначения очевидны. Подробности можно найти в списке литературе.

В примечаниях в левой части таблицы для каждой кометы даны некоторые дополнительные сведения о комете и потоке:

1) номер кометы по каталогу Ямамото,
2) период обращения кометы,
3) блеск кометы (абсолютная яркость),
4) другие примечания о свойствах кометы и потока, о возмущениях и т. д.

Первая (иногда и вторая) строки содержат данные для комет и гипотетических потоков. Следующие строки, отделенные интервалом, содержат данные о наблюденных метеорных радиантах.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

№№ п. п.	Комета	ω	Ω	i	q	e	Δ	W_1	W_2	Г.	М.	Ч.	α	δ	$\frac{V_g}{V_i}$; n	⊙	Источник
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1920 III	340,9	107,8	22,1	1,1487	1	0,184	0	0	—	XII	31	24°	—51°	0,71	278,4	
							0,198	—	—	—	I	9	18	—50	0,73	288,2	
	С. 418	$m = 11{,}0$															
2	1871 I	222,5	279,3	87,6	0,6543	0,99781	—0,23	4	4	—	I	1	184,5	+49,5	1,59	280,4	
	С. 258	$P = 5200$ лет. Наблюдалась невооруженным глазом. Возмущения Юпитера чувствительны.								1866	XI-XII	—	180	+53	—	—	ГД, 140,5
										1935	XII	24,7	186,5	+41,5	—	—	МК, 1555
		243,0	277,2	92,8	0,716	1	—	—	—	1886	XII	28	177	+49	;5	277	Д, К, 909
		210,6	281,3	92,8	0,603	1	—	—	—	1905	I	1,8	199,4	+47,6	—	—	AMS, 1
3	770	86,8	88,9	120,5	0,603	1	0,110	2	1	—	I	2	152,1	—18,4	2,03	281,4	
	С. 10	Очень яркая комета. Земля вторично сближается с орбитой кометы в июле.								1866	I	11	158	—8	—	—	ГД, 114,2
										1927	I	10,3	155,0	—25,0	;7	—	НЗ, 129
4	1664	310,6	81,3	158,7	1,0255	1	0,169	2	3	—	I	5	192	—25	2,4	284	
							0,258			—	XII	18	180	—14		265,3	
	С. 51	Очень яркая комета. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.								1932	I	13,6	182,5	—20,3	;4	—	НЗ, 608
										1892	I	—	175	—17	Б;5	—	ГД, 132,1
5	1888 III	59,2	101,5	74,2	0,9022	0,99991	+0,210	0	0	—	I	3	127	—38	1,56	282,3	
	С. 313	$P = 8760$ лет. $m = 7{,}4$															
6	1792 II	147,3	283,3	131,0	0,9663	1	+0,066	4	4	—	I	6	214,5	+16,5	2,16	285,5	
	С. 117	Наблюдалась невооруженным глазом.								1892	I	—	210	+19	Б; 5	—	ГД, 161,2
		147,2	291,7	132,4	0,906	1	—	—	—	1886	I	4—11	220	+13	ОБ; 7	291,5	Д, К, 16
										1895	I	4—11	200	+12	;4	—	ГД 154,1
										1903	I	3—27	220	+13	Б; 5	—	MN, 84
										—	I	14--20	210	+18	Б,ОБ;10	—	АК, 502
		192,6	295,6	137,1	0,970	1	—	—	—	1877	I	14	209	+15	ОБ; 5	—	Д, К, 208
										1935	I	12,8	220	+13	; 5	—	МК, 141
7	1939 I	169,0	288,8	63,5	0,7165	0,99487	—0,260	5	4	—	I	10	242	+46	1,18	285,5	MN, 107
		$m = 9{,}2$															
		Комета Козика-Пельтье, период обращения большой. Связь потока Квадрантид с кометой весьма вероятна.								—	I	13	230	+52	; 8	—	ДК
										и другие							
8	1787	99,1	106,9	131,7	0,3489	1	—0,152	3,5	4	—	I	10	156	—10	2,06	289	—
	С. 110									1866	I	11	158	—8	46; Б.	—	ГД, 114,2
										XIX,3/4	I	3—11	150	—8	74;	—	АК, 395
										1936	I	1—11	157,5	—8	—	—	MN, 95
										1928	I	17,52	160,0	—8,0	; 4	—	НЗ, 2
										1929	I	19,62	162,1	—13,7	; 5	—	НЗ, 210
										1918	I	12	154	—10	; 8	—	ДК
9	1770 II	260,3	108,7	148,6	0,5282	1	0,027	0,5	0,5	—	I	12	220	—30,5	2,12	291,2	—
		—	—	—	—	—	0,115	—	—	—	I	23	232	—34	—	302	—
	С. 94	Вторично сближается с орбитой Земли около 14—20 июля.								1869	I 21—II 23		2,18	—37	; 8		ГД, 165,1

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	1490	129,9	288,7	51,6	0,738	1	—0,077	?	?	—	I	16	273	+32	1,15	295,2	
	С. 33	Орбита пересекает пояс астероидов, заря препятствует наблюдениям соответствующего потока.															
11	1533	278,3	299,3	28,2	0,3269	1	0,080	5	5	—	I	17	138	+ 35	1,22	296,1	—
	С. 38	Яркая комета.								XIX, 3	I,	19—II, I	132	+ 30	55;6	—	АК, 359
		266,6	295,6	26	0,521	1	—	—	—	1877	I	14	130	+ 44	; Б	—	Д, К, 18
		263,2	306	12,5	0,551	1	—	—	—	1887-9	I	25	131	+ 32	Б; 4	—	Д, К, 31
										1918	I	7	132	+ 34	; 9	—	ДК
										1877—							
										—1903	I	17—25	143	+ 38	Б; 9	—	MN, 74
										1866	I	6	134	+ 37	52; Б	—	Н+Г, 4а
										1877	I	19	135	+27+6	56; Б	—	Н+Г, 26а
										1898	I	21	130	+ 30	54; Б	—	Н+Г, 28
										—	—	—	134	+ 32	—	289	Г, 223
										—	—	—	141	+37	—	305	Г, 228
12	1299	103,8	107,1	111,0	0,318	1	—0,149	4	4	—	I	17	155,3	—14,3	1,92	296,2	—
	С. 20	Элементы и радиант близки к элементам и радианту С. 110, 1787 Вероятность связи комет и потока велики.															
13	1863 I	74,4	116,9	85,4	0,7948	1,00007	+0,268	2	2	—	I	19	150	—37,5	1,72	298,1	—
	С. 237	$m = 8{,}4$. Поток уверенный. Кроме приведенных радиантов имеются близкие радианты из наблюдений Гоффмейстера.								—	I	—	145	—40	—	—	ГД, 113,1
										1929	I	20,6	144,0	—42,0	; 4	—	НЗ, 213
										—	I	10	155	—25	—	—	MN, 95
										—	I	25	149,5	—24,5	—	—	MN, 95
14	1840 I	72,2	120,0	53,1	0,6184	0,99991	—0,037	0,5	1	—	) I	22	129	—27,5	1,29	301,5	—
	С. 169	Наблюдалась невооруженным глазом, орбита пересекает пояс астероидов.								1929	I	15,6	120	—29	; 6	—	НЗ, 206
15	1759 III	301,4	79,8	175,1	0,9658	1	0,052	4	4	—	I	21	202	—13	2,4	300	—
							0,286	—	—	—	XII	12	175	— 1	2,47	262,5	—
											XII	—	182	— 2	—	—	ГД, 136,4
	С. 86	Наблюдалась невооруженным глазом; орбита сближается с поясом астероидов и Юпитером, возмущения велики.								1872	I	1—15	168	+ 3	; 5	—	ГД, 127,1
										1870	I	5—11	210	— 6	; 6	—	ГД, 158,1
										1896	I	10—27	200	— 5	; 9	—	,2
		196,1	303,7	174,4	0,966	1	—	—	—	1877—							
										—1878	I	14—25	208	— 8	Б; 5	303,3	Д, К, 30
										1869	I,	21—II, 23	210	—10	; 10	—	ГД, 158,4
										—	I	10—14	204	— 6,5	—	—	MN, 95
16	1672	109,6	298,1	82,9	0,6955	1	0,058	0,5	1	—	) I	23	257	+ 21,5	1,68	302	—
	С. 54	Яркая комета.															
		119,4	295,6	85,8	0,733	1	—	—	—	1877	I	14—17	250	+ 25	Б; 10	295,4	Д,К, 22
17	1913 I	279,3	302,9	80,4	0,407	1	—0,011	4	4	—	I	24	187,3	+ 22,2	2,0	303	—
	С. 396	Радиант Пермского каталога: 24 января $\alpha = 178°$ $\delta = +37°{,}5$ при наклонности орбиты 120 градусов.								1905	—	—	183	+ 23	; 4	307	Г
										1908	—	—	193	+ 15	; 3	309	Г
										1887	I	11—25	182	+ 26	Б; 5	—	АК, 454
										—	I	24	176	+ 15	—	—	МК, 2600
										1920	I	25	180	+ 16	; Стац.	—	Д.
										1887	I	25	180	+ 24	; Стац.	—	Д.

НАУЧНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ОНУ имени И. И. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
18	1402	91	117	55	0,38	1	−0,210	1	1	—	I	25	183°	−52	1,96	304,7	—
	С. 26	Очень яркая комета. Видна была днем даже вблизи Солнца. Орбита вторично сближается с орбитой Земли 30 июля.								1932	II	3,52	189	−48,5	; 3/4	—	НЗ, 613
19	1863 V	115,7	304,7	64,5	0,7715	1	+0,091	?	?	—	I	26	271	+ 29	1,92	305,9	—
	С. 133	Вероятна связь с кометой Понса 1810. Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита пересекает пояс астероидов.								1863	II	7	265	+ 28	40; Б	—	ГД, 205,1
20	1943 V	51,0	86,7	12,0	1,1941	0,7053	0,265	0,5	1	—	I	27	50	−20	0,51	306	—
		Период обращения = 8,16 года, блеск = 12,2. Орбита пересекает пояс астероидов.								1931	II	8—9	53,0	−20,0	; 4/5	—	НЗ, 215
21	1940 III	329,8	127,3	133,1	1,0637	1,00345	0,156	1	1	—	I	28	213	−43	2,31	307,3	—
		Блеск = 10,9.								1932	II	3,52	203,5	−37,5	; 5	—	НЗ, 614
										1935	II	1—3	206,0	−44,0	; 8	—	НЗ, 852
22	1894 I	46,2	84,4	5,5	1,1472	0,69833	0,176	0	0	—	II	1	46	− 2	0,41	310,8	—
	С. 338	Период обращения = 9,39 года, блеск = 10,2; пересекает пояс астероидов.															

23	1718	6,3	127,9	148,9	1,0254	1	0,029	3	3	—	II	1	209	−31,5	2,2	311.2	—
	С. 69	Наблюдалась невооруженным глазом.								1869	I, 21—II, 23		209	−27	; 10	—	ГД, 156,1
										1932	II	3.52	203,5	−37,5	; 5	—	НЗ, 614
										1932	II	3,52	209,0	−31,0	; 4	—	НЗ, 615
24	1939 III	89,2	311,4	138,1	0,5283	0,9986	0,086	2	1		II	1	252	− 4	2,15	311,4	—
		Период обращения около 770 лет, блеск = 7,1. Орбита вторично сближается с орбитой Земли 4 августа.								XIX	II	3—15	245	+ 2	Б; 13	—	ГД, 200,1
		118,9	328,0	127,4	0,981	1	—	—	—	1869	I,21—II,23		261	+ 4	—	327,3	Д,К, 39
										1869	II	13	260	0	—	—	ГД, 200
25	1933 I	136,0	311,5	86,7	1,0006	1	0,179	2	3	—	II	1	257	+ 29	1,74	311,7	—
	С. 459				Блеск = 10,2.												
		119,4	295,6	85,8	0,733	1	—	—	—	1877	I	14—17	250	+ 25	Б; 10	295,4	ГД, 194,1
										1863	II	7	265	+ 28	40; Б	—	Н+Г, 466
										1904	II	8	256	+ 32	; Б	—	Н+Г, 47
26	1869 II	188,2	311,5	111,7	1,2308	1	0,251	5	5	—	II	2	230	+ 26,5	1,9	312,6	—
	С. 253				Блеск = 5,1.												
										1868 69	I	21—28	232	+ 25	; 40	—	АК, 537
										XIX	II	7—13	229	+ 29	; 5	—	АК, 538
		196	309	106	0,981	1	—	—	—	1868	I	28	236	+ 25	; 25	—	ГД, 175,3
										1869	I, 21—II, 23		228	+ 29	; 11	—	ГД, 175,1
										1868	I	28	233	+ 22	; 15	—	ГД, 175,2
										1892	I		233	+ 32	Б; 5	—	ГД, 176,1
		208	298	91	0,750	1	—	—	—	1869	I	18	232	+ 36	; 21	—	СЦ, 8
											I	28—29	233	+ 34	—	—	ГД, 176,1

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		158	311	109	0,964	1	—	—	—	1868	I	30	225	+ 34	; 15	—	СЦ, 22
		148	312	108	0,924	1	—	—	—	1868	I	31	222	+ 28	; 14	—	СЦ, 24
										1870	II	3—10	237	+ 20	; 8	—	ГД, 182,1
											I	13—18	232	+ 33	—	—	М, 6
										XIX	I	18—30	231	+ 34	Б; 36	—	АК, 543
											I	30	228	+ 33	—	—	ДК
27	1833	260,9	323,5	7,3	0,4643	1	+0,028	5	4	—	II	3	139	+ 22	1,04	313,1	—
							−0,158	—	—	—	II	15	150	+ 19	1,04	325,1	—

С. 166 Орбита кометы вторично сближается с орбитой Земли около 15—19 августа.

Радианты К. Гоффмейстра

⊙	α	δ	n	№	Год	Эпоха
301°	129°	+ 14°	14	728	1915	I —21
301	139	+ 18	3	2049	1934	I —21
303	135	+ 24	25	662	1914	I —23
304	131	+ 32	3	2053	1934	I —24
306	130	+ 22	4	1169	1922	I —26
315	134	+ 15	19	663	1914	II — 3
316	149	+ 11	7	1808	1932	II — 5
316	145	+ 22	4	2057	1934	II — 4
317	155	+ 16	4	1812	1932	II — 7
318	150	+ 14	2	2906	1930	II — 6
319	133	+ 20	6	2368	1935	II — 8
319	158	+ 27	3	2369	1935	II — 8
321	155	+ 19	2	1815	1932	II —10
330	149	+ 18	3	2918	1930	II —18

										XIX	I, 19—II, 1	132	+ 30	56; 6	—	АК, 359
										1869-89	II 3—9	153	+ 21	; 20	—	АК, 402
										1897	I 23—24	126	+ 19	Б; 17	—	ГД, 100,3
										1872	II, 1—III, 12	129	+ 22	; 19	—	ГД, 100,4
											II 13	133	+ 26	—	—	СЦ, 32
										1869	II 3	153	+ 21	; 11	—	ГД, 117,1
										1880	II 8,9	155	+ 20	; 3	—	ГД, 117,2
										1880	II	152	+ 22	; 8	—	ГД, 117,3
											II, I— , 12	158	+ 28	; 21	—	ГД, 121,2
											II 12	130	+ 21	; 6	—	ДК
											II 22	155	+ 14	; 9	—	ДК
										1917	I 23,3	142,5	+ 22,5	; 3	—	AMS, 855
										1879	I 28	142	+ 14	—	—	Н+Г, 38
28	1240	331,3	124,5	75,4	0,668	1	−0,274	0,5	?	—	II	4	232,5	— 75,2	1,39	314,4	—
	С. 18	Яркая комета. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна.								1929	II	10,65	219,9	— 67,0	; 3	—	НЗ, 219
29	1857 I	121,6	313,1	87,9	0,7725	1	+0,028	2	3	—	II	4	261	+23,5	1,7	314,6	
	С. 217	Блеск=7,1, орбита кометы пересекает пояс астероидов								1863	II	7	265	+28	40; Б		ГД, 205,1
										1904	II	8	256	+32	;Болид		Н+Г, 47
30	1947 *m*	225,7	314,6	111,4	0,7435	1	−0,110	2	3		I	4	216	+25	1,98	314,6	
		Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.								1867-9	I, 31—II, 1	218	+29	; 14			АК, 518
		242	317	115	0,735	1					II	5	212	+22			СЦ, 27
		228	313	108	0,835	1					II	1	215	+30			СЦ, 25
		212	312	108	0,924	1				1868	I	31	221	+28			СЦ, 24
31	1887 III	36,5	135,5	139,8	1,0065	1,00042	+0,130	5	4		) II	6	202,5	−34,5	2,2	316,3	
		Блеск=10,9. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна.								1869	I, 21—II, 23	209	−27	; 10	—		ГД, 156,1
										1870	II 3—10	198	−22?	—	—		ГД, 156,2
	С. 310									1929	II 10,65	206,5	−43,4	; 5	—		НЗ, 218
										1929	II 13,66	205,5	−42,2	; 6	—		НЗ, 222
										1932	II 3,52	203,5	−37,5	; 5	—		НЗ, 614
										1932	II 3,52	209,0	−31,0	; 4	—		НЗ, 615
										1935	II 1—3	206	−44	; 8	—		НЗ, 852
32	1886 IX	86,3	137,4	101,6	0,6633	1,00038	+0,180	3	4		II	6	174	−38	1,88	317	
	С. 307	Наблюдалась невооруженным глазом. Блеск=4,7, хвост—10°									—	—	180	−34	—	307	Г, 314
										1935	I 29,5	167,5	−42,0	; 8	—		НЗ 850
33	1092	30,7	125,7	28,9	0,928	1	+0,012	1	0,5	—	II	7	103	−36,1	0,76	317,7	—
	С. 14	Яркая комета.								1875	II	12	104	−30	11; Б	—	ГД, 85,4
										—	II	—	105	−45	—	—	ГД, 87,1

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
34	1743 I	6,4	86,9	1,9	0,8616	0,72131	0,025	?	?	—	II	8	348	− 5	0,44	318	
	С. 76	Яркая комета. Непрерывное сближение с ноября месяца, сильное влияние возмущающего действия Земли. Радианты скрываются в лучах зари.										(с 12-XI, 24 + 5)					
35	1941 II	132,7	329,0	26,3	0,9419	0,9818	0 097	?	?	—	II	9	326	+41	0,77	320	—
							0,133	—	—	—	II	18	332	+38	0,83	329	—
		Блеск=6. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								1865	II	21	327	+34	16; Б		ГД, 253,1
36	1947 c	182,1	322,3	129,1	0,9618	1	−0,025	2	5	—	II	12	236	+12	2,18	322,3	—
										XIX	II	13—20	236	+12	ОБ;14	—	АК, 548
		198,5	328,0	128,6	0,964	1	—	—	—	1877	II	15	236	+12	ОБ;10	327,3	Д, К, 38
										1869	II	13	237	+13	;4	—	ГД, 177,2
											II	15	236	+11	;7	—	ДК
37	868	277	305	65	0,42	1	−0,030	3	4	—	II	10	185,7	+ 34,7	1,5	320,1	—
		269,9	333	39,2	0,496	1				1877	II	20	181	+ 34	;8	332,3	Д, К, 41
	С. 11	Элементы сомнительные. Вторично орбита кометы сближается с орбитой Земли 14 августа.								XIX	II	3—20	181	+ 34	ОБ;12	—	АК, 445
										1872	II, 1—III, 12		180	+ 36	ОБ;12	—	ГД, 138,4
										1870	II	3—10	180	+ 35	—	—	ГД, 138,5
										—	II	6	187	+ 31	—	—	СЦ, 30
										1869	I		180	+ 27	;5	—	ГД, 141,3
											II	21	181	+ 36	;9	—	ДК
38	1907 IV	294,4	143,0	9,0	0,5122	0,99879	−0,262	?	?	—	II	13	331	−22	0,91	323,6	—
	С. 383	Комета наблюдалась невооруженным глазом. Блеск=4,4. Орбита пересекает пояс астероидов. Заря мешает визуальным наблюдениям соответствующего потока															
39	1806 II	225,3	322,4	145,0	1,0819	1,01018	0,282	1	1	—	II	14	226	+ 6	2,4	324,4	—
	С. 129	198,5	328,0	128,6	0,964	1	—	—	—	1877	II	15	236	+11	ОБ; 10	327,3	Д, К, 38
40	1699	109,5	321,7	109,4	0,7486	1	0,139	2	1	—	II	14	264	+11,5	1,92	325,2	—
	С. 64	Яркая комета. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.								1869	I, 21—II, 23		261	+ 4	Б;8	—	ГД, 200.1
		118,9	328,0	127,4	0,735	1	—	—	—	1877	II	15—20	261	+ 4	Б;4	—	Д, К, 39
41	1860 I	209,8	324.1	79,7	1,1989	1	0,296	3	4	—	II	15	234	+46	1,72	325,3	
		202	329	74	0,964	1	—	—	—	—	II	17	237	+46	—	—	СЦ, 40
		Блеск=7, замечательный пример раздвоения ядра; расстояние между ядрами равнялось примерно 0,0025.								1936	II	18,7	237	+47	—	—	МК,1575
										1924	II	15	227	+50	—	—	АБ, 7,28, 1924
42	1854 IV	129,9	324,5	40,9	0,7986	0,99246	−0,016	?	?	—	II	15	303,5	+37	1,1	325,9	—
	С. 213	Наблюдалась невооруженным глазом, блеск=8,3. Возмущения Юпитера велики. Период обращения=1090 лет.															

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
43	1861 III	331,6	145,1	138,0	0,8390	1	−0,195	0,5	1	—	II	16	237,5	−44	2,18	326,3	—
	С. 233	Блеск=8,8								1936	II	26,5	242,0	−45,3	; 6	—	НЗ, 854
44	1858 IV	398,9	325,0	100,0	0,5443	1	−0,045	1	0,5	—	) II	16	272,5	+11	1,8	326,3	—
	С. 223	Орбита кометы вторично сближается с орбитой Земли 20 августа.								1872	II, I—III,12		288	+12	; 6	—	ГД, 227,1
45	1948 n	183,8	233,0	13,1	0,5577	0,86918	0,225	4	4	—	II	16	156	+27	0,83	327	—
										1869-89	II	3—9	153	+21	; 22	—	АК, 402
										1872-77	II	15	157	+27	Б; 30	—	АК, 411
										1869	II	8—9	155	+20	; 3	—	ГД, 117,2
										1889	II	—	155	+22	; 8	—	ГД, 117,3
										1905	II	11	166	+33	20; Б	—	Н+Г, 52
										1914	II	15	166	+30	; Б	—	MN,76
										1927	II	24	150	+23	—	—	МК, 32
46	1766 II	180,4	71,6	7,8	0,4111	1.8338	0,138	3	3	—	II	16	156	+ 3	0,93	327	—
	С. 91	Период обращения=2090 лет. Яркая комета.								1872	II, I—III, 12		147	+ 4	; 17	—	ГД, 112.6
										—	II	27	165	+ 5	; 7	—	ДК
										1872-79	II	20—26	144	+ 6	У ; 20	—	АК, 392
										1877	II	16	167	+ 5	; 6	—	Д, К, 40
										1920	II	4	144	+ 8	37 ;Б	—	Н+Г, 522
47	574	15,4	128,3	46.5	0,963	1	−0,02	0	0	—	II	17	112	−61	1,03	327,6	—
	С. 9	Яркая комета.															
48	1930 I	323,2	147,6	99,6	1,0708	1	+0,206	1	0,5	—	II	17	246,1	−70,4	1,9	327,9	—
	С. 445	Орбита кометы сближается в орбитой Сатурна.								1929	II	10,65	212,9	−67,0	; 3	—	НЗ, 219
49	1799 II	136,5	326,8	103,0	0,6258	1	−0,263	1	1	—	) II	17	263,5	+15	1,77	328,1	—
		189	328	127,4	0,738	1	—	—	—	1877	II	15	261	+ 4	Б ; 4	327,3	Д,К, 39
	С. 125	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.															
50	1797	279,8	329,3	129,3	0,5266	1	0,280	3	4	—	) II	21	213	+10,5	2,08	331,4	—
	С. 121	Наблюдалась невооруженным глазом во время наибольшего сближения в августе 1797 г. Орбита вторично сближается с орбитой Земли 25 августа.								1869-77	II	13—21	205	+11	Б ; 19	—	АК, 491
										XIX	III	2—3	210	+20	Б; 16	—	АК, 503
										1926	—	—	214	+12	; 3	326	Г, 2067
										1870	III	2—3	209	+18	;10	—	ГД, 161,5
										1869	II	13	205	+ 4	; 4	—	ГД, 154,4
51	1590	307,7	165,6	150,5	0,5677	1	0,289	4	3	—	II	22	263	−24	1,92	332,6	—
							−0.289	—	—	—	III	12	282,5	−37,5	2,15	350,6	—
	С. 45	Наблюдалась невооруженным глазом.									III	13—28	272	−40	—	—	MN, 95
											III	13—28	283,5	−38	—	—	MN, 95
										1928	II	20,6	264,5	−42,2	; Стац	—	НЗ, 6
										1928	II	25,6	274	−45,7	; 3	—	НЗ, 136
										1927	III	6,6	277	−39,0	; 3	—	НЗ, 137
										1929	III	9,6	272,0	−40,0	; 4	—	НЗ, 228
										1929	III	13,7	272,0	−40,0	; 3	—	НЗ, 232

НАУКОВА ДУМКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
52	1905 III	358,2	157,4	40,2	1,1152	0,9750	+0,125	1	2		II	27	83	−59	1,0	338,0	—
	С. 373	Период обращения=1990 лет. Блеск=11,5									II	25—27	72	−63	—	—	MN, 95
53	1845 III	75,8	337,8	131,1	0,4011	0,99991	+0,072	2	2		) I	28	281	−3,5	2,06	339,2	—
		44,3	333,9	150,2	0,144	1	—	—	—	1877	II	20	285	−15	ОБ;	332,2	Д, К, 44
	С. 181	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы сближается с орбитой Венеры.								1870-77	II	10—20	288	−14	ОБ;	—	АК, 690
54	1864 V	178,5	340,9	162,9	1,1146	1,00006	+0,123	4	3	—	III	3	247	−12	2,48	341,1	
											III	3—25	247	− 3	—	—	ГД, 187,1
	С. 246	Блеск=11. „Эта комета как бы испарилась"								1870	III	2—3	236	−13	; 5	—	ГД, 178,1
										1927	III	6,6	237,5	−17,0	; 7	—	НЗ, 138
										1933	III	5,9	239	−18,3	; 4	—	МК. 2780
55	1746	137,0	340,1	9,8	0,8714	1	0,015	?	?	—	III	4	4	+23	0,63	342,9	
	С. 79	Вероятны возмущения Юпитера.								1900	III	11	5,8±1	13,4±1	44 ;	—	Н+Г, 91
56	1907 IV	294,4	143,0	9,0	0,5122	0,99879	0,061	?	?	—	III	8	352	−13	1,00	346,1	—
	С. 383	Блеск=4,4. Встреча с 13 февраля. Заря мешает наблюдениям соответствующего потока.															
57	1826 III	4,7	40,8	174,7	0,1881	1	0,077	2	3	—	III	8	217	−13	2,04	347	—
											III	20—23	216	−11	; 10	—	АК, 514
	С. 157	Вторично сближается с Землей 21 июня. Орбита весьма неточна. Подвергается большим возмущениям.								1896	III	16	215	−18	У; Б	—	ГД, 158,8
										1893-95	III,4—VI,9		213,5	−20	; 7	—	ГД, 166,2
58	1231	121,3	13,5	6,1	0,948	1	0,062	3	4	—	III	13	32	+31	0,5	351,5	—
											II, 1—III,12		28	+35	; 16	—	ГД, 25,1
	С. 17	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита пересекает пояс астероидов.									II,20—III, 1		33	+36	—	—	ГД, 25,2
										1872	III	4	40	+32	42;	—	Н+Г, 83
										1915	III	21	28	+37	30,2	—	Д.
59	1919 III	129,5	310,8	19,2	0,4849	0,9712	0,233	?	?	—	III	15	343	+13	1,04	353,4	—
	С. 193	Период обращения=69 лет. Блеск=9,6.															
60	1893 V	347,5	174,9	129,8	0,8120	0,99650	−0,173	1	1	—	) III	17	271	−52	2,07	355,7	—
	С. 337									1928	III	22,7	286,0	−56,7	; 7	—	НЗ, 11
61	1858 III	25,7	175,1	19,5	1,1492	0,67368	+0,202	0,5	1	—	III	18	110	−29	0,60	356,4	—
							0,188				IV	1	106	−33	0,57	10,9	—
	С. 222	Комета Туттля—Джакобини. Период обращения = = 6,6 года. Блеск=11,3. Орбита сближается с орбитой Сатурна.								1899	III	12	105	−20	; Б	—	Н+Г, 93
62	1683	87,8	173,4	96,8	0,5596	1	+0,083	3	2	—	III	18	208	−49,5	1,80	357,1	—
											III	20—28	217	−45	—	—	MN, 95
	С. 58	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы вторично сближается с орбитой Земли 21 сентября.								1931	III	20,4	219,0	−49,5	; 5/7	—	НЗ, 236
										1931	III	28,5	213,0	−45,0	; 3/4	—	НЗ, 245
63	1862 IV	230,6	355,8	137,5	0,8032	1	−0,012	3	4	—	III	18	249,5	+ 1	2,2	357	—
											III	3—25	247	− 3	—	—	ГД, 187,1
	С. 236	Блеск=6,3 ; Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								1869	III	7—11	246	0	; 13	—	ГД, 187,3
											III		247	+ 1	; 10	—	ГД, 187,4
										1932	III	15,0	252,0	+ 4,7	—	—	МК, 9

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
64	565	70	158	118	0,719	1	0,075	1	1		III	19	263	−11	1,53	357,5	—
		79,5	159,5	121	0,832	1	0,075	1	1		III	20	265	−11	1,50	359,0	—
	С. 7	Элементы приближенные.								1929	III	20,7	272,0	−21,5	;4	—	НЗ, 237
65	1945 c	203,4	358,7	6,5	1,2349	0,5506	0,276	2	3		III	20	118	+44	0,40	358,7	—
		Период обращения=4,6 года. Земля сближается с орбитой кометы длительное время, до 13 апреля.								1872	II, 1—III,12		123	+46	;5	—	ГД, 93,3
										1914-17	III	18—22	110	+53	М;6	—	MN, 84
66	1804	331,9	176,8	56,5	1,0712	1	0,142	0	0		) III	20	45	−71	1,27	358,9	—
	С. 128																
67	1763	88,6	356,4	72,5	0,4983	0,99868	+0,026	?	?		III	20	314	+22	1,5	359	—
	С. 88	Период обращения около 7330 лет, яркая комета. Земля вторично сближается с орбитой кометы 23 сентября.															
68	1743 II	119,0	6,0	134,4	0,5230	1	0,227	1	1	—	III	22	297	+ 1	2,03	0	—
							−0,296	—	—	—	III	30	302	+ 1	2,03	8,9	—
	С. 77	Пересекает пояс астероидов.								1872	III, 31—IV, 12		304	+12	; 9	—	ГД, 236,1
										—	III	25—30	290	−10	—	—	ГД, 226,2
69	1686	81,9	354,1	34,9	0,3360	1	0,084	?	?	—	III	27	343	+17	1,29	5,8	—
	С. 60	Яркая комета															
70	1742	327,1	185,4	112,7	0,7624	0,9746	−0,170	2	4	—	III	30	306	−57	1,82	8,3	—
	С. 75	Период обращения=166 лет, яркая комета, блеск =3,7. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.								1908	конец III		308	−61	—	—	МПЮП,62
71	1877 I	347,2	187,3	152,9	0,8074	1	−0,181	5	4		) III	30	284	−38	2,2	8,3	—
											III	13—28	283,5	−38	—	—	MN, 95
	С. 271	Благодаря близости к Земле была видна невооруженным глазом.									IV		280	−38	—	—	ГД, 217,1
										1929	III	20,7	272,0	−40,5	;7	—	НЗ, 238
										1931	III	26,7	276,0	−44,0	;5	—	НЗ, 243
										1935	IV	3,7	279,3	−34,5	;4	—	НЗ, 858
72	961	81,7	355,7	95,4	0,5369	1	0,256	2	2		III	31	312,2	+17,9	1,76	9,6	—
	С. 12	Яркая комета. Земля вторично сближается с орбитой кометы 3 октября.									III, 31—IV, 12		304	+12	;9	—	ГД, 236,1
											IV		312	+21	М;6	—	ГД, 247,1
73	1556	100,9	175,2	32,4	0,4908	1	0,094	5	4		III	31	184	−33	1,12	10	—
											III	—	192	−38	—	—	ГД, 148,1
	С. 39	Очень яркая комета.									IV	—	194	−30	—	—	ГД, 148,2
										1927	III	19,5	187,5	−40,0	;3	—	НЗ, 139
										1931	III	21,7	176,0	−24,0	;4	—	НЗ, 239
										1931	III	26,7	180,0	−24,0	;2	—	НЗ, 240
										1931	III	28,5	178,0	−41,0	;4/5		НЗ, 244
										—	—	—	185	−29	—	8	Г
											III, 29—IV, 1		188	−28	—	—	Г

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
74	1834	50,2	226,6	6,0	0,5131	1	0,081	5	5		IV	1	190	−10	0,98	11	
	С. 167	Земля вторично сближается в орбитой кометы 2 октября.								1892	III	28—31	196	− 4	;6	—	ГД, 147,2
										1872	III—IV		195	− 6	;6	—	ГД, 158
										1897	III—IV		199	−10	М;10	—	ГД, 158,9
										1927	III	31,4	185	−11	;4	—	НЗ, 14
										1935	IV	3,7	190	− 6,0	;3/5	—	НЗ, 856
										1929	IV	9,8	189,4	−10,1	;6	20,5	Сыт. 165
										1902	IV	1	202	−10	; Стац	—	MN, 84
											III	18—25	186,5	−18	—	—	MN, 95
											III	9—19	186	− 8	—	—	MN, 95
											III	„	195	− 7	—	—	MN, 95
											III	19—31	194	− 3	—	—	MN, 95
											III	17—30	191	− 8	—	8	Г
											—	—	189	−11	—	9	Г
										1872-92	III	28—31	196	− 5	;10	—	АК, 467
75	1941 IV	268,7	42,3	168,2	0,7900	0,9989	0,111	1	2	—	IV	2	265	−17	2,36	11, 3	—
		Блеск=5,9								1929	III	20,7	272,0	−21,5	;4	—	НЗ, 237
76	1931 III	320,0	191,3	42,3	1,0449	0,9748	+0,181	?	?	—	) IV	2	47,2	−48,5	1,0	11, 5	—
	С. 451	Период обращения=269 лет. Вторично пересекает плоскость эклиптики недалеко от орбиты Сатурна.															
77	1857 V	124,8	15,0	123,9	0,5629	0,99691	−0,283	4	4	—	) IV	7	302	+11	2,0	16,3	—
	С. 220	Период обращения=2460 лет, наблюдалась невооруженным глазом. Блеск=4,9. Орбита кометы сближается с орбитой Венеры.								1874	IV	1—13	294	+13	Б,У;29	—	АК, 696
										XIX4	IV	16—22	304	+12	Б;14	—	АК, 730
										1872	III, 31—IV, 12		304	+12	:9	—	ГД, 236,1
		156,2	30,0	124,7	0,962	1	—	—	—	1897	III	19	303	+13	Б;8	29,1	Д,К, 93
78	1928 III	345,2	196,8	1,4	0,9948		0,71	0,008	?	?	—	IV	8	82	+18	0,34	17,1	—
	С. 441	Короткопериодическая комета.															
79	1918 II	194,1	17,8	70,1	1,1014	1	+0,116	5	5	—	IV	9	268,5	+44,1	1,49	18,2	—
											IV	18—23	262	+47	—	—	М, 26
										1872	IV	14—23	262	+47	;8	—	АК, 608
										1877	III, 31—IV, 12		273	+50	50;9	—	АК, 631
										XIX3,4	IV	13—27	270	+47	Б;9	—	АК, 632
										—	III, 11—IV, 23		267	+53	—	—	ГД, 208,1
										1877	IV	6	275	+50	50;	—	ГД, 208,3
										1896	„	9—20	270	+48	;5	—	ГД, 208,4
										1895	„	13—27	268	+45	;5	—	ГД, 208,5
		204	25	45	0,957	1	—	—	—	—	„	14	263	+50	;5	—	СЦ, 57
		199,3	27,8	99,2	0,989	1	—	—	—	1904	„	18,7	277,0	+36,7	;4	—	AMS, 5
80	1927 II	231,8	18,8	92,4	1,0356	1	+0,278	5	5		IV	10	264	+28	1,88	19,1	—
	С. 437	Блеск = 7,4. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера. Радиант и его эпоха близки к радианту и эпохе Лирид. Элементы орбиты кометы близки к элементам орбиты кометы 1861 I. Вероятна связь потоков и комет.									1872	III, 31—IV, 12		255	+27	;9	—	ГД, 194,3
											IV	9—12	257	+37	;25	—	ГД, 195,4
											III, 15—IV, 23		268	+25	—	—	ГД, 204,3
											IV	9—12	266	+26	;12	—	ГД, 205,4
										1864	„	12—13	270	+25	Б;16	—	ГД, 205,5
										—	„	1—3	259	+38	—	—	СЦ, 49
										—	„	9	255	+36	—	—	СЦ, 50
		210	13	77	0,933	1	—	—	—		„	1—8	258	+26	—	—	МПЮП, 22
		223	20	70	0,866	1	—	—	—	1926	„	8,8	259,3	+28,4	;5	19,2	Сыт. 163
										XIX3,4	„	9—23	270	+24	Б;24	—	АК, 622
										„	„	5—14	268	+24	М;15	—	АК, 623
												и т. д.		и т. д.			

