



ЎЗБЕКИСТОН ССР ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
АБУ РАЙҲОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ШАРҚШУНОСЛИК ИНСТИТУТИ



АБУ РАЙҲОН
БЕРУНИЙ


« 973~1048 »



ТАНЛАНГАН
АСАРЛАР

V

ИККИНЧИ КИТОБ



ЎЗБЕКИСТОН ССР «ФАН» НАШРИЕТИ
Т О Ш К Е Н Т — 1976

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ВОСТОКОВЕДЕНИЯ ИМ. АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ



АБУ РАЙХАН
БЕРУНИ

﴿ 973-1048 ﴾



ИЗБРАННЫЕ
ПРОИЗВЕДЕНИЯ

V

ЧАСТЬ ВТОРАЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ФАН» УЗБЕКСКОЙ ССР
ТАШКЕНТ - 1976

Во второй части V тома «Избранных произведений» Абу Райхана Беруни публикуются VI—XI книги «Канона Мас'уда». На основе геоцентрической системы рассматриваются чисто астрономические вопросы — проблема движения Солнца, Луны, планет, солнечные и лунные затмения, приводится звездный каталог.

Книга рассчитана на астрономов, математиков и широкий круг читателей.

ПЕЧАТАЕТСЯ
ПО РЕШЕНИЮ ПРЕЗИДИУМА АН УзССР И КОМИТЕТА ПО ИЗУЧЕНИЮ
И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ

АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

$\frac{10602-413}{355(06)-76}$ 84—76

© — Издательство „ФАН“ Узбекской ССР, 1976 г.

КАНОН МАС'УДА

(КНИГИ VI—XI)

Перевод и примечания *Б. А. РОЗЕНФЕЛЬДА* и *А. АХМЕДОВА*
при участии *М. М. РОЖАНСКОЙ* (перевод и примечания),
С. А. КРАСНОВОЙ и *Ю. П. СМЕРНОВА* (перевод), указатели *А. АХМЕДОВА*

Ответственные редакторы
акад. АН УзССР С. Х. Сираждинов
и доктор физ-мат. наук Г. П. Матвиевская

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КНИГИ «КАНОНА МАС'УДА»

В первой части V тома «Избранных произведений» Беруни — его главного научного труда «Канон Мас'уда» — опубликовано пять книг, посвященных картине мира, хронологии и календарям, тригонометрии, сферической астрономии и математической географии, геодезии. Во второй части публикуется шесть последующих основных астрономических книг «Канона Мас'уда», общий обзор которых дан во вступительной статье П. Г. Булгакова и Б. А. Розенфельда к первой части V тома.

Движение Солнца и планет излагается Беруни в соответствии с геоцентрической системой Птолемея, согласно которой Солнце и все планеты вращаются вокруг Земли: ближе всех к Земле расположена орбита Луны, а за ней — орбиты Меркурия, Венеры, Солнца, Юпитера, Сатурна.

На основании обработки наблюдений своих предшественников, а также собственных наблюдений в Гургандже и Газне, Беруни уточняет эксцентриситет эксцентричного круга Солнца и находит, что апогей этой орбиты не неподвижен, как считал Птолемей, а движется с определенной скоростью. Для разъяснения собственной концепции движения Солнца он приводит своеобразное «наглядное представление» движения сфер, определяющих видимое движение Солнца. Изучение Беруни неравномерного движения Солнца и, в частности, его движения вблизи точек апогея и перигея представляет собой одно из первых исследований неравномерного движения, во многом превосходившее позднейшие результаты математиков Европы. Ученый приводит подробные таблицы движения Солнца — равномерного движения «аргумента Солнца», движения апогея Солнца и «уравнения Солнца». Аналогично трактует Беруни и проблемы движений Луны и планет, рекомендуя «наглядные представления» движения сфер, определяющие видимое движение Луны и планет с помощью «материальных сфер». Он приводит подробные таблицы движения Луны и планет как по долготе, так и по широте, и, уточняя Птолемея, вводит «третье уравнение Луны». Таблицам движения Солнца,

Луны и планет Беруни предпосылает «абстрактное вычисление» — абстрактную формулировку алгоритма вычисления этих таблиц, весьма близкую к современным формулировкам алгоритмов в терминах «адресов ячеек».

Особое внимание Беруни уделяет затмениям Солнца и Луны, а также покрытиям ими планет. Допуская различную структуру пространства — атомистическую и непрерывную, Беруни считал, что им соответствуют и различные типы движений — скачкообразное при атомистической и непрерывное — при непрерывной структуре пространства.

Беруни также излагает ряд чисто астрономических вопросов, связанных с астрологией, в том числе предложенный им весьма рациональный способ «эквализации» астрологических домов, а также «проектирования лучей» и «дирекции», но совершенно не касается вопросов, непосредственно связанных с астрологическими предсказаниями.

В заключение считаем своим долгом выразить благодарность за ряд ценных советов ответственным редакторам этой книги акад. АН УзССР доктору физико-математических наук С. Х. Сираждинову и доктору физико-математических наук Г. П. Матвиевской, а также доктору филологических наук П. Г. Булгакову и кандидату физико-математических наук А. Ю. Сансуру.

Б. Розенфельд
А. Ахмедов

КНИГА ШЕСТАЯ
КАНОНА МАС'УДА



оскольку в предыдущих книгах [Канона Мас'уда] было за- 606
кончено изложение того, что необходимо [знать] о кругах на
поверхностях сфер, неподвижных по своему положению
или меняющихся благодаря первому движению, то после
этого следует упомянуть то, что имеет место в толще этих
сфер¹. Я приложу [все] старания для описания движения светил. В этой
книге я начну с движения Солнца, а затем [рассмотрю движение] Луны.
Я обращаюсь к поддержке Аллаха, велик он и всемогущ, чтобы превра-
тить это из возможности в действительность благодаря его beneficia-
циям и щедрости.

Глава первая

О ПЕРЕВОДЕ ВРЕМЕНИ ОТ ОДНОГО ГОРОДА К ДРУГОМУ

В предыдущей книге я указал, чем определяется различие одного
и того же времени в городах, различающихся положениями по долготам
или широтам, или тем, и другим вместе². Это различие [по положению]
состоит из [различия] по долготе и широте, если рассматривать горизон-
ты [различных городов], широта не учитывается, если рассматривать
меридианы³. Если в городе с известной долготой нам задано время, раз-
ность между ним и полднем в нем⁴ нам известна, и мы хотим [определить]
величину этого [временного] «расстояния» в другом городе⁵ также с из-
вестной долготой, то возьмем *заманы*⁶ разности между долготами обоих
городов и переведем часы или минуты суток и другие [деления времени]
к подобному этому, взятому нами из⁷ делений времени для этого задан-
ного «расстояния». Получится «уравнение»⁸. Если в первом городе время
до полудня, а второй город, к которому переводится [время], восточнее
первого города, от которого переводится время, то возьмем разность

607 между заданным «расстоянием»⁹ и «уравнением» и рассмотрим его. Тогда, если данное «расстояние» больше «уравнения», то эта разность будет «расстоянием» до полудня, приведенным ко второму городу, то есть искомым. Если данное «расстояние» меньше «уравнения», то эта разность будет «расстоянием» после полудня, приведенным ко второму городу. Если же данное «расстояние» равно «уравнению», то данное время во втором городе — сам полдень. Если же в первом городе данное время — после полудня, то прибавим «уравнение» к данному «расстоянию», и получится «расстояние» после полудня, приведенное ко второму городу.

Далее, если второй город западнее первого и задано «расстояние» до полудня, то прибавим «уравнение» к данному «расстоянию» и получим «расстояние» до полудня, приведенное ко второму городу. Если «расстояние» задано после полудня, то возьмем разность между ним и «уравнением» и рассмотрим его. Если данное «расстояние» больше «уравнения», то эта разность — «расстояние» после полудня, приведенное ко второму [городу]. Если данное «расстояние» меньше «уравнения», то разность будет «расстоянием» до полудня в этом [городе]. Если [данное «расстояние» и «уравнение»] равны, то время во втором городе — полдень.

608 Например, если мы взяли время в Багдаде, то есть в первом городе, равное трем прямым часам¹⁰ до полудня, а хотим узнать «расстояние» этого времени от полудня в Газне, то есть во втором городе, который восточнее первого на двадцать четыре *замана* с третью, а в часах это будет $1^{\text{h}}37'20''$. Это — «уравнение». Разность между ним и данным «расстоянием» $1^{\text{h}}22'40''$. Так как «расстояние» больше «уравнения», то эта разность — «опережение» данного времени полудня в Газне. Если «расстояние» времени в Багдаде до полудня — час, то разность между «расстоянием» и «уравнением» — $0^{\text{h}}37'20''$, это — «запаздывание» данного времени в Газне по сравнению с полднем. Если «расстояние» времени в Багдаде равно «уравнению», то в Газне — полдень. Если время в Багдаде — два часа пополудни, то прибавим к ним «уравнение» и получим $3^{\text{h}}37'20''$, это — «запаздывание» времени по сравнению с полднем в Газне.

Далее, если требуется перевести время от Багдада к Александрии, то есть ко второму городу, который западнее первого на двадцать восемь *заманов* и одну десятую, то «уравнение» в долях прямых часов — $1^{\text{h}}52'24''$ ¹¹. Если время в Багдаде — один час после полудня, то в данном случае вычтем его из уравнения, останется $0^{\text{h}}52'24''$ ¹², это «опережение» времени [в Багдаде] полудня в Александрии. Если время в Багдаде после полудня равно «уравнению», то в Александрии полдень. Если время в Багдаде после полудня больше «уравнения», например на два часа, то

вычтем из них «уравнение», останется $0^h47'36''$, это — «запаздывание» времени в Александрии по сравнению с полднем в ней. Таков расчет времени путем сравнения с полднем или полночью.

Далее, если берется определенное время от начала дня или ночи, то «уравнение» прибавляется к [времени], протекшему до него, если второй город восточнее первого, и вычитается [из него], если второй город западнее [первого]; результат запоминается. Затем возьмем разность между «уравнениями» этого дня в обоих городах. Если параллель этого дня [имеет] северное склонение¹³ и широта второго города меньше [широты] первого, или если параллель этого дня [имеет] южное склонение и широта второго || города больше [широты первого], вычтем разность из запо- 609
минаемого результата. Обратно, если параллель [имеет] северное склонение и широта второго города больше [широты первого города], или [параллель имеет] южное склонение и широта второго города меньше¹⁴ широты первого города, прибавим разность к запоминаемому результату. Получится избыток или недостаток времени во втором городе по сравнению с началом дня. Так же обстоит дело и с измерением времени ночью.

Глава вторая

ОБ УТОЧНЕНИИ ДОЛГОТЫ ГАЗНЫ И АЛЕКСАНДРИИ

Так как мы хотим привести движения светил к полудню города Газны, необходимо сначала определить [положение] Газны в обитаемой части Земли¹⁵ и перевести время других городов к ней в соответствии с расстояниями между ними и Газной¹⁶ по долготе.

Газна [расположена] на линии, параллельной [земному] экватору на расстоянии в тридцать три с третью и четвертью градуса¹⁷ от него к северу. Ее меридиан восточнее меридиана Багдада на двадцать четыре *замана* с третью. Способ, посредством которого мы его определили, таков: мы последовательно проводили наблюдение ее широты при помощи *Иаминиева кольца*¹⁸, разделенного на минуты¹⁹ делений для увеличения цены каждого из них. Это проводилось в четыреста девятом и четыреста десятом [годах] хиджры²⁰. Для определения большего [из этих мест по долготе] мы сделаем город Шираз посредничающим между [Газной] и Багдадом.

Пусть [точка] *A* — Багдад, [расположенный] на своем меридиане *FAC*, точка *B* — Шираз на меридиане *FBD*, *CD* — *заманы* экватора между ними, *AB* — расстояние между обоими городами, то есть сто семьдесят фарсахов²¹. Большая часть [этого пути] || равнина, поэтому 610
здесь лучше вычесть из него одну десятую, чтобы учесть кривизну пути

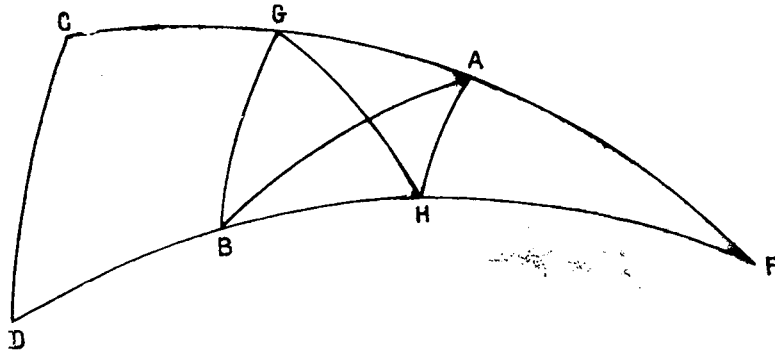


Рис. 87.

F —полюс; A —один из городов; B —другой город; FC —меридиан одного из городов; FD —меридиан другого города; AC —широта одного из городов; BD —широта другого города; CD —разность их долгот.

и приблизить его к прямой, тогда [это расстояние] станет [равным] ста пятидесяти трем фарсахам, а в градусах— $8^{\circ}6'40''$. Опишем из полюса F на расстоянии каждого из этих двух городов [от полюса] параллели AN и GB^* . Очевидно, что трапеция²², состоящая из хорд AG , GB , BH и AN , вписана в круг, так как его углы находятся на поверхности сферы, а ее плоскость пересекает сферу по кругу. Две стороны GA и BH равны, а стороны AN и GB различны и параллельны. Поэтому квадрат хорды AB равен квадрату хорды AG вместе с произведением хорды AN на хорду GB ²³. Хорда AB [равна] $[0^{\circ}] 8'28''32'''$, широта Багдада — $33^{\circ}25'$, широта Шираза по наблюдению Абу-л-Хусайна ас-Суфи²⁴ и группы ученых, [определявших ее] вместе с ним с помощью *Азудова кольца*, [равна] $29^{\circ}36'$, а хорда разности обеих широт — $[0^{\circ}] 3'59''46'''$. Если мы вычтем ее квадрат из квадрата хорды AB , останется произведение хорды AN на хорду GB . Оно относится к квадрату хорды AN как хорда GB к хорде AN . Хорды подобных дуг относятся как диаметры их кругов. Следовательно, они относятся как синус FG к синусу FA , то есть [как] полудиа- метр параллели GB к полудиаметру параллели AN . Синус дополнения широты Багдада — $0^{\circ}50'4''52'''$, синус дополнения широты Шираза — $0^{\circ}52'10''10'''$. Следовательно, хорда AN [равна] $0^{\circ}7'28''27'''$. Ее отношение к синусу AF равно хорде CD , то есть $0^{\circ}8'17''16'''$. Дуга ее [равна] $8^{\circ}33'32''$. Это — разность обеих долгот²⁵.

611 || Мы уже упоминали, что долгота Багдада от побережья моря Океанос²⁶ — Окружающего [моря равна] семидесяти *заманам*; и, [следо- вательно], долгота Шираза — $78^{\circ}33'32''$, а по книгам, [относящимся к

* См. рис. 87.

этому], — $79^{\circ}0'$. Действия в обоих случаях близки и на практике оба [значения] совпадают.

Что касается расстояния между городами Ширазом и Газной, то от Шираза до Ширджана в Кермане²⁷ семьдесят восемь фарсахов, [от него] до начала пустыни — сорок семь, [от него] до Зеренджа, города в Сиджистане²⁸, — семьдесят, [от него] до города Буста²⁹ — шестьдесят, [а от него] до Газны — восемьдесят.

Если мы спрямим одни из этих расстояний, вычитая одну седьмую, а другие, вычитая одну шестую в соответствии с характером этих расстояний, то после спрямления останется двести восемьдесят четыре фарсаха; в градусах [это] расстояние равно $15^{\circ}2'4''$, а хорда его — $0^{\circ}15'41''19'''0^{\text{IV}}$.

Поместим Газну на предыдущем чертеже в [точке] А, а Шираз — в [точке] В. [Тогда] хорда разности их широт составит $[0^{\circ}] 6'4''10'''54^{\text{IV}}$. Если действовать подобно предыдущему, то хорда АН будет $0^{\circ}14'50''6'''$, синус дополнения широты Газны — $0^{\circ}49'59''5'''$, так что хорда CD будет $0^{\circ}17'3''43'''$, а ее дуга — $16^{\circ}20'54''$. Если мы прибавим это к долготе Шираза, получится долгота Газны, [равная] $94^{\circ}54'27''$.

Будем теперь [спрямлять расстояние] от Багдада в другом направлении. Пусть на предыдущем чертеже [точка] А — Рей³⁰, тогда [точка] В — Багдад. [Расстояние] между ними в фарсах, спрямленное на одну шестую, [равно] ста тридцати двум, а в градусах — $7^{\circ}5'21''$. Хорда его \parallel [равна] $0^{\circ}7'19''54'''$. Широта Рея по наблюдениям Абу-л-Фадла ал-Харави³¹ и Абу Махмуда ал-Ходженди — $35^{\circ}35'32''$, синус ее дополнения — $0^{\circ}48'47''59'''$, хорда разности обеих широт — $0^{\circ}2'15''45'''$, хорда АН — $0^{\circ}6'53''2'''$, хорда CD — $0^{\circ}8'27''50'''$, дуга [разности] обеих долгот — $8^{\circ}5'20''$. 612:

Мы уже говорили, что нашли широту ал-Джурджании в Хорезме при помощи шахского кольца³³, [равную] $42^{\circ}17'$. Синус ее дополнения — $0^{\circ}44'23''22'''$. [Расстояние] между Реем и ал-Джурджанией в фарсах, спрямленное на одну шестую, равно ста пятидесяти четырем, а в градусах — $8^{\circ}10'17''$. Хорда его — $0^{\circ}8'33''16'''$, хорда разности обеих широт — $0^{\circ}4'1''5'''$, хорда АН — $0^{\circ}4'39''54'''$, хорда CD — $0^{\circ}6'8''27'''50^{\text{IV}}$, ее дуга — разность обеих долгот — $6^{\circ}1'26''$.

Между ал-Джурджанией и Газной — двести тридцать фарсахов как предел длины, если же воспользоваться общепринятым методом поправки для спрямления, то это расстояние в градусах $12^{\circ}10'37''$, а его хорда — $0^{\circ}12'43''40'''$. Пусть ал-Джурджания — [точка] А, а Газна — [точка] В. Хорда разности их широт — $0^{\circ}9'6''4'''$, хорда АН — $0^{\circ}8'23''2'''$, хорда CD — $0^{\circ}10'3''50'''$, дуга разности обеих долгот — $9^{\circ}37'16''$.

Если мы сложим *заманы* между [всеми] этими городами, то получится $23^{\circ}44'2''$, поэтому долгота Газны — $93^{\circ}44'2''$. Но [при вычислении ее] в направлении Шираза было $94^{\circ}54'26''$. Полусумма обоих [расстояний]

по методу владеющих арифметикой — $94^{\circ}19'14''^{34}$. Таким образом, приблизительно Газна [расположена] к востоку от Багдада на двадцать четыре *замана* с третью.

613 После этого нам нужно [определить] расстояние между [Багдадом] и Александрией || по долготе. В «Альмагесте» сказано³⁵, что Александрия [расположена] к западу от Вавилона на треть и половину часа, и что ее широта — $30^{\circ}58'$ ³⁶, Вавилон же расположен вблизи Багдада. Упомянутое необходимо принимать во внимание, так как несомненно, что это находится также в других книгах, из которых подобно этому находят истинные расстояния.

Посредничает между ними обоими Ракка³⁷. Мухаммад ибн 'Абд ал-'Азиз ал-Хашими³⁸ упоминал о том, что расстояние между Раккой и Багдадом было вычислено по лунным затмениям, и указал, что *заманы* этого расстояния составляют семь *заманов*³⁹.

Пусть на предыдущем чертеже [точка] *B* — Багдад, [точка] *A* — Ракка. Широта Ракки по собственному расчету Мухаммеда ибн Джабира ал-Баттани⁴⁰ — $36^{\circ}1'$. Синус ее дополнения — $0^{\circ}48'31''51'''$, хорда разности между обеими широтами — $0^{\circ}2'43''21'''$. От Багдада до Ракки — сто тридцать фарсахов. Если мы примем его приблизительно за сто десять с поправкой в одну шестую, то в градусах [это расстояние] равно $5^{\circ}49'34''$, его хорда — $0^{\circ}6'40''54''''^{41}$, хорда *АН* — $0^{\circ}5'32''36'''$, хорда *CD* — $0^{\circ}6'38''28'''$, ее дуга, то есть разность между обеими долготами, — $6^{\circ}20'43''$.

614 Что касается [расстояния] между Раккой и Александрией, то если спрямить его на одну шестую, получится шестьсот двадцать восемь миль⁴², а в градусах — $11^{\circ}4'56''$, его хорда — $0^{\circ}11'35''14''''^{43}$, а хорда разности между обеими широтами — $0^{\circ}5'17''12''''^{44}$, хорда *АН* — $0^{\circ}10'32''9''''^{45}$, хорда *CD* — $0^{\circ}12'17''14'''$, дуга разности между обеими долготами — $11^{\circ}45'15''^{46}$. Поэтому все расстояние между этими городами, то есть между Багдадом и Александрией, [составляет] в *заманах* $18^{\circ}5'58''$, а в часах — приблизительно один и одну пятую часа. Для Газны нужно вычесть из [расстояния] Александрии в *заманах* $42^{\circ}26'$ в часах $2^{\circ}49'44''$, || в минутах суток $7'4''20'''$ и, таким образом, местность, для которой мы производили вычисление, становится известной [по долготе].

Вопрос: Что это за одна шестая, вычитаемая из расстояния?

Ответ: Люди этого искусства предпочитают [делать] так, хотя в этом нет необходимости.

Известно, что когда [измеряется] расстояние между двумя городами на плоских равнинах, не нужно вычитать из него чего-либо, так как отклонения происходят вследствие искривлений, вызванных препятствиями: горами, где [расстояние] увеличивается из-за подъема на гору и

спуска с нее, холмами, реками, через которые невозможно переправиться, песками или солончаками, которые приходится обходить, ущельями, которые, как правило, также искривляют путь. В [некоторых] случаях [это делается] из-за необходимости обхода для безопасности от разбойников или для того, чтобы было достаточно воды и фуража. Эти препятствия на прямом пути вынуждают к его искривлению. Они различны по величине как по отдельности, так и по сравнению друг с другом, поэтому величина вычитаемого для них различна и следует рассмотреть эти препятствия и решить, какие расстояния следует уменьшить на половину, а какие — на одну шестую и меньше. Поэтому одна шестая является наилучшей для местностей, в которых пути близки к прямолинейным.

Вопрос: Как правильнее определять долготы — по расстояниям или затмениям?

Ответ: Если правильно определять расстояния, так, чтобы они были близки к прямолинейным, то действия с [расстояниями] предпочтительнее действий с затмениями, так как начало затмения и конец его исчезновения — два самых важных момента — устанавливаются только приблизительно. Касанию кругов тени и Луны предшествует [некоторая] дымка; после отделения тени и Луны друг от друга также остается нечто, подобное [дымке]. Кроме того, окружность тени не видна, пока она не закроет *шай' салиха*⁴⁷ Луны. || В течение этого времени проходит несколько *заманов* небесного экватора. Это приводит к тому, что расстояния между долготами получаются с избытком или с недостатком. Возможно также, что при наблюдении произойдет ошибка, если два наблюдателя будут находиться не в одном и том же положении при определении этого: один из них будет в одной долине, а другой — в другой.

Вопрос: Почему в этой главе при уточнении долгот особо выделяются Газна и Александрия?

Ответ: Что касается Газны, то там я проводил наилучшие наблюдения Солнца⁴⁸. Что же касается Александрии, то это потому, что я вынужден обращаться к наблюдениям Птолемея, которые проводились в этом городе. Получилось так, что Газна [по своему] положению — восточная граница городов, в которых проводились лучшие наблюдения Солнца, а Александрия — западная граница этих городов. Поэтому мы поместили в таблицу расстояния от каждого из этих двух городов в минутах суток и *заманах* небесного экватора для удобства пользования ими⁴⁹.

616

Между Газной, [которая] восточнее этих городов, и городами	Заманы		Минуты суток			Между Александрией, [которая] западнее этих городов, и городами	Заманы		Минуты суток		
	за- маны	минуты [за- манов]	мину- ты	се- кунды	тер- ции		за- маны	минуты [за- манов]	мину- ты	се- кунды	тер- ции
Балхом	3	20	5*	33	20	Дамаском	8	6	1	21	5*
Нишапуром	9	20	1	33	20	Раккой	11	45	1	57	30
ал-Джурд- жанней	10	13	1	42	10	Самаррой	17	55	2	58	30
Джурджа- ном	14	6	2	21	5*	Багдадом	18	6	3	1	5*
Ширазом	15	46	2	37	40	Реем	26	11	4	21	50
Реем	16	15	2	42	30	Ширазом	26	40	4	26	40
Багдадом	24	20	4	3	20	Джурджа- ном	28	20	4	43	20
Самаррой	24	30	4	0*	50	ал-Джурд- жанней	32	13	0*	22	10
Раккой	30	41	0*	6	50	Нишапуром	33	6	0*	31	5*
Дамаском	34	20	0*	43	20	Балхом	39	6	6	31	5*
Александри- ей	42	26	7	4	20	Газной	42	26	7	4	20

617

|| Глава третья

О СПОСОБЕ УСТАНОВЛЕНИЯ ВРЕМЕН РАВНОДЕНСТВИЙ,
СОЛНЦЕСТОЯНИЙ И ДРУГИХ МЕСТ, ЗАДАННЫХ
НА ЭКЛИПТИКЕ

Изложенное в третьей книге «Альмагеста»⁵⁰ — не только указание, но и разъяснение того, что времена равноденствий определяются при помощи кольца, установленного на линии равноденствия⁵¹; плоскость его отклонена от плоскости круга, не имеющего азимута, на величину широты города, так что это кольцо находится в плоскости небесного экватора⁵². Момент времени, когда тень верхней половины [кольца] попадает на нижнюю, и есть время равноденствия. Но тени предметов видимы слишком узкими, при [значительном] удалении от них, отчего верхняя сторона [кольца] не покрывает всю нижнюю. Поэтому, если свет

по обе стороны тени одинаков, то линия равноденствия полностью совпадает с местом тени, причем середина тени будет находиться в середине кольца. Но это действие утомительно и сомнительно, в особенности, если [момент] равноденствия наступает ночью. Поэтому Птолемей считал, что у него, как и у Архимеда⁵³, для этого действия требуется четверть суток; из того, что он рассказывает о Гиппархе⁵⁴, ясно, что требуется даже больше четверти [суток], когда равноденствие наступает в конце дня и ночи и в их середине.

Можно установить на поверхности Земли полусферу, параллельную видимой [части] неба, и поставить гномон перпендикулярно [ей]. Если [гномон] находится на поверхности полусферы, то его основание видно как место падения перпендикуляра, проведенного внутри нее в направлении диаметра, соединяющего ее с вершиной гномона. Положение гномона наблюдается три раза в один день в произвольное время и на поверхности сферы ищется центр круга, проходящего через эти три || положения. Этот центр — полюс вселенной⁵⁵. Опишем вокруг него на расстоянии стороны [вписанного] квадрата большой круг, это — небесный экватор. Полюс основания полусферы, определяемый при помощи вертикального отвеса, перпендикулярного к поверхности сферы, — зенит. Опишем большой круг, проходящий через зенит и полюс вселенной, это — меридиан. Отсюда определяется широта города и склонение параллели Солнца. При этом по частям гномона мы узнаем полуденную высоту. У этого инструмента нет недостатков, неизбежно присущих кольцу из-за его тяжести, удлиняющей его, когда оно подвешено, и расширяющей, когда оно поставлено на опору. Однако действие с кольцом проще и легче для пользования; [кроме того], то, что [определяется] для высот [Солнца] в меридиане, точнее, чем то, что [определяется] в плоскости небесного экватора. Поэтому мы считаем лучшим действие [с кольцом]. 618

Если известна широта города, а склонение разбито на градусы, то известна полуденная высота каждого его градуса. Если [высота], которая [взята] для данного градуса, соответствует найденной на кольце, то Солнце будет в нем в полдень в этот день.

Таким способом я нашел полуденную высоту [Солнца] в четверг двадцать четвертого дня мурдад-маха в триста восемьдесят пятом году Йездигерда⁵⁶ в ал-Джурджании, широта которой $42^{\circ}17'$. Я нашел, это наиболее вероятно, что она — $64^{\circ}9'$ и почти не отличается от этого. [Так как] склонение одной восьмой круга, разбитого [на градусы], — $16^{\circ}26'$, высота в середине лета — $64^{\circ}9'$. Поэтому, если [найденное] соответствует этому, то говорят, что Солнце находилось в упомянутый полдень в середине знака Льва. Если же найденное не соответствует [этому], то получается высота для двух дней, следующих друг за другом, в один из

619 которых высота короче || данной, а в другой превосходит ее. Разность между [нашей] высотой и одной из [этих] двух [высот] относится к разности между ними как *заман*, [соответствующий] этой разности, ко дню вместе с его ночью. Аналогично этому высота середины знака Скорпиона на меридиане ал-Джурджании — $31^{\circ}17'$ ⁵⁷. Я нашел на нем высоту в четверг в двадцать пятый день абан-маха⁵⁸ в том же году, наиболее вероятно, что она — $31^{\circ}33'$. Поэтому я думал, что она на треть минуты больше данной минуты с третью. Этот избыток относится к избытку склонения в этом городе и, таким образом, к разности высот за два дня, то есть восемнадцати минутам, как доля этого избытка ко дню вместе с его ночью. Эта доля — четыре с половиной минуты в минутах суток. [При этом] высоты убывают. Следовательно, Солнце находится в середине знака Скорпиона после полудня упомянутого нами дня на [протяжении] найденной нами доли [в чегыре с половиной минуты суток].

В предыдущих книгах излсжены [способы] определения широты города и склонения Солнца по двум различным высотам и их азимутам в один [и тот же] день. Отсюда по склонению определяется место Солнца и будет известно время года.

Подобны этому наши действия в ал-Джурджании, где мы наблюдали высоту Солнца в четверг четвертого [дня] раджаба четырехста седьмого года⁵⁹, когда азимут захода равноденствия был $67^{\circ}30'$, это — $21^{\circ}10'$. Затем мы определили ее после того, когда азимут стал $52^{\circ}30'$, она была $14^{\circ}50'$. Если мы воспользуемся при этом предыдущими действиями, получится, что широта ал-Джурджании — $42^{\circ}13'$, а склонение [Солнца] $23^{\circ}29'$.

620 Если мы хотим [определить это] по одному из двух азимутов, то в предыдущем действии мы уже нашли полуденную || высоту в этот день, [равную] $24^{\circ}28'$. При пользовании большей из двух высот, [обладающих азимутами], широта города получилась [равной] $42^{\circ}31'$, а склонение [Солнца] — $23^{\circ}11'$ ⁶⁰. Из полуденной высоты также следует, что широта равна $42^{\circ}31'$.

При пользовании меньшей из двух высот, обладающих азимутами, широта получилась [равной] $42^{\circ}11'$, а склонение — $23^{\circ}21'$, откуда следует, что полученная здесь широта составляет $42^{\circ}11'$. Если мы хотим освободиться от двух азимутов одновременно, чтобы уменьшить заданные и [полученные] по наблюдениям [величины] для уточнения действия, то возьмем одну из двух высот в круге, не имеющем азимута, а другую — в меридиане, как мы делали для летнего солнцестояния в пятницу седьмого [дня] мухаррама четырехста седьмого года⁶¹, то есть в средний из трех дней, в течение которых не ощущалось изменения высоты.

Высота [в круге], не имеющем азимута [в этом городе], немного меньше $36^{\circ}30'$, а полуденная высота — $71^{\circ}18'$, откуда получается широта

города — $42^{\circ}13'$, а склонение [Солнца] — $23^{\circ}35'49''$. Это — наибольшее [склонение].

Что же касается наблюдения солнцестояний, то это представляет затруднение. Если наблюдать [их] при помощи колец, то [это затруднительно], поскольку высота около них обоих остается в [своем] положении одной и той же, ее отличие появляется только перед ними или через несколько дней после них. Поэтому в данном случае мы обращаемся к тени, так как на стенах она указывает время летнего солнцестояния, а на земле — время зимнего солнцестояния. Однако, хотя тень и указывает азимут, она указывает высоту не с такой [точностью], поэтому знающие избегают действий с тенью.

Пусть точки A, B, C, D, E — точки прохождения тени конца гномона через меридиан, безразлично, на земле или на стене, причем E — ближайшая из них || к солнцестоянию* и от нее тень возвращается в сторону 621

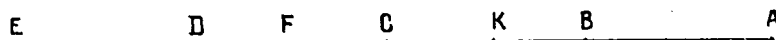


Рис. 88.

E — сторона солнцестояния.

[точки] A . Пусть она проходит именно через эти точки. Мы возьмем из них, например, точку C , и рассмотрим дни между прохождением тени через C до солнцестояния и прохождением тени через C после него. Если число дней четное, то солнцестояние будет в полдень посередине между двумя полуднями прохождения [тени] через [точку] C , если же оно нечетно, то солнцестояние будет в полночь также посередине между ними. Далее, если прохождение [тени] после солнцестояния отличается [от прохождения тени до солнцестояния], то C будет точкой, в которой ощущение показывает различие в прохождении [тени]. Тень после солнцестояния проходит либо через точку F между ней и D , либо через точку K между ней и B . Тогда тень FC относится к тени CD как доля FC замана к доле CD замана, независимо от того, будет ли [CD] днем вместе с его ночью, если C и D [взяты] для двух полудней, следующих один за другим, или [CD] больше [этого], если оба эти полдня не следуют друг за другом. Такое отношение встречается во всех действиях этого искусства, особенно [при рассмотрении] разностей между линиями и [величинами], подобными им. Точно так же тень CK относится к тени KB как заман CK к заману KB . Время FC или KC — «уравнение». «Уравнение» FC прибавляется к [моменту] полудня в F , а «уравнение» KC вычитается из [момента] полудня в K . Далее возьмем разность между результатом и полднем

* См. рис. 88.

в C , разделим ее пополам, прибавим половину к полдню в C , тогда получится момент солнцестояния.

622 Что касается [определения этого] при помощи высот, то при этом появляются различия \parallel в способе [определения] искомого, которое удаляется от солнцестояния, если не увеличить инструмент настолько, что [можно будет] брать секунды градусов и то, что следует за ними⁶².

Пусть $ABC[D]$ — дуга эклиптика, E — [точка] солнцестояния на нем, A и C — две точки на эклиптике по обе стороны от солнцестояния*.

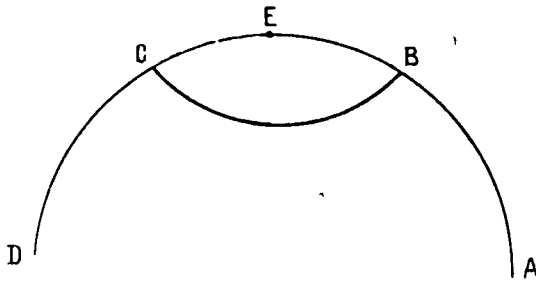


Рис. 89.

E —точка солнцестояния; A —точка наблюдения перед солнцестоянием; B —известная наблюдаемая точка; C —точка наблюдения после солнцестояния; D —конечная точка эклиптика.

В них наблюдалась полуденная высота. Известны широта [города] и склонение [Солнца] этих двух точек. Опишем вокруг полюса E на расстоянии EC [малый] круг CB . Тогда склонения точек C и B равны, так что [склонение] точки B известно. Известен также момент пребывания Солнца в каждой из них, так как он известен для точек A и C . Если мы прибавим разность между 623 *заманами* в точках B и C к *заману* [в точке] B , то получим *заман* в точке E , то есть момент солнцестояния.

Таким способом я нашел полуденную высоту в четверг двадцать восьмого зу-л-хиджжи четыреста шестого года, то есть в день замбаз — 28 хурдад-маха триста восемьдесят пятого года Йездигерда⁶³ в ал-Джурджании — $70^{\circ}58'$, а северное склонение Солнца — $23^{\circ}13'$. Расстояние точки с таким склонением от точки весеннего равноденствия — $80^{\circ}11'$, так как она находится перед солнцестоянием в знаке Близнецов под $20^{\circ}11'$. Я нашел также полуденную высоту в субботу пятнадцатого мухаррама четыреста \parallel седьмого года, то есть в день гуш — 14 тирмаха⁶⁴ — $71^{\circ}4'$ и склонение $23^{\circ}21'$. Расстояние этой точки от точки весеннего равноденствия — $98^{\circ}6'$, то есть она за солнцестоянием, — находится в созвездии Рака под $8^{\circ}6'$.

Пусть на предыдущем чертеже A — точка, наблюдаемая в Близнецах, C — другая наблюдаемая [точка] в Раке. Тогда B будет в знаке Близнецов точкой, склонение которой равно склонению C в знаке Рака. Между точками A и B по эклиптике — $1^{\circ}43'$. Солнце проходит его, замедляя свое движение, за одни сутки и сорок восемь минут [суток] 623 Между моментами обоих наблюдений шесть полных суток, это проме-

* См. рис. 89.

жуток времени между [пребыванием Солнца] в A и C . Если мы хотим, кроме того, [определить] промежуток времени между [пребыванием Солнца] в точках A и B , то прибавим к дуге ABC дугу CD , равную AB . Если мы разделим этот промежуток времени пополам, получится $3^{\circ}54'$ ⁶⁵, это для дуги ABE . Если мы прибавим эту половину к времени первого наблюдения, то получим пятьдесят четыре минуты от расстояния полудня в пятницу седьмого мухаррама или в день хурдад — 6 тир-маха. Это время летнего солнцестояния. Следовательно, прошло пятьдесят четыре минуты от расстояния полудня в пятницу восьмого фаманута — седьмого месяца коптов тысяча семьсот шестьдесят четвертого года Набонассара⁶⁶. Хотя этот способ наблюдения солнцестояния теоретически правилен, на него нельзя опираться на практике. Поэтому мы будем пользоваться им только для итерации⁶⁷, приводящей от удовлетворительных действий к более точным.

|| Глава четвертая

624

О НЕОБХОДИМОСТИ ЭКСЦЕНТРИЧНЫХ ОРБИТ И О СПОСОБЕ ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА СФЕРЕ СОЛНЦА

Так как из всего сотворенного только эфир⁶⁸ является материей⁶⁹, движущейся самостоятельно в своем пространстве вокруг центра мира, то это — та часть [мира], которая была создана таким образом, что длительность промежутков времени не отражается на ее вечности. Поэтому ни в эфире, ни в его частях не допускаются никакие изменения, и его движение может быть только вращательным и равномерным, чтобы отсюда следовало постоянство и вечность его в течение всего времени⁷⁰. Поэтому философы, обсуждающие смысл вещей, объясняют, что эфир отличен от единой природы всех остальных родов, это пятая сущность⁷¹. Математики же, занимающиеся небесными явлениями, находят в движениях светил неравномерность, закономерно повторяющуюся от начала [цикла] к концу, и в самих телах [светил] также находят различие по их видимой величине и малости, закономерность которых совпадает с неравномерностью движения, так что уменьшение является следствием замедления, а увеличение — ускорения. Поэтому для установления равномерности их движения необходимо применить науку оптики, с помощью которой показывается, что это положение происходит из-за неравенства расстояний от наблюдателя до них. Но вращательное движение происходит вокруг центра и здесь неравенство расстояний невозможно. Однако это неравенство имеет место. Следовательно, наблюдатель находится не в том месте, откуда движение [видно] равномерным. Отсюда получается, что орбиты светил эксцентричны по отношению к центру мира,

сила которого по отношению к сфере Солнца и тому, что над ней, ощущается одинаково с силой поверхности Земли⁷². Поэтому равномерное движение по окружностям этих сфер становится неравномерным при наблюдении [с Земли].

625 Рассказанное нами необходимо для [объяснения] движения Солнца. Солнце проходит части эклиптики за неравные промежутки времени, ускоряя свое движение в [одной] его части и замедляя в [другой], || так что для его тела при затмениях по его тени, затмевающей Луну, [заметно] ощущается увеличение и уменьшение. Если эти два факта именно таковы, как было описано, при постоянстве [свойств] прозрачного тела, посредничающего между наблюдателем и обоими светилами, то есть воздуха и частично эфира, то это не приводит ни к чему, кроме неравенства расстояний, а превышение времени замедления над временем ускорения движения необходимо приводит к эксцентричной орбите. Эксцентричные орбиты бывают двух видов. Одна из них охватывает Землю. Самое далекое расстояние [от Земли] на ней по-гречески [называется] апогеем, а самое близкое — перигеем, по-индийски самое далекое расстояние называется *аудж*, а самое близкое — *йанх*. Эти слова применяются среди людей [этого] искусства, обычно им оказывается предпочтение; принято называть эту эксцентричную орбиту орбитой апогея⁷³.

Другая [орбита], не охватывающая Землю, называется эпициклом⁷⁴. Центр ее движется по окружности орбиты, охватывающей Землю; если рассматривать ее вместе с эпициклом, она называется деферентом⁷⁵. Общим для обоих видов является то, что [луч], выходящий с Земли, пересекается с ними, так как в противном случае [движение] будет заключено [между] касательными, проведенными [с Земли]. Всевышний Аллах лучше всех знает о величинах, в которых [заключено] благо всего сущего, он усовершенствовал устройство мира так, чтобы в него не проникло зло в результате какой-нибудь небрежности или порчи. В третьей книге «Альмагеста» Птолемей⁷⁶ установил, что орбита апогея получается из круга, подобного эклиптике⁷⁷, причем центры двух последних кругов, [то есть орбиты апогея и круга, подобного эклиптике], совпадают с истинным центром мира. [Здесь возможны] три положения. Первое: когда диаметр [орбиты апогея] недостает до диаметра круга, подобного эклиптике, причем центр орбиты апогея находится внутри него. Не принимается во внимание их касание, пересечение или отсутствие общих точек. Второе: их диаметры равны, и центр орбиты апогея — внутри круга, подобного эклиптике, [оба круга] необходимо пересекаются || и другое невозможно. 626 Третье: диаметр орбиты апогея превосходит диаметр круга, подобного эклиптике, причем центр орбиты апогея внутри него, оба круга либо касаются, либо пересекаются, [либо не имеют общих точек].

А теперь мы расскажем об этом с помощью обозначений.

Пусть круг, подобный эклиптике, — ABC с центром в E ; A на нем — точка, соответствующая апогею*. Проведем диаметр AEC . Пусть EBO — линия, соответствующая видимому [положению] Солнца. Пусть Солнце находится на ней в [точке] B . Опишем круг DHG — орбиту апогея согласно первому случаю, когда она недостает до круга, подобного эклиптике, ее центр — F . Тогда дуга DH , измеряемая углом DFH , — расстояние Солнца от апогея при равномерном движении, она называется средним аргументом. В этих

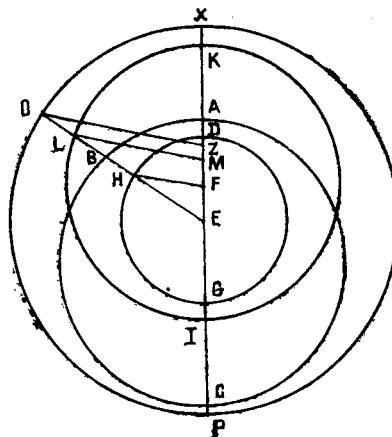


Рис. 90.

E — центр Мира; B — место Солнца; DHC — недостающая орбита; XOP — превосходящая орбита; ABC — подобный круг; KLJ — равная орбита.

главах мы не [будем делать] различия между упоминающейся нами дугой и

соответствующим ей центральным углом. Дуга AB — видимое расстояние Солнца от апогея, она называется уравненным || аргументом. Внешний угол DFH треугольника EFH превышает угол FEH на величину угла FHE , называемую уравнением, так как при вычитании его из угла DFH получается угол AEB уравненного аргумента⁷⁸.

627

Далее, пусть KLI — орбита апогея согласно второму случаю, равная кругу, подобному эклиптике, ее центр — M . Пусть Солнце [находится] на ней в [точке] L . Соединим L с M . Тогда дуги KL и DH подобны и углы KML и DFH равны, а линии FH и ML параллельны. Аналогично этому положение, соответствующее третьему случаю, когда XOP — орбита апогея, превышающая круг, подобный эклиптике, ее центр — Z . Положение Солнца на ней — O , причем ZO и ML — параллельны. Доказано, что средний аргумент и уравнение для уравненного аргумента — одни и те же для обеих линий XE и EO , постоянных по величине и для других положений.

Вопрос: Какой из трех случаев предпочел Птолемей и по какой причине?

Ответ: Он выбрал второе положение, в котором обе сферы равны, оказывая предпочтение уравниности, посредничающей между двумя крайностями — недостаточностью и чрезмерностью — и предпочитая равенство неравенству, так как равенство строго ограничено, а неравенство благодаря недостатку или избытку не ограничено, а бесконечно

* См. рис. 90.

переменно⁷⁹. Имеется еще одна причина для этого. Она состоит в том, что это неравенство возможно также на эпицикле, который вращается вокруг центра мира по окружности круга, подобной эклиптике, как будто этот круг несет эпицикл, так что центр эпицикла закреплен на нем, двигаясь в направлении последовательности знаков зодиака, а Солнце вращается по окружности эпицикла || от его апогея⁸⁰ в сторону, противоположную движению его центра. Оба движения подобны, так как при этом исходят из равенства года и возвращения неравенства движения к исходному положению⁸¹.

Пусть ABC — круг, подобный эклиптике; центр эпицикла на нем — в [точке] A , соответствующей самой удаленной [точке]*. Поэтому Солнце будет в своем обращении находиться в K . Если KE — самое далекое расстояние, то AE — среднее, а XE , равное EI , — самое близкое. Пусть центр эпицикла движется по дуге AB . Проведем BL параллельно EA , вследствие равенства углов AEB и DBL , вытекающего из равенства периодов возвращения обоих подобных движений.

Мы изобразили тело Солнца, представляя оба эти движения для дуги KL орбиты апогея во втором случае. Центр орбиты апогея — M . Соединим L и M . Так как KL подобна каждой из дуг AB и DL , то плоская фигура $EMLB$ — параллелограмм и расстояние ME между центрами относится к полудиаметру ML орбиты апогея как полудиаметр BL эпицикла к полудиаметру EB круга, подобного эклиптике EB . Угол уравнения для орбиты апогея — MLE . Угол LED , накрест лежащий по отношению к нему, — угол уравнения на эпицикле. Поэтому, если отнять его от угла AEB , являющегося средним аргументом, то останется угол AEL , то есть от среднего аргумента останется уравненный аргумент.

Два других положения сводятся к этому. [Здесь изображены дуги] KB [или XB] и BI . Если центр орбиты апогея — F , то изображенный [ранее]** эпицикл невозможно построить в [точках] A , Z и C , и строится 629 эпицикл KX с апогеем K , || его центр — D . Он построен на круге DVO с центром E . В этом случае круг DVO подобен эклиптике и равен орбите апогея KVI .

То же самое будет в третьем положении, когда орбита апогея — [круг] XVI с центром M . Солнце невозможно изобразить на эпицикле, 630 центр которого [лежит] на круге AC , подобном эклиптике***. || Пусть X — апогей эпицикла KX с центром в D . Тогда он будет обращаться по кругу с тем же центром на расстоянии ED , то есть по кругу, подобному эклиптике, при помощи движения эпицикла XVI , на котором изобража-

* См. рис. 91, а.

** См. рис. 91, б.

*** См. рис. 91, в.

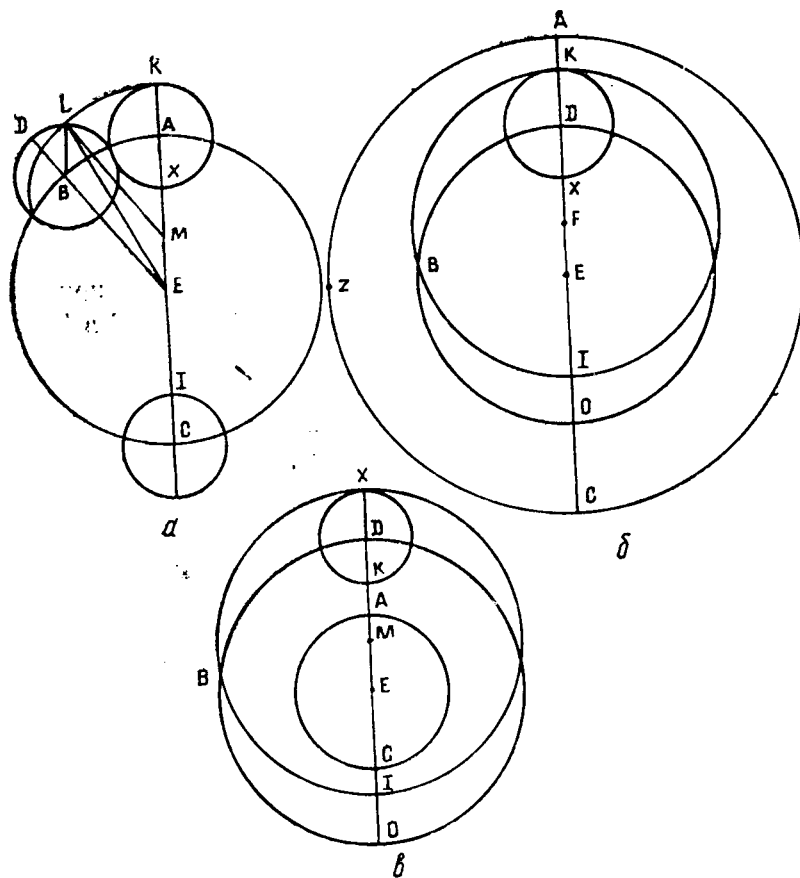


Рис. 91.

a: E —центр Мира; M —центр орбиты апогея; ABC —орбита апогея, равная подобному кругу; KAX —эпицикл в апогее; IC —эпицикл в перигее; L —Солнце; *б*: E —центр Мира; F —центр орбиты апогея; BIC —орбита апогея; DBO —подобный круг; *в*: E —центр Мира; M —центр орбиты апогея; BIX —орбита апогея; DBO —подобный круг.

ется Солнце. Дело сводится к случаю равенства двух кругов и, возможно, что это одно из того, что побудило Птолемея предпочесть этот случай другим, так же как предпочесть орбиту апогея эпициклу из-за простоты движения Солнца по сравнению с движением всех планет, поскольку эксцентрическое движение одно, а в случае эпицикла их два, в то время как в обоих случаях дело сводится к одному и тому же.

Вопрос: Может ли это уравнение [Солнца] иметь другой вид?

Ответ: Принципы, которые установил Птолемей, с точки зрения бытия не опровергаются природой, так как он предполагал видимую величину тела Солнца, равной величине тела Луны, когда она наиболее удалена от Земли, это — сорок семь девяностых одного градуса, то есть $0^{\circ}31'20''$. Он утверждал, что указанная им величина остается постоянной

при изменении расстояний Солнца на его эксцентричной орбите, так что неравномерность движения Солнца лишается доказательства путем сопоставления различия его расстояний от Земли. Далее, существование неравномерности для Луны и планет приводит к неравномерности движения центров эпициклов на их деферентах, охватывающих Землю, и к существованию равномерного движения вокруг точек, отличных от их центров. Так как Абу Джа'фар ал-Хазин⁸² принял оба эти принципа, он
631 предложил на основе обоих этих принципов движение Солнца \parallel по окружности круга, подобного эклиптике; оно неравномерно при наблюдении из центра эклиптики и равномерно [при наблюдении] в [некоторой] точке, отличной от него.

[Эти точки составляют] линию, по которой [перемещается] центр орбиты апогея, так что у Птолемея нет никакого доказательства различия ее расстояний, кроме неравномерности движения, в то время как видимое различие тел и неравномерность движения могут иметь место и для остальных светил также и на самих деферентах, и, в частности, для Солнца на [деференте], несущем его тело.

Пусть ABC — круг, подобный эклиптике, с центром E , а AHG — орбита апогея с центром F^* . Линия $ЕНВ$ проходит через Солнце. Согласно

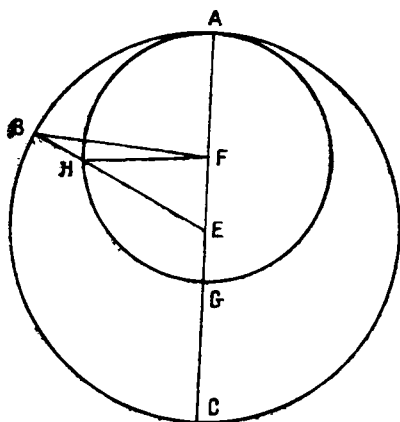


Рис. 92.

E —центр Мира; F —центр орбиты апогея;
 B —Солнце; ABC —подобный круг.

изложенному выше, если Солнце будет в точке H , его средний аргумент измерится углом AFH , его уравнение— угол FHE .

Согласно же тому, что считает Абу Джа'фар, Солнце в своем движении обязательно находится на подобном круге, то есть в этом случае в точке B . Средний аргумент Солнца [здесь] измеряется углом AFB , меньшим, чем в предыдущем случае, на угол BFH . Его уравнение — [угол] FBE , меньший, чем в предыдущем случае, на угол BFH . Поэтому в обоих случаях уравненный аргумент — один и тот же. Абу Джа'фар вычислил этот угол $[BFH]$,

являющийся разностью уравнений FHE и FBE . Этот угол [равен] величине, которую нашел Птолемей с помощью расстояния между двумя центрами. Птолемей нашел ее равной весьма малому [количеству] минут, на которое редко не ошибаются инструменты, вследствие чего наблюдение \parallel не может решить, какое из двух мнений правильно, хотя следовало бы предпочесть одно из них.
632

* См. рис. 92.

Известно, что если диаметр Солнца виден неизменным, то Луна затмевает его на своем наибольшем расстоянии на непродолжительное время, а на других расстояниях Луны по мере ее приближения к Земле будет иметь место полное затмение.

В [книгах, которые] оставили после себя обладающие усердием, рассказывается о том, что были некоторые затмения, при которых полностью затмевалось тело Солнца, как, например, то, которое произошло в воскресенье двенадцатого [дня] урдибихишт-маха в двести сорок пятом году Йездигерда⁸³. Его наблюдал Мухаммад ибн Исхак ас-Серахси⁸⁴ в [своем] городе — он отчетливо видел полное затмение. Это совпадает с тем, что упоминал Птолемей, вполне согласуясь с ним.

Сообщается также о затмении Солнца на рассвете во вторник двадцать девятого [дня] месяца рамадана двести пятьдесят девятого года хиджры, то есть в день тир тир-маха двести сорок второго года Йездигерда⁸⁵. Его наблюдал Абу-л-'Аббас ал-Ираншахри⁸⁶ в Нишапуре. Он — один из тех, кто проверяет вычисления тех, кто их делает. Он указывал, что тело Луны находилось посередине тела Солнца, и поэтому свет оставшейся незатмившейся части Солнца окружал тело Луны. Из этого ясно, что диаметр Солнца был виден превышающим величину [диаметра] Луны.