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
81	1945 c	203,4	358,7	6,5	1,2349	0,5506	0,24	1	3	—	IV	13	118	+45	0,43	22	—
		Период обращения = 4,6 года. Земля сближается с орбитой кометы с 20 марта.									IV	9 —12	123	+40	; 19	—	ГД, 97,2
82	1849 II	33,2	202,5	67,2	1,1594	1,00071	0,259	0	0	—	) IV	14	160	−82	1,5	23,9	—
	С. 197	Блеск = 7,2.															
83	1580	89,3	19,1	64,6	0,6024	1	0,202	2	4	—	IV	15	331	+36	1,4	24	—
	С. 42	Возможен период обращения 9200 лет. Яркая комета. Земля вторично сближается с орбитой кометы 18—23 октября.									IV	19—23	332	+42	; 5	—	ГД, 255,1
										1903	III, 29—IV, 24		330	+35	M; 4	—	MN, 76
84	1882 II	209,0	204,9	73,8	0,0608	0,99999	−0,034	?	?	—	IV	16	357	−14	1,6	25,8	—
	С. 290	Большая комета. Огромная яркость. Была наблюдаема днем.															
85	1885 III	42,9	204,8	59,1	0,7491	0,98226	−0,128	3	1		IV	16	196,5	−72,5	1,29	25,7	—
	С. 298	Период обращения = 496 лет. Блеск = 9.5. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера. Возможны большие возмущения.								1931	IV	13,4	218,0	−64,5	; 4	—	НЗ, 258
										1931	IV	14,5	215	−65,0	; 4/5	—	НЗ, 268
										192-	IV	15,7	152,5	−67,0	; 3	—	НЗ, 277
86	1808 II	131,5	24,2	140,7	0,6080	1	−0,272	3	2		(IV	9	320	+ 6	2,12	18	—
	С. 132	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									IV	17	311	+ 2		26,2	—
		156,2	30,0	124,7	0,962	1	—	—	—	1872	III, 31—IV, 12		304	+12	; 9	—	ГД, 236,1
										1897	IV	16—19	303	+13	; 8	29,1	Д,К, 93
											IV	22	304	+12	; 6	—	ГД, 236,3
87	1894 II	324,2	206,4	87,0	0,9880	0,98989	0,080	0	0	—	IV	18	356	−61	1,97	27,2	—
	С. 339	Период обращения = 955 лет. Блеск = 6,3.															
88	1830 I	5,8	206,4	21,3	0,9214	1	—0,080	1	1	—	IV	19	118	−41	0,56	28,1	—
	С. 163	Яркая комета, наблюдалась невооруженным глазом.									IV		126	−42	—	—	ГД, 98,3
89	1861 I	213,4	29,9	79,8	0,9207	0,98346	+0,002	5	5	—	IV	19—20	270,5	+33,5	1,59	29,9	—
	С. 231	Период обращения = 415 лет. Блеск = 4,9. Наблюдалась невооруженным глазом. Возмущения Сатурна велики.											Лириды				
90	1849 III	236,6	30,5	66,9	0,8944	0,99783	+0,148	4	4	—	(IV	23	262	+ 36	1,47	31,9	—
	С. 198	Период обращения = 8370 лет. Блеск = 7,4. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна. Очевидна связь с Лиридами.															
91	1864 III	232,4	31,8	109,7	0,9312	0,99936	+0,152	5	4	—	IV	24	277,5	+16	2,03	33	—
	С. 244	Период обращения = 55200 лет. Блеск = 5,2. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.								XIX3,4	IV	9—23	270	+24	Б; 56	—	АК, 622
										„	IV	9—23	276	+11	Б; 52	—	АК, 642
		238,5	30,0	92,2	0,764	1	—	—	—	1877	IV	19	267	+21	Б; 6	—	Д, К, 85
		236,9	35,4	92,9	0,778	1	—	—	—	1887	„	25	272	+21	; 4—7	—	Д, К, 119
										1923	„	20,8	285,4	+17,7	—	—	AMS, 1462
										1925	„	21,8	274,2	+24	—	—	AMS, 1449
										1887	„	18—26	272	+21	Б; 10	—	ГД, 205,6
										1891	„		273	+23	Б; 4	—	ГД, 205,9
										1898	„	18	274	+11	51,5;	—	ГД, 212,3
											„	19—23	275	+11	; 7	—	ГД, 212,4
										1917	„	21,8	286	+20	; 9	—	AMS, 1057
										1936	„	20,7	268	+22	—	—	МК, 1579
										1874	„	21	273	+18	—	—	AN, 171,17
										1909	„		271	+17	—	30	Г, 69
										1934			269	+27	—	25	Г, 2114
										1925			269	+17	—	40	Г, 3174

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
92	1914 I	116,4	32,7	113,0	0,5431	1	−0,254	?	?	—	IV	24	325	+18	1,91	33,2	—
	С. 401	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
93	1844 II	211,2	31,7	131,4	0,8554	0,99960	−0,084	5	4	—	(IV	24	287	+ 5	2,14	33,2	—
	С. 177									1880	IV	19 -23	285	+ 6	; 12	—	АК, 667
		211,8	30,0	132,0	0,929	1	—	—	—	1877	„	19	286	+ 5	; 12	29,1	Д, К, 90
		Период обращения порядка—102000 лет. Комета наблюдалась невооруженным глазом.									„	20—23	284	+ 8	—	—	ГД, 220,2
										1893	„	20	295	+ 4	—	—	ГД, 230,2
										1933	„	22,9	292,0	− 1,9	—	—	МК, 133
										1874	„	20	287,6	+ 9,3	—	—	AN, 171,17
										1874	„	22	287,9	+ 9,4	—	—	AN, 171,17
										1929	„	16,7	288	+ 7,7	; 7	—	НЗ, 285
										1929	„	17,7	290	+ 7,0	; 2	—	НЗ, 293
94	1848 I	261,0	211,5	95,6	0,3199	1	−0,246	?	?	—	) IV	24	3	−27,5	1,81	32,9	—
	С. 195																
95	1790 II	119,5	33,2	116,1	0,7980	1	+0,063	2	2	—	IV	26	318,5	+19,5	2,04	35,4	
	С. 115	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								XIX3,4	IV	19—23	312	+22	M; 18	—	АК, 774
										1933	IV	29—30	311,7	+27,3	—	—	МК, 138
96	1702	369,8	189	4,4	0,6468	1	0,035	?	?	—	IV	26	44	+11	0,85	35,5	—
							−0,211	—	—	—	IV	3	25	+ 2	0,70	12,5	—
	С. 66	Яркая комета, была близка к Земле в апреле 1702 года.															
97	1911 IV	122,0	35,6	108,1	0,7876	0,9982	+0,024	2	2	—	IV	26	319	+24	2,0	35,6	
	С. 392	Период обращения = 9330 лет. Блеск = 6,5. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								XIX,4	IV	14—23	317	+30	; 20	—	АК, 780
										1893	IV	20	314	+27	49;	—	ГД, 148,3

98	1922 I	355,0	215,5	17,5	0,8889	0,69517	−0,116	0	0	—	IV	26	103	−43	0,41	35,9	—
	С. 364	Короткопериодическая комета.															
99	1748 II	245,6	33,1	67,1	0,2654	1	−0,122	5	5	—	IV	27	255	+24	1,4	35,9	—
	С. 82									1886	IV, 20—V, 3		255	+26	: 20	—	АК, 588
		249,2	40,5	65,3	0,682	1	—	—	—	1886	IV	30	257	+25	M; 4	39,7	Д, К, 126
		250	35	79	0,671	1	—	—	—	—	IV	25	260	+24	—	—	СЦ, 63
		Яркая комета. Орбита пересекает пояс астероидов.								1916	V	5	256	+31	; 4	—	AMS, 993
										1873	IV	20	255	+15	—	—	ГД, 192,1
										1878	IV	20—21	252	+24	; 10	—	ГД, 194,4
										1878	IV	20—26	251	+31	; 6	—	ГД, 194,5
										1911	V	4	254	+25	; Б	—	MN, 72
										1921	IV	25,7	253	+22	; 4	35,5	AMS, 1442
										1922	IV	29,9	254	+29,1	; 3	39,3	AMS, 1443
										1874	IV	20	251,4	+31,7	—	—	AN, 171,17
										1924	IV	22—23	251	+31	—	—	АБ, 28, 1924
													253	+33	—	32	Г, 32
100	1886 I	126,6	36,4	82,6	0,6424	1,00045	−0,202	2	4		(IV	28	327	+36	1,6	37,2	—
	С. 300																
		125,4	45,4	96,5	0,798	1	—	—	—	1886	V	5	327	+34	; 11	—	Д, К, 134
		Наблюдалась невооруженным глазом, орбита пересекает пояс астероидов.								1886	IV, 30—V, 9		327	+35	ОБ; 4	—	ГД, 253,2
											IV	19—23	332	+42	; 5	—	ГД, 255,1
											IV	19—23	321	+31	; 18	—	ГД, 248,1
101	837	108	37	163	0,59	0,967	+0,021	5	5		IV	30	338	−15	—	—	—
	С. 1	Комета Галлея и поток майских Акварид.															
102	1698	151,2	65,9	169,1	0.7287	1	0,104	—	—	—	V	1	330	− 8	2,3	40	—
							0,237	—	—	—	VI	1	350	0	2,22	69,4	—
	С. 63	Яркая комета. Возможно связана с кометой Галлея.															

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
103	1835 III	110,6	55,1	162,2	0,5866	0.9774	0,06	5	5	—	V	4	337	0	—	—	—
	C. 1	Комета Галлея и поток майских Акварид.															
104	1006	93—94	38	162,5	0,583	1	+0,090	—	—	—	V	10	342,5	+ 1,5	—	—	—
		Комета сближается с Юпитером и Марсом. Радиант и элементы орбиты близки к радианту Акварид и элементам кометы Галлея.															
105	1853 II	199,2	41,0	122,2	0,9087	0,9893	−0,076	5	3	—	V	4	298	+14	2,04	42,5	—
	C. 207	Период обращения = 780 лет. Наблюдалась невооруженным глазом. Блеск = 6. Была очень близка к Земле.									XIX, 4	IV	16—25	300	+22	Б,ОБ;35	—	АК, 714
											XIX, 4	„	17—29	292	+15	Б,58; 9	—	АК, 695
		166,8	35,4	109,3	0,993	1	—	—	—	1887	„		25	302	+23	Б; 4	—	Д, К, 121
											IV—V			300	+20	Б; 7	—	ГД, 232,6
										1937	IV		29,9	296,1	+24,0	—	—	МК, 137
										1933	„		28,3	305,9	+19,7	—	—	МК, 136
										1925	„		26,8	294,3	+18	—	—	AMS, 1465
106	1902 II	347,6	223,8	8,6	0,7455	0,73896	−0,211	?	?	—	V	5	79	−21	0,24	44	—
	C. 364	Период обращения = 5,02 года. Блеск = 9.															
107	1916 III	95	224	103	0.47	0,93	−0,022	3	3	—	V	6	274	−53	1,8	44,5	—
	C. 409	Период обращения = 16.4(?) года. Блеск = 4. Земля вторично сближается с орбитой кометы 8 ноября.									1921	V	3,5	286	−56,5	; 4	—	НЗ, 148
											1932	„	4,7	285,0	−50,0	; 4	—	НЗ, 650
											1935	„	5,7	279,5	−43,8	; 3	—	НЗ, 877
108	1813 II	205,1	42,7	98,9	1,2153	1	+0,267	4	3		) V	6	291	+29	2,01	44,6	—
	C. 138	Наблюдалась невооруженным глазом.									1880	IV	10—23	286	+23	ОБ; 24	—	АК, 671
											1895	„	13—27	285	+32	Б; 5	—	ГД 223,2
		212,4	35,4	92,9	0,929	1	—	—	—	1887	„	25		284	+21	; 4	—	Д, К, 120
		151	46,2	77,8	0,954	1	—	—	—	1913	V	6,9		282,6	+37,2	; 5	—	AMS, 187
109	1868 II	126,6	52,3	131,5	0,5786	1	−0,29	1	1	—	V	15		337,5	+16	2,06	53,4	—
	C. 252	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									1947	V	9	337	+ 5	—	47,8	MN, 109,3
110	1748 I	17,5	232,9	94,5	0,8404	1	−0,151	0	0	—	V	17		342,5	−62	1,72	55,7	—
	C. 81	Наблюдалась невооруженным глазом.																
111	1757	268,8	214,2	12,9	0,3374	1	0,075	?	?	—	V	17		46	+ 8	1,17	55	—
	C. 83	Наблюдалась невооруженным глазом.																
112	1946 h.	320,4	237,6	57,0	1,1360	1	+0,271	?	?	—	V	19		64	−52	1,35	57,6	—
		Блеск=4,8. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна.																
113	1937 V	114,8	58,5	146,4	0,8627	0,9997	+0,203	3	4	—	V	20		344,1	+12,6	2,33	58,5	—
		Блеск=6,1. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									1872	V, 26—VI, 13		343	+16	;8	—	ГД, 267,1
											1932	V		16,7	349,5	+ 8,5	;3—4	— AMS,2740
114	1892 I	24,5	240,9	38,7	1,0268	0,99878	+0,062	0	0	—	V	24		144	−71	0,96	61,7	—
	C. 329	Наблюдалась невооруженным глазом.																

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
115	137 до н. э.	350	220	160	1,010	1	0,004	2	4	—	отV	23	346	—21	2,4	—	—
											доVI	8	355	—17			
	С. 3	Периодическая комета. См. 1909 I. Очень яркая комета.								1928	VI	13,6	347,0	—18,3	;3	—	НЗ, 161
										1932	VI	12—13	351	—14	;4—5	—	AMS,2746
116	1863 III	55,6	250,2	85,5	0,6288	0,99908	−0,211	3	3	—	(VI	3	321	−61,5	2,02	71,4	—
											VI	1	322	−53,5	—	—	MN, 95
	С. 239	Период обращения=17100 лет. Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								1927	„	1,7	322,2	−53,5	;8	—	НЗ, 28
										1927	„	2,7	309,0	−62,5	;3	—	НЗ, 158
										1935	V	30,5	336,5	−65,5	;1+1 Стац.	—	НЗ, 894
117	1863 II	4,0	251,3	112,6	1,0681	1	0,054	0	0	—	(VI	4	7	−45	2,04	72,5	—
	С. 238	Наблюдалась невооруженным глазом.															
118	1832 II	204,6	72,5	136,7	1,1830	1	0,224	3	3		) VI	5	327,5	+15	2,38	74,1	—
	С. 165	158,5	68,5	120,3	0,979	1				1886	V, 29—VI, 4		333	+27	Б;4	68,0	Д, К, 148
											VI	—	335	+10	—	—	ГД, 261,1
										1920	„	—	320	+19	;3	—	MN, 84
119	1930 VI	192,3	76,8	17,4	1,0714	0,67248	+0,066	4	3		(VI	8	218,1	+45,3	0,5	77	
	С. 450	Период обращения=5,37 года. Блеск=11,7								1872	V, 26—VI, 11		215	+55	;17	—	ГД,166,12
		177,0	95,0	22,4	1,016	1	—	—	—	1887	VI	14—28	213	+53	Б;4	94,9	Д, К, 173
		190	78	15	0,992	1	—	—	—	—	„	9	207	+37	—	—	СЦ, 78
		187,1	74,2	22,7	1,011	1	—	—	—	1916	„	4,7	214,9	+51,4	;5	—	AMS, 933
										1917	„	8	220	+39	;6	—	ДК
										1921	„	17,6	210	+53	;3	—	AMS,142 7
120	1927 IX	47,2	77,2	86,1	0,1763	1	+0,085	1	1		(VI	9	32,8	+34,1	1,66	77,5	—
	С.184	Период обращения=81 году.								1948	VI	7	40	+22	—	76	M N, 109,3
121	1618 II	287,4	75,7	37,2	0,3895	1	0,095	4	4	—	(VI	12	274	+ 2	1,19	80,4	—
	С. 49	Большая комета.								XX	VI	8—19	278	− 1	—	—	MN, 95
										1872	V, 26—VI, 13		284	− 3,5	;11	—	ГД, 211,1
		294,6	70,4	39,3	0,297	1	—	—	—	1929	VI	10,8	278,9	− 2,7	; 7	80,4	Сыт., 242
												и. т. д.					
122	1938 I	209,1	67,3	11,7	1,1829	0,7607	0,192	3	3	—	VI	13	203	+32	0,052	81	—
							0,237	—	—	—	V	29	202	+25,5	0,66	67,3	—
		Период обращения=11 лет, блеск = 12								1872	V, 26—VI, 13		192	+35	;7	—	ГД. 152,5
		184,0	88,5	12,8	1,014	1	—	—	—	1927	VI	19,8	192,4	+38,7	—	88,5	Сыт., 275
123	1898 I	47,3	262,4	72,5	1,0951	0,97992	+0,287	0	0	—	VI	15	354	−69,5	1,59	83,1	—
	С. 350	Период обращения=417 лет. Блеск=5,7															
124	1885 V	35,6	262,2	42,4	1,0796	1	+0,175	0	0	—	(VI	15	191	−83	0,9	83,1	—
	С. 299	Блеск=6,3.															
125	1781 I	156,2	83,0	81,7	0,7759	1	−0,206	3	4	—	VI	17	338	+57	1,57	85,4	—
	С. 102	162,9	89,3	81,7	0,993	1	—	—	—	1887	VI	20	335	+57	Б;10	89,1	Д, К, 169
										1931	VI	29,9	336	+58	;3	—	AMS,2607
126	1860 III	76,9	84,7	79,3	0,2929	1	−0,258	3	3	—	(VI	18	39	+43	1,7	85,9	—
	С. 229	Наблюдалась невооруженным глазом.								1908	VI	25	43	+37	;Б	—	MN, 72
										1872	V, 26—VI, 13		35	+47	;7	—	ГД, 30,1
										1908	VI	25	43	+37	Б;4	—	MN, 84

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ имени И. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
127	1897 I	172,3	86,5	146,1	1,0628	1,00094	+0,052	3	3	—	VI	19	350,5	+18	2,35	87,3	—
	С. 348	Блеск до перигелия=7, после перигелия=8,3								—	—	—	345	+19	—	83	Г, 268
										1872	VI,26—VII,11		344	+12	;9	—	ГД, 267,2
										1931	VI	21	342	+23	—	—	БКН, 21—22
128	1826 III	4,7	40,5	174,7	0,1881	1	0,070	?	?	—	VI	21	35	+13	2,04	89	—
	С. 157	Вторично Земля сближается с орбитой кометы 8 марта.															
129	1911 IV	71,6	88,7	96,6	0,3036	1	−0,129	3	3	—	VI	21	35,5	+41	1,85	89,2	—
	С. 390	Возможна связь с кометой 1860 III.								1908	VI	25	43	+37	;Б	—	MN, 84
130	1910 I	320,9	88,8	138,8	0,2580	0,99999	+0,136	4	4	—	) VI	21	313,6	− 7,7	1,9	89,3	—
	С. 387									XIX 3,4	VI	11—13	305	− 8	—	—	АК, 738
										—	„		305	− 7	—	—	ГД, 237,2
										1870	„	28	305	− 7	—	—	ГД, 237,3
										1887	„	17	316	− 6	; Стац.	—	MN, 84
										1934	„	13,7	307,5	−18,0	; 5	—	AMS,2807
										1927	„	24—26	306,5	−12,5	; 4	—	НЗ, 44
										1935	„	27,1	317,5	− 7,5	—	—	МК, 1460
131	1864 II	151,0	95,2	178,1	0,9093	0,99635	−0,015	1	3	—	VI	22	9	+ 5	2,49	90,4	—
	С. 243	Период обращения=3890 лет. Блеск=6. Возмущения от планет велики,								1924	VII	2,7	10,0	+ 5,0	;8	—	НЗ, 404
132	1947 k.	350,2	270,7	140,6	0.7478	1	−0,263	1	3	—	VI	23	14	−19	2,11	90,7	—
										1934	VI	22,7	11,7	−11,3	; Стац.	—	НЗ, 706
133	1881 III	354,3	271,0	63,4	0,7692	0,99574	−0,245	?	?	—	VI	24	48	−54,5	1,19	91,9	—
	С. 285	Период обращения=2450 лет, очень яркая комета. Блеск=2,8.															
134	1684	330,3	268,2	65,4	0,9583	1	+0,010	?	?	—	VI	27	67	−47	1,38	91,9	—
	С. 59	Яркая комета, сближалась с Землей в июне 1684 года.															
135	1850 I	180,5	92,9	68,2	1,0814	0,99885	0,065	5	4	—	VI	27	311,5	+60,5	1,43	94,3	—
	С. 199	Период обращения=28800 лет. Наблюдалась невооруженным глазом.									VI,11—VII,11		315	+60	—	—	ГД, 246,5
											VI		315	+63	—	—	ГД, 246,6
										1877	VI		320	+56	Б ; 14	—	ГД, 246,7
		188,8	104,5	68,0	1,009	1	—	—	—	1886	VII	1—6	313	+60	Б ; 4	104,5	Д, К, 184
										1872	VI,26—VII,11		310	+51	; 13	—	ГД, 245,4
										1877	VI	15—17	302	+64	Б ; 5	—	ГД, 235,1
		192,6	103,0	78,3	1,014	1	—	—	—	1926	VII	5,8	321,6	+55,3	—	103,0	Сыт., 381
										1916	VII	3,7	306,5	+59,2	; 4	—	AMS,1088
										1914	VI	26	320	+61	;Б	—	MN, 76
										1927	VI	30	305,0	+58,0	—	—	БКН, 21—22
										1877	VI	11—25	313	+60	Б ; 100	—	АК, 765
										1886	VII	1—6	314	+62	Б ; 4	—	АК, 766
										1943	VI	23,8	306	+54	70 ; 4	—	АП, 56

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
136	1822 VI	181,1	92,7	127,3	1,1451	0,9962	0,128	5	4	—	VI	27	348	+30	2,22	94,4	—
	С. 149	Период обращения=5450 лет. Наблюдалась невооруженным глазом. Блеск=3,0								1880-82	VII	1—7	342	+29	Б; 4		АК, 842
		161,9	95,0	116,2	0,991	1	—	—	—	1887	VI	26	354	+39	; 9	94,9	Д, К, 174
		215,4	99,8	116,0	0,923	1	—	—	—	1886	VII	1	339	+31	; 4	99,8	Д, К, 178
		228,2	105,5	123,3	0,845	1	—	—	—	1875	VII	7	344	+27	—	105,6	Д, К, 187
											VII		345	+25	—	—	ГД, 267,3
										1917	VI	26	352	+39	; 7	—	ДК
										1943	VII	2,8	342	+31	35; 3	—	АП, 62
										1943	VII	4,9	340	+40	31; 4	—	АП, 63
137	1874 II	331,7	274,1	148,4	0,8858	1	−0,075	1	2		VI	27	19,5	−11	2,19	95,1	—
	С. 266	Блеск=5.								1934	VI	22,7	11,7	−11,3	; Стац.	—	НЗ, 706
138	1870 IV	90,6	94,7	147,3	0,3839	1	−0,275	1	3	—	VI	28	33	+27	2,12	95,8	—
	С. 257	Блеск=11,1. Земля вторично сближается с орбитой кометы 28 декабря.								1943	VI	30,9	28	+28	65; 6	—	АП, 60
139	1902 II	347,6	223,8	8,6	0,7455	0,73896	0,08	1	1	—	VI	28	105	+10	0,82	96	—
	С. 364	Период обращения=5,02 года, блеск = 9. См. также 5 мая.								1948	VI	28	90	+26	—	96	MN, 109,3
140	1898 X	123,5	96,3	140,3	0,7560	0,99974	−0,043	4	4	—	VI	29	15,5	+29	2,2	96,9	—
	С. 356	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								1869-70	VI	25—30	10	+34	; 10	—	ГД, 6,1
										1872	VI,26—	VII, 11	15	+35	; 11	—	ГД, 10,2
										1943	VI	30,9	11	+38	50; 3	—	АП, 59
141	1881 IV	122,1	97,0	140,2	0,6335	1	+0,143	4	4	—	VI	22	21	+31	2,14	90	—
							−0,194	—	—	—	VI	30	16	+29	—	97,9	—
	С. 286	Наблюдалась невооруженным глазом.															
		133,3	103,6	156,4	0,857	1	—	—	—	1886	VI	5	21	+23	Б; 4	103,6	Д, К, 180
										1943	VI	30,9	28	+28	65;	—	АП, 60
		Кометы 1881 IV и 1898 X движутся почти по тождественным орбитам.															
142	1937 VI	184,9	334,7	12,5	0,3323	0,8496	0,179	4	3	—	VI	30	85	+12	1,02	97,7	—
		Комета Энке. Вторично Земля сближается с орбитой кометы в ноябре. Дневному радарному радианту соответствует в ноябре поток ноябрьских Таурид.								1947	VI	26	84	+25	—	—	MN, 109,3
										1948	VII	14	87	+11	—	—	MN, 109,3
143	1909 II	172,3	99,4	18,3	0,973	0,7019	−0,039	5	5	—	VII	1	208,5	+55,5	—	—	—
	С. 144	Комета Понса-Виннеке и связанный с ней поток Боотид.															
144	1822 III	237,7	97,7	143,7	0,8471	1	0,087	4	4	—	VII	2	342	+14,5	2,28	99,4	—
	С. 148	Наблюдалась невооруженным глазом. Комета сблизилась с Землей на 0,14 ае.								1870	VI	20—28	336	+12	; 7	—	АК, 828
		289,8	110,7	130,8	0,336	1	—	—	—	1877	VII	12	338	+10	;10	110,8	Д, К, 209
										1926	VII	5,8	335,9	+ 4,4	;11	103,0	Сыт. 382
		286,6	103,4	135,8	0,3681	1	—	—	—	1926	VII	6,8	333,8	+ 6,8	; 4	104,0	Сыт. 390
										1921	VII	7—11	343	+11,5	Б; 7	—	MN, 85
										1870	VI	28	338	+13	; 7	—	ГД, 261.2
		Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									VII	5—28	335	+ 7	—	—	„ 261,3
										1872	VI,26—VII,11		344	+12	; 9	—	ГД, 257,2
										1892	VII	7	349	+ 8	87; Б		MN, 72

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
145	1861 II	330,1	279,0	85,4	0,8224	0,98508	−0,137	?	?	—	(VII	3	50	−36,5	1,6	100,2	—
	С. 232	Период обращения=409 лет. Очень большая комета, огромный хвост. Блеск=3,9. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна.															
146	1890 VI	162,9	100,1	98,9	1,2602	0,99915	+0,272	3	4	—	VII	3	349	+53	2,09	100,9	—
	С 325	Период обращения=57500 лет, блеск=8,1.															
		180,2	109,7	95,8	1,016	1	—	—	—	1877	VII	11	349	+53	Б ;10	109,8	Д, К, 198
										1872	VI, 26—VII, 11		344	+46	; 13	—	ГД, 266,1
										1864	VII	4	348	+49	65 ; Б	—	Н+Г,209
147	1770 I	224,3	132,0	1,6	0,6744	0,78612	0,02	4	4	—	(VII	6	275	−21	0,71	103	—
							−0,243	—	—	—	VIII	8	305	−17	0,51	134,5	—
	С. 93	Комета Лекселя. Наблюдалась невооруженным глазом. Период обращения=5,6 года. Блеск=7,7. Уверенный, но разбросанный поток соответствует комете.								Очень много радиантов							
148	1908 III	171,6	103,1	140,2	0,9448	1	−0,067	4	4	—	) VII	6	6,5	+27,5	2,24	103,7	—
	С. 385	Блеск=3,9.								—	VII	1—4	1	+25	—	—	M, 39
										1917	VII	12	7	+37	; 10	—	ДК
		171,7	105,9	129,1	1,005	1	—	—	—	1877	VII	7	4	+35	ОБ ; 5	105,0	Д, К, 185
		174,4	112,6	113,6	1,0145	1	—	—	—	1925	VII	12,9	3,7	+34,0	; 6	110,3	Сыт. 422
										1869-70	VI	25—30	10	+34	; 10	—	ГД, 6,1
										1926	VII	2	1	+26	—	—	РОЛМ,55
												и другие					
149	1889 IV	345,9	286,2	66,0	1,0379	0,99771	0,039	0	0	—	) VII	10	66	−51	1,4	107	—
	С. 318	Период обращения=9740 лет. Блеск=6,5.															
150	1886 III	38,7	287,9	100,2	0,8428	1,0130	−0,070	3	4	—	(VII	12	18	−41	1,9	108,7	—
											VII	19—20	21	−43	—	—	MN, 95
	С. 302	Блеск=4,9.								1928	„	17,0	22,7	−43,0	; 4	—	НЗ, 59
										1933	„	20,6	20,0	−43,5	;5/6	—	НЗ, 720
151	1926 VII	224,8	108,6	83,6	0,7547	1,00866	−0,134	4	4	—	VII	12	325,3	+40,9	1,6	108,9	—
										1885	VII	12	329	+36	; 8	110,8	Д, К, 208
	С. 436	237,4	110,7	92,4	0,782	1	—	—	—	—	„	18	332	+35	—	—	СЦ, 98
		229	116	91	0,695	1	—	—	—	—	„	12—18	330	+36	; 8	—	АК, 794
											„	19—22	316	+48	; 6	—	MN, 84
										1917	„	13—20	322	+42	—	—	БКН, 21–22
		Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера								1931	„	8	330	+48	—	—	РОЛМ, 85
										1926	„						
152	1933 IV	193,3	110,7	173,0	1,014	1	+0,012	4	3	—	(VII	14	13,9	+10,4	2,42	110,9	—
	С. 460	Период обращения=7,8 лет. Блеск=8,0.															
		219,7	111,7	166,0	0,900	1	—	—	—	1885	VII	13	6	+11	ОБ ; 5	111,9	Д, К, 210
										—	„		7	+ 4	Б ;	—	ГД, 2,1
										—	„		0	+17	—	—	ГД, 3,3
										1900	„	5—13	22	+22	Б ; 14	—	MN, 72,7
												и другие					
153	1770 II	260,3	108,7	148,6	0,5282	1	−0,093	5	4	—	VII	14	349	+11	—	111,2	—
							0,062	—	—	—	VII	20	354	+14	2,12	116,7	—
	С. 94	Земля вторично сближается с орбитой кометы 12—23 января								1871-75	VII	25—29	350	+18	; 19	—	АК, 866
		224,0	115,4	138,3	0,871	1	—	—	—	1926	„	18,8	350,3	+21,3	; 6	115,4	Сыт. 443
										1916	„	28,9	359	+10	; 4	—	AMS, 1222
										1917	„	23,7	354,6	+16,8	; 7	—	AMS, 1263

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ ИМЕНИ И. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
										1902, 16	VII	15,2	344	+13	Б; 8	—	MN, 84
										1921	„	7—11	343	+11,5	Б; 7	—	MN, 84
										1906	„	11	349	+ 7	87; Б	—	H+Г, 217
										1927	„	15	351	+21	—	—	БКН, 21—22
										1943	„	28,9	343	+14	; 6	—	АП, 85
154	1858 II	162,1	113,5	10,8	0,7689	0,75486	−0,231	2	3	—	VII	18	173	+50	0,32	114,8	
	С. 144			Комета Понса-Виннеке.						1872	VII, 15—VIII, 2		167	+55	; 5	—	ГД, 123,9
										—	VII	22—29	174	+55	; 9	—	„ „ 131,4
										1869	VII	28	174	+55	; 7	—	„ „ „ 5
155	1912 II	25,6	297,0	79,8	0,7161	1	−0,264	3	4	—	VII	21	30	−47	1,48	117,5	—
	С. 394			Блеск=6,2.							VII	19—20	21	−43	—	—	MN, 95
										1928	„	19,7	22,7	−43,0	; 4	—	НЗ, 59
										1936	„	28,7	31,5	−49,5	;3/4	—	НЗ, 980
156	1874 III	152,4	118,7	66,4	0,6758	0,99882	−0,299	5	4	—	(VII	23	27	+75,5	1,26	119,7	—
	С. 267	Комета Коджиа. Огромной величины хвост. Период обращения= 13700 лет. Блеск=6.									VII, 19—VIII, 15		14	+63	—	—	M, 54
											XIX 3,4 VII, 24—VIII, 1		22	+69	Б; 113	—	AK, 74
											VII	21	28	+71,5	Б;	—	MN, 76
		162,3	128,6	86,1	0,989	1	—	—	—	1878	„	31	12	+70	Б; 16	129,0	Д, К, 296
		164,0	119,0	83,9	0,998	1	—	—	—	1927	„	22,8	355,8	+66,9	;11	119,0	Сыт. 465
		158,4	126,1	84,6	0,970	1	—	—	—	1929	„	29,7	10,1	+72,4	; 6	126,1	Сыт. 506
		146,8	127,7	83,3	0,931	1	—	—	—	1926	„	31,7	29,2	+72,5	: 5	127,7	Сыт. 528
										1933	„	31,8	15	+64,1	—	—	БКН, 43
										1935	VIII	3,9	14,8	+73,4	—	—	БКН, 28
													и другие				
157	1919 V	185,7	121,0	46,4	1,1153	1	+0,102	4	4	—	VII	25	271,5	+62,3	1,09	121,4	—
	С. 416			Блеск=6,7													
		175,7	122,4	43,0	1,014	1	—	—	—	1884	VII	24	260	+68	; 5	122,7	Д, К, 245
		174,6	124,6	43,9	1,014	1	—	—	—	1887	VII	27	260	+69	; 7	125,0	Д, К, 255
		178,2	126,5	40,1	1,014	1	—	—	—	1880	VII	29	257	+64	; 4	127,6	Д, К, 282
		183,6	126,5	39,8	1,014	1	—	—	—	1887	VII	29	269	+61	; 7	126,9	Д, К, 283
		190	128	48	0,992	1	—	—	—	—	VII	31	287	+61	—	—	СЦ, 128
										1916	VIII	2.7	267	+65,5	; 3	—	AMS, 1014
										1884,7	VII	24—29	260	+68	Б, У; 11	—	AK, 615
													и другие				
158	1946 d	22,3	301,3	169,6	1,0183	1	0,042	4	4		) VII	25	26	+ 4	2,41	121,4	—
				Блеск=9,5													
		9,8	307,7	179,0	0,793	1	—	—	—	1878	VII	30	20	+ 8	Б; 5	128,1	Д, К, 289
		57,4	312,5	168,1	0,780	1	—	—	—	1886	VIII	4	26	+ 4	; 6	133,0	Д, К, 321
		46,1	312,7	164,2	0,859	1	—	—	—	1877	VIII	4	30	+ 3	; 13	133,2	Д, К, 322
										—	VII	—	29	+ 8	—	—	ГД, 26,1
										1933	„	26,6	17,4	+ 4,5	; 7	—	НЗ, 736
										1935	„	31,7	20,0	+ 5,5	; 5	—	НЗ, 986
										1936	„	24,7	33,8	+ 7,7	; 4	—	НЗ, 962
159	1764	104,8	120,1	127,1	0,5552	1	−0,132	5	4	—	) VII	26	51	+45	1,99	122,7	—
	С. 89	Комета наблюдалась невооруженным глазом.															
										1877-84	VII	20—25	48	+44	—	—	AK, 142
		112,1	123,3	132,3	0,700	1	—	—	—	1884	„	25	48	+43	Б; 15	123,8	Д, К, 246
		111,1	118,3	124,5	0,776	1	—	—	—	1877	„	20	47	+45	Б; 5	118,6	Д, К, 231
		133,2	126,5	141,1	0,857	1	—	—	—	1887	„	25—31	43	+39	Б; 5	126,9	Д, К, 281
		184,1	119,7	108,8	0,998	1	—	—	—	1925	„	22,9	57,3	+45,3	; 7	119,7	Сыт. 462
		89,4	122,8	138,9	0,502	1	—	—	—	1927	„	26,8	57,0	+38,8	; 13	122,8	Сыт. 484
		110,5	126,4	130,7	0,682	1	—	—	—	1925	„	29,8	56,8	+43,2	—	—	Сыт. 511
										1883	„	25—31	52	+49	; 6	—	ГД, 50,3
										1943	VIII	2,8	55	+49	65; 4	—	АП, 106
													и другие				

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
160	1402	91	117	55	0,38	1	−0,268	1	4	—	VII	28	142	+63	0,88	124,7	—
	С. 26	Наблюдалась при дневном свете недалеко от Солнца. Земля вторично встречает орбиту кометы 25 января.								1872	VIII	6—12	135	+66	; 8	—	ГД, 105,8
161	1909 I	5,0	306,2	52,1	0,8428	0,9948	−0,171	1	2	—	VII	30	67	—61	1,0	125,6	—
	С. 3	Период обращения=2040 лет. Блеск=10,9.								1933	VII	26,7	68	—54	; 4	—	НЗ, 748
162	1884 II	301,0	5,1	5,5	1,2798	0,58421	0,284	0	0	—	VII	31	207	—31	0,44	127	—
	С. 295	Период обращения=5,4. Блеск=10,0															
163	1939 III	89,2	311,4	138,1	0,5283	0,9986	+0,026	5	4	—	VIII	4	19	—12	2,15	131,4	—
		Период обращения=774 года. Блеск=7. Земля вторично сближается с орбитой кометы I/II.									VIII	1	21,5	—11,5	—	—	MN, 95
										1928	VII	26,7	15,9	—12,1	; 5	—	НЗ, 65
										1930	VII	29,7	27,0	—11,0	; 3	—	НЗ, 446
										1929	VIII	4,7	9,0	—12,5	; 5	—	НЗ, 507
										1929	VIII	12,7	22,5	— 7,5	;4—5	—	НЗ, 543
										1932	VII	28,7	11,5	—11	; 4/5	—	НЗ, 767
										1932	VII	30,7	19,0	—11	; 3/5	—	НЗ, 793
										1932	VIII	1,6	29,0	—10,5	; 3/6	—	НЗ, 808
										1935	VII	31,7	9,0	—19,0	; 5/7	—	НЗ, 985
										1935	VIII	1,1	16,5	—17,7	; 4	—	AMS, 1013
164	1802	21,9	310,2	57,0	1,0943	1	+0,121	2	2	—	VIII	5	54,5	—65,5	1,28	132,1	—
	С. 127									1935	VII	28,6	24	—65	; 4/5	—	НЗ, 975
										1935	VIII	2,6	45,0	—69,0	; 8	—	НЗ, 996
165	1936 II	148,5	134,0	78,6	1,0999	0,99248	+0,173	4	3	—	VIII	7	34,4	+81	1,6	134	—
	С. 465	Блеск=6,9.															
		122,4	122,8	83,1	0,776	1	—	—	—	1927	VII	26,8	31,4	+71,4	; 10	122,8	Сыт., 483
		146,8	127,7	83,3	0,931	1	—	—	—	1926	VII	31,7	29,2	+72,4	; 5	127,7	Сыт., 528
		143,7	139,0	111,9	0,914	1	—	—	—	1909	VIII	11,9	58,3	+74,3	; 3	—	AMS, 60
											VII	25—31	48	+73	; 14	—	ГД, 45,6
											VIII	1—29	54	+73	; 189	—	„ „ „ 7
										1872	VIII	6—12	50	+75	; 28	—	„ „ „ 8
											VIII	6—12	52	+73	; 19	—	„ „ „ 9
										1883	VIII	8—12	50	+70	; 7	—	„ „ „ 11
											VIII	11	57	+73	58; Б	—	„ „ „ 12
166	1737 II	129,9	132,1	61,9	0,8347	1	+0,017	3	3	—	VIII	8	125,5	+80	1,23	1,35	—
	С. 73	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.								XIX 3,4	VIII	8—13	134	+78	Б; 48	—	АК, 364
		134,8	141,5	72,8	0,861	1	—	—	—	1888	VIII	13	104	+79	ОБ; 5	142,1	Д, К, 389
											VIII	6—12	135	+76	; 16	—	ГД, 103,5
											VIII	6—12	132	+78	; 11	—	„ „ „ 6
										1882	VIII	9—13	135	+79	; 7	—	„ „ „ 7
										1879	VIII	11—12	131	+78	; 7	—	„ „ „ 9
167	568	24,3	294,2	4,1	0,907	1	−0,064	4	4	—	VIII	9	264	−36	0,49	136	—
							0,02	—	—	—	VIII	28	258	−29	0,66	124	—
	С. 8.										VII	20	266	−33	—	—	MN, 95
										1876	VII	25	258	−24	40; Б	—	ГД, 190,17
										1864	VIII	10	238	−26	29; Б	—	ГД, 190,18
											VIII	—	266	−42	—	—	ГД, 203,1
										1927	VII	20,4	265,5	−36,5	; 4	—	
												23	262,5	−33			НЗ, 62
										1931	VII	20,4	267,0	−30,5	; 5	—	НЗ, 439
										1929	VIII	8,7	271,0	−34,5	; Стац.	—	НЗ, 532

и другие

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
168	1925 II	36,2	318,1	100,0	1,1094	1	+0,215	4	4	—	VIII	11	46	−34	1,97	138	—
	С. 428									—	VIII	5	40	−34	—	—	MN. 95
										1927	„	5,7	40,0	−44,0	; 8	—	НЗ, 74
										1927	„	18,6	46,7	−32,5	; 6	—	НЗ, 79
										1930	„	1,7	51,0	−40,0	; 5	—	НЗ, 473
										1929	„	8,7	43,5	−27,0	; 4	—	НЗ, 531
169	1862 III	152,8	137,4	113,6	0,9626	0,96035	+0,009	5	5	—	VIII	12	+44	+57	2,04	138,6	—
	С. 235	Период обращения=119,6 года, блеск=4,0. Наблюдалась невооружен. глазом. Возмущения от Сатурна вероятны.										Персеиды					
170	1852 II	37,2	317,2	131,1	0,9054	1	−0,005	4	3	—	VIII	12	41	−13,5	2,21	138,6	—
	С. 204	Блеск=10,5. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна. Возможна связь с кометой 1827 II.									VII, 26-VIII, 4		39	−16	—	—	MN, 95
										1896	VIII	4—14	31	−11	Б; 5	—	ГД, 31,1
										1929	„	3,7	39,5	−15,5	; 10	—	НЗ, 491
										1929	„	3,7	48,0	−21.0	; 5—6	—	НЗ, 492
										1929	„	4,7	39,0	−16,0	; 4—5	—	НЗ, 509
										1935	„	2,7	39,0	−17,5	; 4	—	НЗ, 1000
171	1862 II	27,2	326,6	172,1	0,9813	1	0,017	4	3	—	VIII	13	45	+12	2,42	140.2	—
							0,027				„	21	49	+13	2,42	147,8	—
	С. 234	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы сближается с орбитой Урана.								XIX 3,4	VIII	12—17	42	+24	Б; 5	—	АК, 120
										„	„	6—10	50	+18	У; 42	—	АК, 150
										„	„	4—12	54	+ 6	; 4	—	АК, 170
		—	318	177	0,997	1	—	—	—	—	„	10	47	+18	—	—	СЦ, 140
		26,0	317,4	161,4	1,012	1	—	—	—	1926	„	10,8	43,3	+ 4,3	; 7	137,4	Сыт., 623
		и другие								1899-1907	VII, 13-VIII, 21		43	+21	ОБ;	—	MN, 76

172	1827 II	19,2	317,5	136,4	0,8063	1	−0,184	4	3	—	(VIII	13	45,5	−8,5	2,12	139,2	—
	С. 161.	Период обращения=45,7 года. Блеск=7. Вероятна связь с кометой 1852 II.															
173	1925 XII	126,1	140,7	144,6	0,7635	1	−0,052	4	4	—	VIII	14	62,5	+40,2	—	141,0	—
	С. 447.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
		140,3	144,2	132,6	0,895	1	—	—	—	1877	VIII	16	61	+48	Б; 4	144,9	Д, К, 403
		132,4	140,4	130,8	0,847	1	—	—	—	1877	„	12	60	+48	Б; 8	141,0	Д, К, 380
		125,4	148,5	145,5	0,800	1	—	—	—	1887	„	21	73	+41	ОБ; 11	149,2	Д, К, 424
										XIX3,4	„	3—12	61	+48	Б; 89	—	АК, 198
										„	„	21—31	61	+50	Б; 48	—	АК, 199
										1872-86	„	21—25	64	+37	Б; 41	—	АК, 211
										—	—	—	73	+44	—	137	Г
174	868	277	305	65	0,42	1	−0,264	?	?	—	VIII	14	107,4	−11,5	1,5	140,1	—
	С. 11.																
175	1833	260,9	323,5	7,3	0,4643	1	0,01	?	?	—	VIII	15	138	+ 9	1,62	141,1	—
							+0,091	—	—	—	VIII	19	142	+ 8	1,62	145,1	—
	С. 166.	Земля вторично сближается с орбитой кометы в феврале.															
176	1457 II	185,1	191,4	9,9	0,7604	1	0,136	4	4	—	VIII	15	303	− 3	0,82	141,4	—
	С. 30,									XIX3,4	VIII	9—15	304	− 9	ОМ; 8	—	АК, 738
		243,1	135,8	6,6	0,738	1	—	—	—	1880	„	7	300	− 10	ОМ; 5	136,3	Д, К, 345
		233,2	139,4	11,7	0,811	1	—	—	—	1885	„	8	296	− 0	М; 4	140	Д, К, 374
										—	„	8—15	314	− 10	—	—	MN, 95
										1902-11	VII, 8-VIII, 15		300	− 11	М;	—	MN, 76
										1916	VII, 7-VIII, 7		302	− 8	ОМ;20	—	MN, 84
										1918	VIII	2,8	302	− 9	М; 6	—	MN, 84
										1913	VIII	1—8	304	− 11	М; 4	—	MN, 84
													и другие				

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
177	1870 I	198,2	141,7	121,8	1,0087	1	+0,022	5	5	—	) VIII	16	28	+48,5	2,16	142,8	—
	С. 255.	Блеск=6,2. Персеиды. Вероятна ветвь Персеид.															
178	1877 II	63,1	316,6	121,1	0,9500	0,9987	0,238	0	0	—	VIII	17	45	−19	2,13	144	—
	С. 272.	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
179	1780 II	255,1	142,0	107,9	0,5153	1	−0,172	5	4	—	VIII	18	1	+35,5	1,9	144,5	—
	С. 101.																
											VIII	9—11	0	+44	—	—	М, 84
										XIX3,4	VIII	8—14	4	+33	ОБ; 26	—	АК, 19
										„	VIII	18—31	4	+33	Б; 38	—	АК, 20
											VII. 29-VIII, 13		6	+36	—	—	М, 70
		235,9	135,6	120,8	0,791	1	—	—	—	1877	VIII	7	8	+38	Б; 5	136,1	Д, К, 336
		247,3	138,2	116,9	0,702	1	—	—	—	1878	VIII	10	6	+37	Б; 6	138,8	Д, К, 356
		266,3	139,6	117,5	0,540	1	—	—	—	1876	VIII	11	8	+38	Б; 4	140,2	Д, К, 369
		261,9	141,5	121,6	0,578	1	—	—	—	1888	VIII	13	8	+33	Б; 5	142,1	Д, К, 384
		253,8	144,2	118,0	0,647	1	—	—	—	1877	VIII	16	10	+37	Б; 4	144,9	Д, К, 400
		274,2	149,2	104,2	0,469	1	—	—	—	1884	VIII	21	5	+35	Б; 5	149,9	Д, К, 419
		233,1	136,7	108,2	0,809	1	—	—	—	1925	VIII	9,8	0,7	+42,4	; 6	136,7	Сыт. 604
		241,0	136,7	120,0	0,750	1	—	—	—	1925	VIII	9,8	6,7	+36,4	; 6	136,7	Сыт. 605
		284,3	148,7	114,4	0,395	1	—	—	—	1927	VIII	22,8	7.9	+30,4		148,7	Сыт. 682
											и	д р у г и е					
180	1808 I	253,8	323,0	134,3	0,3899	1	0.070	?	?	—	(VIII	19	86	+ 5	2,02	145	—
	С. 131.																
181	1858 IV	98,9	325,0	100,0	0,5443	1	+0,276	0	0	—	VIII	20	32	−25,5	1,8	146,3	—
	С. 223.	Земля вторично встречает орбиту 16 февраля.															
182	1910 IV	173,8	146,4	15,8	1,2700	0,6369	+0,261	1	4	—	VIII	20	239	+26	0,56	146,4	—
	С. 201.	Период обращения=6,6 лет.								1872	VIII, 24-IX, 14		240	+25	; 6	—	ГД, 182,9
183	1678	159,5	163,3	2,9	1,1453	0,62697	0,132	?	?	—	VIII	20	176	+ 7	0,8	146,6	—
	С. 56.	Период обращения=5,855 года. Блеск=6,5. Вероятна связь с кометой 1844 II.															
184	1948 n	183,8	233,0	13,1	0,5577	0,80918	0,225	?	?	—	VIII	21	143	− 3	0,83	147	—
		Земля вторично сближается с орбитой кометы 16 февраля.															
185	1871 IV	242,9	147,1	98,3	0,6913	1	−0,061	4	4	—	(VIII	22	5,5	+45	1,82	148,2	—
	С. 260.	Период обращения=2690 лет. Блеск=8. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
										с 1887	VIII	8—13	8	+52	175;		АК, 24
		271,3	151,4	101,2	0,494	1	—	—	—	1887	„	24	8	+45	Б; 5	152,1	Д, К, 457
										XIX3,4	„	20—24	7	+51	Б; 8	—	АК, 25
										1916	„	24,8	1	+47,5	; 4	—	AMS, 528
										1916	„	19,6	3,0	+52,0	; 3+4	—	AMS, 534
										1911	VIII, 30 -IX,4		353	+39	ОБ; 6	—	MN, 72,7
													8	+37	* —	139	Г
													11	+50	—	139	Г
												и д р у г и е					
186	1900 II	12,4	328,0	62,5	1,0148	1.00033	+0,016	0	0	—	VIII	22	66,5	−54,5	1,3	148,7	—
	С. 360.	Блеск=8,5.															
187	1797	279,8	329,3	129,3	0,5266	1	-0,111	?	?	—	) VIII	25	90	− 0,5	2,08	151,4	—
	С. 121.	Наблюдалась невооруженным глазом. Земля вторично сближается с орбитой кометы 21 февраля.															

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
188	1499	33,5	326,5	21	0,954	1	+0,016	2	2	—	VIII	26	316	−64,5	0,82	152,8	—
	С. 34.	15 августа 1499 года комета сблизилась с Землей на 0,04 а. е.								1921	VIII	25,5	300,0	−65,0	; 2	—	Д
189	1596	59,4	330,3	128,0	0,5672	1	−0,238	3	2	—	VIII	29	45	−10	2,05	155,3	—
	С. 47.	Возможна связь с кометой 1845 III. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									IX	—	40	− 8	—	—	ГД, 41,2
										1929	IX	1,7	44,8	−19,7	; 4	—	НЗ, 566
										1929	IX	1.7	55,0	−11,5	; 5	—	НЗ, 567
190	1858 II	162,1	113,5	10,8	0,7689	0,75486	0,135	?	?	—	VIII	30	181	+23	0,62	156,8	—
							−0,231	—	—	—	VII	18	173	+50	0,32	114,8	—
	С. 144.	Комета Понса-Виннеке.															
191	1911 II	110,3	157,4	148,4	0,6836	0,99555	+0,005	4	3	—	IX	1	89	+40	2,23	157,9	—
	С. 389.	Блеск=7,4. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								XIX3,4	IX	6—16	73	+43,5	Б; 13	—	АК, 231
		139,9	154,8	161,7	0,891	1	—	—	—	1881	VIII	27	75	+33	Б; 6	155,6	Д,К, 473
										1885	IX	3—17	78	+33	; 6	—	ГД, 67,6
										1895	VIII	13—31	85	+41.5	; 10	—	ГД. 72.8
										1943	IX	2,9	97	+41	65; 6	—	АП, 116
										и другие							
192	1895 II	167,8	170,3	3,0	1,2980	0,65249	0,300	0	0	—	IX	2	248	−12	0,47	158,8	—
	С. 340.	Период обращения=7,2 года, блеск=12.															
193	1844 I	278,7	63,8	2,9	1,1863	0,61737	0,187	0	0	—	IX	7	251	−33	0,38	164	—
	С. 56.	Период обращения=5,6 года.															

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

194	1919 III	129,5	310,8	19,2	0,4849	0,9712	0,188	3	3	—	IX	8	358,5	−20,5	1,04	164,4	—
	С. 193.	Период обращения=69,1 года, блеск=9,6. Земля вторично сближается с орбитой кометы 15 марта.									IX	14—17	2	−16	—	—	MN, 95
											IX	1—14	1	−15	—	—	ГД, 4,4
										1927	VIII	28,4	1,5	−18,0	; 5	—	НЗ, 85
195	1932 V	38,5	344,5	71,7	1,0372	0,97698	+0,155	0	0	—	IX	8	52,6	−45,8	1,6	164,7	—
	С. 455.	Период обращения=302 года, блеск=8,1. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна.															
196	1858 VI	129,1	165,3	117,0	0,5785	0,99629	−0,298	4	4	—	IX	10	107	+53	1,92	166,6	—
	С. 224.	Большая комета (Донати). Орбита кометы сближается с орбитой Венеры.								XIX3,4	IX	14—16	102	+52	ОБ; 27	—	АК, 294
										XIX,4	IX	10—22	103	+58	Б,ОБ;10	—	АК, 323
		131,7	165,5	116,2	0,838	1	—	—	—	1877	IX	7	100	+58	Б; 10	166,4	Д,К, 507
										1916	VIII	24	101	+59,5	—	—	AMS, 816
										1872	VIII.24-IX. 14		100	+56	; 10	—	ГД, 84,8
		94,0	156,5	114,4	0,540	1	—	—	—	1886	VIII	29	106	+52	У ; 6	157,3	Д,К, 478
197	1907 IV	294,4	143,0	9,0	0,5122	0,99879	0,069	5	5	—	IX	12	348	+3	1,00	168,6	—
	С. 383.	Блеск=4,4. Земля вторично сближается с орбитой кометы в феврале-марте.								до 1886	IX	1—14	346	+ 1	М; 14	—	АК, 856
										XIX,4	IX	4—24	352	+ 4	М; 30	—	АК, 870
										XX	IX	14—23	345	+ 0	—	—	MN, 95
										XX	VIII, 24-IX, 9		346	− 0,5	—	—	MN, 95
										1899	VIII. 1-X, 2		345	+ 1	М;	—	MN, 72
										1943	IX	7,9	351	− 2	45; 6	—	АП, 137
										и другие							
		279,3	162,5	6,5	0,422	1	—	—	—	1885	IX	4	346	0	М; 12	163,3	Д, К, 491
		252,5	175,2	4,4	0,653	1	—	—	—	1885	IX	17	345	0	М; 4	176,1	Д, К, 556
		289,0	165,7	6,3	0,358	1	—	—	—	1928	IX	8,7	348,9	+ 2,2	; 8	165,7	Сыт. 733
										и другие							

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
198	1854 III	74.6	347,7	108,7	0,6481	1	+0,018	3	3	—	IX	13	53,5	−16	1,94	169,1	—
	С. 212	Наблюдалась невооруженным глазом. Орбита кометы сближается с орбитой Марса.								1928	IX	18,7	60,0	−17,5	; 5	—	НЗ, 87
										1928	IX	22,6	60,0	−20,0	; 2	—	НЗ, 181
										1869	IX, 6-X. 4		59	− 9	; 13	—	ГД, 51,7
199	1947 b	303,7	353,2	39,4	0,5599	1	-0,285	?	?	—	IX	17	144	−29	; 1,06	173,2	—
		Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
200	1788 II	30,4	352,5	64,5	0,7574	1	−0,192	1	1	—	IX	18	60,5	−42	1,28	174,7	—
	С. 112.	Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна.								1928	IX	18,7	62,5	−52,0	; 2		НЗ. 178
201	1790 I	114,4	172,8	150,3	0,7473	1	+0,053	2	5	—	IX	18	111	+39	2,25	174,9	
	С. 113.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									IX	24—26	109	+42	; 12		ГД, 43,7
										1943	IX	27,9	112	+40	70; 10		АП, 178
202	1939 VI	29,3	355,1	64,2	0,7484	0,9742	−0,206	1	1	—	IX	19	63	−41	1,26	175,1	—
		Период обращения=156 лет, блеск=8,5. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна. См. комета 1788 II.															
203	1893 III	47,1	337,4	160,0	0,6745	0,99945	0,116	4	4	—	IX	19	66	+11	2,22	174,8	—
							−0,207	—	—	—	IX	2	52	+ 8	2,17	—	--
	С. 336.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								XIX3,4	IX	7—15	50	+16	Б; 16	—	АК, 151
										"	IX	14—21	56	+ 7	Б; 17	—	АК, 171
										1943	IX	2,9	64	+ 4	68; 3	—	АП, 119
										1943	IX	7,9	59	+12	70; 6	—	АП, 136
										и другие							
		91,6	351,8	159,6	0,489	1	—	—	—	1879	IX	14	54	+10	Б; 6	172,7	Д, К, 524
		28,2	353,2	—	0,946	1	—	—	—	1877	IX	15	72	+14	Б; 7	174,1	Д, К, 536
		84,5	354,2	155,8	0,551	1	—	—	—	1877	IX	16	59	+ 9	В; 5	175,1	Д, К, 547
204	1683	87,8	173,4	96,8	0,5596	1	0,163	?	?	—	IX	21	142	+52	1,8	177,1	—
	С. 58.																
205	1766 II	180,4	71,6	7,8	0,4111	0,8338	−0,14	4	4	—	IX	23	3	+ 9	0,91	179	—
	С. 91	Период обращения=5 лет, блеск=6,8. Возмущения от Юпитера чувствительны. Возможна связь с кометой Понса-Виннеке.								1884-87	IX	15—22	6	+11	М; 28	—	АК, 12
										XIX3,4	IX	4—24	352	+ 4	М; 30	—	АК, 870
										1943	IX	30,8	350	+ 4	30; 6	—	АП. 193
										1943	IX	30,8	14	+ 7	38; 9	—	АП, 194
		313,2	173,2	16,9	0,158	1	—	—	—	1885	IX	15	5	+11,5	—	174,1	Д,К, 529
		294,2	176,7	12,2	0,296	1	—	—	—	1887	IX	19	5	+10	; 15	178	Д,К, 561
		290,9	180,3	9,4	0,322	1	—	—	—	1884	IX	22	7	+10	; 5	181,2	Д,К, 574
206	1763	88,6	356,4	72,5	0,4983	0,99868	−0,028	3	2	—	IX	23	44	−23	1,5	179	—
	С. 88	Период обращения=7330 лет. Наблюдалась невооруженным глазом. Блеск=9,5. Земля вторично сближается с орбитой кометы 20 марта.								1928	IX	18,7	36,3	−28,3	; 4	—	НЗ, 86
										1928	IX	22,6	41,0	−32,0	; 2	—	НЗ, 180
										1932	IX	30,6	53,0	−18,5	; 6	—	НЗ, 837
207	1840 III	138,0	186,0	79,9	0,7485	1	−0,142	3	2	—	(X	1	165	+65	1,55	187,5	—
	С. 171	Яркая комета. Орбита сближается с орбитой Юпитера.									IX	25—30	155	+56	; 10	—	ГД,123,14
										1943	IX	25,9	174	+64	50; 6	—	АП, 164
		159,9	190,9	80,1	0,970	1	—	—	—	1877	X	3	167	+75	; 5	191,9	Д, К, 613
										1919	IX	29	174	+71	М; 2	—	MN, 84,1

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
208	1834	50,2	226,6	6,0	0,5131	1	0,104	?	?	—	X	2	189	+ 3	0,99	188	—
	С. 167.	Земля вторично сближается с орбитой кометы 1 апреля.															
209	961	81,7	9,6	95,4	0,5369	1	−0,063	4	4	—	X	3	63,7	−13,6	1,76	189,6	—
	С. 12.	Земля вторично сближается с орбитой кометы 31 марта.									X	5—6	59	−13	—	—	MN, 95
										1869	IX, 6-X, 4		59	− 9	; 13	—	ГД, 51,7
										1869	X	5—6	54	−14	—	—	ГД, 51,9
										1943	X	3	65	−12	60; 4	—	АП, 209
										1943	IX	27,9	60	−10	43; 4	—	АП, 176
										1931	X	2,5	55	− 5,0	; 4	—	НЗ, 571
										1929	X	5,6	59,1	−13,2	; 6	—	НЗ, 573
210	1457 II	185,1	184,4	9,9	0,7604	1	−0,238	0	0	—	X	5	293	+20	0,31	191,4	—
	С. 30.	Второе сближение 15 августа															
211	1847 VI	276,6	190,8	108,2	0,3290	1,00017	−0,257	4	4	—	(X	6	48	+43	1,92	192,2	—
	С. 194.	Комета наблюдалась невооруженным глазом.								XIX, 4	X	8—20	45	+45	Б; 63	—	АК, 147
										1943	X	7,0	39	+38	33; 3	—	АП, 217
										1899	IX, 27-X, 8		40	+38,5	Б; 10	—	MN, 76
											X	3—7	58	+36	—	191	Г
		261,0	190,7	100,5	0,578	1	—	—	—	1927	X	4,8	55,3	+56,2	; 6	190,7	Сыт. 778
		279,2	184,8	116,5	0,420	1	—	—	—	1886	IX	27	48	+ 44	Б; 6	185,8	Д, К, 598
		290,8	192,9	99,5	0,322	1	—	—	—	1877	X	5	47	+45	ОБ; 5	193,9	Д, К, 621
212	69 до н.э.	150	193,3	70	0,79	1	−0,152	1	3	—	X	7	184,9	+67,7	1,37	193,3	—
	С. 4.	151,5	191,9	73,2	0,94	1	—	—	—	1877	X	4—5	186	+71	М; 6	192,9	Д, К, 616
213	1825 II	177,3	192,9	89,7	0,8835	1	−0,115	3	3	—	X	8	145	+79	1,66	194,6	—
	С. 154									XIX, 4	X	8—18	134	+66	Б; 20	—	АК, 374
										1877	IX, 26-X, 4		130	+78	Б; 32	—	АК. 365
		178,7	191,9	85,6	1,000	1	—	—	—	1877	X	4	133	+79	Б; 22	192,9	Д, К, 615
		159,9	190,9	80,1	0,970	1	—	—	—	1877	X	3	167	+75	Б; 5	191,9	Д, К, 613
214	1585	331,4	37,7	6,1	1,0948	1	0,111	0?	0?	—	X	8	287	−42	0,49	194,2	—
							0,175	—	—	—	X1	6	273	−40	0,59	222,8	—
	С. 44.	Непрерывное сближение.															
215	1926 VI	171,7	195,9	30,7	0,9937	0,7171	+0,003	5	5	—	X	10	264,0	+54,1	—	—	—
	С. 361.	Комета Джакобини-Циннера и Драконида.															
216	1757	268,8	214,2	12,6	0,3374	1	0,088	4	4	—	X	10	21	+18	1,17	196	—
	С. 83.	Яркая комета. Земля вторично сближается с орбитой кометы 17 мая.								XIX, 4	X	8—15	21	+14	м,ом;25	—	АК, 58
											X	7—20	24	+22	м,у; 29	—	АК, 55
										XX	X	3—7	24	+15	—	—	М, 125
													23	+20	—	187	Г.
										1943	X	2,9	20	+15	33; 8	—	АП, 200
										1943	X	2,9	20	+16	42; 10	—	АП, 204
										1943	X	10	25	+25	38; 6	—	АП, 230
		272,7	203,0	4,8	0,474	1	—	—	—	1876	X	15	21	+14	ОМ;	203,9	Д,К, 667
217	1939 IX	126,8	196,3	92,9	0,9455	1	0,182	0	0	—	X	10	166	+59	1,87	196,3	—
		Блеск=10,7. Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.															

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ОНУ ИМЕНИ И. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
218	1723	331,4	14,2	130	0,9988	1	0,066	4	3	—	(X	11	113	— 8	2,12	197,6	—
	С. 70										X	11—26	104	— 3	—	—	MN. 95
										1869	X	11—16	104	— 1	; 7	—	ГД, 86,3
		338,5	25,8	145,4	0,959	1	—	—	—	1877	X	16—18	121	0	Б; 6	206,7	Д, К, 705
										1925	X	19,8	105	— 2,5	; 5	206,4	AMS,1380
										1918	X	16,9	103	— 7	; 3	—	AMS, 817
219	1850 II	243,2	206,0	40,1	0,5656	1	0,156	4	4	—	X	14	11	+46	1,15	200	—
							−0,216	—	—	—	X	21	20	+51	1,08	207,4	—
	С. 200.	Блеск=7,9.								XIX3,4	X	14—24	20	+52	М; 12	—	АК, 50
		Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									X	14—25	24	+44	У;173	—	АК, 70
										1885	X	7	9	+45,5	; Стап.	—	MN. 84
										XX	X	5—8	15	+39	—	—	М, 127
		259,3	201,0	44,9	0,592	1	—	—	—	1876	X	13	14	+50	М; 7	201,9	Д,К, 649
		260,1	201,8	53,7	0,583	1	—	—	—	1877	X	14	21	+55	М; 5	202,7	Д,К, 652
220	1893 IV	315,5	52,5	3,0	0,9891	0,71951	0,025	—	—	—	X	16	271	—35	0,34	201,8	—
							+0,135	—	—	—	XI	21	270	—32	0,49	233,3	—
	1906 V	315,8	52,4	3,0	0,965	0,72405	0,020	—	—	—	X	25	264	—34	0,37	210,6	—
							0,106	—	—	—	XI	16	269	—33	0,48	233	—
	1926 V	320,6	45,3	3,4	1,0585	0,7066	0,070	—	—	—	X	10	278	—37	0,34	195,8	—
							+0,177	—	—	—	XI	9	273	—33	0,47	225,6	—
	С. 305.	Комета Финлея. Период обращения=6,84 года, блеск=6,6. Возможна связь с кометой 1585.															
221	1857 IV	181,0	200,8	32,8	0,7468	0,98037	−0,256	2	3		X	16	270	+69	0,67	202.1	
	С. 219,	Период обращения=234,7 года, блеск=9,1. Орбита кометы сближается с орбитой Меркурия.								1885	X	5—12	262	+64	ОМ; 5	—	АК, 604
		160	192	46	0,970	1	—	—	—	—	X	5	240	+63	—	—	СЦ, 154
		175,4	194,9	43,4	0,995	1	—	—	—	1885	X	7	262	+64	; 5	195,9	Д, К, 630
222	1864 IV	118,5	203,2	48,9	0,7707	1	+0,047	?	?	—	X	18	213	+43	1.18	204,4	—
	С. 245.	Блеск=5,2. Орбита кометы пересекает пояс астероидов															
223	1580	89,3	19,1	64,6	0,6024	1	0,194	2	2	—	X	18	62	—23	1,4	204	—
							0,173	—	—	—	X	23	68	—23	—	—	—
	С. 42.	Возможный период обращения=9200 лет. Земля вторично сближается с орбитой кометы 15 апреля.								1879	X	19—20	59	—13	М; 4	—	ГД. 51,10
										—	X	20—21	73	—14	—	—	MN, 95
										1928	X	18,6	65,0	—17	; 3	—	НЗ, 186
224	1779	62,1	25,1	32,4	0,7132	0,9998	−0,022	1	4	—	X	22	39,5	—28,5	0,98	207,5	—
	С. 99.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.									X	—	40	—30	—		ГД, 34.2
225	240	82	189	44	0,372	1	−0,080	?	?	—	X	23	203	+19	1,32	209	—
	С. 5	Большая комета.															
226	1842 II	240,5	207,8	106,4	0,5044	1	−0,319	4	4	—	(X	23	81,5	+57	1,86	209,3	—
							0,278	—	—	—	X	26	79	+55	—	212,3	—
	С. 173.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								XIX 3,4	IX, 25 – X, 15		81	+55	Б ; 54	—	АК, 248
		250,4	213.6	101,6	0,663	1	—	—	—	1916	X	26,8	91	+61	;4	—	AMS, 777
		244,1	211,6	100,5	0,714	1	—	—	—	1916	X	24,9	91	+63	;4— 5	—	AMS, 778
										1921	X	31,9	81	+51	;3—11	205,2	AMS, 1329
										1925	X	21,9	91	+48	—	—	AMS, 1351

и другие

НУЖНОБЕЛЕЗОТЕКА ОНЛ ЛЕНИНГРАДА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
										1943	X	21,9	81	+16	42 ; 4	—	АП, 236
		213,8	202,0	115,1	0,910	1	—	—	—	1876	X	14	90	+58	Б ; 6	202,9	Д, К, 659
227	1835 III	110,6	55,2	162,2	0,5866	0,9674	—	5	5	—	X	19—23	94	+19	2,2	207	—
	С. 1	Комета Галлея и поток Орионид															
228	1739	104,8	207,4	124,3	0,6736	1	+0,078	4	4	—	(X	24	160	+38,5	1,98	210,3	—
	С. 74	Орбита кометы сближается с орбитой Юпитера.								1877-79	X	14—16	152	+40	Б ; 4	—	АК, 407
										XIX 3,4	X	21—31	160	+41	Б ; 15	—	АК. 415
		114,8	203,8	122,6	0,706	1	—	—	—	1877	X	16	153	+42	Б ; 4	204,7	Д, К, 693
										1943	XI	4	135	+49	45 ; 7	—	АП,253
										1919	X	22—27	141	+37	Б ; 5	—	MN 84,1
										1917	X	13—18	163	+59	Б ; 10	—	MN 84,1
229	1132	114,5	212,6	106,4	0,736	1	+0,047	1	1	—	X	27	168	+46	1,92	212,6	—
	С 16																
		114,8	203,8	122,6	0,706	1	—	—	—	1877	X	16	153	+42	Б ; 4	204,7	Д, К, 693
		Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
230	1948 g	317	203,1	23,2	0,2077	1	0,078	4	4	—	X	27	45	+28,5	1,34	213	—
										XIX 3,4	X	11—20	41	+31	Б ; 40	—	А,К, 113
										1878	X	8—22	46	+27	Б ; 31	—	А,К, 138
										XX	X	18—27	43	+21	—	—	М, 135
										1925	X	26	52,5	+24,2	; 5	—	AMS, 1303
		286,5	218,7	5,8	0,356	1	—	—	—	1877	X	31	43	+21	; 8	219,5	Д, К, 730
		285,0	219,7	8,0	0,367	1	—	—	—	1877	XI	1	43	+23	; 23	220,5	Д, К, 731
231	1849 I	208,0	215,2	85,0	0,9597	1	+0,026	2	2	—	X	31	131	+77	1,68	216,6	—
	С. 196	Наблюдалась невооруженным глазом.								1897	X	29	130	+75	; 8	—	ГД,103,13
		173	215	93	0,872	1					X	28	110	+70	—	—	СЦ, 163
										1913	XI	3	165	+73,5	; Стац.	—	MN, 84, 1
232	1457 I	194,9	249,7	13,3	0,7034	1	0,169	2	3	—	XI	1	14	+29	0,74	217,6	—
	С. 29									XIX, 4	XI	8—19	17	+30	М; 22	—	АК, 40
		241,6	223,7	13,7	0,731	1	--	—	—	1877	XI	5	19	+30	М; 7	224,5	Д, К, 744
										1877—1918	X, 31—XI, 15		19	+30	М; 7	—	MN, 84,1
233	1097	125,0	207,5	73,5	0,7385	1	−0,039	1	1	—	XI	3	202,9	+47,2	1,5	219,5	—
	С. 15	Очень яркая комета. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								XIX 3,4	XI	11—23	205	+54	М ; 3	—	АК, 486
234	1937 VI	184,9	334,6	12,6	0,332	0,8498	0,199	5	5	—	XI	4	56	+ 8	1,08	220,7	—
		Комета Энке. Тауриды и июньские радарные Тауриды.															
235	1905 V	132,7	222,9	140,6	1,0522	1,00019	0,263	5	4	—	(XI	7	159	+34	—	223,6	—
	С. 375	Наблюдалась невооруженным глазом. Радиант близок к Леоидам.								XIX 3,4	XI	10—15	154	+38	Б : 40	—	АК, 408
										XIX, 4	XI	10—20	164	+34	Б ; 18	—	АК, 423
										1877-87	XI	14—17	167	+32,5	Б ; 6	—	MN, 72,7
										1917	XI	18—23	154	+42	Б ; 6	—	MN, 84,1
										1923	XI	17,8	152,6	+40	; 21	234,9	AMS, 1412
										1893	XI	11	150	+32	—	—	AN, 151
										1901	XI	14	152	+28	; 23	—	AN, 151
		194,9	234,8	133,2	0,989	1	—	—	—	1885	XI	16	154	+40,5	ОБ;12	—	Д, К, 789

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
236	1891 V	106,8	296,5	5,4	1,0864	0,65289	0,138	0	0	—	XI	7	310	+ 5,5	0,36	223,8	—
	С. 254	Период обращения=5,9 года.															
237	1916 III	95	224	103	0,47	0,93	−0,142	2	2	—	XI	8	187	+33	1,8	224,5	—
	С. 409	Блеск=4. Земля вторично сближается с орбитой кометы 6 мая.								1872	X, 29–XI, 13		180	+32	;6	—	ГД, 138,13
											XI	12	185	+40	—	—	ГД, 138,15
											XI	13	193	+40	—	—	ГД, 150, 6
238	1826 IV	13,8	44,0	25,9	0,8529	0,99749	−0,125	0	0	—	) XI	9	42,5	—58,5	0,63	225,7	—
	С. 158	Период обращения=6300 лет. Блеск=6,5															
239	1366	164,8	226,6	149,8	0,9749	0,9059	−0,003	—	—	—	XI	10	149,3	+31	2,29	226,6	—
	С. 24	Кометы 1366, 1813 I, 1905 V, 1866 I имеют близкие радианты и элементы орбит.															
240	1879 II	3,7	45,8	107,0	0,8965	1	−0,093	1	0,5	—	XI	10	124,5	—24	1,8	226,7	—
	С. 277	Блеск=4,5.								1928	XI	12,6	133,0	—18	;3	—	НЗ, 196
241	1006	93,5	38	162,5	0,583	1	—	—	—		XI	11—12	116	+10	—	—	—
	С. 13	Комета вероятно связана с кометой Галлея.								XIX 3,4	XI	7—16	108	+ 9	;25	—	АК, 319
242	1866 I	171,0	231,4	162,7	0,9765	0,90542	−0,007	5	5	—	XI	15	150	+23	—	—	—
	С. 248	Поток Леонид. Орбита сближается с орбитами Сатурна и Урана.															
243	1896 VII	163,9	246,6	13,7	1,1102	0,67928	0,137	—	—	—	XI	13	308	+28	0,46	230	—
							+0,142	—	—	—	) XI	30	306	+22	0,49	247,3	—
	1909 III	166,9	242,3	15,7	1,1727	0,6617	0,198	—	—	—	) XI	25	304	+29	0,43	242,9	—
	С. 347	Период обращения=6,45 года, блеск=12,1.								XIX 3,4	XI	10—20	300	+22	Б ; 7	—	АК, 719
244	1873 IV	193,8	230,6	96,0	0,7941	0,99647	−0,183	3	4	—	XI	15	160	+61,5	1,7	231,6	—
	С. 263	Период обращения=3380 лет, блеск=7.								—	XI	1—13	155	+65	;36	—	ГД, 116, 6
										1892	XI		160	+60	—	—	ГД, 123,15
										—	XI—XII		160	+60	—	—	ГД, 123,16
										1910	XI	5—7	163	+57	Б ;5	—	MN, 72,7
245	1860 IV	311,9	44,9	32,2	0,6827	1	0,132	0	0	—	XI	17	204	—55	0,96	234	—
	С. 230	Элементы сомнительны — комета наблюдалась только в течение трех дней.															
246	1743 I	6,4	86,9	1,9	0,8616	0,72131	0,025	—	—	—	от XI	17	24	+ 5	0,44	234	—
							0,025	?	?	—	до II	8	348	— 5	0,44	318	—
	С. 76	Блеск=9															
247	1707	27,1	52,8	88,6	0,8590	1	−0,079	0	0	—	XI	19	115	—31	1,64	236,2	—
	С. 68	Возможна связь с кометой 1846 IV.															
248	1944 I	33,4	57,9	136,0	0,8722	1	−0,037	4	3	—	XI	20	132	— 8	2,18	237,9	—
										1894	XI—XII		135	— 5	Б ;	—	ГД, 106,1
		Блеск=10,7. Орбита кометы сближается с орбитой Сатурна.									XI	6—16	121	— 2	—	—	
											"	"	132	— 3	—	—	MN, 95
										1928	XI	12,6	133,0	—18,0	;3	—	НЗ, 196
										1931	XI	15,6	115,0	— 9,3	; Стац.	—	НЗ, 584
										1923	XI	17,8	111	—11,2	;3	—	AMS, 1386

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
249	1840 II	156,6	236,8	120,8	1,2208	0,99498	0,288	1	4	—	(XI	21	175	+43	2,26	238,3	—
	С. 170	Период обращения=3790 лет, блеск=6.									XI	9—12	178	+46	,10	—	ГД, 135,6
250	1784	336,1	56,8	128,8	0,7079	1	−0,248	2	3	—	) XI	22	150	−19	2,04	239,1	
	С. 105	Комета наблюдалась невооруженным глазом.									XIX,4	XI	15	150	−12	Б;	— АК, 397
											1894	X—XI		152	−13	Б;	— ГД, 114,5
												XI		148	−12	—	— ГД, 114,6
251	1813 I	170,6	240,6	158,9	0,6993	1	−0,283	4	3	—	) XI	23	163	+19	2,14	240,6	—
	С. 137	Элементы и радиант близки к элементам кометы 1866 I и к радианту Леонид.									1872	X, 29—XI, 13		157	+17	;8	— ГД, 120,7
											1879	XI	13—15	166	+22	—	— ГД, 121,9
											1895	X—XI		171	+22	Б;9	— ГД, 129,5
											1943	XI	23,9	164	+17	72;4	— АП, 269
252	1852 III	223,3	245,9	12,6	0,8606	0,75592	−0,111	5	5	—	XI	27—28		24,5	+43	—	— —
	С. 96	Комета Белого и Андромедиды.															
253	1766 I	100,9	244,2	139,2	0,5053	1	−0,136	2	1	—	) XI	30		191,5	+14,5	2,13	246,8 —
	С. 90	Возможна далекая встреча в другом узле в мае.									XIX3,4	XII	7—13	200	+10	;9	— АК, 480
											1885	XI	16—17	190	+21	ОБ;	— ГД, 143,8
254	1932 X	327,3	77,6	24,5	1,1310	0,9736	0,205	0?	0?	—		XII	1	340	−70	0,76	248,8 —
							0,241	—	—	—		XII	10	334	−66	0,80	257,8 —
	С. 458	Период обращения=69,9 года, блеск=8,7.															

255	1702	309,8	189,0	4,4	0,6468	1	0.061	4	2	—	XII	2	57	+26	0,85	249,3	—
	С. 66.	Земля вторично сближается с орбитой кометы в апреле.															
		В апреле (19) 1702 года комета сблизилась с Землей на 0,0438 а. е.									XIX, 4	XII	7—11	52	+32	ОМ,Б;12	— АК, 169
											XIX,4	XI,20-XII, 1		61	+21	28; 57	— АК, 191
											1934	XII	2	66	+24	—	— AMS, 2306
											1943	XI	24,8	60	+31	33; 4	— АП, 274
											1916	XI	26,8	63	+29	; 4	— AMS, 721
		86.7	66.2	0.1	0.521	1	—	—	—		1880	XI	27	63	+21	; 8	246,7 Д, К, 822
		266.2	247.7	1.6	0.526	1	—	—	—		1886	XI	29	64	+23	; 6	248,2 Д, К, 832
256	1468	69.7	71.1	142.0	0.8297	1	0.160	1	4	—	XII	3	137,5	— 5,1	2,27	250	—
	С. 31.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
											XII	6—7	136	— 4	; 4	—	ГД, 106,2
257	1771	76.1	27.9	11.3	0.9018	1	0.113	1	3	—	XII	3	41	−12	0.59	250	—
	С. 95.	Наблюдалась невооруженным глазом.															
		35.5	67.0	11.0	0.893	1	—	—	—	1885	XI	28	37	−13	ОМ; 3	247,5 Д, К, 827	
258	1906 II	276,5	72.0	83,5	0.7229	1	+0.237	?	?	—	XII	4	183,5	−45,5	1,67	251,6	—
	С. 378.																
259	1873 VII	196.1	250.8	28.8	0.7469	0.91912	−0.227	0?	0?	—	) XII	3	327	+72	0,67	250,8	—
	1818 I	195.7	257.3	29.1	0 7458	0.9186	−0.225	—	—	—	) XII	10	327	+72	0,68	257,3	—
	С. 29.	Период обращения=27,9 года, блеск=9.0															

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
260	1798 II	215.0	249.5	137.6	0 7797	1?	−0.129	5	4	—	) XII	4	158,5	+34	2,16	251,6	—
	С. 123.	Период обращения=400 лет, блеск=5,5.								XIX 3,4	XII	6—15	152	+42	Б; 16	—	АК, 409
										1878	XII	20—21	157	+35	; 7	—	ГД,118,24
											XII	8—9	160	+40	; 4	—	ГД, 121,3
											XII	7—13	160	+32	; 11	—	ГД, 125,7
										1915	XII	12,7	152	+41	; 3	—	AMS, 512
										1915	XII	13,7	156	+39,5	; 3	—	AMS, 515
										1885	XII	10	152	+40	;Стац.	—	MN, 84,1
												и другие					
		215.6	245.2	137.7	0.893	1	—	—	—	1876	XI	26	155	+56	ООБ; 26	245,8	Д, К, 815
		261,0	259.1	122.8	0.569	1	—	—	—	1885	XII	10	152	+40	Б; 8	259,5	Д, К, 879
		193	257	151	0.719	1	—	—	—	—	XII	9	154	+26	—	—	СЦ, 182
										1935	XII	3,7	152	+35	—	—	МК, 1548
												и другие					
261	1884 I	199.2	254.1	74.0	0.7757	0.95500	−0.188	3	2	—	XII	8	189,5	+66,5	1,38	254,9	—
	С. 136.	Комета Понса-Брукса. Период обращения=71,6 года. Блеск=4,2. Наблюдалась невооруженным глазом.								XIX 3,4	XII	3—12	208	+70	Б; 18	—	АК, 501
										1868	XII	7	198	+72	; 10	—	ГД, 151,2
										—	XII	8	190	+70	; 23	—	ГД. 151,3
		206 1	248.0	75.1	0 935	1	—	—	—	1877	XI	29	185	+71	Б; 9	248,5	Д, К, 836
		231.3	258.1	69.0	0.800	1	—	—	—	1885	XII	9	158	+72	; 10	258,5	Д, К, 872
262	539	255.5	58	10	0.3412	1	−0.075	—	—	—	XII	11	178	— 8	1,12	259	—
		75.5	238				−0.105	2	2?	—	XII	11	182	+ 8	1,12	259	—
	С. 6.	Элементы вычислены по древним китайским наблюдениям не дающим широт.								XIX 3,4	XII	8—15	175	+11	54 ; 12	—	АК, 439
										—	XII		182	— 2	—	—	ГД, 136,4
										1877	XII	13	193	— 5	Б;	—	ГД, 147,5
263	1881 V	312.5	65.9	6.9	0.7253	0.82838	0.034	—	—	—	XII	16	276	—35	0,67	263	—
							−0.134	?	?	—	XI	30	259	—36	0,56	246,9	—
	С. 287.	Период обращения=8,7 года, блеск=9.1. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
264	1846 VII	99.8	261.9	150.7	0.6337	0.98994	+0.109	2	4	—	(XII	16	200	+ 7	2,2	263,3	—
	С. 187.	Период обращения=500 лет. Наблюдалась невооруженным глазом. Блеск=8.1. Возмущения от Марса вероятны.								XIX4	XII	7—13	200	+10	; 9	—	АК, 480
											XII	7—13	203	+ 5	—	—	ГД,154,14
265	1895 III	298.8	83.1	76.2	0.8430	1	+0.154	0	0	—	XII	17	182	—62	1,58	263,9	—
	С. 341.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.															
266	1906 VII	8.6	84.8	56.4	1.2127	0·98263	+0.235	0	0	—	XII	18	102	—61,5	1,3	265,4	—
	С. 381.	Блеск=7.6.															
267	1664	310.6	81.3	158.7	1.0255	1	0.258	0	0	—	XII	18	180	—14	2,4	265,3	—
	С. 51.	Большая и яркая комета. Земля сближается с орбитой 5 января.															
268	1855 IV	325.5	51.6	169.8	1.2310	1	0.27	1	1	—	(XII	19	174	— 4	2,55	266	—
	С. 216.	Наблюдалась невооруженным глазом															
		40.3	90.6	159.6	0.867	1	—	—	—	1876	XII	21	165	— 6	ОБ; 5	270,8	Д, К, 89
269	1785 I	205.7	264.2	70.2	1,1434	1	0,218	3	3	—	(XII	19	210	+69,5	1,53	266,5	—
	С. 106.									XIX 3,4	XII	3—13	208	+70	Б; 18	—	АК, 501
										1917	XII	18—21	216	+66	—	—	MN, 84,1
		199.7	257.3	68.0	0.955	1	—	—	—	1876	XII	8	208	+71	; 11	257,7	Д, К, 867
		183.4	257.3	73.9	0.984	1	—	—	—	1884	XII	8	214	+62	; 4	250,7	Д, К, 868