О том же свидетельствуют принципы индийцев, однако путь, которым [они] пришли к этому, умозрительен. Поэтому то полное затмение, которое имело место, как мы упоминали, когда говорили о затмениях Солнца, возможно, происходило либо из-за уменьшения видимой [величины] Солнца по сравнению с его средней величиной, либо из-за соответствующего увеличения Луны, либо из-за того, что имеет место и то, и другое. То, что говорил Абу Джа'фар, удаляется от этого способа и не обязательно для нас, как обязательно [то, что говорил] Птолемей.

|| Глава пятая

633

О НАГЛЯДНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЯ НА СФЕРАХ, О КОТОРЫХ ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ, ЧТО ОНИ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ

У людей этого искусства есть обычай, когда они обращаются к тому, что они обнаружили из неравномерности движения и когда они [пытаются] обратить его в равномерное с помощью любого допустимого способа⁸⁷: направлять это движение по руслам воображаемых линий, не принимая их за телесные и не принимая во внимание то, что присуще этим линиям в отношении их пересечения, благодаря взаимосцеплению, порождающему препятствия для движения и его невозможность. Мы

уже говорили, что Птолемей обратил внимание на эту неравномерность в движении Солнца и что он предпочитал орбиту апогея эпициклу, отдавая первенство простоте в системе, так же, как говоря об орбите апогея, он предпочитал равенство неравенству, поскольку оно предшествует по порядку.

Общеизвестно, что небесные сферы представляют собой круглые тела, несущие свои светила. Поскольку [сфера], подобная [эклиптике], есть тело, свободное от того, что его несет, а центр эпицикла прикреплен к ней, он также обуславливает пересечение обоих кругов, что препятствовало бы движению эпициклов по их деферентам, равно как препятствовало бы движению тела Солнца по его эпициклу. Точно таково же положение и с орбитой апогея: если она равна [сфере], подобной [эклиптике], то она пересекает ее.

Поэтому необходимо, чтобы размышляющий об этом наглядно представлял бы их в виде, отличном от того, который принимается в его предположениях⁸⁸.

Что касается [сферы], подобной [эклиптике], то пусть она имеет толщину в [направлении] высоты не меньше ширины эпицикла, то есть его диаметра, к которому прибавлен диаметр тела Солнца, и пусть толщина эпицикла не меньше диаметра его тела. При этом возможно, что эпицикл — это сплошная сфера, и это скорее всего, а Солнце прикреплено внутри, в месте, которое мы определили для толщи этой сферы, [как] если бы она была полый внутри.

Далее, эпицикл будет двигаться вокруг самого себя в своем пространстве в толще своего деферента и будет вращать тело Солнца, укрепленное на нем подобно [драгоценному] камню на кольце. При этом 634 вращении || получится, что видимое опережение в сторону долготы и запаздывание, являющиеся причинами ускорения и замедления, повышения и понижения в толщину, станут и причиной уменьшения и увеличения [скорости движения].

Что касается [сферы], подобной [эклиптике], то она вращается в своем пространстве вокруг своего центра в направлении востока, а эпицикл вращается по его кругу так, что совершает равные обороты, а именно те, по которым вычисляется среднее [Солнце].

Что касается эксцентричной орбиты апогея, то она не обуславливает пересечения, если она меньше по величине, когда апогей не переходит во внешнюю сторону [сферы], подобной эклиптике, и если она больше по величине, когда перигей не доходит до внутренней стороны [сферы], подобной [эклиптике]: пересечение необходимо имеет место при равенстве⁸⁹, что и предпочитал Птолемей: отклонение от равенства может иметь место только по необходимости существования, а не по геометрическому расчету. Какой бы ни была ширина [сферы], подобной [эклип-

тике], [дело—] в углах при ее центре, и в ее окружности, из-за которой происходит пересечение, не нуждаются. Далее, тело Солнца прикреплено к орбите апогея благодаря своему прикреплению к эпициклу; орбита апогея вращается в своем пространстве сама собой вокруг своего центра вместе с Солнцем равномерным вращением. Что же касается движения апогея, не замеченного Птолемеем, то оно получается за счет движения [сферы], подобной [эклиптике], вокруг самой себя, а ее центра — в направлении востока, причем апогей необходимо находится на эксцентричной орбите в одной и той же точке, не отходя от нее. Это движение считается движением апогея, хотя оно принадлежит [сфере], подобной [эклиптике], а не апогею, так же как движение корабля считается движением его пассажира. Это — то, что можно наглядно представить себе из движений, имеющих место в эфире, и из представляемых положений. Лучше знает истину об этих движениях [только] Аллах, так как до конца их познать нельзя.

Что касается Птолемея, то он в своей «Книге призм»⁹⁰ отклонился от пути, которым шел в «Альмагесте», к тому, что связано с мнениями, выходящими за пределы этого искусства, || а именно с убежденностью 635 людей в том, что небесным телам присущи одушевленность, чувства и ощущения, и то, что они выбирают для себя самые лучшие движения, и то, что источники силы светил заложены в их орбитах, подобно тому как источники силы у живых существ заложены в их органах. Он даже говорил о путях светил, что они пересекают сферы подобно ножным кольцам и трубам, [образуя то, что] называется призмами, причем остальные части тел, в которых светила не нуждаются для своих движений и которых они не достигают по ширине сфер, отбрасываются⁹¹. Тем самым он отверг свои же естественные и убедительные выводы в «Альмагесте» о сферичности неба⁹², [вытекающие] из простоты движения, из подобия расстояний и частей в сфере⁹³, из «вместимости» ее и окружности⁹⁴ и самого совершенства их обоих. Он не расчлняет [того, что находится] по обе стороны от [этих] призм, эфир ли это, с тем, чтобы возвратиться к тому, что он отверг и сфера [снова] стала бы завершенной⁹⁵. Ему ничего не оставалось, кроме как сделать сферу неподвижной, а призму — движущейся и наделить неподвижностью то, что по своей природе обладает движением⁹⁶, имеет ли все это у него место? Или это относится к такой категории, которая находится под эфиром, у него же место этого поднято над эфиром, все это у него слишком невероятно. Или это [у него] является шестой категорией, хотя еще не прекратился спор о пятой природе⁹⁷, где светила парят подобно птицам и в соответствии со свойствами эпициклов описывают искривленные ломаные [линии], ни в чем не похожие на круг.

[Одно] из основных общепринятых мнений — то, что там нет ничего, кроме вращательного движения, и что только вращение совершенно. Это мы обсудим в отдельном месте.

636

|| Глава шестая

О СРЕДНЕМ ДВИЖЕНИИ СОЛНЦА СОГЛАСНО МЕТОДУ, КОТОРЫМ ЕГО ОПРЕДЕЛИЛ ПТОЛЕМЕЙ

Так как имеется одно и то же неравенство движения при полном обороте [Солнцем] по эклиптике, называемом годом, то те, кто считает это очевидным, как Птолемей, и те, кто следует его мнению, утверждают, что среднее равномерное движение соответствует времени полного оборота [Солнца] по эклиптике, так что при каждом его возвращении его ускорение и замедление одни и те же, и если отбросить избытки, получится, что среднее движение Солнца — между ускоренным и замедленным. При наблюдении на эклиптике отмечают точки равноденствия, так как около этих точек имеет место наибольшее приращение склонения, а именно: в ближайшие к нему сутки — две пятых градуса, так что на долю каждого часа в нем придется по минуте склонения, и по этой минуте легче проверять. Далее, из двух равноденствий выбирают осеннее, ввиду тонкости воздуха в этот день, поскольку ему предшествует лето. Так как при этом много закрывающих облаков, то лучи, производящие действие, должны быть возможно более прямыми, поскольку их отклонение при [прохождении] через преграды различно, когда [преграды] отличаются друг от друга по тонкости или грубости.

Пусть приращение склонения больше по причине ускорения движения Солнца. Это равноденствие и в наше время и раньше было удалено от апогея, то есть места наибольшего замедления при весеннем равноденствии: поэтому предшественники действовали так же, как действовали мы.

637 Хотя наши действия были [предприняты] для уточнения, при подобном наблюдении неизбежна неточность по причине малости инструментов по сравнению с измеряемым, а также по причине изменений, существование которых неизбежно || в объектах природы, связано с ними и неотделимо от них, как например, деформации, возникающие в кольцах вследствие их веса, так как при увеличении размеров колец они вытягиваются в длину или ширину. Вытягивание в длину имеет место при подвешивании кольца, а вытягивание в ширину — при его установке на опоре; неточность происходит, кроме того, и по причине изменения качества материала.

Ал-Ма'мун⁹⁸ руководил установлением в Дейр Марране в Дамаске железного столба. В середине дня его высота была десять локтей. Затем его измерили вечером, и нашли, что со времени установления он изменился по величине своей высоты под влиянием вечернего холода на [толщину] волоса. Поэтому была потеряна надежда найти истинную длину года.

Так как движение происходит в течение [некоторого] промежутка времени, то оно измеряется временем. Поэтому, если увеличить промежуток времени между двумя наблюдениями, то какова бы ни была ошибка, которая получается при [этом] действии, она делится на весь этот промежуток времени и величина ошибки для его частей уменьшается настолько, что те части движения, которые рассматриваются, определяют [измерение] тех частей, которые не рассматриваются. Для этого недостаточно длины жизни человека и даже жизни нескольких поколений, следующих друг за другом. По этой причине нельзя ограничиться трудом одного человека, а нужно, чтобы в двух концах этого промежутка времени работали два человека, один из которых предшествовал другому, следующему за ним, и другой действовал бы так же, как и первый. Человек, который пользуется в этом вопросе тем, что он делал не сам, вынужден подражать [другим]. Если подражание неизбежно, то для человека лучше взять то, что он сделал сам, и добавить к тому, что сделал другой, чтобы тем самым смыть пятно подражания хотя бы на одном из двух концов [этого промежутка времени].

Для этой цели нет такого количества наблюдений, которое бы освободило нас от сомнений и удовлетворило. Самое древнее, попавшее к нам из этого,— наблюдения Гиппарха в изложении Птолемея, за верность которого он отвечает. На арабский язык было переведено также то, что упоминал Гален⁹⁹ об оборотах. Известно, что || их промежутки 638 времени всегда укорачивались на горизонте, а меридиан определялся в течение двадцати лет, причем не было достигнуто точности, несмотря на то, что они подвергались исследованию, между ними систематически отбрасывались четверти суток. Это не опровергает постоянство промежутков времен упомянутых оборотов, давая возможность опираться на них с самого начала, так как отклонение здесь происходит только в соответствии с превышением годов на четверть суток.

Всего тут было шесть [весен и] осеней, причем вторая из них опережала начало первой на дробь года в четверть суток, третья совпадала со второй, четвертая опережала начало второй на другую четверть суток, пятая совпадала с четвертой, а шестая опережала начало пятой и отличалась на четверть суток от предыдущей, на половину суток от [двух] других и на три четверти суток от последней. Между первой и шестой необходимо имеется дробь года в двенадцать и тридцать минут 3—108

суток, отличная по мнению тех, кто рассказывает о ней, от величины недостатка до четверти суток и избытка над ней, согласно всем известным мнениям между всеми известными народами. Сердце успокоится на подобном этому. Тот, кто всегда принимает это во внимание и занимается наблюдениями так, что становится согласным с теми, кто утверждает это, получит из уточнения [этих наблюдений] точность их, бóльшую, чем у ал-Ма'муна. Мы испытываем необходимость во всех наблюдениях осеннего равноденствия, до нашего времени. Мы рассмотрим все то, что дошло до нас, и свяжем со сведениями, найденными нами у Гиппарха, и поместим это в таблицу наблюдений, приведя все их к эре Набонассара и к полудню города Газны, положение которого на земном шаре определено по его долготе и широте, для того, чтобы не затруднять различными положениями¹⁰⁰. Да поможет Аллах.

639

|| Таблица, содержащая данные осенних наблюдений

Но- мер наб- лю- де- ния	Имена руководителей наблюдений	Город наблюдения	Долгота города	День недели времени [наблюдения] или ночь, предшествую- щая ночи	Определение этого дня			Непол- ный год по эре Набо- нассара		
					по месяцам персов	по месяцам коптов				
1	Гиппарх	Александ- рия или остров Родос	Пятьдесят один гра- дус и пятьдесят четыре минуты	Ночь среды	26	Азар- мах	1	Месо- ре	586	
2				День суббо- ты	26				1	589
3				День воск- ресенья	26				1	590
4				Ночь воск- ресенья	29				4	601
5				День поне- дельник	29				4	602
6				Ночь пятни- цы	30				5	605
7	Птолемей	Александ- рия		День среды	7	Ис- фан- дар- муз- мах	7	Атир	880	
8				День пятни- цы	9				9	887
9	Йахья ибн Абу Мансур	Шаммасия	Равна ши- роте Баг- дада	День воск- ресенья	25		25		1577	

Но- мер наб- лю- де- ния	Имена руководите- лей наблюдений	Город наблюдения	Долгота города	День недели времени (наб- людения) или ночь, пред- шествующая ночи	Определение этого дня		Непол- ный год по эре Набо- нассара		
					по месяцам персов	по месяцам коптов			
10	Неизвестный, упомянутый в „Книге о солнечном годе“	Багдад	70°0'	День поне- дельник	25	25	1578		
11				Ночь среды	26	26	1579		
12	Халид ал-Мер- вази	Дамаск	60°0'	Ночь чет- верга	26	26	1590		
13	Неизвестный, упомянутый в книгах	Багдад	70°0'	Ночь чет- верга	29	29	1591		
14	Мухаммед ибн 'Али ал-Мек- ки	Нишапур	85°0'	День суббо- ты	30	30	1599		
15	Мухаммед и Ахмед Бану Муса ибн Шакир	Самарра	69°45'	День втор- ника	2	Шах- ри- вар- мах	2	Пахон	1607
16	Мухаммед ибн Джабир ал-Баттани	Ракка	68°0'	Ночь среды	8		8	1635	
17	Сулейман ибн 'Исма ас-Са- марканди	Балх	91°0'	День среды	9		9	1636	
18	Абу-л-Хусайн ибн ас-Суфи	Шираз	78°34'	День воск- ресенья	29		29	1718	
19				Ночь втор- ника	30		30	1719	
20	Абу-л-Вафа ал-Бузджани	Багдад	70°0'	День пятни- цы	30		30	1722	
21	Абу-р-Райхан ал-Бируни	ал-Джур- джанийя	84°1'	День поне- дельник	10	Михр- мах	10	Павни	1764
22		Газна	94°20'	День пятни- цы	11		11		1767
23				День суббо- ты	11		11		1768

640

|| Таблица, содержащая данные осенних наблюдений

Номер наблюдения	Время наблюдения по эре Набонассара, полностью приведенное к Газне и началу суток от полудня					То, что между каждым из них и предыдущим					Начало движения, которым мы пользуемся в указанных равноденствиях			
	годы до терций	сутки	минуты	секунды	терции	годы	сутки	минуты	секунды	терции	сутки	минуты	секунды	терции
1	585	359	22	4	20	0	0	0	0	0	360	38	49	29
2	588	359	52	4	20	3	0	30	0	0	361	22	10	8
3	589	360	7	4	20	1	0	15	0	0	361	36	37	1
4	600	362	37	4	20	11	2	30	0	0	364	15	30	44
5	601	362	52	4	20	1	0	15	0	0	364	29	57	36
6	604	363	22	4	20	3	0	30	0	0	0	13	18	15
7	879	306	12	4	20	274	307	50	0	0	66	12	4	20
8	886	307	54	34	20	7	1	42	30	0	67	13	12	31
9	1576	234	6	8	20	690	166	11	34	0	234	2	22	8
10	1577	234	1	10	50	0	365	55	2	30	234	16	49	1
11	1578	234	21	33	20	1	0	20	22	30	234	31	15	16
12	1579	234	33	43	20	1	0	12	7	0	234	45	42	49
13	1590	234	27	28	20	11	2	13	22	0	234	24	38	32
14	1598	233	1	33	20	8	1	34	10	0	233	20	13	36
15	1606	241	4	5	50	8	2	2	45	30	241	15	48	40
16	1629	246	38	20	50	23	5	34	15	0	246	48	6	41
17	1635	248	4	43	20	6	1	26	23	30	248	14	48	57
18	1717	268	0	7	40	82	209	55	15	20	267	59	32	43
19	1718	268	17	37	40	1	0	17	22	0	268	13	19	36
20	1721	268	16	33	20	3	0	36	24	40	268	17	20	15
21	1763	279	4	13	10	42	10	50	30	50	279	4	9	21
22	1766	279	47	30	0	2	0	43	55	50	279	47	30	0
23	1767	280	0	9	30	1	0	13	39	30	280	1	36	53

Я говорю: древнейшие из достоверных наблюдений Солнца, дошедшие до нас через «Альмагест», — это наблюдения Метона и Евктемона¹⁰¹ летнего солнцестояния. Они наблюдали его утром в воскресенье двадцать первого дня седьмого месяца коптов в триста шестнадцатом году Набонассара¹⁰². Возможно, что это было в городе Афины¹⁰³, так что, когда Птолемей упоминает об этих двух мужах в своей книге о восхождениях неподвижных [звезд], он указывает на то, что они оба наблюдали изменения погоды в городе Афины¹⁰⁴ и в стране Киклады¹⁰⁵. Полная дата по эре Набонассара в то время для Газны была 315 [лет] $6^{\text{p}}19'52''44'''20^{\text{IV}}$ суток¹⁰⁶.

Я нашел момент летнего солнцестояния, наблюдая [это] в ал-Джурджании, как я [об этом уже] упоминал, около двадцати одного с половиной и одной десятой часа, прошедших после полудня упомянутой пятницы¹⁰⁷. Полная дата по эре Набонассара для этого момента для Газны была 1763 [года] $6^{\text{p}}5'55''42'''12^{\text{IV}}$ ¹⁰⁸ суток. Промежуток времени между [этими] двумя моментами [равен] 1447 [годам] $11^{\text{p}}21'2''17'''32^{\text{IV}}$ [суткам], откуда получается длина года $365^{\text{p}}14'33''22'''$ с остатком 951 ¹⁰⁹ 1447 -х терции суток.

После [Метона и Евктемона] солнцестояние наблюдал в городе Афины Аристарх¹¹⁰. [Это] было на закате Солнца в воскресенье двадцать восьмого [дня] восьмого месяца четыреста [шестидесят] восьмого года¹¹¹. Промежуток времени между [этим солнцестоянием] и тем, который мы наблюдали, — 1295 [лет] $10^{\text{p}}13'32''57'''32^{\text{IV}}$ [суток] и год [равен] $365^{\text{p}}14'31''38'''$ [суток] с остатком 543 ¹¹² 1295 -х терции. Если мы учтем промежуток времени между двумя предшествующими наблюдениями, получится || дробь года между ними — $0^{\text{p}}14'48''$ с остатком 3 19 -х 642 секунды.

После них Птолемей нашел это солнцестояние в Александрии ночью, утро которой [было] в пятницу двенадцатого [дня] двенадцатого месяца восемьсот восемьдесят седьмого года¹¹³. Если мы сравним это число с результатом первого наблюдения, принадлежащим Метону, то дробь года будет $0^{\text{p}}14'47''$ с остатком 483 571 -х секунды¹¹⁴. Если мы сравним его со вторым [наблюдением], которое было в дни Аристарха, дробь года будет $0^{\text{p}}14'47''$ с остатком 307 419 -х секунды.

Если мы сравним это с тем, что мы нашли, то промежуток времени будет 876 [лет] $7^{\text{p}}5'13''37'''2^{\text{IV}}$ [суток]¹¹⁵, а дробь года — $0^{\text{p}}14'23''16'''$ с остатком 184 219 -х терции¹¹⁶. Но Птолемей наблюдал осеннее равноденствие после летнего солнцестояния — это второе из двух осенних [равноденствий] в таблице; по нему он вычислил [величину] года. Промежуток времени между осенью, следующей за летом, и между [другой]

осенью, следующей за летом, обеими, которые мы наблюдали в Хорезме,— 876 [лет] $7^{\text{p}}5'57''49'''52^{\text{IV}}$ [суток]¹¹⁷ и величина года — $365^{\text{p}}14'26''46'''$ с остатком 34 219-х терции. [Это] должно было быть близко, если не совпадать с тем, что определяется по двум летним [солнцестояниям].

Однако момент солнцестояния Птолемей [определил] ошибочно, и в его датах есть неясность: довод в пользу этого — то, что промежуток времени лета у него предельно уменьшен по сравнению с тем, что принимается для этого сейчас, как будто невозможно было определить момент солнцестояния. Поэтому древние астрономы вынуждены были отклоняться в этом от истины. Убедительное свидетельство этому — то, что грек Назиф ибн Йемен¹¹⁸ писал в письме мне, что Абу Сахл ал-Кухи¹¹⁹ наблюдал это в Багдаде в своем доме на вогнутой сфере, диаметр которой двадцать пять локтей, а центр — отверстие в крыше.

Он нашел летнее солнцестояние в первом часу ночи, утро которой—
643 день субботы шестнадцатого хазира на || тысяча двести девяносто девятого года [эры] Александра¹²⁰. Зидж Хабаша ал-Хасиба¹²¹ свидетельствует¹²² о том, что он был до полудня в субботу в минутах $20'32''^{123}$. Если мы возьмем то, что нашел Абу Сахл в конце упомянутого часа, а часы наиболее длинного дня там — $14^{\text{h}}17'$, [то данные] зиджа отличаются от этого на $35'20''30'''$. Найденное нами опережает это на величину двенадцати минут суток. Действие Абу Сахла опережает найденное нами примерно на сорок семь и одну треть минуты [суток].

Затем Абу Махмуд ал-Ходженди¹²⁴ нашел это солнцестояние через шесть лет после этого в Рее при помощи секстанта¹²⁵, диаметр которого — восемьдесят локтей, в полночь, утро после которой — воскресенье второго [дня] седьмого месяца тысяча семьсот сорок второго года¹²⁶ в Багдаде в соответствии с разницей между долготами [этих двух городов] приблизительно в две с половиной минуты до полуночи. Поэтому, если мы возьмем дробь года в четырнадцать с половиной минут, то за шесть лет получатся сутки и двадцать четыре минуты. Если мы прибавим это к частям упомянутого часа, то получим $29^{\text{p}}52'$ [суток] шестого месяца. Это сделал Абу Сахл. То, что нашел Абу Махмуд, отстает от этого приблизительно на тридцать девять минут. [Результат] ал-Ходженди превысил то, что наблюдали мы, приблизительно на восемь минут. Это — одна треть и одна пятая часа. Поэтому более верно предпочесть это первому, поскольку мы предпочитаем то, чем руководили сами; здесь отставание от зиджа Хабаша подобно отставанию равенденствия. Промежуток времени между Метоном и ал-Ходженди — 1425 [лет] $11^{\text{p}}15'19''58'''10^{\text{IV}}$ [суток]. Отсюда получается дробь года $0^{\text{p}}14'33''15'''$ с остатком 203 215-х¹²⁷ терции.

644 || **Вопрос:** Каковы ошибки в эрах в «Альмагесте» и в наблюдениях Птолемея летнего солнцестояния?

Ответ: Когда он хотел определить место апогея, о промежутке времени весны было известно, что он [составляет] девяносто четыре с половиной суток, а промежуток времени лета — девяносто два с половиной суток. Он пользовался этими промежутками. Далее Птолемей подробно разъясняет, что он нашел весеннее равноденствие в седьмой день девятого месяца через час после полудня. То, что истекло после полудня первого дня этого месяца,— шесть суток и один час, так как то, что полностью истекло, всегда меньше [порядкового] числа суток месяца на единицу. О летнем солнцестоянии [он говорит], что нашел его после полуночи, утро которой — двенадцатый день двенадцатого месяца, приблизительно в два часа. Тогда, в соответствии с тем, что мы говорили, то, что полностью истекло от полудня первого дня,— десять суток и четырнадцать часов. Об осеннем равноденствии [он говорит], что нашел его в девятый [день] третьего месяца, приблизительно через час после восхода Солнца. То, что полностью истекло здесь,— семь суток и двенадцать часов. Упрощенное представление об этом таково, что это время перешло от весеннего [равноденствия] к осеннему [равноденствию] через летнее солнцестояние, а на самом деле не так, а именно: начало этого — осеннее равноденствие, затем после него — весеннее равноденствие и летнее солнцестояние после их обоих.

Доказательство правильности того, что я сказал — в том, что Птолемей установил один год эры, а именно: четыреста шестьдесят третий после смерти Александра¹²⁸. Эти три точки попадут вместе в один год коптов, только если начать этот год с осеннего равноденствия. Он также говорит, упоминая об обоих равноденствиях, что между ними — сто восемьдесят || восемь суток с четвертью, это — в промежутках времени 645 южной половины [эклиптики]. Если прибавить это ко времени осеннего равноденствия, получится то, с чем сказано для весеннего равноденствия. Что же касается летнего солнцестояния, то, если действовать с промежутком времени весеннего равноденствия так же, как было указано, результат будет на час позже указанной полуночи, а вначале было сказано, что во всех случаях на два часа. Если прибавить упомянутый промежуток времени лета к его солнцестоянию, то результат будет приблизительно на четверть суток позже наблюдавшегося времени осеннего равноденствия, то есть время осеннего равноденствия отстает от наблюдавшегося на год. Упомянулось также, что этот год — третий год царствования Антонина¹²⁹. Далее, для [определения] положения Солнца при среднем движении использовалось наблюдение осеннего равноденствия в семнадцатом году царствования Адриана¹³⁰. Если то, что истекло из третьего месяца до него,— [это] шестнадцать полных дней, вычисленных от полудня, и два часа, а царствование Адриана [продолжалось] двадцать лет, то от семнадцатого из них до третьего [года]

царствования Антонина был промежуток времени в семь лет, а их четверти суток составляют приблизительно день и три четверти. Поэтому, если прибавить это к предшествующему из двух осенних равноденствий¹³¹, то получится семь дней и двадцать часов третьего месяца. Это близко к тому, что наблюдалось. Далее, если [это] семнадцатый год Адриана, то то, о чем упоминает Птолемей, было в восемьсот восьмидесятом году Набонассара¹³². Если вычесть из этого то, что между Набонассаром и смертью Александра, то есть 424 [года], останется 456 лет от смерти Александра в неполном году при первом наблюдении. Если прибавить к этому семь [лет] — между обоими наблюдениями, получится 463. Это и есть тот год, в котором наблюдались три точки.

646 Имеется ошибка в том, что эта || дата приводится им в неполном году, но ранее упоминалось осеннее равноденствие, которое наблюдал Гиппарх по прошествии двух суток и половины первого дня добавочных суток. Он говорил, что этот год был через сто семьдесят восемь лет после смерти Александра. Это не так, если определить дату согласно годам коптов и их месяцам: это сто семьдесят семь неполных лет, а восьмой меньше их на один [день] и о семьдесят восьмом нельзя сказать чего-либо, кроме того, что конец этого года — когда кончается двенадцатый месяц, а это нельзя одобрить, так как добавочные [дни] копты считают в году и называют их малым месяцем — тринадцатым.

Причина этих ошибок — пользование месяцами не в их годах и различными месяцами разных далеких народов. Если даже действия [с этими месяцами и годами] в это время для нас неизвестны, а ему были известны, то он скрыл от нас неизвестное. Сам же Гиппарх хорошо знал об этих месяцах и годах, но даже при внимательном рассмотрении и детальном изучении у него не видно и следа того, что говорил Птолемей. В действиях Гиппарха видна приблизительность, упрощенность и нестрогость. Но так как его книга утеряна и действия скрыты, то, что сделано Птолемеем, мы принимаем за самое лучшее по точности. Когда он сравнивает свое осеннее равноденствие с осенним равноденствием Гиппарха, а между ними — двести восемьдесят пять лет, то он говорит, что необходимые четверти [суток] в этих годах [составляют] семьдесят один день с четвертью, на самом же деле они [составляют] семьдесят один день с четвертью и одной двадцатой. Отсюда выясняется, что осеннее равноденствие было через одну пятую часа после восхода Солнца, в то время, как он [говорил], что через полный час и через не большее полу- часа, так что следует округлить это [до часа].

647 Причиной этого не является разность двух долгот, || поскольку наблюдения Гиппарха проводились на острове Родос.

Птолемей учел это при наблюдениях Луны, которые точнее, чем наблюдения Солнца в полдень в Александрии. [Птолемей], говоря о двух

весенних равноденствиях, соответствующих этим двум осенним, [упоминает], что избыток [составлял] семьдесят суток с четвертью без одной пятой часа. Из этих двух сообщений вытекает, что осеннее равноденствие было через одну пятую часа после восхода Солнца, а весеннее — после полудня также через одну пятую часа, а не через полный [час].

Промежуток времени [пробывания Солнца в] южной половине [эклиптики], как он упоминает, составляет сто семьдесят восемь дней с четвертью. В соответствии с этими двумя равноденствиями солнцестояние было бы на одну пятую часа позже упомянутой полуночи, если бы промежуток времени между двумя равноденствиями соответствовал бы тому, что взято за основу. Но так как солнцестояние [было] через два часа после полуночи, как говорилось о его наблюдении [Птолемеем], то промежуток времени весны [составляет] девяносто четыре дня с тремя десятими и четыре пятых часа. Остается промежуток времени лета, [равный] девяносто двум дням с одной десятой и одной пятой часа. Это будет [нам] нужно позже.

Обратимся теперь к тем двум наблюдениям осеннего равноденствия, которые мы провели в Газне. Первое из них — то, в котором принималось достаточно предосторожностей. Это то, где я измерил высоту [Солнца] в меридиане с помощью квадранта ¹³³, диаметр которого девять локтей, и нашел ее в четверг четырнадцатого [дня] первой джумады четырехста десятого года хиджры, то есть в день абан — десятый день михр-маха триста восемьдесят восьмого года Йездигерда и семнадцатого зула тысяча триста тридцатого года эры греков¹³⁴, я нашел ее при помощи алидады¹³⁵ несколько больше, чем $56^{\circ}43'$, а при помощи отвеса — $56^{\circ}44'$. Дополнение широты города [в этом случае] — $56^{\circ}25'$. || Поэтому 648. равноденствие было через девятнадцать часов после полудня и запаздывало относительно [данных в] зидже ал-Ма'муна¹³⁶ приблизительно на двенадцать с половиной минут, так как положение Солнца в упомянутом зидже для полудня — $29^{\circ}25'$ ¹³⁷ Девы¹³⁸, а за девятнадцать часов оно переместится на $0^{\circ}47'42''$ ¹³⁹. Поэтому, согласно этому зиджу, положение Солнца по истечении этих часов будет в $0^{\circ}41'42''$ ¹⁴⁰ Весов. Это совпадает с теми [положениями Солнца] по наблюдениям в Хорезме, которые мы поместили в таблицу. Положение Солнца в полдень там было в это время в $0^{\circ}10'$ Весов, а по истечении одного часа — в $0^{\circ}12'27''$ Весов и также запаздывало несколько больше, чем на двенадцать минут. Если дробь года [составляет] $[0^{\circ}] 14'26''13'''$, то [за три года] она будет в три раза больше, [то есть] $[0^{\circ}] 43'20''39'''$. Поэтому, если мы примем одно из двух наблюдений за истинное, и прибавим [эту] величину к предыдущему из них или вычтем ее из последующего, то разность между полученным и имеющимся составит три секунды и сорок девять терций. Это то, что инструменты в принципе не в состоянии установить. Из того, что я изу-

чил из написанного Абу-л-Хасаном ас-Самири¹⁴¹, а он из тех, кто учился в городе Мира¹⁴², [я понял], что разница в вычислении составляет в наше время тринадцать минут. Это подтвердилось и при повторном [измерении]. Если мы проведем то же сравнение, которое выполнил Птолемей по отношению к тому, что было у Гиппарха, и прибавим промежуток времени между ними к полным оборотам в этом [промежутке], то тем самым мы измерим то, что имеется у нас, при помощи первого из двух наблюдений Птолемея, удлинив промежуток времени. Это наблюдение было в Александрии в восемь часов в среду седьмого [дня] исфандармуз-маха 649 за пятьсот лет до Йездигерда¹⁴³. || Между обоими моментами [времени]—восемьсот восемьдесят семь лет, каждый из которых [составляет] триста шестьдесят пять дней, как у древних египтян, а к полным годам добавляем двести тринадцать дней, тридцать минут, двадцать пять секунд и сорок терций [суток]. Поэтому, если мы разделим промежуток времени на полные обороты, содержащиеся в нем, а их число равно числу годов промежутка времени, получится [величина] года $365^{\circ}14'26''33'''$ с остатком девять восемьсот восемьдесят восьмых терций, так что дробь года, образующая недостаток до четверти дня, [составит] приблизительно десять сто девярых суток. А более точно, если годовых оборотов 9 579 600, то суток в них будет 3 498 860 777; если мы разделим градусы этих оборотов, то есть $3\ 448\ 656\ 000^{\circ}$ ¹⁴⁴ на сутки, или разделим градусы 887 оборотов, то есть $319\ 320^{\circ}$ ¹⁴⁵, на тот же промежуток времени [в сутках], мы получим перемещение Солнца за сутки — $0^{\circ}59'8''20'''381^{\vee}21^{\vee}33^{\vee}11^{\vee}$ ¹⁴⁶ с остатком 2 363 137 279 3 498 860 777-х секст. Если мы возвратимся при том же движении от времени наблюдения Птолемея к наблюдению Гиппарха, а от него направимся к одному из наших двух упомянутых наблюдений, получатся времена равноденствий. Определив их по наблюдениям, мы поместили их в таблице. Несмотря на большую разницу в них, они близки к закономерности, так что их можно применить и к промежуткам времени, выходящим [за пределы] этих таблиц, после чего можно прийти к [различным] мнениям о причине этой закономерности.

650

|| Глава седьмая

О ТОМ, ЧТО АПОГЕЙ СОЛНЦА ПОДВИЖЕН

Я говорю в этой [главе], что Птолемей определил положение апогея, то есть положение Солнца, в котором его расстояние от Земли наибольшее. Он обосновал действие на своих определениях промежутков времени прохождения Солнцем четвертей эклиптики. Далее, он указывает, что при нахождении им¹⁴⁷ этих промежутков [времени] место апогея совпало с тем, которое найдено Гиппархом, откуда, согласно Птолемею,

следовало, что апогею присуща неподвижность. То, что Птолемей следовал людям, заслуживающим доверия во всех их сведениях о наблюдениях, недопустимо в этом искусстве, по меньшей мере следует проверить и убедиться в правильности найденных [результатов] и [в частности, о том], что время весны — девятью четырьмя сутками с половиной, а лета — девятью двумя с половиной — в этом имеются сомнения, о некоторых из них мы упоминали. Так же, как он использовал среднее движение, полученное им, мы также используем то, что получилось у нас, для выяснения причины отклонения от истины в этом [вопросе] и для [определения] уравнения времени по восхождениям на [земном] экваторе, которого требует найденная нами величина склонения.

Пусть DBC — орбита Солнца с центром E , на которой его движение равномерно. Пусть этот центр отклонен от середины мира на EF , и пусть F — центр эклиптики, причем величина расстояния между этим центром и нашим положением на поверхности Земли неощутима. Точка A — точка, в которой видно Солнце в момент весеннего равноденствия. Проведем хорду AFC и перпендикуляр FB к ней*. Тогда C — точка осеннего равноденствия, а B — [точка] летнего солнцестояния.

Проведем $\parallel EN$ параллельно AC и DEG параллельно BF . Тогда сумма промежутков времени весны и лета будет больше полугода. Таким образом, отсюда мы узнаем, что центр E — в сегменте ABC , а по избытку времени весны над временем лета мы определяем, что он — в сегменте¹⁴⁸ ADB .

Что касается среднего движения во время уравненной весны, то оно [равно] $93^{\circ}8'7''33'''$, а во время уравненного лета — $91^{\circ}10'10''22'''$;

сумма их обоих превосходит половину оборота на $4^{\circ}18'17''55'''$, то есть на удвоенную дугу AH . Первая сторона EG ¹⁴⁹ [треугольника EFG] равна синусу половины этого избытка, то есть $0^{\circ}2'15''12'''44^{IV}$. Дуга AHD [равна] сумме DH , то есть четверти оборота, и AH , то есть половине избытка. Если мы вычтем эту сумму из весеннего перемещения [Солнца], останется дуга DB . GF равна ее синусу; это $0^{\circ}1'1''45'''24^{IV}$ — вторая сторона [того же треугольника]. EF квадратирует¹⁵⁰ стороны EG и GF ; это $0^{\circ}2'28''38'''33^{IV}$. [Расстояние] между обоими центрами равно синусу наибольшего уравнения, как разъяснял Птолемей и другие. Дуга наименьшего уравнения — $2^{\circ}21'59''21'''$.

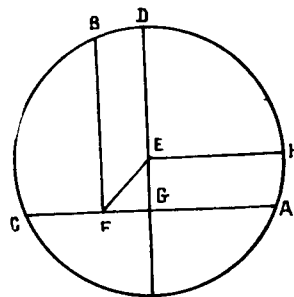


Рис. 93.

E — центр [орбиты] апогея; F — центр эклиптики; A — [точка] весеннего [равноденствия]; B — [точка] летнего [солнцестояния]; C — [точка] осеннего [равноденствия]; D — точка апогея.

651

* См. рис. 93.

Известно, что диаметр, проходящий через оба центра, E и F , доходит до самой удаленной и самой близкой от F точек окружности. FE относится к EG как синус прямого угла G к синусу угла EFG . Поэтому синус угла EFG [равен] $0^{\circ}54'34''36'''26^{IV151}$, а сам этот угол — 652 $65^{\circ}27'7''38'''$. Это расстояние точки, в которой может быть касание¹⁵², от [точки] весеннего равноденствия; поэтому апогей будет в $5^{\circ}27'7''38'''$ Близицеов¹⁵³.

Общепринятый прием для нахождения апогея по наблюдениям в концах времени года [таков]: если мы сложим средние промежутки времени двух четвертей — двух следующих друг за другом времен года — и запомним полуразность суммы и половины оборота, то синус этой полуразности — первая сторона. Затем посмотрим, превосходит ли сумма половину оборота или нет. Если превосходит, вычтем запоминаемое из большего из двух перемещений в этих четвертях; если же половина оборота превосходит сумму, прибавим запоминаемое к большему из двух движений. Затем вычтем из полученного четверть оборота, возьмем синус остатка, то есть вторую сторону, умножим каждую из двух сторон на равное ей и извлечем корень из суммы обоих произведений. Получится расстояние между обоими центрами, то есть синус наибольшего уравнения. Далее разделим на него первую из двух сторон, получится синус расстояния апогея от начала первой из данных четвертей¹⁵⁴.

Мы упоминали об этих обстоятельствах для промежутков времени весны и лета у Птолемея и о том, как пользуются им. Если уточнить по словам его самого, то весна обязательно [наступает] через тринадцать часов и четыре пятых после полных суток, а лето — через десять часов и одну пятую после полных суток.

Это не является отклонением от того, в чем удостоверяется в действительности наблюдатель. Однако Птолемей удерживался осуждать рискованные сообщения, хотя и находил в них разногласия, слыша их. Если мы примем во внимание изложенное выше об этих двух величинах, то среднее движение [Солнца] за весну составит $93^{\circ}12'30''59'''$, а за лето — $91^{\circ}0'44''38'''^{155}$. Первая сторона [равна] $0^{\circ}12'15''11'''42^{IV}$, вторая — 653 $0^{\circ}1'6''22'''16^{IV}$; расстояние между центрами — $0^{\circ}2'30''36'''29^{IV}$, наибольшее уравнение — $2^{\circ}23'51''45'''$, синус [этого] угла — $0^{\circ}53'51''34'''48^{IV}$, [долгота] апогея — $63^{\circ}51'9''17'''$. Величины изменились, хотя всякое такое изменение этих величин мало заметно при подобных наблюдениях, особенно при наблюдениях солнцестояний. Что касается наблюдений позднейших ученых по этому вопросу, то, если применим к этим наблюдениям наши действия, при их объединении получится путаница, главным образом, по причине большой величины изменения благодаря приближенности различия, соответствующего [каждому] наблюдению. Однако все [эти] наблюдения совпадают в том, что апогей сейчас находится

не там, где его указывал Птолемей. Если считать совпадение его положения с положением, найденным Гиппархом, доказательством его неподвижности и отсутствия его движения, то отличие этого положения от тех, на которые указывают позднейшие ученые, есть самое сильное доказательство того, что апогею свойственно движение. То, что перемещается из одного положения в другое, должно пройти [все] расстояние между ними, если оба действия [и древних, и последующих ученых] правильны; однако способ [древних] скрыт от нас, а способ [позднейших ученых] нам доступен.

Во всех этих действиях нужно прибавить к долготе апогея у Птолемея более, чем четверть одной шестой оборота. Я подробно расскажу все, связанное с этим. В частности, Абу Джа'фар ал-Хазин в своих комментариях к «Альмагесту» сообщает, что Халид ал-Мервази, 'Али ибн 'Иса ал-Харрани и Синд ибн 'Али¹⁵⁶ проводили измерения в Багдаде в двести двенадцатом году Йездигерда¹⁵⁷, и нашли промежуток времени весны, [равным] $93^{\text{p}}54'35''$, а лета — $93^{\text{p}}9'20''$. Если мы возьмем при этом среднее, подобно тому, как Птолемей брал среднее в наблюдениях других [ученых], получится [расстояние] между обоими центрами, [равное] $0^{\text{p}}2'19''51'''23^{\text{IV}}158$, наибольшее уравнение, [равное] $2^{\circ}12'17''\|6'''$, и 654 [долгота] апогея, [равная] $80^{\circ}22'9''55'''$.

В «Книге о солнечном годе» Бану Муса, возможно принадлежащей Сабиту ибн Курре¹⁵⁹, [говорится], что промежуток времени весны, найденный в Багдаде в двести первом году Йездигерда¹⁶⁰, [равен] $93^{\text{p}}41'$, а [промежуток времени] от начала осени до конца зимы — $178^{\text{p}}32'30''$. Поэтому промежуток времени лета, то есть то, что осталось от года, дополнение их суммы. Если принять дробь за четверть суток, то лето составит $93^{\text{p}}2'30''$; подсчитав это, получим расстояние между обоими центрами — $0^{\text{p}}2'7''40'''49^{\text{IV}}$, наибольшее уравнение — $2^{\circ}1'57''7'''161$ и [долготу] апогея — $81^{\circ}38'22''28'''$. Если дробь года — $[0^{\text{p}}]14'24''$, то лето [составит] $93^{\text{p}}1'57''$ и получится расстояние между обоими центрами, [равное] $0^{\text{p}}2'10''14'''19^{\text{IV}}$, наибольшее уравнение — $2^{\circ}4'52''98'''$, а [долгота] апогея — $81^{\circ}23'10''10'''$.

Затем ал-Баттани в Ракке в двести пятьдесят первом году Йездигерда¹⁶² нашел, что весна [равна] $93^{\text{p}}35'$, а лето — $93^{\text{p}}1'52''$, поэтому расстояние между центрами [равно] $0^{\text{p}}2'4''29'''19^{\text{IV}}$, наибольшее уравнение — $1^{\circ}13'54''11'''163$, а [долгота] апогея — $82^{\circ}7'38''23'''$.

Сулейман ибн 'Исма в Балхе в двести пятьдесят седьмом году Йездигерда¹⁶⁴ нашел, что она [равна] $93^{\text{p}}27'30''45'''$, а лето — $93^{\text{p}}2'25''25'''$, поэтому расстояние между центрами у него [равно] $0^{\text{p}}2'0''28'''15^{\text{IV}}$, наибольшее уравнение — $1^{\circ}55'8''50'''165$, а [долгота] апогея — $83^{\circ}51'1''1'''166$.

Абу-л-Вафа в Багдаде в триста сорок третьем году Йездигерда¹⁶⁷ нашел, что весна [равна] $93^{\text{p}}30'8''$, а лето — $93^{\text{p}}7'10''$, поэтому расстояние между центрами || [равно] $0^{\text{p}}2'4''10'''49^{\text{IV}}$, наибольшее уравнение — 655

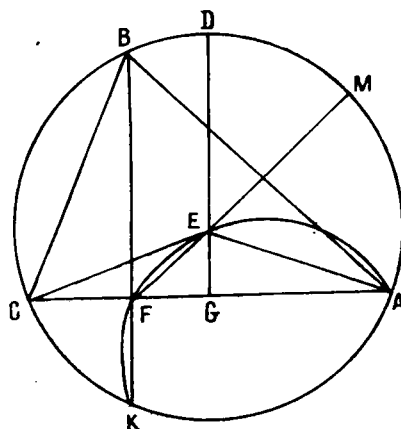


Рис. 94.

E —центр орбиты апогея; F —центр эклиптики; A —[точка] весеннего [равноденствия]; B —[точка] летнего [солнцестояния]; C —[точка] осеннего [равноденствия]; M —апогей.

$1^{\circ}59'55''47'''44^{IV172}$. Если мы разделим разность квадратов AB и BC на основание AC и возьмем полусумму частного и AC , то получится AF , [равная] $1^{\circ}0'8''11'''28^{IV173}$. Разность между тем, что у нас получилось, и AC — $0^{\circ}59'47''36'''16^{IV174}$. Это FC , равная FK , так как AFK — ломаная линия для дуги $AEFK$, которая делится в E пополам¹⁷⁵. Поэтому квадрат AE равен квадрату EF вместе с произведением AF на FK . Если мы умножим AF на FC и вычтем произведение из квадрата AE , то есть полного синуса¹⁷⁶, останется квадрат EF , и то же получится, если вычтешь из [суммы] квадратов AE и AF удвоенное произведение AF на AG . Если мы вычтем из суммы квадратов EA и AF удвоенное произведение AF на половину AC , [также] останется квадрат EF . Квадрат EC [получится, если] прибавить к сумме квадратов EF и FC || удвоенное произведение CF на FG . Поэтому, если мы вычтем удвоенное произведение FC на FG , являющееся разностью между двумя «внешними» [GC и CF], вместе с квадратом FC из квадрата полного синуса, останется квадрат EF ¹⁷⁷.

В каждом из этих трех действий получится длина $EF=5^{\circ}2'3''26'''24^{IV}$ и наибольшее уравнивание $1^{\circ}57'54''1'''178$. EF относится к FG как синус прямого угла G к синусу угла GEF , поэтому угол $GEF=4^{\circ}46'59''11'''179$.

Продолжим EF в ее направлении до M , то есть до места апогея. Получится дуга DM , угол которой известен; дуга $DB=0^{\circ}10'17''36'''$ и вся дуга MB известна. Особо отметим ее: она близка к $0^{\circ}9'55''$. Поэтому место апогея — $25^{\circ}13'5''24'''$ Близначев.

* См. рис. 94.

$1^{\circ}58'36''30'''$, а [долгота] апогея — $84^{\circ}35'45''50'''$ ¹⁶⁸. Я нашел в ал-Джурджании в Хорезме в триста восемьдесят пятом году Йездигерда¹⁶⁹ промежуток времени весны, [равный] $93^{\circ}28'$, а лета — в $93^{\circ}3'$ ¹⁷⁰.

Вернемся к тому, что нам необходимо на предыдущем чертеже. Тогда в соответствии с тем, что у нас имеется, дуга AB [равна] $92^{\circ}7'11''2'''$, дуга $BC=91^{\circ}47'31''30'''$.

Опишем около треугольника AEF круг*. Соединим FK , AB , BC и EC . Тогда стороны треугольника ABC известны, так как хорда $AB=1^{\circ}26'24''27'''39^{IV}$ ¹⁷¹, хорда $BC=1^{\circ}26'10''9'''4^{IV}$, хорда $AC=$

Если кто-нибудь захочет сравнить оба действия, то действие Птолемея предпочтительнее в двух отношениях. Первое — это то, что из него исходили в своих измерениях [все] позднейшие ученые, следовавшие друг за другом в течение двухсот лет до нашего времени, считавшие, что этот апогей [находится] в третьей, то есть последней, [трети] Близнецов, и его градусы возрастают с течением дней, хотя это возрастание нерегулярно. Второе: их данные [и данные Птолемея] о началах и серединах времен года близки и не противоречат друг другу. Для определения начал времен года необходим момент солнцестояния, о котором мы говорили выше, что его трудно определить. Если бы это было не так, то можно было опираться на то, чем мы пользовались || при нашем наблюдении солнцестояния. Мы упоминаем данные этих ученых, полученные наблюдением солнцестояния; мы определили солнцестояние, о котором упоминаем, исходя из промежутка времени за исключением первого. Промежутки времени здесь рассматриваются как суммарно, так и по отдельным сообщениям, [в том числе] те, которые, по-видимому, отвергал-Ма'мун. 657'

Далее мы говорим, что результат упомянутого выше — это то, что избыток [расстояния] между центрами над двумя минутами — малая величина, которая не остается постоянной из-за невозможности проверки наблюдения. Апогей удаляется от места, в котором его упоминал Птолемей. Поскольку при определении солнцестояния имеются трудности, а склонение в течение одного дня около момента солнцестояния максимально, в отличие от поведения склонения при обоих равноденствиях, ученые перешли от точек изменения начал времен года к точкам, в которых приращение склонения больше, чем его приращение при солнцестоянии, хотя и меньше, чем его приращение при равноденствии¹⁸⁰. Это — середины времен года, то есть середины постоянных знаков зодиака¹⁸¹. Пусть в этом случае четверть от середины знака Водолея до середины знака Тельца называется восточной четвертью, а противоположная ей [четверть] — западной, [четверть] от середины знака Тельца до середины знака Льва — северной, а противоположная ей [четверть] — южной. Далее я говорю, что впервые то, что рассказывают об этом, наблюдалось в Шаммасии в двести девяносто девятом году Йездигерда¹⁸². Там нашли протяженность западной четверти — $94^{\circ}48'20''$ ¹⁸³, а южной [четверти] — $88^{\circ}35'50''$ ¹⁸⁴. Расстояние между центрами, соответствующее этому, согласно изложенному выше действию четвертей времен года, [равно] $0^{\circ}2'14''28'''21''$ ¹⁸⁵, [долгота] апогея — $61^{\circ}28'22''40'''$ ¹⁸⁵. Место апогея продвигается вперед у всех позднейших ученых после Птолемея, за исключением индийцев. Если сравнить [результат наблюдения в Шаммасии] с [результатами, полученными] после него аналогичным методом, то ясно, что наблюдение середины лета в Шаммасии не || правильно, а это поро- 658:

дило ошибки, которые обнаружили при ал-Ма'муне. Мы уже упоминали, что он отверг наблюдения в Шаммасии в это время и позже, в двести первом году Йездигерда¹⁸⁶. В «Книге о солнечном годе» говорится, что [тогда] была найдена протяженность восточной [четверти] — $91^{\circ}45'20''$ и сумма их обоих превосходит половину оборотов на $4^{\circ}18'17''55'''$, то есть протяженность северной [четверти составляет] $94^{\circ}11'20''$. Однако, если мы обратимся к тому, что упоминается в [этой книге] о времени наблюдений, то найдем положение Солнца в середине Водолея после полудня третьего дня дай-маха в двухсотом году Йездигерда в $35^{\circ}30'$, в середине Тельца после полудня пятого фарвардин-маха в двести первом году Йездигерда в $20^{\circ}50'$ и в середине Льва после полудня девятого тир-маха¹⁸⁸ в $32^{\circ}5'$. Поэтому, если мы будем следовать этим действиям по другим сообщениям, отбрасывая секунды часов, как указывалось, то протяженность северной четверти [составит] $94^{\circ}11'15''$, то есть на пять секунд меньше, чем то, что найдено [выше]. При этом получится расстояние между двумя центрами при абсолютном времени¹⁸⁹— $0^{\circ}2'4''28'''40^{\text{IV}}$ ¹⁹⁰, а [долгота] апогея — $81^{\circ}11'55''32'''$ ¹⁹¹. Если мы приведем время, получится расстояние между центрами— $0^{\circ}2'8''59'''27^{\text{IV}}$ ¹⁹², а [долгота] апогея— $81^{\circ}4'22''47'''$ ¹⁹³. Мы указываем оба эти [результата], чтобы показать ту разницу в этих вещах, которую порождает в этих величинах различие между абсолютным и приведенным временем, а также для того, чтобы можно было представить то, о чем мы говорим, и проверить это.

После этого Абу-л-Вафа в Багдаде в триста сорок пятом году Йездигерда¹⁹⁴ нашел протяженность восточной четверти — $91^{\circ}34'25''$, а северной — $94^{\circ}9'7''30'''$, так что расстояние между центрами — $0^{\circ}2'5''11'''2^{\text{IV}}$ ¹⁹⁵, а [долгота] апогея — $85^{\circ}0'15''32'''$.

659 || Абу Хамид ас-Сагани¹⁹⁶ в Багдаде в триста пятьдесят пятом году Йездигерда¹⁹⁷ нашел протяженность восточной [четверти] в $91^{\circ}46'40''$ ¹⁹⁸, а северной — в $94^{\circ}10'$. При этом расстояние между обоими центрами получилось — $0^{\circ}2'6''13'''17^{\text{IV}}$ ¹⁹⁹, а [долгота] апогея — $81^{\circ}2'29''45'''$. В этом случае мы ошиблись больше, чем в предыдущем. Сердце исследователя не должно печалиться из-за этой ошибки, чтобы не казалось невозможным ему достижение истины в сущности вещей. Ученый знает, что расстояние между центрами не может измениться за один год, даже если оно [вообще] изменится, а также [долгота] апогея, так как она не колеблется вперед и назад. Если [ученый] хочет выяснить это сам, то это возможно для него двумя способами, которыми он [может] воспользоваться.

Первый из них — [способ] Сулеймана ибн 'Исмы, который был усерден в поисках уточнения и намного опережал [других своими] способностями. Он нашел в эре, о которой мы говорим, протяженность весны $93^{\circ}27'31''$, лета — $93^{\circ}2'25''$, осени — $89^{\circ}22'42''$ ²⁰⁰ и зимы — $89^{\circ}34'49''$ ²⁰¹, так что если учитывать действия в северной половине [эк-

липтики], то получится то, что мы получили раньше. Если же учесть нисходящую половину [эклиптики], то расстояние между центрами получится — $0^{\text{p}}2'0''27'''$, а [долгота] апогея — $83^{\circ}51'1''^{202}$. Для южной половины расстояние между центрами — $0^{\text{p}}2'6''13'''14^{\text{v}}203$, а [долгота] апогея — $83^{\circ}55'8''^{204}$. В восходящей половине это расстояние между центрами составит — $0^{\text{p}}2'0''27'''^{205}$, а [долгота] апогея — $83^{\circ}11'11''^{206}$.

Второй способ — Абу Хамида, который нашел протяженность восточной четверти — $91^{\text{p}}46'40''$, северной — $94^{\text{p}}10'$, западной — $90^{\text{p}}54'50''^{207}$, а южной — $88^{\text{p}}20''^{208}$. Поэтому, если иметь в виду восточную и северную [четверти], нужно то, о чем мы только что упомянули: для северной с западной || расстояние между центрами получается²⁰⁹ равным $0^{\text{p}}2'6''23'''^{210}$, а [долгота] апогея — $82^{\circ}52'33'''^{211}$, для западной с южной расстояние между центрами — $0^{\text{p}}2'10''20'''^{212}$, а [долгота] апогея — $81^{\circ}38'19''^{213}$. Для южной с восточной расстояние между центрами — $0^{\text{p}}2'10''53'''$, [долгота] апогея — $81^{\circ}18'59''$. Этого достаточно, если принять во внимание результаты наблюдений в серединах времен года: в восточной четверти они совпадают с числом полных суток в них, а минут, следующих за ними, больше 33 и меньше 47 при некоторой путанице в их порядке.