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение каталога

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
270	1939 X	207.0	269.8	54.7	1.0222	0.8206	0.091	5	4	—	XII	22	230	+76	1,16	269,8	—
	1912 IV	207.0	269.7	55.0	1.0299	0,8185	0.096	—	—	—	(XII	23	223	+75,5	1,17	270,2	—
	1926 IV	207.0	269,8	55.0	1.0306	0.8185	0.096	5	4		(XII	23	209,5	+76,4	—	—	
		188,2	273,3	51.9	0.979	1	—	—	—	1886	XII	18—24	248	+70	Б; 5	273,2	Д, К, 904
											XII	18—22	218	+76	; 7	—	MN, 84,1
	С. 114.	Комета Туттля I· Период обращения=13.5 лет.								1923	I	4	222	+77	—	—	Obs. 46,59
										1932	I	3	214,1	+69,5	—	—	МК, 5
												и	другие				
271	1943 II	36.4	82.6	161.3	0.7583	1	0.100	2	4	—	XII	24	164	—4	2,29	272	—
							0.144	—	—	—	XII	15	157	—2	2,27	262,6	—
					Блеск=13.1.												
		13.9	81.2	170.6	0.970	1	—	—	—	1877	XII	12	166	0	ОБ; 5	261,5	Д, К, 881
		40.3	90,6	159.6	0.867	1	—	—	—	1876	XII	21	165	—6	ОБ; 5	270,8	Д, К, 895
272	1935 I	18.4	91.5	65.4	0.8111	0.99130	−0.152	3	3	—	(XII	24	118,4	—53,7	1,3	271,7	—
	С. 463.	Период обращения=900 лет, блеск=10.									XII	—	113	—45	—	—	MN, 95
											XII	—	117	—47,5	—	—	MN, 95
										1927	XII	25,4	122,0	—45,0	; 5	—	НЗ, 126
										1929	XII	12,6	117,0	—47,5	; 3	—	НЗ, 601
273	1818 III	348,2	90,0	117,0	0,8550	1,01162	−0,120	0	0	—	) XII	24	168,5	—35	2,07	271,8	—
	С. 142.																
274	1652	300,1	88,2	79,5	0,8475	1	0,146	1	1	—	) XII	25	188,5	—62.5	1.63	272.4	—
	С. 50.	Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								1932	I	6,5	168.0	—59.0	; 5/6	—	НЗ, 605
275	1870 IV	90,6	94,7	147,3	0,3893	1	−0,196	3	3	—	XII	28	151	— 2	2,12	275,8	—
	С. 257.	Блеск=11,1. Земля вторично сближается с орбитой кометы 28 июня.								XIX,3	I	3—11	150	— 8	74;	—	АК, 395
										—	I	1—11	157.5	— 8	—	—	MN, 95
276	1680	350.7	272,2	60,7	0,0062	0,99999	0,041	3	4	—	XII	28	131.5	+21,5	2.0	276	—
	С. 57.	Огромная комета. Период обращения=8700 лет. Блеск=4,0; орбита кометы очень сближается с орбитой Юпитера.								1876-86	XII	21—24	129	+19	; 10	—	АК, 353
										1886	XII	24	129	+21	; Стац.	—	MN, 84,1
		358,5	270,6		0,000	1	—	—	—	1876	XII	21	129	+19	М; 5	270,8	Д,К, 894
		353,5	273,1	13,2	0,003	1	—	—	—	1886	XII	24	129	+19	Б: 5	273,2	Д,К, 899
277	1385	166,7	276,4	127,7	0,774	1	0,307	4	4	—	XII	29	199,5	+22,1	2,02	276,4	—
	С. 25.	Яркая комета.								1892	I		198	+28	Б; 5	—	ГД, 152,1
										1891	I	4—15	198	+20	Б; 7	—	ГД, 153,1
		130,2	262,2	133,9	0,811	1	—	—	—	1877	XII	13	199	+19	Б; 5	262,5	Д, К, 886
		201,9	277.2	120,5	0,948	1	—	—	—	1886	XII	28	194	+32	ОБ; 7	277,3	Д, К, 910
										1935	I	3·7	197	+29	—	—	МК, 1414
278	1819 IV	350,1	77,4	9,1	0,8923	0,6987	0,066	?	?	—	XII	31	331	—43	0,41	278,8	—
							−0,087	—	—	—	XII	12	346	—48	0,30	259,2	—
	С. 145.	Период обращения=4,8 года, блеск=8,5.															
279	1863 IV	357,2	97,5	78,1	0,7066	0,99899	−0,276	3	2	—	XII	31	155	—54	1,38	278,7	—
	С. 240.	Период обращения=18400 лет. Наблюдалась невооруженным глазом.									I	6	168	—59	—	—	MN, 95
										1927	XII	25,4	140,0	—55,0	; 5	—	НЗ, 127
										1932	I	6,5	168,0	—59,0	; 5/6	—	НЗ, 605
280	1883 I	110,9	278,1	78,1	0,7601	1	+0,138	?	?	—	XII	31	243	+28	1,5	279.0	—
	С. 293.	Блеск=7,0. Орбита кометы пересекает пояс астероидов.								1916	I	3	240	+32,2	; 6—9	—	AMS, 969

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Труды Астр. Обс. Пермского Университета (на франц. языке), т. I, 1918 г.
2. Бюлетень ЦКМКА, 18, 1940.
3. И. С. Астапович, О некоторых кометных радиантах, Астр. бюлл. РОЛМ, 25, 1929.
4. А. Д. Дубяго, Определение орбит, 1950.
5. И. С. Абельман, О движении некоторых метеорных потоков, Изв. Русск. Астр. Об. т. XXIII, вып. 4—6.
6. Ф. А. Бредихин, Теория выделения метеоров из комет, Изв. Русск. Астр. Общ., вып. I, стр. 41.
7. Главнейшие радианты метеорных потоков (В. А. Мальцев), Русск. Астр. Календ. постоянная часть, четвертое издание, 1930.
8. Фундаментальный каталог метеорных радиантов XIX века И. С. Астаповича, Ашхабад, 1944 г.
9. И. А. Клейбер, Определение орбит метеорных потоков, С-Петербург, 1891 г.
10. Н. Н. Сытинская, Окончательный каталог 827 метеорных радиантов и соответ. орбит, Ученые записки Лен. Гос. Универ., вып. 2.
11. Е. М. Проскурина, Предварительный каталог метеорных радиантов по наблюдениям в Ашхабаде в 1943 г., Изв. Турк. Филиала АН СССР, 3, 1949 г.
12. И. С. Астапович, Метеорные потоки южного полушария, Русск. Астр. Календ. 32, 1929 г., стр. 140—144.
13. С. К. Всехсвятский, Астр. Журнал, т. XII, стр. 243, 1935 г.
14. С. К. Всехсвятский, Астр. Журнал, т. XIV, стр. 480, 1937 г.
15. С. К. Всехсвятский, Публикации Киевской Астр. Обс., № 2, 1948 г.
16. В. П. Коноплева, Публикации Киевской Астр. Обс., № 3, 1950 г.
17. И. А. Клейбер, Астрономическая теория падающих звезд, С.-Петербург, 1884 г.
18. И. С. Астапович, Астр. Журн., т. XII, № 2, стр. 217, 1935 г.
19. С. В. Орлов, Астр. Журнал, т. XVII, № 1, 1940 г.
20. С. В. Орлов, Астр. Журнал, т. XVI, № 1, 1939 г.
21. N. T. Bobrovnikov, Contr. the Perkins Obser. No 16, 1942.
22. A. S. Yamamoto, Preliminary General Catalogue of Comets, Kyoto, 1936.
23. C. Hoffmeister, Die Meteore, Leipzig, 1937.
24. W. F. Denning, General Catalogue..., MRAS, vol. 53, 1899, p. 205.
25. W. F. Denning, MN, 84, 1, 1924, p. 37.
26. W. F. Denning, MN, 84, 1, 1924, p. 43.
27. W. F. Denning, MN, 72, No 7, p. 631, 1912.
28. A. King, MN, 76, No 6, p. 543, 1916.
29. C. P. Olivier, Transact. of the Am. Phil. Soc., vol. XXII, part 1.
30. C. P. Olivier, Publ. of. the Leander Mc Cormic Obs vol II, part 4.
31. C. P. Olivier, " " " vol II, part 7.
32. C. P. Olivier, " " " vol II, part 1.
33. Mc Intosh, MN, 95, p. 709.
34. W. F. Denning, MN, 72, No 5, pp. 426—450, 1912.
35. W. F. Denning, MN, 76, pp. 218—238, 1916.
36. W. F. Denning, MN, 50, No 7, pp. 410—467, 1890.
37. J. V. Schiaparelli, Entwurf einer Astron. Theorie der Sternschnuppen, Stettin, 1871.
38. R. A. McIntosh, Transact. of the Royal Soc. of New Zealand, Vol. 69. part 4, 1940.
39. V. Niessl, Kalalog der Bestimmungsgrose fur 611 Bahne grosser Meteore, herausgeben von C. Hoffmeister, 1925,
40. The Observatory, No 508, p. 28, 1917,

41. M. Davidson, Cometary Radiant Points 1875—1920.
42. A. G. Herschel, Report of the 45-th Meeting of the British Assoc. for the Advancement of Science, London, 1896.
43. I. G. Galle..., Cometenbahnen.. Leipzig, 1894.
44. H. Svoboda, Bull. Intern. de l' Academie des Sciences de Boheme, 1914.
45. W. Valentiner, Handworterbuch der Astronomie, B. II, Breslau.
46. A. Galle, Zur Berechnung der Proximitäten von Asteroidenbahnen, Breslau, 1883.
47. I. G. Porter, The Journal of the BAA, 60, 1, 1949.
48. MN, 109, 3, 1949.
49. Е. Н. Крамер, Изв. Турк. Фил. АН СССР, № 3, 1950 г.
50. M. Plavec, Bul. of the Instit. of Czechoslovakia, vol. II, No 3,
51. S. G. Natanson, AN, 197, 1914. s. 205.
52. В. Г. Фесенков, Метеоритика, вып. 7, 1950 г.
53. Е. Н. Крамер, Астр. Цирк., 96—97, 1950 г.
54. Е. Н. Крамер, Астр. Цирк., 98—99, 1950 г.
55. Е. Н. Крамер, Астр. Цирк., 107, 1950 г.
56. C. Hoffmeister, Meteorstróme, 1948.
57. Yamamoto, I., MN, 89, 141, 1928.
58. Nakamura K., MN, 91, p. 124.
59. И. С. Астапович, Астр. Журнал, т. XVIII, вып. I, 1941.
60. И. С. Астапович, Изв. Турк. Филиала АН СССР, № 4, 1949 г.
61. В. В. Федынский и К. П. Станюкович, Док. АН СССР, 57, 2, стр. 129.
62. А. Д. Дубяго, Астр. Журнал, т. XXVII, 2, 1950.
63. Н. Ф. Рейн, Труды ГАИШ, VII, 2, 1936 г.
64. В. Г. Фесенков, Метеорная материя в межпланетном пространстве, 1949 г.
65. Происхождение периодических комет, Юрьев, 1901 г.
66. Н. Н. Водопьянова, Астр. Журнал, т. XVII, вып. 6, 1940 г.
67. П. Савицкий, AN, 228, ss. 297—314.
68. К. А. Ворошилов, Астр. Журнал, т. XX, вып. 4.
69. Proc. of the Am. Ph. Soc., vol. 91, No 2, april, 1947.
70. Mc Intosh, Transact. of the New Zealand Institute, v. 60, 1929.
71. Mc Intosh. Bul. of the New Zealand Astr Soc. 1, 1934.
72. Mc Intosh, Bul. of the New Zealand Astr. Soc., No 24.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ОРБИТ ЗВЕЗД ТИПА АЛГОЛЯ С ПРОТЯЖЕННЫМИ АТМОСФЕРАМИ

А. ШУЛЬБЕРГ

Дается описание попытки применения теории определения элементов орбит звезд с протяженными фотосферами к изучению звезды V 444 Лебедя. Попытка оказалась успешной. Однако результаты могут быть улучшены, если разработать теорию учета полупрозрачности большой звезды и учесть различие коэффициента поглощения для лучей разных длин волн.

В 1934 году Н. А. Козырев и вслед за ним Чандрасекар опубликовали разработанную ими теорию протяженных звездных атмосфер (1), (2). Из этой теории следует, что распределение интенсивности излучения по диску звезды с протяженной атмосферой намного отличается от распределения интенсивности по диску Солнца и может быть представлено следующей формулой:

$$I(p) = A \int_0^{\pi} e^{-\alpha \int_0^{\varphi} \sin^{n-2} x dx} \cdot \sin^{2n-1} \varphi \, d\varphi, \qquad (1)$$

где: $A = \dfrac{3 F_0 \alpha^2}{4 (n+1) p^2}$, $\alpha = \dfrac{b}{p^{n-1}} (b = \text{const})$, p—расстояние от центра диска звезды.

Принимая $n=2$, получаем

$$I(\xi) = \frac{3}{2} F_0 \frac{e^{\frac{\pi}{\xi}} + 1}{(1+\xi^2)(1+9\xi)}, \qquad (2)$$

где: $\xi = \dfrac{p}{R_1}$, R_1—радиус слоя $\tau = 1$, F_1—поток излучения на расстоянии R_1 от центра звезды.

Подтверждением правильности гипотезы K_2, как и всякой гипотезы, может быть совпадение выводов с данными наблюдений. Пожалуй, единственной возможностью в этом направлении является изучение затменных переменных, обладающих протяженными атмосферами. Принимая для них закон (2) распределения интенсивности излучения по диску звезды, мы находим элементы орбиты системы, и тогда степень совпадения теоретической кривой блеска с кривой, полученной из наблю-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

дений является критерием для суждения о большей или меньшей достоверности гипотезы K_2.

В настоящее время, после работ В. А. Амбарцумяна и В. В. Соболева гипотеза Козырева может рассматриваться только как первое и довольно грубое приближение, и поэтому следует ожидать, что совпадение выводов, получаемых из нее, с данными наблюдений будет в такой же степени приближенным.

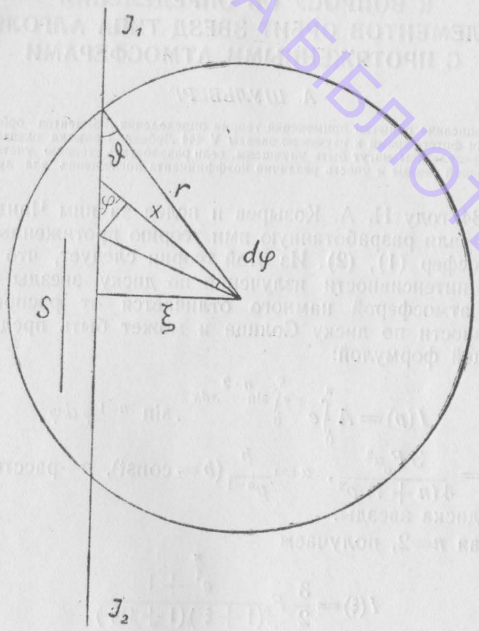


Рис. 1

В своей работе (3) мы наполовину решили задачу определения орбит затменных переменных: нами были вычислены таблицы фотометрических фаз для кольцеобразного затмения (в предположении, что затмевается звезда с протяженной атмосферой), были получены теоретические кривые блеска для различных κ и разработан метод определения элементов орбит затменных переменных в предположении наличия у одной из звезд (затмеваемой) протяженной атмосферы. Это одна половина задачи. Вторая половина заключается в том, чтобы

учесть прозрачность протяженной атмосферы, т. е. использовать и тот минимум, когда звезда с протяженной атмосферой затмевает.

Считая, как и раньше, $n=2$, мы получили величину поглощения света концентрическими слоями протяженной атмосферы, как функцию расстояния $\xi=\frac{p}{R_1}$ от центра диска звезды. При $n=2$, $\varkappa\rho=\frac{1}{\xi^2}$ ($\varkappa$ - коэффициент непрозрачности, ρ — коэффициент плотности). На рис. 1 s указывает направление луча, проходящего через слой атмосферы на расстоянии ξ от центра звезды. Очевидно, что поглощение q на пути s выразится формулой $q=I_1\int\varkappa\rho ds$, где интеграл берется по всему пути, проходимому лучом с начальной интенсивностью I_1 в атмосфере.

Найдем величину q, как фунцию от ξ.

1. $\frac{\xi}{x}=\sin\varphi$,
2. $x=\xi\operatorname{cosec}\varphi$,
3. $ds=xd\varphi\operatorname{cosec}\varphi$,
4. $ds=\xi\operatorname{cosec}^2\varphi\,d\varphi$,
5. $ds=\frac{\xi}{\sin^2\varphi}d\varphi$,
6. $\varkappa\rho=\frac{1}{x^2}=\frac{\sin^2\varphi}{\xi^2}$,
7. $q=I_1\int\varkappa\rho\,ds$,
8. $q=2I_1\int_{\vartheta}^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin^2\varphi}{\xi^2}\cdot\frac{\xi}{\sin^2\varphi}d\varphi$,
9. $q=\frac{2I_1}{\xi}\int_{\vartheta}^{\frac{\pi}{2}}d\varphi$,
10. $q=\frac{2I_1}{\xi}\left(\frac{\pi}{2}-\vartheta\right)$,
11. $q=\frac{2I_1}{\xi}\left(\frac{\pi}{2}-\arcsin\frac{\xi}{2}\right)$,

$$I_2=I_1-q=I_1\left[1-\frac{2}{\xi}\left(\frac{\pi}{2}-\arcsin\frac{\xi}{2}\right)\right]. \qquad (3)$$

Таким образом, если в атмосферу входит луч интенсивности I_1, то выходит из нее луч интенсивности $I_2=I_1-q$.

Теперь можно предложить такой путь для отыскания элементов затменных переменных с протяженными атмосферами.

Считая, что случаю, когда затмевается звезда с протяженной атмосферой соответствует более короткий минимум, найти по этому минимуму элементы орбиты системы предложенным нами методом с помощью соответствующих таблиц.

С полученными элементами построить кривую блеска для более продолжительного минимума, не учитывая прозрачности

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

атмосферы затмевающей звезды, т. е. пользуясь таблицами В. П. Цесевича.

Вычислить I_2 для различных Δ и прибавить к соответствующим ординатам теоретической кривой блеска.

Если разница по ординатам между наблюденной кривой и теоретической будет в достаточной степени точно равняться вычисленным, то можно считать, что элементы получены хорошие и что гипотеза K_2 подтверждается.

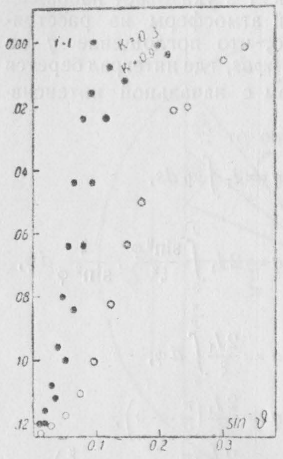


Рис. 2. Теоретические кривые блеска V 444 Лебедя (точки) и наблюденная кривая (кружки)

Б. А. Воронцов-Вельяминов в своей монографии „Новые звезды и туманности" выразил сожаление, что в нашей первой работе об Алголях с протяженными атмосферами мы не исследовали систем, относительно которых точно известно, что они имеют протяженные атмосферы. К сожалению, мы не имели тогда наблюдательных данных по таким парам. В настоящей работе мы имели возможность использовать кривые блеска V 444Cygni(4), у которой один компонент W - R, а другой, повидимому O. Вычисление элементов этой интересной системы было предложено мною в качестве дипломной работы студентке ОГУ Рашковской.

Когда мы ближе познакомились с V 444 Cygni, оказалось, что там происходит частное затмение. Это сильно усложнило задачу. Для того, чтобы решить ее, Ф. Рашковская выбрала более короткий минимум [это у V 444 Cygni вторичный минимум] и затем воспользовалась двумя соотношениями.

$$\Delta^2 = a^2 \cos^2 i \text{ — середина минимума}$$
$$\Delta'^2 = a^2(\cos^2 i + \sin^2 i \sin^2 \Theta') \text{ — начало затмения} \qquad (4)$$
$$\Theta' = 23°36', \quad \sin \Theta' = 0.4.$$

Задаваясь различными k, можно с помощью составленных нами таблиц падения блеска найти Δ_0^2 и $\Delta_1^2 = 25\,(1+k)^2$ и, значит, найти a и i, а затем по формуле

$$\Delta^2 = a^2(\cos^2 i + \sin^2 i \sin^2 \Theta)$$

задаваясь различными Θ, построить для каждого k теоретические кривые.

Все теоретические кривые расположились узкой полосой далеко от наблюдений (рис. 2). Проф. Цесевич предложил взять различные Θ' и таким путем расширить теоретические кривые. Это было проделано и в результате теоретическая кривая хорошо совпала с наблюденной при

$$\kappa = 0.7, \quad \sin\Theta' = 0.75$$

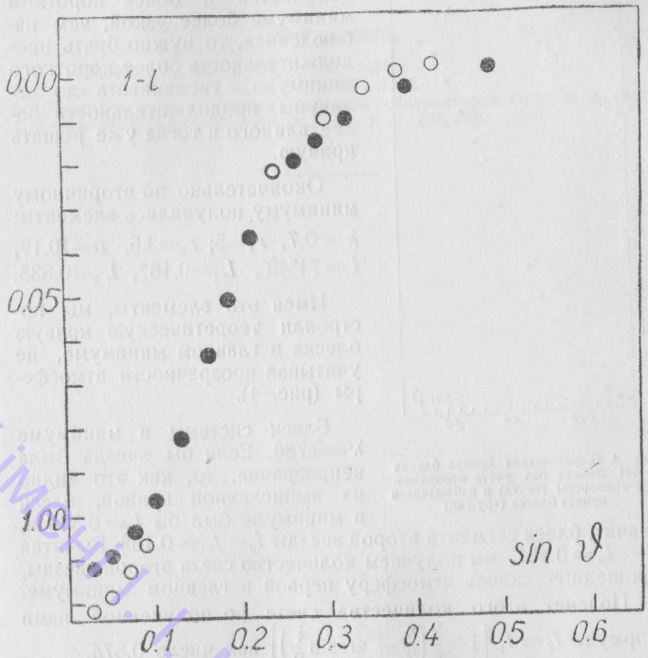


Рис. 3. Кривая блеска во вторичном минимуме V 444 Лебедя. Кружки – данные наблюдений. Точки – теоретические данные.

Так как начало и середина затмения наименее уверенно определяются из кривой блеска, то мы решили вместо (4) брать точки в той части кривой, где они наиболее уверенно определены и затем задаваясь k, находить из таблиц падения блеска соответствующие Δ по формулам:

$$\Delta_1^2 = \Delta_0^2 + (a^2 - \Delta_0^2)\sin^2 \Theta_1 \qquad (5)$$
$$\Delta_2^2 = \Delta_0^2 + (a^2 - \Delta_0^2)\sin^2 \Theta_2,$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

а так как $\Delta'^2 = 25\ (1+k)^2 = \Delta_0^2 + (a^2 - \Delta_0^2)\ \sin^2 \Theta'$, то отсюда уже находить Θ'. Этим методом были найдены элементы и теоретическая кривая оказалась наилучшей при $k = 0.7$, $\sin \Theta' = 0.7$ (рис. 3).

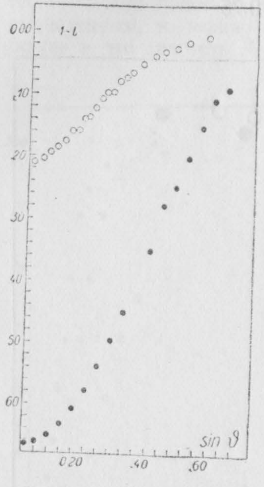


Рис. 4. Теоретическая кривая блеска V 444 Лебедя без учета прозрачности атмосферы (точки) и наблюденная кривая блеска (кружки)

Отсюда можно сделать вывод, что если теоретическая кривая получается в более коротком минимуме более узкой, чем наблюденная, то нужно брать продолжительность более короткого минимума, увеличивать до величины продолжительности более длиного и тогда уже решать кривую.

Окончательно по вторичному минимуму получились элементы: $k = 0.7$, $r_1 = 5$; $r_2 = 3.5$, $a = 10.19$, $i = 71°43'$, $L_1 = 0.167$, $L_2 = 0.833$.

Имея эти элементы, мы построили теоретическую кривую блеска в главном минимуме, не учитывая прозрачности атмосферы (рис. 4).

Блеск системы в минимуме $\lambda' = 0.786$. Если бы звезда была непрозрачна, то, как это видно из вычисленной кривой, блеск в минимуме был бы $l_0 = 0.335$ и, значит, блеск сегмента второй звезды $l_0 - L_1 = 0.168$. Вычитая $\lambda' - l_0 = 0.451$, мы получаем количество света второй звезды, прошедшее сквозь атмосферу первой в главном минимуме.

Подсчет этого количества света по полученной нами формуле $I_2 = I_1 \left[1 - \frac{2}{\xi}\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin\frac{\xi}{2}\right)\right]$ дал число 0,375.

Нам кажется, что для первого приближения результат удовлетворительный.

Метод, примененный нами в настоящей работе, может быть использован для сопоставления данных любой теории протяженных звездных атмосфер с данными наблюдений и, следовательно, для проверки правильности теории.

Формулы, использованные нами из теории Козырева, получены в предположении независимости коэффициента поглощения звездной атмосферы от длины волны. Теория протяженных звездных атмосфер, которая будет построена с учетом селективности поглощения, несомненно, будет ближе к истине, и сопоставление данных такой теории со спектральными наблюдениями затменных переменных должно дать лучшие результаты, чем приведенные в этой статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kosirev N. A., M. N., 94, 5, 430, 1934.
2. Chandrasekhar, M. N. 94, 5, 444, 1934.
3. Шульберг А. Бюллетень астроном. обсерватории ОГУ № 3, 1947.
4. Kron G. E. and Gordon K.. Ap. J. 3, 466, 1950.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

DL ГЕРКУЛЕСА—ПЕРЕМЕННАЯ ЗВЕЗДА С ЭФФЕКТОМ БЛАЖКО

В. П. ЦЕСЕВИЧ

На основании наблюдений автора удается установить, что эта звезда изменяет свою амплитуду, не меняя периода, подобно тому как это происходит у RZ Лиры.

Эта короткопериодическая цефеида наблюдалась мною в 1932 и в 1943 гг. Кроме того, А. В. Соловьев произвел ряд наблюдений в 1936 г.

Из моих наблюдений 1943 г. была получена степенная шкала, которую я привязал к фотометрическим определениям величин звезд сравнения А. В. Соловьева. Таким образом, были получены следующие звездные величины звезд сравнения:

	α 1855	δ 1855	
$S=$	$17^h\ 14^m\ 8^s$	$+\ 14°32'$	$=10.71$
$\kappa=$	13 51	34	$=11.20$
$a=$	13 52	43	$=11.57$
$s=$	14 10	42	$=12.31$

Е. К. Харадзе из моих наблюдений 1932 г. получил первые элементы этой переменной звезды. Впоследствии А. В. Соловьев поправил эти элементы. Однако новые наблюдения дают значительное отклонение от элементов А. В. Соловьева. Поэтому я принял в качестве рабочих элементов следующую формулу периода (А):

$$\text{Max} = 2426959.27 + 0.59162.E \qquad \text{(A)}$$

Однако, если сравнить опубликованные данные с этими элементами, то получаются значительные уклонения, что говорит в пользу изменяемости периода этой звезды. Для детального изучения изменяемости периода мы определили индивидуальные моменты максимумов. Сразу же обнаружилась изменчивость формы кривой блеска, напоминающая явления, наблюдающиеся у AR Геркулеса. Так как наблюдений 1932 г. не достаточно для подробного анализа, то мы подробно исследовали также и наблюдения, сделанные в 1943 г.

Список наблюденных индивидуальных максимумов дан в таблице 1.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

Совершенно бесспорны реальные колебания высоты максимума от 11.00 до 11.40 звездной величины.

Таблица 1

E	*Max. hel. JD*	*O—A*	*M*	ψ
6670	2430905.376	+0.001	11.07	30.8
6675	0908.350	+0.016	11.14	43.8
6680	0911.298	+0.006	11.32	46.7
6685	0914.247	—0.003	11.38	0.4
6724	0937.335	+0.012	11.00	23.5
6729	0940.296	+0.015	11.00	26.5
6761	0959.216	+0.003	11.17	45.2
6766	0962.193	+0.022	11.40	48.4
6778	0969.266	—0.004	11.23	6.3
6820	0994.120	+0.002	11.08	31.1

Просмотр наших старых наблюдений и наблюдений А. В. Соловьева позволил увидеть еще несколько моментов понижений максимумов. Моменты, когда блеск звезды в максимуме достигал самого низкого значения, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Момент	*n*	*O-K*
		∂
2426975	0	0.0
28403	29	+0.2
30914	80	+0.2
30963	81	0.0

Эти моменты представляются формулой:

$$\text{Минимум амплитуды} = 2426975 + 49.235.n \qquad (K)$$

Согласие между наблюденными моментами и формулой исключительно хорошее. Последнее было интересно подтвердить также и путем построения средних кривых для различных фаз цикла изменения периода. Для этого надо было получить улучшенную формулу периода. Были построены сезонные средние кривые блеска без учета изменяемости формы кривой и высоты максимума — для определения сглаженных средних моментов максимумов. Исходными явились элементы (А). Средние сезонные кривые приведены в таблицах 3, 4, 5.

Таблица 3

Наблюдения В. П. Цесевича (1932 г.)

φ	*m*	*n*	φ	*m*	*n*
∂			∂		
0.018	11.59	10	0.398	12.31	10
.050	11.75	10	.482	12.23	10
.106	12.05	10	.519	11.70	10
.208	12.16	10	.549	11.27	10
.289	12.26	10	.576	11.81	4

Таблица 4

Наблюдения А. В. Соловьева

φ	*m*	*n*	φ	*m*	*n*	φ	*m*	*n*
∂			∂			∂		
0.016	11.72	10	0.275	12.27	10	0.514	11.82	10
045	11.80	10	.313	12.33	10	.521	11.77	9
.078	11.91	10	.347	12.36	10	.529	11.67	10
.117	12.03	10	.404	12.36	10	.538	11.65	11
159	12.18	10	.448	12.36	10	.550	11.60	11
.189	12.07	10	.482	12.29	10	.578	11.68	11
228	12.30	10	.504	12.11	10			

Таблица 5

Наблюдения В. П. Цесевича (1943 г.)

φ	*m*	*n*	φ	*m*	*n*	φ	*m*	*n*
∂			∂			∂		
0.003	11.25	10	0.149	12.20	10	0.511	12.35	10
.009	11.30	10	.206	12.25	10	.529	12.21	10
.016	11.26	10	.263	12.30	10	.545	12.16	10
.024	11.28	10	.293	12.29	10	.555	11.94	10
.031	11.43	10	.324	12.32	10	.561	11.78	10
.046	11.43	10	.364	12.30	10	.570	11.57	10
.061	11.70	10	.413	12.34	10	.579	11.45	10
077	11.86	10	.465	12.37	10	.587	11.28	11
.108	12.07	10	.488	12.35	10			

Из этих средних сезонных кривых блеска получены нормальные моменты максимумов, приведенные в таблице 6.

Таблица 6

E	*Max.hel. JD*	*O—A*	*O—B*
		∂	∂
—1	2426958.628	—0.050	+0.008
+2435	8399.817	— .048	— .012
+6729	30940.289	+ .008	+ .005

Из этих трех моментов максимумов была получена новая формула периода (В):

$$\text{Max. hel.} = 2426959.212 + 0.5916291.E \qquad (B)$$

Остатки О—В все-таки очень велики, что заставляет подозревать вековое изменение периода, обычное для звезд, обладающих эффектом Блажко.

После того, как были получены улучшенные элементы (В), мы построили групповые кривые блеска, вычислив по формулам (В) и (К) две совокупности возрастов наблюдений в быстром φ и в медленном ψ — колебаниях.

Затем все наблюдения 1943 г. были разбиты на пять групп в соответствии с возрастом ψ. Приводим их границы:

группа I — возрасты от 45 суток до 6 суток,

группа II — возрасты от 6 суток до 16 суток,

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

группа III — возрасты от 16 суток до 26 суток,
группа IV — возрасты от 26 суток до 36 суток,
и группа V — возрасты от 36 суток до 45 суток.

Внутри каждой группы были вычислены средние кривые в зависимости от возраста быстрого колебания блеска. Кроме того, был вычислен средний возраст каждой группы ψ.

Приводим эти кривые в таблицах 7, 8, 9, 10, 11.

Таблица 7

Группа I. Средний возраст $\psi = 48^{\partial}.6$

φ	m	n	φ	m	n	φ	m	n
∂			∂			∂		
0.004	11.40	5	0.093	11.96	5	0.534	12.04	5
.012	11.36	6	.139	12.14	5	.546	12.10	4
.021	11.39	5	.278	12.29	5	.556	11.83	5
.031	11.42	5	.394	12.29	5	.566	11.54	5
.045	11.42	6	.461	12.34	5	.574	11.37	5
.057	11.74	5	.485	12.37	5	.580	11.47	4
.071	11.86	5	.515	12.31	5	.586	11.32	4

Таблица 8

Группа II. Средний возраст $\psi = 10^{\partial}.5$

φ	m	n	φ	m	n	φ	m	n
∂			∂			∂		
0.004	11.34	2	0.254	12.30	3	0.422	12.38	3
.017	11.42	2	.306	12.32	4	.473	12.34	3
.037	11.45	2	.336	12.31	4	.552	11.81	4
.118	12.21	4	.362	12.30	3	.564	11.51	4
.167	12.29	3	.388	12.37	3	.580	11.30	2

Таблица 9

Группа III. Средний возраст $\psi = 21^{\partial}.1$

φ	m	n	φ	m	n	φ	m	n
∂			∂			∂		
0.003	11.04	2	0.296	12.34	3	0.548	12.12	4
.013	11.04	2	.444	12.44	3	.559	12.02	3
.050	11.44	2	.490	12.36	2	.572	11.84	2
.103	11.91	1	.511	12.39	4	.585	11.52	2
.159	12.28	3	.525	12.27	3			
.209	12.26	4	.535	12.25	2			

Таблица 10

Группа IV. Средний возраст $\psi = 30^{\partial}.1$

φ	m	n	φ	m	n	φ	m	n
∂			∂			∂		
0.003	11.08	3	0.281	12.27	3	0.546	12.24	1
.018	11.14	4	.300	12.35	3	.577	11.75	1
.046	11.32	4	.363	12.42	1	.588	11.08	2
.224	12.25	5	.482	12.34	1			

Таблица 11

V группа. Средний возраст $\psi = 42^{\partial}.1$

φ	m	n	φ	m	n	φ	m	n
∂			∂			∂		
0.004	11 21	3	0.179	12.24	3	0.529	12.20	1
.015	11.24	5	.274	12.28	5	.559	11.88	3
.031	11.39	4	.364	12.27	4	.581	11.48	3
.065	11.84	4	.475	12.31	3	.588	11.28	2
.111	12.09	3	.514	12.26	2			

Графическое изображение этих таблиц показывает, что величина периода быстрого колебания, повидимому, не имеет. Что же касается высоты максимума, то она безусловно изменяется. Соответствующие данные приведены в таблице 12.

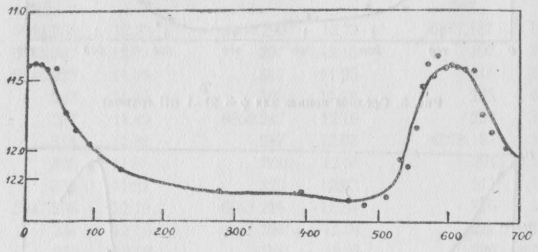


Рис. 1. Средняя кривая для $\psi = 48^{\partial}.6$ (I группа)

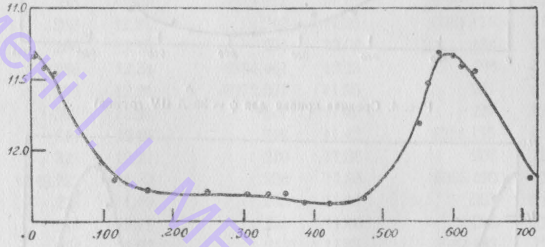


Рис. 2. Средняя кривая для $\psi = 10^{\partial}.5$ (II группа)

Таблица 12

ψ	M	ψ	M
10.5	11.32	42.1	11.21
21.1	11.04	48.6	11.37
30.1	11.08		

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Итак можно считать, что звезда эта обладает эффектом Блажко сходным с наблюдающимся у RZ Лиры. Иначе говоря, у этой звезды амплитуда периодически изменяется, без заметных колебаний остатков О — В.

Наблюдения приведены в таблице 13.

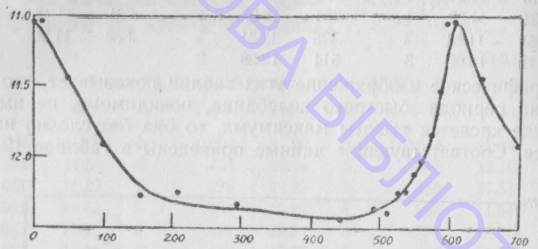


Рис. 3. Средняя кривая для $\frac{\partial}{\phi} = 21$ .1 (III группа)

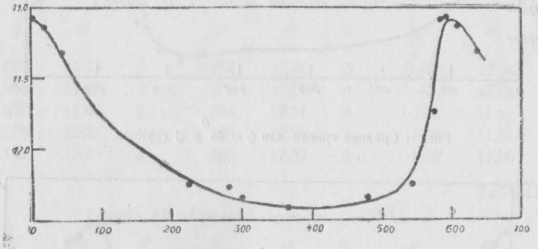


Рис. 4. Средняя кривая для $\frac{\partial}{\phi} = 30$ .1 (IV группа)

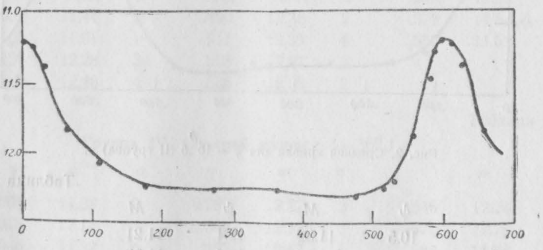


Рис. 5. Средняя кривая для $\frac{\partial}{\phi} = 42$ .1 (V группа)

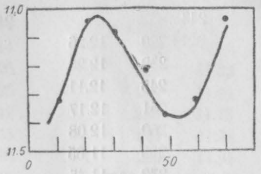


Рис. 6. Изменение высоты максимума DL Геркулеса

Таблица 13

Наблюдения *DL* Геркулеса

242...		242...		242...	
6944.339	12.23	6950.290	12.21	6977.187	12.08
6945.302	12.03	297	12.13	197	12.10
6946.229	11.46	317	11.95	218	12.13
247	11.45	326	11.78	225	12.19
287	11.49	6952.247	12.19	239	12.19
314	11.88	287	12.03	6978.187	12,34
325	11.85	300	12.08	204	11.72
334	11.81	320	12.03	211	11 49
6947.208	12.19	6953.215	12.34	216	11.38
234	12.26	252	12.24	221	11.36
249	12.26	260	12.25	226	11.41
6948.229	12.34	6957.285	12.34	234	11.52
245	12.13	6958.223	12.13	240	11.51
256	12.21	6959.222	11.13	6980.215	12.19
269	12.21	242	11.21	6981.176	11.83
280	12.13	251	12.02	184	11.83
288	12.34	6964.461	12.23	198	11.95
296	12.21	6972.201	11.95	221	11.99
305	12.23	211	11.49	227	12,03
314	12.20	216	11,42	6984.195	12.08
325	12.21	219	11.38	208	12.13
6949.222	11.83	230	11.35	6985.199	12.21
238	11.49	235	11.41	207	12.03
249	11.49	239	11.40	216	12.03
254	11.57	252	11.41	6987.183	12.23
270	11.71	264	11.45	200	12.12
278	11.88	6973.205	12,34	6988.183	12.24
304	11.92	211	12.42	196	11.57
6950.228	12.42	228	12.34	202	11,15
265	12.42	238	12.34	206	11.13
278	12.23	248	12.34	211	11.11
283	12.34	266	12.34	217	11.13

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 13

243...		243...		243...	
0905.343	11.76	0911.229	12.26	0918.408	11.38
363	11.46	239	12.23	0920.420	12.34
369	11.32	245	12.11	0925.183	12.30
373	11.08	251	12.17	194	12.24
378	11.08	260	12.08	201	12.30
384	11.12	268	11.65	221	12.30
390	11.27	272	11.45	241	12.27
398	11.28	278	11.38	0926.206	12.76
404	11.36	286	11.20	213	12.16
415	11.41	293	11.36	234	12.24
0906.186	12.26	298	11.35	0927.233	11.29
227	12.30	304	11.34	241	11.33
276	12.30	311	11.42	0928.176	12.42
281	12.30	315	11.35	189	12.37
320	12.30	320	11.37	195	12.30
352	12.30	339	11.41	200	12.30
0907.218	12.16	342	11.35	209	12.30
262	12.17	352	11.48	224	12.30
292	12.15	359	11.80	232	12.36
320	12.19	369	11.80	239	12.38
337	12.11	374	11.85	246	12.34
0908.240	12.42	382	11.65	259	12.38
264	12.26	395	11.97	270	12.34
329	11.65	407	12.01	273	12.38
334	11.47	422	12.17	303	12.42
341	11.42	0914.205	12.23	322	12.42
346	11.45	222	11.53	0929.242	12.42
350	11.04	227	11.35	273	12.27
355	11.16	231	11.38	0931.275	12.49
363	11.34	236	11.35	292	12.42
370	11.45	243	11.42	301	12.42
391	11.48	249	11.42	315	12.30
401	11.74	262	11.35	325	12.30
409	11.98	273	11.40	345	12.24
422	11.95	292	11.45	354	12.20
0909.209	12.26	301	11.50	371	11.97
270	12.22	310	11.68	377	11.98
308	12.26	315	11.78	0932.170	12.30
378	12.34	0915.249	12.23	188	12.27
0910.382	12.26	293	12.34	202	12.26
390	12.30	333	12.27	214	12.26
399	12.30	355	12.42	237	12.26
408	12.23	0918.375	11.04	268	12.34
0911.176	12.49	384	10.98	292	12.34
211	12.39	396	11.12	332	12.34

Продолжение таблицы 13

243...		243...		243...	
0933.214	12.11	0959.224	11.12	0968.197	12.08
254	12.14	231	11.29	236	12.17
0934.300	12.26	239	11.32	0969.155	12.30
319	12.25	244	11.41	166	12.30
0936.182	11.42	255	11.43	228	12.30
205	11.45	261	11.38	234	11.83
246	11.91	290	11.91	237	11.83
0937.239	12.49	0960.170	12.27	241	11.74
248	12.42	226	12.30	245	11.57
252	12.34	255	12.30	250	11.41
258	12.30	266	12.30	257	11.39
268	12.30	280	12.42	266	11.20
280	12.19	0961.172	12.30	277	11.29
286	12.06	245	12.38	280	11.38
290	11.99	0962.162	12.18	289	11.41
296	12.08	176	11.74	293	11.42
301	11.95	179	11.69	305	11.42
310	11.74	184	11.41	317	11.48
314	11.72	189	11.36	0971.154	12.27
324	11.32	196	11.45	167	12.23
327	11.08	201	11.41	201	12.21
0937.331	11.00	209	11.48	0993.134	12.25
336	11.04	221	11.45	189	12.25
342	11.04	227	11.88	0994.108	11.75
0938.318	12.42	231	11.88	119	11.10
0939.240	12.27	241	11.88	124	11.12
270	12.26	249	11.91	129	11.12
0940.175	12.34	262	11.97	138	11.20
239	12.24	300	12.05	144	11.29
280	11.07	0966.178	12.39	156	11.38
284	10.99	196	12.26	170	11.41
296	11.07	203	12.38	0996.170	12.35
307	11.01	212	12.38	177	12.24
316	11.04	221	12.33	186	12.23
354	11.45	237	12.30	190	12.34
0941.239	12.42	243	12.17	197	12.35
0945.211	12.24	252	12.08	204	12.25
241	12.25	256	12.00	1001.111	12.25
273	12.25	265	11.91	125	12.34
0959.159	11.97	272	11.91	139	12.25
178	11.94	277	11.74	159	12.20
192	11.72	283	11.73	184	12.00
202	11.29	300	11.69	197	11.89
209	11.29	0967.246	12.34		

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

YZ ГЕРКУЛЕСА

С. В. РУБЛЕВ

Автор исследовал изменение блеска и показателя цвета этой полуправильной переменной звезды. Установлено, что звезда становится краснее в максимуме блеска и менее красной в минимуме. Амплитуда показателя цвета исключительно мала.