Поэтому Абу Хамид согласен с тем, что [изложено] в «Книге о солнечном годе», к этому присоединяется и Абу-л-Вафа. Все это близко к [результатам для] северной [четверти]. О наблюдениях в Шаммасии рассказывают, что [эта величина] выходит за пределы единогласия приблизительно на полтора суток. Если это так, то более правильно обратиться к тому, чему следую я. Это для меня очевидно и укрепляет меня в вере [в это]. Я нашел протяженность северной четверти в двух случаях — $93^{\text{p}}56'40''^{214}$, а в третьем — $93^{\text{p}}13''^{215}$; протяженность западной [четверти] с избытком над девяносто одним [градусом] в минутах [первый раз] 3', второй — 10', а третий — $16'40''$. Я ставлю это в вину инструментам и неумению производить точные измерения, ту же помогает даже чрезмерное усердие.

Что касается [наблюдений, проведенных] в городе Газне, то в моих наблюдениях не было двух диаметрально противоположных мест для Солнца на эклиптике, оно все время находилось в нисходящей половине и незначительно выходило за оба конца этой половины по причине наибольшего склонения; какая-то внешняя помеха мешала наблюдать остальное. Но всякие три точки на эклиптике, каковы бы они ни были, могут привести к двум искомым [величинам], которые мы определили.

Однако из-за длительности действий, и того, что много приходится иметь дело с синусами и хордами, || в которых имеются различия, как об этом будет упомянуто, то при наблюдениях Луны я был вынужден отказаться [от этого] и обратиться к тому, что я делал в Хорезме. В соот-

ветствии с широтой ал-Джурджани, о которой я упоминал, полученная высота середины знака Тельца при этом была равной полуденной высоте середины знака Льва, о которой мы говорили, что она [равна] $64^{\circ}9'$.

Я нашел в ал-Джурджани полученную высоту в двадцать второй день урдибихишт-маха триста восемьдесят пятого года Йездигерда²¹⁶, превышающую $64^{\circ}11'$ приблизительно на четверть минуты. Получилась половина продолжительности весны после полудня в воскресенье девятнадцатого [дня] урдибихишт-маха, [равная] в минутах суток $51'30''$. Выше я упоминал о времени, когда я нашел середину лета и осени этого года. Абсолютный промежуток времени между серединами весны и лета — $94^{\circ}8'30''$. Что же касается [этого промежутка], приведенного при помощи уравнения времени, то это — $94^{\circ}8'52''$, среднее Солнце в нем — $92^{\circ}47'48''42'''$. Абсолютный промежуток времени между серединами лета и осени — $91^{\circ}4'30''$, а приведенный — $91^{\circ}3'44''$, среднее Солнце в нем — $89^{\circ}45'18''31'''$.

Если мы будем действовать так же, как и раньше, то первая сторона — $0^{\circ}1'20''10'''51^{\text{IV}}$, вторая сторона — $0^{\circ}1'35''32'''501^{\text{V}}$, расстояние между центрами — $0^{\circ}2'3''43'''251^{\text{V}}$, его дуга — $1^{\circ}59'7''35'''$, синус расстояния [точки] касания от середины Тельца — $0^{\circ}38'33''54'''591^{\text{V}}$, а [долгота] апогея — $84^{\circ}59'11''9'''$.

Из всего изложенного ясно, что апогей Солнца перемещается. Это противоположно тому, что было у Птолемея.

О ВЕЛИЧИНЕ ДВИЖЕНИЯ АПОГЕЯ

Когда Гиппарх исследовал движение апогея с помощью действия, подобного нашему, то он нашел, что обороты по эклипике, то есть солнечные годы, не равны²¹⁷, но если среднее движение происходит по орбите апогея, то орбиты равны. Поэтому он пытался определить [среднее движение] с помощью действий, не связанных с годами, так как они не равны.

По-видимому, ему было ясно, что общее движение апогеев — то, которое [относится к собственному движению] сферы неподвижных звезд. Поэтому он стремился определить равные обороты по соединениям Солнца с неподвижными звездами и его возвращениям к каждой из них. Птолемей хотел таким образом найти длину солнечного года; он пытался показать, что солнечный год необходимо определяется возвращением Солнца к неподвижным звездам²¹⁸; это не мешало другим, кроме Гиппарха, определить его [длину] по возвращению Солнца к одной из планет. Но тогда для Солнца будет много годов.

Если бы кто-нибудь выступал от имени Гиппарха, то он в своем ответе о годе²¹⁹ сказал бы, что его обстоятельства ясны и не скрыты по растениям и животным, а более всего по людям и что год — промежуток времени, который содержит четыре времени года и заканчивается возвращением Солнца к своему месту на эклиптике. Прежде всего год освободился [от связи с эклиптикой] по причине того, что в нем главенствующую роль заняли положения Луны. Затем знай, что я не ставлю своей целью этот год, так как он не всегда имеет одну и ту же постоянную величину, чтобы я мог получить среднее движение Солнца. Равные обороты Солнца, меньшие года, связаны с орбитой апогея, а не с эклиптикой. У меня нет никаких наблюдений, которые привели бы меня к величине движения апогея по его положениям [на эклиптике]. Поэтому я склоняюсь к твоему мнению, что движение апогеев планет аналогично движению апогеев неподвижных звезд, хотя ты не согласен со мной по вопросу об апогее Солнца. || Я не согласен с тобой в этом, потому что движение апогея Солнца для меня очевидно, так как это движение — всеобщее, оборот Солнца по своей орбите апогея по моим данным равен его возвращению к неподвижной [звезде]. Но я не называю это годом, чтобы ты не бранил меня и не изобличал в непоследовательности. Если бы я нашел оборот его равномерного движения по его возвращениям к планете, то как бы я мог воздержаться от попытки установить [длину года] по этому [обороту]?

663

Вопрос: Каково различие годов при движении апогея?

Ответ: Мы определим величину²²⁰ этого различия настолько, насколько потребуется нам в этом и других действиях.

Пусть $ABCD$ — орбита апогея с центром E , AED — ее диаметр, соответствующий двум расстояниям [Солнца от центра мира], самому далекому и самому близкому*. Из центра F эклиптики восстановим перпендикуляр FC к этому диаметру и проведем отрезок EC . Тогда угол ECF будет уравнением для дуги AC . Это — избыток угла AEC над углом AFC , то есть наибольший из всех углов уравнений перед C и после нее.

Пусть угол EBF — тот, который соответствует положению Солнца перед C . Опустим перпендикуляр EH на FB , он [попадет] между точками

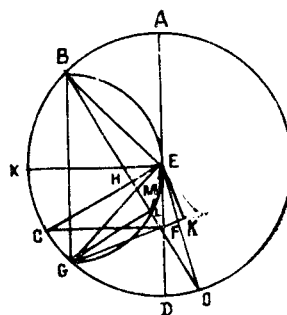


Рис. 95.

E — центр орбиты апогея; F — центр Мира; A — апогей; D — перигей; $\angle ECF$ — [угол, равный] наибольшему уравнению; C — [точка] наибольшего угла.

* См. рис. 95.

664 F и B , так как угол EFB — острый, а EF больше этого перпендикуляра, поскольку она $[EF]$ квадратирует его и FH . EB относится к EH , как синус прямого угла ENB к синусу угла EBH , а EC относится к EF , как синус прямого угла EFC к синусу угла ECF , но EB и EC равны, а EH — синус угла EBH , вписанного в круг с полудиаметром EB , являющийся орбитой апогея. Таким же образом EF — синус угла ECF , отношение $EF \parallel$ к EC больше отношения EH к EB и угол ECF больше угла EBF .

Пусть теперь угол EGF — из тех, которые после $[C]$. Опустим перпендикуляр EK на GF , он упадет за точкой F , так как угол EFG — тупой. $[EK]$ меньше EF , так как ее квадрат — часть квадрата EF . Так же, как мы доказывали, докажем, что отношение EF и EC также больше отношения KE и EG . Поэтому угол ECF также больше угла EGF .

Далее, пусть заданы две равные дуги AB и DG . Тогда угол EBF меньше угла EGF , так как если мы опишем около треугольника EGB круг, касающийся AD в точке E , то он пересечет BF в M . Если мы соединим G с M , то углы треугольника BEL будут равны углам треугольника GML , так что угол EBL будет равен углу MGL ; но угол MGL — часть угла EGF . Поэтому угол EBM — также часть угла EGF и, следовательно, меньше его. Это и есть то, что мы хотели доказать. Если мы восставим перпендикуляр EX к AD , то EF будет равна синусу дуги XC . Но эта дуга измеряется наибольшим углом ECF и, следовательно, этот угол — наибольшее уравнение. Его место на эклиптике во всех случаях в квадратуре к апогею²²¹.

665 Точно также, если мы проведем из центра E к [линии] FB параллель — одну \parallel из двух или нескольких линий, [являющихся сторонами] угла истинного положения [Солнца], то угол между этой линией и линией видимости орбиты апогея — уравнение этого аргумента.

Далее продолжим BF до O . Тогда известно, что это диаметр эклиптики, соединяющий два его диаметрально противоположных градуса. Соединим E и O . Тогда EH , синус угла EOF , является и синусом угла EBF и, следовательно, для двух диаметрально противоположных градусов эклиптики уравнение будет одно [и то же].

Но для аргумента AB уравнение — это недостаток [среднего перемещения] до истинного, а для аргумента ADO это — избыток. Поэтому разность между диаметрально противоположными аргументами AB и DO вдвое больше этого уравнения.

Вернемся к орбите апогея и отложим на ней две равные по величине дуги BC и CK^* . Соединим F с B , C и K . Продолжим CF в ее направлении до O , соединим O с B и K . Опустим перпендикуляр KG на OC и продолжим его в его направлении. Он встретится с OB в M . Соединим F

* См. рис. 96.

с M . Так как треугольники KOM и KFM имеют одну общую сторону — перпендикуляр к OFG , \parallel то углы KFG и MFG равны, а угол BFG меньше угла CFK на угол MFB . Поэтому в случае, когда в орбите апогея заданы две равные дуги, более близкая из них к апогею видна [из F] под углом, меньшим, чем угол, под которым видна дуга, более удаленная от [апогея], и наоборот.

Если углы видимости, то есть углы BFC и CFK равны, то соединим O с [точкой] пересечения FB и KM , то есть X . Тогда стороны KF и FX равны, а KO и OM различны, и угол XOG меньше угла GOM на угол XOM .

Если дело обстоит таким образом, то ясно, что замедление [имеет место] по обе стороны от апогея и предельное замедление — в нем самом. Далее замедление постепенно уменьшается и переходит в ускорение, предел которого — в перигее. Затем ускорение уменьшается и переходит

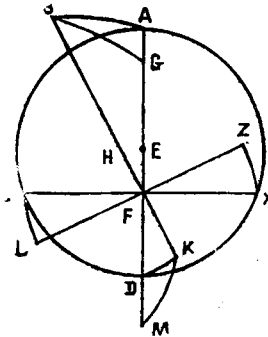
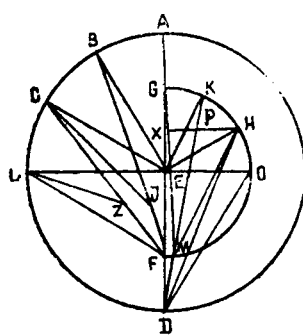
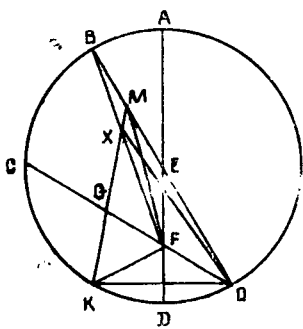


Рис. 96.

A — апогей; D — перигей; E — центр орбиты апогея; F — центр Мира.

Рис. 97.

A — апогей; D — перигей; E — центр орбиты апогея; F — центр Мира.

Рис. 98.

A — апогей в начале; B — апогей в конце; D — перигей в начале; K — перигей в конце.

в замедление по обе стороны от перигея, потому что замедления и ускорения имеют место в соответствии с увеличением и уменьшением приращения уравнений²²².

Для доказательства вернемся к орбите апогея и зададим на ней равные дуги AB , BC и CL^* . Соединим их концы с центрами E и F для получения углов уравнений, вписанных в окружность. Опишем около центра E на расстоянии EF круг FOG , построим угол $GЕК$, равный углу $AЕВ$, отложим дуги $КН$ и $НО$, равные дуге $GК$ и соединим их концы с точками E и D . Затем соединим M с G и H так, чтобы углы $GМК$ и $НМК$ были равны. Опустим перпендикуляр $НР$ на $МК$ и продолжим его до

* См. рис. 97.

667 встречи с MG в X . Соединим G и X и докажем, как мы уже доказывали, что угол GDK \parallel превосходит угол KDH на угол XGD . Таким образом, каждый из двух углов при внешней точке этого круга стягивается двумя равными дугами. Поэтому тот, который опирается на дугу, более близкую к диаметру, больше того, который опирается на дугу, более удаленную от него. Каждый из углов BEF и KED является дополнением равных углов и, следовательно, они равны. Стороны BE и EF равны сторонам DE и EK , поэтому треугольники BEF и DEK равны.

Аналогично этому доказывается равенство треугольников CEF и DEH и треугольников EOD и EFL . Отсюда разность углов EDK и EDH является углом KDH , меньшим угла EDK . Следовательно, угол FCE больше угла FBE и избыток угла FCE над углом FBE — угол FCI .

Таким же образом покажем, что угол HDO меньше угла HDK и что угол ZLF , избыток угла ELE над углом FCE , также меньше угла FCI , избытка угла FCE над углом FBE .

Поскольку установлены эти положения, знай, что замедление движения в апогее переходит в его ускорение в перигее только после того, как оно проходит через равенство [движения] среднему, место которого — место наибольшего угла уравнения, так как приращение [движения] вокруг него не воспринимается ощущением, ибо разность уравнений начинает уменьшаться от апогея до указанного [места] и как бы останавливается в нем, а затем начинает увеличиваться до тех пор, пока Солнце не достигнет перигея²²³.

668 \parallel Вернемся к орбите апогея и примем за начало года каждую из точек A и C^* . Тогда линии FA и FC определяют место на эклиптике, от которого начинается год, [продолжающийся] до тех пор, пока Солнце не вернется к этому месту. Сдвинем апогей на величину AB , а перигей — на величину DK . В то же время BG и KM — на орбите апогея. Тогда G будет местом Солнца на ней в конце года, начало которого — A , а M — местом его в конце года, начало которого — D . Углы AFB и DFK — вертикальные. Но уже было доказано, что если углы при центре эклиптики равны, то их аргументы на орбите апогея различны, причем аргумент того, который ближе к апогею, больше. Следовательно, дуга BG больше дуги KM , но оба года — их дополнения. Поэтому год, начинающийся от апогея, наименьший, а начинающийся от перигея — наибольший, так как дополнение B меньше дополнения KM . Хорда CFX перпендикулярна диаметру AD . Поэтому оба года, начинающиеся от точек C и X , — средние и равные в силу равенства [дуг XZ и CL].

Движение, при помощи которого апогей попадает в [точку] B , — это то, которое сдвигает CFK в положение LFZ . Углы CFZ и XFZ — верти-

* См. рис. 98.

кальные, но \parallel угол XFZ ближе к апогею, поэтому год, начинающийся от X , меньше начинающегося от C . Он будет средним, если будет начинаться от точки, находящейся позади одной из двух точек C и X , и заканчиваться около другой [точки], находящейся впереди первой [точки] в месте равенства приращения уравнений обеих этих точек, когда эти приращения появляются в результате увеличения или уменьшения углов при диаметрально противоположном положении точек.

[Таким образом] устанавливается ход изменения величины годов из-за движения апогея, о котором свидетельствуют наблюдения. Если проявить снисходительность в отношении изменения величины года, порождающего незначительное различие для [величин] первой и второй сторон, [по которым определяется] расстояние между центрами, то различие в секундах для него дает в результате много градусов для места апогея. Если не прекращать этого действия, как поступает тот, кто смотрит на это через пелену [невежества], то при внимательном наблюдении мы найдем, что промежуток времени весны постепенно уменьшается, а промежуток времени лета увеличивается. В этом и состоит вопрос о движении апогея.

Пусть на эклиптике с центром E $[A]$ — точка весеннего равноденствия, B — [точка] летнего солнцестояния и проведены диаметры AEC и BED^* . Предполагается, что апогей [находится] в начале знака Овна. Поэтому он находится на орбите апогея в четверти весны AFH . Проведем из ее центра, то есть P , линию PF , параллельную диаметру EB . Тогда FH будет [дугой] наибольшего уравнения, соответствующего приблизительно середине весны, [продолжительность которой равна] сумме четверти оборота и [дуги] наибольшего уравнения. Мы говорим «приблизительно» потому, что среднее движение имеет место на орбите апогея, а мы берем его теперь на эклиптике, подобно тому, как его брал Птолемей. Ясно, что средняя [продолжительность] зимы будет в этом положении равна средней [продолжительности] весны, средняя [продолжительность] лета — дополнению [средней продолжительности] весны, \parallel и средняя [продолжительность] осени — дополнению средней продолжительности зимы. Пусть затем апогей находится в начале знака Рака. Тогда он будет фактически находиться в четверти весны OXB . Если мы проведем из центра [орбиты апогея], то есть I , линию IX , то отсюда будет известно, что BXO — также сумма четверти [оборота] и [дуги] наибольшего уравнения, так что это — средняя [продолжительность] весны в этом случае. Средняя продолжительность лета равна этому, а для осени и зимы средняя продолжительность является их равными дополнениями. Это —

* См. рис. 99.

величины среднего Солнца во времена года, когда апогей находится в обоих концах четверти весны.

Пусть затем апогей находится в середине весны в середине знака Тельца, то есть в Z . Проведем EZ и опишем около центра орбиты апогея, то есть G , [дугу] в четверти весны, то есть LZ^* . Проведем GK и GM . Так

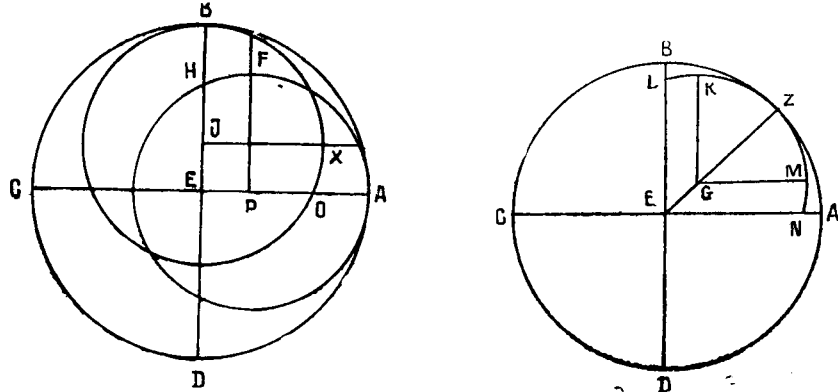


Рис. 99.

I —центр орбиты апогея; E —центр эклиптики; P —центр орбиты апогея; A —апогей [в точке] весеннего равноденствия; B —апогей [в точке] летнего солнцестояния; C —[точка] осеннего равноденствия; D —[точка] зимнего солнцестояния; XO —наибольшее уравнение.

Рис. 100.

G —центр орбиты апогея; E —центр эклиптики; A —[точка] весеннего равноденствия; Z —середина весны; B —[точка] летнего солнцестояния; C —[точка] осеннего равноденствия; D —[точка] зимнего солнцестояния

как расстояние между обоими центрами не изменяется, то точка G попадает ближе к точке E , чем [точка] пересечения линий IX и PF [на предыдущем рисунке] в момент времени, когда апогей находится в обоих концах весны. Поэтому каждая из дуг KL и MN меньше наибольшего уравнения. Последовательным подбором²²⁴ находится, что их сумма равна одному градусу с третью, если наибольшее уравнение [составляет] 671 || два градуса. Поэтому средняя [продолжительность] весны в это время— четверть оборота, к которой прибавлена [дуга], равная наибольшему уравнению и его двум третям. Продолжительность весны в этом случае будет больше ее продолжительности в случае, [когда] апогей [был в точке] весеннего равноденствия или летнего солнцестояния, в соответствии с увеличением весны продолжительность осени уменьшится, а продолжительность лета и зимы станет средней. Отсюда вытекает, что положение с другими четвертями — по тому же образцу, [что и положение] с четвертью весны. Следовательно, если апогей — в [точке] весеннего

* См. рис. 100.

равноденствия, то и зима, и весна равны величине продвижения Солнца, то есть четверти орбиты апогея, к которой прибавлено наибольшее уравнение. Поэтому и лето, и осень равны четверти этой орбиты, от которой отнято наибольшее уравнение. Если апогей — в [точке] осеннего равноденствия, это равенство меняется на обратное, а качественная и количественная [характеристики] переходят от каждой четверти к противоположной четверти. Если [апогей] находится в [точке] летнего солнцестояния, то и весна, и лето равны четверти [орбиты апогея], к которой прибавлено наибольшее уравнение, поэтому осень и зима равны четверти без наибольшего уравнения. Если [апогей] находится в [точке] зимнего солнцестояния, то это равенство сохраняется, а количественная [характеристика] переходит к противоположной четверти.

Если [апогей находится] в середине одной из четвертей || времен 672 года, как мы изобразили это для весны, то промежуток времени [этой четверти] будет больше того, каким он был, когда апогей находился в концах этой четверти, а среднее [продвижение] Солнца будет больше четверти оборота на сумму двух равных уравнений, каждое из которых — приблизительно треть наибольшего уравнения. Следовательно, это — четверть оборота, к которой прибавлена [дуга], приблизительно равная наибольшему уравнению с его третью. Эти два уравнения появляются в обеих сторонах [четверти года], когда апогей отклоняется от начала четверти на две различные величины, меньшая из которых — в том конце, от которого он отошел, а большая — в том конце, к которому он движется; меньшая продолжает увеличиваться, а большая — уменьшаться до тех пор, пока не наступит равенство между ними в середине четверти. Далее после этого они изменяются противоположным образом, а сумма их обоих будет больше наибольшего уравнения независимо от того, будет ли избыток над ним увеличиваться или уменьшаться. Отсюда получается предел уменьшения промежутка времени каждой четверти [года], если апогей находится в середине противоположной ей [четверти]; начало увеличения [этого промежутка времени] произойдет, когда апогей отойдет от этого места. Далее увеличение [промежутка времени четверти года] продолжается до тех пор, пока апогей не достигнет середины этой части. Для нее [этот промежуток] будет наибольшим по продолжительности и величине. Далее происходит уменьшение, когда апогей отойдет от середины четверти. При этом, если апогей Солнца уже прошел середину весны, то весна и зима вместе обязательно уменьшаются, в то время как лето и осень увеличиваются. Что же касается весны и лета, то мы уже упоминали, что их положение приблизительно такое же.

Что же касается двух других времен года, то о них упомянуто только в сообщении Абу Джа'фара ал-Хазина, не заслуживающего до-

истине, не жалея сил, а в [другом] случае придет к скуке и сомнению и отрицанию всего [на свете]. Когда мы постигнем эти результаты, если они свободны от ошибок инструмента, то мы установим для среднего движения то, что [наиболее] правильно. Эти результаты при каждом действии получаются отличными от того, что получается при другом действии. Если бы не было ничего, кроме широты города, то параллель склонения Солнца в нем привела бы к отклонению от истины. Так, например, для Багдада дробь градусов его широты у Абу-л-Вафы [равна] четверти и одной шестой градуса, место измерения этого — в Баб ат-тибне²²⁷. У Абу Хамида это [составляет] треть градуса, его измерение проводилось в Биркат Залзале²²⁸. Известно, что это расхождение происходит из-за склонения, приводящего к различию в продолжительности весны и лета, так что получается то, что влияет на обе стороны [треугольника], так как различие в их частях близко к различию между их дугами, а [различие] градусов дуг близко к различию минут суток. Если при наблюдениях обоих равноденствий, дающих более точные сведения, || 675 чем мои, имеются ошибки, то каково твое мнение о солнцестояниях, при которых эти ошибки более возможны? Так же обстоит дело и с временами года.

Вопрос: Какого мнения был ан-Найризи²²⁹ о движении апогея?

Ответ: Он говорил в третьей книге своего «Зиджа ал-Му'тадида»²³⁰, что многие древние и позднейшие [ученые], писавшие книги по астрономии, ошибались, полагая, что обе эксцентричные сферы Солнца и Луны перемещаются в направлении последовательности знаков зодиака так же, как перемещается большинство эксцентричных орбит светил, [то есть на] градус в шестьдесят шесть лет. Эти древние и позднейшие [ученые] при рассмотрении вопросов астрономии не пользовались наблюдениями и данными предшественников, основанными на них, а также не учитывали явления природы и ее тайны. Свидетельством того, что ан-Найризи всегда придерживался этого мнения, служит то, что во втором экземпляре его зиджа совершенно нет упоминаний об апогее Солнца и о его движении. Для объяснения этих тайн самым достоверным является его комментарий ко второй книге «Альмагеста», где не затрагивается движение или неподвижность апогея. Он хотел угодить Птолемею тем, что [считал] апогей неподвижным, и позднейшим [ученым] — тем, что он взял [долготу] апогея, равной $82^{\circ}39'$ — такой же, какой они нашли ее. Оба эти [утверждения] ложны. Я не делаю никакой разницы между ним и тем, кто говорил ему, что сила, движущая сферы, если она действует на них из сферы неподвижных [звезд], оказывает на все эти сферы одно общее действие, пересекая все их. По поводу же мнения о том, что эта сила переходит от одной [сферы] к другой, пропуская одну из сфер, между двумя группами [ученых] допускает это, не зная

закономерностей природы, и особенно выделяя это [свойство]. Наблюдение зрением свидетельствует об обязательности пересечения всех сфер; истина находится только на стороне принимающего это, а не на другой стороне, это и есть то, чем попутал || дьявол благонадежность ан-Найризи. Поэтому на это [не следует] обращать внимание.

Далее мы утверждаем — теперь известно, что апогей перемещается медленным движением, а промежуток времени между наблюдениями при ал-Ма'муне и нами короток. Если это движение в этом промежутке времени не скрыто от нас, то для одного градуса движения апогея [составляет] приблизительно девяносто девять лет; однако маловероятно, что сердце успокоится на этом.

Далее то, что упоминает Птолемей о месте апогея, совершенно непригодно из-за использования им времени солнцестояния и из-за его упоминания о том, что он нашел [апогей] там же, где нашел его Гиппарх, в то время, как число лет между ними больше, чем между ал-Ма'муном и нами, так что движение апогея за этот [промежуток времени] заметно. Как же оно может не быть заметно за такой [промежуток времени], если при этом не скрыто движение апогеев планет? Если сопоставим найденное нами положение апогея с тем, что нашел Птолемей, то доля одного градуса [составляет] приблизительно сорок шесть лет, а если мы сопоставим то же с тем, что найдено во времена Гиппарха, то доля одного градуса приблизительно шестьдесят лет. Мы уже отчаялись в нахождении этого движения по данным древних, но у нас нет других наблюдений, кроме этих двух, поэтому перейдем к движению неподвижных [звезд], в чем Птолемей, так же, как и по вопросу об апогее Солнца, выступил против Гиппарха. Затем позднейшие ученые согласились с мнением Гиппарха и выступили против Птолемея, в чем тот выступал против Гиппарха. Причина всего этого — результаты наблюдений. Причина же разнообразия результатов наблюдений состоит в разнообразии [исходных данных], в которых правильное и неправильное перемещено в силу слабости, являющейся неотъемлемым свойством человечества. До настоящего времени мне не встречался кто-нибудь, который знал бы что-либо о положении неподвижных звезд, кроме Симака безоружного²³¹. Так я нашел его в двадцать первый день тир-маха, то есть в день, именуемый рам, в триста семьдесят восьмом году Йездигерда²³² приблизительно в девяти градусах двадцати минутах Весов. Его нашел также, как рассказывают, Тимохарис²³³ в Александрии в пятый день || урдиби-хишт-маха в девятьсот двадцать шестом году до Йездигерда, то есть за девятьсот двадцать пять лет и одиннадцать месяцев. Его наблюдение было в четыреста пятьдесят четвертом году Набонассара²³⁴. При этом [Симака] затмевался Луной. [Его положение] было в двадцати двух градусах и двадцати минутах Весов. Дни промежутка времени между ним и

нами — $475\,670^{235}$, восполненные дробью; движение [апогея] — $17^{\circ}4'236$, доля одного градуса в годах — шестьдесят восемь лет одиннадцать месяцев и приблизительно полмесяца. Гиппарх также нашел Сердце Льва²³⁷ на семьсот шестьдесят один год до Йездигерда²³⁸, в соответствии с тем, что рассказывают о нем, в двадцати девяти градусах двадцати минутах Рака. Наиболее предпочтительное нам наблюдение этой звезды²³⁹ — наблюдение Абу-л-Вафы, состоявшееся в триста сорок третьем году Йездигерда²⁴⁰, он нашел ее в пятнадцати с половиной градусах Льва. Доля одного градуса между ними в сутках — $25\,697$ [суток], что составляет семьдесят лет и четыре месяца. [Наблюдению] Абу-л-Вафы предшествовало примерно за сто сорок пять лет²⁴¹ наблюдение в Шаммасии. Сопоставим со временем между ними [наше наблюдение] места Сердца Льва, найденное в то время, когда мы наблюдали Симак; Сердце Льва было в $16^{\circ}13'30''^{242}$ Льва.

Если мы сопоставим это со временем Гиппарха, то доля одного градуса в сутках — $25\,540$ [суток], что составляет шестьдесят девять лет и одиннадцать месяцев; этот промежуток времени близок к наблюдаемому, хотя не совпадает. Перейдем теперь к [наблюдению] Тимохариса, поскольку оно было раньше всех по времени, у него неподвижные [звезды], как выясняется, за $160\,696\,125^{243}$ суток делали шестнадцать полных оборотов. Если мы разделим перемещение на промежуток времени, получится сдвиг за одни сутки — $0^{\circ}0'0''7'''44^{IV}59V40VI42VII$ || с остатком $69\,662\,1\,284\,309$ -х октав²⁴⁴, так как дуги орбиты апогея в предшествующих действиях брались из движения, определенного по годовым оборотам по эклиптике. Но в действительности оно меньше этого на величину движения апогея, положение которого таково, как указано выше. Если мы вычтем сдвиг апогея за сутки из упомянутого сдвига за сутки, останется $0^{\circ}59'8''12'''53^{IV}21V32VI$ ²⁴⁵. Это среднее движение Солнца по орбите апогея за одни сутки.

Для установления этого [среднего движения] вернемся к тому, что мы делали раньше. Протяженность северной четверти [составляет] после уравнивания $92^{\circ}47'35''15'''$, а уравненная протяженность западной четверти — $89^{\circ}45'4''16'''$.

Предположим, что AB — в северной части орбиты апогея, а BC — в западной четверти*. Соединим концы [этих дуг] хордами. Так как дуга AB меньше полукруга, угол ACB — острый. Квадрат AB меньше [суммы] квадратов BC и CA на удвоенное произведение AC на CF . Если мы вычтем из суммы квадратов хорды западной четверти и хорды суммы западной и северной четвертей, то есть основания, квадрат хорды северной [четверти], и разделим половину остатка на основание, полу-

* См. рис. 102.

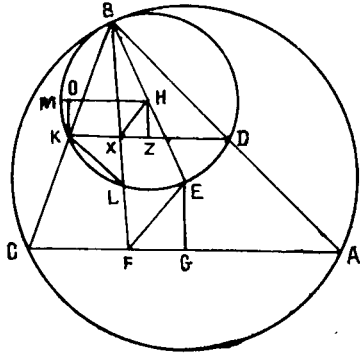


Рис. 102.

679 E —центр орбиты апогея; F —центр Мира; B —середица [созвездия] Льва; C —середица [созвездия] Скорпиона.

GF , то есть второй стороны. Соединим [попарно точки B , K и L] дуги BKL , равной дуге DB , а также соединим K с L . Тогда, так как DKL — ломаная линия, вписанная в дугу DBL , то произведение DK , синуса дуги ABC , на KL с квадратом BK равно квадрату BD ²⁴⁷. Что касается BD ²⁴⁸, то это — $0^{\circ}43'26''51'''51^{\text{IV}}$, и BK ²⁴⁹ — $0^{\circ}42'20''3'''42^{\text{IV}}$ ²⁵⁰. Если мы разделим разность их квадратов на DK , равную основанию²⁵¹, то есть $0^{\circ}59'59''6'''35^{\text{IV}}$, получится $0^{\circ}1'35''32'''35^{\text{IV}}$. Это — KL . Сумма этого с DK — $1^{\circ}1'34''39'''10^{\text{IV}}$, а DX ²⁵² половина суммы — $0^{\circ}30'47''19'''35^{\text{IV}}$. Ее избыток над половиной DK — $0^{\circ}0'47''46'''17^{\text{IV}}$ — это ZX . Ее удвоенная [величина] — $0^{\circ}1'35''32'''34^{\text{IV}}$; [это] — вторая сторона. Что же касается первой стороны, то проведем полу диаметр HM параллельно DK . Опустим на него два равных перпендикуляра KO и HZ . Известно, что произведение MO на его остаток до полного диаметра равно квадрату KO , то есть HZ , половине первой стороны EG .

Что касается MO , то есть разности между половиной полного синуса HM и половиной KD , то это — $0^{\circ}0'0''26'''42^{\text{IV}}$, а по отношению к диаметру, равному полному синусу, — $0^{\circ}59'59''33'''18^{\text{IV}}$. Произведение одного из них на другое — квадрат HZ . Извлечем корень из произведения, получится $0^{\circ}1'2''19'''31^{\text{IV}}$. || Это — XZ . Удвоенная величина его — $0^{\circ}2'4''39'''2^{\text{IV}}$. Это — EF , то есть расстояние между центрами. Его дуга — $1^{\circ}59'3''32'''253$. Это — наибольшее уравнение и его синус. При помощи второй стороны получается синус расстояния точки, для которой квадрат [расстояния точки] касания от начала западной четверти — $0^{\circ}4'45''59'''21^{\text{IV}}36^{\text{V}}$ ²⁵⁴, а само это расстояние — $0^{\circ}7'2''22'''59^{\text{IV}}$. Поэтому расстояние апогея от начала Овна — $84^{\circ}57'37''1'''$. К знакомству с этим: мы и стремились²⁵⁵. Согласно тому, что утверждают ученые, заслуживающие доверия, о величине расстояния между обоими центрами и [ве-

чится CF . Если мы вычтем это из половины основания, останется GF , вторая сторона. Но мы пользуемся синусами вместо хорд. Поэтому разделим AB пополам в D и проведем DXK параллельно AC . Соединим B с E и проведем XH параллельно FE . Тогда H — центр круга, описанного около треугольника DBK , так как X — середина FB , а H — середина EB . Так как эти два треугольника подобны, сторона одного из них относится к диаметру своего круга, как соответствующая ему сторона || другого треугольника к диаметру его круга²⁴⁶. MH — полу диаметр круга с дугой BKD . XZ — половина

личине] наибольшего уравнения, [следует], что на самом деле обе эти величины меньше установленного Птолемеем и древними. Исследование показывает, что эти величины ближе к тому, что получилось у нас. Например, истинное [положение] Солнца в «зидже ал-Ма'муна» в полдень первого дня тир-маха в триста восемьдесят пятом году Йездигерда²⁵⁶ в градусах — $24^{\circ}33'$ ²⁵⁷. Мы уже говорили, что опережение в [этом] *зидже* того, что мы наблюдали зрительно, было $0^{\circ}12'27''$, так что, если мы вычтем это из него, останется истинное положение в полдень в ал-Джурджании в градусах, [равное] $24^{\circ}20'33''$ ²⁵⁸, а Солнце достигло своего апогея после полудня в этот день в $39^{\circ}2'$. Точно также его истинное положение в четвертый день михр-маха в том же году²⁵⁹ [в ал-Джурджании] было $24^{\circ}13'$ Девы, а если вычтем упомянутое опережение, то — $24^{\circ}0'33''$. Следовательно, на эклиптике в квадратуре по отношению к апогею Солнца расстояние после полудня [было равно] $13^{\circ}8'$, а [промежуток] между обоими моментами времени — $93^{\circ}59'1''$. || Поэтому движение в нем для оборотов по эклиптике [равно] $91^{\circ}58'41''$, а на орбите апогея — $91^{\circ}58'27''$. Имеет место расхождение между этим и тем, что мы нашли сначала для величины наибольшего уравнения около полминуты, и равное этому или меньше его, если мы произведем опережение в *зидже* на $0^{\circ}11'42''$, [то есть] такое же, как то, которое мы нашли недавно в Газне.

Вопрос: Есть ли для определения этих двух искомым [величин] другой способ, кроме того, о котором упомянуто выше?

Ответ: Если наблюдаются два диаметрально противоположных места на эклиптике, а третье находится не в квадратуре по отношению к ним, а произвольно, то я соединю [эту точку] с теми двумя. Пусть ABC — орбита апогея с центром E , а наблюдаемые точки — те, к которым проведены из центра [мира] линии FA , FB и FC , причем A и C — диаметрально противоположны, а B — произвольна*. Соединим B с C . Дуги AB и BC известны, потому что обе они [являются] средним движением Солнца в промежутке между тремя моментами времени; хорды AC и BC также известны. Угол BCF измеряется половиной дуги AB , как бы ни вращать ее вокруг центра. Угол BFC измеряется дугой

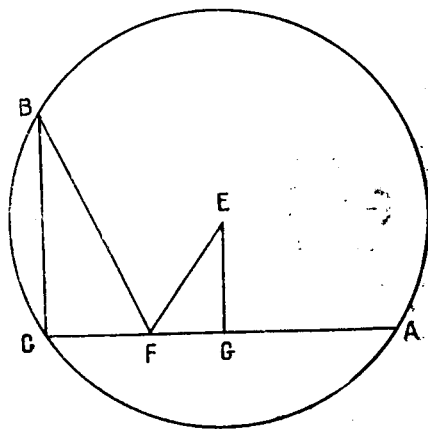


Рис. 103.

E —центр орбиты апогея; F —центр эклиптики; A —первая точка; B —вторая точка; C —третья точка.

* См. рис. 103.

682 между линиями FB и FC на эклиптике, а угол FBC имеет величину дополнения суммы обоих углов, так что в треугольнике FBC углы известны, стороны FB и FC также известны. GC —синус половины дуги AC . Поэтому оставшаяся FG известна, как \parallel синус дополнения половины дуги AC , которая также известна. FE , расстояние между центрами, квадратирует $[EG$ и $FG]$. Оно относится к EG , как синус прямого угла EGF к синусу угла EFG , то есть расстояния апогея по эклиптике от точки начала, и, следовательно, каждая из искоемых [величин] известна²⁶⁰.

Если же мы не свяжем точки указанным условием, а все три точки будут произвольными, то дуги AB и BC будут средними движениями в [промежутке] между тремя моментами времени. Продолжим BF в ее направлении до D и соединим A с D и C с D^* . Угол ADB — вписанный,

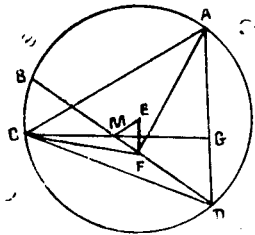


Рис. 104.

E —центр орбиты апогея; F —
эклиптики; A —пер-
тая точка; B —вторая точка; C —
третья точка.

он измеряется половиной дуги AB . Назовем его «первой половиной». Если вычтешь его из угла AFB , измеряющегося расстоянием между первой и второй точками на эклиптике, останется угол FAD . Назовем его «первой разностью», а DA — «первой хордой», угол BDC — «второй половиной», угол DCF — «второй разностью», а DC — «второй хордой». Примем FD за единицу. Она относится к «первой хорде» DA , как синус угла «первой разности» FAD к синусу угла AFD , дополнения угла AFB и, [таким образом], «первая хорда» известна. Подобным же образом единица FD относится к «второй хорде» DC , как синус угла «второй разности» FCD к синусу угла DFC , дополнения угла BFC и, [таким образом], вторая хорда также известна. Опустим на AD перпендикуляр CG . Тогда в треугольнике CGD вписанный угол GDC измеряется суммой обеих «половин», а его синус — CG . Угол DCG — \parallel его дополнение, а его синус — DG . Но оба эти синуса в масштабе, в котором CD — полный синус, а вторая хорда CD известна не в этом масштабе. Поэтому каждая из них относится к полному синусу CD , как этот полный синус к «второй хорде» CD . Умножим для перехода от одного к другому каждую из этих величин на «вторую хорду» и разделим произведение на полный синус. В частном получится преобразованное к «второй хорде». Так как AC квадратирует CG и GA , прибавим квадрат преобразованного синуса CG к квадрату GA , разности между первой хордой и преобразованным синусом дополнения, и извлечем корень из суммы; получится AC . Но AC — хорда суммы дуг AB и BC в масштабе, в котором полудиаметр круга — полный синус, так что AC как корень относится к ней же как к хорде,

* См. рис. 104.

как единица к FD в масштабе полудиаметра круга. Поэтому FD известна. Если разделить хорду на корень, то в частном получится преобразованная FD . Она относится к AD как синус угла DAF к синусу угла DFA , так что, если мы умножим это частное на синус «первой половины» и разделим произведение на синус «первой разности», получится преобразованная «первая хорда». Хорда суммы ее дуги с дугой $AB—DB$. Опустим на нее перпендикуляр EM , он разделит ее пополам. Получится FM , разность между ее половиной и преобразованной FD . ME равна половине синуса разности между дугой DAB и половиной \parallel оборота, а FE — расстояние между центрами квадратуры FM и ME . Поэтому FE известно. Если в треугольнике EMF стороны известны, то угол MFE измеряется расстоянием апогея от линии FB в направлении A или C , то есть согласно требуемому положению²⁶¹.

Точно также, если оказываются [известными] положения Солнца в полдень в течение всего года, то ищут две равные дуги на эклиптике, которые Солнце проходит за два равных промежутка времени. Апогей будет посередине между ними. Пусть имеются две равные дуги AB и AK , соответствующие двум равным промежуткам времени. Соединим F с B и F с K^* . Тогда углы AFB и AFK на орбите апогея в действительности равны так же, как при наблюдении на эклиптике. Это будет иметь место только тогда, когда они встречаются в апогее. Аналогичен этому случай, когда они отделены друг от друга, [то есть] когда они — дуги BC и GK , и если обе они примыкают к двум первым, так что к каждой из них присоединена одна из дуг BC и GK , то апогей также будет посередине между обеими суммами, и он станет известным по своему положению.

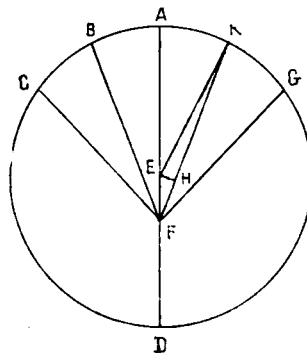


Рис. 105.

A — апогей; E — центр орбиты апогея;
 F — центр эклиптики.

Что касается определения EF , то, так как каждый из углов AEK и AFK известен, один по наблюдению, а другой — по середине своей протяженности, то разность между ними — уравнение EKF , синус которого EH [также] известен в треугольнике EFH . \parallel Следовательно, весь треугольник известен по известным двум углам [и стороне]. Поэтому расстояние между центрами станет известным.

Если даны две дуги — BC и GK , то время [прохождения Солнцем расстояния] от K до B известно. Дуга KAB — между этими дугами.

* См. рис. 105.

Половина ее измеряет угол AEK . Половина [угла] между линиями FB и FK — угол AFK , и этот случай сводится к предыдущему.

Точно так же, если каждое положение Солнца дано вместе со своей квадратурой на эклиптике и между ними измеряется протяженность, то наибольшая протяженность будет тогда, когда в одном из концов промежутка—апогей, а в другом — место наибольшего уравнения. Далее, избыток среднего Солнца в этом промежутке над четвертью оборота — это наибольшее уравнение, а его синус — расстояние между центрами.

Вопрос: Какие два уравнения Гиппарх усматривал у Солнца?

Ответ: Мы не располагаем его книгой, а по изложению Птолемея познакомиться с этим затруднительно, в особенности, когда он расходится с Гиппархом, презирает его и отвергает его [доводы]. Гиппарх же был убежден в том, что апогей [Солнца] движется, он рассматривал его из точки внешней по отношению к центру мира и [считал, что] в силу различия его измерений апогей испытывает один раз ускорение, а другой раз — замедление. Поэтому вследствие отклонения центра орбиты апогея от центра эклиптики, [согласно Гиппарху], уравнение Солнца обязательно повторяется в течение года. Изменение этого отклонения [также определяется] уравнением, это уравнение — второе уравнение, ясно ощущаемое в течение двух лет. Это приходит мне на ум при моем ознакомлении с этой путаницей.

Однако те, кто утверждает, что апогей движется, а среди них индийцы, а также позднейшие ученые, представляют это как движение вокруг центра мира. Это мы примем до тех пор, пока не появится другое [мнение], которое мы примем к тому времени, если доживем до него или если примут другие, которые доживут до него.

686

|| Глава девятая

ОБ УТОЧНЕНИИ СРЕДНЕГО СОЛНЦА И УСТАНОВЛЕНИИ ЕГО ОСНОВЫ

Прежде всего я приведу истинный аргумент [Солнца] к среднему. Пусть эксцентричная орбита апогея — ABC , а F — центр мира. Проведем диаметр $AEFC$ от A , наиболее удаленной от F [точки], к C , наиболее близкой к F^* . Предположим, что Солнце [находится] в B . Тогда его средний аргумент — [дуга] AB , измеряемая углом AEB , соответствующим среднему движению Солнца. Но AB видна из центра эклиптики под углом AFB , соответствующим неравномерному движению [Солнца]. Это — истинный аргумент. Разность между этими двумя аргументами — уравнение. Прибавляя его к среднему [аргументу] или вычитая из него, получим истинный аргумент. Это уравнение — угол EBF , а перпендику-

* См. рис. 106.

ляр EG к GB — его синус²⁶² в орбите апогея. Если мы хотим перейти от истинного [аргумента] к среднему, то данные [для этого] известны. Это — угол EFG и синус наибольшего уравнения, то есть EF . Он относится к искомой EG , как синус прямого угла EGF к синусу угла EFG , истинного аргумента, и EG , синус уравнения, известен. Если прибавить уравнение к истинному аргументу, получится средний аргумент, так как аргумент — это расстояние от апогея, оно [расстояние] берется по обе стороны [от апогея]. Поэтому уравнение всегда прибавляется к истинному аргументу только в случае, когда применяется кратчайшее расстояние Солнца от апогея, если отсчет производится в последовательности знаков зодиака, и дополнение кратчайшего расстояния, если отсчет производится против последовательности [знаков зодиака], в этом случае уравнение, прибавлявшееся [ранее], || будет вычитаться. Обе половины орбиты апогея, то есть те части, на которые диаметр $AEFC$ делит ее, равноправны при действии с уравнением²⁶³. 687

Далее, каждая из [этих половин] содержит пять положений. Ограничимся здесь одним из них с тем, чтобы остальные использовать в [главе] о подразделениях уравнения. [Проведем] отвлеченное вычисление.

Если мы берем истинное движение Солнца, а хотим [определить] среднее Солнце, то вычтем из истинного [движения долготу] апогея. Останется истинный аргумент. Умножим его синус на синус наибольшего уравнения. Получится синус. Найдем по нему дугу. Эта дуга — уравнение аргумента. Если истинный аргумент меньше половины оборота, то есть ста восьмидесяти градусов, прибавим к нему уравнение. Получится средний аргумент. Если прибавить к нему [долготу] апогея, подобно тому, как мы вначале вычитали ее, получится среднее Солнце²⁶⁴. Это приводит к действию подобно тому, которое мы уже провели.

Мы утверждаем, что от середины лета, в котором мы определили положение Солнца, до осеннего равноденствия, которое мы наблюдали в Газне, три персидских года и сорок шесть с приблизительно тремя четвертями суток. [Долгота] апогея в момент этого равноденствия — $85^{\circ}0'20''12'''$, синус истинного аргумента — $0^{\circ}59'46''19'''50^{IV}$, произведение его на расстояние между обоими центрами — $0^{\circ}2'4''10'''37^{IV}$. Это — синус, то есть EG . Его дуга [равна] $1^{\circ}58'36''14'''28^{IV}$. [Это] — уравнение для начала знака Весов в наше время. || Если мы прибавим его к истинному аргументу, получится средний аргумент — $96^{\circ}58'15''2'''31^{IV}$ ²⁶⁵. 688
Пусть линия, проходящая при наблюдении через начало Весов, — FBD^* . Если бы апогей был неподвижен, то точка B орбиты апогея была бы той же, которая была на линии EB во время Птолемея. Но апогей переместился согласно всем соображениям. Пусть угол BFK ²⁶⁶ соответствует

* См. рис. 107.

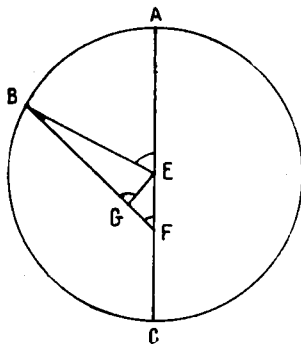


Рис. 106.

E —центр орбиты апогея; F —центр Мира; A —апогей; C —перигей; B —Солнце; EBF —[угол], уравнение; EFG —[угол], истинный аргумент.

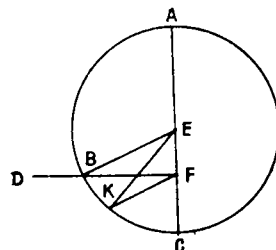


Рис. 107.

E —центр орбиты апогея; F —центр Мира; A —апогей; C —перигей; FD —линия, проходящая через начало [созвездия] Весов.

величине движения от этого времени до [момента] упомянутого равноденствия, это [составляет] $12^{\circ}50'49''4'''49^{\text{IV}}$. Пусть K будет точкой, которая в то время находилась на линии FBD . Теперь она находится в $12^{\circ}50'49''5'''$ Весов. Если мы определим ее уравнение согласно изложенному выше, то при переходе от истинного [аргумента] к среднему это составит $1^{\circ}58'20''13'''267$, а средний аргумент для этого $109^{\circ}43'47''35'''46^{\text{IV}268}$. Разность между ними обоими в начале Весов, то есть между двумя средними [аргументами], для точек B и K [составляет] $12^{\circ}45'32''33'''15^{\text{IV}}$. Это — величина угла BEK . Следовательно, Солнце описало со времени Птолемея по эксцентричной орбите [число] оборотов, соответствующее нескольким годам, последнему из которых недостает величины дуги BK . Вычтем эту дугу из градусов предшествующих оборотов, о которых мы упомянули. Останется $319\ 307^{\circ}14'27''26'''45^{\text{IV}}$. Разделим это на промежуток времени. Получится равномерное движение Солнца по орбите апогея за день, [равное] $0^{\circ}59'8''12'''7^{\text{IV}}56^{\text{V}}33^{\text{VI}269}$ с остатком $1\ 322\ 059\ 339^{\text{VII}270}$ $3\ 498\ 860\ 777\text{-х}^{\text{VII}271}$ сексты. Из них составляют таблицы движений за сутки. То, что остается, мы передвигаем [на следующий год]. Из этого видно, что начало четырехсотого года Йездигерда в Газне — это полдень вторника²⁷².

Я предпочитаю этот [год] из-за того, что он лишен единиц и десятков и || при этом от него близок момент времени наблюдения, а также возвращение царя на свой трон в резиденцию могущества — Газну — корень державы²⁷³. Средний аргумент Солнца, то есть его расстояние от его апогея, для этого времени получится в момент наблюдаемого равноденствия.

Между этими двумя событиями, [то есть наблюдением равноденствия и возвращением царя], было одиннадцать персидских лет и сто семьдесят пять суток, к которым прибавлены простая дробь — двенадцать с половиной минут [суток], не уравненная при помощи уравнения времени. Если уравнивать [эту дробь] при помощи уравнения времени, получится тринадцать минут, двадцать четыре секунды, тридцать шесть терций, тридцать и две трети кварты [суток]. Среднее движение [Солнца] было в этот момент [равно] $169^{\circ}55'50''51'''9^{\text{IV}}$. Сумма его и среднего аргумента для равноденствия — $266^{\circ}54'5''53'''40^{\text{IV}}$ ²⁷⁴. Это — основа, которую я поместил²⁷⁵ в начале таблиц движения после вычитания двух градусов из нее, что будет объяснено в [главе о] подразделении уравнения, а также апогея²⁷⁶. Если движение [апогея] в двадцать четыре персидских года двести двадцать один день [составляет] пятьдесят восемь и одну четверть минуты, это — продвижение середины упомянутого лета и этот науруз²⁷⁷ [смещается на] $0^{\circ}12'42''3'''51^{\text{IV}}18^{\text{V}}5^{\text{VI}}$. Если мы прибавим это к его указанному положению в то время, получится его первоначальное положение, помещенное в начале его таблицы без изменения.

|| ОПРЕДЕЛЕНИЕ АРГУМЕНТА [ДОЛГОТЫ] АПОГЕЯ ДЛЯ КАЖДОГО МОМЕНТА ВРЕМЕНИ

690

Тот, кто хочет [определить] аргумент и апогей по таблице для данного момента времени в эре Йездигерда, приводит его сначала к полудню Газны и помещает годы эры вместе с неполным годом и неполным месяцем и данным днем, истекшим от его полудня до данного момента времени в минутах суток и того, что следует за ними. Всегда прибавляют к каждой из минут, секунд и того, что [следует] за ними, [на чем обрывается дробь], единицу того же вида. Затем войди с годами в столбец объединенных [лет], возьми то, что близко к находящемуся в ней из [значений] аргумента и [долготы] апогея, помести каждое из них против этого и войди с тем, что возможно останется вместе с этим из годов, в столбец подробных [лет]. Возьми то, что против этого из [значений] аргумента и [долготы] апогея и прибавь их к тому, что берется при помощи объединенных [лет], каждое в свой соответственный разряд. Таким же образом войди с названием месяца в таблицу месяцев и названием дня, взятого в нем, то есть второго [дня]— два, для третьего — три и аналогично этому до конца. Возьми то, что против них обоих и сделай при помощи этого подобное тому, что ты делал при помощи взятого из подробных годов. Затем из того, что получается в разрядах, подними в низших [из них] каждые шестьдесят в единицу разряда, который над ним. Далее вычти из того, что получится в градусах, полные обороты, каждый из которых [составляет] триста шестьдесят градусов. Что касается дроби, добавляющейся для того, чтобы сделать сутки целыми, то к еди-

ницам разряда прибавь единицу. Затем войди с каждым из этих [значений] в таблицу дней. Возьми то, что против этого, из [значений] аргумента и [долготы] апогея. Оба их помести в зависимости от разряда дроби, то есть для минут суток один разряд, помещая нуль над ними обоими, для их секунд — два разряда, помещая два нуля над ними обоими, для их терций — три разряда, помещая три нуля над ними обоими, и так
691 далее аналогично этому. Прибавь это || к тому, что получилось [раньше], каждое из них обоих в свой соответственный [разряд], а каждый разряд — к двум его названиям. Получится аргумент Солнца, если вычесть два градуса, и [долгота] его апогея для данного момента от даты, взятой по эре Йездигерда для города Газны.