Переменность этой звезды открыта Вольфом на Гейдельбергских пластинках. Им обнаружены изменения блеска в пределах 10.5 — 11.0 вел. Согласно Эшу звезда имеет незначительные, в пределах 9.5 — 10.0 (виз.), но несомненные колебания блеска с коротким периодом. По данным Кэннон спектральный класс YZ Геркулеса M_3. В «Общем каталоге переменных звезд» Кукаркина и Паренаго она классифицирована как «неправильная под вопросом» спектрального класса М4, изменяющая блеск в пределах 11.0—11.8 (фот.). Блеск звезды оценивался глазомерно на фотографиях области АС Геркулеса, полученных на Одесской астрономической обсерватории в 1950, 1951 и 1952 гг. Были использованы все снимки этой области за указанный период, полученные на астрографе Тессар ГОИ и малом астрографе в фотографических и фотовизуальных лучах. Описание инструментов и фотографического материала дано в работе В. П. Цесевича «Колориметрия АС Геркулеса».

Оценки блеска производились по способу Блажко-Найланда дважды; в качестве окончательного результата принято среднее. При этом были использованы следующие звезды сравнения:

В фотографических лучах:		В фотовизуальных лучах:	
a =	BD 21°3376	k =	BD + 21°3369
h =	BD 21°3373	l =	BD + 21°3374
i =	—	a =	BD + 21°3376
j =	BD 21°3370	n =	—
b =	—		
c =	—		

Звездные величины звезд сравнения определялись на объективном микрофотометре системы А. В. Маркова. В качестве стандарта были использованы звезды сравнения для АС Геркулеса, употреблявшиеся В. П. Цесевичем в вышеупо-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

мянутой его работе; в этой же работе приводится блеск звезд стандарта.

Построение характеристических кривых осуществлено следующим образом. Из серий снимков в обоих лучах было выбрано по одной пластинке с ровным фоном и с полученными двойными изображениями звезд, разделенными значительными промежутками. Основное изображение т. о. было получено при экспозиции порядка одного часа, побочные—при экспозиции порядка 5—10 минут. На каждой из этих пластинок были дважды профотометрированы основные и побочные изображения звезд стандартов, а также основные изображения принятых звезд сравнения. Из полученных результатов брались средние. Каждая из характеристических кривых строилась по основным и побочным изображениям; в результате в каждом случае было получено по две кривых, примерно параллельных в перекрывающихся частях. Кривая, построенная по побочным изображениям, «поднималась» до основной, на величину разности, взятой в перекрывающихся частях обеих кривых. С продолженных таким способом характеристических кривых и снимались звездные величины звезд сравнения. Поправка за ошибку поля в них не вводилась ввиду примерно одинакового удаления от центра пластинки областей стандарта и исследуемой переменной на большинстве снимков.

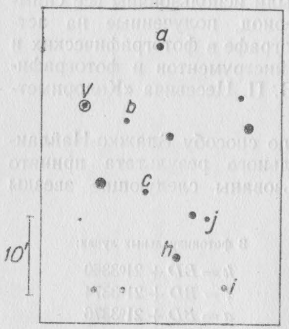


Рис. 1. Карта окрестностей в фотографических лучах

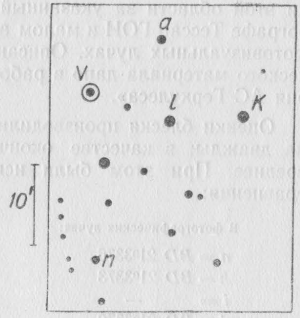


Рис. 2. Карта окрестностей в фотовизуальных лучах

Полученные звездные величины звезд сравнения были увязаны способом наименьших квадратов со степенной шкалой по обычной линейной формуле. При этом как среднее из всех оценок блеска было принято:

в фотографических лучах:

$a-h = 3.8^s$
$h-i = 2.0$
$i-j = 4.4$
$j-b = 2.2$
$b-c = 2.2$

в фотовизуальных лучах

$k-l = 4.5^s$
$l-a = 2.8$
$a-n = 3.1$

В результате были получены следующие формулы:

$$m_{ф} = 10.68 + 0.072 \cdot st$$
$$m_{фв} = 8.38 + 0.096 \cdot st$$

Все результаты обработки приведены в таблице 1, графа p которой содержит индивидуальные звездные величины звезд сравнения, использованные при дальнейшей обработке.

Таблица 1

фотографические лучи				фотовизуальные лучи			
зв. сравн.	m	p	Δ	зв. сравн.	m	p	Δ
	m	m	m		m	m	m
a	10.74	10.68	+0.06	k	8.41	8.38	+0.03
h	10.89	10.95	—0.06	l	8.76	8.81	—0.05
i	11.06	11.10	—0.04	a	9.10	9.08	+0.02
j	11.44	11.41	+0.03	n	9.39	9.37	+0.02
b	11.63	11.57	+0.06				
c	11.70	11.72	—0.02				

Следует отметить, что полученные описанным способом звездные величины звезд сравнения возможно нуждаются в некотором уточнении. Поэтому колориметрическая часть настоящей работы носит скорее качественный характер.

Измерения блеска переменной в фотографических и фотовизуальных лучах приведены в таблицах 3 и 4 соответственно. По данным этих таблиц были построены средние сезонные кривые блеска, по которым были определены следующие моменты максимумов:

Таблица 2

Max	*E*	*O-C*	*вес*	*Max*	*E*	*O-C*	*вес*
в фотографических лучах.				в фотовизуальных лучах.			
2433519	0	+2	2	2433819	3	—4	2
2433823	3	0	2	2433922	4	—3	1
2433924	4	—1	1	2434232	7	+1	1

Приписанные веса отвечают степени уверенности, с которой определялся момент соответствующего максимума.

Так как никакого заметного относительного сдвига по фазе и различия в периодах в обоих лучах не наблюдалось, все полученные моменты максимумов обрабатывались совместно. В качестве исходных для обработки по способу наименьших квадратов были приняты следующие элементы:

$$Max = 2433519 + 102\,E$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Обработка с учетом принятых весов дала следующие улучшенные элементы:

$$\text{Max} = 2433517 + 102 \cdot E$$

Графа O — C таблицы 2 содержит уклонения наблюденных максимумов от этих элементов.

В целях использования для вывода средней кривой показателя цвета всех наблюдений (включая отдельные группы и не непрерывные ряды), при помощи улучшенных элементов были построены средние кривые блеска в обоих лучах. Построение средних кривых проводилось также для ликвидации рассеяния индивидуальных наблюдений, несколько затемняющего картину изменения блеска. Средние точки в зависимости от фазы, выраженной в долях периода, приведены в таблицах 5 и 6. Там же приведены веса средних точек. Соответствующие кривые представлены рисунками 3а (фотовизуальные лучи) и 3б (фотографические лучи). Со средних кривых сняты следующие элементы:

$$M_{фот} = 11.05 \qquad m_{фот} = 11.45$$
$$M_{виз} = 8.62 \qquad m_{виз} = 9.13$$

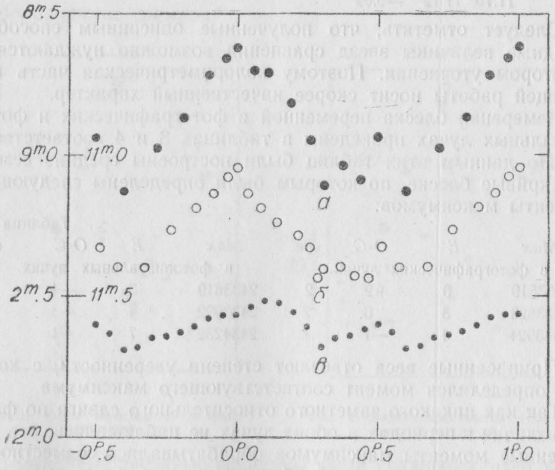


Рис. 3. Кривые блеска и показателя цвета YZ Геркулеса. Левая шкала и черные точки (*а*) соответствуют визуальному блеску; правая шкала и кружки — фотографическому блеску (*б*). Нижняя кривая показывает изменение показателя цвета (*в*).

Средний показатель цвета находился по сглаженным средним кривым через каждые 0.05 периода. Изменение среднего показателя цвета в зависимости от фазы представлено таблицей 7 и рис. 3в.

Выводы таковы:

YZ Геркулеса—красная полуправильная переменная с четко выраженным основным циклом порядка 102 дней, с амплитудой колебания блеска порядка $0^m.4$ в фотографических и $0^m.5$—$0^m.6$ в фотовизуальных лучах. На основное колебание в минимуме накладываются малые волнообразные колебания

Таблица 3

Наблюдения блеска в фотографических лучах

JD	*m*	*JD*	*m*	*JD*	*m*
2433442	11.17	2433767	11.56	2433852	11.53
468	11.08	768	11.49	853	11.48
469	11.10	769	11.46	853	11.52
470	11.10	770	11.34	854	11.56
501	11.14	771	11.40	854	11.37
502	11.27	775	11.37	855	11.41
508	11.19	776	11.45	855	11.49
509	11.20	780	11.48	859	11.44
510	11.09	811	11.12	860	11.49
513	10.99	813	11.10	860	11.44
516	10.95	821	10.95	860	11.49
517	11.06	823	11.12	861	11.50
524	10.90	824	11.03	862	11.53
525	11.20	824	10.95	863	11.39
526	11.05	825	11.19	863	11.53
530	11.21	829	11.24	864	11.50
532	11.13	831	11.27	864	11.42
536	11.26	831	11.24	866	11.56
539	11.36	832	11.22	868	11.54
540	11.31	832	11.23	869	11.54
541	11.30	835	11.28	870	11.50
543	11.38	836	11.25	871	11.53
544	11.35	837	11.35	882	11.50
545	11.37	839	11.30	883	11.41
555	11.33	840	11.38	884	11.52
556	11.30	848	11.57	885	11.35
558	11.30	850	11.46	886	11.45
564	11.42	850	11.60	887	11.42
565	11.48	851	11.58	889	11.51
568	11.44	852	11.59	890	11.47
570	11.43	852	11.49	891	11.50
571	11.48	852	11.50	892	11.52

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 3

JD	m	JD	m	JD	m
2433894	11.33	2433951	11.13	2434215	11.29
895	11.23	951	11.12	217	11.32
896	11.31	121	11.10	218	11.24
897	11.29	124	11.44	221	11.28
898	11.23	125	11.02	222	11.31
899	11.28	125	11.20	236	11.19
900	11.33	126	10.98	237	11.22
901	11.15	128	11.17	239	11.19
902	11.24	131	11.14	241	11.24
911	11.17	158	11.27	242	11.28
912	11.03	160	11.29	243	11.25
913	11.15	161	11.31	245	11.26
914	11.18	162	11.28	247	11.24
916	11.04	164	11.31	250	11.30
918	10.96	166	11.20	251	11.40
920	11.05	178	11.37	252	11.32
922	10.99	181	11.36	253	11.34
927	11.00	182	11.40	271	11.24
930	11.03	187	11.36	272	11.27
941	11.02	196	11.38	277	11.33
948	11.26	197	11.36	279	11.25
948	11.18	208	11.35	281	11.25
949	11.14	209	11.36	312	11.16
950	11.05	211	11.27	316	11.12
950	11.23	214	11.27		

блеска, имеющие наибольшие средние амплитуды порядка $0^m.1$ (фот.) и $0^m.2$ (виз.). Фотографическая и фотовизуальная кривые не имеют заметных сдвигов по фазе и идут, повторяя в среднем все основные подробности. Кривая среднего показателя цвета колеблется в пределах $2^m.30—2^m.48$ и обнаруживает некоторое (порядка 0.1 периода) запаздывание по фазе.

Таблица 4

Наблюдения блеска в фотовидоуальных лучах

JD	m	JD	m	JD	m
2433769	8.83	2433821	8.64	2433837	8.92
770	8.76	822	8.55	839	9.00
771	9.20	823	8.61	840	8.98
776	9.26	827	8.68	842	9.02
780	9.22	829	8.78	844	8.64
799	8.90	830	8.66	844	9.20
811	8.69	831	8.72	850	8.86
812	8.58	835	8.82	850	9.24
818	8.50	835	8.58	851	8.88

Продолжение таблицы 4

JD	m	JD	m	JD	m
2433852	9.19	2433901	9.22	2434214	8.71
852	8.98	912	8.93	215	8.77
853	9.21	913	8.65	216	8.78
853	9.18	914	8.85	217	8.85
854	9.21	918	8.60	221	8.63
854	9.24	920	8.62	222	8.72
854	9.19	922	8.58	227	8.62
855	9.19	930	8.81	237	8.55
859	9.31	946	8.78	238	8.71
860	9.15	948	8.72	239	8.64
860	9.06	949	8.84	240	8.61
863	9.17	950	8.80	241	8.66
865	9.11	951	8.91	242	8.70
866	9.17	4122	8.73	243	8.68
867	9.27	124	8.79	245	8.66
868	9.18	125	8.73	247	8.65
869	9.20	126	8.78	250	8.56
870	9.08	131	8.68	252	8.67
871	9.19	158	9.09	253	8.75
881	9.22	162	8.99	262	9.00
882	9.14	175	9.06	264	8.91
883	8.92	178	8.85	267	8.88
885	9.25	178	8.98	269	8.96
886	9.00	181	8.81	272	8.75
887	9.22	182	8.75	273	8.90
890	9.04	187	9.02	277	8.81
892	9.18	196	9.20	277	8.92
894	8.73	208	9.07	279	8.81
895	9.16	209	8.78	307	8.58
897	9.12	210	8.88	307	8.63
898	9.24	211	8.83		

При этом наибольшие значения показателя цвета располагаются около максимума блеска, что говорит о покраснении звезды в максимуме.

Таблица 5

Средняя кривая блеска в фотографических лучах

φ_P	m	вес	φ_P	m	вес	φ_P	m	вес
0.000	11.05	6	0.284	11.44	5	0.577	11.40	9
0.039	11.14	7	0.307	11.41	9	0.671	11.40	10
0.085	11.19	10	0.366	11.40	10	0.765	11.27	10
0.140	11.24	11	0.417	11.43	12	0.858	11.19	11
0.214	11.29	11	0.470	11.44	10	0.913	11.14	10
0.259	11.33	12	0.514	11.33	10	0.962	11.08	8

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Таблица 6

Средняя кривая блеска в фотовизуальных лучах

φ_P	m	вес	φ_P	m	вес	φ_P	m	вес
0.057	8.70	6	0.371	9.04	7	0.808	8.87	10
0.107	8.71	9	0.437	9.09	11	0.891	8.72	7
0.189	8.82	10	0.491	8.94	10	0.953	8.66	9
0.259	8.95	9	0.599	9.13	10	0.998	8.62	4
0.305	9.11	10	0.714	8.98	8			

Таблица 7

Средняя кривая показателя цвета

φ_P	C	φ_P	C	φ_P	C
0.00	2.43	0.35	2.35	0.70	2.35
0.05	2.46	0.40	2.36	0.75	2.36
0.10	2.48	0.45	2.38	0.80	2.37
0.15	2.47	0.50	2.40	0.85	2.39
0.20	2.44	0.55	2.37	0.90	2.42
0.25	2.39	0.60	2.31	0.95	2.43
0.30	2.32	0.65	2.32		

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ЦВЕТА RT ЛЕБЕДЯ

Э. П. СТРЕЛКОВА

Изучено изменение блеска этой звезды в различных лучах и изменение показателя цвета. Оказалось, что показатель цвета изменяется в широких пределах, почти в одной фазе с изменением блеска.

1. Фотоснимки и их измерение

Долгопериодическая переменная типа Миры Кита—RT Лебедя измерялась на снимках Одесской астрономической обсерватории. Всего для ее измерения было использовано 114 снимков серии «Ф» и 88—серии «Ж». Серия «Ф»—основная серия снимков — была получена в обычных фотографических лучах на большом астрографе Одесской обсерватории с 1950 по 1952 гг. Данные этого астрографа таковы — объектив Тессар ГОИ, отверстие 148 мм, фокусное расстояние 1000 мм, ахроматизован для оранжевых лучей. Объектив прикреплен к камере, установленной на шестидюймовом рефракторе Кука. Снимки получались на неочувствленных пластинках Агфа Астро таких размеров: 13×18 (1950 г.), 18×24 (1951 г.) и 18×18 (1952 г.) (вырезались из пластинок 30×30). Экспозиция—1 час. Звезда гидирования находится посередине между δ и σ Лебедя. Предельная величина, получаемая на пластинках—13.5.

Одновременно с этими снимками получались снимки на малом двухкамерном астрографе. Камеры установлены параллельно. Их объективы — Индустар 17 и Триплет Цейса — имеют одинаковые отверстия (100 мм) и фокусные расстояния (500 мм). Перед объективом Индустар 17 был установлен красный фильтр, перед объективом Триплет Цейсса — желтый. Фотографирование велось на панхроматических пластинках Агфа Астро размером 13×18, 18×24 и 18×18. Экспозиция также—1 час. Звезда гидирования— δ Лебедя. Полученные с помощью этого инструмента снимки относятся к сериям «К» и «Ж». Эффективные длины волн для фотографических, фотовизуальных и красных лучей определены В. П. Цесевичем в статье «Колориметрия АС Геркулеса». Они имеют следующие значения:

$$\lambda_{эф}^{ф} = 406\ m\mu;\quad \lambda_{эф}^{ж} = 529\ m\mu;\quad \lambda_{эф}^{к} = 565\ m\mu.$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Нами были измерены, как сказано выше снимки серии «Ф» и «Ж»; снимки «К» будут измерены в дальнейшем. На всех использованных пластинках производились глазомерные оценки блеска переменной по способу Нейланда-Блажко. Обработка глазомерных измерений была выполнена обычным способом. Блеск переменной вычислялся сначала в степенях, а затем степени были переведены в звездные величины по линейной формуле:

$$m = x + y.s,$$

где m—звездная величина переменной,

x —звездная величина звезды, блеск которой в степенях равен нулю,

y —величина одной степени в звездных величинах,

s —блеск переменной в степенях.

Значения x и y вычислялись по способу наименьших квадратов.

2. Определение фотографических и фотовизуальных звездных величин звезд сравнения

Звездные величины звезд сравнения были определены на объективном микрофотометре системы Маркова.

а) Определение фотографических звездных величин.—Звезды сравнения, использованные для определения фотографических звездных величин RT Лебедя указаны в таблице 1.



Рис. 1. Карта окрестностей RT Лебедя

На рис. 1 дана карта окрестностей RT Лебедя на снимках серии «Ф»

Фотографические звездные величины звезд сравнения определены привязкой к Гарвардской стандартной площадке HSR B 8; $\alpha = 20^h00^m$ $\delta = +45°,0$, (1900.0) изображение которой получается на снимках всех серий недалеко от центра. Фотографические величины звезд взяты из H. A. 71, № 3, 1917 г. Кроме того, почти в центре пластинки находится Каптейновская площадка (*SA* 39); входящие в нее слабые звезды были добавлены к звездам HSR с целью получения более надежной характеристической кривой в области слабых звезд. Но в *SA* 39 даны звездные величины в международной системе, а в HA 71 — в гарвардской; мы сочли возможным гарвардские величины перевести в международные с помощью таблицы, приведенной в статье П. П. Паренаго в IV т. «Успехов астрономических наук». Добавленные звезды *SA* 39 хорошо укладываются на характеристические кривые.

Для определения фотографических звездных величин звезд сравнения использовались следующие пластинки серии «Ф»: №№ 47, 54, 73, 74, 76, 99 (последние 3 пластинки измерялись дважды). Определенные по всем шести пластинкам звездные величины усреднялись. В таблице 1 приведены: степенная шкала, $m_ф$ — средние фотографические звездные величины звезд сравнения, n — число измерений, из которых они выводились, $\varepsilon = \pm\sqrt{\frac{\Sigma\,\Delta^2}{n(n-1)}}$ — средние квадратичные ошибки, $m'_ф$ — звездные величины выправленные степенной шкалой, разности $\delta = m_ф - m_ф'$.

Величины $m'_ф$ получены по формуле: $m'_ф = 7.99 + 0.104\ s.$

Таблица 1

Звезда	s	$m_ф$	n	ε	$m'_ф$	δ	
		m		m	m	m	
A	0.0	8.12	7	+0.04	7.99	+0.13	BD+48°3029
a	6.0	8.68	9	0.04	8.61	+0.05	BD+48°3033
b	13.3	9.34	7	0.02	9.37	—0.03	BD+48°3031
c	19.3	9.96	9	0.05	10.00	—0.04	—
d	25.6	10.65	6	0.04	10.65	0.00	—
e	29.1	10.86	8	0.05	11.02	—0.16	—
g	33.3	11.38	9	0.04	11.45	—0.07	—
h	37.3	11 54	5	0.06	11.87	—0.33	—
i	41.8	12.36	4	0.09	12.34	+0.02	—
j	44.6	12.88	3	0.11	12.63	+0.25	—
k	47.6	13.02	2	0.17	12.94	+0.08	—
l	50,6	13.34	5	0.08	13.25	+0.09	—

б) Определение фотовизуальных звездных величин.—Звезды сравнения, использованные для определения фотовизуальных звездных величин RT Лебедя, приведены в таблице 2.

На рисунке 2 дана карта окрестностей RT Лебедя на снимках серии «Ж».

Фотовизуальные звездные величины этих звезд были определены привязкой к Гарвардской стандартной площадке B + 45° (HA 89, 1932 г.); при этом, гарвардские фотовизуальные величины (*Hpv*) были переведены в международные (*Jpv*) по следующей формуле, данной в статье П. П. Паренаго «Шкалы и каталоги звездных величин» («Успехи астрономических наук», том IV):

$$J_{pv} - H_{pv} = 0.09 + 0.03C \qquad (1')$$

где C—показатель цвета.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Но звезд *HSR* было недостаточно, так как RT Лебедя становится ярче $7^m.5$ (звездная величина самой яркой звезды *HSR*); поэтому к *HSR* было добавлено пять ярких звезд, визуальные гарвардские звездные величины которых взяты из „Visual Magnitudes of Bright Stars Reduced to the Harvard Photovisual „System" C. Payne (Harv. Observ. Mimeorgams Series III, № 2). Номера этих пяти звезд по *BD* и по *HD*, их звездные величины в международной системе (перевод производился по той же формуле (1)) следующие:

BD	*HD*	J_{pv}
+ 46°2812	189013	6.91
+ 41°3549	189377	6.45
+ 45°3025	189684	5.95
+ 41°3575	190112	7.34
+ 46°2910	193722	6.43

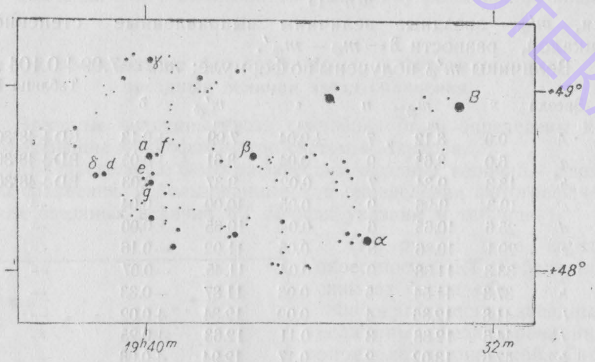


Рис. 2. Карта окрестностей RT Лебедя (яркие звезды)

Для определения фотовизуальных звездных величин звезд сравнения были использованы следующие пластинки серии «Ж»: №№ 3, 4, (дважды измерена), 17, 135. Причем, так как добавленные яркие звезды плохо укладывались на характеристические кривые, нам приходилось улучшать полученные характеристические кризые следующим образом: проводились плавные кривые, с них снимались величины добавленных звезд и всех звезд стандарта, а затем по этим «исправленным» звездным величинам строились новые характеристические кривые, по которым и определялись фотовизуальные величины звезд сравнения для каждой пластинки. В таблице 2 даны:—степенная шкала, $m_{ж}$—средние фотовизуальные величины, n—число измерений, из которых они выводились

ε—квадратичная ошибка результата, $m_{ж}'$—фотовизуальные величины, исправленные степенной шкалой, $\delta = m_{ж} - m_{ж}'$.

Величины $m'_{ж}$ получены по формуле:

$$m'_{ж} = 6.46 + 0.080\ s$$

Таблица 2

Звезда	s	$m_{ж}$	n	ε	$m'_{ж}$	δ	
		m		m	m	m	
B	0.0	6.38	4	±0.18	6.46	—0.08	BD+48°3004
α	12.6	7.33	5	0.15	7.47	—0.14	BD+48°3008
β	21.1	8.37	5	0.10	8.15	+0.22	BD+48°3023
a	27.7	8.83	5	0.10	8.68	+0.15	BD+48°3033
γ	37.7	9.46	4	0.12	9.48	—0.02	BD+49°3091
δ	42.1	9.74	3	0.10	9.83	—0.09	—
d	45.9	10.07	4	0.09	10.13	—0.06	—
f	49.8	10.57	3	0.12	10.44	+0.13	—
e	53.7	10.70	5	0.03	10.76	—0.06	—
g	56.4	10,93	3	0.03	10.97	—0.04	—

3. Фотографическая и фотовизуальная кривые блеска RT Лебедя

Зная фотографические и фотовизуальные звездные величины звезд сравнения, можно получить соответствующие величины RT Лебедя для каждой пластинки. В таблицах 4 и 5 приведены фотографические (за 1950, 1951 и 1952 гг.) и фотовизуальные (за 1951,1952 гг.) величины переменной, причем, для сравнения приведены также фотографические величины за 1950 и 1951 гг., полученные при обработке глазомерных оценок В. П. Цесевича. (Обработка эта проведена с нашими величинами $m_{ф}$, так как из шести звезд сравнения, использованных В. П. Цесевичем, четыре совпали с нашими; звезды γ и α (см. таблицу 3) были дополнительно измерены). В таблице 3 приведены: степенная шкала В. П. Цесевича, $m_{ф}$, n, ε $m_{ф}'$, δ, где

$$m_{ф}' = 8.73 + 0.110\ s$$

Таблица 3

Звезда	s	$m_{ф}$	n	ε	$m'_{ф}$	δ
		m			m	m
a	0.0	8.68	—	—	8.73	—0.05
c	9.9	9.96	—	—	9.82	+0.14
e	19.6	10.86	—	—	10 89	—0.03
g	24.7	11.38	—	—	11.45	—0.07
		m		m		
γ	37.0	12.40	7	±0.10	12 80	—0.40
α	41.0	13.62	5	0.10	13.24	+0.38

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Таблица 4

Наблюдение блеска в фотографических лучах

№	$m_{ф}$	$m^{ц}_{ф}$	JD	№	$m_{ф}$	$m^{ц}_{ф}$	JD
5	13 .46	—	2433466.4	54	9 .21	9 .06	2433770.5
6	13 .56	13 .57	468.3	55	9 .19	8 .93	771.5
7	13 .46	13 .24	469.4	56	9 .15	—	775.5
8	13 .46	13 .24	470.3	58	10 .28	9 .94	797.5
9	13 .46	13 .24	482.4	59	10 .08	10 .50	801.5
10	13 .36	12 .80	484.5	60	10 .43	10 .30	802.5
12	13 .25	12 .80	499.3	61	10 .58	10 .36	804.5
15	12 .22	12 .52	506.3	62	10 .32	10 .09	800.5
16	12 .39	12 .30	508.3	63	11 .28	11 .16	812.5
17	11 .87	11 .64	509.3	64	11 .12	11 .07	811.5
18	12 .15	11 .79	510.3	65	—	11 .55	824.4
19	12 .10	11 .56	511.4	66	12 .15	11 .57	824.4
20	—	11 .57	515.5	67	12 .10	11 .82	823.4
21	11 .34	11 .37	516.5	70	12 .22	12 .43	829.4
22	11 .40	11 .56	517.5	71	12 .22	12 .35	831.4
23	11 .28	11 .45	519.5	72	—	12 .35	831.4
24	—	10 .76	522.5	73	12 .24	12 .49	835.4
25	10 .89	11 .03	523.4	74	12 .24	12 .58	836.4
26	10 .43	10 .22	530.4	76	12 .53	12 .49	837.3
27	—	10 .32	531.4	77	—	12 .58	839.3
28	10 .33	10 .18	532.4	78	12 .43	12 .68	839.4
29	10 .21	9 .58	536.4	79	12 .73	12 .80	842.4
30	10 .05	9 .69	538.4	80	—	12 .68	850.3
31	9 .95	9 .46	539.4	81	12 .84	12 .68	850.3
32	9 .86	9 .63	540.4	82	12 .79	12 .69	851.5
33	9 .86	9 .42	541.4	83	13 .36	12 .80	852.3
34	9 .89	9 .46	542.4	84	12 .49	12 .74	854.4
35	9 .21	9 .38	544.4	85	12 .84	12 .70	859.4
36	9 .89	9 .49	545.4	86	12 .78	12 .64	860.5
38	9 .15	8 .97	564.4	87	12 .63	12 .69	862.5
39	9 .05	9 .03	565.4	88	12 .48	12 .65	864.5
40	9 .05	8 .97	566.4	89	12 .68	12 .60	867.5
41	9 .19	9 .17	568.3	90	12 .94	12 .58	868.5
42	9 .15	9 .06	570.3	92	12 .40	—	870.5
44	9 .79	9 .48	597.3	94	—	12 .68	868.5
45	9 .79	9 .34	598.2	95	—	11 .45	883.5
		* * *		99	11 .40	11 .45	896.5
47	9 .05	8 .83	762.5	100	11 .40	—	897.5
48	9 .00	8 .83	763.5	101	11 .34	11 .38	899.5
49	9 .05	8 .93	767.5	102	11 .23	11 .38	900.5
50	9 .05	—	767.5	103	10 .92	—	902.4
51	9 .08	8 .93	768.4	104	10 .32	9 .82	912.4
52	9 .08	8 .93	768.5	105	10 .29	9 .70	913.5
53	9 .12	8 .86	769.5	106	9 .84	9 .58	918.4

N	$m_{ф}$	$m^{ц}_{ф}$	JD	N	$m_{ф}$	$m^{ц}_{ф}$	JD
109	9 .08	—	2433946.4	—	8 .24	—	2434125.5
114	9 .12	—	949.3	—	8 .34	—	126.5
115	9 .12	—	950.4	—	9 .05	—	158.5
119	9 .89	—	978.3	—	9 .15	—	161.5
121	10 .13	—	982.3	—	9 .15	—	162.5

$m_{ф}$	JD	$m_{ф}$	JD	$m_{ф}$	JD	$m_{ф}$	JD
9.89	2434177.4	12.22	2434209.3	13.25	2334220.4	11.93	2334279.4
10.16	178.4	12.63	211.4	12.91	240.5	11.34	280.4
10.22	181.5	12.53	214.3	13.25	243.4	11.41	281.3
10.39	182.5	12.84	215.3	13.25	247.4	11.28	284.4
11.29	196.4	12.94	216.3	12.29	272.4		
12.22	209.3	12.94	217.5	12.08	277.3		

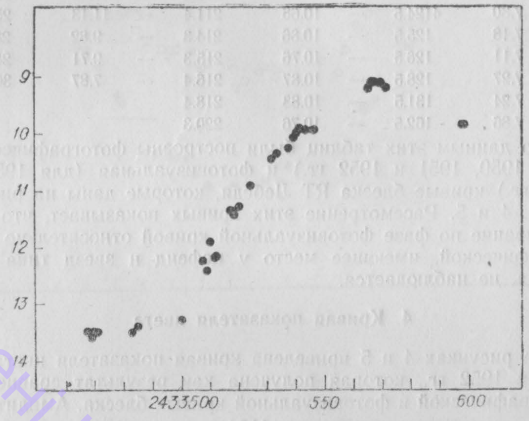


Рис. 3. Фотографическая кривая блеска RT Лебедя в 1950 году

Таблица 5

№	$m_{ж}$	JD	№	$m_{ж}$	JD	№	$m_{ж}$	JD
3	7.77	2433771.5	19	10.32	2433831.4	32	10.65	2433864.5
4	7.84	775.5	20	10.07	835.4	33	10.81	866.5
5	7.89	776.5	21	10.36	836.4	34	10.79	867.5
7	8.52	802.5	23	10.64	839.4	35	10.39	875.4
9	9.65	812.4	24	10.63	840.4	36	10.56	882.5
10	9.65	815.5	25	10.60	842.5	38	10.76	888.4
11	9.65	816.4	26	10.60	850.5	40	10.87	868.4
12	9.99	817.5	27	10.65	851.4	43	10.36	890.4
13	9.71	818.4	28	11.01	852.5	44	9.93	894.4
14	10.28	821.4	29	10.87	855.5	45	10.02	895.4
16	10.32	826.4	30	10.71	860.5	48	9.74	898.4
17	10.32	829.4	31	10.64	861.5	49	9.68	901.3

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 5

№	$m_ж$	JD	№	$m_ж$	JD	№	$m_ж$	JD
50	9.08	2433912.3	—	7.81	2434164.5	—	10.97	2434222.3
51	9.08	913.4	—	7.72	165.5	—	11.05	224.5
52	8.52	918.4	—	7.84	177.4	—	11.13	227.5
53	8.50	920.0	—	7.89	178.4	—	11.29	237.3
54	8.56	922.4	—	7.98	181.4	—	11.29	238.4
55	7.84	946.4	—	7.89	178.4	—	11.05	239.5
56	7.81	947.4	—	9.16	187.4	—	11.29	240.4
57	7.88	948.3	—	10.05	206.4	—	11.20	241.5
58	7.88	949.3	—	10.36	207.3	—	11.17	242.5
59	7.93	950.4	—	10.60	208.3	—	11.05	243.5
60	7.83	951.4	—	10.51	209.3	—	11.21	250.4
61	8.45	978.3	—	10.60	210.4	—	11.05	252.3
—	7.30	4124.5	—	10.68	211.4	—	11.13	253.4
—	7.18	125.5	—	10.86	214.3	—	9.82	280.4
—	7.11	126.5	—	10.76	215.3	—	9.71	281.3
—	7.27	128.5	—	10.87	216.4	—	7.87	308.3
—	7.24	131.5	—	10.83	218.4			
—	7.86	162.5	—	10.76	220.3			

По данным этих таблиц были построены фотографическая (для 1950, 1951 и 1952 гг.) и фотовизуальная (для 1951 и 1952 гг.) кривые блеска RT Лебедя, которые даны на рисунках 3, 4 и 5. Рассмотрение этих кривых показывает, что запаздывание по фазе фотовизуальной кривой относительно фотографической, имеющее место у цефеид и звезд типа RV Тельца, не наблюдается.

4. Кривая показателя цвета

На рисунках 4 и 5 приведена кривая показателя цвета за 1951 и 1952 гг., которая получена как результат сравнения фотографической и фотовизуальной кривых блеска. Амплитуда изменения показателя цвета в 1951 г. равна 0^m85; об амплитуде изменения показателя цвета в 1952 г. можно сказать только то, что она тоже порядка 1^m. Точную величину ее дать нельзя, так как не получено минимальное значение показателя цвета в 1952 г. Следует отметить следующий интересный факт: максимумы показателя цвета 1951 и 1952 гг. опережают минимумы блеска, которым они соответствуют, дней на 15—20; минимум показателя цвета 1951 г. также опережает соответствующих максимум блеска. Этот факт является, очевидно, не случайным, так как он имел место как в 1951, так и в 1952 гг. Максимумы кривой показателя цвета очень плоские (особенно в 1952 г.), т. е. можно сказать, что показатель цвета довольно долгое время сохраняет приблизительно постоянное значение. То, что показатель цвета в максимуме блеска имеет меньшую величину, чем в минимуме, означает, как известно, что

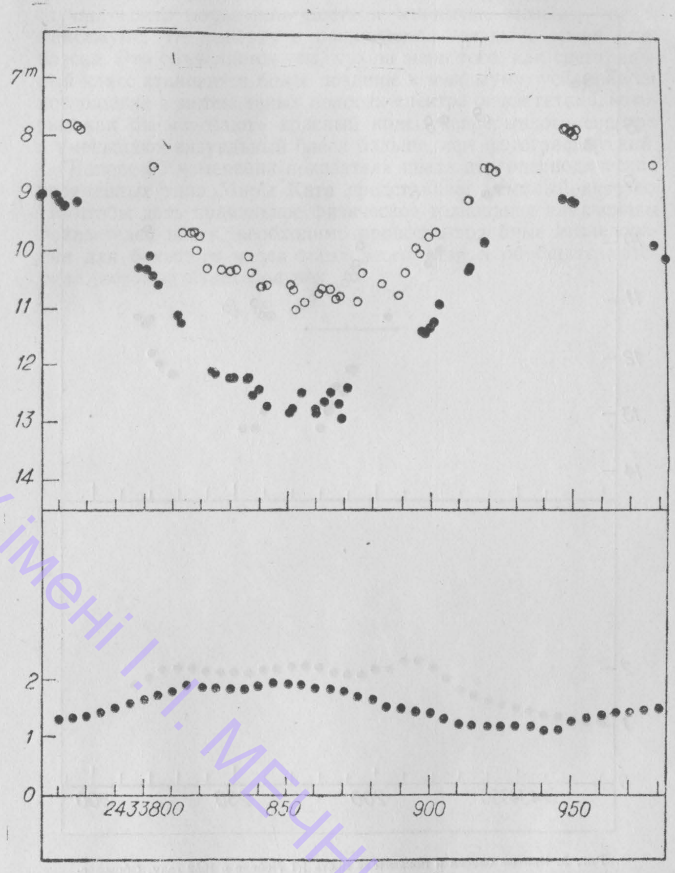


Рис. 4. Кривые блеска и показателя цвета RT Лебедя в 1951 году. Визуальный блеск показан кружками, фотографический — точками. Нижний график дает изменение показателя цвета

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І.І. МЕЧНИКОВА

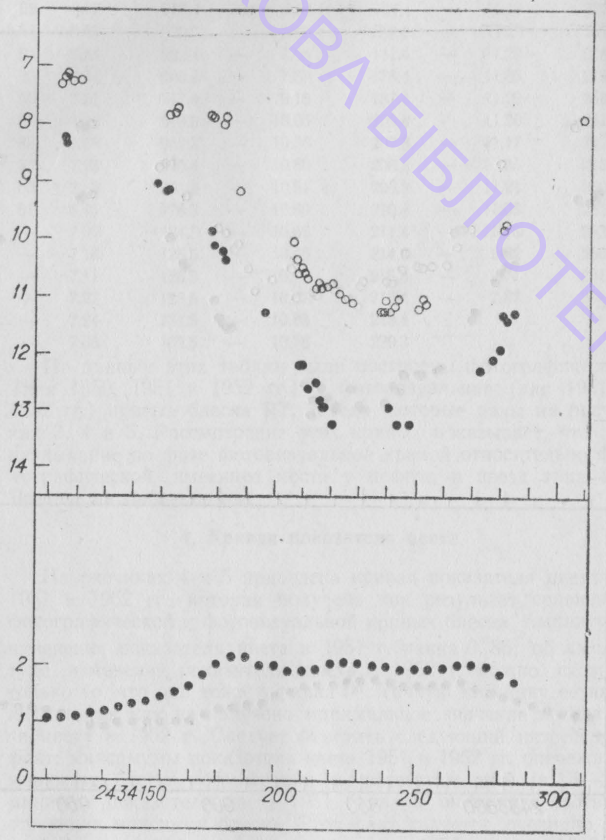


Рис. 5. Кривые блеска и показателя цвета RT Лебедя в 1952 году. Обозначения такие же, как на рисунке 4.

в минимуме происходит покраснение переменной (в максимуме 1951 года $C=1.^m10$). Однако это вполне естественное изменение показателя цвета не является единственно возможным для долгопериодических переменных типа Миры Кита. Бывают случаи, когда показатель цвета в минимуме меньше, чем в максимуме, что говорит о покраснении звезды в максимуме блеска. Это объясняется тем, что по мере того, как спектральный класс становится более поздним к минимуму, усиливается поглощение в интенсивных полосах спектра окиси титана, которые как бы «срезают» красный конец непрерывного спектра и уменьшают визуальный блеск больше, чем фотографический.

Вопрос об изменении показателя цвета долгопериодических переменных типа Миры Кита представляет немалый интерес. Но чтобы дать правильное физическое толкование изменениям показателей цвета, необходимо провести подобные исследования для большого числа звезд этого типа и обобщить материал, который будет получен.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

ЗАТМЕННАЯ ПЕРЕМЕННАЯ ТТ ЛИРЫ

Г. Т. КОВАЛЬ

Изучены коллекции снимков службы неба Одесской обсерватории. Получены кривые блеска в различных лучах. Определена средняя эпоха минимума этой затменной звезды. Изменение показателя цвета мало.

Блеск этой затменной переменной звезды определялся мною по пластинкам, полученным на инструментах Одесской Астрономической Обсерватории. Данные об инструментах даны в таблице 1.

Таблица 1

Инструмент	Об'ектив	Отверстие	Фокусное расстояние
Большой астрограф	Тессар ГОИ	148 мм	1000 мм
Малый астрограф	Индустар 17	100 мм	500 мм
	Триплет Цейсса	100 мм	500 мм
Астрограф «Еж»	Индустар 13	67 мм	300 мм
	Эрностар	60 мм	100 мм
	Ксенон	60 мм	120 мм

Оценки блеска производились по способу Блажко-Нейланда. Величины звезд сравнения (карта 1) определялись при помощи стандарта B8 ($\alpha = 20^h\ 0^m$, $\delta = 45°.0$, 1900.0).