Если вычислим это для момента времени, предшествующего тому моменту, который мы берем за основу, возьмем [промежуток времени] между ним и началом четырехсотого года Йездигерда и поместим его подобно предыдущему. Затем прибавим к каждому из годов, месяцев и дней единицу в качестве избытка этого над их минутами и секундами, на которых обрывается дробь. Таблицы основаны на этом. Далее определяем аргумент и [долготу] апогея по образцу предшествующего. Из того, что получается при этом, вычитается основа, помещенная в столбце объединенных [годов] против четырехсотого [года] — то, что остается после вычитания основы, [то есть аргумент и долгота апогея] для данного времени. Среднее движение светил и других равномерных движений определяется по их таблицам по этому же образцу²⁷⁸.

692

|| Таблица аргументов Солнца и его апогея

Объединенные годы эры Йездигерда с неполным годом	Аргумент Солнца							Апогей Солнца						
	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
Основа														
400	264	54	5	53	39	32	33	85	10	19	4	51	18	4
430	257	21	0	3	11	4*	0	85	36	24	5	24	55	56
460	249	47*	54	12	42	35	27	86	2	29	5	58	33	48
490	242	14	48	22	14	6	54*	86	28	34	6	32	11	40
520	234	41	42	31	45	33	21	86	54	39	7	5	49	32
550	227	8	36	41	17	9	48	87	20	44	7	39	27	24
580	219	35	30	50	48	41	15	87	46	49	8	13	5	16
610	212	2	25	0	20	12	42	88	12	54	8	46	43	8
640	204	29	19	9	51	44	9	88	38	59	9	20	21	0
670	196	56	13	19	23	15	36	89	5	4	9	53	58	52
700	189	23	7	28	54	47	3	89	31	9	10	27	36	44
730	181	50	1	38	26	18	30	89	52*	14	11	1	14	36
760	174	16	55*	47	57	49	57	90	18*	19	11	34	52	28
790	166	43	49	57	29	21	24	90	44*	24	12	8	30	20
820	159	10	44	7	0	52	51	91	10*	29	12	42	8	12

694

	Аргумент в персидских месяцах							Апогей в персидских месяцах						
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Фарвардин	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Урдибихшт	29	34	6	3	58	16	41	0	0	4	17	15	42	30
Хурдад	59	8	12	7	56	33	22	0	0	8	34	31	25	1
Тир	88*	42	18	11	54	50	4	0	0	12	51	47	7*	32
Мурдад	118*	16	24	15	53	6	45	0	0	17	9	2	50	3
Шахривар	147	50	30	19	51	23	26	0	0	21	26	18	32	34
Михр	177	24	36	23	49	40	8	0	0	25	43	34	15	5
Абан	206	58	42	27	47	56	49	0	0	30	0	49	57*	36
Азар	241	28	29	32	25	56	17	0	0	35	0	58	57*	17*
Дай	271	2	35	36	24	12	18	0	0	39	18	13	59	42
Бахман	300	36	41	40	22	29	40	0	0	43	35	29	42	13
Исфандармаз	330*	10	47	44*	20	46	21	0	0	47*	52	45*	24	44
Фарвардин ²⁷⁹	359	44	53	48	19	3	2	0	0	52	10*	1*	7	15

695

Под- робные годы	Аргумент Солнца							Апогей Солнца						
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты
1	359	44	53	48	19	3	2	0	0	52*	10	1	7	15
2	359	29	47	36	38	6	5	0	1	44	20	2	14	31
3	359	14	41	24	57	9	8	0	2	36	30	3	21	46
4	358	59	35	13	16*	12	11*	0	3	28	40	4	29	2
5	358	44	29	1	35	15	14	0	4	20	50	5	36	18*
6	358	29	22	49	54	18	17	0	5	13	0	6	43	34
7	358	14	16	38	13*	21	20	0	6	5	10	7	50	50
8	357	59	10	26	32	24	23	0	6	57	20	8	58	5
9	357	44	4	14	51	27	26	0	7	49	30	10	5	21
10	357	28	58	3	10	30	29	0	8	41	40	11*	12	37
11	357	13	51	51	29	33	32	0	9	33	50	12*	19	53
12	356	58	45	39	48	36	35	0	10	26	0	13*	27	8
13	356	43*	39	28	7	39	37	0	11	18	10	14	34	24*
14	356	28	33	16	26	42	40	0	12	10	20	15	41	40
15	356	13	27	4	45	45	43	0	13	2	30	16	48	56
16	355	58	20	53*	4	48	46	0	13	54*	40	17	56	11
17	355	43	14	41	23	51	49	0	14*	46	50	19	3	27
18	355	28	8	29	42	54	52	0	15	39	0	20	10	43
19	355	13	2	18	1	57	55	0	16	31	10	21	17	58
20	354	57	56	6	21	0	58	0	17	23	20	22	25	14
21	354	42	49	55*	40	4	1	0	18	15	30	23	32	30
22	354	27	43	42	59	7	4	0	19	7	40	24	39	46
23	354	12	37	31	18	10	7	0	19	59	50	25	47	1
24	353	57	31	19	37	13*	10	0	20	52	0	26	54	17
25	353	42	25	7	56	16*	12	0	21	44	10	28	1	33
26	353	27	18*	56	15	19*	15	0	22	36	20	29	0	49
27	353	12	12	44	34	22	18	0	23	28	30	30	16	4
28	352	57*	6	32	53	25	21	0	24	20	40	31	23	20
29	352	42	0	21	12*	28	24	0	25	12	50	32	30	36
30	352	26	54*	9	31	31	27	0	26	5	0	33	37	52

696

Сутки и дробь	Аргумент Солнца							Апогей Солнца						
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты
697 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	59	8	12	7	56*	33	0	0	0	8	34	31	25
3	1	58	16	24	15	53*	6	0	0	0	17	9	2	50
4	2	57	24	36	23	49	40	0	0	0	25	43*	34	15
5	3	56	32	48	31	46	13	0	0	0	34	18*	5	40
6	4	55	41	0	39	42	46	0	0	0	42	52	37	5
7	5	54	49	12	47	39	20	0	0	0	51	27*	8	30
8	6	53	57	24	55	35	53	0	0	1	0	1	39	55
9	7	53	5	37	3	32	27	0	0	1	8	36	11	20
10	8	52	13	49	11	29	0	0	0	1	17*	10	42	45
11	9	51	22	1	19	25	33	0	0	1	25	45	14	10
12	10	50	30	13	27	22	7	0	0	1	34	19	45	35
13	11	49	38	25	35	18	40	0	0	1	42	54	17	0
14	12	48	46	37	43*	15	13	0	0	1	51	28	48	25
15	13	47	54	49	51	11	47	0	0	2	0	3*	19	50
698 16	14	47	3	1	59	8	20	0	0	2	8	37	51	15
17	15	46	11	14	7	4*	54	0	0	2	17	12	22	40
18	16	45	19	26	15	1	27	0	0	2	25	46	54	5
19	17	44	27	38	22*	58	0	0	0	2	34	21	25	30
20	18	43	35	50	30	54	34	0	0	2	42	55	56	55
21	19	42	44	2	38	51	7*	0	0	2	51	30	28	20
22	20	41	52	14	46	47	40	0	0	3	0	4	59	45
23	21	41	0	26	54	44	14	0	0	3	8	39	31	10
24	22	40	8	39	2	40	47	0	0	3	17	14	2	35
25	23	39	16	51	10	37	21	0	0	3	25	48	34	0
26	24	38	25	3	18	33	54	0	0	3	34	23	5	25
27	25	37	33	15	26*	30	27	0	0	3	42	57	36	50
28	26	36	41	27	34	27	1	0	0	3	51	32	8	15
29	27	35	49	39	42	23	34	0	0	4	0	6	39	40
30	28	34	57	51	50	20	7	0	0	4	8	41	11	5
699 31	29	34	6	3	58	16	41	0	0	4	17	15	42	30
32	30	33	14	16	6	13	14	0	0	4	25	50	13	55
33	31	32	22	28	14	9	48	0	0	4	34	24	45	20
34	32	31	30	40	22	6	21	0	0	4	42	59*	16	45
35	33	30	38	52	30	2	54	0	0	4	51	33	48	10
36	34	29	47	4	37	59	28	0	0	5	0	8	19	36
37	35	28	55	16	45	56	1	0	0	5	8	42	51	1
38	36	28	3	28	53	52	35*	0	0	5	17	17	22	26
39	37	27	11	41	1	49	8	0	0	5	25	51	53	51
40	38	26	19	53	9	45	41	0	0	5	34	26	25	16
41	39	25	28	5	17	42	15	0	0	5	43	0	56	41
42	40	24	36	17	25	38	48	0	0	5	51	35	28	6
43	41	23	44	29	33	35	21	0	0	6	0	9	59	31
44	42	22	52	41	41	31	55	0	0	6	8	44	30	56
45	43*	22	0	53	49	28	28	0	0	6	17	19	2	21
46	44	21	9	5	57	25	1	0	0	6	25	53	33	46

Сутки и дроби	Аргумент Солнца							Апогей Солнца							700
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты	
47	45	20	17	18	5	21	35	0	0	6	34	28	5	11*	
48	46	19	25	30	13	18	8	0	0	6	43	2	36	36	
49	47	18	33	42	21	14	42	0	0	6	51	37	8	1	
50	48	17	41	54*	29	11*	15	0	0	7	0	11*	39	26	
51	49	16	50	6	37	7	48	0	0	7	8	46	10	51	
52	50	15	58	18*	45	4	22	0	0	7	17	20	42	16	
53	51	15	6	30	53	0	55	0	0	7	25	55	13	41	
54	52	14	14	43	0	57	29	0	0	7	34	29	45	6	
55	53	13	22	55	8	54	2	0	0	7	43	4	16	31	
56	54	12	31	7	16	50	35	0	0	7	51	38	47	56	
57	55	11	39	19	24	47	9	0	0	8	0	13	19*	21	
58	56	10	47	31	32	43	42	0	0	8	8	47	50	46	
59	57	9	55*	43	40	40	15	0	0	8	17	22	22	11	
60	58	9	3	55*	48	36	49	0	0	8	25	56	53	36	

|| Глава десятая

О ПОДРАЗДЕЛЕНИИ УРАВНЕНИЯ И ЭФЕМЕРИДАХ²⁸⁰ СОЛНЦА

Уже было сказано, что причина, побудившая к отказу от принятия начал годов за начала равных оборотов, — это движение апогея. Мы установили, что это движение [происходит] вокруг центра эклиптики не потому, что [нам] вменяется в обязанность признать это, а потому что такова традиция, [бытующая] в среде тех, кто придерживается этого. Они единогласны в этом, [хотя] из того, что принималось во внимание для разъяснения этого положения и для подтверждения того, что приходит на ум о расхождениях, происходящих из-за различия действий с апогеем, становится ясно, что его движение около центра эклиптики неравномерно.

Об этом мы много задумывались. Это и есть причина, препятствующая учету равных оборотов при помощи весеннего равноденствия, которое в этом искусстве условно считается началом [годового] оборота. Для доказательства этого вернемся к орбите апогея с теми же буквами. Пусть OAG — дуга круга, подобного эклиптике, FBO — линия, которая заканчивается видимой точкой весеннего равноденствия*. Дуги AD и DG равны. Соединим F с D и F с G . Опишем около центра F на расстоянии FE дугу EHK , по которой происходит движение центра орбиты

* См. рис. 108.

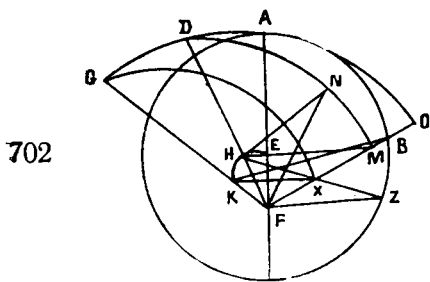


Рис. 108.

E —центр орбиты апогея; H —центр орбиты апогея; K —центр орбиты апогея; F —центр эклиптики; A —апогей; D —апогей; G —апогей; FZ —линия равноденствия.

апогея. Пусть, когда центр орбиты апогея перейдет в H , ее дуга $[AB]$ займет положение DM , а [когда] центр дойдет до K , она перейдет в GX . Соединим H с M и $\parallel K$ с X . Точки M и X соответствуют [точке] весеннего равноденствия в моменты времени этих положений, их уравнения — углы HMF и KXF . Очевидно, что точка B переместится от линии равноденствия при перемещении орбиты апогея так, что ее второе положение — точка N . Поэтому угол X — это [угол, который перейдет] угол FZH . Если мы отложим от [точки] A дугу, равную дуге DNM , получится дуга ABZ , так что угол EZF будет [соответствовать углу] HMF . Но углы FZH и FMH различны, поэтому углы FBE и FMH не равны.

Подобно этому устанавливается различие углов FBE и KXF . Углы EBF ²⁸¹, HMF и KXF различны. Следовательно, если дуги AD и DG — два движения апогея за два года, следующие друг за другом, то устанавливается различие уравнения в ее начале; поэтому одновременно с различием годов выясняется, что точки, соответствующие на орбите апогея [точке] весеннего равноденствия, различны.

703 Далее мы скажем: если мы примем начало среднего Солнца в точке B , соответствующей равноденствию, то средний аргумент от нее до положения Солнца на орбите апогея в данное время либо меньше одного оборота, либо больше, до того времени, когда точка B отойдет к этой соответствующей [равноденствию точке], а в ней вместо нее будет другая точка, например M . Надо определить дугу MD согласно тому, что изложено выше о переходе от истинного к среднему и избытку его над аргументом, чтобы сумма их обоих была бы средним Солнцем в это время. Тогда, поскольку положение таково, что соответствующая точка, которую мы условно считаем за начало, постоянно изменяется, то действия при уточнении среднего [движения] будут изменяться без всякой пользы.

Если же эти обороты начинаются от определенной \parallel точки на орбите апогея, не имея в виду определенной точки на эклиптике, то они равны. При этом точка апогея на нем очевидна и характеризуется отличительным качеством²⁸² — тем, что она не зависит от различия уравнений. Расстояние же ее от [точки] равноденствия в данное время известно. Ее положение позволяет регулярным способом получать средний аргумент в действительности и исключает вопрос о получении его апогея. Это и есть та причина, которая заставила меня перейти от среднего [движения] к

аргументу. Поэтому мы должны сейчас для достижения этой цели принять [соответственное] уравнение.

Очевидно, что когда Солнце находится в точке A — апогее и в точке B — перигее, то линии зрения из центра E и F — совпадают, а если [Солнце] удалено от этих точек, то [эти линии различны]. Пусть, например, AB — [дуга между] линиями FB и EF . Тогда AB — расстояние [точки B] от апогея, видимое из E под углом AEB , имеющим величину среднего аргумента, а [при наблюдении] из F — под углом AFB , имеющим величину истинного аргумента. Угол EBF — разность между ними. Если вычесть его из угла AEB , останется угол AFB . Угол разности — искомое уравнение.

Точка B имеет пять положений в соответствии с положением перпендикуляра, опущенного из нее на диаметр AEC^* . Первое из них — когда

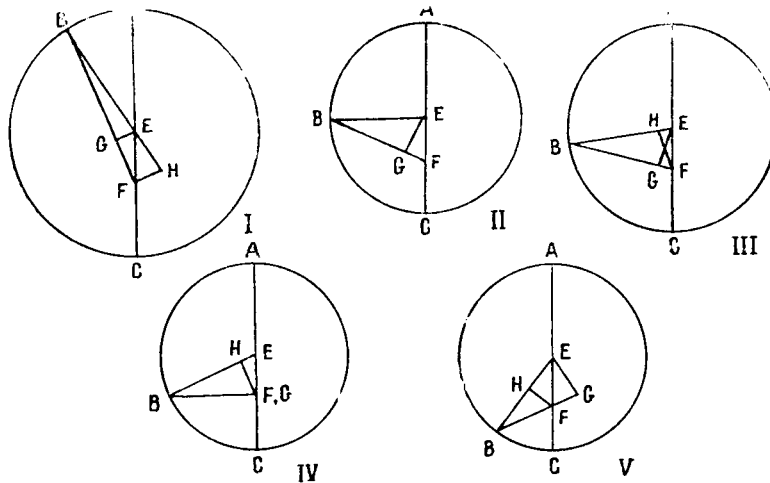


Рис. 109.

E —центр орбиты апогея; F —центр эклиптики; A —апогей; B —Солнце; C —перигей.

[основание перпендикуляра] попадает между A и E , тогда средний аргумент меньше четверти оборота. Второе — когда оно попадает в E , при этом [средний аргумент] — полная четверть. Третье — когда он попадает между E и F , тогда [средний аргумент превосходит] четверть [оборота], но меньше суммы четверти и максимума уравнения. || Четвертое — ког- 704
да оно попадает в F , при этом средний аргумент равен сумме четверти [оборота] и наибольшего уравнения. Пятое — когда оно попадает между точками F и C при избытке [среднего аргумента] над этой суммой.

* См. рис. 109.

Затем опустим из центра E на FB , то есть расстояние [Солнца] от Земли, перпендикуляр EG , он будет синусом угла EBF в круге, равном орбите апогея, то есть синус абсолютного уравнения. Для его определения опустим из F перпендикуляр FH на EB . Тогда в треугольнике EFH угол FEH имеет величину среднего аргумента, а угол EHF — величину его дополнения, так как угол EHF — прямой, так что углы в нем известны. Сторона EF в нем [также] известна, то есть известны и стороны: FB известна, так как квадратирует BH и HF . Она относится к HF , как BE к EG , и EG , то есть синус уравнения, известен.

Углы уравнения различны по величине в соответствии с расстоянием Солнца от апогея. Наибольший из них — в четвертом положении. 705 [Расстояние] || между обоими центрами в других положениях квадратирует синус уравнения и FG . Это меньше расстояния между центрами, то есть EG , в четвертом [положении]. Поэтому дуга [среднего аргумента в четвертом положении] также наибольшая из всех.

Если я хочу [провести] абстрактное вычисление²⁸³ этого [отвлеченного] от предыдущего доказательства, следует умножить синус [среднего] аргумента и синус его дополнения на синус наибольшего уравнения, так что из синуса аргумента получится первое запоминаемое, а из синуса его дополнения — второе запоминаемое. Далее следует прибавить второе запоминаемое к единице, если [средний] аргумент меньше девяноста [градусов], и вычесть его из единицы, если он больше девяноста. Этот результат и первое запоминаемое умножается на равные им и извлекается корень из суммы произведений. Получится расстояние [Солнца] от Земли. Если разделить на это первое запоминаемое, получится синус уравнения для данного аргумента, то есть то, что требуется.

Если установлено подразделение уравнения для аргументов, которые входят в одну из двух половин круга, то в другой половине оно будет тем же самым, так как на каждом из двух равных расстояний по обе стороны от апогея оно будет иметь одну и ту же величину. Пусть оба расстояния на одном из предыдущих чертежей — AB и AM . Проведем из их концов к обоим центрам две линии*. Тогда их уравнения равны вследствие равенства углов EBF и EMF в двух равных треугольниках. Каждый из них, как мы говорили, является недостатком уравнения аргумента до среднего. Но аргумент в полукруге CMA не берется от апогея в [сторону], противоположную последовательности знаков зодиака так, чтобы AM было аргументом, а уравнение было бы недостатком до него. [Средний] аргумент для точки M — это ACM — дополнение расстояния в действительности, а его угол дополняет угол AEM до четырех || 706 прямых углов. Отбрасывая полукруг от среднего и истинного аргумен-

* См. рис. 110.

та, получим средний угол CEM , меньший угла CFM для истинного [аргумента]. Уравнение в этой половине [орбиты] становится избытком и теперь ясна причина того, почему его берут только на полукруге, а некоторые считают, что он является четвертью из-за того, что видели его в приближениях индийцев и не проверили. Проведем диаметр MEK так, чтобы были равны расстояния AB и KC , одно из которых от апогея, а другое — от перигея. Но MF больше FK ; поэтому угол MKF больше угла FMK , равного углу EBF . Поэтому не будет одного и того же уравнения для этих двух расстояний, так что для уравнения довольствуются не четвертью [орбиты], а половиной.

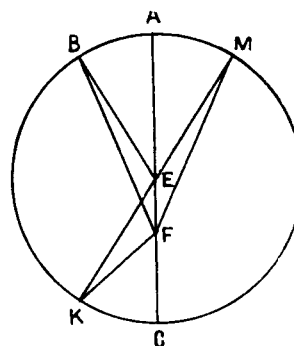


Рис. 110.

E —центр орбиты апогея; F —центр эклиптики; A —апогей; C —перигей.

Я вычислил уравнение для каждого градуса половины орбиты апогея и поместил в таблицах для [удобства] использования. Так как известно, что в первой половине [орбиты] это — недостаток [до среднего аргумента], а во второй — избыток, а далее самое большое из уравнений не превосходит двух градусов, вычтем их из первоначального значения аргумента. Затем поместим их в таблицу против каждого аргумента, далее вычтем из них уравнение аргумента на [орбите] апогея в одной из двух половин круга, начиная в ней от двух градусов в сторону числа, и прибавим к ним уравнение аргумента в другой половине, так что, если прибавлять то, что останется в таблицах, к [среднему] аргументу, получится уравненный аргумент. Поэтому обходятся || без согласования условия [для обеих половин орбиты]. Тот, кто хочет [определить] истинное положение Солнца в заданный момент времени, определяет для него аргумент и апогей. Затем входит с аргументом в сторону числа и берет то, что против него из уравнения. Если вместе с целым числом градусов в уравнении будут минуты и то, что следует за ними, умножает это на то, что против целого в таблице поправок и прибавляет сумму к целому числу [градусов] уравнения, которое берется, если то, что следует за этим, меньше. Получится исправленное уравнение. Оно всегда прибавляется к аргументу и тому, чего достигает апогей. Получится истинное расстояние Солнца от начала знака Овна.

707

Таблица уравнения и поправки²⁸⁴

708	Уравнение				Поправка			Строка числа	Уравнение				Поправка			Строка числа	Уравнение				Поправка		
	градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции		градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции		градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции
1	1	53	58	43	2	0	16	43	0	37	51	40	1	27	29	85	0	1	23	54	0	9	42
2	1	51	58	27	2	0	8	44	0	36	24*	11	1	25	46*	86	0	1	14	12	0	7	34
3	1	49	58	19	1	59	59	45	0	34	58	25	1	24	28	87	0	1	6	38	0	5	23
4	1	47	58	20	1	59	46*	46	0	33	33	57*	1	22	59	88	0	1	1	15	0	3	14
5	1	45	58	34	1	59	32	47	0	32	10	58	1	21	31	89	0	0	58	1	0	1	22
6	1	43*	59	2	1	59	17	48	0	30	49	27*	1	19	58*	90	0	0	56	39	0	1	28
7	1	41	59	45	1	58	59	49	0	29	29	29	1	18	26	91	0	0	58*	7	0	3	17
8	1	40	0	46	1	58	39*	50	0	28	11	3	1	16	52*	92	0	1	1	24	0	5	29
9	1	38	2	7	1	58	17*	51	0	26	55*	11	1	15	56	93	0	1	6	53	0	7	40
10	1	36	3	50	1	57	54*	52	0	25	39*	15	1	13	59*	94	0	1	14	33	0	9	53
11	1	34	5	56	1	57	27*	53	0	24	25	16	1	12	0	95	0	1	24	26*	0	12	2
12	1	32	8	29	1	57	1	54	0	23	13	16	1	10	20	96	0	1	35	28	0	14	14
13	1	30	11	28*	1	56	31	55	0	22	2	56*	1	8	39	97	0	1	50	42	0	16	27
14	1	28	14	57	1	55	59	56	0	20	54	17	1	6	57*	98	0	2	7	9	0	18	36
15	1	26	18	58	1	55	26	57	0	19	47	20	1	5	11	99	0	2	25	45	0	20	49
16	1	24	23	32	1	54	51	58	0	18	42	9	1	3	28	100	0	2	46	34	0	22	58*
17	1	22	28	41	1	54	13*	59	0	17	38	41	1	1	40	101	0	3	9	32	0	25	10
18	1	20	34	28	1	53	33	60	0	16	37	1	0*	59	53	102	0	3	34	42	0	27	20
19	1	18	40	55	1	52	53	61	0	15	37	8	0	58*	3	103	0	4	2	2	0	29	30
20	1	16	48	2	1	52	10	62	0	14	39	5	0	16*	15	104	0	4	31*	32	0	31	40
21	1	14	55	52*	1	51	26	63	0	13	42	50	0	54*	22	105	0	5	3	12	0	33	50
22	1	13	4	26	1	50	37	64	0	12	48	28*	0	12	30	106	0	5	37	2	0	35	59
23	1	11	13	49	1	49	60	65	0	11	55	58	0	50	38*	107	0	6	13	1	0	38*	9
24	1	9	23	59	1	48	58	66	0	11	5	20	0	48	42	108	0	6	51*	10	0	40	15
25	1	7	35	1	1	48	7*	67	0	10	16	38	0	46	46	109	0	7	31	25	0	42	24
26	1	5	46	54	1	47	13	68	0	9	29	52	0	44	50	110	0	8	13	49	0	44	31
27	1	3	59	41	1	46	15	69	0	8	45	2	0	42	52	111	0	8	58	20	0	46	36
28	1	2	13	26	1	45	18	70	0	8	2	10	0	40	53	112	0	9	44	56	0	48	44
29	1	0	28	8	1	44	19	71	0	7	21	17	0	38	55*	113	0	10	33	40	0	50	48
30	0	58	43*	49	1	43	16	72	0	6	42	22	0	36	54	114	0	11	24	28	0	52	52
31	0	57	0	33	1	42	15	73	0	6	5	28	0	34*	52*	115	0	12	19	20	0	54	56
32	0	55	18*	18	1	41	8	74	0	5	30	36	0	32	51	116	0	13	12	16	0	56	59
33	0	53	37*	10	1	40	2	75	0	4	57	45	0	30	48	117	0	14	9	15	0	58	59
34	0	51	57	8	1	38	52*	76	0	4	26	57	0	28*	43	118	0	15	8	14	1	1	2
35	0	50	18	16	1	37	44*	77	0	3	58	14	0	26	39	119	0	16	9	16	1	3	1
36	0	48	40	32	1	36	31	78	0	3	31	35	0	23*	36	120	0	17	12	17*	1	4	59
37	0	47	4	1	1	35	17	79	0	3	7	59	0	23*	27	121	0	18	17	16	1	6	58
38	0	45	28*	44	1	34	3	80	0	2	44	32	0	20	24	122	0	19	24	14	1	8	54
39	0	43	54*	41	1	32	45	81	0	2	24	8	0	18	15	123	0	20	33*	8	1	10	49
40	0	42	21	56	1	31	26	82	0	2	5	53	0	16	8	124	0	21	43	57	1	12	45
41	0	40	50	30	1	30	5	83	0	1	49	45	0	14	0	125	0	22	56	42	1	14	36
42	0	39	20	25	1	28	45	84	0	1	35	45	0	11	51	126	0	24	11	18*	1	16	30

Строка числа	Уравнение				Поправка			Строка числа	Уравнение				Поправка			Строка числа	Уравнение				Поправка		
	градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции		градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции		градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции
127	0	25	27	48	1	18	19*	171	1	44	58	42	2	8	12	215	3	13	39	23	1	39	55
128	0	26	46	7	1	20	9	172	1	47*	6	54	2	8	27	216	3	15	19	18*	1	38	28
129	0	28	6	16	1	21	53	173	1	49	15	21	2	8	40	217	3	16	57*	46	1	36	57*
130	0	29	28	12	1	23	43	174	1	51*	24*	1*	2	8	51	218	3	18	34	43	1	35	23
131	0	30	51	55	1	25	26	175	1	53	32	52	2	8	57	219	3	20	10	6	1	33	47*
132	0	32	17*	21	1	27	10	176	1	55	41	49	2	9	5	220	3	21	43	53	1	32	11
133	0	33	44*	31	1	28	53*	177	1	57	50	54	2	9	6	221	3	23	16	4	1	30	32
134	0	35	13	24	1	30	32*	178	2	0	0	0	2	9	6	222	3	24	46	36	1	28	53
135	0	36	43	56	1	32	11	179	2	2	9	6	2	9	5	223	3	26	15	29	1	27	10
136	0	38	16	7	1	33	47	180	2	4	18*	11	2	8	57	224	3	27	42	39	1	25	26
137	0	39	49	54	1	35	23	181	2	6	27	8	2	8	51	225	3	29	8	5	1	23	43
138	0	41	25	17	1	36	57	182	2	8	35	59	2	8	40	226	3	30	31	48	1	21	56
139	0	43	2	14	1	38	28	183	2	10	44	39	2	8	27	227	3	31	53	44	1	20	9*
140	0	44	40	42	1	39	55	184	2	12	53	6	2	8	12*	228	3	33	13	53	1	18	59
141	0	46	20	37	1	41	23	185	2	15	1	18*	2	7	52	229	3	34	32	12	1	16	30
142	0	48	2	0	1	42	50	186	2	17	9	10	2	7	33	230	3	35	48	42	1	14	36
143	0	49	44	50	1	44	13	187	2	19	16	43	2	7	9	231	3	37	3*	18	1	12	45
144	0	51	29	3	1	45	36	188	2	21	23	52	2	6	43	232	3	38	16*	3	1	10	49
145	0	53	14	39	1	46	56*	189	2	23	30	35	2	6	14	233	3	39	26	52	1	8	54
146	0	55	1	35	1	48	12	190	2	25	36	49	2	5	43	234	3	40	35	46	1	6	58
147	0	56	49	47	1	49	29*	191	2	27	42	32	2	5	10	235	3	41	42	44	1	4	59
148	0	58	39	16*	1	50	43	192	2	29	47	42	2	5*	13	236	3	42	47	43	1	3	1
149	0*	0	29	59	1	51	54	193	2	31	52	55*	2	3	14*	237	3	43	50	44	1	1	2
150	1	2	21*	53	1	53	3	194	2	33	56	9	2	3	14	238	3	44	51	46	0	58	59
151	1	4	14*	56	1	54	10	195	2	35	59	23	2	2	30	239	3	45	50	45	0	56	59
152	1	6	9	6	1	55	14	196	2	38	1	53*	2	1	45	240	3	46*	47	44*	0	54	56
153	1	8	4	20	1	56	17*	197	2	40	3	38	2	0	55	241	3	47	42	40	0	52	52
154	1	10	0	37	1	57	19	198	2	42	4	33	2	0	4	242	3	48	35	32	0	50	48
155	1	11	57	56	1	58	16	199	2	44	4	37	1	59	11	243	3	49	26	20	0	48	44*
156	1	13	56	12	1	59	11	200	2	46	3	48*	1	58	16	244	3	50	15	4	0	46	36
157	1	15	55	23	2	0	4	201	2	48	2	4	1	57	19	245	3	51	1	40	0	44	31
158	1	17	55	27	2	0	55	202	2	49	59	23	1	56	17	246	3	51	46	11	0	42	24*
159	1	19	56	22	2	1	45	203	2	51	55	40	1	55	14	247	3	52	28	35	0	40	15
160	1	21	58	7	2	2	30	204	2	53	50	54	1	54	10	248	3	53	8	50*	0	38	9*
161	1	24	0	37	2	3	14	205	2	55	45	4	1	53	3	249	3	53	46	59	0	35	59
162	1	26	3	51	2	3	54	206	2	57	38	7	1	57	4	250	3	54	22	58	0	33	50
163	1	28	7	45	2	4	33	207	2	59	30	1	1	50	43	251	3	54	56*	48	0	31	40
164	1	30	12	18	2	5	10	208	3	1	20	44*	1	49	29	252	3	55	28	28*	0	29	30
165	1	32	17	28	2	5	43	209	3	3	10	13*	1	48	12	253	3	55	57	58	0	27	20
166	1	34	23	11	2	6	14*	210	3	4	58	25	1	46	56	254	3	56	25	18	0	25	10
167	1	36	29	25	2	6	43	211	3	6	45	21	1	45	36	255	3	56	50	28	0	22	58
168	1	38	36	8	2	7	9	212	3	8	30	57	1	44	13	256	3	57	13	26	0	20	49
169	1	40	17	2	2	7	33	213	3	10	15	10	1	42	50	257	3	57	34	15	0	18	36
170	1	42	50	50	2	7	52	214	3	11	58	10	1	41	23	258	3	57	52	51	0	16	27

713

714

715

716

Строка числа	Уравнение				Поправка			Строка числа	Уравнение				Поправка			Строка числа	Уравнение				Поправка		
	градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции		градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции		градусы	минуты	секунды	терции	минуты	секунды	терции
259	3	58	9	18	0	14	14	293	3	46	17	10	0	56	15	327	2	59	31	52*	1	45	18
260	3	58	23	32	0	12	2	294	3	45	20	55	0	58	3	328	2	57	46	34	1	46	15
261	3	58	35	34	0	9	53	295	3	44	22	52	0	59	53	329	2	56	0*	19	1	47	13
717 262	3	58	45	27*	0	7	40	296	3	43	22	59	1*	1	40	330	2	54	13*	6	1	48	7*
263	3	58	53	7	0	5	29	297	3	42	21	19	1*	3	28	331	2	52	24	59	1	48	58
264	3	58	58	36	0	3*	17	298	3	41	17	51	1*	5	11*	332	2	50	36	1	1	49	50
265	3	59	1	53	0	1	28	299	3	40	12	40	1*	6	57	333	2	48	46	11	1	50	37
266	3	59	3	21	0	1	22	300	3	39	5	43	1*	8	39	334	2	46	55	34	1	51	26
267	3	59	1	59	0	3*	14	301	3	37*	57*	4	1	10	20	335	2	45	4	8	1	52	10
268	3	58	58*	45	0	5	23	302	3	36	46	44	1	12	0	336	2	43	11	58	1	52	53
269	3	58	53*	22	0	7	34	303	3	35	34	44	1	13	39	337	2	41	19	5	1	53	33
718 270	3	58	45	48	0	9	42	304	3	34	21	5	1	15	16	338	2	39	25	32	1	54	13
271	3	58	36	6	0	11	51	305	3	33	5	47	1	16	52	339	2	37	31	19*	1	54	51
272	3	58	24	15	0	14	0	306	3	31	48	57	1	18	26	340	2	35	35	28	1	55	26
273	3	58	10	15	0	16	8	307	3	30	30	31	1	19	58	341	2	33	41*	2	1	55	59
274	3	57	54	7	0	18	15	308	3	29*	10	33	1	21	31	342	2	31	45	3	1	56	31
275	3	57	35	52	0	20	24	309	3	27	49	2	1	22	59	343	2	29	48	32	1	57	1
276	3	57	15	28	0	22	27	310	3	26	26	3	1	24	28	344	2	27	51	31	1	57	27
277	3	56	53	1	0	24	36	311	3	25	1	35	1	25	54*	345	2	25*	54	4	1	57	54*
278	3	56	28	25	0	26	39	312	3	23*	35	41	1	27	21	346	2	23	56	10	1	58	17
279	3	56	1	46	0	28	43	313	3	22	8	20	1	28	45	347	2	21	57	53	1	58	39*
280	3	55	33*	3	0	30	48	314	3	20	39	35	1	30	5	348	2	19	59	14*	1	58	59
281	3	55	2	15	0	32	51	315	3	19	9	30	1	31	26	349	2	18	0	15	1	59	17*
719 282	3	54	29	24	0	34	52	316	3	17	38	4	1	32	45	350	2	16	0	58	1	59	32
283	3	53	54*	32	0	36	54	317	3	16	5	19	1	34	3	351	2	14	1	23	1	59	46
284	3	53	17	38	0	38	55*	318	3	14	31	16	1	35	17	352	2	12	1	40	1	59	59
285	3	52	38	43	0	40	53	319	3	12	55	59	1	35	31	353	2	10	1	41	2	0	8
286	3	51	57	50	0	42	52	320	3	11	19	28	1	37	44	354	2	8	1	33	2	0	16
287	3	51	14	58	0	44	50	321	3	9	41	44	1	38	52	355	2	6	1	17	2	0	23
288	3	50	30	8	0	46	46	322	3	8	2	52	1	40	2*	356	2	4	0	54	2	0	26
289	3	49	43	22	0	48	42	323	3	6	22	50	1	41	8	357	2	2	0	28	2	0	28*
290	3	48	54	40	0	50	38	324	3	4	41	42	1	42	15	358	2	0	0	0	2	0	28
291	3	48	4	2	0	52	30	325	3	2	59	27	1	43	16	359	1	57	50	2	2	0	26
292	3	47	11	32	0	54	22	326	3	1	16	11	1	44	19	360	1	55	59	6	2	0	23

720

|| Глава одиннадцатая

ОБ УРАВНЕНИИ ВРЕМЕНИ И ПЕРЕХОДЕ ОТ НЕРАВНЫХ ДНЕЙ
К РАВНЫМ СРЕДНИМ

Уже было определено, что избыток над дополнением оборота за день состоит из двух неравенств: одно из них — от движения [Солнца], другое — от его *заманов* [прямого] восхождения. Известно, что если полу-

круг, к которому восстановлен перпендикуляр²⁸⁵, будет в [плоскости] горизонта, то при действии с ним на одной широте получатся величины, отличные от тех, которые получатся на другой широте, из-за различия восхождения на них. Если же он [в плоскости] меридиана, то они общие для всех широт.

Вследствие этого по причине легкости перевода времени от одного города к другому на небесном меридиане люди этого искусства начинают день от меридиана, находя это удобным и легким.

Если известно, что данные сутки различны по ощущению, — а их неравенство легко определяется для отдельных [суток] и для некоторого числа их, которое может быть и большим, — то известно, что среднее равномерное движение Солнца, Луны, планет и другого, основанное в книгах на равенстве суток, средних между наибольшими и наименьшими, будет среди неравных движений. Поэтому нужно перевести различное данное время к этой [средней] величине, с помощью которой определяется движение. Если для каждого промежутка времени положение Солнца при равномерном и неравномерном движении в обоих концах, то истинное восхождение Солнца с начала этого промежутка времени до его конца есть сумма избытков восхождений над оборотами небесного экватора в сутках, если отбросить полные обороты. Это — величина этого промежутка времени в неравных сутках. Воспользуемся при этом восхождениями на [земном] экваторе, чтобы перейти от небесного || меридиана к другим кругам в устройстве Вселенной. Что касается [разности] двух аргументов в обоих концах промежутка времени, то это среднее движение [за этот промежуток]. Если сутки среднего движения равные, то восхождение, которое берется для него, — это сумма движений Солнца и апогея. Поэтому нужно прибавить долготу апогея к аргументу в обоих концах этого промежутка времени, а затем вычесть то, что предшествует, из того, что следует за ним, чтобы получилось среднее перемещение за этот промежуток времени. Если восхождения равны, то различия в его сутках будут мало заметны, и избыток при вычитании исчезнет, а время будет уравнено само по себе. Если же оба эти восхождения различны, тогда определяемое различие будет разностью между ними, то есть *заманами*, соответствующими двум взятым средним [движениям]. Затем берется аргумент этих *заманов* двух движений, то есть [движений] аргумента и апогея, и их сумма прибавляется к разности двух средних [движений], если неравные сутки больше [равных], то есть к избытку полученного восхождения над полученным средним [аргументом], и в противном случае вычитается из этой разности. Один из двух концов промежутка времени может быть постоянным, возможно, что его начало постоянно, подобно дате, от которой мы начинаем, то есть началу четырехсотого года Йездигерда в полдень в Газне. Среднее дви-

722 жение Солнца для него — это сумма, которую мы устанавливаем, исходя из основ для аргумента и апогея. Если мы возьмем для этой даты уравнение, получится $1^{\circ}59'1''34'''$. Следовательно, истинное [положение Солнца] в $24^{\circ}3'26''32'''$ Рыб, его восхождение на линии [земного] экватора — $354^{\circ}33'2''1'''$, сумма обеих упомянутых основ — $350^{\circ}4'24''59'''$, а разность между ними — $4^{\circ}28'37''3'''$. Если прибавить эту разность к среднему [движению], то получается истинное восхождение Солнца и действия с ним будут таковы: определяются аргумент и [долгота] апогея для данного момента времени и каждый из них запоминается. Затем прибавляют || к сумме их обоих $4^{\circ}28'37''3'''$, получится среднее. [Положение] Солнца устанавливается по двум запоминаемым [величинам], а его истинное восхождение сравнивается с полученным средним. Если обе [запоминаемые величины] равны, то время и то, что определяется с его помощью, не нуждается в уравнении времени, и истинное положение Солнца и есть искомое. Если же они различны, то разность между ними умножается на десять минут, получится уравнение времени в минутах суток. Для этого берутся оба движения: аргумента и апогея. Далее смотрят: если полученное среднее больше восхождения, между которыми оно измерялось, то уравнение времени вычитается из даты данного момента времени, движение аргумента — из запоминаемого аргумента, а движение апогея — из запоминаемой долготы [апогея]. Если же полученное среднее меньше восхождения, то каждое из того, о чем мы упоминали, прибавляется к тому, что ему соответствует, и они становятся уравненными. Затем обращаются к эфемеридам Солнца, чтобы определить его истинное положение. Разъяснение этого: A — начало Овна, BC — время основы, от которого мы начинаем, AB — среднее Солнце в [этот момент], AC — его истинное восхождение, например большее, как мы об этом упоминали*. Пусть AD — среднее [Солнце] для данного мо-

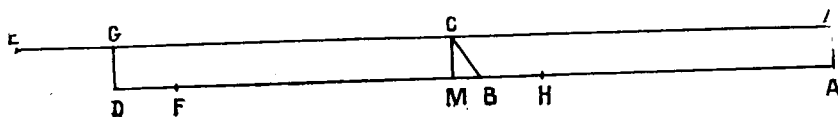


Рис. 111.

AA —начало Овна; AB —линия среднего движения; BC —основа; C —линия восхождения; DG —время.

мента, AE — истинное восхождение. Тогда BD — среднее движение, соответствующее равным суткам, CE — оборот для истинного движения, соответствующего неравным [суткам]. Как [это бывает] в действительности, имеется разность между ними. Пусть, например, GE — избыток

* См. рис. 111.

восхождения, то есть разность *заманов* действительного и воображаемого положения. Если прибавить аргумент этого от [начального] момента времени к средним суткам *BD*, то неравные сутки *CE* уравниются. Но мы уже вычли из основы аргумента два градуса; останутся недостаточные аргументы, соответствующие всем *заманам*.

Предположим, что *BH* и $\parallel DF$ — два градуса. Тогда *HF* равна *BD*. 723
 Что касается избытка, который мы прибавляем к сумме аргумента и [долготы] апогея, то это — *HM*, потому что вначале имеется равенство среднего [движения] между *AM*, полученным средним, и *AC*, его истинным восхождением, и, как мы упоминали, остаются два значения двух концов *D* и *E*. Аналогично этому, [если берется] уравнение времени для данного момента, предшествующего моменту времени основы этой эры. то, как уже было изложено ранее, определяется для него аргумент и апогей. Если при этом известны оба запоминаемых и Солнце находится в них обоих, то берется его восхождение на [земном] экваторе, затем складывают оба запоминаемых, прибавляют к этому $4^{\circ}28'37''3'''$, берут разность между суммой и данным восхождением и умножают на десять минут. Получится уравнение времени в минутах суток. Когда для него определяют соответствующие движения аргумента и апогея, каждое из них прибавляется к соответственному, если восхождения больше этой суммы, и вычитается из соответственного, если восхождение меньше суммы. Для того, чтобы легче представить это, обратимся к чертежу, требующемуся в этом случае. Пусть *AK* и *AL* — полные обороты, как в случае, когда мы определяли аргумент для промежутка времени, при котором данный момент предшествует основе*. Вычтем его из основы,

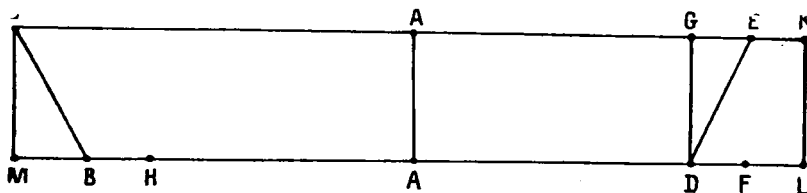


Рис. 112.

AA — начало Овна; *AC* — линия восхождения; *BC* — основа; *AD* — линия среднего движения; *DE* — время.

|| тогда мы достигнем точки *F*, и у нас получится расстояние от апогея. 724
 Поэтому, если мы сложим их оба, получится *LF*, а если прибавим два вычитаемых градуса, получится *LD*. Пусть истинное восхождение [Солнца] — *KE*; тогда в промежутке времени, в котором перемещение будет *BD*, *заманы* оборота будут *CE*. В наших примерах будет их избы-

* См. рис. 112.

ток. Аргумент [Солнца] обязательно увеличивается от [одного] промежутка до [другого] и от двух положений до других двух [положений]. Далее его вычитают из основы. Но наш недостаток до этого — неуравненный. То, что получилось у нас, — это LD и KE ; разность между DB и EC — сумма EG и BM , BM [равен] $2^{\circ}28'37''3'''$. Что же касается EG , то это разность между LD и KE . Но она получается только после прибавления двух градусов к среднему [аргументу]. Известно, что суммы этих двух избытков AM и AC равны. Поэтому обе [эти величины] отбрасывают, так что остаются AE и AD . Но разность между ними — это разность между их полученными дополнениями. Поэтому условия не меняются, и действие [будет] таким же.

Шестая книга «Канона Мас'уда» окончена, хвала Аллаху, господу миров²⁸⁶.

КНИГА СЕДЬМАЯ
КАНОНА МАС'УДА



оскольку ранее были изложены обстоятельства Солнца, ко- 725
торые оказалось возможным установить в [зависимости от]
времени, насколько это позволило время, то в порядке по-
знания следует изложить обстоятельства Луны. Исправив
то, что возможно, в остальном следует обращаться к сде-
ланному Птолемею до тех пор, пока какому-нибудь усердному [учено-
му] не удастся произвести [новые] наблюдения или к нему попадут [ре-
зультаты] наблюдений [других ученых], которые помогут получить иско-
мое при помощи всевышнего¹ Аллаха и его доброй поддержке.

Глава первая

УПОМИНАНИЕ О ДВИЖЕНИЯХ ЛУНЫ И ИЗЛОЖЕНИЕ МНЕНИЙ О ЕЕ РАВНОМЕРНОМ И НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ

Поскольку с движением Солнца и Луны в последовательности зна-
ков зодиака не связана такая величина замедления, из-за которой [это
движение] представлялось бы для них обоим движением в сторону запа-
да, против последовательности знаков зодиака², это движение представ-
ляется [как происходящее] из-за свойств, присущих Солнцу и Луне
благодаря неравномерности этого движения. Птолемей объяснил нерав-
номерность движения Солнца несовпадением [центра] орбиты эпицикла
с центром мира или же тем, что орбита апогея, охватывающая его, рав-
на сфере, подобной [эклиптике], либо больше, либо меньше ее. Неравно-
мерность движения Луны так же, как неравномерность движения Солн-
ца, происходит вследствие избытка времени ее замедления над временем
ускорения. Различие, рассмотренное Птолемею, является видом нерав-
номерности [движения] Солнца. Величина [этого различия] для [всех]
градусов эклиптики постоянно одинакова из-за неподвижности положе-

726 ния апогея [Солнца]. Для Луны же эта [величина] изменяется, так что имеются || величины ускорения и замедления для каждого градуса эклиптики из-за движения апогея Луны³. Но так как и апогей Солнца необходимо перемещается, обстоятельства обоих этих светил подобны. Движения и их различия [у Солнца и Луны] отличаются только [своей] величиной.

После этого мы скажем, поскольку мы убедились, что при затмении Солнца его скрывает от нас Луна и при затмении Луны Земля препятствует своим телом попасть лучам Солнца на видимую сторону Луны, [тот факт], что Луна скрывается от нас, объясняется одной из двух причин: либо касанием, либо отдаленностью Солнца и Луны друг от друга. Если бы имело место касание, то величина той части Солнца, которую Луна скрывает от нас, была бы одинакова для всех жителей Земли, наблюдающих [это затмение], хотя моменты его для них были бы различны из-за различия начала суток. Но мы находим, что у некоторых из тех, кто наблюдал затмение Солнца и живет в различных местах, сведения о величине [затмившейся части] сильно отличаются от других, так что [различие] может достичь двух крайностей в отрицании или признании затмения, а именно: одни сообщают о затмении, другие же совсем отрицают его в этот день. Отсюда вытекает, что затмение Солнца происходит не благодаря касанию, а благодаря отдаленности Солнца и Луны друг от друга. Поэтому вид затмения различен и при остальных затмевающих объектах, если этот объект близок к наблюдателю и далек от затмеваемого, так как отдаленность очень значительна во все моменты затмения. Отдаленность позволяет нам узнать положения Луны [за время] от солнечных затмений до лунных. Поскольку центры Земли и неба совпадают, тень Земли лежит в стороне, противоположной Солнцу, а центр солнечного диска необходимо лежит на окружности эклиптики, то необходимо, чтобы стрела тени⁴ проходила в плоскости эклиптики по диаметру, проходящему через Солнце. Так как Луна проходит круг тени либо по его диаметру, либо по одной из его хорд, то середина промежутка 727 времени этого прохождения || и расстояния пересечения [находится] на стреле, проведенной к этой хорде или диаметру. Но стрела — это отрезок диаметра, она больше всех параллельных ей [линий] между окружностью и этой хордой; поэтому центр Луны расположен в конце этой стрелы в середине промежутка времени затмения, и [в этот момент] затмившаяся часть занимает все тело Луны, если же затмение не занимает все тело Луны, то в этот момент оно будет наибольшим. Данные о положении Луны, полученные с помощью инструментов, не будут точны по причине параллакса⁵. Более точны данные о положении Солнца, получаемые во время затмения Луны, благодаря диаметральной противоположности [Солнца и Луны]⁶.

Луна отличается от Солнца тем, что она не привязана к эклиптике как Солнце и отклоняется от нее на [некоторое] расстояние, называемое широтой Луны. Эта широта обладает различной величиной в каждом градусе эклиптики в соответствии с неравномерностью движения. Будем называть время возвращения Луны на эклиптике от [какого-либо] ее градуса к тому же самому [граду] возвращением по долготе, а промежуток времени возвращения неравенства Луны к тому же самому во всех ее фазах — возвращением аномалии⁷, присущим ее телу. Поэтому можно считать, что при движении Луны время возвращения ее широты к одной и той же величине с одной и той же стороны, северной или южной при одном и том же положении в отношении прибавления или уменьшения есть возвращение ее широты к той же самой величине. Время ее возвращения к той же фазе ее света берется либо с избытком, либо с недостатком. Это происходит каждый месяц⁸ при возвращении ее расстояния к той же данной величине с севера в одну сторону к востоку и западу. Промежутки времени, состоящие из полных дней и возвращений, о которых мы упоминали,— суммы. Мы говорим, что число дней этой суммы, по самым распространенным мнениям у индийцев,— 788 958 225 000, они содержат 26 716 650 000 полных лунных месяцев, в них содержится 28 876 650 000⁹ оборотов || по долготе и 28 632 597 071 728 оборот по аномалии. Что касается Птолемея, то он говорил [об этом, опираясь на сведения, полученные] от древних, я полагаю, что от вавилонян и халдеев, а если не от них, то от египтян и греков¹⁰. Об их продвижении [в этом вопросе] свидетельствует книга грека Паулисы, жившего очень давно в Индии¹¹. По его мнению, в требуемой сумме после отбрасывания дроби в ней остается 889 020 дней, 30 135 месяцев, 32 265 возвращений аномалии, 32 549 возвращений по долготе. Оборотов Солнца в ней 2434, взятых по отношению к неподвижным звездам. Это мнение близко к установленному нами по данному вопросу. Эти величины дают величину [времени] возвращения к [той же самой] неподвижной звезде, [равную] тремстам шестидесяти пяти дням с четвертью и одной 7302-й дня. Далее упоминает, что Гиппарх округлил это и, по его мнению, число дней этой суммы после отбрасывания дроби — 6 048 338, месяцев — 204 816, возвращений аномалии — 219 504, возвращений по долготе — 221 375, оборотов Солнца — 16 559. [Все] эти обороты — по эклиптике. [Отсюда] получается, что величина одного оборота — триста шестьдесят пять с четвертью и одной пятидесятой суток. Отсюда вытекает, что месяц у этих древних был больше, чем у индийцев, а движение долготы и аномалии меньше, в то время как месяц у Гиппарха был короче, движение долготы быстрее, а аномалии — медленнее.

О ПРИБЛИЖЕННОМ ВЫРАЖЕНИИ ДВУХ ДВИЖЕНИЙ ЛУНЫ ПО АНАЛОГИИ С ТЕМ, ЧТО ИМЕЕТ МЕСТО ДЛЯ СОЛНЦА

Так как в дальнейшем нам придется пользоваться движениями и Солнца, и Луны¹², то займемся их уточнением. Мы говорим, что правильно изложенное в предыдущей книге¹³, посвященной обстоятельствам Солнца, [в частности] мнение Гиппарха о движении апогея Солнца. Гиппарх пытался найти с помощью движения апогея среднее движение Солнца по орбите апогея, Птолемей же не согласился с этим и считал апогей Солнца неподвижным по той причине, что он нашел его в том же месте, о котором сообщал Гиппарх. Мы нашли то, подобного чему не было найдено никем. Птолемей определил движение Солнца в соответствии со своими взглядами о промежутке времени¹⁴ между Гиппархом и им, а затем использовал [сведения] об этом промежутке времени при рассмотрении трех древних вавилонских затмений¹⁵, определив с их помощью и с помощью неподвижного апогея [Солнца] положения пребывания Луны в них. Мы используем, при [рассмотрении] их, движение, которое исправили исходя из [промежутка времени] между ним и нами. Наблюдения Птолемея были более точны, чем те неточные наблюдения, о которых он сообщал и на которые полагался. Если бы [не было] Птолемея, жившего после Гиппарха, то действия Гиппарха были бы начальными и основными по причине удаленности [его] времени [от нашего] и обширности промежутка времени [между ним и нами]. Но до нас не дошла ни одна из книг Гиппарха, которая позволила бы внести ясность в этот вопрос. Поэтому мы вынуждены обращаться к действиям Птолемея, которые он проводил и оставил для нас, хотя он и менее удален от нас и промежутки времени между ним и нами короче по величине. Вполне очевидно, что видимое движение [Луны] у индийцев и древних значительно отличается от движений у Гиппарха и Птолемея, но в то же время [данные о временах] || затмений близки к установленным ими. Это указывает на то, что с движением Луны происходит то же, что с движением Солнца.

Если мы хотим принять для Луны то неравенство, которое нашли для Солнца, то пойдем по одному из двух путей. [В первом случае], разобьем обороты по долготе, данные Гиппархом в виде суммы, на сутки и градусы — так действовал Птолемей. Все это обратим в градусы, прибавим среднее Солнце, то есть сумму его аргумента и [долготы] апогея. Это составит $359^{\circ}1'12''34'''53^{\text{IV}}16^{\text{V}}25^{\text{VI}}$. Разделим сумму на соответственный промежуток времени. Получится средняя Луна по долготе за одни сутки, [равная] $13^{\circ}10'35''2'''7^{\text{IV}}10^{\text{V}}4^{\text{VI}}$. Таким образом, с Луной связано то же, что и с Солнцем.

[Во втором случае] возьмем величину месяца у Гиппарха, то есть сумму $29^{\text{p}}31'50''8'''9^{\text{v}}20^{\text{v}}13^{\text{vi}}16$ и определим среднее Солнце за этот промежуток времени. Получится $29^{\circ}6'24''44'''13^{\text{v}}1^{\text{v}}10^{\text{vi}}$. Прибавим к этому оборот и разделим сумму на промежуток времени месяца. Получим среднюю Луну за одни сутки, [равную] $13^{\circ}10'35''2'''7^{\text{v}}10^{\text{v}}4^{\text{vi}}17$. Так будем поступать до тех пор, пока для этого уточнения не выявится то, что совпадает с ним или расходится [на незначительную величину], с этим результатом мы будем действовать. Необходимо знать, что при этом из доль времени применяются египетские годы, прошедшие от начала эры Набонассара, начинающиеся в дай-махе, персидские месяцы, при которых «украденные» дни — между восьмым и девятым месяцами¹⁸, и дроби суток, а именно их минуты¹⁹, причем для легкости их применения время приводится к полудню города Газны.

|| Глава третья

731

ОБ УТОЧНЕНИИ ОБОИХ ДВИЖЕНИЙ ЛУНЫ

Если неравенство движения Луны [объясняется] одновременно [гипотезами] эпицикла и орбиты апогея, то выберем [сначала] первую²⁰, которая будет разъяснена в дальнейшем. Для определения положения апогея Солнца и расстояния между центрами нам нужно было определить его видимое положение в три момента времени. Подобно этому нам необходимо то же для определения обеих аналогичных [величин] для Луны. Наблюдения этого производятся в ее затмениях. Самые древние затмения, [сведения о которых] имеются у нас,— это те, о которых сообщал и которыми пользовался Птолемей. Первое из них было в Вавилоне после полудня в понедельник двадцать девятого дай-маха для Газны — 27 [лет] $48^{\text{p}}20'$ [суток]²¹. Полное²² время по эре Набонассара, выравненное с помощью уравнения времени — 26 [лет] $28^{\text{p}}27'33''57'''11^{\text{v}}$ [суток]²³. Положение Луны в середине противостояния с Солнцем — $168^{\circ}55'19''22'''24$. Второе затмение было после полудня в пятницу восемнадцатого дай-маха 34 [года] $3^{\text{p}}22'$ [суток]. Полное выравненное время по эре [Набонассара] — 27 [лет] $2^{\text{p}}33'37''35'''57^{\text{v}}$ [суток]²⁵. Положение Луны в середине противостояния с Солнцем — $158^{\circ}2'12''13'''41^{\text{v}}26$. Третье затмение [было] после полудня в воскресенье пятнадцатого тир-маха 25 [лет] $18^{\text{p}}20'$ [суток]. Выравненное время [по эре Набонассара] — 27 [лет] $194^{\text{p}}24'18''10'''51^{\text{v}}$ [суток]. Положение Луны в середине диаметрального противостояния с Солнцем — $328^{\circ}23'48''55'''$. Первый промежуток времени от первого затмения до второго — 0 [лет] $354^{\text{p}}6'23''38'''61^{\text{v}}$ [суток]. В нем видимое истинное движение Луны подобно [движению] между двумя истинными положениями Солнца после пяти его полных оборо-

тов, то есть $349^{\circ}6'13''31'''$. Средняя [Луна], которой мы пользуемся в соответствии с изложенным выше, — $345^{\circ}50'57''26'''27$ ||. Избыток истинного [положения] над средним, то есть первое уравнение, — $3^{\circ}15'16''5'''28$, его синус — $0^{\circ}3'25''4'''7^{IV}29$, движение аномалии — $306^{\circ}23'57''20'''$. Движения и [все] другое, имеющееся в этом первом промежутке времени, мы будем называть первыми, то, что во втором промежутке времени, — вторыми. Второй промежуток времени, то есть продолжающийся от второго затмения до третьего, — 0 [лет] $176^{\circ}50'40''34'''8^{IV}$ [суток]. Истинное движение [Луны] в нем, помимо полных оборотов, — $170^{\circ}21'36''2'''$, среднее — $170^{\circ}10'30''4'''$. Избыток истинного над ним — $0^{\circ}11'5''58'''$. Это — второе уравнение. Его синус — $0^{\circ}0'11''37'''23^{IV}$, а аномалия — $150^{\circ}28'23''53'''30$.

Приведем предложение Птолемея об этом: эпицикл — ABC , его центр — K , место наблюдения, то есть центр эклиптики, — D^* . Проведем [линию] DKL . Тогда L будет наиболее удаленной точкой окружности [эпицикла] от D , то есть апогеем эпицикла. В соответствии с этим другой конец диаметра M будет самой близкой точкой окружности от D , то есть перигеем эпицикла. Диаметр ML — один и тот же и для истинного, и для среднего дви-

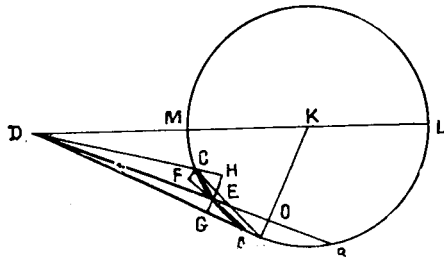


Рис. 113.

A — первое затмение; B — второе затмение; C — третье затмение; L — апогей эпицикла.

жения Луны. Пусть A — положение Луны в середине первого затмения, B — ее положение в середине второго, C — ее положение в середине третьего. Соединим [точку C] с точкой D . Когда Луна в первом³¹ затмении находится на линии AD ³², и имеется избыток истинного движения над средним, то есть «первое уравнение», то ко второму затмению линия наблюдения, то есть AD , переместится в последовательности [знаков зодиака] и займет положение VED , подобно этому положению CD получится перемещением VED в последовательности [знаков зодиака]. Поэтому угол ADB

733

имеет величину первого уравнения, которое вытекает || из прохождения Луной аномалии ACB . Этот избыток сам по себе является недостатком дополнения AB аномалии [до полного круга], а синус аномалии — перпендикуляр EC ³³ к AD . То же будет для третьего затмения, так как оно наблюдается на линии DC , опережающей линию DB на величину угла BDC ³⁴ «второго уравнения» и становится избытком, так как [в этом случае] аномалия — дуга BAC , и это «второе уравнение» — раз-

* См. рис. 113.

ность между принадлежащим дуге AB от вычитания и принадлежащим дуге AC от прибавления. Но разность, принадлежащая дуге AC ,— это избыток.

На дуге AMC скорость ее видимого движения увеличивается на величину второго уравнения. Поэтому точка L , то есть место замедления, находится вне дуги BAC . Эта дуга — вторая аномалия, она меньше полукруга. Поэтому центр среднего движения также находится вне ее. Линия, соединяющая L и K , доходит до [точки] D , являющейся центром эклиптики. Опустим перпендикуляр EH на DC , получится синус второго уравнения. Проведем AC и соединим каждую из [точек] A и C с точкой E , то есть пересечем BD с окружностью орбиты эпицикла. Тогда угол AEB при окружности измеряет [дугу] AB , то есть дополнение первой аномалии, а при центре—половину этого дополнения. Так как внешний угол $[BEA]$ треугольника $[EAD]$ равен сумме его внутренних углов EAD и ADE , не смежных с ним, то угол EAD — разность между дополнением первой аномалии и «первым уравнением». Назовем эту разность «первым остатком». Ее синус — $0^{\circ}23'57''29'''53^{IV}$ в масштабе, в котором полным синусом считается AE . Будем называть ее «первой хордой». Но EG , то есть синус «первого уравнения» — в масштабе, || в котором DE — 734 полный синус. Поэтому EG известна по отношению к обоим этим величинам. Но мы считаем полный синус единицей. Поэтому EG в масштабе, в котором AE — единица, относится к самой себе в масштабе, где ED — единица, к которой преобразовывались величины в начале действия, как единица AE к самой себе в масштабе ED . Четвертая из этих [величин] неизвестна.

Для ее преобразования разделим синус «первого уравнения» на синус «первого остатка», в частном получится «первая хорда» EH^{35} — $13^{\circ}34'53''^{36}$. Точно так же угол BEC соответствует дополнению второй аномалии, а это вместе со вторым уравнением равно внешнему углу ECH , его синус — $0^{\circ}58'4''5'''17^{IV}$ в масштабе, в котором полный синус— «вторая хорда» EC . Если мы преобразуем ее к [масштабу] DE и разделим на нее синус «второго уравнения», то в частном получится «вторая хорда» в масштабе DE — $0^{\circ}0'12''0'''35^{IV}$. Опустим перпендикуляр CF на AE . Тогда дуга AC — разность между второй аномалией и дополнением первой. Поэтому вписанный угол AEC — половина дополнения этой разности, а угол CEF —его дополнение. Синус этого угла — $0^{\circ}44'53''34'''55^{IV}$, синус его дополнения — $0^{\circ}39'48''25'''28^{IV}$. Оба они — в масштабе, в котором полный синус — EC . Но выше указано, что EC известна в масштабе DE . Преобразуем обе их, для чего умножим каждую из них на «вторую хорду» и разделим оба произведения на полный синус. В частном получится CF , то есть синус, преобразованный к вели-

чине DE — $0^{\circ}0'8''59'''9^{\text{IV}}$, и FE , то есть преобразованный синус дополнения — $0^{\circ}0'7''38'''4^{\text{IV}37}$.

Сумма преобразованного синуса дополнения $[EF]$ и «первой хорды» $735 [AE]$ — $\parallel AF \cdot AC$ квадратирует ее и CF и, [таким образом], AC известна — $0^{\circ}8'41''36'''56^{\text{IV}}$. Это — «первый корень» в масштабе, в котором ED — единица. Но хорда AC , то есть разность между второй аномалией и дополнением первой — $1^{\circ}29'47''9'''38^{\text{IV}}$. Если мы преобразуем DE к ней, разделив произведение этой хорды на полный синус, то в частном получится ED — $10^{\circ}19'40''12'''51^{\text{IV}}$, то есть внешнее расстояние в масштабе, в котором полный синус — полудиаметр эпицикла, так как AC , то есть «первый корень», относится к DE , то есть полному синусу, как хорда AC к DE в ее масштабе. Но «вторая хорда» известна в масштабе, в котором ED — единица.

Теперь она увеличивается, и возрастает от единицы к масштабу, в котором полудиаметр эпицикла — единица. Поэтому полный синус DE относится ко «второй хорде» EC , как внешнее расстояние DE к EC , преобразованной к полудиаметру круга, то есть EC — $0^{\circ}2'4''2'''4^{\text{IV}}$, а ее дуга — $1^{\circ}58'27''1'''$. Вычтем это из второй аномалии. Останется дуга BE . Половина ее — дуга запоминаемого. Ее хорда BE — $1^{\circ}55'29''39'''25^{\text{IV}38}$. Половина этого — синус запоминаемого. Проведем через O , середину $[BE]$, полудиаметр XOK , доходящий до центра K . Прибавим хорду BE к внешнему расстоянию ED , получится BD . Ее произведение на внешнее [расстояние] — произведение LD на DM . Но оно вместе с квадратом KM равно квадрату DK — расстояния, преобразованного к масштабу полудиаметра эпицикла.

Если мы прибавим к упомянутой плоскости³⁹ единицу, то есть квадрат $736 KM$, получится KD , \parallel корень из суммы — $11^{\circ}16'36''47'''9^{\text{IV}}$, то есть «второй корень». Но нам необходимо обратное, то есть полудиаметр эпицикла, если KD — единица. Поэтому непреобразованное расстояние KD относится к единице, к полудиаметру эпицикла. Если мы разделим единицу, то есть произведение второго на третье, на непреобразованное расстояние, то в частном получится полудиаметр эпицикла $0^{\circ}4'18''45'''47^{\text{IV}}$.

В треугольнике KOD синус угла K относится к синусу прямого угла O как OD , то есть суммы половины OE , хорды запоминаемого, и внешнего [расстояния] ED к KD , то есть к непреобразованному расстоянию. Поэтому, если мы разделим OD на KD , в частном получится синус угла K — $0^{\circ}59'8''17'''36^{\text{IV}}$. Ему соответствует дуга MX , то есть $88^{\circ}37'42''5'''34^{\text{IV}40}$. Если мы прибавим к ней дугу XB , получится [дуга] MXB . Ее дополнение BL — $57^{\circ}7'19''13'''26^{\text{IV}}$. Это — расстояние от апогея эпицикла в середине второго затмения, то есть аномалия Луны; следовательно, истинное положение Луны в это время видно на линии AB ,

оно запаздывает по отношению к центру K на величину угла BDK . Получится угол OKD . Если мы вычтем его из девяноста, останется угол $ODK = 1^{\circ}22'17''54'''26^{IV}$. Если мы прибавим его к положению Луны в середине второго затмения, то достигнем линии DK , то есть $159^{\circ}24'30''47'''28^{IV}$, а это положение Луны \parallel в среднем движении в дан- 737 ное время. Это то, что мы стремились [найти].

Так как положение на обеих орбитах одинаково, то движение аномалии будет [происходить] от апогея эпицикла против последовательности знаков зодиака, а на эксцентричной орбите — от апогея в последовательности [знаков зодиака]. Изобразим [теперь] эти затмения на орбите апогея теми же буквами, что и раньше, чтобы желающий воспользовался ими и имел общую [картину]. Укажем здесь кое-что другим путем, чем при рассмотрении эпицикла, так как возможно, что нам иногда это понадобится. Если углы ADE , EAD , CDE и ECD^* известны благодаря движениям, как это было [указано] выше, то CE относится к ED как синус угла EDC к синусу угла ECD , а ED к EA как синус угла EAD к синусу угла EDA . Поэтому отношение CE к EA составлено [из отношения синуса угла EDC к синусу угла ECD и] из отношения угла EAD к синусу угла EDA ⁴¹ и самая длинная хорда AE , а также самая короткая хорда CE известны в масштабе, в котором ED либо предполагается единицей, либо не предполагается ей. Далее действие продолжается до определения полу диаметра эпицикла. Он относится к AE , как синус угла EAD к синусу \parallel угла EDA . Если получается дуга EA , 738 она прибавляется к дуге AB , тогда получится EB , причем хорда их суммы — единица. Затем пользуемся этим так же, как было изложено выше.

Другой метод [применяется] после получения самой длинной и самой короткой хорд в масштабе, в котором задана ED . Для этого опускаются перпендикуляры AG и CH на BED^{**} , так что AG — «первый перпендикуляр», EG — «первая сторона», CH — «второй перпендикуляр», а EH — «вторая сторона». В треугольнике AGE угол G — прямой, угол AEG измеряет половину дополнения первой аномалии, а угол EAG — его дополнение. Если мы возьмем синусы обоих в масштабе, в котором AE — полный синус, то каждый из них относится к AE как она сама к AE , как к самой длинной хорде. Если мы преобразуем оба [синуса] к масштабу AE , то есть умножим каждый из них на самую длинную хорду, то из синуса получится «первый перпендикуляр», а из синуса дополнения — «первая сторона». Точно так же угол CEH измеряет половину второй аномалии, его синус CH и синус его дополнения EH

* См. рис. 114.

** См. рис. 115.

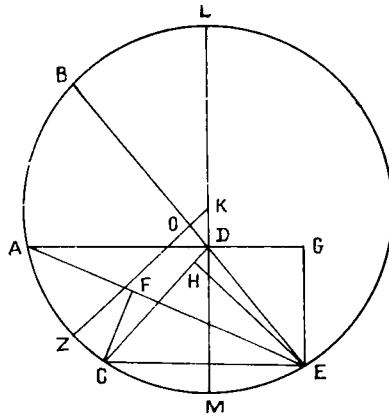


Рис. 114.

А—первое затмение; В—второе затмение;
С—третье затмение.

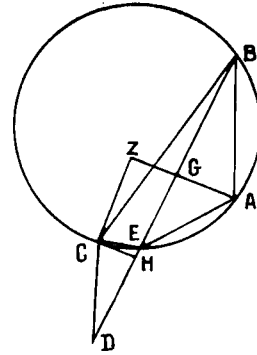


Рис. 115.

[взяты] в масштабе, в котором полный синус — EC . Поэтому, если мы преобразуем оба их к масштабу [самой короткой хорды], то есть умножим каждый из них на самую короткую хорду, то из синуса получится «второй перпендикуляр», а из синуса дополнения — «вторая сторона». Опустим перпендикуляр CZ на [продолжение] AG , получится параллелограмм $CZGH$. CZ в нем — сумма двух «сторон», а AZ сумма двух «перпендикуляров». AC quadriрует CZ и AZ . Это — «основа». Но дуга AEC — разность между второй аномалией и дополнением первой, а хорда ее имеет величину полудиаметра эпицикла. || Если известен полный синус, то действие аналогично. Соединим A с B и B с C , чтобы получились диагонали. Получится многоугольник $ABCE$, вписанный в круг. В нем AB — хорда дополнения первой аномалии, BC — хорда второй аномалии. Для преобразования их обоих к масштабу ED умножим каждую из них на «основу», разделим каждое из этих произведений на соответственное, получатся преобразованные величины. Далее умножим BC на самую длинную хорду AE , а AB — на самую короткую хорду CE . Сложим оба произведения: сумма будет равна произведению BE на «основу» AC . Если мы разделим ее на «основу», в частном получится BE , и стороны BA , EC и диаметр AE станут известны в масштабе ED . Но каждая из дуг AC , AB и BC известна в масштабе, в котором полудиаметр эпицикла — полный синус. Остальные величины благодаря этому также станут известны. Отсюда переходят к образу действий, изложенному выше.

Способ определения хорды ME после определения непреобразованного расстояния KD состоит в том, что строят угол DMZ , равный углу

MEZ^* . В треугольниках MDE и MDZ общий угол MDZ , а углы EMD и MZD равны. Следовательно, эти два треугольника подобны и MD относится к DE , как ZD к MD . Поэтому, если мы разделим квадрат разности MD между непреобразованным расстоянием и полным синусом на внешнее расстояние, получится ZD ; $\parallel ZE$ — избыток внешнего [расстояния] над ним. Далее, проведем DP параллельно KE и она встретится с ME в P . [Получатся] два подобных треугольника MZE и DPE , так как углы MZD и EMD равны. Их дополнения MZE и DMP [также] равны. В треугольниках EPD и MZE углы EPD и MZE равны, а угол E у них общий. Следовательно, эти два треугольника подобны, и DE относится к EP , как ME к EZ . Произведение EP на ME равно произведению DE на EZ , а произведение DE на EZ известно. Произведение EP на ME относится к квадрату ME как PE к ME , то есть DK к известной KM , и квадрат ME известен. Вычисление этого: умножим ME на внешнее [расстояние] ED и разделим полученное на непреобразованное расстояние. Извлечем корень из частного, получится хорда ME . Определяя ее дугу, придем к средней Луне и аномалии Луны.

Так как наша цель не может быть достигнута без трех затмений при условии, что расстояние между ними и тремя предыдущими является максимальным, тогда данные, полученные из них, будут самыми точными и самыми верными, а это — те качества, которых мы давно хотели достигнуть. Воспользуемся тремя лунными затмениями, времена средин которых мы наблюдали собственными глазами, эти наблюдения проводились при помощи высот неподвижных звезд. Первое из них было ночью в субботу четырнадцатого [числа] месяца раби' второго триста девяносто третьего \parallel года⁴². Начало и конец [затмения] наблюдались в 741 Джурджане при помощи высот двух Сириусов⁴³, когда затмевалась уже приблизительно четверть диаметра Луны. Между Джурджаном и Газной по долготе в минутах суток $2'21''$. Это было серединой затмения, которое произошло после полудня пятницы шестого исфандармуз-маха тысяча семьсот пятьдесят первого года Набонассара⁴⁴, то есть [в минутах суток] $19'11''$. Полные [годы] этой эры, приведенные к Газне, — 1750 [лет] $65^{\circ}19'0''30'''21''$ [суток]. Истинное [положение] Луны относительно Солнца — $306^{\circ}16'28''43'''$ ⁴⁵.

Второе затмение было ночью в воскресенье тринадцатого шавваля триста девяносто третьего года⁴⁶. Оно наблюдалось в Джурджане при помощи высот двух Орлов и Щеголя⁴⁷, так что была определена его середина, когда затмевалась, по-видимому, четверть диаметра после полудня субботы второго шахривар-маха тысяча семьсот пятьдесят первого года⁴⁸, то есть в $31'25''$ в Газне; [годы] этой эры, приведенные к

* См. рис. 116.

Газне,— 1750 [лет] $241^{\circ}30'43''1'''59^{\text{IV}}$ [суток]⁴⁹. Истинное [положение] Луны — $326^{\circ}38'56''58'''50$.

Третье затмение было ночью в среду четырнадцатого [числа] месяца рамадана триста девяносто четвертого года⁵¹. Середина его наблюдалась в ал-Джурджании в Хорезме. Я нашел ее после полудня вторника двадцать второго тир-маха тысяча семьсот пятьдесят второго года, то есть в $36^{\circ}30''52$. Газна восточнее ал-Джурджании на $\parallel 1^{\circ}42'12''$. [Годы] этой эры, приведенные к Газне,— 1751 [год] $201^{\circ}37'37''19'''1^{\text{IV}}$ [суток]⁵³; поло-

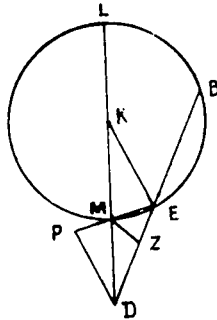


Рис. 116.

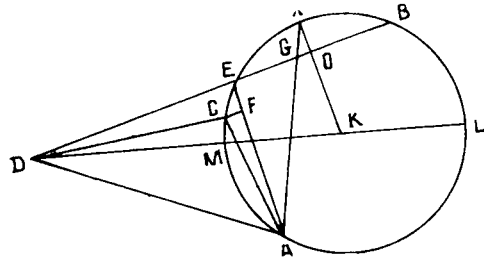


Рис. 117.

жение Луны — $286^{\circ}44'7''20'''54$. Известно, что первый промежуток времени — 0 [лет] $176^{\circ}11'42''31'''38^{\text{IV}}$ [суток]⁵⁵. Истинное положение Луны [в нем] — $170^{\circ}14'28''14'''56$, а среднее — $161^{\circ}37'3''5'''57$, аномалия — $141^{\circ}59'17''4'''$, первое уравнение — $8^{\circ}25'25''14'''$, его синус $0^{\circ}8'47''22'''10^{\text{IV}58}$. Второй промежуток времени — 0 [лет] $325^{\circ}49'6''17'''2^{\text{IV}}$ [суток]⁵⁹, истинное положение [Луны] в нем — $321^{\circ}25'10''22'''60$, среднее — $323^{\circ}49'39''22'''$, аномалия — $287^{\circ}36'27''20'''61$, второе уравнение — $2^{\circ}24'29''$, его синус — $0^{\circ}2'31''15'''28^{\text{IV}}$. Если мы изобразим эти затмения на чертеже, подобном предыдущему, теми же буквами и другими данными и будем следовать тем же путем, что и раньше, тогда синус «первого остатка» — $0^{\circ}58'58''45'''52^{\text{IV}62}$. AE относится к ED , как синус угла AGD , то есть первого уравнения, к синусу угла EAD , то есть «первого остатка»*, так что, если мы примем ED за единицу, то «первая хорда» AE будет $0^{\circ}8'16''29'''48^{\text{IV}63}$, а синус угла BEC , то есть «второго остатка» — $0^{\circ}37'26''10'''14^{\text{IV}}$. Он относится к синусу угла второго уравнения BDC , как ED к EC , но ED — единица, а EC , «вторая хорда» — $0^{\circ}4'2''25'''30^{\text{IV}}$, преобразованный синус — $0^{\circ}2'38''20'''51^{\text{IV}}$, преобразованный синус дополнения — $0^{\circ}3'19''7'''19^{\text{IV}64}$, «первый корень» — $0^{\circ}7'4''41'''3^{\text{IV}}$, внешнее расстояние — $11^{\circ}16'1''19'''20^{\text{IV}65}$, преобразованная «первая хорда» — $0^{\circ}45'31''24'''39^{\text{IV}}$, ее дуга — $44^{\circ}35'18''33'''$, хорда дуги EB —

* См. рис. 117.

$0^{\circ}28'49''52'''39^{\text{IV}}$, «второй корень» — $11^{\circ}32'53''23'''34^{\text{IV}66}$, полудиаметр эпицикла — $0^{\circ}4' \parallel 11''43'''36^{\text{IV}}$, синус угла OKD — $0^{\circ}59'47''15'''33^{\text{IV}}$, дуга MX — $85^{\circ}10'46''11'''67$. Если мы прибавим это к запоминаемому XB и прибавим к сумме полуоборот MXB , получится $279^{\circ}4'53''33'''68$. Это — аномалия LMB для моментов времени второго затмения. Если мы вычтем дополнение дуги MX , то есть угол KDO , из истинного положения Луны, останется средняя [Луна] в это время — $321^{\circ}29'43''7'''15^{\text{IV}69}$. Если мы сравним второе из этих затмений со вторым из вавилонских, то суток промежутка времени между ними — $629118^{\circ}56'50''26'''42^{\text{IV}70}$, а лунных месяцев — $21\ 304$; часть оборотов аномалии [общая] с ним — $261^{\circ}57'33''39'''53^{\text{IV}71}$ после $22\ 831$ полного оборота. Это и есть то, чего требовала сумма Гиппарха в тех числах, которые необходимы для этого промежутка времени, хотя его избыток превышает десять градусов. Точно также, если указанный промежуток времени разделить на сумму суток, получится пять с остатком от деления, [равным] приблизительно $0^{\circ}0'26''12'''$. Если умножить на это постоянные обороты аномалии в сумме [Гиппарха] и разделить произведение на один раз, то в частном получится 33 полных оборота и останется дробь, приблизительно [равная] четверти оборота. Если вычтешь это из оборотов аномалии за пять раз, то есть из $22\ 865$, останется $22\ 831$ и дробь, то есть остаток. То же получится для || этого промежутка из суммы для соответствующей аномалии. В этом случае мы постараемся обойтись одним оборотом, чтобы не загромождать чертежи. Если мы выразим эти обороты в градусах, прибавим к ним избыток, имеющийся после них, и разделим эту сумму на промежуток времени, получится движение аномалии за сутки — $13^{\circ}3'53''54'''7^{\text{IV}59\text{V}19\text{VI}47\text{VII}25\text{VIII}32\text{X}}$. Что же касается разности между средними Лунами при обоих затмениях, то это — $162^{\circ}5'12''19'''19^{\text{IV}46\text{V}57\text{VI}}$, расстояние — $23\ 026^{72}$. Это подобно тому, что получится из суммы Гиппарха. При этом избыток оборотов противоположен тому, что является разностью для нас по причине того, что в действительности происходит при движении Солнца. Если мы будем поступать с градусами оборотов и разностью так же, как изложено выше для аномалии, мы получим среднюю Луну за месяц — $33^{\circ}10'35''7'''17^{\text{IV}31\text{V}13\text{VI}16\text{VII}18\text{VIII}39\text{IX}}$.

Вопрос: Почему ты при [уточнении] движений [Луны] пользуешься древними затмениями и почему не пользуешься тем, что получается при этом из величины полудиаметров эпицикла?

Ответ: Использование древних затмений потребовала необходимость в [значительном промежутке] времени — чем он будет больше, тем результат будет ближе к истине. Если бы не это, я не отказался бы от тех затмений, которые наблюдал сам Птолемей, поскольку они не так неясны, как неясны эти древние затмения. Если хочешь проверить это, то знай, что искатели истины доверяют фактам, а Птолемей о древних

затмениях рассказывает со слов вавилонян, которые не занимались этим сами⁷³. По их данным о первом затмении, он сообщал, что оно началось в Вавилоне после истечения одного часа и *шай' салиха*⁷⁴, а затем он указал, что середина затмения была за два с половиной часа до полуночи, то есть за шесть минут суток с четвертью. Расстояние этого затмения от узла⁷⁵ по его книге превосходило три четверти градуса, а промежуток времени «впадения»⁷⁶ для равного этому — один час и приблизительно три четверти часа.

Часы половины ночи в это время в Багдаде, который удален от Вавилона на незначительное расстояние, — шесть с одной пятой; *заманы* его [косых] часов — пятнадцать с половиной⁷⁷, а вместе с [дугой] текущего [момента]⁷⁸ в промежутке времени «впадения» — сорок два [*замана*]. Если мы вычтем это из половины ночной дуги, останется пятьдесят один [*заман*]. Доля этого в часах — $3^h24'$, на это середина затмения опережает полночь. Необходимо, чтобы мы взяли меньше, так как то, что мы указали, обладает избытком в час. Но *шай' салих* обычно бывает частью единицы, и при вычислении принимается⁷⁹ меньшее, чем ее половина. По этой причине, так как он неизвестен по величине, пренебрегают дробью и остается расстояние от середины затмения до полуночи, [равное] трем часам.

Для сопоставления положений [затмения] у Птолемея не было другого пути, кроме как считать *шай' салих* за полный час. Но при этом он не учел промежутка времени «впадения». О третьем затмении он сказал, что оно началось после восхода Луны и что его середина имела место за три с половиной часа до полуночи, так что начало было за пять часов до полуночи. Но часы «впадения» для равного этому по начальным данным — час и одна пятая. Если мы добавим это к тому, на что середина затмения опережала полночь, получится четыре часа и пятьдесят четыре минуты. Часы полуночи в это время в Багдаде — $5^h28'$; из них к началу [затмения] истекло $0^h34'$. Если мы возьмем полные часы, на которые середина затмения опережала полночь, то есть $3^h30'$ ⁸⁰, то следовательно, к началу затмения [истекло из первой половины ночи] меньше часа. || Это обязательно потому, что если бы восполнение этого часа было бы близко [по своей величине] к тому, что было принято за неизвестное, то затмение произошло бы после восхода. Все эти признаки показывают, что эти сообщения были приняты, несмотря на их важность, без уточнения. Я занялся этим, наблюдал и тщательно уточнял это. [Оказалось], что более правильно то, чем пользуются до сих пор индийцы, в особенности в том, что связано с движением. Они повторяют вычисления несколько раз, возвращаясь к ним, для того, чтобы число ошибок было меньше. Поэтому они обращаются к тому, что было раньше, и обычно действуют с помощью движений, установленных для Луны.

Мы начнем с древних затмений. Средняя Луна в первом промежутке времени — $345^{\circ}51'17''26'''$, аномалия — $306^{\circ}23'33''34'''$, синус «первого уравнения» — $0^{\circ}3'25''4'''16^{\text{IV}}81$. Средняя Луна во втором промежутке времени — $170^{\circ}10'30''7'''$, аномалия — $50^{\circ}28'11''53'''$, синус «второго уравнения» — $0^{\circ}0'11''37'''20^{\text{IV}}$. Если будем действовать при этом так же, как действовали выше, получится полудиаметр эпицикла — $0^{\circ}5'43''44'''50^{\text{IV}}82$, аномалия — $17^{\circ}7'25''34'''43^{\text{IV}}40^{\text{V}}37^{\text{VI}}54^{\text{VII}}83$ и средняя Луна по долготе — $159^{\circ}24'30''55'''43^{\text{IV}}4^{\text{V}}84$. Затем делаем то же в третий раз, получается средняя Луна в первом промежутке времени — $161^{\circ}37'3''5'''$, аномалия — $147^{\circ}59'5''37'''85$, синус «первого уравнения» — $0^{\circ}8'47''22'''11^{\text{IV}}$, средняя [Луна] во втором промежутке времени — $323^{\circ}49'39''23'''$, аномалия — $287^{\circ}36' \parallel 5''34'''86$ и синус «второго уравнения» — $0^{\circ}12'31''15'''29^{\text{IV}}87$. Получится полудиаметр эпицикла — $0^{\circ}5'11''45'''17^{\text{IV}}88$, его дуга — $4^{\circ}18'5''38'''89$, то есть наибольшее из уравнений Луны, аномалия — $279^{\circ}5'17''16'''31^{\text{IV}}50^{\text{V}}2^{\text{VI}}90$, средняя [Луна] — $321^{\circ}29'42''6'''59^{\text{IV}}51^{\text{V}}59^{\text{VI}}$. При помощи такого повторения получают оба движения в указанном промежутке времени. Что касается средней [Луны], то это — $8289523^{\circ}5'11''11'''57^{\text{IV}}54^{\text{V}}91$, отсюда суточная доля — $13^{\circ}10'34''2'''7^{\text{IV}}17^{\text{V}}8^{\text{VI}}35^{\text{VII}}57^{\text{VIII}}25^{\text{IX}}42^{\text{X}}$. Что касается аномалии, то она — $8219421^{\circ}57'51''41'''48^{\text{IV}}18^{\text{V}}24^{\text{VI}}$, откуда суточная доля — $13^{\circ}3'53''54'''8^{\text{IV}}5^{\text{V}}31^{\text{VI}}22^{\text{VII}}9^{\text{VIII}}9^{\text{IX}}14^{\text{X}}$. Приведенный промежуток времени между серединой второго затмения по этим сведениям и между началом четырехсотого года Йездигерда — 27 [лет] $213^{\circ}28'54''33'''40^{\text{IV}}$ [суток]⁹². Если мы прибавим к средней Луне при этом затмении движение по долготе и аномальное движение за это время, получится основа для средней Луны: $147^{\circ}49'33''21'''46^{\text{IV}}44^{\text{V}}17^{\text{VI}}59^{\text{VII}}20^{\text{VIII}}25^{\text{IX}}22^{\text{X}}93$ и для аномалии — $63^{\circ}31'47''6'''6^{\text{IV}}59^{\text{V}}18^{\text{VI}}38^{\text{VII}}5^{\text{VIII}}32^{\text{IX}}35^{\text{X}}$. Из этих двух основ исходит действие с таблицами подобно тому, что было изложено выше для Солнца — после того, как мы вычтем из средней Луны пять градусов, а из ее аномалии — пятнадцать градусов⁹⁴.

747

748

Объединенные годы эры Йездигерда с неполным годом	Средняя Луна							Аномалия Луны						
	граду- сы	ми- нуты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	секс- ты
400	142	49	33	21	46	44	18*	48	31	47	6	6	59	17*
430	64	23	30	31	25	23	40	189	58	56	42	54	54	10
460	345*	56	27*	41	4	3	2	331	26	6	19	42*	43*	3
480	267	31	25	50	42	42*	24*	112	53*	15	56	30	43*	56

Объединенные годы эры Йездигерда с неполным годом	Средняя Луна							Аномалия Луны						
	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
520	189	5	22	0	21	21	46*	254	20	25	33	18	38*	49
550	110	39	19*	10	0	1	8	35	47	35	10	6	33	42
580	32	13	16	19	38	40	31	177*	14	44	46	54	28	35
610	313*	47	13	29	17*	19	53*	318*	41	54	23	42	23	28*
640	235	21	10	38	55*	59	15	100	9	4	0	30	18*	20*
670	156	55	7	48	34	38	37	241	36	13	37	18	13	13
700	78	29	4*	58	13	17	59*	23	3*	23	14*	6	8	6
730	0	3	2	7	51	57*	22	164	30	32	50	54	2	59
760	281	36	59*	17*	30	36	44	305	57	42	27	41	57	52
790	203	10	58*	27*	9	16*	6	87*	24	52	4	29	52	45
820	124	44	54*	36	47	55	28	228	52*	1	41	18	47	38

749 ||

Название месяцев	Средняя [Луна] в персидских месяцах							Аномалия в персидских месяцах						
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Фарвардин	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Урдибихшт	35	27	31	3	38	34	18	31	56	57	4	2	45	41
Хурдад	70	35	2	7	17	8	36	63	53	54	8	5	31	22
Тир	105	52	33	10	55	42	55*	95	50	51	12	8	17*	3
Мурдад	141	10	4	14	34*	16*	12	127	47*	48	16	11*	2	44
Шахривар	176	27	35	18*	52	51	30	159	44	45	20	13*	48	25
Михр	211	45*	6	21	11	25	48	191	41	42	24	16	34	6
Абан	257	2	37	25	30	0	6	223	38	39	28	19	19	48
Азар	348	13	8	39	45	0	0	320	55	6	3	2	33	6
Дай	23*	30	34	43	23	34	25	352	52	3	7	5	18	47
Бахман	58	48	5	47	2	8	43	24	49	0	11	8	4	28
Исфандармаз	94	5	35	50	40	43	1	56	45*	57	15	10	50	9

750 ||

Подробные годы	Средняя Луна							Аномалия Луны						
	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
1	123*	23	7	51	19*	17*	19	88*	42	54	19	13	35	50
2	258*	46	15	48	38	34	37	177*	25	48	38	27	11	40
3	28	9	23	42	57	51	56*	266	8	42*	57*	40	4*	29
4	157*	32	31	37	17*	9	15	354	51	37*	16	54*	23*	19
5	286	55	39	31	36	26	34	83*	34	31	36	7	59*	9
6	56	18	47	25	55*	43	52	172	17	25	55	21	34	59
7	185	41	55	20	15	1	11	261	0	20	14	35	10	48
8	315*	5	3	14*	34	18	30*	349	43	14	33	48	46	38
9	84*	28*	11	8	53*	35	49	78	26	8	53	2*	22	28

Под- роб- ные годы	Средняя Луна							Аномалия Луны						
	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
10	213*	51	19	3	12	53*	7	167*	9	3	12*	15*	58*	18
11	343*	14	26	57*	32	10	26	255*	51	57*	31	29*	34	7
12	112*	37	34	51	51	27	45	344	34	51	50	43	9	57
13	242	0	42	46	10	45	4	73	17	46	9	56	45	47
14	11*	23	50	40	30	2	22	162	0	40	29	10	21	37
15	140	46	58	34	49	19	41	250*	43	34	48	23	57	26
16	270	10	6	29	8	37	0	339	26	29	7*	37	33	16
17	39	33	14	23	27	54	19	68	9	23	26	51	9	6
18	168*	56*	22	17	47	11	37	156	52	17	46	4*	44*	56
19	298*	19	30	12	6	28	56*	245	35	12	5	18	20	45
20	67	42	38	6	25	46	15	334*	18	6	24	31	56*	35
21	197	5	46	0	45	3	34*	63	1	0	43	45	32*	25
22	326	28*	53	55	4	20	52	151	43	55	2	59*	8	15
23	95*	52	1	49	23	38	11	240	26	49*	22*	12	44	5*
24	225	15	9	43	42	55	30	329	9	43	41	26	19	54
25	354	38	17*	38*	2	12	48	57	52	38	0	39	55	44
26	124	1	25	32	21	30	7	146	35	32	19	53*	31	34
27	253*	24	33	26	40	47	26	235	18	26*	39	7	7	24
28	22	47	41	21	0	4	45	324	1	20	58*	20	43	13
29	152	10	49	15	19	22	3	52	44*	15*	17*	34	19*	3
30	281	33	57	9	38	39	22	141	27	9	36*	47	55*	53*

751

Сutki и дробн	Средняя Луна							Аномалия Луны						
	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	13	10	35	2	7	17	9	13	3	53	54	8	5	31
3	26	21	10	4	14	34	17	26	7	47	48	16	11	3
4	39	31	45	6	21	51	26	39	11	41	42*	24	16*	34
5	52	42	20	8	29	8	34	52	15	35	36	32	22	5*
6	65	52	55	10	36	25	43	65	19	29	30	40	27	37
7	79	3*	30	12	43	42	52	78	23	23	24	48	33	8
8	92	14	5	14	51	0	0	91	27	17	18	56	38	40
9	105	24	40	16	58	17	9	104	31	11	13	4	44	11*
10	118	35*	15	19	5	34	17*	117	35	5	7*	12	49	42
11	131	45	50	21	12	51	26	130	38	59	1	20	55*	14
12	144	56	25	23	20	8	34	143	42	52	55	29	0	45
13	158	7	0	25	27	25	43	156	46	46	49	37	6*	16
14	171	17	35	27	34	42	52	169	50	40	43	45	11	48
15	184	28	10	29	42	0	0	182	54	34	37	53	17*	19
16	197	38	45	31	49	17	9	195	58	28	32	1	22	51
17	210	49	20	33	56	34	18	209	2	22	26	9	28	22
18	223	59	55	36	3	51*	27	222	6	16	20	17	33	53*
19	237	10	30	38	11	8	35	235	10	10	14	25	39	25

752

753

754 ||

Сутки и дробь	Средняя Луна							Аномалия Луны						
	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
20	250	21	5	40	18	25	44	248	14	4	8	33	44	56
21	263	31	40	42	25	42	53	261	17	58	2	41	50	27*
22	276	42	15	44	33	0	1	274	21	51	56	49	55	59*
23	289	52	50	46	40	17	10	287	25	45	50	58	1	30
24	303	3	25	48	47	34	18*	300	29	39	45	6	7	1
25	316	14	0	50*	54*	51	27	313	33	33	39	14*	12	3
26	329	24	35	53	2	8	35	326	37*	37	33	22	18	4
27	342*	35	10	55	9	25	44	339	41	21	27	30	23	36*
28	355	45	45	57	16	42	52	352	45*	15	21	38	29	7*
29	368	56	20	59	24	0	1	365	49	9	15	44*	34	38
30	382	6	56	1	31	17	10	378	53	3	9	54	40	10
31	395	17	31	3	38	34	18	391	56*	57	4	2	45	41
32	408	28	6	5	45	51	27	405	0	50	58*	10	51	12
33	421	38	41	7	53	8	35	418	4	44	52	18	56	44
34	434	49	16	10	0	25*	43*	431	8	38	46	27	2	15
35	447	59	51	12	7	42	52	444	12	32	40	35	7	47
36	461	10	26	14	15	0	1	457	16	26	34	43	13	18*
37	474	21	1	16	22	17	10	470	20	20	28*	51	18	49
38	487	31	36	18	29	34	18	483	24	14	22	59*	24	21
39	500	42	11	20	36	51	26*	496	28	8	17	7	29	52
40	513	52	46	22	44	8	35	509	32	2	11	15	35	23
41	527	3	21	24	51	25	44	522	35	56*	5	23	40	55*
42	540	13	56	26	58*	42	52	535	39	49*	59	31	46	26
43	553	24	31	29	6*	0*	1	548	43	43	53	39	51	58*
44	566	35	6	31	13	17	10	561	47	37	47*	47	57	29
45	579	45	41	33	20	34	18	584	51	31	41	56	3	0
46	592	56	16	35	27	51	26*	587	55	25	36	4	8	32
47	606	6*	51	37	35	8	35	600	59	19	30	12	14*	3
48	619	17*	26	39	42	25	44	614	3	13	24	20	19*	34
49	632	28	1	41	49	42	52	627	7	7*	18	28	25	6
50	645	38	36	43	57	0	1	640	11	1	12	36	30	37
51	658	49	11	46	4	17	10	653	14	55	6	44	36	8
52	671	59	46	48	11	34	18*	666	18	49	0	52	41	40
53	685	10	21	50*	18	51	27*	679	22	42	54	0	47	11
54	698	20	66	52	26	8	36	692	26	36	49	8	52	43
55	711	31	31	54	33	25	44	705	30	30	43	16	58*	14
56	724	42	6	56	40	42*	53	718	34	24	37*	25	3	45
57	737	52	41	58	48	0	2	731	38	18*	31	33	9	17*
58	751	3	17	0	55	17	11	744	42	12	25*	41	14	48
59	764	13	52*	3	2	34	22	757	46	6	19	49	20	19
60	777	24	27*	5	9	51	29	770	50	0	13	57	25	51*†

755 ||

|| Глава четвертая

756

О ДВИЖЕНИИ ЛУНЫ ПО ШИРОТЕ⁹⁵

Раздел первый

НАПОМИНАНИЕ ОБ ЭТОМ ДВИЖЕНИИ И ЕГО УТОЧНЕНИЕ

Поскольку движение Солнца медленнее движения Луны, то исследование ускорения и замедления частиц движения⁹⁶ Солнца фактически производится только мысленно по отношению к апогею и перигею⁹⁷, к которым оно как бы возвращается на эклиптике. Для Луны же нет возвращений, подобных этим возвращениям, и нет чувственно воспринимаемых «исчезновений»⁹⁸, но они ощущаются для каждого заданного градуса. Из постоянных наблюдений вытекает, что возвращение Луны к движению, равному по величине в заданном градусе, будет после ее возвращения по эклиптике в градусе, запаздывающем по отношению к первому в направлении последовательности [знаков зодиака].

Отсюда следует, что движение Луны по долготе быстрее движения ее аномалии, если оно происходит по эпициклу, или движения центра ее орбиты апогея в последовательности [знаков зодиака], если оно происходит по эксцентричной орбите.

То же самое происходит в случае [движения] Луны по широте, то есть [Луна] постепенно удаляется от эклиптики, причем с ней не связан определенный градус эклиптики. Для каждого градуса эклиптики имеется не одна и та же величина широты, а в каждом градусе могут быть все величины ее широты, начиная с ее отсутствия и кончая ее пределом. Наибольшая из ее широт постоянна по своей величине. Если найдено, что ее возвращение к [некоторой] величине ее широты || происходит до 757 ее возвращения по долготе, и известно, что движение по широте быстрее, чем движение по долготе, то отсюда вытекает, что оба полюса орбиты [Луны], наклонной к [кругу], подобному [эклиптике], совершают обороты по окружности круга, проведенного вокруг полюса эклиптики на расстоянии наибольшей широты Луны. Поэтому два предела ее северной и южной широт вращаются по двум малым кругам, параллельным эклиптике, проведенным вокруг обоих ее полюсов на расстоянии дополнения наибольшей широты. Пусть AB — квадрант эклиптики с полюсом E , [точка] A на ней — место узла*, пусть он находится в северной [половине эклиптики] и называется *головой*⁹⁹, AC — квадрант наклонной орбиты с полюсом G . Проводится [большой круг] $GEGB$. Тогда B и C — пределы северной широты [Луны]: C — северный предел на наклонной.

* См. рис. 118.

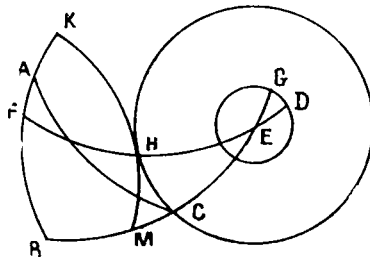


Рис. 118.

758 Тогда H — точка, которая достигает северный предел, F — место [предела] на эклиптике. Далее разделим FK на четыре части. K — положение *головы* при полном возвращении. Северный предел достигается в точке H . Положение наклонной орбиты в это время — KHM , и возвращение Луны к [той же] широте в точке H , а к положению по долготе — в [точке] M , так что возвращение широты [происходит] до возвращения долготы, поэтому дуга BFK подобна дуге GD , а BF равна KA , то есть движению *головы*, и, следовательно, движение по широте является суммой движения *головы* и движения Луны по долготе.

Индийцы выделили обороты *головы* из оборотов Луны. У них получилось 1 613 272 оборота *головы* за 10 957 753 125 суток. Если мы рассмотрим движение по широте, по их мнению, то это потребует 1 208 032 566 оборотов по широте, которые совершаются за 32 873 259 375 суток.

Что касается древних, о которых сообщает Птолемей, то они [говорили] о 669 месяцах, содержащих их суммы. Отсюда получается 726¹⁰² полных возвращений широты, мы же указали возвращения долготы, содержащееся в них, разность между ними — 57 — это обороты *головы*, совершенные за 19 756¹⁰³ суток.

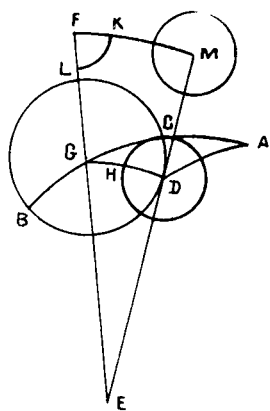
759 Что касается Гиппарха в соответствии с тем, что сообщает о нем Птолемей, то у него за 5458¹⁰⁴ месяцев совершается 5923 оборота по широте, так как месяц у него — $29^{\text{p}}31'50''8'''9^{\text{v}}20^{\text{v}}$ [суток], и приблизительно пять квинт, о которых он не упоминает. В этих месяцах 161 177 суток, а из дробей, о которых он упоминает, $18'41''||53'''1^{\text{v}}20^{\text{v}105}$, а при учете пяти квинт — $18'41''53'''18^{\text{iv}}0^{\text{v}}38^{\text{vi}106}$. Все переводы «Альмагеста» согласуются с $164177^{\text{p}}18'58''38'''3^{\text{iv}}20^{\text{v}107}$ благодаря добавлению трех тысяч суток, это ошибка экземпляра, с которого был сделан перевод, она дает для месяца больше тридцати дней, а согласно тому, что он считает правильным, как мы упоминали, получается движение по широте в сутки при добавлении $0^{\circ}0'0''0'''4^{\text{iv}}46^{\text{v}}42^{\text{vi}}27^{\text{vii}108}$ к тому, о чем сообщал Птолемей о Гиппархе, для уточнения¹⁰⁹.

Описав должным образом обстоятельства движения широты и *головы*, скажем, что полные затмения различны по *заманам* своего «пробывания», но это не связано с тем, что мы рассматриваем в этой главе. Это используется в тех случаях, когда нет полного затмения тела Луны, а именно тогда, когда величина затмения равна диаметру в обоих концах большого промежутка времени, оба градуса долготы которого всегда известны. Поэтому величина затмения будет в соответствии с широтой на одном [и том же] **расстоянии от Земли.**

Известно, что затмение и его начало происходит на теле Луны в направлении, противоположном широте Луны в северной и южной [части] эклиптики, так как центр тени всегда находится на самой эклиптике. Если внутри нее Луна имеет северную широту, то тень будет к югу от нее. Поэтому она [как бы] зазубрена со стороны юга и ее затмение происходит в той же стороне и наоборот. Но и север и юг в первом движении видимы, а в соответствии со вторым движением по эклиптике они оба исчезают, так как эклиптика препятствует [их наблюдению]. [Далее] обе стороны [широты] опять отклоняются, и для их различения необходим избыток градуса при определении положений эклиптики и его полюса, видимого в каждый || момент времени. По этой причине в «Альмагесте» о некоторых затмениях говорится, что они были летом с восточной стороны. 760

Согласно же этому «Канону» если затемнение происходит в южной [части] Луны, узнают, что ее широта северная; северная же широта будет после *головы* и перед *хвостом*. Если же затемнение в северной ее [части], то узнают, что ее широта южная; южная широта — только перед *головой* или после *хвоста*. Но равенство величины затемнения не утверждает равенства расстояний от узла, и, таким образом, при этом устанавливается полное возвращение широты или соединение с ней половины оборота. Но эти возвращения прибавляются к половине оборота только при условии равенства расстояний от апогея эпицикла¹¹⁰. Пусть AB — эклиптика, [точка] A на нем — место узла*. Круг тени — CDB с центром G . Тогда AD равно также расстоянию Солнца от другого узла. Пусть AD — наклонная орбита, касающаяся по широте тени в [точке] D . Центр Луны — в самой [точке] касания. Известна затемненная [часть Луны] — DH — ее полудиаметр в направлении G , это [часть] дуги DG . Но расстояние Луны от Земли во [время] затмений различно. Неравномерность ее движения и различие этих расстояний || за столетие имеет место на каждой из обеих орбит. Проведем из центра мира E линию EGF , это стрела тени; [ей соответствует] линия EDM в плоскости наклонной орбиты, а также угол GED , измеряющий дугу GD — расстояние 761

* См. рис. 119.



Ри . 119.

между центрами Луны и тени. Пусть теперь центр тени [рассматривается] при другом прохождении Луны выше первого — это [точка] F . Круг KL необходимо меньше круга BCD , так как продолжительность затмения самая короткая в апогее эпицикла и самая длинная в его перигее при равенстве расстояния от узла. Поэтому тень необходимо становится тоньше при удалении [Луны] от Земли. Поместим центр Луны в точку M . В силу подобия дуг FM и DG широты Луны в точках D и M равны и, хотя тело Луны видно меньшим в [точке] M , оно остается тем же самым по величине, а тень в [точке] F сама по себе меньше Луны. Поэтому Луна в точке M либо отделена от тени, либо только касается ее и затмения нет. Если же [тень] внутри нее, то затмение по величине необходимо меньше полудиаметра. Если прохождение Луны ниже круга BCD , то тень не увеличивается и затмение будет по величине необходимо больше полудиаметра.

Таким образом, установлена причина затмений, связанных с движением [Луны] по широте. Однако не имеет места равенство расстояний [Луны] от Земли, поэтому величина затмения при одном и том же ее расстоянии от узла не одна и та же, если только расстояние Луны от апогея эпицикла одно и то же. Поэтому расстояние Луны от Земли и величина затмения — необходимые вещи в нашем рассмотрении. Это то, что мы хотели [изложить].

762 || Далее обратимся к двум затмениям, которыми пользовался Птолемей при уточнении движения [Луны] по широте. Первое из них наблюдалось в Вавилоне. Полная дата его, приведенная к Газне, — его сообщение полезно только в случае необходимости [этого числа] — 256 [лет] $122^{\text{p}}20'18''39'''0^{\text{v}}2^{\text{v}}$ [суток]. Истинное положение Луны относительно Солнца $7^{\circ}6'22''43'''36^{\text{v}}36^{\text{v}}$, средняя [Луна] — $7^{\circ}1'32''2'''52^{\text{iv}}$, аномалия — $104^{\circ}3'4''18'''11^{\text{i}}$, уравнение Луны — $4^{\circ}54'48''0'''$. Второе из [трех] последующих было в Александрии. Дата его, приведенная к Газне, — 871 [год] $7^{\text{p}}56'27''28'''58^{\text{iv}}7^{\text{v}}$ [суток]¹¹². Истинное положение Луны относительно Солнца — $43^{\circ}5'59''5'''$, средняя [Луна] — $188^{\circ}31'51''57'''$, аномалия — $7^{\circ}18'56''32'''18^{\text{iv}}$, расстояние от апогея эпицикла — $106^{\circ}3'27''12'''$, уравнение Луны — $4^{\circ}52'37''48'''$. Поскольку эти данные близки для обоих расстояний от апогея эпицикла и затмение в каждом из положений [Луны] величиной в два пальца, то выполняются оба вышеупомянутых условия¹¹³. Затемнение в каждом из этих случаев оказывается с южной стороны Луны, это необходимо дает для широты Луны северную сторо-

ну. К этому времени Луна возвращается к прежней величине и полностью завершаются обороты при движении по широте.

Пусть $ABCD$ — эклиптика с центром в E . Последовательность [знаков зодиака] в ней — ABC , A — [точка] весеннего равноденствия, BZD — северная половина наклонной орбиты*. Пусть северная широта соответствует в обоих затмениях [точкам] G и X . Соединим G с E . || По-763
ложение Луны на наклонной орбите [соответствует точке] G , видимой на линии EG , а среднее движение Луны происходит на наклонной орбите, так как эпицикл [находится] в ее плоскости или, как мы это установили, на эклиптике, из-за малого различия в их положениях. В этом положении наш метод не дает возможности установить это, но аномалия Луны при первом затмении меньше половины оборота. При этом видимое уравнение обязательно запаздывает по сравнению со средним в направлении против последовательности [знаков зодиака].

Пусть оно имеет величину угла LEG ; LEG — то же уравнение, L — центр эпицикла в этот момент времени**. Он обращается вокруг [точки]

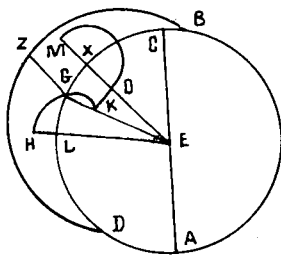


Рис. 120.