Данные о звездах сравнения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Звезда	$m_{ф}$	$m_{фв}$	BD
1.	10.06	10.50	
2.	10.89	10.75	
3.	9.77	9.59	41° 3355
4.	8.05	8.53	41° 3353
5.	9.57	9.80	41° 3354
6.	9.93	9.83	41° 3348
7.	9.71	9.33	41° 3347
8.	8.85	8.66	41° 3351
8.′		9.14	41° 3345
9.	10.90	10.65	
10.		10.38	
13.	8.45		41° 3350

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Было просмотрено 108 пластинок полученных в фотографических лучах, и 113—в фотовизуальных. В результате измерений были получены средние кривые блеска в двух лучах (таблица 3).



Рис. 1. Карта звезд сравнения ТТ Лиры

Таблица 3

Фотографическая средняя кривая

φ	m	n	φ	m	n	φ	m	n
0.014	10.65	1	0.410	9.20	7	0.809	9.13	10
031	10.40	1	459	9.26	1	887	9.20	7
045	9.26	2	472	9.27	2	925	9.23	4
076	9.19	6	496	9.19	10	940	9.27	1
125	9.19	5	550	9.19	5	945	10.15	1
201	9.19	10	600	9.17	5	976	10.45	1
252	9.17	7	644	9.15	5	987	10.60	1
339	9.20	6	704	9.15	10	990	10.58	1

Фотовизуальная средняя кривая

φ	m	n	φ	m	n	φ	m	n
0.029	10.61	2	0.322	9.33	15	0.760	9.32	7
036	9.78	1	414	9.33	4	830	9.31	9
084	9.31	5	455	9.45	1	920	9.37	8
127	9.31	8	529	9.37	1	946	9.63	2
195	9.30	13	575	9.28	14	985	10.68	2
253	9.28	1	676	9.31	12			

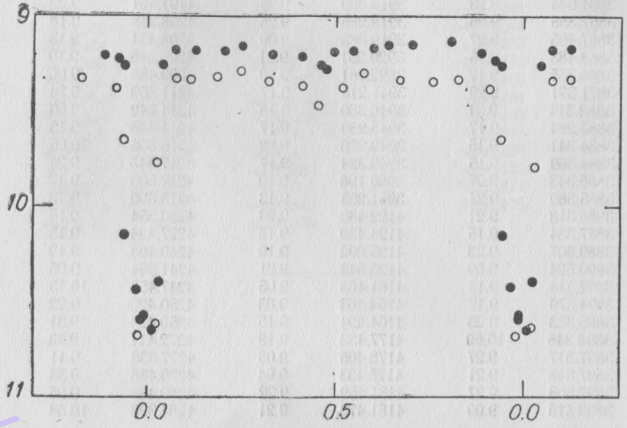
При построении кривых блеска была использована формула периода: Min=2430666.260+5.243754 . E; P^{-1}=0.19070307. Все моменты наблюдений приведены к центру Солнца.

Графическим путем было найдено, что главный минимум приходится на возраст 0.005. После учета этой поправки был получен нормальный минимум — 2434011,801.

На кривых блеска хорошо выделяется вторичный минимум; он приходится на возраст 0.463.

Относительно звездных величин в минимуме и максимуме получены следующие результаты:

$Мак_{ф}$	9.13	$Мак_{фв}$	9.28
$Мин_{ф}1$	10.65	$Мин_{фв}1$	10.68
$Мин_{ф}2$	9.27	$Мин_{фв}2$	9.45



Кривая блеска ТТ Лиры, ●—в фотографических лучах, ○ — в фотовизуальных

Рис. 2.

Средний показатель цвета равен 0.1 звездной величины. В главном минимуме показатель цвета почти равен нулю. Это говорит о том, что в максимуме переменная голубее, чем в минимуме.

Таблица 4

Фотографические наблюдения

JD 243...	m	JD 243...	m	JD 243...	m
3767.510	9.16	3830.450	9.26	3843.508	9.32
3775.480	9.17	3832.420	9.01	3844.397	9.18
3804.502	9.27	3835.399	9.24	3850.512	9.22
3823.427	9.13	3836.416	9.19	3851.316	9.21
3824.417	9.11	3837.407	9.25	3852.314	9.21
3826.416	9.24	3839.429	9.28	3853.345	9.26
3827.396	9.11	3840.404	9.15	3854.335	10.43
3829.406	9.11	3842.491	9.06	3859.383	9.27

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 4.

JD	m	JD	m	JD	m
243...		243...		243...	
3861.386	9.19	3900.495	9.22	4182.488	9.15
3863.415	9.21	3912.307	10.40	4187.373	9.12
3864.306	9.23	3912.390	9.20	4187.423	9.21
3864.427	9.24	3913.456	9.15	4196.369	8.99
3864.544	9.23	3914.309	9.25	4197.461	9.22
3867.355	9.26	3918.285	9.26	4208.348	9.18
3867.495	9.27	3919.385	9.09	4208.431	9.13
3868.483	9.15	3920.251	9.21	4209.348	9.19
3869.355	9.17	3922.261	9.20	4209.468	9.06
3871.371	9.29	3941.215	9.17	4211.359	9.24
3882.314	9.21	3946.360	9.18	4214.342	9.03
3883.284	9.17	3948.239	9.17	4214.448	9.15
3884.341	9.15	3949.200	9.22	4216.356	10.65
3884.369	9.15	3949.324	9.17	4217.445	9.21
3885.343	9.27	3950.196	9.19	4217.508	9.17
3885.369	9.21	3951.203	9.13	4218.390	9.13
3886.318	9.21	4122.489	9.23	4220.354	9.15
3887.334	9.15	4124.430	9.15	4227.494	9.15
3889.307	9.23	4125.602	9.10	4240.463	9.19
3890.524	9.09	4126.548	9.21	4241.564	9.05
3892.314	9.13	4161.468	9.05	4247.455	10.15
3894.379	9.17	4164.463	9.03	4250.420	9.22
3895.333	9.23	4164.494	9.15	4250.420	9.31
3896.346	10.60	4177.433	9.18	4272.411	9.23
3897.317	9.27	4178.405	9.05	4277.338	9.11
3897.348	9.21	4178.433	9.04	4279.438	9.33
3897.508	9.27	4181.459	9.22	4280.408	9.25
3899.516	9.09	4181.473	9.21	4284.398	10.58

Таблица 5

Фотовизуальные наблюдения

JD	m	JD	m	JD	m
243...		243...		243...	
3735.523	9.29	3831.454	9.33	3860.499	9.49
3771.575	9.27	3835.405	9.52	3861.411	9.29
3776.555	9.33	3836.375	9.29	3861.509	9.44
3802.516	9.43	3837.437	9.24	3862.378	9.23
3812.433	10.75	3839.370	9.26	3864.517	9.46
3815.517	9.35	3839.448	9.33	3866.372	9.25
3816.486	9.41	3840.376	9.26	3866.440	9.30
3817.457	9.30	3842.425	9.26	3867.338	9.45
3818.456	9.30	3842.393	9.40	3867.412	9.60
3821.431	9.34	3848.351	9.23	3868.337	9.39
3822.462	9.42	3848.408	9.33	3868.332	9.41
3822.488	9.41	3850.331	9.40	3870.369	10.65
3823.458	9.33	3850.407	9.23	3879.303	9.33
3824.483	9.45	3850.466	9.26	3882.457	9.40
3826.387	9.21	3851.444	9.40	3883.364	9.40
3826.447	9.44	3852.402	9.29	3883.560	9.28
3827.442	9.23	3853.401	9.29	3885.405	9.33
3829.357	9.29	3854.390	10.62	3889.365	9.25
3829.372	9.23	3855.536	9.32	3890.431	9.36
3831.405	9.24	3860.348	9.26	3894.412	9.26

Продолжение таблицы 5.

JD	m	JD	m	JD	m
243...		243...		243...	
3895.368	9.58	4128.466	9.28	4209.506	9.23
3898.410	9.24	4131.494	9.25	4210.358	9.23
3900.324	9.50	4131.509	9.26	4211.365	9.27
3901.366	9.66	4166.506	9.26	4215.350	9.27
3903.304	9.28	4167.469	9.24	4216.356	10.57
3912.331	9.78	4177.422	9.42	4218.391	9.25
3913.360	9.25	4177.434	9.27	4220.344	9.33
3918.404	9.28	4178.405	9.21	4222.338	9.27
3920.388	9.28	4178.406	9.24	4224.456	9.30
3922.355	9.59	4181.420	9.30	4227.493	9.25
3946.354	9.37	4181.442	9.45	4239.481	9.38
3947.383	9.23	4182.478	9.25	4240.435	9.24
3948.327	9.28	4187.411	9.26	4243.476	9.23
3949.324	9.25	4197.423	9.28	4247.434	9.41
3950.377	9.26	4206.353	9.56	4250.420	9.28
3978.277	9.25	4207.345	9.27	4253.434	9.25
4124.515	9.41	4208.349	9.25	4280.406	9.24
4125.531	9.26	4209.350	9.26		

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

DF ЛЕБЕДЯ

В. П. ЦЕСЕВИЧ

Изучены наблюдения этой звезды типа RV Тельца, полученные Брюном, Харвуд Перовой, Филиным, Стрелковой и Цесевичем.

Установлено наличие небольшого (в пределах 0,4 зв. вел) медленного колебания показателя цвета, происходящего в одной фазе с кривой медленного колебания блеска.

В моей первой статье (1) был рассмотрен вопрос об изменении показателя цвета и блеска этой переменной звезды на основании сравнения кривых Бейера и Харвуд. Я пришел к следующим заключениям: 1) медленное колебание блеска не сопровождается изменением показателя цвета и 2) быстрые колебания блеска сопровождаются изменениями показателя цвета, причем последние опережают кривую блеска примерно на 0,1 периода.

Со времени написания первой статьи собраны новые материалы; были получены новые наблюдения и, кроме того, найдены старые визуальные наблюдения Брюна (2), которые позволили произвести сравнение кривых. Исследованию этих материалов и посвящена данная статья. Прежде всего обратимся к старым материалам.

1. Наблюдения Брюна.

Опытный наблюдатель Брюн производил в течение длительного промежутка времени наблюдения этой любопытной звезды по способу Нейланда-Блажко. Я решил заново обработать эти наблюдения, так как они были опубликованы наблюдателем в условных и при том весьма грубо вычисленных степенях. Поэтому я заново вычислил по всем его наблюдениям степенную шкалу, которая приведена в таблице 1.

В качестве стандарта звездных величин были использованы данные Бейера. Формула для перевода степенной шкалы Брюна в звездные величины такова:

$$m_{виз} = 10.13 + 0.131\ S \qquad (1)$$

В таблице 1 указаны номера звезд сравнения в соответствии с прилагаемой картой, обозначения по Брюну, степенная шкала Брюна, фотометрические величины Бейера, и, наконец,

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

визуальные величины Брюна, вычисленные из степенной шкалы по вышеприведенной формуле.

Таблица 1

Данные о звездных величинах звезд сравнения Брюна

№	*	S	$m_{Бейер}$	$m_{Брюн}$
1	*a*	0 0	9.99	10.13
3	*в*	6.8	11.08	11.02
5	*c*	14.3	12.21	12.00
12	*d*	20.4	12 80	12.80
13	*e*	26.9	13.40	13.52

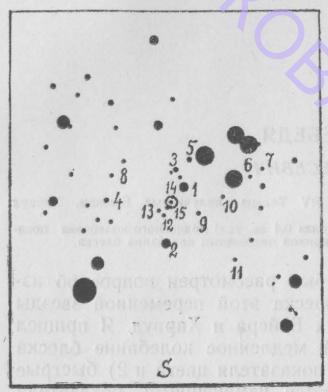


Рис. 1. Карта окрестностей DF Лебедя

Все оценки Брюна были выражены в этой степенной шкале, а затем превращены в звездные величины по формуле (1). В таблице 2 мы приводим краткие данные о звездных величинах, выведенных из наблюдений Брюна.

Таблица 2

Звездные величины, полученные из наблюдений Брюна

242....		242....		242....	
5155.32	10.67	5419.39	13.29	5624.24	10.43
5167.30	11.68	5446.39	13.21	5625.24	10.31
5171.29	12.27	5447.39	13.21	5631.27	10.72
5175.27	11.74	5449.40	12.80	5642.28	11.77
5180.29	10.64	5454.39	12.27	5643.25	11.87
5181.32	11.52	5456.40	12.40	5646.31	11.87
5183.3	11.58	5458.37	12.41	5647.30	11.74
5186.3	11.64	5464.37	12.58	5651.29	10.72
5188.27	11.69	5490.38	12.68	5652.26	10.51
5190.31	11.79	5493.34	12.99	5728.36	11.02
5199.38	12.80	5494.34	13.23	5729.37	10.77
5201.25	12.95	5495.34	13.17	5745.39	11.73
5202.30	12.93	5521.34	12.00	5830.38	10.68
5209.23	12.32	5522.30	11.64	5850.35	10.89
5219.38	[13.06	5524.29	11.52	5852.35	10.77
5225.24	13.38	5527.29	11.28	5853.35	10.88
5248.33	[12.40	5533.31	11.39	5854.32	10.72
5258.31	[12.93	5538.33	11.64	5856.43	10.58
5266.25	13.40	5539.33	11.66	5877.31	10.88
5267.25	13.40	5549.27	11.69	5879.34	10.88
5269.28	13.52	5555.27	10.79	5880.38	10.89
5271.32	[13.20	5556.26	10.64	5882.40	11.02
5272.29	[13.06	5565.23	11.52	5892.29	11.87
5285.31	[12.93	5569.40	11.87	5897.35	11.64
5292.37	[13.65	5571.23	11.77	5898.33	11.30
5393.37	[13.78	5587.23	11.36	5912.38	11.73
5410.39	12.51	5591.23	11.64	5921.34	11.30
5415.38	12.99	5597.23	11.66	5927.29	10.99

242...		242...		242...	
5936.30	11.58	6367.26	11.64	6623.30	10.51
5942.23	12.80	6440.41	12.13	6624.32	10.51
5952.35	11.58	6470.40	10.47	6625.33	10.77
5958.33	11.74	6472.3	10.38	6626.33	10.75
5972.24	12.54	6486.42	11.89	6627.26	10.77
5975.28	12.16	6489.44	11.89	6628.37	11.02
5980.30	12.34	6494.44	10.51	6629.38	11.02
5981.25	12.41	6496.41	10.38	6630.35	11.15
5987.25	12.40	6501.38	10.51	6631.26	11.28
5993.28	12.27	6508.38	10.77	6632.30	11.39
5994.26	12.40	6509.38	11.22	6633.27	11.57
5995.28	12.93	6515.38	11.15	6634.31	11.64
5996.25	12.93	6519.41	10.58	6643.24	10.77
5999.27	12.40	6522.38	10.58	6644.24	10.58
6000.26	12 46	6530.39	10.71	6646.40	10.47
6000.75	12.46	6531.38	11.15	6647.24	10.58
6203.4	12.54	6533.38	11.51	6648.25	10.58
6205.38	12.68	6534.38	11.58	6653.32	10.64
6206.36	12.59	6542.36	11.44	6660.40	11.30
6213.34	13.23	6545.37	10.47	6665.30	11.02
6214.34	13.23	6546.36	10.26	6712.35	11.30
6215.34	13.39	6551.37	10.58	6715.3	11.39
6216.35	13.29	6552.36	10.72	6719.35	11.44
6236.30	[13.06	6553.37	10.64	6722.27	11.28
6237.33	13.52	6558.41	11.32	6735.31	12.40:
6243.31	13.09	6559.36	11.44	6741.26	12.13
6244.29	13.06	6562.38	11.51	6821.36	[12.40
6249.29	12.23	6566.36	11.39	6852.34	[12.40
6260.29	13.06	6567.36	10.84	6882.42	13.26
6263.35	13.52	6570.35	10.64	6892.40	13.06
6265.36	13.33	6574.33	10.58	6893.39	12.99
6267.34	13.33	6586.36	11.73	6901.38	[12.40
6276.38	[12.13	6587.32	11.85	6909.41	13.06
6277.30	12.29	6588.32	11.74	6913.40	13.23
6293.25	13.38	6589.36	11.58	6915.39	13.09
6294.31	13.23	6590.32	11.73	6917.37	13.09
6295.25	13.04	6591.32	11.58	6918.38	13.17
6296.38	12.61	6592.38	11.02	6925.36	13.26
6303.31	12.54	6599.33	10.38	6942.36	[13.20
6304.24	12.32	6600.33	10.64	6943.36	13.17
6310.24	12.40	6601.34	10.51	6944.37	13.04
6319.24	12.20	6606.32	11.44	6945.34	12.93
6321.35	12.00	6608.35	11.44	6948.34	13.04
6329.23	11.77	6609.36	11.39	6949.34	12.80
6330.23	11.86	6610.37	11.28	6952.34	13.03
6331.24	11.86	6614.28	11.51	6953.34	13.20
6339.26	12.49	6615.31	11.15	6954.34	13.13
6352.23	11.44	6617.29	10.72	6955.37	12.93
6353.31	11.58	6619.28	10.64	6956.33	12.93
6363.24	11.58	6620.33	10.43	6957.33	13.20
6364.26	11.73	6622.30	10.58		

По данным таблицы 2 была построена кривая блеска в визуальных лучах, а по наблюдениям Харвуд — в фотографи-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

ческих. Если в один и тот же день были выполнены фотографическое и визуальное наблюдения, то значение показателя цвета получалось как результат вычитания наблюденных звездных величин. Если же даты визуального и фотографического наблюдений не совпадали, но можно было отсчитать по сглаженной кривой одну из величин, то производился отсчет и находилась разность полученных величин, которую мы и принимали за показатель цвета. Эти «сглаженные» показатели цвета указаны в таблице 3, в скобках.

Таблица 3

Показатели цвета определенные из наблюдений Брюна

242...		242...		242...		242...	
5158	(1.58)	6260	1.27:	6528	(1.45)	6625	1.23
5169	(0.60)	6261	(1.18)	6530	(1.74)	6626	(1.22)
5170	(1.62)	6262	(1.07)	6531	(1.53)	6627	1.43
5180	1.86:	6263	0.88	6533	(1.52)	6628	1.13
5181	0.98:	6265	(0.92)	6534	(1.55)	6629	(1.33)
5183	1.72:	6267	(0.66)	6539	(1.05)	6630	(1.42)
5185	(1.68)	6272	(0.39)	6542	(0.55)	6631	(1.47)
5198	(2.15)	6276	(1.10)	6545	0.43	6632	(1.56)
5211	(1.54)	6277	(1.26)	6546	0.64	6633	1.53
5410	(1.18)	6282	(1.61)	6547	(0.53)	6634	1.76
5413	(1.07)	6301	(0.96)	6548	(0.49)	6643	(1.22)
5415	1.01	6303	(1.02)	6549	(0.44)	6644	(1.07)
5449	0.70	6304	1.38	6551	0.42:	6646	0.58
5454	0.68	6321	0.80	6552	(0.51)	6647	0.82
5530	(1.23)	6324	(1.25)	6553	(0.76)	6648	(1.02)
5550	(1.11)	6327	(1.65)	6554	(0.71)	6650	(1.34)
5551	(0.58)	6329	(1.88)	6569	(0.10)	6653	1.54
5552	(0.36)	6330	(1.85)	6570	0.39	6654	(1.37)
5557	(1.37)	6331	1.89	6572	(0.50)	6655	(1.44)
5555	(1.00)	6352	1.36	6574	(0.72)	6659	(1.50)
5556	(1.24)	6353	(1.20)	6586	1.52	6660	1.10
5558	(1.45)	6355	(1.26)	6587	(1.37)	6665	(0.68)
5728	0.08	6358	(1.31)	6588	(1.36)	6892	1.14
5729	0.23	6470	(0.54)	6589	(1.35)	6893	(0.89)
5854	0.28	6472	(0.95)	6590	0.97	6910	(1.67)
5921	0.70	6496	0.62	6591	0.92	6913	(1.17)
5925	(1.04)	6497	(0.37)	6592	0.88	6915	0.91
6203	(1.26)	6498	(0.45)	6593	(0.47)	6917	(1.08)
6205	1.02	6501	(0.29)	6594	(0.19)	6918	1.03
6206	(1.27)	6507	(0.69)	6595	(0.48)	6919	(0.69)
6207	(1.28)	6508	(0.85)	6596	(0.72)	6921	(1.02)
6208	(1.69)	6509	(0.59)	6597	(0.72)	6924	(1.05)
6209	(1.50)	6510	(0.68)	6599	0.77	6925	1.04:
6213	(1.10)	6511	(0.53)	6600	(0.65)	6943	1.13
6214	(1.04)	6513	(0.41)	6601	(1.04)	6944	0.86
6215	0.66	6514	(0.32)	6603	(1.04)	6945	(0.96)
6216	(0.88)	6515	(0.25)	6604	(0.95)	6948	(0.92)
6237	(1.01)	6517	(0.21)	6617	0.68	6949	1.20
6239	(0.99)	6519	(0.38)	6619	(0.70)	6952	(1.10)
6243	1.31	6520	(0.55)	6620	(0.90)	6953	(0.99)
6244	(0.95)	6521	(0.57)	6621	(0.96)	6954	(1.12)
6247	(1.13)	6522	0.57	6622	(0.86)	6955	(1.38)
6249	(1.22)	6523	(0.73)	6623	(1.04)	6956	(1.42)
6251	(1.10)	6527	(1.17)	6624	(1.18)	6957	1.20:

Прежде всего было решено использовать данные таблицы 3 для исследования вопроса об изменяемости показателя цвета, в зависимости от медленного колебания блеска. Из этих данных надо было построить среднюю кривую изменения показателя цвета, пренебрегая его быстрыми колебаниями. Можно было считать, что при усреднении продолжительного промежутка быстрые колебания исключаются. Однако для этого следовало сначала уточнить период медленного колебания.

2. Улучшение периода медленного колебания

Из наблюдений Харвуд (3), Брюна (2), Бейера (4) и моих были определены приближенные моменты минимумов медленного колебания блеска. Они приведены в таблице 4. Степень уверенности определения момента характеризуется весом, оцененным по двадцатипятибалльной шкале. Исходные элементы медленного колебания:

$$\mathrm{Min}=2411310+787.2.n \qquad (2)$$

относительно которых вычислены Н-А, улучшаются по способу наименьших квадратов и получается такая формула периода:

$$\mathrm{Min}=2411292+780.2.n;\ \Pi^{-1}=0.0012817 \qquad (3)$$

Относительно этой формулы вычислены отклонения, приведенные в столбце Н—В.

Таблица 4

Моменты минимумов медленного колебания

n	Min	вес	Наблюдатель	Н—А	Н—В
				∂	∂
0	2411310	1	Харвуд	0	+ 18
1	1900	1		— 197	— 172
2	2700	1		— 184	— 152
3	3600	1		— 71	— 33
4	4400	1		— 58	— 13
6	6000	1		— 32	+ 27
11	9919	1		— 48	+ 45
12	2420700	1		— 54	+ 46
15	3000	1		— 115	+ 5
16	3750	4		— 152	— 25
17	4600	4		— 89	+ 45
18	5300	4		— 176	— 36
19	6200	9		— 63	+ 84
20	6860	9		— 190	— 36
21	7700	9		— 137	+ 24
22	8450	4		— 174	— 6
22	8467	16	Бейер	— 157	+ 9
23	9245	16		— 166	+ 8
29	2433850	9	Цесевич	— 283	— 68

3. Медленные колебания показателя цвета

После улучшения формулы периода медленного колебания я построил среднюю кривую изменения показателя цвета, вос-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

пользовавшись формулой (3). Эта средняя кривая приведена в таблице 5.

Таблица 5

Средняя кривая медленного колебания показателя цвета

Возраст	C	n	Возраст	C	n
n	m		n	m	
0 .022	1 .06	11	0 .489	0 .52	11
.070	1 .12	11	.524	0 .81	20
.115	1 .15	13	.582	0 .75	20
.161	1 .01	9	.636	0 .90	20
.195	1 .03	10	.677	1 .21	19
.259	1 .29	10	.793	1 .41	11
.289	1 .18	11			

Из этой таблицы и из рисунка 2 видно, что по данным Брюна показатель цвета DF Лебедя изменяется синхронно с блеском в пределах от 0,6 до 1,4. Вместе с тем сравнение рядов Бейера и Харвуд показало ранее, что показатель цвета этой звезды не имеет медленных колебаний. Если даже считать небольшое колебание на рис. 35 моей первой работы реальным, то оно лежит в гораздо меньших пределах от 1.16 до 1.55. Таким образом, между данными Бейера и Брюна имеется существенное расхождение, которое требует объяснения.

4. Наблюдения Н. Б. Перовой

По моей просьбе Н. Б. Перова оценила блеск переменной звезды на новой серии снимков неба, полученных в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга. Ею сделаны оценки на снимках, полученных на эмульсиях Фульгур, Астроплаттен и Никфи в фотографических лучах, и на снимках, полученных на эмульсии Агфа Изохром, без светофильтра.

Первые снимки эквивалентны обычным фотографическим лучам, а вторые имеют своеобразную цветовую систему, более близкую к фотографической, чем к визуальной. Коэффициент цветоощущения этих снимков исследовался Флорей (5), и переводный множитель был взят из его работы.

А). Снимки на фотографической эмульсии

На основании наблюдений Н. Б. Перовой мною была построена степенная шкала фотографических блесков звезд сравнения, которая приведена в таблице 6.

Таблица 6

Фотографическая шкала Н. Б. Перовой

№	Обозн.	Степень	Фотогр. велич.	№	Обозн.	Степень	Фотогр. велич.
1	a	0.0	10.55	5	d	16.8	12.62
2	в	7.0	11.25	12	e	21.2	13.91
3	c	12.0	11.79	15	q	24.2	15.04

По этой степенной шкале и по фотографическим величинам Харвуд я пытался получить линейную формулу для перехода от степеней к величинам, но не смог. Оказалось, что степенная шкала не линейна, и среднее значение степени для ярких звезд сравнения меньше, чем для слабых. Поэтому обработка оценок производилась путем линейного интерполирования не степеней, а звездных величин Харвуд, что вносило меньшую ошибку.

Наблюдения Н. Б. Перовой приведены в таблице 7.

Таблица 7

Наблюдения Н. Б. Перовой в фотографических лучах

242...		242...		242...	
8772.1	12.62	9457.4	11.25	9486.2	11.52
.3	12.00:	9460.3	12.34	.2	11.15
.3	12.62	.3	12.26	.4	11.68
8783.2	12.94	.4	12.62	.4	11.68
2	13.26	.4	12.07	.4	11.15
8774.1	13.48	9461.2	12.62	.4	11.15
9429.2	11.79:	.2	12.62	9488.2	12.00
.3	11.79:	.4	12.88	.2	11.68
.4	11.05	.4	12.34	9490.2	12.88
9430.3	11.05	9462.2	12.62	.4	12.62
9438.3	12.62:	9463.3	12.62	.4	12.88
9455.3	11.02	.3	12.62	9491.4	12.62
.3	11.05	9465.2	12.62	9493.2	12.94
.3	10.99	.3	12.94	.2	12.62
.3	11.08	.4	13.26	.2	12.94
.3	11.08	.4	12.62	.2	12.62
.3	11.15	9466.3	13.69	.4	13.26
.3	11.15	.3	13.59	.4	13.26
9456.2	11.25	.4	12.62	9498.3	12.62
.2	11.13	.4	13.59	.4	12.62
.3	11.25	9468.3	13.59	243...	
.3	11.25	.4	13.59	0585.3	12.50
.3	11.13	9483.2	10.99	0587.3	12.62
.3	11.13	.2	10.99	0589.3	12.62
.4	11.25	9484.2	10.99	3775.5	13.91
9457.2	11.05	.2	11.13	3917.3	14.52
.2	11.52	.2	11.05	3951.3	14.25
.3	11.68	.2	11.05	3952.3	14.25
.3	11.68	9485.2	11.08	4121.5	11.05
.3	11.57	.2	11.08	4130.5	12.62
.3	11.52	.2	11.05		

Таблица 8

Средние из наблюдений Н. Б. Перовой

242....			242...			242....		
8772.2	12.41	3	9460.4	12.31	4	9485.3	11.07	3
8773.2	13.10	2	9461.3	12.62	4	9486.3	11.39	6
8774.1	13.48	1	9462.2	12.62	1	9488.2	11.84	2
9429.3	11.54	3	9463.2	12.62	2	9490.3	12.80	3
9430.3	11.05	1	9465.3	12.86	4	9491.4	12.62	1
9438.3	12.62	1	9466.4	13.30	4	9493.3	12.94	6
9455.3	11.07	7	9468.4	13.59	2	9498.4	12.62	2
9456.3	11.22	7	9483.2	10.99	2			
9457.3	11.47	7	9484.2	11.06	4			

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Из наблюдений, приведенных в таблице 7, можно было получить среднюю кривую, редуцированную к одному периоду. Однако их распределение во времени настолько неудачно, что я не счел рациональным это делать. Вместе с тем, в один и тот же день, иногда, произведено несколько наблюдений. Чтобы уменьшить ошибки наблюдений, я взял средние за ночь, которые приведены в таблице 8.

Эти наблюдения были произведены в такой интервал времени, на который не попадают другие визуальные наблюдения. Поэтому удается определить только три значения показателя цвета из сравнения с данными Бейера. Они приведены ниже:

2429430 — 0.59; 2429436 — (1.72); 2429493 — 1.98

Б). Снимки на эмульсии изохром

Выше уже было указано, что часть снимков была сделана на пластинках Агфа изохром. Обработка этих оценок должна происходить иначе. Звездные величины, которые можно взять из других работ, для этих оценок не подходят. Я воспользовался указанием Флори, согласно которому звездная величина для снимков Изохром выражается через обычную фотографическую величину и показатель цвета формулой:

$$m_{изохр} = m_{фот} - 0.36\,C = m_{фот} - 0.36\,(m_{фот} - m_{виз}) \quad (4)$$

Это дало мне возможность вычислить звездные величины для эмульсии Агфа-изохром, которые приведены в таблице 9. В этой таблице указаны, помимо номера, и обозначения звезды сравнения, ее фотографическая величина, по данным Харвуд, ее показатель цвета из сравнения величины Харвуд с визуальной величиной Бейера и, наконец, вычисленная по формуле Флори звездная величина. В последнем столбце указана степень.

Таблица 9

Звездные величины и степенная шкала для эмульсии изохром

№	*	$m_{фот}$	C	$m_{изо}$	S
1	a	10.55	0.56	10.35	0.0
2	в	11.25	0.59	11.04	5.4
3	c	11.79	0.71	11.53	11.2
5	d	12.62	0.41	12.47	16.4
12	e	13.91	1.11	13.47	20.3

Попытка линейной привязки степенной шкалы к звездным величинам также не увенчалась успехом. Повторилось то же самое, что и для фотографических звездных величин — график оказался криволинейным. Поэтому я решил вычислять

оценки блеска, интерполируя полученные в таблице 9 звездные величины. Результаты этих вычислений приведены в таблице 10.

Таблица 10

Наблюдения Н. Б. Перовой на эмульсии Агфа—Изохром

242...		242...		242...	
8717.3	12.16	8745.4	12.47	8754.3	12.97
.4	12.16	.4	12.31	.4	12.97
8720.3	12.28	8746.2	12.09	.4	12.97
.3	12.28	.2	12.31	8755.2	12.47
8722.3	12.28	8748.2	12.47	.2	12.31
.3	12.28	.2	12.47	.4	12.47
8725.2	12.47	.4	12.47	8756.3	12.31
.3	12.47	.4	12.72	.3	12.28
8726.3	12.47	8749.2	12.72	.3	12.28
.3	12.47	.2	12.72	.3	12.28
.4	12.47	.2	12.97	.4	12.31
.4	12.47	.3	12.72	8757.3	11.39
.4	12.47	.4	12.97	.3	11.39
8727.2	12.31	8750.2	12.97	.4	11.16
.3	12.31	.2	12.80	.4	11.28
.3	12.31	.3	13.14	8762.2	10.76
.3	12.47	.3	12.97	.3	10.87
8728.3	12.28	.4	13.22	.4	10.81
8729.3	12.28	.4	12.14	.4	10.87
8732.3	10.90	8751.2	12.47	8764.3	10.90
.3	10.84	.2	13.27	.4	10.92
8734.4	10.66	.3	13.27	8765.4	10.92
8742.2	11.53	.4	13.47	8770.2	11.04
.2	11.43	.4	13.47	8771.3	12.00
8744.2	12.28	8752.2	13.22	.3	12.24
.2	12.28	8753.2	12.80	.3	12.24
8745.2	12.47	.2	12.72	.3	12.00
.2	12.31	8754.2	12.47	.3	12.24
.2	12.31	.2	12.72	.3	12.00

Как видно из таблицы 10 в некоторые ночи получено по несколько оценок. Поэтому из наблюдений Н. Б. Перовой были образованы средние, приведенные в таблице 11, которые и были использованы для отыскания показателей цвета. Показатели цвета определялись из данных таблицы 11 и из визуальных наблюдений Бейера. Они приведены в таблице 12.

Таблица 11

Средние значения из наблюдений на эмульсии изохром

242....			242....			242....		
8717.4	12.16	2	8734.4	10.66	1	8752.2	13.22	1
8720.3	12.28	2	8742.2	11.48	2	8753.2	12.76	2
8722.3	12.28	2	8744.2	12.28	2	8754.3	12.82	5
8725.2	12.47	2	8745.3	12.37	5	8755.3	12.42	3
8726.4	12.47	5	8746.2	12.20	2	8756.5	12.30	5
8727.3	12.35	4	8748.3	12.53	4	8757.4	11.30	4
8728.3	12.28	1	8749.3	12.82	5	8762.3	10.83	4
8729.3	12.28	1	8750.3	13.04	6	8764.4	10.91	2
8732.3	10.87	2	8751.3	13.37	6	8765.4	10.92	1
						8770.2	11.04	1
						8771.3	12.12	6

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Однако простое вычитание из данных таблицы 11 звездных величин, определенных визуально, показателя цвета не дает, так как нам известны звездные величины эмульсии изохром. Нетрудно видеть, что путем преобразования формулы (4) получается зависимость между показателем цвета и разностью величин $m_{изохр}$ и $m_{виз}$:

$$C = 1.56\ (m_{изохр} - m_{виз})$$

По этой формуле и были вычислены значения показателя цвета переменной. Как и прежде, были построены плавные кривые. По ним были отсчитаны данные о звездных величинах и в этом случае помещены в скобки.

Таблица 12

Показатели цвета по наблюдениям Н. Б. Перовой

JD	$m_{изо}$	$m_{виз}$	$m_{изо} - m_{виз}$	C
242....				
8717.4	12.16	(10.23)	(1.93)	(3.01)
8718.5	(12.16)	10.33	(1.83)	(2.86)
8730.5	(11.65)	11.35	(0.30)	(0.47)
8750	13.04	11.48	1.56	2.44
8751	13.37	(11.56)	(1.81)	(2.83)
8752	13.22	11.56	1.66	2.59
8753	12.76	(11.50)	(1.26)	(1.97)
8754	12.82	(11.36)	(1.46)	(2.28)
8755	12.42	11.18	1.24	1.94
8756	12.30	(10.84)	(1.46)	(2.28)
8757	11.30	10.42	0.88	1.37
8758	(11.21)	10.24	(0.97)	(1.51)
8762	10.83	(10.10)	(0.73)	(1.14)
8764	10.91	10.16	0.75	1.17
8765	10.92	(10.15)	(0.77)	(1.20)
8770	11.04	10.46	0.58	0.91
8771	12.12	(10.52)	(1.60)	(2.50)

Данные таблицы 12 весьма неутешительны. Как показывает сравнение кривой изменения показателя цвета с кривой блеска, полученные нами числа заслуживают доверия. Однако после умножения разностей $m_{изо} - m_{виз}$ на 1.56 мы получили сильно преувеличенные значения показателя цвета. Таким образом, здесь где-то коренится причина большой неувязки, и данные таблицы 12 не могут быть сравниваемы с даными других таблиц. Это заставляет с очень большой осторожностью подходить к вопросу о постоянстве выбранной для получения снимков эмульсии.

5. Наблюдения А. Я. Филина

По моей просьбе астроном Сталинабадской обсерватории А. Я. Филин произвел оценки этой звезды на снимках Службы неба этой обсерватории. Он пишет, что в 1949 и 1951 годах переменная на этих снимках не видна. Это вполне понятно, так как звезды слабее 13-й величины на данных фотографиях не получаются. Звезды сравнения приведены в табл. 13.

Таблица 13

Звезды сравнения А. Я. Филина

№	*	$m_{фот}$	S	$m_{фил}$
1	a	10.55	0.0	10.42
2	b	11.25	15.4	11.45
3	c	11.79	21.6	11.87
5	d	12.62	30.4	12.46

Степенная шкала приводится к звездным величинам Харвуд по формуле.

$$m_{фил} = 10.42 + 0.067 \cdot S \qquad (5)$$

Из оценок А. Я. Филина были получены блески в степенях, а затем по формуле (5) были вычислены звездные величины .Они приведены в таблице 14.

Таблица 14

Наблюдения А. Я. Филина

243...		243...		243...	
0197	11.92	2732	12.12	2823	11.28
0202	11.32	2734	12.66	2824	10.99
0257	11.73	2743	12.39	2825	11.26
0898	12.14	2744	11.63	2827	11.49
1047	11.18	2745	11.22	2830	12.46
1054	11.79	2770	11.45	2831	12.46
1253	11.74	2771	11.22	2847	11.38
1922	10.90	2772	11.12	2849	11.65
1977	11.63	2773	11.26	2850	11.77
1992	11.87	2794	11.32	2877	11.63
1999	11.41	2795	11.15	2883	12.60
2027	11.45	2796	11.21	2884	12.46
2709	12.50	2797	11.45	2888	12.56
2728	11.45	2798	11.28	3424	11.45
2730	11.52	2800	11.66		

Наблюдения расположены во времени весьма разрозненно, так что построение непрерывной кривой невозможно. Поэтому я привел их к одному периоду относительно формулы:

$$\text{Min J. D.} = 2428083 + 49{,}81 \cdot E;\ P^{-1} = 0.0200763$$

Получилась кривая, которая хорошо огибает два максимума и один минимум, приходящий на возраст 0.45. Таким образом, из наблюдений А. Я. Филина удается определить два момента максимумов и один момент минимума. Так как моменты максимумов нас не интересуют, то мы определили только момент минимума с точностью до суток.

$$\text{Min} = 2432737\ \text{J. D.}$$

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

6. Визуальные наблюдения Б. А. Устинова

В начале работа о показателях цвета звезд типа RV Тельца была задумана так: предполагалось получить некоторое количество фотографических наблюдений параллельно с визуальными. Впоследствии мы решили заменить визуальные наблюдения наблюдениями через светофильтры. Таким образом, на первом этапе работы Б. А. Устинов начал визуальные наблюдения DF Лебедя и получил некоторое их количество в 1950 году. Им употреблялись звезды сравнения, приведенные в таблице 15.

Таблица 15

Звезды сравнения для визуальных наблюдений Б. А. Устинова

№	*	$m_{виз}$	S	$m_{уст}$
—	q	—	0.0	9.01
1	a	9.99	12.5	9.89
2	b	10.66	24.4	10.72
3	c	11.08	32.1	11.26
5	e	12.21	43.7	12.07

Степенная шкала Б. А. Устинова превращается в звездные величины системы визуальных наблюдений Бейера по формуле:

$$m_{уст} = 9.01 + 0.0701\ S$$

Во втором столбце табл. 15 указаны визуальные величины Бейера, а в последнем-величины, вычисленные из шкалы Устинова по этой формуле. Б. А. Устинов производил по несколько наблюдений в одну ночь. Из них были вычислены средние, которые приведены в табл. 16.

Таблица 16

Средние из визуальных наблюдений Б. А. Устинова

243...			243...			243...		
3502.37	11.46	1	3522.46	9.73	6	3539.37	11.41	6
3506.46	10.22	12	3523.46	9.87	8	3541.34	11.47	2
3508.37	10.82	8	3525.31	10.00	2	3542.35	11.47	2
3509.38	11.56	9	3526.32	9.89	3	3543.39	11.38	2
3510.41	11.47	6	3527.34	9.77	3	3544.38	10.61	3
3512.42	11.61	3	3530.33	10.04	4	3545.40	10.08	3
3513.49	11.80	4	3531.39	10.15	7	3564.30	11.90	5
3515.47	11.83	6	3532.38	10.20	4	3565.29	11.86	2
3516.45	11.83	5	3536.40	10.61	12	3566.28	11.82	2
3517.48	11.79	3	3537.29	10.58	2			
3519.48	9.89	4	3538.41	11.21	2			

Эти данные послужили материалом для определения показателей цвета и визуальных моментов минимумов в 1950 году. Анализ этих данных будет дан ниже. Оригинальные оценки Б. А. Устинова приведены в таблице 17.

7. Фотографические наблюдения Одесской обсерватории

В 1950 году переменная звезда систематически фотографировалась на пластинках размером 13 × 18 см. на астрографе Тессар ГОИ на эмульсии Агфа Астро несенсибилизированной. Этот инструмент, имеющий отверстие 148 мм и фокусное расстояние 1000 мм, дает на этих пластинках на пределе зрения при экспозиции один час, в зависимости от различной прозрачности, звезды от 14.4 до 15.2 звездной величины.