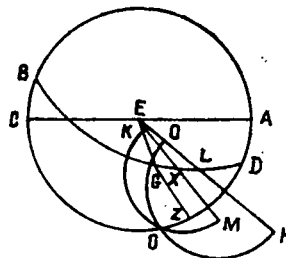


Рис. 121.

E на расстоянии полу диаметра [эклиптики]. Тело Луны [находится] на [эпицикле] в [точке] K на линии видения. Но она видима снова во втором затмении на этой линии в дополнение к наклонной орбите, так как ее широта [в это время] также GZ . Аномалия в этот момент времени больше полу оборота в уравнении и средняя [Луна] необходимо запаздывает по сравнению с видимой [в направлении] против последовательности [знаков зодиака]. Величины обоих уравнений близки и не беда, если мы возьмем их равными. Пусть угол GEX равен углу GEL и X — положение центра эпицикла [во втором затмении]. Опишем вокруг него, как мы описали¹¹⁴ вначале, эпицикл. Аномалия на нем — $МОК$, Луна находится в точке G [эклиптики, соответствующей ее положению на] наклонной орбите. Она заканчивает полный оборот по долготе, но она короче его на

* См. рис. 120.

** См. рис. 121.

LX, имеющую величину суммы обоих уравнений, кроме [случаев] равенства и близости их обоих. Это — $9^{\circ}47'25''48'''$. Эту [дугу] Луна описывает в среднем движении при завершении полных оборотов. Хотя мы и не превышаем предела [точности] при установлении чисел терций, но 764 при пользовании этим || мы не прекратим [вычисления] на секстах и, возможно, доведем их до децим¹¹⁵ и того, что за ним.

Далее мы говорим, что время, [протекшее] между обоими затмениями, — 615 [лет] $78^{\circ}36'8''49'''58^{\text{IV}}5^{\text{V}}116$ [суток]. Это составляет 224 608 суток и то, что следует за ним, месяцев будет 7606, а суток этих месяцев по Гиппарху — $224\ 609^{\text{P}}41'34''117$. Что касается разности движений по широте за этот промежуток времени в соответствии с мнением Гиппарха, то это $350^{\circ}27'33''18'''27^{\text{IV}}17^{\text{V}}56^{\text{VI}}2^{\text{VII}}118$, дополнение суммы обоих уравнений — $350^{\circ}12'34''12'''28^{\text{IV}}43^{\text{V}}119$, полных оборотов долготы в этом промежутке времени — 8220. Это находится в соответствии с суммой Гиппарха $352^{\circ}50'39''40'''26^{\text{IV}}3^{\text{V}}$. Избыток сумм обоих уравнений над дополнением — $0^{\circ}14'19''45'''59^{\text{IV}}$. Если то, что получилось у нас для движения по широте, вычтешь из того, что получается по мнению Гиппарха, необходимо получится, что аргумент за сутки вычитается из этой разности от движения за сутки у него, остается движение по широте за сутки, исправленное наподобие того, как исправил Птолемей, то есть $13^{\circ}13'45''39'''30^{\text{IV}}38^{\text{V}}44^{\text{VI}}6^{\text{VII}}30^{\text{VIII}}$. Разность между [этой величиной] и движением по долготе за сутки — это движение *головы*. Также движение по широте [в промежутке времени] между обоими затмениями — 8253° . Расстояние между ними — дополнение суммы обоих уравнений. Движение по долготе в соответствии с тем, что мы установили по таблицам, — $8220^{\text{P}}336^{\circ}38'1''11'''10^{\text{IV}}$. Средний аргумент за сутки получится с помощью разности между ними. Это — движение *головы* за одни сутки. Движение по широте составит $13^{\circ}13'45''39'''30^{\text{IV}}40^{\text{V}}14^{\text{VI}}120$, что соответствует изложенному выше, различаясь только в секстах. Это применяется до тех пор, пока суть дела не приводит к другому. Для третьего затмения из трех древних || вавилонских годится подобный прием, а исправление его [можно сделать] по предшествующему чертежу.

Угол [дополнения дуги] *LDB* — $1^{\circ}22'38''1'''58^{\text{IV}}43^{\text{V}}$, а угол *KEC* — $1^{\circ}11'12''6'''13^{\text{IV}}43^{\text{V}}$. Если мы прибавим его к положению Луны, определенному с помощью Солнца, получится средняя Луна — $329^{\circ}35'1''1'''59^{\text{IV}}43^{\text{V}}4^{\text{VI}}$; дуги *XM*, *XE*, *EC* и *XC* известны. Поэтому оставшаяся дуга *MC* известна. Ее дополнение по аномалии в это время — $67^{\circ}35'37''27'''52^{\text{IV}}121$. Это соответствует чертежу. В таблицах же средняя Луна — $329^{\circ}35'1''2'''2^{\text{IV}}$, а аномалия — $67^{\circ}35'37''28'''8^{\text{IV}}$.

Другое затмение наблюдалось в Александрии. Его дата, приведенная к Газне, — 573 [года] и $7^{\text{P}}6'42''2'''9^{\text{IV}}16^{\text{V}}$ [суток]. Истинное [положение] Луны относительно Солнца — $7^{\circ}14'4''56'''59^{\text{IV}}$, средняя Луна —

$7^{\circ}16'1''13'''46^{IV}$, аномалия — $166^{\circ}36'2''55'''$. Расстояния от апогея эпицикла в обоих затмениях близки. Затмение в первом случае вероятнее всего [охватывало] половину [Луны], а во втором — семь пальцев; оба они были в *хвостовом узле*. Время, протекшее между ними, — 546 [лет] 12^P , то есть 199 302 суток, за которыми следует $[0^P]17'33''59'''11^{IV}$. Движение по широте в нем у Гиппарха 7323^P [оборота] $317^{\circ}53'22''29'''$, то есть приблизительно 7324^P . Движение по долготе в наших таблицах — 7294^P [оборота] $246^{\circ}26'12''44'''$. Уравнение в первом затмении — $1^{\circ}10'28''42'''$, во втором — $1^{\circ}15'43''22'''$. Оба они — для средней [Луны] при истинном положении. Изменим первый чертеж так, чтобы его положение соответствовало бы этим величинам. Мы будем говорить, если оба уравнения равны, что точка X соответствует точке L и средние обороты завершаются. Но [эти уравнения] отличны [друг от друга] и имеется \parallel дуга LX , 766 разность между обоими уравнениями, это — $0^{\circ}5'14''39'''47^{IV122}$, а полное движение по широте у Гиппарха — $0^{\circ}6'37''31'''26^{IV123}$. Это опять различие. Разность между ними — $0^{\circ}1'22''51'''38^{IV}$. Поэтому, если то, что получилось у нас для движения по широте, больше того, что получилось у Гиппарха, необходимо добавить к тому, что у него, суточную долю этого избытка, тогда движение по широте будет $13^{\circ}13'45''39'''46^{IV33V50VI}$. В остатке получится движение *головы*, [равное] $0^{\circ}3'10''37'''39^{IV}17V41VI1VII$. Следовательно, движения по долготе и широте снова получатся [такими], как мы упоминали. Разность между ними 29^P113° , это будет $10\ 553^{\circ}$ градуса, за которыми следует $0^{\circ}27'9''44'''37^{IV}47^V$, отсюда суточная доля для *головы* — $0^{\circ}3'10''37'''37^{IV}46^V48^{VI}$. Оставим это до второго раздела, чтобы получить более точный [результат] другим путем.

Раздел второй

О ПОЛОЖЕНИИ ВОСХОДЯЩЕГО УЗЛА И УТОЧНЕНИИ ЕГО ДВИЖЕНИЯ

Мы говорим, что Птолемей использовал для этого два затмения. Первое из них — второе из трех упоминавшихся древних вавилонских [затмений], [ранее] я уже установил его обстоятельства. В нем затмевалась в восходящем узле четверть диаметра с южной стороны. Уравнение аномалии в соответствии с подразделением AK — $7^{\circ}41'$. Во втором вавилонском затмении, которое использовал Гиппарх, затмевалась в нисходящем узле четверть диаметра с южной стороны. Дата его, приведенная к Газне, — 245 [лет] и $327^P31'51''42'''$ [суток]. \parallel Положение Луны 767 относительно Солнца — $49^{\circ}24'34''37'''$, средняя Луна — $49^{\circ}40'36''30'''$, аномалия — $6^{\circ}41'52''24'''$, уравнение аномалии — $0^{\circ}31'17''42'''$; между двумя затмениями [прошло] 218 [лет] и 309 [суток и то, что следует за ними], то есть $79879^P57'54''6'''43^{IV}$ суток. Движение по широте в этом

промежутке времени, как мы говорили раньше, 2935^p [оборотов] $159^\circ 18' 59'' 21'''$.

Необходимое условие для этих двух затмений — чтобы они происходили в двух узлах, подобно тому, как выше требовалось, чтобы они происходили в одном и том же узле. Во всех затмениях постоянно требуется, чтобы расстояния от Земли были бы равны, это расстояние в данных двух случаях близко к [требуемой] величине. Пусть ABC — наклонная орбита [Луны]; D и E на ней — два истинных положения Луны, в которых их широты равны в момент затмений*. Так как в каждом из этих затмений избытки средней [Луны] различны, то положения центра эпицикла в них, соответственно, G и H . Это — положения для двух средних движений. Дуга GBH — избыток оборотов широты, о котором мы упоминали. Если мы вычтем из нее дугу EH , то есть второе уравнение, и прибавим к остатку первое уравнение DG , останется дуга EBD^{124} ; это — $160^\circ 47' 10'' 21'''^{125}$. Половина ее дополнения — каждая из дуг AD и CE . Если мы прибавим к AD дугу DG , получится $10^\circ 16' 32'' 30''' 54^{\text{IV}} 55^{\text{V}} 54^{\text{VI}} 28^{\text{VII}} 30^{\text{VIII}}^{126}$. Это дуга — расстояние центра эпицикла в первом затмении от восходящего узла. Если мы вычтем ее из средней Луны для этого момента времени, останется
768 $148^\circ 27' 38'' 24''' 8^{\text{IV}} 27^{\text{V}} 9^{\text{VI}} 31^{\text{VII}} 30^{\text{VIII}}$. || Это — положение восходящего узла во время второго из древних вавилонских затмений.

Восставим в центре перпендикуляр к диаметру AC , он достигнет наклонной орбиты в B . Это северный предел широты Луны. Движение по широте начинается в нем, но условно, а не обязательно. Поэтому расстояние точки D от B — сумма дуги AG и трех четвертей оборота, то есть $280^\circ 56' 32'' 30''' 54^{\text{IV}} 15^{\text{V}} 54^{\text{VI}} 28^{\text{VII}} 30^{\text{VIII}}^{127}$. Если теперь мы вычтем второе уравнение EH и EC , останется $9^\circ 4' 28'' 8''' 4^{\text{IV}} 24^{\text{V}} 54^{\text{VI}} 28^{\text{VII}} 30^{\text{VIII}}$. Это дуга CH , — расстояние нисходящего узла от центра эпицикла. Если мы прибавим это к средней Луне во втором затмении, получится $58^\circ 45' 4'' 37''' 46^{\text{IV}} 14^{\text{V}} 30^{\text{VI}} 35^{\text{VII}} 30^{\text{VIII}}^{128}$; это положение нисходящего узла во время последнего затмения, так что положение восходящего узла в нем — 238°^{129} вместе с дробями, совпадающими с дробями положения нисходящего узла. Движение Луны по долготе между обоими затмениями 2923^p [оборотов] $250^\circ 16' 55'' 7''' 57^{\text{IV}}^{130}$. Разность между ним и движением по широте в этом [затмении] 6^{P}^{131} [оборотов] 269°^{132} $2' 4'' 13''' 3^{\text{IV}}$. Отсюда суточная доля движения восходящего узла — $0^\circ 3' 10'' 37''' 23^{\text{IV}} 3^{\text{V}} 24^{\text{VI}} 37^{\text{VII}} 11^{\text{VIII}}^{133}$. Далее для определения положения восходящего узла снова используем затмение, которое наблюдал Мухаммад ибн Джабир ал-Баттани в Ракке¹³⁴. Его дата, приведенная к Газне, — 1648 [лет] $204^{\text{P}} 43' 22'' 30''' 30^{\text{IV}} 36^{\text{V}}^{135}$. Положение Луны относи-

* См. рис. 122.

тельно Солнца [во время этого затмения] — $314^{\circ}27'4''51'''44^{\text{IV}}136$, средняя Луна — $319^{\circ}24'20''45'''137$, аномалия — $109^{\circ}28'59''25'''138$, соответствующее ей уравнение \parallel — $4^{\circ}48'27''54'''$. Затмение здесь было с северной стороны, так что широта [была] южной. Но затмение было ближе к югу, то есть после узла. Пусть его положение, о котором мы упоминали, будет D , а среднее положение — G . Другое затмение, которое я наблюдал в Балхе¹³⁹, имеет дату, приведенную к Газне, — 1777 [лет] $73^{\text{P}}37'17''13'''51^{\text{IV}}53^{\text{V}}$ [суток]¹⁴⁰. Положение Луны относительно Солнца — $158^{\circ}4'6''56'''58^{\text{IV}}43^{\text{V}}$ ¹⁴¹, средняя Луна — $162^{\circ}11'37''50'''59^{\text{IV}}$, аномалия — $122^{\circ}53'12''42'''142$, соответствующее ей уравнение — $4^{\circ}26'19''45'''$. Затмение было с северной стороны, так что широта была южной. Но затмение было ближе к северу, то есть перед узлом.

Пусть положение Луны — E , а [положение] центра [эпицикла] — H^* . Если мы упростим, то оба расстояния будут близки к восходящему уз-

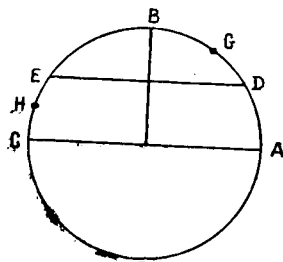


Рис. 122.

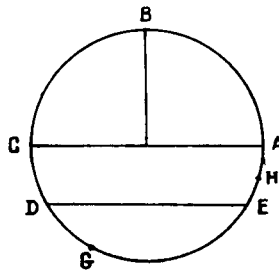


Рис. 123.

лу, но затмение будет чуть ли не во весь диаметр, так что останется меньше пальца. Время между обоими затмениями — 128 [лет] $233^{\text{P}}13'54''48'''18^{\text{IV}}57^{\text{V}}$ ¹⁴³ [суток], движение по широте [при этом] — $169^{\circ}32'19''2'''38^{\text{IV}}28^{\text{V}}$ ¹⁴⁴, это — дуга GH . Если мы вычтем из нее второе уравнение, останется дуга GE , а при прибавлении первого уравнения получится ED . Половина ее дополнения — AE . Если мы вычтем из него второе уравнение, останется дуга AH , то есть расстояние восходящего узла от среднего положения Луны, а если мы сложим оба их, получится положение восходящего узла для этого последнего затмения — $163^{\circ}18'4''30'''4^{\text{IV}}27^{\text{V}}12^{\text{VI}}25^{\text{VII}}22^{\text{VIII}}24^{\text{IX}}17^{\text{X}}32^{\text{XI}}13^{\text{XII}}30^{\text{XIII}}$. Так как это затмение — из тех, что \parallel мы видели своими глазами, то мы сопоставим положение восходящего узла в нем [по отношению] к его положению, которое мы определили для второго из упомянутых нами древних вавилонских затмений. От него до этого последнего затмения — промежуток времени в

* См. рис. 123.

238 856^{p145} 3°19'38"34^v13^v суток. Разность между двумя средними движениями восходящего узла в их концах, то есть дополнение положения восходящего узла в обоих [затмениях] до возвращения его движения — 345°9'53"14"3^v59^v57^v16^v11^v7^v11^v35^x43^x¹⁴⁶, расстояние — 93¹⁴⁷ полных оборота. Полные обороты свидетельствуют о том, что разность между движениями по долготе и широте в этом промежутке времени — 345°21'. Расстояние подобно¹⁴⁸ тем оборотам. Если мы разделим расстояние между двумя средними [движениями] на упомянутый промежуток времени, получится [движение] восходящего узла за сутки 0°3'10"37"59^v47^v54^v13^v10^v11^v30^x43^x¹⁴⁹. Отсюда движение по широте за сутки — 13°13'45"39"27^v5^v2^v13^v11^v5^v7^v11^v56^x25^x. При повторении действия при этом получится движение по широте между двумя затмениями — тем, о котором писал ал-Баттани, и тем, которое наблюдал я, — 169°30'46"25"32^v12^v43^v53^v15^v11^v34^x34^x28^x154^x¹¹. Если мы возьмем за образец в нем то, что получилось выше, с помощью двух уравнений, получится среднее [положение] восходящего узла во время последнего затмения, [равное] 196°41'9"11"22^v26^v55^v52^v28^v11^v47^x54^x27^x¹. Приведенный промежуток времени между этим затмением и началом четырехсотого года Йездигерда — 381^p22'31"48"14^v22^v суток. Среднее [положение] восходящего узла было для времени основы в Газне в соответствии с тем, что получилось из движения, — 256°52'47"48"49^v24^v47^v136^v10^v11^v25^x27^x¹³⁰. Если мы вернемся от него назад с помощью этого движения, мы дойдем до положения восходящего узла во втором из древних вавилонских затмений — 148°25'45", а от ее положения в последнем вавилонском затмении, || которым пользовался Птолемей — приблизительно 7°38'47"13"30^v. Таким образом будет достигнуто ее возвращение к первому положению. На эту величину движения можно опираться [при вычислениях]. Поместим ее дополнения в таблицы наподобие того, как делалось выше, чтобы получить из них истинное движение восходящего узла, а не среднее его движение, если захочет Аллах. Если я возьму в долях суток что-нибудь из этой таблицы, и поставлю нули для нескольких их разрядов, то есть для минут один нуль, для секунд — два, то написанные градусы не превзойдут разряда, отмеченного для него. [Например], пусть это меньше того разряда, с помощью которого градусы завершают оборот, тогда отбросим их совсем, а затем прибавим к соответствующему ему то, что следует за этим¹⁵¹.

Объединенные годы эры Йезди- герда с неполным годом	Движение восходящего узла							Под- робные годы	Движение восходящего узла						
	градусы	минуты	секунды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сексты		граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
Основа															
400	143	7*	12	11	10	35	13	1	340	40	22	54*	33	36	12
430	283	18	39	27	58*	41	4	2	321	20	45	49	7	12*	24
460	63*	30	6*	44	46	46	15	3	302*	1	8	43*	40	48	35
490	203	41	34	1	34	52	46	4	282	41	31	38	14	24	47
520	343	53	1	18	22	58*	37	5	263	21	54	32	48	0	59
550	124*	4	28*	35	11	4	28	6	244	2	17	27	21	37*	10
580	264	15	55	51	59	10	19	7	224	42	40	21	55	13*	22
610	44	27	23	8	47	16	9	8	205	23	3	16	28*	49	34
640	184	38	50	25	35	22	0	9	186	3	26*	11	2	25*	45
670	324	50*	17*	42	23	27	51	10	166	43	49	5	36	1	57
700	105*	1	44	59	11*	33*	42	11	147	24	12	0	9	38*	9
730	245	13*	12	15*	59	39	33	12	128*	4	34	54	43	14	21
760	25	24	39	32	47	45	24	13	108	44	57	49	16*	50	32
790	165	36	6	49	35	51	15	14	89*	25*	20*	43	50	26	44
820	305	47	34	6	23	57	6	15	70	5	43	38	24	2	56
								16	50	46	6	32*	57	39*	7
								17	31	26	29	27	31	15	19
Движение восходящего узла в персидских месяцах								18	12	6	52*	22	4*	51*	31
Фарвардин-	360*	0	0	0	0	0	0	19	352	47	15	16	38	27*	42
Урдибихишт	358*	24	41	20	6	2	59	20	333	27	38	11	12	3	54
Хурдад	356	49	22	40	12	5	57	21	314	8	1	5	45	40	6
Тир	355	14	4	0	18	8	56	22	294	48	24*	0	19	16	17
Мурдад	353	38	45	20	24	11	55*	23	275	28*	46	54	52	52	29
Шахривар	352*	3	26	40	39	14*	53	24	256	9	9	49	26	28	41
Михр	350*	28	8	0	36	17	51	25	236*	49	32	44	0	4	52
Абан	348	52*	56*	21*	42	20	50	26	217	29	55	38	33	41	4
Азар	347	1	37	32*	50*	24	49*	27	198*	10	18	33	7	17	16
Дай	345	26*	18*	53*	55*	27	47*	28	178*	50	41*	27	40	53*	28
Бахман	343	51	0*	15*	51*	30	45*	29	159	31	4	22	14	29	39
Исфандармаз	342*	15	41	32*	57*	33	44*	30	140	11	27	16*	48	5	51

774

сутки и дроби	Движение восходящего узла							Движение восходящего узла							
	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	сутки и дроби	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
1	359	0	0	0	0	0	0	31	358	24	31*	20	6	2	59
2	359	56	49	22	40	12	6	32	358	21	20*	42	46	15	5
3	359	53	38	45	20	24	12	33	358	18	10*	5	26	27	11
4	359	50	28	8	0	36	18	34	358	14*	59*	28	6	39	17
5	359	47	17	30	40	48	24	35	358	11	48*	50	46	51	23
6	359	44	6	53	21	0	30	36	358	8	38*	13	27	3	29
7	359	40	56	16	1	12	36	37	358	5	27*	36	7	15	35
8	359	37	45	38	41	24	42	38	358	2	16	58*	47	27*	41
9	359	34	35	21	21	36	48	39	357	59	6	21	27	39	47*
10	359	31	24	24*	1	48*	54	40	357	56	5	44	7	51	53*
11	359	28	13	46	42	1	0	41	357	52	55	6	48	3	58*
12	359	25	3	9	22	13	6	42	357	49	44*	29	28	16	4
13	359	21	52	32	2	25	12	43	357	46	33	52*	8	28	10
14	359	18	41	54	42	37	18	44	357	43	23	14	48	40	16
15	359	15	31	17	22	49	24	45	357	40	12	37	28	52	22*
16	359	12	20	40	3	1	30	46	357	37	2	0	9	4	28
17	359	9	10	2	43	13	36	47	357	33	51	22	49	16	34
18	359	5	59	25	23	25	42	48	357	30	40	45	29	28	40
19	359	2	48	48	3	37	48*	49	357	27	30	8	9	40	46
20	358	59	38	10	43	49	54*	50	357	24	19	30	49	52	52
21	358	56	27	33	24	51	59	51	357	21	8	53*	30	4	58
22	358	53	16	56	4	14	5	52	357	17*	58*	16	10	17	4
23	358	50	56*	18	44	26	11	53	357	14	47	38	50	29	10
24	358	46	45	41	24	38	17	54	357	11	37	1	30	41	16
25	358	43	35*	4	4	50	23	55	357	8	26	24	10	53	22
26	358	40	24*	26	45	2	29	56	357	5	15	46	51	5	28
27	358	37	13	49	25	14	35	57	357	2	5*	9	31	17	34
28	358	34	3*	12	5	26*	41	58	356	58	54	32	11	29	40
29	358	31	52*	34	45	38	47	59	356	55	43*	54	51	41	46
30	358	27	41	57	25	50	53	60	356	52	33	17	31	43	52

775 ||

776

|| Глава пятая

О ШИРОТЕ ЛУНЫ

Тот, кто спрашивает о причине упрощения [при анализе] упомянутых выше затмений и причине того, что мы вместо наклонной орбиты [Луны] берем эклиптику для моментов ее средних [положений], пусть знает, что положения Луны, а также всех движущихся небесных тел нельзя постичь¹⁵² сразу, и при их объяснении следует исходить из какого-нибудь одного из них. Первое из них выбирается с [некоторым] про-

изволом, лишь приблизительно правильно. Затем переходят ко второму подобным образом, а с его помощью вновь возвращаются к первому, чтобы уточнить, и тогда станет несколько точнее. Далее с помощью их обоих переходят к третьему, от него опять возвращаются к началу и это действие не прекращается. Это то, что в возможностях усердного¹⁵³.

Далее, отвечая на вопрос о действиях для избежания этого, мы говорим, что широта Луны определяется по градусам [ее наклонной орбиты] так же, как выше определялись склонения градусов [эклиптики] их широты¹⁵⁴. До настоящего времени нет согласия о величине наибольшей широты Луны. Индийцы принимают ее равной четверем с половиной градусам. Птолемей указывал, что нашел ее равной пяти градусам. В *зидже* Хабаша ал-Хасиба их четыре с половиной, одна шестая и одна десятая градуса¹⁵⁵. Он опирается во всех своих действиях на наблюдения Бану Муса¹⁵⁶. Относительно этого ко мне не попало ничего, на что можно было бы опереться, чтобы узнать [истинное] положение. Что касается тех, кто избегает труда и прилежания и смеется над прилежными и настойчивыми, то они именуют то, что [имеется] в *зидже* Хабаша «средней широтой» и имеют, очевидно, в виду [что это — среднее] между мнением индийцев и Птолемея, так же, как они именуют то, что нашел || Сулайман ибн'Исма¹⁵⁷ для склонения, средним, имея в виду очевидно, [что это — среднее между] мнением Йахьи ибн Абу Мансура¹⁵⁸ и Бану Муса. Они характеризуют этих ученых теми [свойствами], которыми Аллах не наделил их.

777.

Что касается [определения] значения широты Луны, то оно получается тем же путем, что и [определение] склонения Солнца, то есть с помощью колец и того, что [применяется] вместо них. Птолемей употреблял вместо этого инструмент трикветр¹⁵⁹, одна ветвь которого аналогична диаметру кольца. Но диаметры — воображаемые линии, существующие только для несения тел, то есть линеек. Одну из двух [линеек Птолемея] закрепил на первой [ветви], совпадающей с полуденной линией так, чтобы линейка была установлена вдоль [этой] линии неподвижно, середину третьей он прикрепил к середине второй вместе с полюсом, вращающимся вокруг этой середины в плоскости меридиана, а на второй [линейке полюс] перемещается в направлении обоих концов [этой линейки], являющихся пределами [для этого движения]. Луна наблюдается через два диоптра¹⁶⁰ в этих концах, если их поднимать или опускать в соответствии с [положением] Луны. Он выделил на второй [линейке] ее часть над полюсом до ее конца. Эта часть также равна расстоянию между полюсом и концом третьей [линейки]. По его вычислению это — четыре локтя, [разделенные] на части полного синуса. Поэтому в то время, когда Луна доходит до меридиана и видна из двух концов, вторая линейка составляет с третьей угол, дающий величину расстояния Луны от

зенита. Хорда этого угла определяется при помощи четвертой линейки, установленной между концами этих двух [линеек]. Величина хорды определяется в частях второй [линейки]. Затем по таблице хорд определяется ее дуга и таким образом у него получается расстояние Луны от зенита. Птолемей предпочитал этот инструмент по причине того, что его части делятся [на более мелкие] и стремился к уточнению. Поэтому он указывал на величину этой линейки, разделенной на четыре локтя. Если бы он заменил трикветр глиняным, который предпочитают [для определения] склонения, он мог бы получить в его полукруге || удвоения этой величины и большие кратные¹⁶¹. Халид ал-Мерверруди¹⁶² в Дамаске увеличил линейку в подобном инструменте до десяти локтей и обеспечил неподвижность и безопасность этого инструмента от колебаний и искривлений. С его помощью он нашел искомое расстояние, не проводя хорды угла и не переходя от хорды к дуге, для того, чтобы предотвратить трудности в определении искомого. Определение этой широты, хотя оно подобно определению склонения, зависит от нахождения двух величин: первая из них — параллакс, вторая — различие градуса прохождения. Что касается параллакса, то он не имеет места только [когда Луна находится] в зените. Что [же] касается различия [градуса] прохождения с широтой, то оно не имеет места в круге, проходящим через четыре полюса. Если Луна находится в зените в заданной местности, градус *головы* — в точке весеннего равноденствия на западном горизонте, то разность между наибольшим склонением и широтой этой местности — предел широты Луны, который в этом случае свободен от обеих ошибок¹⁶³. Птолемей стремился избежать обеих этих [ошибок]. Поэтому во время измерения в Александрии Луна у него находилась в зените. Широта [Александрии] у него — тридцать один градус, а не тринадцать градусов. Он упоминает, что нашел в Александрии расстояние Луны от зенита на меридиане, то есть в [точке] летнего солнцестояния для наибольшей из ее широт в два и одну восьмую градуса. Он не обращает внимания на параллакс из-за малости его величины в этом случае. Согласно этому, если наибольшее склонение — $23^{\circ}51'$, как это имело место у него, [наибольшая] широта Луны — $4^{\circ}59'30''$. Поэтому он принимает ее за пять градусов¹⁶⁴. Если же наибольшее склонение — $23^{\circ}35'$, то [наибольшая] широта Луны — $5^{\circ}15'30''$. Широта Александрии, несомненно, получена по || высотам двух солнцестояний, причем высота летнего
779 [солнцестояния] должна иметь величину, которой пользовался Птолемей.

Что касается сообщений индийцев¹⁶⁵ об этом, то из них следует, что индийцы определяют [наибольшую широту] с помощью расстояния от зенита, но при помощи тени в соответствии с их правилами, считая основание гномона центром мира. Это ничего не меняет при действии с

Солнцем, но не так обстоит дело при действии с Луной из-за ее близости, вследствие чего кажется, что тень Луны больше по отношению к гномону, чем тень Солнца по отношению к нему. Поэтому у них расстояние от зенита получается больше его истинной величины и избыток этого расстояния является недостатком до широты Луны.

Что касается упомянутого об этом Хабашем, то к нам не попало ничего из трудов Бану Муса, что могло бы [дойти] от них до него, за исключением того, что рассказывал о них ан-Найризи¹⁶⁶ в его комментариях к «Альмагесту». [Он говорил], что они измерили полуденную высоту Луны в Багдаде после полудня в понедельник двадцать восьмого абан-маха двести тридцать девятого года Йездигерда¹⁶⁷ в двенадцать часов и нашли ее [равной] восьмидесяти четырем градусам с половиной, третью и половиной одной десятой. Далее он установил полуденную высоту градуса Луны, исходя из того, что широта Багдада — $33^{\circ}20'$, исправил ее на пять минут из-за одного [только] параллакса, и принял разность между найденной высотой Луны и высотой ее градуса за $4^{\circ}44'$ ¹⁶⁸. Их действия до этого места становятся понятными из слов ан-Найризи, но последующего он не знал, как видно из-за наличия многих экземпляров [его труда]. Вот его слова: «Между Луной и узлом было три минуты. Прибавим их к этой разности и получится $4^{\circ}44'$. Это — наибольшая широта Луны». Если это действительно так, то мы поступаем по нашим принципам. Упоминаемая им дата того времени, приведенная к Газне, — 1617 ¹⁶⁹ [лет] $327^{\circ}33'16''45'''55^{\text{IV}}$ [суток], истинное [положение] Солнца — $264^{\circ} \parallel 29'31''20'''$, Луны — $55^{\circ}26'54''38'''170$, восходящего узла — $2^{\circ}11'3''45'''$. 780 Полуденная высота градуса Луны в соответствии с широтой Багдада больше, чем на половину одной шестой градуса. Поэтому наиболее достоверное [значение] — $2^{\circ}5'12''30'''$. Если прибавить к этому параллакс, то разность между этим и высотой Луны — $7^{\circ}52'47''30'''$, а это широта Луны. Но это приближенно, так как истинное положение Солнца — не в самом месте солнцестояния, а также потому, что расстояние от узла не составляет ровно четверти оборота. Если мы разделим синус полученной нами широты, то есть $0^{\circ}5'6''14'''22^{\text{IV}}$, на синус расстояния от восходящего узла, то есть $0^{\circ}59'35''8'''56^{\text{IV}}$, то получится $0^{\circ}15'8''22'''5^{\text{IV}}$, дуга этого — $4^{\circ}54'49''55'''$. Поэтому мнение Птолемея по этому поводу предпочтительнее для пользования. Ал-Баттани упоминает, что он также нашел эту величину и разделил по долям подобно склонениям градусов, если [считать эти] доли расстояниями по наклонной орбите от восходящего узла, и подобно широтам градусов, если [считать их] расстояниями по эклиптике.

Мы расположили широты Луны в этой таблице по градусам наклонной орбиты, то есть [по градусам] расстояния Луны на ней, [считая] от головного узла¹⁷¹. Поэтому тот, кто хочет [пользоваться табли-

1	Восходит		Заходит		Широта Луны				Восходит		Заходит		Широта Луны				Восходит		Заходит		Широта Луны			
	северная	южная	градусы	минуты	секунды	терции	северная	южная	градусы	минуты	секунды	терции	северная	южная	градусы	минуты	секунды	терции	северная	южная	градусы	минуты	секунды	терции
1	179	181	359	0	5	13	46	31	149	211	329	2	34	22	33*	61	119	241	239	4	22	18*		
2	178	182	358	0	10	27	23	32	148	212	328	2	38	50	2	62	118	242	298	4	24	48		
3	177	183	357	0	15	28*	46	33	147	213	327	2	43	14	15	63	117	243	297	4	27	14		
4	176	184	356	0	20	54	1	34	146	214	326	2	47	36	29	64	116	244	296	4	29	34		
5	175	185	355	0	26	6	13	35	145	215	325	2	51	55*	50	65	115	245	295	4	31	50		
6	174	186	354	0	31	19	10	36	144	216	324	2	56	11*	16*	66	114	246	294	4	34	0		
7	173	187	353	0	36	32	18	37	143	217	323	3	0	24	6	67	113	247	293	4	36	6		
8	172	188	352	0	41	42	0	38	142	218	322	3	4	33*	24	68	112	248	292	4	38	6		
9	171	189	351	0	46	52	24	39	141	219	321	3	8	39*	18	69	111	249	291	4	40	2		
10	170	190	350	0	52*	1	13	40	140	220	320	3	12	41	46	70	110	250	290	4	41	52		
11	169	191	349	0	57	10	28	41	139	221	319	3	16	40	46	71	109	251	289	4	43	37		
12	168	192	348	1	2	17	56	42	138	222	318	3	20	36	5	72	108	252	288	4	45	17		
13	167	193	347	1	7	27*	17*	43	137	223	317	3	24	26	7	73	107	253	287	4	46	51		
14	166	194	346	1	12	33*	32*	44	136	224	316	3	28	15	51	74	106	254	286	4	48	21*		
15	165	195	345	1	17	34*	59*	45	135	225	315	3	32	0	5	75	105	255	285	4	49	45		
16	164	196	344	1	22	35	42	46	134	226	314	3	35	40	25*	76	104	256	284	4	51	4		
17	163	197	343	1	27	36	40	47	133	227	313	3	39	16	48	77	103	257	283	4	52	17		
18	162	198	342	1	32	36	4	48	132	228	312	3	42	49	15	78	102	258	282	4	53	26		
19	161	199	341	1	37*	35*	14*	49	131	229	311	3	46	17	35	79	101	259	281	4	54	28		
20	160	200	340	1	42	29	33	50	130	230	310	3	49	41	52	80	100	260	280	4	55	26		
21	159	201	339	1	47	23*	35	51	129	231	309	3	53	1	55	81	99	261	279	4	56	18		
22	158	202	338	1	52	15	42	52	128	232	308	3	56	17	38	82	98	262	278	4	57	4		
23	157	203	337	1	57	5	45	53	127	233	307	3	59	29	4	83	97	263	277	4	57	45		
24	156	204	336	2	1	53*	39	54	126	234	306	4	2	36	14	84	96	264	276	4	58	21		
25	155	205	335	2	6	39*	31	55	125	235	305	4	5	38	13	85	95	265	275	4	58	51		
26	154	206	334	2	11	22	56	56	124	236	304	4	8	37	3*	86	94	266	274	4	59	16		
27	153	207	333	2	16	3	46	57	123	237	303	4	11	30	42	87	93	267	273	4	59	35		
28	152	208	332	2	20	42	19	58	122	238	302	4	14	19*	21	88	92	268	272	4	59	49		
29	151	209	331	2	25	18	18*	59	121	239	301	4	17	4	6	89	91	269	271	4	59	57*		
30	150	210	330	2	29	51*	23	60	120	240	300	4	19	43	47	90	90	270	270	5	0	0		

цей], берет долю широты, получающуюся в конце действия уточнения для Луны, рассуждение о котором следует далее, и входит с ним в строку числа таблицы широты Луны. При этом берется то, что против этого из широт [Луны]. Это [и есть] искомое. Над строкой, в которой содержатся градусы широты, указывается сторона — северная или южная, там же указывается, восходит ли [Луна] или заходит¹⁷².

|| Пусть для завершения ответа ABC будет квадрантом эклиптики от [точки] A — места узла, HIG — круг тени с центром B , расположенным против Солнца*. Предположим, что в этом круге [круг] GEI параллелен эклиптике и делится пополам дугой BE большого [круга], перпендикулярного к эклиптике¹⁷³. Проведем наклонную орбиту AD Луны через точку E . Известно, что Луна во [время] затмения отбрасывает тень на HX . Но HE больше EX , поэтому середина затмения будет на HX не в [точке] E , а посередине HX , то есть в [точке] F , через которую проходит BF . Она пересекает XH и доходит до полюса L наклонной орбиты. Далее проведем через F из полюса M эклиптики круг MFK . Тогда FK — широта Луны в момент середины затмения, а K — положение Луны на эклиптике в это время перед точкой B . Синус дополнения BC расстояния Солнца от узла относится к синусу CL , равному синусу дополнения наибольшей широты Луны, как синус FD к синусу квадранта DL ¹⁷⁴. AF — дополнение FD , поэтому она известна. Синус AF расстояния от узла по наклонной орбите относится к синусу FK широты Луны в середине затмения, как синус квадранта AD || к синусу DC , то есть наибольшей широты Луны, и FK известна. Синус FA относится к синусу AK как синус дополнения FM широты Луны в середине затмения к синусу дополнения MD наибольшей широты Луны, и AK известна. Это расстояние между местом середины затмения на эклиптике и положением узла и расстояние BK между ним и противоположной точкой противостояния известно¹⁷⁵. Это то, что нужно учесть внимательно изучающему, [чтобы] уточнить с помощью этого время затмений, имевших место в древности.

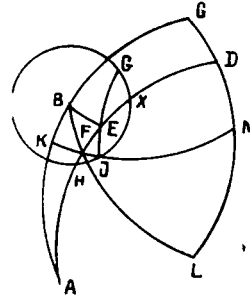


Рис. 124.

Глава шестая

О ЗНАЧЕНИИ ПРЕДЫДУЩИХ ВОЗВРАЩЕНИЙ

Поскольку Луна быстро возвращается и изменения ее положения заметны для ощущения, то эти [явления] можно наблюдать с помощью

* См. рис. 124.

инструментов различными способами. Самый простой способ — тот, которым пользуются исследователи, это наблюдение движения Луны один раз при замедлении, а другой раз при ускорении. При этом нужно наблюдать величину движения Луны по долготе и широте постоянно и последовательно до тех пор, пока не произойдет возвращение ее движения к одному из двух противоположных концов, от которого началось [ее наблюдение]. Отсюда ясно, что основываются, в основном, на повторении неравенства Луны¹⁷⁶, которое может представлять собой избыток или недостаток за сутки. Далее, если учесть промежуток времени между двумя значениями в двух противоположных концах и разделить возвращения Луны на ее неравенство за сутки этого промежутка времени, то погрешность в них распределится [на весь промежуток времени]. Поэтому она размельчается, и возвращение Луны к своему положению относительно неподвижных звезд определяется удобнее и легче. Но эти возвращения неравенства в сумме составляют количество, которое можно вычислить.

786 || Если достигается этот предел, то он также делится на время и получается движение по долготе и синус. Если оба они применяются при трех затмениях в начале длительного промежутка времени, а затем в трех других [затмениях] в конце этого промежутка, и если при этом получится то, что мы сделали, то движения будут близки к истинным. Далее [это] повторяется и сравнивается с предыдущим. При этом ошибка переносится к последующим градусам, которые не используются. Если вместе с этим определить наибольшее неравенство для Луны, то отсюда также становится известной аномалия в каждом из затмений. Истинное [положение] Луны относительно Солнца и вычисленная средняя Луна выражаются через нее. Отсюда при помощи повторения получается истинное движение по долготе. Если имеются два движения Солнца и Луны при обоих средних [перемещениях] за сутки, то оборот делится на разность между ними за сутки, получится промежуток времени среднего лунного месяца. Если бы Солнце было неподвижно, а Луна двигалась бы, то расстояние между ними нужно делить на движение Луны за сутки, [тогда] получится время, в течение которого Луна удалится от [Солнца на] это расстояние.

Но Солнце движется в ту же сторону, что и Луна. Поэтому из расстояния между ними, полученного за счет движения Луны, вычитается движение Солнца. Если разделить оборот на разность между их движениями [за сутки], получатся сутки постепенного удаления. Но это расстояние при возвращении Луны к Солнцу составляет полный оборот. Поэтому разделим оборот на разность между обоими движениями. Следовательно, движения разделяются на замедленное, ускоренное и среднее между обоими пределами. Если, например, месяц самый короткий,

то в нем Луна ускоряет [свое движение], а Солнце замедляет. Это происходит, когда Солнце в середине месяца достигает точки своего апогея на орбите апогея, а Луна достигает перигея своего эцикла. При этом наибольшее замедление Луны и ускорение Солнца будет в середине месяца, [когда Солнце находится] в перигее своей [орбиты] апогея, а Луна — в апогее своего эцикла. || Среднее значение [величины месяца] 787 располагается посредине между обоими пределами. Солнце будет в середине [этого месяца] в конце хорды, в котором будет наибольший из углов уравнения, а Луна — в одной из двух точек касания на своем эцикле¹⁷⁷.

Это способ представления среднего месяца — без того, чтобы для него было обозначено нечто в каждом месяце, подобно орбитам, обозначенным для средних движений. Но это — величина, численно известна: для измерений временных расстояний в месяцах. Поэтому теперь мы говорим, что будем подразделять движения светил в соответствии с отношением между их движениями и движением Солнца. Это включает в себя метод Птолемея из-за неподвижности у него апогея Солнца и существования равных [периодов] возвращений апогея на эклиптике, но при движении апогея трудность возрастает. Нестрогость и приближенность неизбежно присущи каждой из этих двух точек зрения. Известно, что равномерные движения за равные времена одинаковы, а неравномерные за два равных времени равны только в том случае, когда их дуги находятся по разные стороны от диаметра, проходящего через апогей и перигей, и следуют друг за другом, то есть встречаются на этом диаметре, так что конец одной из них — это начало другой, или если обе они расположены друг против друга, то есть на равном расстоянии от упомянутого диаметра, так что расстояние конца первой из них от диаметра равно расстоянию от него [конца] другой¹⁷⁸. Неравномерное движение равно равномерному только тогда, когда каждое из них является половиной оборота, [начиная] от указанного диаметра.

Далее, они равны за два равных [промежутка] времени, только если учесть обороты апогея, начиная от точки на орбите апогея до них, а на эклиптике — от [соответственной] точки до них, и если [это] прибавить к оборотам движения апогея, тогда движения за два [промежутка] времени целиком подобны и не различаются.

Далее, если || их начала различны, они равны только тогда, когда 788 начало одного из двух [движений] — от апогея, а конец — до перигея, а начало другого — от перигея и конец — до апогея или наоборот. Если у них имеется избыток над оборотами, то эти оба избытка равны только тогда, когда начало в каждом из обоих [промежутков] времени — один и тот же из двух концов упомянутого диаметра. Поэтому для одного из них начало — один из двух концов диаметра, а конец — на из-

вестном расстоянии от него, а для другого начало — дополнение этого расстояния, а конец — тот же самый конец, или же наоборот, в этом случае два неравномерных движения за два равных промежутка времени равны. В других же случаях дело обстоит отлично от этого.

Известно, что [во] время, в течение которого различаются два лунных затмения, когда Луна возвращается к какой-либо величине своего перемещения и имеет одну и ту же закономерность в увеличении или уменьшении, обороты аномалии равны подобно равенству суток в месяцах. Пусть имеются два равных промежутка времени, а в их концах находятся лунные затмения, за [время] которых два неравномерных перемещения Солнца равны, и которые охватывают возвращение неравенства, тогда неравномерные движения Луны за эти два [промежутка] времени равны равномерному. Но неравномерное движение Луны равно неравномерному движению Солнца, прибавленному к оборотам, число которых равно числу месяцев промежутка времени оборотов. Месяцы известны, движение Солнца по годам известно. Следовательно, неравномерное движение Луны известно — оно равно равномерному, поэтому известно и равномерное [движение]. Что касается оборотов широты, то они завершаются при возвращении Луны к той же самой величине широты и тому же самому расстоянию от Земли, как изложено выше, то есть запаздывают при определении относительно двух перемещений, по долготе и аномалии. Это то, что мы хотели [установить].

789

|| Глава седьмая

О НЕРАВЕНСТВЕ НЕРАВЕНСТВА ЛУНЫ

Раздел первый

О ПРИЧИНЕ НАЛИЧИЯ У ЛУНЫ ОРБИТЫ АПОГЕЯ
И ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ЕЕ ЦЕНТРОМ И ЦЕНТРОМ МИРА

Птолемей говорил о соединениях и противостояниях¹⁷⁹ Луны с Солнцем при новолуниях и полнолуниях, наблюдаемых зрением. Они различаются только по величине уравнения, относящегося к эпициклу. Поскольку уравнение в них бывает наибольшим по величине, вычисление соответствует тому, что находят при наблюдении. Поэтому, если бы в других положениях, то есть при других расстояниях от Солнца, была такая же картина, центр эпицикла описывал бы около центра мира круг на равном расстоянии. Но [на самом деле] неравенство Луны при пользовании такой же орбитой апогея, как в случае Солнца, произвольно. [Птолемей] нашел, что место Луны при ее наблюдении в то время, когда центр эпицикла — в квадратуре¹⁸⁰ с Солнцем по разные стороны от сере-

дины, находится на большем [расстоянии], чем это требуется уравнением. Если Луна находится там в месте касания линии, проведенной к эпициклу, то ее уравнение будет больше наибольшего уравнения на два градуса с третью. Отсюда вытекает, что центр эпицикла движется по окружности орбиты апогея, удаляясь при этом в некоторых местах от наблюдения, так что для него угол охвата зрением уменьшается, и приближаясь в некоторых местах, так что этот угол увеличивается. Далее, так как в моменты соединения и противостояния [Луна] уменьшается, необходимо, чтобы в эти оба момента центр эпицикла был \parallel в апогее. Но это возможно только при вращении центра орбиты вокруг центра мира в последовательности [знаков зодиака] один раз в месяц, одновременно с вращением центра эпицикла по окружности орбиты апогея в направлении [этой последовательности] два раза в месяц, так что апогей при этом движении достигается дважды — один раз во время соединения, а другой раз во время противостояния, а посередине между этими моментами, то есть в квадратуре с Солнцем, обязательно [достигается] перигей [орбиты] апогея¹⁸¹. Но возвращение месяца не происходит [с оборотом] по эклиптике, [возвращение] получается при соединении [Солнца и Луны], движущихся в одну сторону, до их второго соединения. Поэтому четверти месяца также не являются четвертями оборота, но все его части и виды имеют место на разных расстояниях между ними, причем оба движения происходят так же, как они происходили. Следовательно, апогей Луны совершает [один] оборот по эклиптике в месяц, если из этого движения вычесть движение Солнца, так как [они движутся] в противоположные стороны подобно тому, как в месяц происходит оборот Луны по эклиптике, [если] к нему прибавить движение Солнца, поскольку оба они движутся в одну сторону.

Центр эпицикла совершает в месяц два оборота. Но расстояние апогея от Солнца — это его движение, если к нему прибавить движение Солнца, подобно тому, как расстояние Луны от Солнца — это ее движение, из которого вычитается движение [Солнца].

Пусть E — центр эклиптики, ABC — наклонная орбита, по которой [происходит] среднее [движение Луны], как будто она — круг, подобный [эклиптике], о котором мы упоминали. Пусть AEC — диаметр, проходящий через апогей. На нем находится центр эпицикла [Луны] во время соединения или противостояния Солнца и Луны в соответствии с [упомянутым] принципом. Пусть [имеет место] соединение. Плоскость, в которой [лежит] линия AEC , проходила бы через центр Солнца, если бы Солнце \parallel было неподвижно, при достижении апогея, то есть [точки] D , 791 находящейся в квадратуре с A в течение четверти промежутка времени

* См. рис. 125.

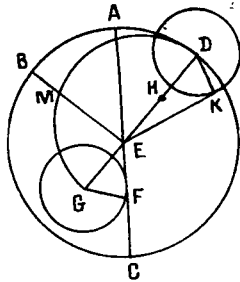


Рис. 125.

месяца. Но оно движется. Пусть во время квадратуры оно будет на линии EB . Восстановим в E перпендикуляр DEG к EB . Тогда апогей D будет в квадратуре с B , на расстоянии DB , а центр эпицикла [Луны] будет в перигее G , то есть опять в квадратуре с B , так что удаление центра эпицикла [Луны] от апогея — это удвоенное удаление линии EG от линии EB , это — расстояние между истинным [положением] Солнца и средней Луной. Птолемей, указав, что величина этого неравенства — два градуса с третью, опирался на два наблюдения Гиппарха¹⁸².

Он нашел с помощью инструмента [расстояние] между Солнцем и Луной — в восемьдесят шесть градусов с четвертью. Солнце было при этом, по измерению, в $128^{\circ}35'$ ¹⁸³, аномалия Луны — 241° , ее уравнение — $4^{\circ}38'20''$. При изложении Птолемеем мнения Гиппарха об этих величинах надо было упомянуть среднюю Луну, чтобы показать истинность искомого, но она возвращается к своему началу. Говорят, что истинное [положение] Солнца в это время было $128^{\circ}20'$, средняя Луна — $34^{\circ}25'$, [ее] аномалия — $7^{\circ}57'47''$ ¹⁸⁴.

Далее, Луна отклонилась на наибольшее из ее уравнений, получилось то расстояние между ее истинным и видимым положениями, которое требовалось; расстояние между Солнцем и Луной — $2^{\circ}39'$. Этой аномалии нет, когда берут все уравнение. Оно принимается за $4^{\circ}53'52''$, а истинное [положение] Луны, согласно этому, — $39^{\circ}28'52''$ ¹⁸⁵. Поэтому искомая
792 разность, то есть избыток || видимого уравнения над вычисленным — $2^{\circ}41'8''$, а по аналогии с этим нужно, чтобы избыток наибольшего уравнения был бы $2^{\circ}42'44''$. Что касается разности между истинным [положением] Луны, вычисленным Птолемеем, и истинным ее [положением] по мнению Гиппарха, то это — $2^{\circ}57'8''$ ¹⁸⁶, это приближается к тому, что следует из наших принципов. Истинное [положение] Солнца при этом — $126^{\circ}58'$, положение Луны после вычитания $86^{\circ}15'$ ¹⁸⁷ из этого — $40^{\circ}43'$, средняя Луна — $32^{\circ}47'$, аномалия — $217^{\circ}29'$ ¹⁸⁸, уравнение обоих — $4^{\circ}57'$; истинное [положение] Луны — $37^{\circ}45'$; разность между обоими положениями — $2^{\circ}57'45''$, по аналогии с этим нужно, чтобы избыток наибольшего уравнения был $2^{\circ}58'11''$ ¹⁸⁹.

Что касается второго наблюдения, то в нем он нашел расстояние между Солнцем и Луной $99^{\circ}10'$ ¹⁹⁰, истинное [положение] Солнца с помощью наблюдения и вычисления — $308^{\circ}50'$ ¹⁹¹, истинное [положение] Луны с помощью наблюдения — $219^{\circ}40'$ ¹⁹², а средняя [Луна] у него — $227^{\circ}20'$ ¹⁹³. Он исправил это при помощи наибольшего уравнения, получилась разность между обоими положениями, равная $2^{\circ}39'$, аномалия, как упоминалось, — $87^{\circ}19'$ ¹⁹⁴, а из уравнения берется только $4^{\circ}58'$. Тогда,

следовательно, [разность] между обоими положениями — $2^{\circ}43'$. Это — избыток в соответствии с рассматриваемым положением, и по аналогии с этим избыток наибольшего уравнения — $2^{\circ}45'$.

Если мы рассмотрим это действие в «Альмагесте», то там среднее Солнце — $356^{\circ}26'$ ¹⁹⁵, но это — не положение наибольшего уравнения, как и принималось. Отсюда следует, что оно — $2^{\circ}17'$, поэтому истинное положение [Солнца] — $358^{\circ}44'1''$ ¹⁹⁶, положение Луны при вычитании из этого найденного расстояния — $7^{\circ}19'34''$. Истинное ее положение с помощью [вычитания] ее истинного аргумента из уравнения — $7^{\circ}22'22''$, избыток уравнения — $2^{\circ}48'$. Для наибольшего уравнения это — $2^{\circ}50'3''$. Наши принципы не соответствуют этому положению, так что с их помощью истинное [положение] || Солнца — $358^{\circ}0'$ ¹⁹⁷, положение Луны, по 793 наблюдению на этом расстоянии — $7^{\circ}18'50''$, ее вычисленное истинное положение — $7^{\circ}22'28''$. Следовательно, избыток уравнения — $0^{\circ}3'38''$. Причина такого расхождения — [в том], что среднее Солнце у Птолемея превышает то, что у нас, на $0^{\circ}15'$ ¹⁹⁸, а уравнение у него такое же, и сумма обоих избытков, среднего [движения] и уравнения — $0^{\circ}45'$. Если мы вычтем это из избытка уравнения, получившегося у нас, останется $2^{\circ}13'$. До нас не дошло что-либо и мы не получили от предшествовавших ученых ничего, на что можно было бы опереться в этой главе, то же, что дошло до нас от Бану Муса, далеко от положения двух квадратур. Все это свидетельствует об истинности этого мнения, хотя и не свидетельствует о том, что достигается одна и та же величина. С помощью того, что изложено выше, можно объяснить избыток над двумя градусами с двумя третями, а все величины, находящиеся между двумя пределами вокруг сорока восьми минут, — как средние между ними.

Поскольку мы не нашли того, на что можно опереться, вернемся к действиям Птолемея. То, что мы уточнили из его «Альмагеста», — [равно] $2^{\circ}48'18''$, а для избытка наибольшего уравнения — $2^{\circ}50'3''$. Но то, что мы нашли для наибольшего уравнения, — это $2^{\circ}48'3''22'''$. Это предел [уравнения] в перигее, то есть [при положении центра эпицикла в] точке G на предыдущем чертеже. Проведем на нем касательную EF к эпициклу и соединим F и G . Это — синус постепенно возрастающего уравнения. Его величина — $0^{\circ}8'8''43'''52''''$ ¹⁹⁹ в масштабе, в котором EG — полный синус. Он относится к EG , как полудиаметр эпицикла, проведенный у нас в апогее, к наибольшему расстоянию, то есть к [своему] полному синусу. Если мы разделим полудиаметр эпицикла на этот синус, получится ближайшее расстояние — $0^{\circ}38'16''31'''25''''$. Сумма его и наибольшего расстояния — это диаметр орбиты апогея; || половина его — $0^{\circ}49'8''15'''43''''$, 794 расстояние между обоими центрами — $0^{\circ}10'51''18'''11''''$.

Вопрос: Что описывает центр эпицикла при этом движении?