Таблица 17

Визуальные наблюдения Б. А. Устинова

243....		243....		243....	
3502.37	11.46	3513.50	11.83	3530.34	10.01
3506.40	10.19	3515.44	11.86	.41	10.10
.41	10.19	.46	11.86	3531.35	10.14
.42	10.17	.47	11.78	.36	10.14
.43	10.17	.49	11.83	.37	10.14
.45	10.15	.50	11.83	.39	10.14
.45	10.14	3516.42	11.84	.41	10.17
.47	10.17	.44	11.80	.43	10.17
.47	10.17	.45	11.80	.44	10.14
.48	10.15	.47	11.84	3532.36	10.20
.49	10.11	.48	11.87	.37	10.20
.51	10.47	3517.47	11.78	.38	10.20
.51	10.50	.48	11.80	.39	10.20
3508.33	10.52	.50	11.80	3536.27	10.55
.35	10.61	3519.46	9.97	.30	10.62
.37	10.72	.47	9.81	.32	10.57
.38	10.82	.48	9.89	.35	10.57
.38	11.03	.49	9.89	.38	10.57
.39	11.03	3522.44	9.73	.40	10.57
.40	10.90	.46	9.75	.42	10.64
.41	10.94	.46	9.73	.43	10.72
3509.32	11.76	.46	9.73	.44	10.64
.33	11.61	.47	9.73	.44	10.57
.34	11.53	.47	9.73	.44	10.64
.36	11.55	3523.45	9.82	.45	10.64
.38	11.49	.45	9.89	3537.29	10.58
.41	11.55	.46	9.94	.30	10.58
.43	11.49	.46	9.82	3538.40	11.16
.45	11.55	.47	9.89	.43	11.26
.46	11.55	.47	9.89	3539.33	11.39
3510.38	11.44	.48	9.83	.36	11.39
.40	11.49	.48	9.89	.37	11.39
.41	11.49	3525.31	10.12	.40	11.39
.41	11.49	.31	9.89	.41	11.45
.43	11.49	3526.31	10.08	.42	11.45
.44	11.44	.32	9.77	3541.33	11.45
3512.37	11.48	.32	9.82	.35	11.49
.44	11.58	3527.32	9.82	3542.35	11.49
.46	11.76	.35	9.75	.35	11.45
3513.49	11.74	.37	9.75	3543.38	11.38
.49	11.83	3530.30	10.00	.40	11.38
.50	11.78	.32	10.05	3544.34	10.83

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 17

243...		243...		243...	
3544.35	10.81	3564.35	11.86	3768.52	11.54
.49	10.19	3565.28	11.86	3769.51	11.54
3545.33	10.10	.31	11.86	.51	11.54
.44	10.07	3566.27	11.79	3771.54	11.54
.45	10.07	.28	11.85	.54	11.54
3564.24	11.83	3767.52	11.54	3775.49	12.00
.29	11.96	.52	11.54	3776.47	12.07
.34	11.86	3768.52	11.54	.47	12.07

В 1951 году фотографирование избранной площадки продолжалось, но на пластинках размером 18×24 см. Кроме того вступил в строй второй, так называемый, малый астрограф с камерами Индустар 17 и Триплет Цейсса (D = 100 мм, F = 500 мм.). К этому инструменту приспособлены светофильтры — желтый и оранжевый. В 1952 году фотографирование на всех этих инструментах продолжалось.

Кроме того, обнаружив, что переменная звезда в 1951 году ослабила блеск до 15 величины, я просил аспиранта ОГУ Э. П. Стрелкову получить несколько фотографий этой переменной на камере Шмидта в Абастуманской обсерватории, что она и сделала.

Все эти материалы и послужили основанием для данного исследования.

Таблица 18

Звездные величины звезд сравнения для камеры Шмидта

№	*	$m_ф$	$m_в$
5	e	12.62	12.21
12	l	13.91	12.80
13	f	14.12	13.40
15	g	15.04	—

Таблица 19

№	$m_{синяя}$	№	$m_{желтая}$	C
243....				
3886 1359	15.04:	—	—	—
3886 1360	15.27	1361	13.4:	1.87
3887 1362	15.04	—	—	—
3890 1363	14.65	1364	13.30	1.35
3891 1366	14.86	1367	13.19	1.67
3891 1368	14.73	—	—	—
3892 1373	14.68	1374	13.24	1.44
3892 1375	14.43	—	—	—
3893 1376	14.78	—	—	—
3894 1377	14.27	1378	13.04	1.23
3895 1387	14.12	1388	12.90	1.22
3897 1389	14.22	1390	12.65	1.57
3898 1400	14.22	1401	12.80	1.42
3899 1410	14.32	1411	12.93	1.39

Прежде всего коснемся вопроса об обработке снимков Стрелковой. Так как свойства телескопа Шмидта таковы, что получающиеся на нем звездные величины близки к международным, то снимки с синим фильтром обрабатывались с величинами Харвуд, а снимки, полученные через желтый фильтр — с величинами Бейера.

В результате обработки всех наблюдений Стрелковой получилась табличка 19, в которой приведены Юлианские дни, номера снимков и звездные величины;в последнем столбце указаны показатели цвета.

При обработке фотографических снимков полученных в Одессе на обычной фотографической эмульсии, было учтено цветовое уравнение, которое, как известно, весьма велико для наших инструментов. Поэтому из оценок, сделанных по способу Блажко-Нейланда, была построена степенная шкала, которая затем была привязана к величинам Харвуд. Формула привязки оказалась линейной:

$$m = 10.43 + 0.112.S \qquad (6)$$

По этой формуле степени были переведены в звездные величины. Полученные величины приведены в последнем столбце таблицы 20.

Таблица 20

Данные о фотографических величинах звезд сравнения

№	*	$m_{харвуд}$	S	$m_ф$
1	a	10.55	0.0	10.43
2	b	11.25	7.2	11.24
3	c	11.79	13.5	11.94
5	d	12.62	20.7	12.75
12	l	13.91	29.5	13.73
13	к	14.12	32.9	14.11

Расхождения между шкалами не превосходят 0.2 зв. величины на интервале в 4 звездных величины, что можно считать нормальным. Систематического хода не замечено. В таблице 21 приведены все данные о фотографических наблюдениях Одесской обсерватории.

Таблица 21

Фотографические звездные величины по наблюдениям на одесских снимках

243....		243....		243....	
3458.36	12.39	3509.32	12.86	3532.40	12.13
3466.35	12.55	3510.31	12.86	3536.42	12.75
3468.35	11.99	3511.44	13.44	3538.44	12.75
3470.34	11.34	3515.48	13.44	3539.41	12.48
3482.36	12.12	3516.50	13.36	3540.40	12.48
3484.52	12.55	3517.48	12.11	3541.41	12.27
3499.32	11.00	3519.49	11.44	3542.43	11.52
3502.31	11.52	3523.45	11.24	3544.39	10.92
3506.32	12.21	3530.39	11.84	3545.41	10.92
3508.32	12.65	3531.39	12.18	3564.35	13.24

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 21

243...		243...		243...	
3565.37	12.75	3842.38	12.7	4178.40	11.94
3566.36	12.48	3850.33	13.7:	4181.46	12.75
3568.34	11.23	3850.51	12.7	4182.49	12.59
3570.31	11.06	3851.36	13.7	4187.42	12.57
3572.34	11.24	3852.32	13.99	4196.37	11.14
3597.28	11.24	3854.34	13.7	4208.34	12.83
3598.22	11.34	3859.40	14.1	4209.34	12.91
3658.19	12.7	3860.54	13.7	4210.35	13.14
3763.54	14.1	3862.53	12.7	4211.36	13.12
3767.50	13.7	3864.54	13.97	4214.34	13.13
3768.53	13.73:	3867.49	12.7	4215.34	13.05
3769.48	13.73	3868.48	12.7	4216.34	12.52
3770.49	13.62	3868.49	12.7	4217.50	12.52
3771.53	13.53	3870.50	12.7	4220.35	11.06
3797.46	12.8	3896.48	13.7	4221.52	11.11
3800.50	13.7	3897.51	13.99	4222.34	11.80
3801.50	14.11	3900.49	13.86	4227.49	12.18
3802.48	12.8	3912.39	14.1	4236.31	11.68
3804.50	12.8	3918.38	14.23	4238.48	12.75
3811.45	14.1	3920.37	14.34	4240.46	12.67
3812.47	14.23	3947.38	14.56	4241.56	12.14
3824.44	14.34	3950.35	14.1	4242.48	11.68
3824.42	14.1	3978.23	14.34	4243.45	11.05
3823.44	13.99	3982.28	12.7	4247.44	10.86
3829.41	14.1	4124.52	12.05	4250.42	11.65
3831.40	13.7	4125.55	11.73	4253.41	12.12
3835.39	12.7	4126.55	11.78	4272.41	11.00
3836.42	12.7	4131.50	12.42	4279.42	11.94
3836.37	12.7	4158.47	12.68	4280.41	12.07
3837.35	14.1	4161.47	12.83	4281.35	12.43
3839.36	13.7	4162.46	12.75	4284.40	12.62
3839.37	13.7	4177.43	12.10		

Помимо фотографических блесков мы определили и фотовизуальные и фотокрасные на снимках, полученных на панхроматических пластинках при помощи малого двухкамерного астрографа.

Для обработки оценок, полученных по снимкам с желтым фильтром были приняты звездные величины Бейера (визуальные). Они приведены в таблице 22. Оценки фотокрасных снимков сразу же показали, что шкала величин звезд сравнении должна быть в красных лучах иной. Поэтому для получения красных величин мы поступили следующим образом. Были найдены, исходя из визуальных величин, предварительные фотокрасные величины $m_к'$ по формуле

$$m_{к'} = m_{виз} - 0.26\ C \qquad (7)$$

которая вытекает из того, что эффективная длина волны чувствительности эмульсии равна 565 $m\mu$. Затем к этим величинам была привязана степенная шкала, выведенная из оценок, полученных по красным снимкам. Формула перехода от степеней к звездным величинам такова:

$$m_к = 9.74 + 0.123\ S \qquad (8)$$

По этой формуле и вычислены те фотокрасные звездные величины, которые мы приняли при обработке.

Таблица 22

Фотовизуальная и фотокрасная шкалы

№	S	$m_в$	C	$m_к'$	$m_к$
1	0.0	9.99	+ 0.56	9.84	9.74
2	10.8	10.66	+ 0.59	10.51	11.07
3	8.9	11.08	+ 0.71	10.90	10.83
5	15.9	12.21	+ 0.42	12.10	11.70

Итак шкалы $m_к$ и $m_в$ были использованы при вычислении блесков переменной, которые приведены в таблице 23.

Таблица 23

Фотовизуальная и фотокрасные шкалы

JD	$m_ж$	$m_к$	JD	$m_ж$	$m_к$
243....			243....		
4124	10.21	—	4216	11.34	—
4125	10.39	—	4217	—	10.91
4128	10.35	—	4218	10.48	10.28
4131	10.57	—	4220	10.14	10.36
4162	11.07	11.45	4221	—	10.42
4164	11.21	11.53	4222	10.25	9.88
4166	11.36	11.33	4227	10.26	10.47
4177	10.35	9.96	4237	11.82	—
4178	10.83	10.10	4238	11.63	—
4181	10.94	10.22	4239	11.54	—
4182	10.59	10.63	4241	11.00	—
4206	10.46	11.31	4242	10.35	9.98
4207	10.95	—	4243	9.94	9.96
4208	11.13	11.02	4247	10.24	—
4209	11.24	—	4250	10.26	—
4210	11.58	11.45	4252	10.28	—
4211	11.34	—	4253	10.44	—
4214	11.38	—	4280	10.28	—
4215	11.38	—			

Конечно, следовало бы сделать независимое определение звездных величин звезд сравнения путем привязки к первоклассным стандартам. Однако количество наблюдений пока еще не велико и на данном этапе можно было ограничиться настоящим приближением.

Одесские наблюдения позволили определить некоторое количество значений показателя цвета. Однако эти данные, которые приведены в таблице 24, требовали редукции за счет того, что наша фотографическая шкала «синее» международной. Поэтому все значения показателя цвета следовало умножить на 0.81.

В таблице 24 даны: дата, фотографическая и фотовизуальная величины, показатели цвета — полученный из наблюдений и редуцированный.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І.І. МЕЧНИКОВА

Как видно из таблицы 24 показатель цвета изменяется в довольно широких пределах. Поэтому для исключения быстрых его колебаний следовало бы построить кривые и найти «средние» линии. Это к сожалению нельзя сделать ввиду неизбежных перерывов в определениях, происходящих из-за полнолуний и непогоды. Поэтому мы взяли простые групповые средние, которые приведены в таблице 25. Кроме того, в этой таблице указаны возрасты ψ, относительно формулы периода медленного колебания.

Таблица 24

Показатели цвета по одесским определениям

JD	m_Φ	m_B	$m_{\Phi B}$	C	C
243...					
3502	11.52	11.46	—	+ 0.06	+ 0.05
3506	12.21	10.22	—	+ 1.99	+ 1.62
3508	12.65	10.82	—	+ 1.83	+ 1.65
3509	12.86	11.56	—	+ 1.30	+ 1.06
3510	12.86	11.47	—	+ 1.39	+ 1.13
3515	13.44	11.83	—	+ 1.61	+ 1.31
3516	13.36	11.83	—	+ 1.53	+ 1.24
3517	12.11	11.79	—	+ 0.32	+ 0.26
3519	11.44	9.89	—	+ 1.55	+ 1.25
3523	11.24	9.87	—	+ 1.37	+ 1.11
3530	11.84	10.04	—	+ 1.84	+ 1.50
3531	12.18	10.15	—	+ 2.03	+ 1.65
3532	12.13	10.20	—	+ 1.93	+ 1.57
3536	12.75	10.61	—	+ 2.14	+ 1.74
3538	12.76	11.21	—	+ 1.54	+ 1.23
3539	12.48	11.41	—	+ 1.07	+ 0.87
3541	12.27	11.47	—	+ 0.80	+ 0.65
3542	11.52	11.47	—	+ 0.05	+ 0.04
3544	10.92	10.61	—	+ 0.31	+ 0.25
3545	10.92	10.08	—	+ 0.84	+ 0.69
3564	13.24	11.90	—	+ 1.34	+ 1.09
3565	12.75	11.86	—	+ 0.89	+ 0.72
3566	12.48	11.82	—	+ 0.66	+ 0.54
3886	15.27	—	13.4:	—	+ 1.87
3890	14.65	—	13.30	—	+ 1.35
3891	14.86	—	13.13	—	+ 1.67
3892	14.68	—	13.24	—	+ 1.44
3894	14.27	—	13.04	—	+ 1.23
3895	14.12	—	12.90	—	+ 1.22
3897	14.22	—	12.65	—	+ 1.57
3898	14.22	—	12.80	—	+ 1.42
3899	14.32	—	12.93	—	+ 1.39
4124	12.05:	—	10.21	+ 1.84	+ 1.50
4125	11.73	—	10.39	+ 1.34	+ 1.09
4131	12.42	—	10.57	+ 1.85	+ 1.50
4162	12.75	—	11.07	+ 1.68	+ 1.36
4177	12.10	—	10.35	+ 1.75	+ 1.43
4178	11.94	—	10.83	+ 1.11	+ 0.90
4181	12.75	—	10.94	+ 1.81	+ 1.47
4182	12.59	—	10.59	+ 2.00	+ 1.62
4208	12.83	—	11.13	+ 1.70	+ 1.38

JD	m_Φ	m_B	$m_{\Phi B}$	C'	C
243...					
4209	12.91	—	11.24	+ 1.67	+ 1.36
4210	13.14	—	11.58	+ 1.56	+ 1.27
4211	13.12	—	11.34	+ 1.78	+ 1.45
4214	13.13	—	11.39	+ 1.74	+ 1.42
4215	13.05	—	11.38	+ 1.67	+ 1.36
4216	12.52	—	11.34	+ 1.18	+ 0.96
4220	11.06	—	10.14	+ 0.92	+ 0.75
4222	11.80	—	10.25	+ 1.55	+ 1.27
4227	12.18	—	10.26	+ 1.92	+ 1.56
4241	12.14	—	11.00	+ 1.14	+ 0.93
4243	11.05	—	9.94	+ 1.11	+ 0.90
4247	10.86	—	10.24	+ 0.62	+ 0.50
4250	11.65	—	10.26	+ 1.39	+ 1.13
4253	12.12	—	10.44	+ 1.68	+ 1.36
4280	12.07	—	10.28	+ 1.79	+ 1.45

В таблице 26 повторены данные о показателях цвета полученных по наблюдениям Бейера и также указаны возрасты ψ. Сравнение всех данных о медленных колебаниях показателя цвета произведено на рис. 2.

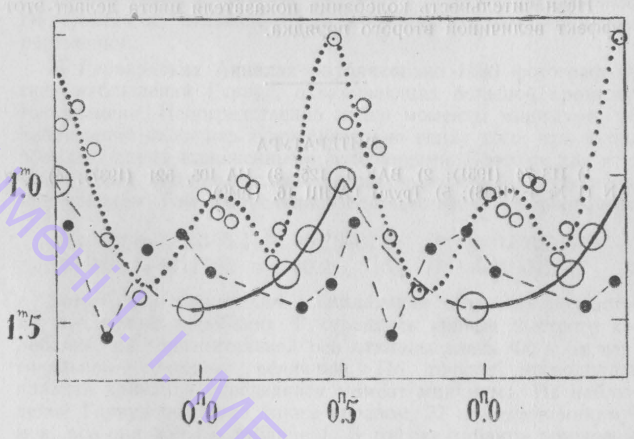


Рис. 2. Кривая медленного изменения показателя цвета. Большие кружки и сплошная кривая—одесские определения. Точки и штриховая кривая—определения из наблюдений М. Бейера. Малые кружки и пунктирная линия получены из наблюдений Брюна

Изучение рис. 2 показывает, что колебание среднего значения показателя цвета повидимому реально. Правда амплитуда его не велика. Она достигает величины порядка 0.4. В этом нас убеждает ход кривых между возрастами ψ=0.3 и 0.5.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

Таблица 25

Средние значения показателя цвета по одесским наблюдениям

JD 243...	C	n	ψ
3530	1.01	23	0.502
3894	1.46	9	.969
4158	1.34	8	.307
4220	1.22	12	.389

Таблица 26

Средние значения показателя цвета по наблюдениям М. Бейера

JD 242....	C	n	ψ
7956	1.45	17	0.358
8037	1.37	18	.462
8103	1.16	14	.547
8201	1.55	6	.672
8314	1.25	15	.817
8410	1.19	12	.940
8486	1.33	5	.038

Незначительность колебания показателя цвета делает этот эффект величиной второго порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1) ПЗ 74 (1951); 2) BAF 1, 126; 3) HA 105, 521 (1937); 4) Erg AN 11 № 4 (1948); 5) Труды ГАИШ 16, (1949).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДА DF ЛЕБЕДЯ

Г. Т. КОВАЛЬ

Из фотографических наблюдений Гарвуд получены средние моменты минимумов. Составлена сводка всех наблюдавшихся моментов минимумов. Изучалось изменение периода, которое не удается представить формулой с одним периодическим членом.

В литературе об этой звезде содержится большое количество данных о наблюденных моментах максимумов и минимумов этой переменной. Кроме того опубликованы оригинальные наблюдения из которых моменты минимумов не выведены. Однако единой сводки этих материалов не сделано.

Целью данной работы является исследование периода DF Лебедя на основании всех имеющихся наблюдений этой переменной.

В Гарвардских Анналах опубликовано 1680 фотографических наблюдений Гарвуд, охватывающих большой промежуток времени. Непосредственно найти моменты минимумов из наблюдений оказалось затруднительно ввиду того, что звезда обладает двумя наложенными колебаниями. Поэтому для всех наблюдений были вычислены возрасты по малому и большому периодам. Они вычислялись соответственно по формулам:

$$\Phi : \mathrm{Min} = 2425168.1 + 49.7848 \cdot E; \quad P^{-1} = 0.02008645$$
$$\Psi : \mathrm{Min} = 2411292 + 780.2 \cdot E; \quad \Pi^{-1} = 0.0012817$$

Затем, для наблюдений, обладающих сходными возрастами медленного колебания Ψ строились кривые быстрого колебания; на горизонтальной оси откладывались Φ, а на вертикальной — звездные величины. По точкам проводилась плавная кривая и определялся момент минумума. Из наблюдений Гарвуд получено, таким образом, 77 моментов минимумов; все они даны в таблице 1. В той же таблице помещены минимумы, полученные В. П. Цесевичем из наблюдений Филина (Сталинабад) и Перовой (Москва). В таблице 2 даны визуальные моменты минимумов различных авторов. Эти минимумы также были использованы в работе.

Чтобы не сделать просчета эпох при обработке наблюдений Гарвуд, был построен график по отклонениям наблюденных моментов минимумов от вычисленных по формуле с по-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

ловинным периодом (А) (не делая различия между первичными и вторичными минимумами)

$$\text{Min} = 2425168.1 + 24.9 \cdot E \qquad (A)$$

График помог исправить просчеты эпох и показал, что период в исходной эфемериде был несколько велик. Поэтому для дальнейшего исследования была выбрана рабочая эфемерида с уменьшенным периодом. За начальную эпоху был принят один из минимумов наблюденных Гарвуд

$$\text{Min} = 2419070.0 + 49.6 \cdot E$$

Попытки исправить период, исходя из этой эфемериды, привели к следующим результатам:

$$\text{Min}_1 = 2411903.5 + 49.6181 \cdot E \text{ (Главный)}$$

$$\text{Min}_2 = 2411928.6 + 49.6181 \cdot E \text{ (Вторичный)}$$

Отклонения от эфемерид, вычисленных по этим формулам, оказались очень большими, причем в этом случае период оказался малым. Кривая, построенная по полученным отклонениям, показала, что более подходящим является прежний полупериод 24.90 дня.

Снова были вычислены отклонения $(H - B_1)$ от эфемерид, полученных по новой формуле:

$$\text{Min} = 2411907.0 + 24.90 \cdot E \qquad (B)$$

По отклонениям была получена кривая, напоминающая синусоиду с периодом 475 периодов быстрого колебания и амплитудой 24 дня. Это дало возможность ввести в эфемериду приближенный синусоидальный член:

$$\text{Min} = 2411907.0 + 24.90 \cdot E + 12 \sin\left(\frac{360^0}{475} E + 90^0\right); \quad \frac{360^0}{475} = 0^0.7579.$$

Отклонения от новых элементов дали некоторую кривую, (рис. 1), которую я обработала по способу наименьших квадратов.

Для сокращения вычислений из отдельных групп средних минимумов были получены нормальные минимумы и нормальные отклонения $(H - B_2)$ (таблица 3).

Возьмем теперь формулу периода с синусоидальным членом

$$\text{Min} = \text{Min}_0 + PE + a \sin(\omega E + \varphi_0)$$

и ее продифференцируем:

$$dM = dM_0 + dP \cdot E + da \sin(\omega E + \varphi_0) + a \cos(\omega E + \varphi_0) \cdot (E \cdot d\omega + d\varphi_0).$$

Отсюда:

$$H - B_2 = m + pE + \alpha \sin(\omega E + \varphi_0) + aE \cos(\omega E + \varphi_0) \Delta\omega + a \cos(\omega E + \varphi_0) \Delta\varphi_0.$$

Такие уравнения пишем для каждого нормального минимума, учитывая их веса, и полученную систему решаем методом наименьших квадратов.

В результате были получены следующие поправки:

$$\Delta\varphi_0 = +0.055 \times 57^\circ.3; \quad \Delta\omega = +0.00002 \times 57^\circ.3$$

$$\alpha = -6.92; \quad p = +0.0040; \quad m = -12.00.$$

Принимая во внимание эти поправки получаем новые элементы:

$$\text{Min} = 2411895.7 + 24.9040 \cdot E + 5.08 \sin(0^\circ.75904 \cdot E + 93^\circ).$$

Отклонения от эфемериды, полученной от линейной части

Таблица 1

Фотографические средние моменты минимумов

Набл.	Min.	Вес	Набл.	Min.	Вес	Набл.	Min.	Вес
Г	2411907.7	1	Г	2425820.7	4	Г	2427777	9
„	3051.6	1	„	6190.6	9	„	7905	4
„	3440.8	1	„	6235.8	4	„	7935	9
„	4189.1	9	„	6262.6	9	„	7956	9
„	4834.3	4	„	6535.6	9	„	7983	9
„	4884.1	9	„	6587.0	9	„	8007	4
„	4906.8	9	„	6635.6	9	„	8032	9
„	5676.5	4	„	6661.4	9	„	8057	9
„	5700.3	4	„	6687.7	9	„	8083	9
„	5945.6	1	„	6857.8	9	„	8106	9
„	6299.6	9	„	6889.6	9	„	8132	4
„	6322.8	9	„	6985.8	9	„	8256	9
„	6415.6	9	„	7008.6	9	„	8307	9
„	6444.5	4	„	7058.5	1	„	8357	4
„	2420004.6	1	„	7161.9	9	„	8378	9
„	2016.9	4	„	7187.6	9	„	8403	4
„	2986.6	1	„	7235.9	9	„	8456	1
„	3582.8	1	„	7283.6	9	П	8725	4
„	3633.2	1	„	7311.8	4	„	8751	4
„	3707.2	4	„	7335.6	9	„	9470	4
„	4256.6	4	„	7358.9	9	„	9494	4
„	4454.0	4	„	7395.6	9	Ф	2432737.4	4
„	4778.2	4	„	7457.5	9	Ц	3464.0	1
„	4848.0	4	„	7541.0	4	„	3488.0	1
„	5071.1	9	„	7636	9	„	3514.0	9
„	5098.0	9	„	7661	9	„	3537.5	9
„	5171.9	4	„	7685	9	„	3564.0	4
„	5201.0	4	„	7708	9	С	3886.0	4
„	5795.7	1	„	7752	4	Ц	4213.0	9

Наблюдатели: Г—Гарвуд; П—Перова; Ф—Филин; Ц—Цесевич; С—Стрелкова

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

этой формулы ($H-B_3$), дают кривую подобную кривой ($H-B_1$) только сдвинутую по оси ординат на 12 дней (рис. 2). Отклонения от полной формулы показывают, что в некотором промежутке времени период удовлетворяет полученной формуле, а в некоторых—нет. Это говорит о том, что все имеющиеся моменты минимумов не могут быть представлены формулой с одной синусоидой. Полученная эфемерида справедлива, как это видно из кривой, приблизительно только для промежутка времени от 2422999 до 2434227.

Таблица 2

Визуальные моменты минимумов

Набл.	Min.	Набл.	Min.	Набл.	Min.
Брюн	2425171	Б	2427957.8	Б	2428802.9
„	5201	„	7983.2	„	8829.0
„	5225	„	8033.4	„	8852.8
„	5268	„	8358.5	„	8878.1
„	5393	„	8083.4	„	8899.8
„	5419	„	8106.8	„	8948.6
„	5446	„	8131.5	„	8977
„	5520	„	8154.5	„	9000
„	5545	„	8182.7	„	9025.5
„	5571	„	8205.8	„	9045.5
„	5645	„	8232.4	„	9175.5
„	5745	„	8252.5	„	9200.6
„	5892	„	8281.8	„	9224
„	5912	„	8306.2	„	9252.8
„	5943	„	8332.6	„	9274.5
„	6215	„	8354.5	„	9325
„	6237	„	8404.2	„	9346.5
„	6265	„	8429.9	„	9374.4
„	6290	„	8447.5	„	9400
„	6339	„	8476.2	„	9424.2
„	6440	„	8504.5	У	2433515
„	6511	„	8524.7	„	3541
„	6537	„	8545	„	3565
„	6561	„	8625.0	С	3886
„	6588	„	8652.5	Ц	4166
„	6610	„	8679.5	„	4212
„	6635	„	8702.7		
„	6661	„	8729.3		
„	6736	„	8752.5		
„	6882	„	8778.3		

Наблюдатели: Б- Бейер; У—Устинов; С—Стрелкова; Ц—Цесевич

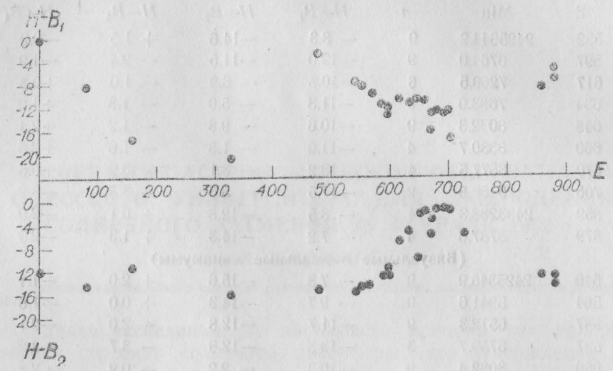


Рис. 1

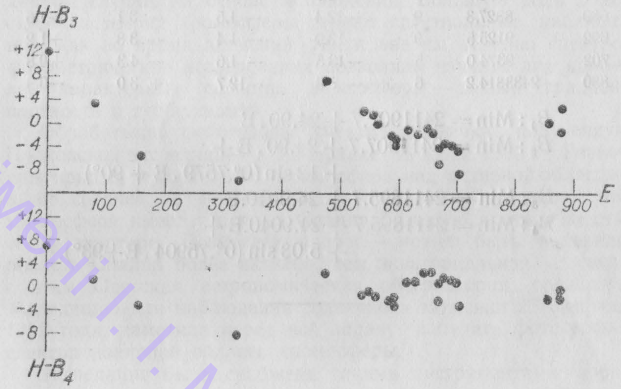


Рис. 2.

Таблица 3

Нормальные минимумы DF Лебедя
(Фотографические нормальные минимумы)

E	Min	n	$H-B_1$	$H-B_2$	$H-B_3$	$H-B_4$
0	2411907.7	1	0.0	—12.0	+12.0	+6.9
80	3891.4	4	— 8.3	—14.2	+ 3.4	+1.2
159	5849.5	9	—17.3	—11.2	— 5.9	—3.1
326	2420004.6	1	—20.5	—15.8	— 9.8	—8.1
478	3807.1	9	— 2.8	—14.8	+ 7.3	+2.3

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Продолжение таблицы 3

E	Min	n	$H-B_1$	$H-B_2$	$H-B_3$	$H-B_4$
552	2425644.2	9	— 8.3	—14.6	+ 1.5	—0.9
597	6761.0	9	—12.0	—11.5	— 2.4	—1.9
617	7260.5	6	—10.5	— 6.9	— 1.0	+0.8
634	7683.0	9	—11.3	— 5.0	— 1.8	+1.0
648	8032.3	9	—10.6	— 9.8	— 1.2	+2.4
660	8330.7	4	—11.0	— 1.8	— 1.6	+2.5
670	8577.5	4	—13.2	— 3.1	— 3.9	+0.6
706	9469.6	2	—17.5	— 5.6	— 8.3	—3.2
859	2433288.3	4	— 8.5	—12.8	+ 0.1	—2.0
879	3787.6	4	— 7.2	—14.3	+ 1.3	—2.0
	(Визуальные нормальные минимумы)					
540	2425345.9	9	— 7.8	—15.6	+ 2.0	—1.1
564	5941.6	9	— 9.7	—14.3	+ 0.0	—1.6
587	6512.3	9	—11.7	—12.8	— 2.0	—2.1
597	6759.7	3	—13.3	—12.8	— 3.7	—3.2
650	8082.4	9	—10.3	— 2.2	— 0.9	+2.8
659	8305.6	9	—11.2	— 2.1	— 1.8	+2.3
670	8574.7	9	—16.0	— 5.9	— 6.7	—2.2
680	8827.3	9	—12.4	— 1.5	— 3.1	+1.6
692	9125.5	9	—13.0	— 1.4	— 3.8	+1.2
702	9374.0	5	—13.5	— 1.6	— 4.3	+0.8
880	2433814.2	6	— 5.5	—12.7	+ 3.0	—0.3

$$B_1: \text{Min} = 2411907.7 + 24.90 \cdot E$$

$$B_2: \text{Min} = 2411907.7 + 24.90 \cdot E + 12 \sin (0^{0}.7579 \cdot E + 90^{\circ})$$

$$B_3: \text{Min} = 2411895.7 + 24.9040.E$$

$$B_4: \text{Min} = 2411895.7 + 24.9040.E + 5.08 \sin (0^{\circ}.75904 \cdot E + 93^{\circ}).$$

ЭКСПЕДИЦИЯ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ОДЕССКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 25 ФЕВРАЛЯ 1952 г.

А. ШУЛЬБЕРГ

Дается предварительное описание результатов экспедиции для наблюдения солнечного затмения.

Задача экспедиции. До настоящего времени нет единой теории строения солнечной атмосферы. Это утверждение в равной мере относится и к хромосфере и к короне. Правильная теория может быть создана только на основе опыта, в данном случае, на основе наблюдений. Большую роль в построении теории хромосферы играют спектральные наблюдения, как во время затмений, так и вне их. Именно спектрофотометрические исследования позволили изучить два наиболее характерных свойства хромосферы — малый градиент плотности и турбуленцию.

Обрабатывая фотографию спектра вспышки, полученную Пулковской экспедицией в Ак-Булаке 19 июня 1936 г., Гневышев пришел к выводу, что хромосфера над активной областью выше средней на 4000—5000 км, а Вальдмайер пишет, что хромосфера имеет у полюса Солнца большую протяженность, чем у экватора. Возникает вопрос — может быть полярная область Солнца более активна, чем экваториальная? В связи с этим Одесская астрономическая обсерватория, организуя экспедицию для наблюдения солнечного затмения 25 февраля 1952 года, наметила перед ней задачу: получить фотографии спектра полярной области хромосферы.

Экспедиция была снабжена такими инструментами: коронографом с фотовизуальным объективом Кука, диаметром 100 мм, при фокусном расстоянии—397 см, объективной призмой диаметром 150 мм с преломляющим углом 17° и гелиостатом Фуко.

В состав нашей экспедиции входили: начальник — А. М. Шульберг, научный сотрудник—В. Б. Новопашенный и механик—Н. О. Тимченко.

Место наблюдения. Чтобы иметь возможность фотографировать полярную хромосферу Солнца, нужно было выбрать место вблизи какой-нибудь (северной или южной) границы

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ім. І. МЕЧНИКОВА

полосы полной фазы затмения. Таким местом наблюдения была выбрана станция Тартугай Ташкентской ж. д. $\varphi = 44^{0}27'$ $\lambda = 4^{h}\ 26^{m}$ приблизительно в пяти км к югу от северной границы полосы полной фазы затмения.

Подготовка и отправка в экспедицию. Ввиду того, что обсерватория получила разрешение организовать экспедицию только в начале января 1952 г., подготовка к поездке должна была быть проведена в очень сжатые сроки—в течение трех недель. В конце января инструменты были упакованы и 30 числа сданы в багаж. Мы очень опасались, что наш груз прибудет слишком поздно, но наши опасения были напрасными: груз шел быстрее нас и прибыл на место 7 февраля в целости и полной сохранности.

Участники экспедиции прибыли на ст. Тартугай 11 февраля 1952 г.

Подготовка и проведение наблюдений. Несколько дней ушло на выбор места наблюдении. Здесь мы столкнулись с трудностью, обычной при организации наблюдений затмения Солнца на краю полосы полной фазы: до самого момента наступления полной фазы затмения мы не были уверены в том, что увидим ее в этом месте. Вычислители, как известно, дают положение границы полосы полной фазы с точностью ± 4 км. Для выполнения задачи нам нужно было находиться не далее, чем в 4—5 км от границы (конечно, внутри полосы). После определения координат места предполагаемых наблюдений оказалось, что расстояние от него до границы полосы, вычисленной профессором Михайловым, равно, приблизительно, 5 км. Если бы действительная граница полосы полной фазы находилась на 4 км южнее вычисленной (что вполне возможно), то выбранное нами место наблюдений оказалось бы на самой границе, где продолжительность полной фазы равна 2—3 секундам. В этом случае мы не смогли бы выполнить программы наблюдений.

Таким образом, в выборе места наблюдений мы шли на определенный риск, который увеличивался еще и потому, что у нас не было точной крупномасштабной карты затмения (такой карты, повидимому, вообще не было).

Установка и проверка инструментов, определение географических координат места наблюдений и определение положения относительно полосы полной фазы затмения были закончены 21 февраля. В процессе подготовки выяснилось одно непредвиденное нами обстоятельство. Как известно, чтобы получить спектр полярной хромосферы, нужно призму повернуть так, чтобы преломляющее ее ребро было бы параллельным хорде, стягивающей концы серпа хромосферы. При таком положении призмы лучи отклонялись ею из горизонтальной плоскости, а поэтому трубу коронографа пришлось наклонить к плоскости горизонта на угол около 25°. Но в результате

этого установка оказалось недостаточно устойчивой. Кроме того, очень важно отметить, что серп хромосферы, как известно, очень быстро поворачивается, а на такой установке, какою пользовались мы, этого нельзя было учесть.

22 февраля на место расположения экспедиции прибыл для участия в наблюдениях затмения проф. В. П. Цесевич.

Погода благоприятствовала наблюдениям. Несмотря на то, что в предыдущие два дня—23 и 24 февраля почти беспрерывно падал дождь, мокрый снег, прекратившийся лишь к вечеру накануне дня затмения, 25 февраля в день затмения небо было безоблачным, ветер небольшой, воздух очень чистый.

Продолжительность полной фазы составила 45 секунд. Намеченная программа наблюдений была полностью выполнена: произведено четыре экспозиции по 2, 4, 16 и 4 секунды

Во время проведения экспозиции нарушился ход часового механизма гелиостата, в результате чего спектры хромосферы на всех четырех снимках оказались расширенными в направлении дисперсии, спектральные линии — шире в 5—6 раз, чем они были бы при правильном ходе часового механизма. На качестве снимков отразилось также вращение серпа хромосферы, в особенности на третьем снимке, где была взята большая экспозиция.

На всех сделаных нами снимках-негативах получались спектры большого протуберанца, состоящие из ярких линии водорода и кальция; при этом струи кальция расположены выше над поверхностью Солнца, чем водородная часть протуберанца. Снимки еще не обработаны.

Выводы: 1. Фотографирование спектра хромосферы нельзя производить на коронографе. Для этой цели нужно установить астрограф с часовым механизмом и, желательно, с увеличительной камерой.

2. Калибровать или стандартизировать пластинки нужно сейчас же после затмения. Желательно тогда же и проявить их.

3. Не следует брать экспозицию больше, чем 2 сек., так как, во-первых, этого не требуется вследствие достаточной яркости объекта и, во-вторых, это приведет к смазыванию изображения от вращения серпа хромосферы

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

НАБЛЮДЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН НА АСТРОГРАФЕ ОАО

А. О. КАЛЕНДЕРЬЯН и Е. Л. ШОДО

В статье даны результаты измерений положений солнечных пятен на снимках Одесской коллекции. Эта статья продолжает предыдущую, опубликованную в Известиях ОАО том II, вып. II.

Публикуемые наблюдения солнечных пятен обнимают период с мая 1937 по апрель 1938 г. включительно.

Фотографирование производила В. Б. Баласогло при помощи увеличительной камеры, привинчиваемой к длиннофокусному астрографу Кука.

Измерения фотографий, полученных до 1 января 1938 г., выполнили в две руки: один раз при помощи палетки, разделенной на квадратные миллиметры (В. Б. Баласогло), другой раз при помощи стерекомпаратора Цейса (В. К. Семенов).

После 1 января 1938 г. измерения произвел исключительно Е. Л. Шодо на стереокомпараторе с точностью до 0.1 мм в двух положениях: один раз — беря изображение нити 1—3 за ось абсцисс, а нить 2 — 4 за ось ординат, другой раз — повернув пластинку на 90°.

Определение гелиографических координат солнечных пятен по измеренным прямоугольным выполнили А. О. Календерьян и во вторую руку Е. Л. Шодо. Вычисления произведены в системе Кэррингтона и по способу Кэррингтона по схеме опубликованной в Трудах Одесского университета. (Збірник ОАО, т. II, 1937, стр. 64).