Ответ: Если предположить Солнце неподвижным, лишенным дви-

жения, и считать центр эпицикла Луны в каждом из ее соединений и противостояний [с Солнцем], находящимся в апогее ее орбиты, а в ее квадратуре — в перигее, то этот центр при своем движении описывает круглую вытянутую фигуру. Можно предположить, что это эллипс из конических или цилиндрических сечений²⁰⁰, но это не так.

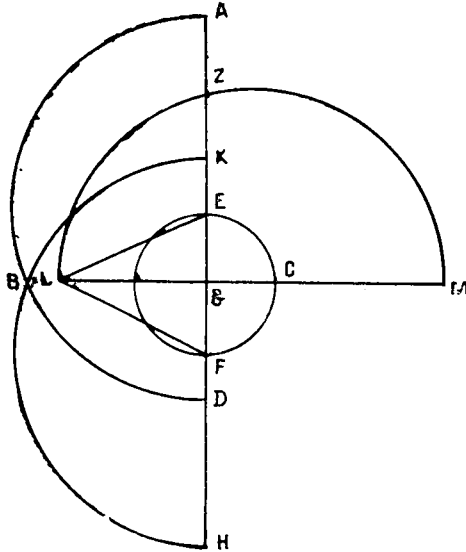


Рис. 126.

795 *A*— апогей; *D*— перигей; *M*— средний апогей; *ABD*— положение орбиты апогея при соединении; *KVN*— положение орбиты апогея при противостоянии; *MZL*— среднее положение орбиты апогея; *E, F, G*— соответствующие положения центра орбиты апогея

Пусть орбита апогея Луны во время соединения имеет центр *E*, а круг, по окружности которого движется этот центр, — *ECF**. Положение орбиты апогея в это время *ABD*. Когда центр этого круга перейдет в *C*, положение [орбиты апогея] будет *MZL* и *L* на ней — перигей, а при противостоянии центр перейдет в *F* и положение [орбиты апогея] будет *HBK*. Если бы точки *A, L, H* были бы на контуре эллипса²⁰¹, два центра которого — *F* и *E*²⁰², то образовался бы треугольник *ELF*. Пусть сумма *FA* и *AE* равна двум сторонам *FL* и *LE*. Но половина этой суммы — наибольшее расстояние *GA*. ¶Его квадрат равен квадратам *AE* и *EG* и удвоенному произведению *AE* на *EG*. Но сто-

рона *EL* quadriрует ближайшее расстояние *GL* и *GE*. Поэтому *EL* меньше *GA* и *E* и *F* не являются центрами эллипса. Солнце при этом движется. Поэтому то, что описывает центр [эпицикла], не является правильной фигурой²⁰³.

Раздел второй

ОБ ОТКЛОНЕНИИ ДИАМЕТРА ЭПИЦИКЛА И СИММЕТРИЧНОЙ ТОЧКИ

Мы уже говорили, что средний месяц — условная величина, она не существует сама по себе, подобно существованию среднего движения по отношению к неравномерному. Средний месяц не существует постоянно, и при переходе из места среднего расстояния в верхнюю часть орбиты апогея Солнца он становится короче, а при переходе в нижнюю часть [этой орбиты] — длиннее.

* См. рис. 126.

Среднее между ними — это величина, [полученная] с помощью двух средних движений. Если бы не это, то [было бы] лучше всего брать возвращение центров орбиты апогея Луны и ее эпицикла. Оба они возвращаются вне центра мира к линии, проведенной из него к Солнцу, так что средняя Луна обращается вокруг этого центра по линии, совпадающей с линией истинного [движения] Солнца. Она совпадает с эксцентричной орбитой апогея Солнца только в редких случаях, когда центр мира, центры орбит апогея Солнца и Луны и центр эпицикла лежат на одной прямой линии.

Птолемей нашел для эпицикла Луны неравенство, не отличающееся от предыдущего. Его диаметр, совпадающий с линией, проходящей через центры мира и [орбиты] апогея во время соединения и противостояния, [проходит через точку], симметричную [относительно] центра мира. Далее он продолжает оставаться в своем положении при прохождении через апогей, но ему противодействует симметричная точка, расстояние которой || от центра орбиты апогея — удвоенное [расстояние] между центрами, продолжающая оставаться симметричной. Все три точки находятся на прямой линии²⁰⁴. Изложим это действие, как если бы у нас не было того, что мы [уже] рассмотрели.

Пусть $ABCD$ — эксцентричная орбита с центром E ; центр мира — G и диаметр, проходящий через апогей, — $AEGD$. Пусть центр эпицикла — в C^* . Продолжим GC . Предположим, что Луна [находится], например, в H , и разделим пополам угол AGC , так как он равен удвоенному расстоянию центра эпицикла от Солнца. Пусть EB — линия истинного [положения] для Солнца, а не та, которая проведена к его среднему [положению]; разность между этими двумя углами имеет величину уравнения Солнца. Положение Луны может быть предельным, так что расстояние между обоими светилами наблюдается до тех пор, пока инструмент улавливает величину угла BGH , то есть видимое расстояние между ними, величину угла BGC , то есть среднее расстояние, известное по вычислению, и величину угла CGH — разность между ними, то есть уравнение. Далее соединим E и C и опустим перпендикуляр EL на GC . Тогда в треугольнике GEL два угла известны, так как угол AGC в нем измеряется величиной удвоенного среднего расстояния, а сторона EG в нем известна, то есть [его] стороны также известны. То же самое — для треугольника ELC , так как две его стороны LE и EC известны, и таким об-

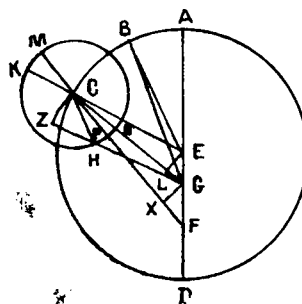


Рис. 127.

* См. рис. 127.

разом вся GC известна. Опустим перпендикуляр ZC на [продолжение] GH . Получится треугольник GZC с известными углами, так как угол уравнивания известен и сторона GC в нем [также] известна. Известны и две остальные стороны в масштабе полудиаметра эпицикла в апогее. Также в треугольнике CZH известны стороны и углы, и, следовательно, 797 угол ZCH известен. || Но угол GCZ в треугольнике ZCG был известен, а угол GCH — разность между этими двумя углами измеряет величину дуги OH , и она [также] известна. Если бы средний апогей [эпицикла], для которого вычисляется аномалия, был бы в точке K , то дуга OH была бы равна избытку средней аномалии над половиной оборотов, но он нашел, что дуга OH больше, чем этот угол, требующий вычисления при помощи дуги OP . Например, половина оборота [считается] от P . Поэтому проводится диаметр PCM , и в это время [аномалия] MPH равна средней аномалии, а апогей эпицикла M — это та точка, для которой на диаметре имеется точка, симметричная центру мира. Птолемей назвал этот апогей средним, поскольку то, что видно из G , — это K .

Продолжим далее MP в направлении F . Тогда точка F — это симметричная точка для обоих концов диаметра MP , то есть M — при уравнении KM , являющемся избытком в этом положении над аномалией KOH , взятой от точки, симметричной G . Тем же методом получается уравнение аномалии. Для определения положения F опускается перпендикуляр GX на FC , в треугольнике GCX угол GCX , измеряемый дугой OP , известен, то есть стороны также известны, GX известна, угол AGC , 798 измеряемый удвоенным расстоянием, и угол CGX || известны. Угол XGF , являющийся дополнением суммы их обоих, также известен, и в треугольнике XGF известны углы и сторона XG ; следовательно, стороны его также известны, и GF известна. Она не отклоняется в стороны от направления GE , получившегося последовательным подбором, применявшимся Птолемеем в нескольких примерах для различных положений и величин. Известно, что линия GF продолжает оставаться равной линии GE , и что дуга KM в половине $ABCD$ орбиты апогея является избытком над аномалией, так что с его помощью [аномалия] становится уравненной, а в другой половине [это] — недостаток до нее, и линия FCM становится как бы вращающей эпицикл не вокруг точки F , а по окружности орбиты апогея.

Вопрос: Что за инструмент, при помощи которого наблюдается расстояние между Солнцем и Луной и каким образом пользуются им и измеряют с его помощью?

Ответ: Этот инструмент — тот, который люди в наше время называют армиллярной сферой²⁰⁵. Он изображает необходимые большие круги на поверхности небесной сферы. Здесь имеются в виду круги, отвлеченные от тела сферы, так что их округлость у всех одинаковая, никакой из

них не совпадает с другим, их [общий] центр определяется зрением внутри [сферы]. Но осязаемые линии существуют только в телах, поэтому каждый из этих кругов связан с кольцом. Если бы кольца были равны, они пересекались бы друг с другом и было бы невозможно, чтобы одно из них вращалось при неподвижности другого. Поэтому между ними имеется различие по величине и малости, так как иначе при совпадении их центров они совпали бы целиком. Известно, что если бы эти круги были сделаны || на внутренних половинах колец, то их пересечения при пользовании [инструментом] были бы скрыты от зрения. Поэтому 799
каждый большой круг изображается на одной из двух поверхностей соответственного кольца. Часть большого круга, если в этом есть необходимость, помещают на этой поверхности. Ясно, что два пересекающихся кольца не делят пополам одно другое, как два больших круга на сфере, но каждое делится на две части, каждая из которых меньше полукруга, и две [другие] части между ними — по толщине другого кольца. Поэтому необходимо, чтобы в конце обеих половин был такой разрыв, что если другое кольцо войдет в него до его половины, то в одной и той же стороне из обеих половин получатся равные половины круга.

Что касается того кольца, в котором мы нуждаемся для измерения, то для измерения имеется два способа: первый состоит в том, что в нем устанавливается неподвижная линейка так, чтобы ее лицевая сторона была на его лицевой стороне, на ней наносятся числа подразделения диаметра кольца, а в его центре [устанавливается] алидада²⁰⁶, обладающая двумя диоптрами, с отверстиями в их середине, две части которой вращаются по градусам окружности так же, как в астролябии²⁰⁷.

Второй способ, более точный для этого инструмента, состоит в том, что одно кольцо устанавливается в другом так, чтобы его внешняя часть равнялась внутренней части первого, чтобы их размеры были такими, как будто оба они — одно кольцо, но при этом внутреннее кольцо свободно вращается внутри внешнего. Что касается невозможности отклониться от внутренней [внешнего кольца], то это осуществляется либо при помощи шипов, входящих из середины внешней поверхности внутреннего кольца в круглый паз, просверленный в середине внутренней части внешнего [кольца], либо с помощью выступов на обеих поверхностях внутреннего [кольца], касающихся обеих поверхностей внешнего кольца и удерживающих его. Это делается в нескольких местах [колец], не меньше трех, так, чтобы на поверхности || внутреннего кольца можно 800
было просверлить два диоптра с двух противоположных сторон и установить два указателя с внешних сторон против них, внутреннее кольцо в этих парах колец заменяет алидаду. Если это устройство колец известно, то мы скажем, что в этом инструменте имеются два [кольца] — горизонт и небесный меридиан. Закрепим внешнее из них в его положении

на горизонте, а внутреннее поднимем на величину высоты полюса в [данном] населенном пункте. Тогда все кольца, находящиеся внутри него, переместятся вместе с ним.

Далее внутри меридианного кольца в двух полюсах устанавливается небесный экватор и круг, проходящий через четыре полюса. В нем отмеряется величина наибольшего склонения от каждого из двух полюсов в две противоположные стороны. Два конца [этих дуг] делаются полюсами эклиптики. На расстоянии девяноста градусов от них устанавливается эклиптика, равная этому кругу, как будто они на одной сфере. Их внешние поверхности находятся на поверхности [этой сферы], они прикреплены друг к другу в точках пересечения, чтобы не отходили друг от друга.

Разделим эклиптику на равные градусы. Начнем от круга, проходящего через четыре полюса в знаке Рака справа налево в сторону, заданную как северную. Затем внутри [круга], проходящего через четыре полюса, устанавливается в обоих полюсах эклиптики двойное кольцо, а затем другое кольцо в этих двух полюсах, также внутри первого, либо двойное, либо обладающее алидадой, и инструмент [таким образом] готов.

Инструмент устанавливается так, чтобы его меридианное кольцо было в плоскости небесного меридиана [данного] населенного пункта. Это делается с помощью отвесов, опускаемых из всех мест поверхности кольца на линию кульминации²⁰⁸, а затем [кольцо] все время сохраняется в этом положении, либо инструмент подвешивается и отмечается отвесами, а затем его положение сохраняется благодаря привязыванию к колышкам, поставленным на линии кульминации и представляющим

801 || север и юг, с помощью двух струн, не вытянутых, но и не провисающих, или с помощью двух линеек, прикрепленных к колышкам и удерживающих инструмент.

При пользовании [этим инструментом] при наблюдении полюс небесного экватора поднимается над горизонтом на величину широты города. Если хотят [узнать] положение Солнца, то кольцо, проходящее через четыре полюса, поворачивают до тех пор, пока эклиптика сама себя не затенит, то есть пока ее верхняя часть не затенит нижнюю. Затем поворачивают одно из двойных колец, находящихся внутри [кольца], проходящего через четыре полюса, оба они — круги широты, до тех пор, пока оно снова не затенит само себя. Тогда положение его плоскости относительно плоскости эклиптики — положение Солнца.

Если хотят узнать положение Луны в то время, когда она видна над Землей, устанавливают эклиптику в ее положении, а кольцо широты поворачивают до тех пор, пока Луна не будет видна через оба отверстия в диоптрах. Тогда пересечение его плоскости с плоскостью эклиптики —

положение Луны, а расстояние между эклиптической и указателем алидады в градусах кольца широты — видимое положение Луны. Если наблюдается светило, то это обязательно будет или Солнце, или Луна, или звезды, положения которых в то время известны. Если [наблюдается] Солнце, то узнают градус середины неба²⁰⁹ в это время, он отмечается на меридиане инструмента, а если Луна или звезды, то одно из двух колец широты устанавливается на градусе [светила], а [кольцо], проходящее через четыре полюса, поворачивают до тех пор, пока тело [светила] не будет видно через оба отверстия в двух диоптрах кольца широты, помещенного в градусе [светила]. Тогда все остается в этом положении, а другое двойное кольцо поворачивают до тех пор, пока наблюдаемое светило не будет видно через оба отверстия в обоих диоптрах. Тогда положение плоскости этого кольца относительно эклиптики будет положением наблюдаемого светила, а расстояние между ними и острием алидады в градусах кольца широты — широтой светила в стороне, в которой находится диоптр по отношению к эклиптике.

|| Глава восьмая

802

ОБ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ УРАВНЕНИЯ ЛУНЫ

Раздел первый

ОБЪЯСНЕНИЕ ТОГО, ЧТО СОДЕРЖИТСЯ В КАЖДОМ СТОЛБЦЕ

Птолемей и большинство тех, кто был после него, всегда вычисляли две строки числа в совокупности чисел таблицы так, чтобы [строка], следующая за ними обоими, то есть первая, была третьим числом. Не обязательно, чтобы дело обстояло именно так, однако все то, что говорилось об этом, не является причиной для раздоров, ставших обычными среди большинства позднейших ученых. Я следую [в этом] за ними, отбрасывая одну, две или четыре строки числа, а затем деля то, что осталось в таблице, согласно тому, что требует порядок в числах, так как известно, что у Луны есть два вида уравнения, связанных с ее эпициклом и ее апогеем²¹⁰.

Возьмем из предыдущего чертежа то, что необходимо для этого, и проведем MCF перпендикулярно диаметру AED^* . Тогда C будет положением, где расхождение между линиями CK и CM достигает предела, то есть угол GCF больше аналогичных ему углов при окружности, [опирающихся] на линию CF , подобно изложенному выше для Солнца и угла

* См. рис. 128.

его уравнения, [опирающегося] на линию EF . Пусть один из этих аналогичных углов — GBF . Опустим на BF \parallel перпендикуляр GX . Он, очевидно, меньше GF , а GC короче GB , так как она короче перпендикуляра GP к AED , который короче GB . Отложим GL , равную GC . Проведем LZ параллельно BF [до GX]. Тогда GZ короче GX , которая короче, чем GF . Пусть GO — хорда в круге, описанном вокруг треугольника GFC , равного [треугольнику] LGZ . Соединим O с C . Тогда угол GCF больше угла GCO , равного углу GLZ , а угол GCF больше угла GBF . То же самое имеет место и для других положений. Для определения величин соединим E и C . Тогда линия EF , то есть удвоенное расстояние между двумя центрами — $0^{\circ}21'42''36'''22^{IV}$, полудиаметр орбиты апогея EC — $0^{\circ}49'8''45'''42^{IV211}$, FC — $0^{\circ}49'8''13'''38^{IV212}$. GC квадратирует FC и FG . Тогда GC , [проведенная] между двумя линиями EC и FC , — $0^{\circ}45'23''54'''49^{IV213}$, она относится к GF , как синус прямого угла GFC к синусу угла GCF , то есть $0^{\circ}14'20''46'''18^{IV214}$, а сам этот угол — $13^{\circ}50'1''48'''$. Что касается положения точки C , то она [получается] при добавлении к квадранту величины дуги, синус которой равен линии EF , — дуги ABC , то есть $151^{\circ}12'46''40'''215$. Выше было изложено определение величины этого угла для каждого из заданных расстояний от апогея, и таким образом, дуга KM для всех расстояний известна. Ее аргумент — удвоенные расстояния между Солнцем и Луной, находящиеся в первом столбце Птолемея.

804 В первом и втором столбцах помещены \parallel уравнения аномалии и [положения] центра эпицикла относительно апогея, их подразделение подобно подразделению уравнения Солнца.

Повторим это для обстоятельного разъяснения. Для этого обратимся к необходимому чертежу и поместим центр эпицикла в апогее A . Апогей [эпицикла] там — B^* . Изобразим аномалию дугой BF . Соединим F с A и F с G и опустим перпендикуляр FK на BG . Тогда синус аномалии [FK] и синус ее дополнения KA известны в масштабе, в котором AF — полный синус. KG также известна. Расстояние от Земли GF относится к FK , как синус прямого угла FKG к синусу угла FGK , [являющемуся] искомым уравнением, и оно, следовательно, известно. Что касается определения его для всех остальных расстояний, например, расстояния AC , то есть удвоенного расстояния между Солнцем и Луной, то в треугольнике ELG с помощью угла EGL становятся известными его углы и сторона EG , и следовательно, известны [все] стороны. В треугольнике ELC с двумя известными сторонами EC и EL также известны [все] стороны и GC известна. Аномалия XH , а также ее синус XM и синус ее дополнения MC известны в масштабе, в котором CH — полный синус. Оба синусу-

* См. рис. 129.

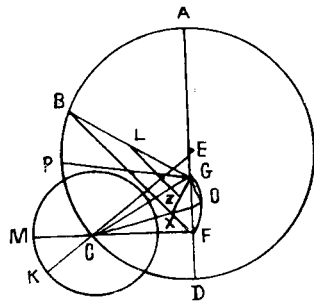


Рис. 128.

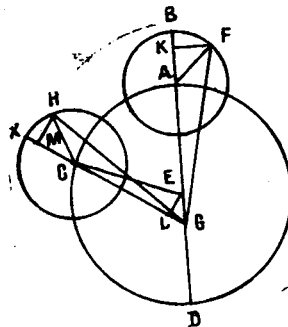


Рис. 129.

са известны по отношению к полудиаметру эпицикла и MG становится известной. Отсюда узнают расстояние от Земли HG и дело сводится к 805 тому, что [имело место] в апогее. Становится известным и угол HGM . То, что уравнение отсекает в апогее, оно отсекает также в перигее.

В третьем столбце он поместил разность между уравнением [центра эпицикла] для частных специальных значений на заданном расстоянии от апогея эпицикла, когда центр эпицикла находится в одном случае в апогее, а в другом в перигее, поскольку для [уравнения] в обеих [точках] получаются две различные величины. В четвертом столбце он поместил отношение разности между наибольшим уравнением в апогее и на заданном расстоянии к разности между наибольшим уравнением центра [эпицикла] в одном случае в апогее, а в другом случае в перигее. Величина этой разности постоянна и составляет у него два градуса с двумя третями; если принять ее за единицу, то минуты, относящиеся к ней, и есть то, что помещено в четвертом столбце.

Для того, чтобы это было легче представить, чертят деферент эпицикла ABD с центром E , центр эклиптики G и симметричную точку F^* . Центр эпицикла MKO — точка B . Луна на нем — в [точке] O . Проведем GBK и FBM . Тогда K будет видимым апогеем эпицикла, а M — средним апогеем. Если взять по дуге AB [расстояние], || равное удвоенному расстоянию между Солнцем и Луной, то в первом столбце будет дуга KM . 806

Пусть дуга OI принята равной дуге KM . Тогда [дуга] KMI равна [дуге] MIO — уравненной аномалии. Далее GB принимается численно равной полному синусу, а BZ — [его] частям²¹⁶, поскольку она — полудиаметр эпицикла, найденный нами для апогея. Пусть также GB относится к BP , как полный синус к полудиаметру эпицикла, найденный

* См. рис. 130.

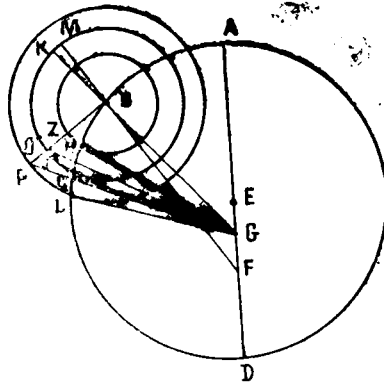


Рис. 130.

нами для перигея. Опишем вокруг центра B на расстоянии $[BZ]$ эпицикл для апогея, а на расстоянии $[BP]$ эпицикл для перигея. Проведем линии GH , GC и GL касательные к эпициклам в самом удаленном и в самом близком [местах орбиты] в это время. Известно, что среднее расстояние между Солнцем и Луной — половина дуги AB . Если взять за дугу AB удвоенное расстояние из первого столбца, то это — аргумент для различия среднего и истинного апогеев эпицикла — MK . Если вычесть его в нашем примере из аномалии KMO , останется MO — уравненная аномалия, взятая от M — среднего апогея эпицикла. KMI равна ей. Примем для них в это время второй и третий столбцы. Во втором [столбце] — то, что необходимо для Луны из уравнения эпицикла, то есть искомое, если это будет на эпицикле KMO , но оно вычислено для эпицикла в [точке] апогея и, следовательно, то, что берется из второго столбца, — это угол BGZ . В третьем [столбце] — угол ZGP , то есть разность между углом BGZ — уравнением эпицикла на расстоянии AB , если бы центр [эпицикла] находился в апогее, и углом BGP — уравнением [эпицикла] на том же расстоянии, если бы центр [эпицикла] находился в перигее. Известно, что \parallel угол BGH имеет величину наибольшего уравнения в апогее, а угол BGL — величину наибольшего уравнения в перигее, угол BGC — величину наибольшего уравнения на расстоянии AB , следовательно, на этом расстоянии определены все три угла. Далее поступают так, чтобы угол HGL относился к углу HGC , как единица к минутам единицы, находящимся в четвертом столбце против расстояния AB . Получится угол BGZ из второго столбца и угол ZGP — из третьего [столбца]. Мы хотим определить угол ZGI , чтобы сложить его с углом BGZ . В сумме получится угол BGI , то есть искомое уравнение. Положим отношение угла ZGI к ZGP , равным отношению угла HGC к углу HGL , то есть отношению, взятому из четвертого столбца. Если отнять от угла ZGP величину, соответствующую этому отношению, то получится угол ZGI . Его прибавляют к углу BGZ и в сумме получается искомый угол BGI . С помощью него производится уточнение уравнения. Если прибавить это к средней Луне, которая при центре, мы получим линию, соединяющую Луну с центром эклиптики, и [истинное положение Луны] будет известно.

О ДЕЙСТВИИ [ОПРЕДЕЛЕНИЯ] ЭФЕМЕРИД²¹⁷ ЛУНЫ С ПОМОЩЬЮ
НАШЕЙ ТАБЛИЦЫ

Что касается составления таблицы, то мы подражаем Птолемею [во всем], кроме четвертого столбца. Мы переносим его, как [это] делали позднейшие ученые, на место второго. Это место более соответствует второму столбцу, так как оба столбца берутся от удвоенного расстояния [между Солнцем и Луной]. Остальные два [столбца] получаются также вместе при помощи уравненной аномалии, это действие точное и не нуждается в том, чтобы еще раз обращаться к удвоенному расстоянию. Если мы хотим устранить условия прибавления уравнения в одном случае и вычитания его в другом, так, чтобы всегда имело место сложение, заменим две строки числа одной строкой для всего круга, вычтем из основы аномалии пятнадцать градусов и поместим это в первый столбец. Это принадлежит аномалии при прибавлении к ней того, что в этом столбце, при прибавлении или вычитании к этому аномалия станет уравненной. Но так как мы не удваиваем среднее расстояние между Солнцем и Луной, необходимо поместить против расстояния то, что нужно поставить против удвоенной величины [этого расстояния] в первом и втором столбцах и вычесть из первоначальной средней Луны пять градусов, равных широте, упоминавшейся, [когда мы говорили] об аномалии. Вычтем также из среднего Солнца два градуса. Тогда полученное среднее расстояние между Солнцем и Луной после этих двух вычитаний будет меньше того, что получается без [этого] вычитания, и исключается разность между этими двумя разностями, то есть три градуса. Из этого следует, что положение [Луны] опять надо передвинуть вперед на [три градуса]. Если бы не эти три градуса, то доля одного градуса находилась бы против, [например], трехсот сорока пяти в строке числа, но по причине этих трех градусов она находится против трехсот сорока восьми²¹⁸. Что касается того, что помещено в третьем и четвертом [столбцах], то они не изменяют своего положения и не отходят от него, так как оба они берутся по уравненной || аномалии и возвращаются к своему положению 809 с уравнением. Что касается третьего столбца, то в нем из основы средней Луны вычитаются пять градусов, из которых вычитается доля третьего столбца или прибавляется к ним, остаток возвращается к средней [Луне] и она приводится к истинному [положению]²¹⁹. Что касается четвертого столбца, то он остается без изменения²²⁰. Пятого же столбца Птолемей не касался, так как он пренебрегал тем, что мало по величине, подобному содержащемуся в этом [столбце], здесь имеется в виду преобразование того, что получается для средней Луны на наклонной орбите, к [тому, что получается] на эклиптике.

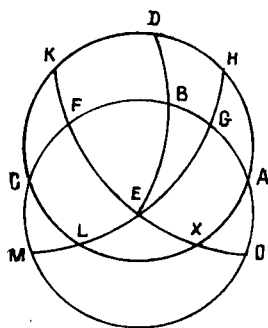


Рис. 131.

$ACSX$ — эклиптика; $ABCO$ — наклонная орбита.

Пусть для определения этого ABC будет наклонной орбитой, ADC — эклиптической с полюсом E , EBD — [дугой] круга, проходящего одновременно через полюсы эклиптики и наклонной орбиты*. Тогда его дуга BD — наибольшая широта Луны. Пусть A — северное место прохода. Тогда, если вычесть расстояние положения восходящего узла от начала Овна из расстояния истинного [положения] Луны от него, останется расстояние восходящего узла от начала Овна. Это на наклонной орбите называется аргументом широты, и безразлично, вычитать ли истинное положение восходящего узла из истинного положения Луны или прибавлять к нему дополнение вычитаемого, то есть средний восходящий узел, при обоих действиях получится аргумент широты. Пусть аргумент широты — AG . Проведем через G [один] из кругов широты $MLEGH$. Он перпендикулярен к эклиптике. Перемещение Луны на нем — AN , оно меньше AG . Разность между ними — это то, что помещено в пятом столбце. Если вычесть это из AG , останется AN . Пусть далее, аргумент широты — AF . Проведем через Луну [один] из кругов широты, [например] круг $OXEFK$. AF меньше AK потому, что FC больше KC . Они дополняют друг друга. Разность между ними помещена в пятом столбце.

810 Если прибавить [ее] к аргументу || широты, получится [дуга] AK на эклиптике. Если аргумент широты ACM , то разность надо вычесть так же, как в квадранте AB . Если же он — ACO , то разность надо прибавить так же, как в квадранте BC . Условие вычитания при этом связано с нечетностью направления, то есть первым и третьим квадрантами, а условие прибавления — четностью направления, то есть вторым и четвертым квадрантами. Но если мы хотим устранить условие [вычитания] и превратить [это] в постоянное прибавление, вычтем из положения Луны на наклонной орбите один градус в момент завершения действия и поместим это в пятом столбце, чтобы имелся избыток упомянутой разности над ним и недостаток до него, так что, если взять сумму и прибавить ее к положению Луны на наклонной орбите, то она благодаря этому переместится на эклиптику²²¹. Это [происходит] потому, что наибольшая из величин этой разности [равна] шести минутам с третьей и одной пятой.

Эфемериды Луны получают с помощью абстрактного вычисления следующим образом²²². Поместим среднее Солнце, то есть сумму его аргумента и апогея, на первом, среднюю Луну в двух местах — на втором и третьем, аномалию — на четвертом, а истинное [положение] голо-

* См. рис. 131.

вы — на пятом. Затем вычтем то, что стоит на первом месте, из того, что на втором, останется расстояние между Солнцем и Луной. Возьмем то, что находится против этого в строке числа в первом и втором столбцах, и прибавим то, что в первом [столбце], к четвертому месту. Получится уравненная аномалия. Возьмем далее для строки числа то, что против нее из третьего и четвертого столбцов, умножим то, что в четвертом, на то, что мы получили || во втором [столбце], и прибавим произведение к тому, что в третьем, если уравненная аномалия больше ста восьмидесяти градусов, и вычтем из этого, если она меньше ста восьмидесяти градусов. Далее прибавим результат этого к средней Луне и поместим это в двух местах. Из первого всегда вычитается один градус, остаток запомним. Затем вычтем истинное положение *головы* из второго места, останется аргумент широты. Возьмем далее для той же строки числа то, что против нее в пятом столбце, и прибавим к запоминаемому, оставшемуся в первом месте, получится расстояние истинного положения Луны от начала Овна.

Вот таблицы уравнения Луны²²³.

Уравнение Луны

Строка числа	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
1	16	14	20	0	14	4	55	1	0	3	59	33
2	16	32	56	0	23	4	50	8*	0	5	59	20
3	16	51	31	0	35	4	45	19	0	7	59	6
4	17	10	6	0	46	4	40	35	0	10	58	53*
5	17	28*	41	1	2	4	35	55	0	12	58	40
6	17	47	16	1	20	4	31	17	0	15	58	26
7	18	5	30	1	39	4	26	40	0	17	58	15*
8	18	23	44	1	59	4	22	2	0	20	58	2
9	18	41*	18	2	19	4	17	25	0	22	57	50
10	19	0	52*	2	42	4	12	48	0	25	57	37
11	19	18	27	3	4*	4	8	10	0	27	57	25
12	19	36	41	3	28	4	3	33*	0	30	57	13
13	19	55*	15*	3	54	3	58	56	0	32	57	1
14	20	13	9	4	22	3	54	18*	0	35	56	49
15	20	31	23	4	51	3	49	29*		37	56	37
16	20	49	37	5	21	3	45	4	0	40	56	25
17	21	7	51	5	52	3	40	27	0	42	56	13
18	21	26	5	6	25	3	35	59*	0	45	56	2
19	21	43	18	7	0	3	31	12	0	47	55	52
20	22	1	51	7	35	3	26	35	0	50	55	42
21	22	19*	45*	8	13*	3	21	57		52	55	32
22	22	37	16	8	59	3	17	20		55*	55	22

812

813

Строка числа	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
23	22	54	48	9	40	3	12*	42	0	57	55	13
24	23	12	20	10	22	3	8	6	1	0	55	3
25	23	29	10	11	16	3	33	38*	1	3	54	54
26	23	46*	0	11	51	2	59	16	1	6	54	42
27	24	2	50	12	37	2	54	57	1	8	54	35
28	24	18	58*	13	25	2	50	42	1	11	54	27
29	24	35	40	14	14	2	46	30	1	13	54	21
30	24	51	54*	15	5	2	42	21	1	15	54	15
31	25	6	40	15	57	2	38	11	1	17	54	10
32	25	22	5	16	50	2	54*	2	1	19	54	4
33	25	37	31	17	44	2	29	52*	1	22*	53	59*
34	25	52	55*	18	40	2	25	43	1	24	53	55
35	26	7*	58*	19	37*	2	21	38	1	26	53	49*
36	26	22*	42	20	34	2	17	35	1	29	53	55
37	26	36	23	21	30	2	13	33	1	31	53	41
38	26	50	3	22	27	2	9	40	1	33	53	38
39	27	2	44	23	24	2	5*	42	1	34	53	36
40	27	14	18	24	25	2	1	44	1	37	53	35
41	27	26	28*	25	27*	1	57	47	1	39	53	33
42	27	37*	27	26	31	1	53*	49	1	42	53	32
43	27	47	56	27	36	1	50	0	1	43	53	30
44	27	57	45	28	40	1	46	16	1	45	53	28
45	28	6	54	29	45	1	42	36	1	47	53	29
46	28	14	55	30	54	1	39	0	1	49	53	31
47	28	21	56	32	7	1	35	29	1	51	53	33
48	28	27	57	33	23	1	32	2	1	52	53	35
49	28	33	58	34	36	1	28	36	1	54	53	37
50	28	39	28	35	47	1	25	11	1	55	53	39
51	28	43	43	36	54	1	21	50	1	57	53	42
52	28	47	6	37	55	1	18	52*	1	59	53	46
53	28	49	12	38	53	1	15	58*	2	0	53	51
54	28	50	2	39	50	1	12	15	2	2	53	56
55	28	48	57*	40	46	1	9	15	2	4	54	2
56	28	47	11	41	42	1	6	17	2	5	54	8
57	28	44	56*	42	38	1	3	19	2	7	54	13
58	28	42	42	43	35	1	0	20	2	8	54	19
59	28	37	37	44	32	0*	57*	22	2	10	54	26
60	28	30	30	45	25	0*	54*	24	2	12	54	32
61	28	21	48	46	25	0	51	32	2	13	54	39
62	28	11	3	47	22	0	48	45	2	14	54	46
63	27	57	48	48	18	0	46	3	2	16	54	53*
64	27	44	42	49	12	0	43*	30	2	17	55	0
65	27	23	59	50	1	0	41	0	2	19	55	8
66	27	4	50	50	45	0	38	33	2	20	55	15
67	26	45	32	51	29	0	36	10	2	21	55	23

814 ||

815 ||

816 ||

Строка числа	1			2		3			4		5	
	градусы	минуты	секунды	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды	минуты	секунды	минуты	секунды
68	26	25	33*	52*	12	0	33*	48	2	23	55	31
69	26	5	55	52	54	0	31	28	2	24	55	41*
70	25	45	1	53	35*	0	29	11	2	25	55	52
71	25	20	8	54	15	0	26	55	2	26	56	4
72	24	51	14	54	54	0	24	41	2	28	56	15
73	24	21	16	55	32	0	22	30	2	29	56	27
74	23	48	18	56	7	0	20	23	2	30	56	39
75	23	12	20	56	38*	0	18	25	2	31	56	51
76	22	36	20	57	6	0	16	39	2	33	57	3*
77	21	59	31	57	32	0	15	7	2	34	57	15
78	21	21	53	57	55	0	13	48	2	35	57	27
79	20	43	37	58	17	0	12	29	2	36	57	40
80	20	4	20	58	32	0	11	2	2	37	57	55
81	19	24	3	58	55	0	9	18	2	38	58	10
82	18	24*	59	59	11	0	8	12	2	40	58	25
83	18	0	54	59	25	0	7	44*	2	41	58	40
84	17	17*	49	59	37	0	6	52*	2	41	58	55
85	16	33	43	59	49	0	6	10	2	42*	59	9
86	15	47	46	59	56	0	5	33	2	43	59	23
87	15	0	0	60*	0	0	5	8	2	44	59	36
88	14	12	14	59	56	0	4	41	2	44	59	49*
89	13	26	17	59	49	0	4	19*	2	45	60	0
90	12	42	11	59	37	0	3	54	2	46	60	11
91	11	59	6	59	25	0	3	30*	2	46	60	24
92	11	17*	1	59	11	0	3	7	2	47	60	37
93	10	35	57	58	55	0	2	45	2	48	60	51
94	9	55*	40	58	37*	0	2	24	2	48	61	5
95	9	16*	23	58	17	0	2	8	2	49	61	20
96	8	38	7*	57	55	0	1	55	2	49	61	35
97	8	0	29	57	32	0	1	59	2	50	61	50
98	7	23*	40	57	6	0	2	8	2	50	62	5
99	6	47	40	56	38	0	2	24*	2	50	62	20
100	6	11*	42	56	7	0	2	49	2	50	62	33
101	5	36*	24	55	32	0	3	19*	2	50	62	45
102	5	3*	46	54	54	0	3	54	2	50	62	57
103	4	37*	52	54	15	0	4	30	2	50	63	9
104	4	14*	59	53	35	0	5	10	2	50	63	21
105	3	55	5	52	54	0	5	52	2	49	63	33
106	3	37	7	52	12	0	7	5	2	49	63	45
107	3	14*	28	51	29	0	8	13	2	49	63	56*
108	2	55	10	50	45	0	9	29	2	49	64*	8
109	2	36	11	50	1	0	10	50	2	49	64	19*
110	2	18*	18	49	12	0	12	17*	2	48	64	29
111	2	7	52*	48	18	0	13	48	2	48	64	37
112	1	48	57	47	22	0	15	22	2	48	64	45*
113	1	38	52	46	25	0	17	1	2	48	64	52

817

818

819

Строка числа	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
114	1	29	57	45	28	0	18	45	2	48	65*	0
115	1	22	53*	44	32	0	20	32	2	47	65	7
116	1	17	19	43	35	0	22	33	2	47	65	14
117	1	15	14	42	38	0	24	41	2	47*	65	21
118	1	12	49	41	42	0	27	0	2	46*	65	28
119	1	11	3	40	46	0	29	19*	2	44	65	34
120	1	9	18	39	50	0	31	37	2	43	65	41
121	1	10*	48	38*	53*	0	33	56	2	41	65	47
122	1	12	54	37	55	0	36	15	2	40	65	52
123	1	16	14	36	54	0	38	35	2	38	65	58
124	1	20*	32	35	47	0	41	5	2	37	66	4
125	1	26	7	34	36	0	43	43	2	35	66	9
126	1	32	3	33	23	0	46	29*	2	34	66	14
127	1	38	4	32	7	0	49	17	2	33	66	18*
128	1	45	5	30	54	0	52*	19*	2	31	66	21
129	1	53	6	29	45	0	55	23	2	30	66	23
130	2	2	8	28	37*	0	58*	36	2	28	66	25
131	2	12	4	27	36	1	1	52	2	27	66	27
132	2	22	13*	26	31	1	5	18	2	25	66	29
133	2	33	7	25	27	1	8	46	2	24*	65	31
134	2	45	2	24	25	1	12	19	2	22	66	32
135	2	57*	16	23	24*	1	15	55	2	20	66	31
136	3	9	17	22	27	1	19	35	2	18	66	29
137	3	23	34*	21	30	1	23	17	2	16	66	27
138	3	38*	18	20	34	1	27	5	2	13	66	25
139	3	53	6	19	37	1	30	58*	2	11	66	24*
140	4	7	45	18	40	1	34	55	2	9	66	22
141	4	22	29	17	44	1	38	58*	2	6	66	19*
142	4	37	15	16	50	1	43	7	2	4	66	15
143	4	58	20	15	57	1	47	21	1	1	66	11
144	5	8	46	15	5	1	51	37	1	59	66	6
145	5	24	54	14	14	1	55	56	1	56	66	1
146	5	41	10	13	25	2	0	17	1	53	65	56
147	5	57	10	12	37	2	4	43	1	50	65	50
148	6	14*	0	11	51	2	9	16	1	47	65	45
149	6	30	50	11	6	2	13	52*	1	45*	65	39
150	6	47	40	10	22	2	18	35	1	42	65	33*
151	7*	5	12	9	40	2	23	13*	1	39	65	25
152	7	22*	44	8	59*	2	28	43	1	36	65	16
153	7	40	16	8	18*	2	33	16	1	33	65	6
154	7	58*	9	7	38	2	38	50	1	30	64	57
155	8	16	2	7	0	2	43	54	1	27*	64	47
156	8	33	55	6	25	2	48	56	1	24	64	38
157	8	52	9	5	52	2	53	48	1	22	64	28
158	9	10	23	5	21	2	59	8	1	19	64	18
159	9	28	36	4	51	3	4	5	1	16	64	8

820 ||

821 ||

822 ||

Строка числа	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
160	9	46	51	4	22	3	9	25	1	13	63	58
161	10	5	5	3	54	3	14	42	1	10	63	47
162	10	23	19*	3	28	3	19	59	1	6	63	35
163	10	41	33*	3	4	3	25	45	1	3	63	23
164	10	59	48	2	42	3	30	32	0	59	63	11
165	11	18	2	2	20*	3	35	49	0	56	62	59
166	11	36	16	1	59	3	41	6	0	52	62	47
167	11	54	30	1	39	3	46	23	0	48	62	35
168	12	12	44	1	20	3	51	40	0	45	62	22
169	12	30*	59*	1	2	3	56	56*	0	41	62	10
170	12	49	14*	0	46	4	2	13*	0	37*	61	58*
171	13	8	29	0	34	4	7*	30	0	34	61	45
172	13	27*	4	0	23	4	14	7*	0	30	61	33*
173	13	45	40	0	14	4	19	44	0	26	61	20
174	14	4	15	0	7	4	25	2*	0	22	61	7
175	14*	32*	50	0	3	4	30	57	0	18	64	54
176	14	41	25	0	1	4	36	26	0	15	60	40
177	15	0	0	0	0	4	42	10	0	11	60	27
178	15	18	35	0	1	4	47	8	0	7*	60	13
179	15	37	10	0	3	4	53	4	0	4	60	0
180	15	55	45	0	7	5	0	0	0	0	59	47
181	16	14	20	0	14*	5	6	56	0	3	59	33
182	16	32	56	0	23	5	12	52	0	7	59	20
183	16	51	31	0	34	5	17	50	0	11	59	6
184	17	10	6	0	46	5	23	26	0	15	58	53*
185	17	28	41	1	2	5	29	3	0	18	58	40
186	17	47	16	1	20	5	34	40	0	22	58	27
187	18	5	30	1	39	5	40	16	0	26	58	15*
188	18	23	44	1	59	5	45	53	0	30	58	
189	18	41	58*	2	19	5	51	30	0	34	57	50
190	19	0	12	2	41*	5	57	7	0	37	57	36*
191	19	18	27	3	4	6	2	43	0	41	57	25
192	19	36	41	3	28	6	8	20	0	45	57	13
193	19	54	55	3	54	6	13	37	0	48	57	1
194	20	13*	9	4	22	6	18	54	0	52	56	49
195	20	31	23	4*	51	6	24	11	0	56	56	37
196	20	49	37*	5	21	6	29	28	0	59	56	25
197	21	7	51	5	52	6	34	45*	1	3	56	13
198	21	26	5	6	24	6	40	1	1	6	56	2
199	21	43	18	7	5	6	45	18*	1	10	55	52
200	22	1	37*	7	38	6	50	35	1	13	55	42
201	22	19	44	8	18*	6	55	52	1	16	55	32
202	22	37	16*	8	59*	7	0	55	1	19	55	22
203	22*	55*	48	9	40	7		12	1	22	55	13
204	23	14	20	10	22	7	11	4	1	24	55	3
205	23	29	10	11	6	7	16	6	1	27	54	54

823.

824.

825.

Строка числа	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
206	23*	46	0	11	51	7	21	10	1	30	54	44
207	24	2	50	12	37	7	26	15*	1	33	54	35
208	24	18*	18	13	25	7	31*	17	1	36	54	27
209	24	35	6	14	14	7	36	21	1	39	54	21*
210	24	51	55*	15	5	7	41	25	1	42	54	15
211	25	6	40	15	57	7	46	5*	1	44	54	10
212	25	22	5	16	50	7	50	44	1	47	54	4
213	25	37	31	17	44	7	55	17	1	50	53	59
214	25	52	55*	18	40	7	59	43*	1	53	53	54
215	26	6	18	19	37	8	4	4	1	56	53	49
216	26	21	42	20	34	8	8	23	1	59	53	45
217	26	37	23*	21	30	8	12	39	2	1	53	41
218	26	50	3	22	27	8	16	53*	2	4	53	38
219	27	2	44	23	24	8	21	2	2	6	53	36
220	27	14	18*	24	25	8	25	5	2	9	53	35
221	27	26	13*	25	27	8	29	2*	2	10	53	33
222	27	37	27	26	31	8	32	55	2	13*	53	32
223	27	47	56	27	36	8	36	43*	2	16	53	29
224	27	57	55	28	40	8	40	26*	2	18*	53	28
225	28	6	54	29	45	8	44	5	2	20	53	29
226	28	14*	55	30	54	8	47	41	2	22	53	31
227	28	21	56	32	7	8	51	14	2	24	53	33
228	28	27	57	33	23*	8	54	42*	2	25	53	35
229	28	33	58	34	36	8	58	5	2	27	53	37
230	28	39	28	35	47	9	1	24	2	28	53	39
231	28	43	43	36	54	9	4	37	2	30	53	42
232	28	46	6	37	55	9	8	11	2	31	53	46
233	28	49	12	38	53	9	10	43	2	33	53	51
234	28	50	7	39	50	9	13	31	2	34	53	56
235	28	48	57	40	46	9	16	17	2	35	54	2
236	28	47	11	41	42	9	18	55	2	37	54	8
237	28	44	46	42	38	9	21	25	2	38	54	13*
238	28	42	41	43	35	9	23	45	2	40	54	19
239	28	34	47	44	32	9	26	4	2	41	54	26
240	28	30	3	45	33	9	28	23	2	43	54	32
241	28	21	48	46	25	9	30	41	2	44	54	39
242	28	11*	3	47	22	9	33*	0	2	45	54	46
243	27	57	48	48	18	9	35	19	2	46	54	53
244	27	44	42*	49	12	9	37	27	2	46	55	0
245	27	23	49	50	1	9	39	26	2	46	55	*
246	27	4	50	50	45	9	41	15	2	47	55	15
247	26	45	32	51	29	9	42	59	2	48	55	23
248	26	25	13	52	12	9	44	38	2	48	55	31
249	26	5	15*	52	54	9	46	12	2	48	55	41
250	25	45	1	53	35	9	47	43	2	48	55	52
251	25	24*	8	54	15	9	49	10	2	49	56	3

826 ||

827 | |

828 ||

Строка ч с ла	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
252	24*	51	14	54	54	9	50	31	2	49	56	15
253	24	21	16	55	32	9	51	47	2	49	56	27
254	23	48	18	56	7	9	53	0	2	49	56	30
255	23	12	20	56*	38	9	54	8	2	49	56	51
256	22	33	20	57	6	9	54	50	2	50	57	3
257	21	59*	31	57	32	9	55	30	2	50	57	15
258	21	21	13	57	55	9	56	6	2	50	57	27
259	20	43	37	58	17	9	56	41	2	50	57	40
260	20	4	20	58	32	9	57	11	2	50	57	55*
261	19	24	3	58	55	9	57	36	2	50	58	10
262	18	42	59	59	11	9	57	52	2	50	58	25
263	18	0	54*	59	25	9	58	1	2	49	58	40
264	17	17	49	59	37	9	58	5	2	49	58	55
265	16*	33*	43	59	49	9	57	52*	2	48	59	9
266	15	47	46	59	56	9	57	36	2	48	59	18
267	15	0	0	60	0	9	57	15	2	47	59	36
268	14	12	14	59	56	9	56	53*	2	46	59	49
269	13	26	17	59	49	9	56	39	2	46	60	0
270	12	42	11	59	37	9	56	6	2	46	60	11
271	11	59	6	59	25	9	55	41	2	45	60	26*
272	11	17	1	59	11	9	55*	19	2	44	60	37*
273	10	35	57	58	55	9	54	52*	2	44	60	51
274	9	55	40	58	37*	9	54	22	2	43	61	5
275	9	16	23	58	11	9	53	50	2	42	61	20
276	8	38	7	57*	55*	9	53	8	2	41	61	35
277	8	0	29	57	32	9	52	18*	2	41	61	50
278	7	23	40	57	7	9	51	8	2	40	62	5*
279	6	47	40	56	38	9	50	2	2	38	62	20
280	6	11	42	56	7	9	48	53*	2	37	62	33
281	5	35	44	55	32	9	47	31	2	36	62	45
282	5	8	46	54	54	9	46	12	2	35	62	57
283	4	39	52	54	15	9	44	48*	2	34	63	9
284	4	14	59	53	35	9	43	21	2	33	63	21
285	3	55	5	52	54	9	41	35	2	31	63	33
286	3	34*	7	52	12	9	39	37	2	30	63	45
287	3	14	28	51	29	9	37	30	2	29	63*	56
288	2*	56	10	50	45	9	35	19	2	23	64	8
289	2	36	1	50	1	9	33	5	2	26	64	19
290	2	15*	18	49	12	9	30	49	2	25	64	29
291	2	2	12	48	18	9	28*	30	2	24	64	37
292	1	48	17	47	22	9	26	12	2	23	64	45
293	1	38	12	46	25	9	23	50	2	21	64	52
294	1	29	17*	45	28	9	21	26	2	20	65	0*
295	1	22	13	44	32	9	19	0	2	19	65	7
296	1	17	19	43	35	9	16	30	2	17	65	14
297	1	15	15	42	38	9	13	56	2	16	65	21

829

830

831

Строка числа	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
298	1	12	49	41	42	9	11	12	2	14	65	28
299	1	11	3	40	46	9	8	28	2	13	65	34
300	1	9	18	39	50	9	5	36	2	12	65	41
832 301	1	10	48	38	53	9	2	38	2	10	65	47
302	1	12	54	37	55	8	59	40	2	8	65	52
303	1	16	17	36	54*	8	56	41	2	7	65	58
304	1	20	32	35	47	8	53	43*	2	5	66	4
305	1	27	2	34	36	8	50	45	2	4	66	9
306	1	32	3	33	23	8	47	45	2		66	14
307	1	38	4	32	7	8	44	42	2*	0	66	18
308	1	45	5	30	54*	8	41	28	1	59	66	21
309	1	53	6	29	45	8	38	10	1	57	66	23
310	2	2	15	28	40	8	34	49*	1	55	66	25
311	2	12	4	27	36	8	31	24	1	54	66	27
312	2	22	33	26	30	8	28*	18	1	52*	66	29
313	2	33	7	25	27	8	24*	31	1	51	66	31
314	2	45	2	24*	25	8	21	0	1	49	66	32
315	2	57	16*	23	24	8	17	24	1	47*	66	31
316	3	9	57	22	27	8	13	24	1	45	66	29*
317	3	23	37	21	30	8	10*	0	1	43	66	27
318	3	38	18	20	34	8	6	11	1	42	66	25
833 319	3	53	10	19	37	8	2	13	1	39	66	24
320	4	7	45	18	40	7*	58	16	1	37	66	22
321	4	22	29	17	44	7	54	18	1	35	66	19
322	4	37	15	16	50	7	50	20	1	33	66	15
323	4	53	20	15	57	7	46	22	1	31	66	11
324	5	8	46	15	5	7	42	25	1	29	66	6
325	5	24	54	14	14	7	38	22	1	26	66	1
326	5	41	2	13	25	7	34	17	1	24	65	56
327	5	57	10	12	34	7	30	8	1	22	65	50
328	5	14	0	11	51	7	25	58*	1	19	65	45
329	6	30	50	11	6	7	21	49	1	17	65	39
330	6	47	40	10	22	7	17	39	1	15	65	33
834 331	7	5	12	9	40	7	13	30	1	13	65	25
332	7	22	44	8	59*	7	9	18	1	11	65	16
333	7	40	16	8	18	7	5	3	1	8	65	6
334	7	58*	9	7	38	7	0	44	1	6	64	57
335	8	16	2	7	0	6	56	22	1	3	64	47
336	8	33	55	6*	25	6	51	54	1	0	64	38
337	8	52	9	5	52*	6	47	43*	0	57	64	28
338	9*	9*	23	5	21	6	42	40	0	55	64	18
339	9	28*	37*	4	51	6	38	3	0	52	64	8
340	9	46	51	4	22	6	33	25	0	50	63	58*
341	10*	5	5	3	54	6	28	48	0	47	63	47
342	10	23	19	3	25	6	24	11	0	45	63	38

Строка числа	1			2		3			4		5	
	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	граду- сы	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды	мину- ты	секун- ды
343	10	41	30	3	4	0	19	33	0	42	63	25*
344	10	5)	48	2	42	6	14	56	0	40	63	11
345	11	18	2	2	19	6	10	1)	0	37	62	57
346	11	36*	16	1	59	6	5	42	0	35	62	47
347	11	54*	30	1	33	6	1	4	0	32	62	35
348	12	12	49	1	20	5	56*	27	0	30	62	22
349	12	31	19	1	2	5	51	50	0	27	62	10
350	12	49	54*	0	46	5	47	12	0	25	61	58*
351	13	8	29	0	34	5	42	35	0	22	61	45
352	13	27	4	0	23	5	37*	58*	0	20	61	33
353	13	45	40	0	14*	5	33	20	0	17	61	20
354	14	4	15	0	7	5	28	43	0	15	61	7
355	14	22	50	0	3	5	24	5	0	12	60	54*
356	14	41	25	0	1	5	17	25	0	10	60	40
357	15	0	0	0	0	5	14	41	0	7	60	27
358	15	18	35	0	1	5	9	52	0	5	60	13
359	15	37	10	0	3	5	4	59	0	3	60	0
360	15	55	45	0	7	5	0	0	0	0	53*	47

835

|| По причине того, что в силу предыдущего доказательства необходимо прибавлять произведение второго столбца на четвертый всегда к третьему, мы изобразили условно один раз прибавление его, а другой раз вычитание. Мы говорим, что действие здесь то же самое. Чертеж изменяется из-за пяти градусов, отбрасываемых от средней Луны. Убедимся в этом.

Пусть AB — средняя Луна, полученная в этой книге, но из нее вычтено пять градусов — BC^* .

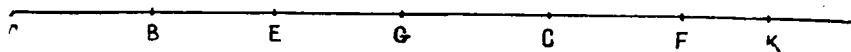


Рис. 132.

A —начало; B —средняя Луна в этой книге; E —истинное положение; F —средняя Луна в действительности; K —истинное положение.

Тогда AC — средняя Луна в действительности. Истинное [положение Луны] K недостает до нее, поэтому пусть его место — E . Уравнение, которое связано с ним, — CE . Но CE составлено из третьего столбца, требующего эпицикла в апогее, и из произведения, прибавляемого к величине [уравнения] в апогее в соответствии с расстоянием [Луны] от

* См. рис. 132.

него. Пусть это произведение — EG , а то, что помещено в третьем столбце, — BG , это разность между третьим столбцом и пятью градусами. Тогда необходимо вычесть из него произведение, получится BE , прибавив его избыток над B , придем к истинному [положению]. Пусть, далее, истинное [положение] — K . Тогда связанное с ним уравнение — $СК$, оно составлено из CF , то есть третьего столбца, и произведения FK . Но то, что здесь рассматривается в третьем столбце, то есть BF , — это сумма третьего столбца, с пятью градусами, поэтому необходимо прибавить к нему произведение, получится BK , оно приводит к истинному [положению]. Если же уравнение в третьем [столбце] такое же, то есть CG или CF , а произведение, то есть FK , — такое же, как было, то необходимо прибавлять его всегда к уравнению, пока это не приведет к истинному [положению Луны] E или K .