1937 год

№	Дата	Широта	Долгота	№	Дата	Широта	Долгота
		Май				Июнь	
86*a*	28.608	13.49	107.11	90*a*	2.400	13.16	61.99
86*b*	28.608	10.96	103.37	90*b*	2.400	19.04	51.04
87	28.608	—19.21	117.49	90	4.499	14.04	64.27
88*a*	28.608	2.65	75 90	91*a*	2.400	10.16	353.33
88*b*	28.608	4.99	71.82		4.999	11.05	357.19
89*a*	28.608	8.88	63.35	91*b*	2.400	14.56	347.27

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

№	Дата	Широта	Долгота	№	Дата	Широта	Долгота
		июнь				июнь	
91*b*	4.499	14.38	347.35	102*b*	19.442	10.46	106.69
92*a*	4.499	11.59	295.82		20.486	10.06	106.90
	11.465	13.35	294.14	102′	25.453	21.79	123.71
92*b*	4.499	9.88	288.97		26.397	22.21	124.43
	11.465	13.07	291.19	103	19.442	—21.46	111.19
93	4.499	—15.62	281.46		20.486	—21.81	110.74
	11.465	—15.05	281.76		25.453	—22.04	108.38
94*a*	11.465	18.31	253.94		26.397	—22.03	108.41
94*b*	11.465	19.78	250.76		27.467	—22.26	108.08
94′*a*	15.376	20.29	267.09	104*a*	20.486	11.32	183.63
94′*b*	15.376	22.25	258.03	104*b*	20.486	10.16	177.46
95	11.465	6.30	203.37	105	25.453	11.44	113.83
	15.376	10.22	207.91		26.397	11.63	114.27
	16.391	10.40	208.10	106*a*	27.467	—10.99	56.83
	19.442	10.15	208.22	106*b*	27.467	—11.00	51.77
	20.486	9.89	208.81	107	25.453	—16.42	40.72
96*a*	11.465	19.35	200.97		26.397	—16.08	40.87
	15.376	20.29	200.22		28.447	—15.96	40.20
	16.391	22.59	199.20	108	25.453	19.09	11.01
	19.442	22.02	199.14		26.397	18.96	9.87
	20.486	21.65	198.14	109*a*	25.453	—10.88	56.57
96*b*	11.465	22.28	199.02		26.397	—10.91	57.04
	15.376	22.48	199.25		28.447	—10.50	56.82
	19.442	20.02	199.84	109*b*	25.453	—11.02	48.67
	20.486	20.77	201.06		26.397	—11.30	48.57
97	15.376	—13.24	204.54		28.447	—10.80	48.31
	16.391	—13.36	204.99			Июль	
	19.442	—14.74	203.99				
	20.486	—13.92	205.15	110*a*	4.407	—17.21	302.38
99*a*	11.465	—16.96	196.62	110*b*	4.407	—16.62	298.84
	15.376	—15.63	198.52	111	22.337	13.59	132.81
	16.391	—15.66	199.32	112	22.337	14.11	111.30
99*b*	15.376	—17.85	184.15	113	22.337	—21.04	101.80
	16.391	—17.71	184.24	114	22.337	—12.55	67.89
	19.442	—17.18	184.21	115	22.337	—13.02	61.73
	20.486	—17.79	183.93		29.331	—14.29	58.11
99*c*	19.442	—11.37	195.48	116*a*	29.331	29.45	5.55
	20.486	—11.98	196.56	116*b*	29.331	29.96	1.84
100*a*	15.376	—14.36	176.39	117*a*	29.331	31.41	346.85
	16.391	—13.90	178.46	117*b*	29.331	35.38	346.06
	20.486	—14.88	176.06	118	29.331	29.49	299.05
100*b*	15.376	—14.82	169.29	119	29.331	33.05	307.23
	16.391	—14.85	169.90	120	29.331	—10.24	296.59
	19.442	—14.26	170.01			Август	
	20.486	—14.62	170.47				
101	15.376	11.81	134.98	121	6.412	—10.95	295.32
	16.391	11.67	134.46	122*a*	6.412	—12.76	264.81
101*a*	19.442	12.73	136.56		7.478	—12.66	265.98
	20.486	13.06	136.85		9.485	—12.39	269.21
101*b*	19.442	12.49	132.90	122*b*	6.412	—13.85	259.39
	20.486	12.52	133.30		7.478	—12.38	258.76
102*a*	19.442	12.38	114.54		9.485	—13.18	259.02
	20.486	11.71	114.45	123	6.412	—18.14	228.78

№	Дата	Широта	Долгота	№	Дата	Широта	Долгота
		Август				Сентябрь	
123	7.478	—19.09	229.03	133*a*	13.359	12.94	110.43
	9.485	—18.20	227.59	133*b*	8.361	13.29	104.18
124	6.412	30.69	250.23		10.378	12.61	104.22
	7.478	31.31	248.69		11.390	12.54	104.74
	9.485	31.05	248.51		13.359	12.60	105.24
	11.433	31.39	246.44		14.413	12.68	105.39
125*a*	6.412	22.75	252.82	134*a*	10.378	19.04	128.28
	7.478	24.59	249.16		11.390	19.86	127.85
	9.485	23.52	248.29	134*b*	10.378	19.04	124.95
125*b*	6.412	23.99	247.45		11.390	18.98	124.06
	7.478	23.18	246.09	134	13.359	19.85	127.44
	9.485	23.13	246.46		14.413	19.78	126.70
126*a*	6.412	—11.34	193.38	135*a*	11.390	—10.40	128.06
	7.478	—11.92	192.69	135*b*	11.390	— 8.12	122.01
	9.485	—12.04	192.98	136*a*	13.359	13.95	34.92
	11.433	—12.32	192.80		14.413	14.14	34.94
126*b*	6.412	— 8.22	192.36		16.376	13.88	34.35
	7.478	— 8.75	192.01	136*b*	13.359	12.69	30.18
	9.485	— 8.83	192.41		14.413	12.91	29.54
127	9.485	— 8.48	198.12		16.376	12.06	29.70
127′	11.433	— 9.08	198.47			Октябрь	
128	9.485	—22.78	138.02				
	11.433	—24.14	136.97	138*a*	4.385	8.08	191.90
129	9.485	—19.23	134.91		7.383	6.30	191.84
129*a*	11.433	—21.07	132.03		9.396	5.71	193.86
129*b*	11.433	—24.04	121.33	138*b*	4.385	10.35	175.29
130*a*	11.433	10.77	139.61		7.383	8.95	176.76
130*b*	11.433	13.65	131.34		9.396	9.86	177.80
		Сентябрь		139*a*	4.385	—12.15	193.38
				139*b*	4.385	—18.03	183.10
131*a*	7.369	11.46	151.09	140*a*	4.385	11.54	154.01
	8.361	11.33	151.19		7.383	11.25	154.62
	10.378	11.55	151.08		9.396	11.60	154.34
	11.390	11.98	150.73	140*b*	4.385	10.76	142.14
	13.359	11.88	150.50		7.383	10.75	143.65
	14.413	11.38	150.23		9.396	10.66	144.64
131*b*	7.369	10.68	139.32	141*a*	4.385	22.49	200.93
	8.361	10.24	141.50	141*b*	4.385	25.98	195.84
	10.378	10.83	139.39	141′*a*	7.383	11.85	118.38
	11.390	10.81	139.60		9.396	12.20	119.86
	13.359	11.16	136.50	141′*b*	7.383	16.02	111.43
	14.413	10.82	136.24		9.396	15.56	111.46
131′*a*	11.390	11.88	135.40	142*a*	9.396	13.34	100.75
131′*b*	11.390	12.42	128.71	142*b*	9.396	13.45	95.68
132*a*	7.369	8.42	213.32	143*a*	19.383	—21.64	21.52
	8.361	8.69	213.78		20.462	—21.77	21.24
	10.378	8.03	216.02		21.392	—21.52	20.90
132*b*	7.369	10.98	209.78		22.333	—21.52	20.22
	8.361	11.15	209.57	143*b*	19.383	—17.37	13.77
	10.378	8.02	209.44		20.462	—17.63	13.59
133*a*	8.361	13.26	108.56		21.392	—17.76	13.42
	10.378	12.83	108.72		22.333	—17.50	13.39
	11.390	12.80	109.23	144	19.383	12.81	14.64

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

№	Дата	Широта	Долгота	№	Дата	Широта	Долгота
	Октябрь				Декабрь		
144	20.462	13.09	14.68	159a	15.436	— 9.94	342.61
145	19.383	— 5.46	342.81	159b	15.436	— 9.75	339.14
	20.462	— 5.76	343.16	160a	15.436	—20.48	316.67
	21.392	— 5.84	343.14		16.456	—20.54	315.92
	22.333	— 6.04	342.80	160b	15.436	—22.66	306.96
146	19.383	—26.37	320.28		16.456	—23.16	306.34
	20.462	—25.95	319.18	161a	15.436	— 7.54	305.00
	21.392	—25.94	318.70	161b	15.436	— 7.68	302.62
	22.333	—25.88	318.30	162a	15.436	24.50	242.10
147a	22.333	11.03	251.17		16.456	24.63	241.45
147b	22.333	9.95	244.18		22.371	25.02	242.54
	Ноябрь			162b	15.436	28.62	237.80
					16.456	28.49	237.69
148	5.470	—27.92	184.46		22.371	27.52	238.90
149	5.470	—10.62	186.59	163a	22.371	19.78	258.58
150a	5.470	6.94	151.72	163b	22.371	20.59	257.39
150b	5.470	6.70	147.40	164a	28.477	8.20	186.62
151a	5.470	— 8.10	145.16	164b	28.477	10.46	177.69
151b	5.470	—10.50	141.46	165a	28.477	—18.62	153.86
152	5.470	—18.52	136.51		31.466	—18.11	154.88
153	5.470	— 6.42	81.30	165b	28.477	—19.61	146.20
153′	14.348	—12.86	68.11		31.466	—21.08	146.12
154	14.348	11.68	37.49	166a	28.477	—11.60	149.10
155a	14.348	—15.02	9.11		31.466	—11.10	150.26
155b	14.348	—14.15	2.30	166b	28.477	—12.50	142.32
156	14.348	22.99	10.13		31.466	—11.74	145.68
	Декабрь			167a	28.477	9.97	154.72
				167b	28.477	8.64	152.31
157a	15.436	13.13	9.32	167	31.466	10.14	156.94
157b	15.436	12.88	5.93	168	28.477	12.54	106.35
157′a	16.456	22.25	4.24		31.466	12.62	106.76
157′b	16.456	21.42	358.80	169a	31.466	18.97	120.91
158a	15.436	5.70	325.41	169b	31.466	17.82	117.72
	16.456	5.45	326.30	170a	31.466	—14.27	94.38
158b	15.436	10.00	319.54	170b	31.466	—14.82	88.80
	16.456	9.76	320.22	171	31.466	4.64	23.57

1938 год

	Январь				Январь		
1	3.399	—14.56	141.79	6e	8.403	14.55	10.49
2a	3.399	19.06	125.39	7a	8.403	19.54	324.46
2b	3.399	17.94	116.97	7b	8.403	20.31	315.77
3	3.399	14.30	112.35	7c	8.403	19.44	314.93
4a	3.399	—13.92	96.32	8a	8.403	7.75	325.00
4b	3.399	—14.70	95.34	8b	8.403	9.16	323.83
5	3.399	4.56	25.00	9	19.368	13.94	238.96
6	3.399	12.82	16.71		21.398	14.53	241.26
6a	8.403	12.38	22.17	10	19.368	26.22	236.39
6b	8.403	13.00	17.77	11a	19.368	16.72	231.25
6c	8.403	11.30	12.15		21.398	16.42	232.35
6d	8.403	12.13	9.10	11b	19.368	16.49	229.81
				11b′	21.398	21.09	222.76
				11c	19.368	15.17	228.55

№	Дата	Широта	Долгота	№	Дата	Широта	Долгота
	Январь				Февраль		
11c′	21.398	19.83	221.73	28	20.380	— 8.39	195.12
11d	19.368	16.56	228.02		21.383	— 8.36	195.34
11d′	21.398	15.62	218.76	29	17.351	4.46	222.12
11e	19.368	16.12	225.25	30	17.351	— 9.95	209.23
11e′	21.398	13.85	221.51	30a	19.364	—10.04	209.75
11e″	21.398	15.16	221.63		20.380	—10.36	209.93
11f	19.368	14.72	220.54		21.383	—10.95	209.98
11g	19.368	18.08	223.18	30b	19.364	— 9.95	208.79
11h	19.368	19.92	221.30	30c	21.383	—11.32	198.99
11k	19.368	18.60	220.26	31a	17.351	6.00	194.28
13a	19.368	—19.60	158.41	31b	17.351	7.52	191.15
13b	19.368	—18.88	156.96	31c	17.351	7.08	190.43
13	21.398	—19.14	159.80	32	17.351	7.58	185.74
15a	21.398	— 9.84	185.22		19.364	7.95	185.66
15b	21.398	— 9.84	184.62	33a	17.351	—10.54	190.41
15c	21.398	— 9.10	180.44	33b	17.351	— 7.35	190.42
16a	21.398	40.28	159.77	33	19.364	—11.00	190.36
16b	21.398	41.08	156.42		21.383	—11.42	190.82
17a	21.398	30.73	123.08	34a	17.351	—13.57	183.06
	Февраль				19.364	—12.88	182.58
					20.380	—13.06	182.16
19	5.443	12.38	30.58		21.383	—12.92	181.90
20	5.443	13.52	20.55	34b	17.351	—12.74	182.17
21a	5.443	—10.80	345.06		19.364	—11.34	182.34
21b	5.443	—11.64	346.74		21.383	—11.20	182.79
22a	5.443	—19.61	312.90	34c	17.351	—11.36	178.62
22b	5.443	—16.78	309.60	34d	21.383	—11.49	181.98
23a	5.443	—20.80	289.62	35	17.351	— 8.83	144.22
	11.488	—20.66	289.42	35a	19.364	— 9.18	145.09
23b	5.443	—25.28	282.36	36a	19.364	—16.68	101.79
	11.488	—27.02	282.31		20.380	—16.40	101.56
23c	11.488	—24.90	291.87		21.383	—16.92	101.24
23d	11.488	—26.82	277.41		25.404	—17.47	100.53
23e	11.488	—23.48	287.66		26.360	—17.86	100.61
24	11.488	15.22	242.98	36b	21.383	—17.83	100.26
25a	11.488	14.54	233.30	36c	21.383	—15.35	100.31
	17.351	13.98	231.76	36d	21.383	—18.99	102.06
25b	11.488	15.48	232.69	38a	25.404	22.88	69.38
	17.351	15.34	231.20		26.360	22.64	70.41
25c	17.351	13.06	230.08	38b	25.404	23.21	64.96
25d	17.351	13.17	226.37		26.360	23.28	64.04
26	11.488	— 5.26	225.32	39	25.404	5.03	67.21
26′	17.351	—10.98	199.03	40	25.404	12.38	32.04
27a	11.488	16.25	223.26		26.360	12.61	31.60
	17.351	16.18	223.00	41	25.404	—24.72	144.89
27b	11.488	17.60	223.02		26.360	—24.40	143.78
27c	19.364	14.26	224.89	42	25.404	—27.74	138.36
27d	19.364	13.79	232.30		26.360	—27.87	137.28
28a	11.488	—11.12	205.54	43	26.360	— 8.35	109.00
28b	11.488	— 8.06	192.84		Март		
28c	11.488	—10.84	197.88				
28	17.351	— 8.51	194.75	44	7.352	23.72	338.06
	19.364	— 8.22	194.84	45	7.352	—25.57	287.76

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

№	Дата	Широта	Долгота	№	Дата	Широта	Долгота
	Март				Март		
45	11.327	—25.94	285.62	55	22.419	—13.10	64.70
	12.422	—25.88	284.81		23.381	—13.01	64.76
	14.317	—26.10	284.16		25.367	—12.84	64.42
46*a*	7.352	22.50	277.99		26.357	—12.75	64.56
	11.327	22.68	277.16		29.317	—12.14	64.19
	12.422	21.56	276.54		30.392	—12.26	64.12
	14.317	21.16	275.98		Апрель		
46*b*	7.352	22.92	275.42				
46*b′*	11.327	21.08	274.29	55	1.322	—12.11	63.48
46*e*	12.422	23.24	276.51		Март		
	14.317	23.18	276.03	56	17.331	—23.08	181.66
46*c*	11.327	22.96	274.30	58	22.419	—16.05	49.96
46*d*	11.327	24.61	273.80		23.381	—15.70	50.38
47*a*	7.352	9.12	240.79		25.367	—15.52	49.66
	11.327	8.34	240.42		26.357	—15.71	50.02
	12.422	8.24	240.34		29.317	—15.73	49.06
	14.317	8.06	240.00		30.392	—15.84	49.30
	17.331	7.18	240.01		Апрель		
47*b*	11.327	10.45	240.13	58	1.322	—15.84	48.90
48	12.422	23.11	319.44		2.431	—15.86	49.42
49*a*	11.327	—23.14	278.32		Март		
	12.422	—23.07	278.56	59	29.317	—20.66	333.77
	14.317	—24.16	277.64		30.392	—19.72	331.76
49*b*	11.327	—20.48	281.88		Апрель		
50*a*	11.327	— 9.54	245.30	59	1.322	—19.66	331.79
	12.422	— 9.64	246.47		2.431	—20.15	331.60
	14.317	— 9.46	247.86		3.376	—20.11	331.47
	17.331	— 9.34	250.04		4.358	—20.24	331.04
50*b*	12.422	— 9.06	238.79		5.356	—21.00	331.11
	14.317	— 9.65	238.10	60*a*	1.322	—26.62	278.16
50*c*	12.422	— 7.53	242.01		2.431	—27.30	276.96
	17.331	— 8.52	241.88		3.376	—27.02	276.53
51	11.327	23.96	210.57		4.358	—26.85	275.94
	12.422	24.03	209.96		5.356	—27.50	275.27
	14.317	23.89	209.89	60*b*	1.322	—21.76	274.44
	17.331	23.40	207.98		2.431	—22.23	273.88
52	12.422	—23.53	188.05		3.376	—22.08	273.74
	14.317	—23.95	189.80		4.358	—22.17	273.61
	17.331	—23.64	188.53		5.356	—22.74	273.37
52*a*	20.312	— 9.22	199.38	60*c*	3.376	—22.68	272.05
53	17.331	— 5.44	216.60		4.358	—22.84	271.57
53*a*	20.312	—23.80	206.67		5.356	—23.23	271.68
54*a*	17.331	— 6.34	117.24	60*d*	5.356	—22.86	274.87
	20.312	— 6.46	117.84	61	2.431	— 9.00	252.10
	22.419	— 7.02	118.61		3.376	— 8.74	251.90
	23.381	— 6.88	118.58		4.358	— 8.85	251.73
	25.367	— 7.01	118.82		5.356	— 9.01	251.52
	26.357	— 6.66	119.03	64	15.405	— 4.62	212.28
54*b*	17.331	— 8.22	115.56		16.382	— 4.01	213.28
	20.312	— 8.38	115.86	65*a*	15.405	25.56	184.68
	22.419	— 8.68	115.85		16.382	25.29	184.76
	23.381	— 8.06	115.97	65*b*	15.405	25.10	177.60
55	20.312	—12.62	64.97		16.382	24.91	177.65

№	Дата	Широта	Долгота	№	Дата	Широта	Долгота
	Апрель				Апрель		
65*c*	15.405	29.19	169.46	70*b*	22.349	—16.16	48.67
	16.382	29.03	168.66		23.394	—16.15	48.14
65	17.377	24.74	177.92		25.400	—15.49	47.68
	18.447	24.82	177.20	71	23.394	7.72	341.74
66	15.405	— 9.90	149.30	71*a*	25.400	12.28	350.16
66*a*	16.382	—10.07	150.29		28.340	12.05	349.87
	17.377	—10.43	150.82		29.363	12.15	349.48
	18.477	—10.80	150.74	71*b*	28.340	12.60	343.21
66*b*	16.382	— 9.72	148.80		29.363	12.56	343.32
	17.377	—10.18	148.96	71*c*	25.400	8.15	342.33
	18.447	—10.22	148.59		28.340	8.66	342.98
67	15.405	—23.31	147.84		29.363	8.34	343.08
	17.377	—24.46	146.74	71*d*	28.340	11.10	340.85
	18.447	—23.94	145.82	72	23.394	—10.33	340.72
67*a*	16.382	—23.53	147.12		25.400	— 9.72	341.92
67*b*	16.382	—21.43	145.70		28.340	— 9.96	343.40
68	15.405	— 9.98	82.78	72*a*	29.363	—10.11	344.07
	16.382	—10.30	82.56	72*b*	29.363	—11.40	340.53
	17.377	—10.34	82.55	73	25.400	—18.20	332.94
	22.349	— 9.81	82.89		28.340	—18.48	331.71
	23.394	— 9.65	82.87		29.363	—18.60	331.36
	25.400	— 9.38	83.12	74	28.340	23.58	283.76
68*a*	18.447	—10.44	83.30		29.363	23.20	284.30
68*b*	18.447	—10.20	81.86	75	29.363	23.50	269.95
69	16.382	—12.13	63.00	76	28.340	—19.28	282.88
	17.377	—12.46	63.28	76*a*	29.363	—19.34	283.46
70*a*	18.447	—12.36	62.10	76*b*	29.363	—20.04	281.76
	22.349	—12.74	62.03	77	28.340	—27.83	287.02
	23.394	—12.84	62.14	77*a*	29.363	—27.41	287.49
	25.400	—13.12	62.30	77*b*	29.363	—28.68	286.62
	28.340	—13.52	62.91	78	29.363	—22.08	267.30
70*b*	18.447	—15.99	49.00	79	29.363	—30.12	273.06

Примечания

1937 год

86. *a* и *b* — крайние пятна группы, в средине которой находится громадное растянутое пятно.
87. Громадное одиночное пятно с большой полутенью.
88. Два слабеньких пятна
89. Едва видимое пятнышко.
90. Около пятен *a* и *b* масса мелких пятнышек; 4 июня осталось одно пятно № 90.
91. *a* и *b* головное и хвостовое пятна большой группы, значительно поблекшей, но растянувшейся к 4 июня.
92. Группа находится на восточном краю Солнца; головное пятно большое круглое; много спутников, которые исчезли к 11 июня, кроме *b*, которое значительно поблекло.
93. На восточном краю Солнца.
94. Группа из двух пятен.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

94.′ Возможно, что это та же группа, что и 94.
95. Громадное одиночное пятно эллиптической формы; удивительный скачок с 11 на 15 июня, судя по снимку, реален.
96. Два больших пятна и третье около них; это последнее 19 июня уже не видно. 20 июня пятна кажутся поблекшими и раздвинувшимися, может быть вследствие уменьшения полутени. Ось группы *a*... *b* имеет необычное направление по отношению параллели, причем хвостовое пятно *b* больше.
97. Круглое устойчивое пятно.
99. Группа больших пятен, расположенных венцом, сильно меняющих свою конфигурацию; *a* несколько оторванное от остальной группы пятно, уже невидимое с 19 июня.
100. Ведущее пятно *a* гораздо слабее последующего *b*, 19 июня в группе возникло между *a* и *b* слабенькое пятно.
101 15-го это — большое пятно на восточном краю Солнца, 19-го перед ним (т. е. с запада) появились еще два значительных пятна. 20-го в группе возникло еще несколько пятен.
102. Группа из двух значительно удаленных друг от друга пятен.
102′. Слабенькое одиночное пятно.
103. Большое одиночное пятно.
105. Слабенькое пятно у западного края.
106. *a* — значительных размеров, а *b* — незначительное пятнышко.
107. Слабенькое одиночное пятно.
108. После 26 июня пятно исчезло, не дойдя до центрального меридиана.
109. Устойчивая группа из двух небольших пятен.
110. Группа из двух маленьких пятен.
111. Большое пятно у западного края Солнца.
112. Слабенькое пятно.
113. Отчетливое резкое средней величины пятно.
114. Одиночное значительное пятно.
115. Группа из двух очень близких ядер с общей полутенью, ось которой почти перпендикулярна к параллели; 29 июня одно едва заметное пятнышко.
116. Два громадных, вытянутых в направлении параллели пятна.
117. Тесная группа нескольких больших пятен, охваченных общей полутенью.
118. Одиночное пятно средней величины.
119. То же.
120. То же.
121. То же.
122. Группа из двух пятен средней величины.

123. Маленькое одиночное пятно.
124. Большое одиночное пятно, очень поблекшее к 11 августа.
125. Головное пятно *a* — слабенькое, а хвостовое *b* — громадное, имещее два ядра с общей полутенью.
126. Головное пятно большое, а хвостовое — незначительное, все уменьшающееся. Необыкновенный наклон оси группы a — b к параллели.
127. Слабенькое одиночное пятно.
128. Одиночное пятно значительной величины.
129. Небольшое пятно; 11-го на его месте два пятна.
130. Два слабеньких пятнышка.
131. *a* — головное пятно — громадное, круглое с большой полутенью, а *b* — значительно меньше, сначала едва видимое. В области еще несколько слабых пятна.
132. Два слабеньких пятна.
133. Два слабых расплывчатых пятна.
134. Два слабых пятна, возникших при приближении к центральному меридиану; 13 сентября осталось уже одно пятно.
135. Два слабых пятнышка.
136. Два слабеньких пятна.
138. Группа исключительно мощная и разбросанная, *a* и *b* — крайние пятна, 9-го октября группа у западного края диска.
139. Два пятна значительной величины вблизи центрального меридиана.
140. Мощная группа; *a* и *b* крайние пятна значительной величины.
141 и 141′. Мощные группы; *a* и *b* — крайние пятна.
142. Два близких пятнышка.
143. Крайние пятна значительные по величине большой группы у западного края Солнца.
144. Слабое пятнышко.
145. Круглое одиночное пятно средних размеров.
146. То же.
147. Группа из двух пятен на восточном краю Солнца; *a*—головное пятно большое, неправильной формы.
148. Пятно у восточного края, средней величины.
149. То же.
150. Группа из двух пятен средней величины, каждое из которых делится мостиком на две части.
151. *a* и *b* — крайние пятна значительной группы, состоящей из нескольких пятен.
152. Небольшое одиночное пятно.
153. Одиночные пятна средних размеров.
154. Слабенькое одиночное пятнышко.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

155. *a* и *b* — крайние пятна большой группы, состоящие каждое из нескольких ядер, охваченных общей полутенью.
156. Одиночное пятно значительных размеров.
157. Группа двух пятен, каждое из которых состоит из двух ядер, охваченных одной полутенью.
157′. Группа двух расплывчатых у западного края пятен; хвостовое пятно значительно больше головного.
158. *a* и *b* — крайние пятна громадной группы разбросанных слабых пятен.
160. *a* и *b* — крайние пятна группы; *a* — наибольшее из двух близких ядер, разделенных мостиком.
161. Группа слабых пятен, при приближении к центральному меридиану обогатилась несколькими новыми слабыми пятнами; 16 декабря изображения пятен стали настолько слабыми, что положения их не могли быть измерены.
162. 16 декабря группа (у восточного края) была громадной, но по мере приближения к центральному меридиану ослабевала, и 22-го стала бледной.
163*a*. Группа из двух слабых пятен. Не имея предыдущих снимков, трудно сказать, когда она возникла.
164. Группа из трех пятен среднего размера у западного края Солнца.
165. Громадная группа пятен средней величины, охваченных общей полутенью.
166. Разбросанная группа пятен средней величины; 31 декабря группа очень растянулась и поблекла, и нет уверенности, что буква *b* обозначает 28 и 31 декабря одно и то же пятно.
167. Группа слабеньких пятен; 31 декабря осталось от всей группы одно пятно.
168. Круглое пятно средней величины с полутенью.
169. Группа слабеньких пятен.
170. То же.
171. Продолговатое пятно у восточного края.

1938 год

1. На самом (западном) краю Солнца.
2. Два больших пятна (из которых головное — *a* — больше) на западном краю Солнца. Около *b* слабое пятнышко.
3. Цепочка расплывчатых слабых пятен; измерено положение головного пятна.
4. Два близких пятна; головное значительно больше. Ось группы составляет значительный угол с параллелью.
5. Большое уединенное пятно.
6. 3-го января это группа из трех слабеньких пятен, а 8-го января растянувшаяся по параллели цепочка довольно значительных пятен, из которых *a* и *e* являются большими.

7. Группа расплывчатых пятен; *a* и *c* крайние пятна, а *b* наиболее темное.
8. Два одинаково резких пятна, почти круглой формы.
9. Значительное, почти круглое пятно с большой полутенью.
10. Маленькое пятно без полутени.
11. Исключительно громадная группа, состоящая из многих ядер, охваченных общей полутенью, конфигурация пятен с 19 на 21 января настолько изменилась, что нельзя установить тождество их! Определены координаты наиболее отчетливых ядер.
13. 19 января два ядра, охваченных общей полутенью; 21 января оба ядра слились в одно.
15. Группа слабеньких пятен.
16. Группа двух бледных пятнышек.
17. Группа из двух слабеньких пятнышек, из которых *b* не видно в стереокомпаратор.
19. Большое пятно с неправильной полутенью.
20. Одиночное пятно среднего размера.
21. *a* — пятно, состоящее из одной полутени без резко обозначенного ядра; *b* — громадное пятно неправильной формы.
22. Два небольших пятна с резкими ядрами; необычный угол оси с параллелью.
23. Группа, которая 5 февраля состояла из двух пятен (на восточном краю), 11-го выросла в громадную, рассеянную группу, крайними пятнами которой являются *c* и *d*.
24. Большое пятно с полутенью.
25. Большая группа рассеянных пятен; нет уверенности, что правильно отожествлены пятна 11 и 17 февраля.
27. Конфигурация пятен так менялась, что отожествить их в различные дни невозможно.
28. Группа на самом (восточном) краю Солнца; 17 февраля на месте ее находим одиночное пятно № 28 — большое почти круглое с полутенью, уменьшающееся в размерах, причем ядро становится чернее (резче).
30. 17 февраля одиночное пятно значительных размеров; 19-го оно состоит из двух, разделенных мостиком, 20-го снова выглядит одиночным, а 21-го — в некотором отдалении возникло пятно *c*.
31. Довольно значительные распывчатые пятна.
32. Значительное одиночное пятно.
34. Группа нескольких пятен, из которых *a* значительных размеров, *b* — намного меньше; впечатление, что пятно *b* повернулось вокруг *a*.
36а. Сначала одиночное пятно довольно значительной величины, 20 февраля оно увеличилось; 21-го удлинилось и появились четыре спутника, которых уже не видно 25-го; 26 февраля оно приняло круглую форму.

НИКОВА БИБЛИОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

38. Группа из двух пятен среднего размера.
39. Одиночное пятно среднего размера.
40. То же.
41. То же.
42. То же.
43. Расплывчатое пятно со слабым спутником.
44. Маленькое одиночное пятно.
45. Красивое большое пятно, около которого возникла перед 11 мартом цепочка из шести слабых пятен № 49.
46. Сначала два пятна, из которых *a* очень большое; 11 марта уже большая группа с оторвавшимися клочьями *b*, *c* и *d*.
Отчетливое большое ядро только у *a*; 11 марта группа прошла уже через центральный меридиан.
47. Группа интересна тем, что ее ось почти перпендикулярна параллели; кроме того западное пятно *b* значительно меньше большого пятна *a*. К востоку *a* и *b* имеется еще несколько слабеньких пятнышек; 14 марта уже одиночное пятно.
48. Слабенькое пятнышко у самого (западного) края Солнца.
49. См. № 45; *a* и *b* — головное и хвостовое пятна цепочки.
50. Сначала пятно в виде группы с несколькими слабенькими пятнами к востоку от *a*; 12 марта при приближении к центральному меридиану уже группа пятен, растянувшаяся приблизительно по параллели при головном пятне *a* и хвостовом *b*.
51. Одиночное пятно средних размеров.
52. Одиночное, слабенькое, но растянувшееся пятно; 12 марта оно на восточном краю.
53. Слабенькое пятнышко, возникшее, повидимому, после прохождения через центральный меридиан.
54. Группа из нескольких пятен; *a* — головное, *b* — хвостовое; *a* — большое и круглое. 25 марта все пятна исчезли, кроме *a*.
55. Большое пятно с большой полутенью, очень устойчивое; 20 марта оно на восточном краю, 1 апреля — на западном.
56. Группа тесных мелких пятнышек, брались координаты центра группы.
58. Большое пятно с большой полутенью; 22 марта пятно на восточном краю Солнца, 2 апреля — на западном.
59. Прекрасное большое пятно с большой полутенью. 29 марта пятно у восточного края Солнца; 1 апреля вокруг него несколько мелких пятен, из которых 4 апреля осталось лишь одно.

60. До 3 апреля состоит из двух больших пятен (причем ведущее пятно *a* меньше хвостового *b*); 3 апреля вместо *b* появилось два пятна, а 5 апреля возникло еще одно — *d*. Ось группы необычно наклонена к параллели.
61. Большое одиночное пятно с большой полутенью.
64. Круглое одиночное пятно на западном краю Солнца.
65. В группе наибольшим пятном является большое пятно *b*, а ведущее-*a*-наименьшим из трех; 17 апреля пятно *a* исчезло, а пятно *c* сделалось едва видным.
66. 15 апреля большое одиночное овальное пятно; 16 оно распалось на два и появилось еще несколько расплывчатых пятен.
67. Громадное почти круглое пятно с обширной полутенью; 16 апреля от него откололась небольшая часть, исчезнувшая снова 17 апреля.
68. 15 апреля головное пятно на восточном краю Солнца; еще ближе к краю спутники очень слабо видимы; 18 апреля отчетчиво оформились два пятна; к 22 апреля группа выродилась в одно пятно, окруженное большой полутенью.
69. Небольшое пятно на восточном краю Солнца.
70. Группа из двух значительных пятен с полутенью; 28 апреля осталось лишь пятно *a* на западном краю Солнца.
71. 25 апреля группа состоит из двух довольно значительных пятен *a* и *c*; 28 апреля они при прохождении через центральный меридиан очень увеличились и появились еще *b* и *d*, из которых 29 апреля пятно *d* исчезло, но вблизи *b* появилось несколько размытых пятен.
72. Вначале одно довольно значительное пятно, а 29 апреля на том же месте (приблизительно на центральном меридиане) два небольших пятна.
73. Одиночное пятно, круглое, большое с большой полутенью.
74. Значительное пятно с большой полутенью у восточного края Солнца.
75. То же.
76. Большое пятно у восточного края Солнца, в котором намечается разделение ядра на два, осуществившееся 29 апреля, причем получившиеся пятна раздвинулись.
77. Большое пятно у восточного края Солнца; 29 апреля ядро разделилось на три части, охваченных общей полутенью.
78. Большое пятно у восточного края Солнца.
79. То же.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

ЗАМЕЧАНИЯ К СТАТЬЕ Е. Л. ШОДО „ВРАЩЕНИЕ ФОТОСФЕРЫ СОЛНЦА ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ПЯТЕН“

помещенной в „Известиях Астрономической Обсерватории ОГУ“ томе II, выпуске II

Замечание 1.

Во время печатания моей статьи был получен нами том 111 M. N. (1951 г.), в 4-ом выпуске которого содержится статья Ньютона и Хэнна (Newton and Hunn), в которой прежде всего исправляется, в числе других прежде опубликованных, формула для цикла 1878-88 на такую:

$$\xi = 14^\circ.34 - 2^\circ.35 \sin^2\varphi$$

а кроме того приводятся:

формула для цикла 1934-44 гг.:

$$\xi = 14^\circ.38 - 2^\circ.96 \sin^2\varphi \qquad (1)$$

и общая формула для шести циклов, обнимающих годы 1878 — 1944.

$$\xi = 14^\circ.37 - 2^\circ.77 \sin^2\varphi. \qquad (2)$$

Остается непонятным, почему присоединение к **пяти** циклам 1878-33 высокого цикла, каким является цикл 1934-44 гг. с большим коэффициентом «b» (смотрите формулу 1) несколько **снизило** коэффициент «b» формулы для **пяти** циклов:

$$\xi = 14^\circ.37 - 2^\circ.79 \sin^2\varphi$$

опубликованной раньше (M. N. 95), до 2°.77! (формула 2).

В общем, новый материал, содержащийся в статье Ньютона и Хэнна, не меняет существенно выводов моей статьи.

Замечание 2.

Инверсия, о которой говорилось на стр. 51 и которая явствует из таблицы 2-й на стр. 55 указанной статьи, становится особенно наглядной, если числа таблицы 2-й нанести на график, прилагаемый здесь.

На нем на оси абсцисс нанесено пять точек, представляющих наиболее яркие моменты цикла, а по оси ординат — су-

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

точные скорости вращения в градусах. Горизонтальные линии соединяют точки, выражающие скорости вращения одной и той же параллели фотосферы (широты которых указаны у самых линий) в различные фазы активности.

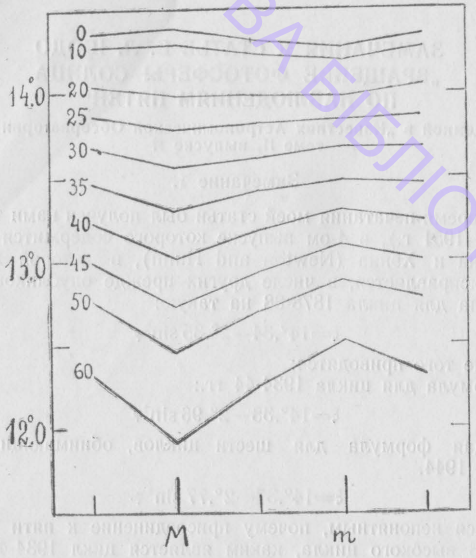


Рис. 1. На вертикальной оси отложены угловые скорости вращения Солнца. На горизонтальной оси—пять моментов цикла: 1) возрастающая активность, 2) максимум (*M*), 3) убывающая активность, 4) минимум (*m*), 5) возрастающая активность. Линиями соединены точки графика соответствующие одинаковым гелиографическим широтами. Число около линии—гелиографическая широта.

Сопоставление полученного чертежа для зональных скоростей **фотосферы** с таковым чертежом, приведенным Хелмом (M. N. 82, стр .481) для зональных скоростей **обращающего слоя**, ясно показывает упомянутые мною инверсии скоростей: для фотосферы — во время **минимума** солнечной активности, а для обращающего слоя — в годы 1903—1905.5 обнимающие **период нарастания** солнечной активности.

Примечание.

Само собою разумеется, что кривые, выражающие вращение фотосферы на широтах 40° и выше, совершенно гадательны, как полученные экстраполяцией формул, выведенных из наблюдений в поясе 0° ....35°.

Замечание 3.

Интересно было бы еще иметь более или менее достоверные данные о вращении **хромосферы;** однако, наблюдательные трудности и связанные с ними противоречия между наблюдениями различных авторов по имеющимся данным, настолько возрастают, что выводы в этом случае становятся особенно сомнительными.

Кроме того, к сожалению, авторы публикуют окончательные выводы из наблюдений, выполненных в течение нескольких лет, обнимающих значительную часть цикла, а не один из тех четырех промежутков активности (все еще крупных!), на которые я разбивал цикл своей работе.

При этом авторы пользуются различными линиями спектра, принадлежащими элементам, расположенным на различной высоте солнечной оболочки, что еще более осложняет сравнение их результатов.

Подходящими для моих целей формулами я могу, пожалуй, признать формулы Перепелкина, приведенные им в статье, напечатанной в №1 Пулковских циркуляров (январь 1932 г.) как относящиеся к небольшому периоду 1928-30 гг. (период убывающей активности — максимум в 1928 г.), в которых вращение хромосферы определяется по **различным линиям** спектра, а именно:

$$\xi = 14°.2 - 1°.6 \sin^2\varphi$$
$$\xi = 13°.7 - 0°.9 \sin^2\varphi$$
$$\xi = 15°.7 - 0°.5 \sin^2\varphi$$

Если сопоставить эти формулы с формулами:
Д'Азамбюжа (D'Azambuja)

$$\xi = 14°.46 - 1°.94 \sin^2\varphi$$

(Медон 1919-30 гг.).

и Ройдса (Royds)

$$\xi = 14°.40 - 1°.42 \sin^2\varphi$$

(Кодайканал 1926-29 гг.),

то обращает на себя внимание в формулах Перепелкина малость коэффициента «b», а так как **именно ею** вызваны инверсии скоростей вращения фотосферы и обращающего слоя, упоминавшиеся в моей статье, то можно предполагать, что такая же инверсия, возможно, происходит и в **хромосфере,** в период непосредственно следующий за максимумом **активности.**

Замечание 4.

Я позволю себе высказать еще одно соображение, совершенно необоснованное (так как базируется на данных, подле-

НИКОНОВА БИБЛИОТЕКА ОНУ імені І. МЕЧНИКОВА

жащих проверке), представляющие чистую гипотезу, но все же, кажется, не являющиеся совершенно абсурдным.

Если допустить, что инверсии: установленная мною для **фотосферы** и показываемая Эдинбургскими наблюдениями для **обращающего слоя**, реальны, то можно думать, что возмущение, начавшееся во время минимума в **высоких широтах** фотосферы, в следующий период (именно в период нарастания активности) распространяется на обращающий слой, затем переходит на хромосферу, далее на внутреннюю корону и, наконец, к **следующему** минимуму (быть может случайно) докатывается до внешней короны и гонит материю, составляющую ее, от высоких широт к экватору, что и сказывается видимым образом в особом строении внешней короны во время минимума. Последнее обстоятельство, таким образом, может быть (как выше подчеркнуто) и совершенно случайным, не связанным причинно с **одновременно** существующим минимумом активности, а попросту обусловленным тем, что возмущение, начавшееся в момент минимума в высоких широтах фотосферы, докатывается до внешней короны в промежуток времени случайно равный длительности периода активности.

Возмущение, начавшееся в каком-нибудь слое солнечной оболочки с высоких широт можно представить себе, например, спускающимся к экватору по спирали, навернутой на солнечный шар.

Замечание 5.

Разделение солнечного цикла на 4 части можно было бы, как это выяснилось в процессе работы над темою, сделать, пожалуй более целесообразно, приняв во внимание высоту максимумов и длительность промежутков, разделяющих минимум от последующего максимума и максимум от последующего минимума. В том или другом делении есть конечно значительный произвол.

Е. Л. Шодо.

СПИСОК ОПЕЧАТОК

во II-й части II-го тома „Известий" ОАО

стр.					
40	левый столбец	строка 19	снизу	вместо „1928" г.	читать „июнь".
51	строка	18	сверху	вместо „наиболее"	читать „более",
51	„	2	снизу	„большие"	„долголетние".
52	„	9	снизу	„солнца"	„обращающего слоя".
54	„	7	сверху	„приводимы"	„приводимые".
54	„	16	сверху	выбросить слово „схема № 2".	

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
1. **И. Г. Жданова и В. П. Цесевич**—О физической природе звезд типа RV Тельца	3
2. **В. В. Конин**—Каталог склонений 319 звезд для равноденствия 1950.0, полученный по наблюдениям на Одесском Меридианном круге в 1947—1950 г.г. . .	61
3. **Л. Ф. Черниев**—Каталог склонений 125 близполюсных звезд для эпохи и равноденствия 1950.0г. . . .	123
4. **Е. Н. Крамер**—Кометные радианты и связь метеорных потоков с кометами	163
5. **А. М. Шульберг**—К вопросу об определении элементов орбит звезд типа Алголя с протяженными атмосферами	249
6. **В. П. Цесевич**—DL Геркулеса—переменная звезда с эффектом Блажко	257
7. **С. В. Рублев**—YZ Геркулеса	267
8. **Э. П. Стрелкова**—Исследование изменения показателя цвета RT Лебедя	275
9. **Г. Т. Коваль**—Затменная переменная TT Лиры	287
10. **В. П. Цесевич** — DF Лебедя	293
11. **Г. Т. Коваль**—Исследование периода DF Лебедя	313
12. **А. М. Шульберг**—Экспедиция Астрономической Обсерватории Одесского Университета для наблюдения солнечного затмения 25 февраля 1952 г.	319
13. **А. О. Календерьян и Е. Л. Шодо**— Наблюдения Солнечных пятен на астрографе ОАО	323
14. Замечания к статье Е. Л. Шодо „Вращение фотосферы Солнца по наблюдениям пятен“	337

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ІМЕНІ І. МЕЧНИКОВА

БИ 17719 Заказ № 469 Тираж 500

Сдано в набор 5/IV 1953. Подписано к печати 29/VIII-1953. Печ. лист. 21½
Уч. авт. 23 листа
Типография Одесского госуниверситета им. И. И. Мечникова

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ імені І. І. МЕЧНИКОВА