Это то, что мы хотели разъяснить об истинном [положении].

837

|| Глава девятая

О СПОСОБЕ НАГЛЯДНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ УПОМЯНУТЫХ ДВИЖЕНИЙ НА СФЕРАХ ЛУНЫ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ЕЕ СФЕРЕ

Сфера Луны — это сфера²²⁴, содержащая внутри своей толщи входящие друг в друга сферы, из движений которых образуется видимое движение Луны. Ни одна [из этих сфер] не выходит за [пределы] одной из двух поверхностей, наиболее близкой к Земле и наиболее удаленной от нее. Самая высшая из [сфер] движется вокруг двух полюсов эклиптики против последовательности [знаков зодиака]. Величина этого движения — величина движения восходящего узла. Вторая [сфера] — внутри нее. Оба ее полюса [находятся внутри] первой, и удалены от полюсов [первой] на величину наибольшей широты Луны, а пояс²²⁵ ее — наклонная орбита, пересекающая пояс первой, которая перемещает ее своим движением по градусам эклиптики, вследствие чего движение [первой сферы] относится к эклипике.

Далее, вторая наклонная сфера вращается вокруг себя, то есть вокруг обоих своих полюсов, и вращает то, что находится внутри нее, против последовательности [знаков зодиака] таким движением, которое возвращает их к Солнцу за время лунного месяца. Это равномерное движение относится к сфере апогея Луны, так как внутри наклонной сферы имеется сфера, касающаяся ее в [некоторой] точке вследствие того, что ее центр находится вне центра мира. Наклонная сфера вращает внутреннюю вместе с собой. Оба полюса внутренней [сферы] из-за ее эксцентрисности удалены от обоих полюсов наклонной [сферы] в одну и ту

же сторону в отличие от того удаления в две противоположные стороны, которое происходит по причине склонения.

Эксцентричная сфера движется вокруг обоих своих полюсов по последовательности [знаков зодиака] движением, называемым движением по широте, при постоянстве положения касающейся [сферы] относительно наклонной в том же положении, то есть при этом [имеется] апогей, а внутри эксцентричной сферы на поясе ее движения [имеется] маленькая сфера, погруженная || в нее и прикрепленная к ней, называемая эпициклом. Она необходимо находится на своем месте на первой сфере и непрерывно вращается вокруг оси, перпендикулярной к плоскости наклонной орбиты. 838

Далее, Луна — сферическое тело, погруженное в тело эпицикла подобно камню в кольце. Центр Луны находится в плоскости пояса ее движения, и [эпицикл] вращает Луну движением, называемым аномалией. Луна проходит апогей [эпицикла] против последовательности знаков зодиака, а его перигей — по этой последовательности. Движение по долготе происходит для Луны по эклиптике против этой последовательности, так же, как движение круга, определяющего широту Луны. Эти рассуждения приблизительны, так как движение этого круга по эклиптике неравномерно. Что касается диаметральной противоположности апогея [эпицикла] и точки, в которой не происходит движения, и равномерности движения в точке, симметричной центру движущегося деферента²²⁶, то это очень трудно вообразить, особенно тому, кто представляет себе эти многочисленные сферы только с равномерными движениями в эфире, лишенными всякой неравномерности.

|| Глава десятая

839

О ПАРАЛЛАКСЕ ЛУНЫ ПО ДОЛГОТЕ И ШИРОТЕ МЕЖДУ ЕЕ ВЫЧИСЛЕННЫМИ И ВИДИМЫМИ ДВУМЯ ПОЛОЖЕНИЯМИ

Так же как определение положения Луны на наклонной орбите по среднему движению невозможно без ее уравнения в силу ее неравномерностей и перехода по широте к эклиптике, невозможно и вычисление без соответствия с наблюдением и уточнением с помощью параллакса²²⁷ при переходе от центра мира к месту наблюдения на поверхности Земли.

Птолемей измерил высоту Луны на меридиане Александрии для времени, полная дата которого от эпохи Набонассара, приведенная к Газне, — 882 [года] $72^{\circ}20'34''25'''23''''$ [суток]²²⁸, и нашел с ее помощью дополнение высоты, [равным] $50^{\circ}50'$. Затем он вычислил это: склонение градуса Луны у него получилось $23^{\circ}49'$, а широта Луны — $4^{\circ}59'58''$ ²²⁹; широта города — $30^{\circ}58'$. В силу близости Луны к [точке] солнцестояния

он брал все на меридиане, дополнение высоты Луны по его вычислению было $49^{\circ}47'43''$.

Пусть круг ABC — меридиан в то время, когда Луна [находится] на этом круге. A на нем — зенит, B — тело Луны, DG — сфера Земли с центром E . D — Александрия на поверхности [Земли]*. Соединим D с B и E с C . Тогда угол ADB имеет величину дополнения высоты, измеренной инструментом. EC проводится параллельно DB . Тогда угол AEC — дополнение измеренной [высоты], угол AEB — дополнение вычисленной.

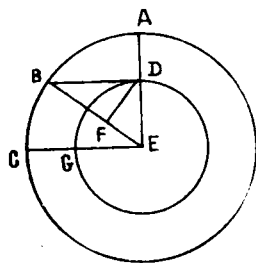


Рис. 133.

E — центр Земли; DG — поверхность Земли; A — зенит; EBD — [углы], параллакс; B — Луна.

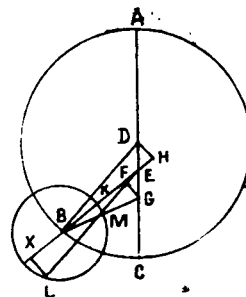


Рис. 134.

D — центр орбиты апогея. E — центр Мира; G — точка отклонения; A — апогей; C — перигей.

высоты, а угол BEC , накрестлежащий по отношению к углу EBD — 840 разность \parallel между этими двумя [углами], и [таким образом] угол EBD имеет величину параллакса, это — $1^{\circ}7'17''^{230}$. Опустим перпендикуляр DF на EB , это — синус угла DBF — $0^{\circ}1'10''10'''$, а FB , синус его дополнения — $0^{\circ}59'59''19'''$. Но угол DEF имеет величину дополнения вычисленной высоты, DF , его синус — $0^{\circ}45'49''40'''$, а EF , синус высоты — $0^{\circ}38'43''39'''$; DF известна в масштабе, в котором DE — полный синус, FE также известна в масштабе, в котором DE — полный синус. Поэтому FB [также] известна в масштабе, в котором DE — полный синус, а вся EB в этом масштабе — $39^{\circ}49'32''25'''$. Но полный синус — единица. Поэтому, если считать полудиамер Земли за единицу, то этому числу — кратно расстояние до Луны, [измеренное] по прямой²³¹, оно не нуждается в упрощении Птолемея, принимавшему FB равной диаметру, после того, как он принял полный диаметр за BD . Из всех кругов высоты ни один не предпочитается, только меридиан отличается от других тем, что проходит через полюс мира, а круг, не имеющий азимута, отличается тем, что он проходит через полюсы меридиана. Каким бы ни был кругом высоты круг ABC , если B — тело Луны на нем, AB — всегда одно

* См. рис. 133.

и то же неизменное дополнение его высоты. Угол DBE в этом круге называется полным параллаксом. Если расстояние Луны от Земли будет постоянным по величине, то этот угол для каждой \parallel высоты будет иметь 841 одну и ту же постоянную величину. Обратимся к определению параллакса при помощи расстояния до Луны для каждого из моментов времени предыдущего чертежа.

Пусть ABC будет орбитой апогея Луны с центром D , эксцентричным относительно центра мира E . Проведем диаметр $ADEC^*$. Будем считать EG равной ED . Тогда G будет точкой, в сторону которой происходит отклонение эпицикла. Среднее расстояние между Солнцем и Луной в это время, согласно «Альмагесту», — $78^{\circ}13'15''$ ²³². Пусть AB [равна] удвоенной величине этого [расстояния]. Центр эпицикла — в B . Соединим D с B , E с B и G с B и опустим из точек D и G перпендикуляры DH и GF на линию EB . Так как угол BEC измеряет дополнение этого удвоенного [расстояния], то синус угла DEH по отношению к этому удвоенному [расстоянию] есть DH , а EH — синус его дополнения в масштабе, в котором DE — полный синус. Треугольники EDH и EGF подобны и равны²³³. Эти два синуса нужны нам в масштабе расстояния DE между центрами. Если мы преобразуем их к нему, то каждая из [величин] DH и GF — $0^{\circ}4'20''18'''47^{\text{IV}}$, а каждая из [величин] HE и EF — $0^{\circ}57'1''6'''$. DB квадривирует DH и HB , поэтому HB становится известной и получится BF ²³⁴ — $0^{\circ}29'2''42'''39^{\text{IV}}$, GB ²³⁵ квадривирует BF и GF , это — $0^{\circ}29'22''2'''43^{\text{IV}}$. Она относится к GF как синус прямого угла F к синусу угла FBG , величина которого — отклонение диаметра. Следовательно, этот угол — $8^{\circ}29'44''10'''$, а дуга измеряется им. Аномалия в этот момент, согласно «Альмагесту», — $269^{\circ}19'51''$. Избыток ее над \parallel половиной оборота — ML . Поэтому Луна находится в точке L , и, следовательно, дуга KML — $97^{\circ}49'35''10'''$. Соединим E с L . Это расстояние Луны от Земли. Опустим перпендикуляр LX на EB . Тогда LX — синус аномалии, а XB синус ее дополнения в масштабе, в котором полный синус — полудиаметр эпицикла. Если мы преобразуем обе их к величине, которая получилась у нас для полудиаметра орбиты²³⁶ апогея, то LX — $0^{\circ}5'8''51'''40^{\text{IV}}$, XB — $0^{\circ}0'41''34'''16^{\text{IV}}$, а вся EX — $0^{\circ}39'41''19'''1^{\text{IV}}$, расстояние Луны, квадривирующее LX и XE , равно $0^{\circ}40'1''15'''48^{\text{IV}}$. Все эти [величины] — в масштабе полудиаметра орбиты апогея, как уже говорилось.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ЛУНЫ ОТ ЗЕМЛИ

Определение расстояния²³⁷ Луны от Земли производится при помощи следующего абстрактного вычисления: удваивается среднее расстоя-

* См. рис. 134.

ние между Солнцем и Луной и находится его синус, это — первое, и синус его дополнения — это второе. Каждое из них умножается на расстояние между центрами, то есть $0^{\circ}10'51''18'''11^{\text{IV}}$. То, что получится из второго, умножается на равное ему, [полученный] квадрат вычитается из квадрата полудиаметра орбиты апогея, то есть $0^{\circ}40'14''30'''48^{\text{IV}}29^{\text{V}}35^{\text{VI}}0^{\text{VII}}49^{\text{VIII}}$, и извлекается корень из остатка. Если удвоенное расстояние меньше девяноста или больше двухсот семидесяти, то, что получилось из второго, прибавляется к полученному корню, если же || удвоенное расстояние больше девяноста и меньше двухсот семидесяти, это вычитается из полученного корня, получится запоминаемое. Далее умножим синус исправленной аномалии и синус ее дополнения на [полудиаметр эпицикла, то есть] $0^{\circ}5'11''45'''17^{\text{IV}}$. Если исправленная аномалия меньше девяноста или больше двухсот семидесяти, тогда то, что получится из синуса ее дополнения, прибавляется к запоминаемому, а если больше девяноста и меньше двухсот семидесяти, вычитается из него, и результат умножается на равное ему, а то, что получилось из синуса исправленной аномалии, также умножается на равное ему. Оба произведения складываются, из суммы извлекается корень, и получается расстояние Луны в масштабе, в котором полудиаметр орбиты апогея — $0^{\circ}49'8''15'''43^{\text{IV}}$. Если хотят [получить это] в масштабе, в котором полный синус — полудиаметр орбиты апогея, то делят расстояние Луны в этом масштабе на полудиаметр орбиты апогея, получится искомое²³⁸.

Если же хотят [получить это] в масштабе, в котором полудиаметр Земли — единица²³⁹, то умножают расстояние Луны на полудиаметр орбиты апогея в этом масштабе, то есть $48^{\circ}53'12''6'''240$, и делят полученное на $0^{\circ}49'8''15'''43^{\text{IV}}$. Получится искомое²⁴¹.

Что касается [выражения] пределов расстояний Луны [через] полудиаметр Земли, то самое далекое расстояние на орбите апогея — $59^{\circ}42'24''29'''$, а самое близкое из них — $38^{\circ}5'18''43'''$. Далее, если мы преобразуем полудиаметр эпицикла к этой величине, то это будет $5^{\circ}0'10''14'''38^{\text{IV}}242$, а сумма этого с самым далеким расстоянием на орбите апогея — $64^{\circ}52'40''7'''$. Это — предельное [расстояние], на которое Луна удаляется от центра Земли. Разность между полудиаметром эпицикла и самым близким расстоянием на орбите апогея — $32^{\circ}55'4''40'''$. Это предельное [расстояние] на которое Луна приближается к центру Земли. Толщина ее сферы больше разности || между этими двумя пределами либо потому, что она необходимо должна быть больше на диаметр тела Луны, либо вследствие того, что над эпициклом возможна толщина эксцентричной сферы для его закрепления, толщина наклонной сферы и толщина первой из сфер круга, [проходящего] через оба полюса эклиптики [и определяющего] движение обоих узлов. Если [это] неизвестно, то

из каждого из этих расстояний вычитают единицу, чтобы получить [расстояние] от поверхности Земли, [в этом случае] самое далекое расстояние — $63^{\circ}52'40''$, а самое близкое — $31^{\circ}55'5''$.

Перейдем теперь в нашем рассказе к разделению полного параллакса, имеющего место на круге высоты. Известно, что его угол отсутствует только в зените благодаря совпадению образующих его линий, причем вычисленное положение Луны — то же, в котором она видна. Далее, полный [параллакс] разделяется на долготный и широтный, так что мы наблюдаем Луну на эклиптике в другом ее положении в последовательности знаков зодиака, если она восточнее круга широты климата наблюдения, и против последовательности [знаков зодиака], если она западнее [этого круга]. На этом круге долготный параллакс отсутствует и весь параллакс будет широтным в стороне, противоположной той, в которой находится зенит по отношению к эклиптике. Широтный параллакс исчезает, если эклиптика перпендикулярна горизонту в городах, широты которых не превышают величины наибольшего склонения, тогда весь параллакс становится долготным.

Пусть для представления этого ABC будет эклиптической с полюсом F^* . Круг FBX — тот, на котором [берется] широта климата наблюдения. Он перпендикулярен эклиптике. Пусть зенит, то есть точка X , — к севе-

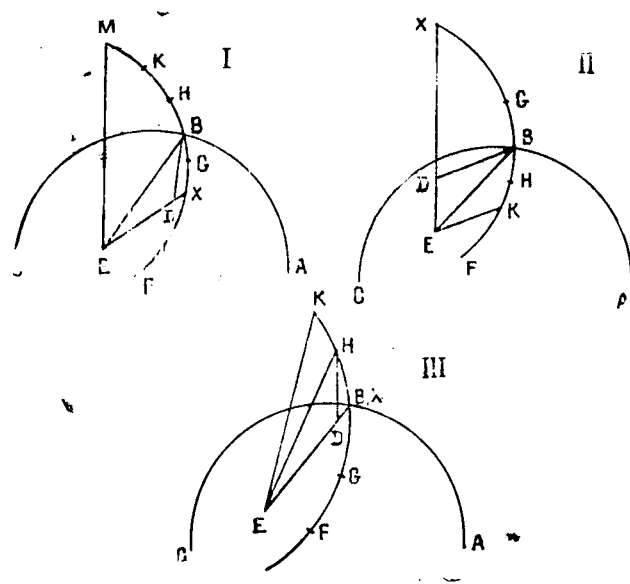


Рис. 135.

ABC —эклиптика; F —полюс эклиптики; F —центр Земли; X —зенит;
 BD —поверхность Земли.

* См. рис. 135.

ру на нем на первом чертеже* и к югу на втором **, E — центр мира, 845 ED — полудиаметр Земли. Если Луна находится в точке B , не имеющей широты, то ее расстояние от зенита, согласно этому, [при наблюдении с поверхности Земли] измеряется углом XDB . Проведем EK параллельно DB . Тогда K — место наблюдения [Луны], отстоящее от B в сторону, противоположную той, где находится X . Но этот круг $[FKBX]$ со стороны F — один из кругов широты, а со стороны X — один из кругов высоты. Поэтому точка K , в которой наблюдается [Луна], и ее градус B [на эклиптике] не отличаются по долготе. Если широта Луны в стороне, противоположной X [от B], например, BH , то ясно, что [точка] ее наблюдения переместится в этой стороне из K в H . Если ее широта — в стороне X , например, BG , то возможно, что Луна будет видна между G и B . Получится ее широта в этой стороне, а ее видимая широта уменьшится.

Возможно, что опять [Луна] наблюдается в точке B . Тогда она не обладает широтой и стороной. Если [Луна] переходит в H , то стороны [широты] различны и снова возможно различие в них величин широт или их равенство. Что касается третьего чертежа***, то на нем эклиптика перпендикулярна к горизонту, и точки X и B совпадают. Если Луна [нахо-

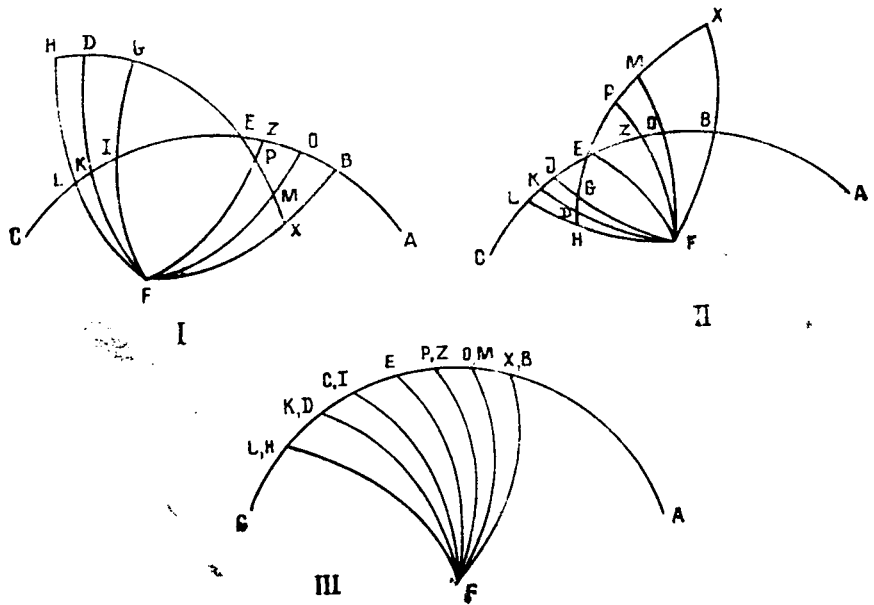


Рис. 136.

I. ABC — эклиптика; F — полюс эклиптики; X — зенит; HGX — круг высоты; A — запад; C — восток; HE — дополнение высоты; *II:* ABC — эклиптика; F — полюс эклиптики; X — зенит; XZH — круг высоты; EH — дополнение высоты; A — запад; C — восток; *III:* ABC — эклиптика, круг высоты; F — полюс эклиптики; B, X — зенит.

* См. рис. 135, I.

** См. рис. 135, II.

*** См. рис. 135, III.

дится] в точке B , [то] параллакс исчезает из-за точки X . Если ее широта в это время равна BH , и мы поставим H на место B в первых двух чертежах, то появится отклонение Луны по видимости до K , а по широте — до B . Это положение равносильно [положениям в] B и H при отклонении и равенстве величин в обеих сторонах.

|| Далее вернемся к чертежу положения при движении Луны к востоку от этого круга и к западу от него на нужном нам чертеже. Пусть последовательность знаков зодиака будет от A к B и далее к C^* . XMH — круг высоты, на котором находится Луна к востоку от [круга] широты климата наблюдения. Предположим сначала, что вычисленное положение [Луны] E не обладает широтой, [а затем Луна] перемещается в X . Проведем к ней из полюса эклиптики круг FKD . Тогда K будет ее видимым положением, KD — ее видимой широтой, а EK — ее долготным параллаксом от E в последовательности [знаков зодиака]. Затем предположим, что она — в [точке] G . Тогда ее вычисленное положение — I , ее широта — IG , ее видимое положение — H , ее долготный параллакс — IL , || а ее видимая широта — LH . Далее предположим, что 847 Луна — в точке M , но в другой стороне. Тогда O — ее вычисленное положение, OM — ее широта, а, возможно, что при этом она видна в P , ее долготный параллакс — OZ , а видимая широта — ZP . Возможно, что при наблюдении в [точке] E она не обладает широтой и ее долготный параллакс становится OE . Возможно, что Луна наблюдается в G , тогда ее долготный параллакс — EI , а видимая широта — GI . На третьем чертеже** отсутствует видимая широта, потому что полный параллакс [берется] в круге высоты, совпадающем с эклиптикой.

Если предположить, [что] XEH — круг высоты Луны к западу от круга широты климата наблюдения, то есть между A и B^{***} , и буквы. [обозначающие] положения, соответствуют [различным] случаям, || то 848 имеет место долготный параллакс до A в сторону против последовательности знаков зодиака, который раньше имел место в направлении C , то есть в сторону последовательности [знаков зодиака], как на этом втором чертеже. Что касается того, что имеется в книгах о нахождении видимой широты в стороне, противоположной зениту по отношению к эклиптике, то Луна считается не обладающей широтой по причине малости ее величины в моменты солнечных затмений, так что ее видимая широта — только ED . Утверждалось, что положение Луны таково, как описано в этих книгах, но на самом деле оно таково, как мы описали.

Если представить полный параллакс и разделить его по долготе || в 849 последовательности знаков зодиака и против нее, а по широте в его сто-

* См. рис. 136.

** См. рис. 136, III.

*** См. рис. 137.

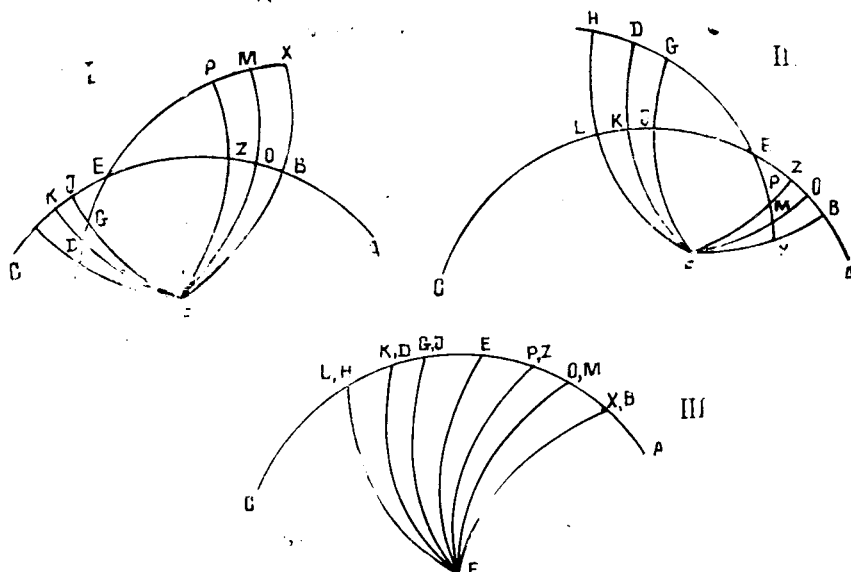


Рис. 137.

I: ABC — эклиптика; F — полюс эклиптики; A — запад; C — восток; XGH — круг высоты; X — зенит; *II*: ABC — эклиптика; F — полюс эклиптики; A — запад; C — восток; XGH — круг высоты; X — зенит; *III*: AEC — эклиптика, круг высоты; F — полюс эклиптики; A — запад; C — восток; X, B — зенит.

рону, то знай, что и долготный, и широтный параллаксы следуют за полным, а полный зависит от расстояния от зенита в соответствии с тем, что если предположить для него избыток времени, то нужно, чтобы определение положения Луны на горизонте предшествовало определению высоты ее градуса. Далее, высота тела Луны [находится] в соответствии с ее вычисленной широтой. Отсюда определяется ее полный параллакс на расстоянии, установленном в это время до Земли.

Далее параллакс делится на те же градусы, на которые делят долготу и широту, и нам надлежит в руководствах по этому вопросу следовать этому порядку.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ГРАДУСА ЛУНЫ И ЕЕ ВЫСОТЫ ПО ШИРОТЕ

Пусть ADC — горизонт, ABC — эклиптика с полюсом F , FBD — круг широты климата наблюдения* и Луна [находится] в точке H . Проведем FEN . Тогда E — градус [Луны], а EH — широта Луны. Проведем и

* См. рис. 138.

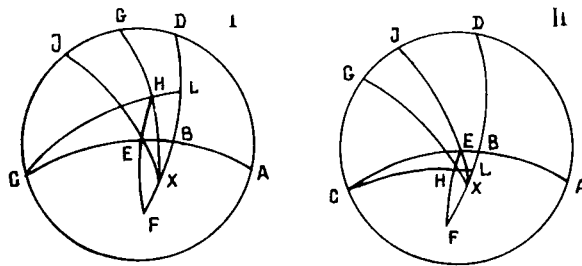


Рис. 38.

ACC—горизонт; *ABEC*—эклиптика; *F*—полюс эклиптики; *E*—градус Луны; *X*—зенит; *I*—Луна *H*—южнее эклиптики; *II*—Луна *H*—севернее эклиптики.

зенита *X* через Луну и ее градус два круга высоты *XHG* и *XEI*. Тогда высота Луны — *HG*, а высота ее градуса — *EI*. Если время известно, то расстояние градуса Луны от места круга широты климата наблюдения, то есть от квадратуры градуса восхода слева над Землей, [тоже] известно в ее направлении к востоку или западу. В нашем примере это — *EB*. Если восходящий градус — *C*, а его правая квадратура — *B*, то синус дополнения этого расстояния *EC* относится к синусу *EI* — высоты градуса Луны, как синус квадранта *BC* к синусу *BD* — дополнения широты климата наблюдения. Если мы умножим синус дополнения расстояния градуса Луны от квадратуры восхода на синус дополнения широты климата наблюдения, то получится синус высоты градуса Луны.

|| Для определения высоты тела Луны проведем через нее круг *CHL*. 850 Тогда синус квадранта *FE* относится к синусу упомянутого расстояния *EB*, как синус дополнения *FH* широты Луны к синусу *HL*, а синус *CH* дополнения *HL* относится к синусу *HE* широты Луны, как синус квадранта *CL* к синусу *LB*, то есть избытку в северной широте для Луны над *DB* — дополнением широты климата наблюдения, и недостатку до него в южной широте, так что получится *LD*. Его синус относится к синусу квадранта *LC*, как синус *GH* искомой высоты Луны к синусу *CH*, и искомое становится известным. Вычисление этого: если мы умножим синус расстояния градуса Луны от квадратуры на синус дополнения широты [Луны], то получится запоминаемый синус ее широты. [Возьмем] синус дополнения ее дуги. Разделим синус широты Луны на это запоминаемое, получится синус. Перейдем от него к его дуге. Прибавим его дугу к широте климата наблюдения, если широта Луны южная, и вычтем ее из [широты климата наблюдения], если она северная. Умножим синус дополнения того, что получилось из этого, на запоминаемое. Получится синус высоты Луны по ее широте²⁴³.

Пусть AB — круг, в котором высота Луны в ее сфере имеет величину ее расстояния от Земли. Центр этого круга — E , зенит в нем — A^* . Место наблюдения на поверхности Земли — D . Луна [находится] в B . Тогда вычисленное дополнение ее высоты имеет величину угла AEB , а видимое — величину угла ADB . Искомое у нас — угол DBE , величина которого — полный параллакс. Расстояние EB Луны от [центра] Земли известно. Опустим на это расстояние перпендикуляр DF . Уже было указано, что EF — синус высоты Луны, а DF — синус дополнения ее высоты,

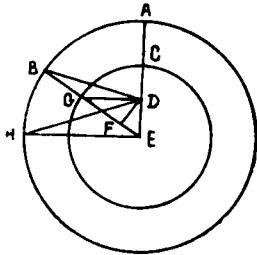


Рис. 139.

E — центр Мира; A — зенит;
 D — место наблюдения; B — Луна;
 G — Луна.

если полный синус — DE . Но расстояние Луны от Земли, то есть EB , измеряется полудиа- метром Земли, принимаемым за единицу и за величину полного синуса. Поэтому обходятся без преобразования обоих синусов к нему. Вычтем синус высоты из расстояния Луны, тогда останется FB . Линия DB квадривирует FB и синус дополнения высоты, поэтому она известна. Она относится к DF как синус прямого угла F к синусу искомого угла DBF .

Вычисление этого. Вычтем синус вы- соты Луны из ее расстояния от Земли, умножим остаток и синус дополнения высоты на равные себе, извлечем корень из суммы произведений и разделим на него синус дополнения высоты, по- лучим синус полного [параллакса] для высоты на этом расстоянии. Если мы хотим [определить] то же для высоты на другом расстоянии Луны, и известно подобное этому корню, то умножают синус полного парал- лакса для этого расстояния на || корень, находящийся в нем, и делят произведение на корень, находящийся в этом произведении, в частном получится синус полного параллакса на данном расстоянии.

Пусть [это расстояние] — EG , круг высоты [Луны] — CG , а корень на [этом расстоянии] — DG . Подобно этому и вычисленная высота GD , первое, относится к DF , второму, как синус прямого угла F , то есть пятое, к синусу угла DGF , шестому, а DF , второе, относится к DB , треть- ему, как синус угла DBF , четвертое, к синусу угла F , пятому. Поэтому в силу перемешанной пропорции²⁴⁴ DG относится к DB , как синус угла DBF к синусу угла DGF , а произведение DB на синус угла DBF равно- произведению DF на полный синус, то есть единицу. Поэтому безразлич-

* См. рис. 139.

но, делать ли то, что мы говорили, или разделить DF на DG , как сказано выше, [в обоих случаях] получится синус угла DGF .

Ввиду того, что угол DGF больше угла DBF , так как он — внешний для треугольника DBG , то полный параллакс продолжает увеличиваться по мере уменьшения расстояния Луны [от Земли] до тех пор, пока Луна не достигнет своего перигея.

Что касается случая, когда [Луна находится] на одном и том же расстоянии от Земли, то [полный параллакс] начинает [появляться, когда Луна] отходит от зенита и продолжает увеличиваться, а высота [Луны над горизонтом] уменьшается до тех пор, пока она не перестанет быть видимой на горизонте. Пусть восстановлен перпендикуляр DH к ADE . Известно, что он касается Земли в [точке] D и в ней [же имеют место] восход и заход. Угол $DH[E]$ — наибольший из || аналогичных ему в ма- 853
лом круге [для] этого расстояния. Это легко представить, если вообразить, что ABH — орбита апогея с центром E , а центр мира — в D . В главе о Солнце установлено, что угол DHE — наибольший из углов уравнения неравенства. Если мы вычислим наибольшую его величину с помощью предыдущих, то на самом далеком расстоянии Луны это — $0^{\circ}52'59''25'''^{245}$, а на самом близком — $1^{\circ}44'27''3'''$.

РАЗДЕЛЕНИЕ ПОЛНОГО ПАРАЛЛАКСА НА ШИРОТНЫЙ И ДОЛГОТНЫЙ

Вернемся для этого к предыдущему чертежу для определения высоты Луны и высоты ее градуса. Мы будем говорить, что Луна в E не имеет широты и отходит от круга широты климата наблюдения, поэтому необходимо, чтобы ее видимое отклонение от эклиптики происходило в направлении, противоположном зениту, то есть северном, а если оно происходило в южном направлении, то это объясняется изменением положения.

Пусть видимое место [Луны] на круге высоты — H^* . Если вычесть полный параллакс EH из EG , высоты градуса Луны, то останется HG , ее видимая высота. Проведем через H два круга — CHZ и FHK . Тогда K — видимый градус Луны, EK — долготный параллакс, а KH — видимая высота. Синус дополнения XE высоты градуса относится к синусу расстояния EB от квадратуры, как синус квадранта XG к синусу DC , дополнения азимута, а синус полного параллакса EH относится к синусу KH видимой широты, как синус EC дополнения расстояния от квадратуры к синусу || азимута CG . Таким образом, широтный параллакс 854
известен. Синус XE относится к синусу EB , как синус XH , дополнения видимой высоты, к синусу $[H]Z$ и HZ известна. Синус FH дополнения

* См. рис. 140, а.

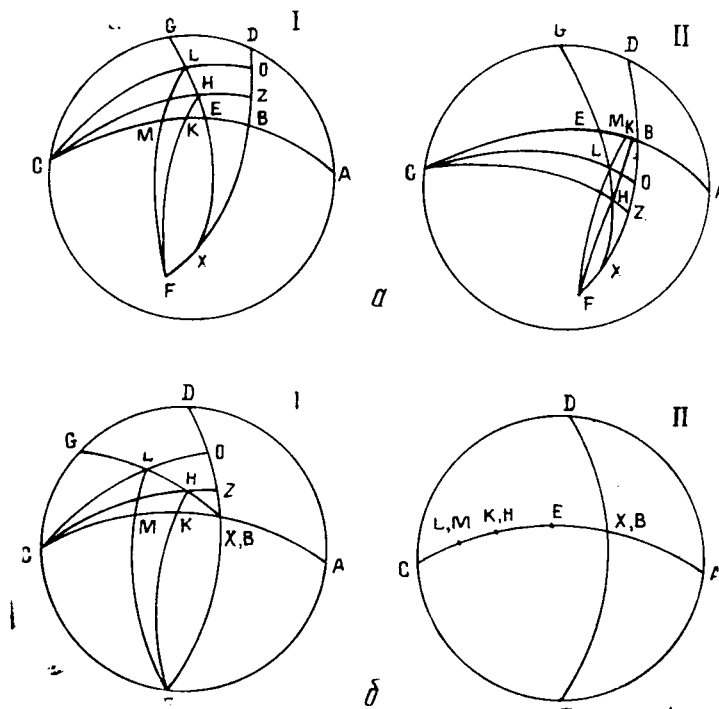


Рис. 140.

a: I—южный; ABC—эклиптика; F—полюс эклиптики; AB—квадратура восхождения; X—зенит; ADGC—горизонт; II—северный; ABC—эклиптика; F—полюс эклиптики; AB—квадратура восхождения; X—зенит; ADGC—горизонт; *б*: I—южный; ABC—эклиптика; F—полюс эклиптики; D—полюс эклиптики; AB—квадратура восхождения; X, B—зенит; ADGCF—горизонт; II—северный; ABC—эклиптика; F—полюс эклиптики; D—полюс эклиптики; AB—квадратура восхождения; X, B—зенит; ADCF—горизонт; A; K; H; L, M—место Луны на эклиптике.

видимой широты относится к синусу HZ , как синус квадранта KF к синусу KB . Разность между EB и KB равна EK —долготному параллаксу.

Вычисление этого. Вычтем полный параллакс из высоты градуса Луны, когда она не обладает широтой. Останется ее видимая высота. Затем разделим синус расстояния ее градуса от квадратуры на синус дополнения ее высоты; получится синус дополнения азимута. Умножим синус азимута на синус полного параллакса и разделим произведение на синус дополнения расстояния от квадратуры. Получится синус видимой широты, то есть широтный параллакс Луны. Далее, умножим синус расстояния от квадратуры на синус дополнения видимой высоты, разделим произведение на синус дополнения высоты градуса и разделим частное от деления на синус дополнения видимой широты. Получится синус. Перейдем к его дуге и вычтем из нее расстояние квадратуры. Ос-

танется долготный параллакс Луны. Если градус Луны — к востоку от квадратуры, прибавим этот параллакс, а если к западу от нее, вычтем его из градуса, получится видимый градус Луны. Если Луна находится не на самой эклиптике, а, например, в H , а ее градус — K , то ее широта — HK ; пусть ее полный параллакс — HL , тогда останется видимая высота Луны в G .

Проведем через L два круга — FML и CLO^* . || Тогда синус квадрата FK относится к синусу KB расстояния градуса от квадратуры, как синус FH дополнения широты Луны к синусу HZ , первому, а оно известно. Синус XH дополнения высоты Луны относится к синусу HZ , первому, как синус XL дополнения видимой высоты к синусу LO , второму, и оно известно. Синус LC дополнения второго относится к синусу LG видимой высоты, как синус квадранта CO к синусу OD , и [дуга] OD известна. Синус LC дополнения второго относится к синусу LM видимой широты, как синус квадранта CO к синусу OB разности между OD и BD дополнения широты климата наблюдения, и широтный параллакс известен. Синус квадранта FM относится к синусу MB , как синус FL дополнения видимой широты к синусу LO , второго, и MB известна. Разность между ней и KB , расстоянием градуса Луны от квадратуры,— это долготный параллакс KM .

Второй чертеж для северной широты Луны отличается от первого чертежа для южной ее широты только одним, [а именно]: возможностью, чтобы точка L была к северу от эклиптики, и видимая широта будет в стороне вычисленной широты. Возможно, что [Луна] будет на самой эклиптике, тогда видимая широта отсутствует. Возможно также, что [Луна] находится не на эклиптике. Тогда видимая широта станет южной, в стороне, противоположной вычисленной широте. На первом чертеже видимая широта только южная.

|| Вычисление этого. Вычтем полный параллакс из высоты Луны. Останется ее видимая высота. Затем умножим синус расстояния от квадратуры на синус дополнения широты Луны. Получится синус первого. Умножим его на синус дополнения видимой высоты и разделим произведение на синус дополнения высоты Луны. Получится синус второго. Разделим синус видимой высоты на синус дополнения второго. Получится синус. Перейдем к его дуге, возьмем разность между ними и дополнением широты климата наблюдения и умножим ее синус на дополнение синуса второго. Получится синус дополнения видимой широты. Разделим второй синус на синус ее дополнения. Получится синус. Перейдем к его дуге и вычтем из нее расстояние от квадратуры. Останется долготный параллакс. Мы пользуемся им, как указано выше.

* См. рис. 140, б.

Если зенит расположен к югу от эклиптики, то в утверждениях о широте Луны север заменяется югом, а юг — севером.

857 Если зенит — на самой эклиптике, и Луна не обладает широтой, то ее полный параллакс становится ее долготным || параллаксом и широта не уменьшается на какую-либо величину, как показано на этом чертеже. Если в этом положении для Луны широта совсем не изменяется при ее вычислении, то ее чертеж будет таким²⁴⁶.

Глава одиннадцатая

О ПАРАЛЛАКСЕ ЛУНЫ

858 Так как солнечные затмения бывают в каждом из двух положений: Солнца и Луны, для каждого из них [имеется] параллакс. Поэтому нужно, чтобы мы уравнивали положения их обоих до тех пор, пока параллакс не исчезнет для наблюдателя. Что касается Луны, то для нее это вычисляется при помощи инструмента, как [изложено] выше. Что же касается Солнца, то [для него] это как бы является воображаемым и его величина не улавливается инструментом, особенно при [достаточной] высоте над горизонтом, так как полудиаметр Земли мал по сравнению с расстоянием Солнца от нее, так что тот, кто вычисляет его, может получить его только после получения этого отношения. Определение расстояния Луны от центра Земли является предварительным условием [определения] величины этого искомого. Выше об этом [сказано] || достаточно. Если это расстояние известно по величине, то оно известно и после преобразования [к другому масштабу]. Далее определяется диаметр Луны по обороту круга, в котором мы находимся, диаметру тени, отношению между ними и длине конуса тени до ее исчезновения. Далее [для этого] используется полное затмение Солнца, в котором объединяются момент его конца и начала уменьшения, когда оба светила видны под одним [и тем же] углом, в этом мы должны следовать тому же порядку.

Раздел первый

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДИАМЕТРОВ СОЛНЦА И ЛУНЫ И ТЕНИ ЗЕМЛИ

Если на поверхность каждого тела, непрозрачного по своей природе, попадает свет, то он виден на его внешней стороне. Если его освещенная часть находится в одной стороне, то в противоположную сторону в прозрачном воздухе простирается тень, фигура контура которой — фигура линии, разграничивающей его освещенную и неосвещенную сторо-

ны. Подобно тому, что свет невозможно постичь²⁴⁷, невозможно постичь и тень — следствие отсутствия света, простирающуюся до тех пор, пока не встретит другое непрозрачное тело и на нем исчезнет, но опять-таки не сама по себе, а вместе с окружающим ее светом. Те тела, которые мы рассматривали и которые обладают этим свойством, это не Земля и земное на Земле, а Луна на небе. Если Солнце находится перед ними, то оно освещает ту сторону, которая находится против него, а в противоположную сторону неизбежно простирается тень. Земля находится в центре эклиптики. Ее фигура имеет форму сферы, а стрела ее тени²⁴⁸ [лежит] в плоскости эклиптики. Эта стрела простирается как ось вращения и не ощущается до тех пор, пока не попадет на непрозрачное тело. Но там находится только Луна. Если [тень] попадает на нее, то постигается ее внешняя || округлость, так как Луна во время противостояния освещена полностью. Поэтому затмение Луны происходит в соответствии с ее вхождением в тень Земли. Эта тень обязательно должна иметь один из трех видов. 859

Первый из них: когда она простирается в виде цилиндра, и ее размер не увеличивается с увеличением расстояния. Необходимое условие этого — равенство диаметров Солнца и Земли. Но прохождение Луны через эту тень по ее диаметру бывает на различных расстояниях от Земли. Если тень цилиндрическая, промежутки времени пересечения Луной этой тени равны во всех случаях независимо от того, будет ли это в апогее или перигее эцицикла.

Второй [вид]: когда ширина тени увеличивается с увеличением расстояния. Это необходимо, если диаметр Земли превосходит диаметр Солнца, из этого следует, что время затмения в верхней [части] эцицикла будет больше, чем в нижней.

Третий [вид]: когда с увеличением расстояния тень сужается до тех пор, пока совсем не исчезнет. Это необходимо, если диаметр Солнца превосходит диаметр Земли, из этого следует, что время затмения в верхней [части] эцицикла короче, а в нижней — длиннее. Именно так и было всегда при всех наблюдениях. Отсюда выясняется, что диаметр Солнца больше, чем диаметр Луны. Из конусообразности тени вытекает, что диаметр Луны меньше диаметра Земли. Когда Луна проходит [через тень], то она «пребывает» в ней некоторое время, а если бы Луна была не меньше тени, то она не «пребывала» бы в тени. При затмении также видно, что затмевающее тело — более круглое, чем затмеваемое. Если окружность тени проходит через два конца диаметра Луны, то она меньше половины || оборота. Это ясно при небольшом размышлении. 860 При установлении этого, [то есть того, что] больше или меньше, путь к нашей цели требует двух затмений Луны при двух различных ее расстояниях от Земли и при двух равных величинах тени. Тогда будет ясно,

в чем имеется согласие и в чем его нет, как можно более точно и правильно. Птолемей выбрал первый вид, воспользовавшись двумя затмениями Луны, [сведения о] которых он получил от вавилонян.

Дата первого из них, полная и приведенная к Газне, — 126 [год] $56^{\circ}48'6''20'''$ [суток]²⁴⁹, положение Солнца в это время — $27^{\circ}3'$, Луны — $207^{\circ}5'250$, аномалия [Луны] — $348^{\circ}7'251$, движение широты от северного конца — $80^{\circ}40'$, расстояние между центрами тени и Луны по кругу, перпендикулярному к наклонной орбите, — $0^{\circ}48'30''$, была затемнена четверть диаметра Луны. Что касается второго затмения, то его дата таким же образом — 224 [год] $166^{\circ}31'39''20'''$ [суток]²⁵², положение Солнца — $108^{\circ}12'$, Луны — $288^{\circ}14'$, аномалия — $28^{\circ}5'$, движение широты — $262^{\circ}12'$, расстояние между центрами обоих — $0^{\circ}40'40''$, была затемнена половина диаметра Луны.

Пусть для этих двух затмений эклиптика — ACB^* , наклонная орбита — AED , положение Луны на ней в первом затмении — D , во втором — E . Пусть DB и EC перпендикуляры, [опущенные] на AE из круга, проходящего через оба полюса наклонной [орбиты]: середина затмения [имеет место], когда Луна находится на нем.

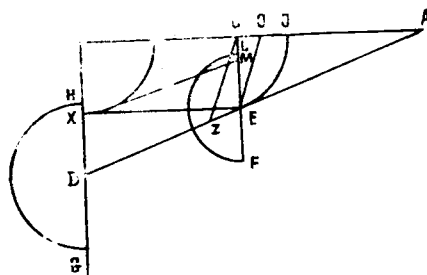


Рис. 141.

ACB — эклиптика; AED — наклонная орбита; A — узел; EI — круг тени; XK — круг тени; HG — круг Луны [с центром D]; D — место первого затмения Луны; LF — круг Луны [с центром E]; E — место второго затмения Луны.

861

Определяются дуги, подобные этим двум дугам, когда A — один из двух узлов, а C — место, противоположное истинному положению Солнца. Время середины затмения наблюдалось, поэтому AC известна. Ее синус относится к синусу искомой [дуги] CE , как || синус прямого угла AEC к синусу угла EAC — величины наибольшей из широт Луны. Проведем EO по кругу широты. Тогда, если положение E Луны во время затмения на наклонной [орбите] известно, то синус расстояния AE от узла относится к синусу ее широты EO , как синус прямого угла AOE к синусу угла OAE , причем H — положение Луны на эклиптике для этого времени. Оно опережает место противостояния против последовательности [знаков зодиака], когда Солнце находится за узлом и уже прошло его и запаздывает по отношению к месту противостояния в последовательности [знаков зодиака], и когда оно находится перед узлом и направляется к нему. Далее, широта CZ Луны во время противостояния будет перпендикулярна эклиптике, так как оба расстояния Луны, приближающиеся [к узлам], не отли-

* См. рис. 141.

чаются на эпицикле больше, чем на $8^{\circ}12'$, если тень в них одна [и та же] по величине.

Пусть [круги тени] — XK и EI , HX — четверть HG , а LF — его половина. Соединим X и E параллельно AB и проведем XM параллельно AD . Известно, что XD — разность упомянутых широт, а ME , равная ей, — это разность двух затмеваемых [частей]. Она относится к единице, то есть диаметру Луны, в [масштабе] которого измеряются величины **обоих затмений**, как разность обеих широт к диаметру Луны в градусах оборота.

Разность обеих широт у Птолемея — $0^{\circ}7'50''$. Разность между обеими затмеваемыми [частями] — четверть диаметра. Поэтому четырехкратная [разность], то есть $0^{\circ}31'20''$, — диаметр Луны. Что касается диаметра тени, то он равен удвоенной EC , второй широте, то есть $0^{\circ}21'20''$. Он относится к диаметру Луны, как $\parallel 2^{\circ}35'45''$ к единице. Поэтому одна **862** из них — две и три пятых. Если вычесть DX , четверть диаметра Луны или разность обеих широт, из DB , первой широты, останется XB — полудиаметр тени в соответствии с тем, что изложено выше. Его определил ал-Баттани при наблюдении двух затмений. Его сообщение о них обоих испорчено во всех экземплярах его *зиджа*. Полная дата одного из них, отнесенная к полудню в Газне, 1635 [год] $189^{\circ}25'20''10'''$ [суток]²⁵³; истинное положение Солнца — $125^{\circ}2'^{254}$, средняя Луна — $308^{\circ}45'$, а ее истинное положение, [получаемое] вычитанием из этого, — $7^{\circ}43'^{255}$. Истинное движение широты — $186^{\circ}5'$. Уравненная аномалия — $114^{\circ}9'$. Затемненная [часть] Луны была несколько больше половины и одной трети ее диаметра. Во всех экземплярах ее широта близка к двенадцати минутам, а в действительности — тридцать две минуты. Имеется [также] искажение при переводе букв джуммала в словесную запись²⁵⁶. Что касается даты второго [затмения], то она также — 1648 [год] $207^{\circ}43'55''10'''$ [суток]²⁵⁷. Истинное положение Солнца — $134^{\circ}36'$, среднее [положение] Луны — $319^{\circ}24'$, истинное ее положение, [получаемое] вычитанием, — $4^{\circ}48'$. Истинное движение широты — $185^{\circ}21'$, исправленная аномалия — $111^{\circ}5'$. Затмеваемая [часть] \parallel близка ко всему ее диаметру, а широта — к двадцати восьми минутам, но во всех экземплярах разность обеих широт — семь минут. На самом деле эта разность — приблизительно четыре минуты. При переписке было записано неправильно, более точно — $0^{\circ}4'50''$. Здесь упомянуто, что [разность] между двумя затмеваемыми [частями] имеет величину одной восем[надцат]ой единицы, к которой прибавлены ее половина и четверть. Это — четыре тридцать пятых единицы²⁵⁸. Если первое затмение было в десять «пальцев», то второе приблизительно в одиннадцать «пальцев» с одной пятой и одной шестой. Если умножить разность обеих широт на тридцать пять и разделить произведение на четыре, получится диаметр Луны, [равный]

863

$0^{\circ}33'38''20'''$, а в экземплярах — пять частей и все, что прибавлено к ним. [Это отсчитывается] в сторону того, что переносят на расстоянии разности между нулем и пятью. Затем второе сравнивается с величиной тени в отношении, о котором упоминает Птолемей, [то есть] отношение двух пятых и трех пятых. С помощью этого [отношения] и с помощью диаметра Луны [он получил] $0^{\circ}17'26''40'''^{259}$. Половина этого — $0^{\circ}8'43''20'''$. Упоминаемая дробь — половина минуты, так что избыток меньше половины.

Не знаю причину его отказа от использования этих величин в диаметре тени. Это потому, что аргумент — десять «пальцев» диаметра Луны, [то есть] $0^{\circ}28'57''^{260}$. Если вычесть из этого полудиаметр Луны, останется избыток полудиаметра тени над широтой $0^{\circ}11'12''47'''$. Если прибавить [это] к наибольшей широте, то есть $0^{\circ}31'52''55'''$, получится полудиаметр тени — $0^{\circ}43'5''42'''^{261}$. Это ненамного отличается от оригинала. Отношение при этом будет отношением $2^{\circ}33'44''$ к единице.

864 Что касается того, что [имело место] во втором затмении, то аргумент здесь — одиннадцать «пальцев» с одной пятой и одной шестой || «пальца» от диаметра Луны, это $0^{\circ}31'52''37'''^{262}$ и превышает полудиаметр [Луны] на $0^{\circ}15'3''47'''$. Если прибавить это к наименьшей широте, то есть $0^{\circ}28'2''15'''$, получится половина тени — $0^{\circ}43'5''42'''$, как получилось в первом [затмении], и это отношение останется тем же.

Упомянем о втором случае, когда величины обоих затмений совпадают, но их расстояния от Земли различны. Пусть центр [Земли] — A ; ее полудиаметр, от которого отбрасывается тень, — AB^* . Вершина конуса — C , его стрела — AC . Пусть меньшее из расстояний обоих затмений — AD . Тогда D — центр тени, DZ — ее полудиаметр, расстояние центра Луны от центра тени — DE и диаметр Луны — GH . Пусть большее из расстояний обоих затмений — AF , а FP — полудиаметр тени. Проведем EK параллельно BC . Тогда K — центр Луны в другом затмении, а XN — его диаметр. Проведем FO параллельно образующей конуса²⁶³. FD —

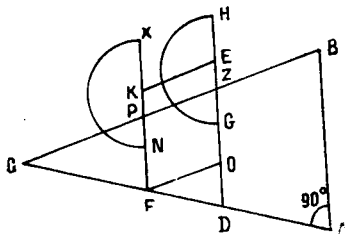


Рис. 142.

разность обоих расстояний, она известна. OD — разность обеих широт. Поэтому после преобразования их к одному масштабу получится треугольник FOD с известными сторонами. [В нем] OD относится к FD , как AB к BC , так как в конусе тени известны образующая и стрела. AF || известна, останется FC , она [также] известна. Она

* См. рис. 142.

относится к FP , как FD к DO , и FP станет известной. DZ находится также аналогично этому. Но отношение ZG , то есть величины затмеваемой [части], к HG , как к единице, известно в «пальцах», и каждая из [линий] DZ и DE известна. Поэтому разность EZ между ними известна, ее отношение к HG известно, и HG , диаметр Луны, и его отношение к диаметру тени, то есть удвоенной ZD , также известны.

Вопрос: Изменяется ли [величина] диаметра Луны при изменении расстояний [Луны], как это [имеет место] для диаметра тени [Луны]?

Ответ: Что касается тени, то вследствие того, что она имеет форму конуса, ее сечения различны, так что величины наибольших дуг, находящихся на ней и проходящих через стрелу, различны. Далее, и Луне, и тени свойственно различие из-за близости Солнца от Земли и его удаленности от нее. Поэтому стрела тени укорачивается при приближении Солнца [к Земле] и удлиняется при его удалении. Удлинение [стрелы] связано с увеличением окружности, а укорочение — с ее уменьшением. Что касается Луны, то известно, что ее тело само по себе неизменно по своей величине; она изменяется на разных расстояниях только из-за угла наблюдения. Этот угол увеличивается при приближении наблюдателя, так что Луна становится большей при наблюдении и уменьшается при удалении [наблюдателя] для зрения до тех пор, пока не исчезнет, когда [этот угол] станет очень малым. Поэтому диаметр Луны изменяется относительно наблюдателя.

Возьмем из предыдущего чертежа то, что нам нужно. Пусть полудиаметр Луны — DH на расстоянии AD и FG на расстоянии AF [от центра Земли]*, они равны друг другу. Вычтем из этого расстояния полудиаметр Земли, чтобы получить место E наблюдателя. Соединим E с H и G . Тогда GF видна под углом FEG , а DH — под углом $\parallel DEH$, который больше [угла FEG] на угол GEN . Поэтому Луна на расстоянии ED видна большей, чем на расстоянии EF . GF относится к MD , как FE к GE . Если известна MD , то [определяют] разность между ней и GF , то есть MH . Точно так же MD относится к MH , как ED к GH , то есть DF . Поэтому, если мы хотим [узнать] это при помощи угла, то необходимо предположить, что угол зрения на одном из двух расстояний известен. Пусть [известен угол] FEG . HE , квадривирующая HD и ED , относится к HD , как синус прямого угла D к синусу угла DEH , и [этот угол] известен и его избыток над углом FEG [так же] известен. При этом [Луна] заметно

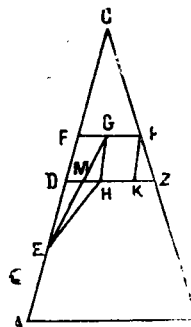


Рис. 143.

866

* См. рис. 143.

увеличивается при постепенном приближении. Затем принимается во внимание другое различие, так как в искусстве оптики²⁶⁴ известно, что видимая часть сфер меньше их половин и [абсолютно] увеличивается, [относительно] уменьшаясь при приближении к наблюдателю. Так как доказано, что Луна имеет форму сферы, то видимая часть [Луны] при наблюдении меньше ее половины, а диаметр [этой части]— хорда в теле Луны, а не его диаметр. Если Луна приближается к Земле, ее видимая часть уменьшается и уменьшается также диаметр. Из этого вытекает, что диаметр Луны кажется меньше при постепенном уменьшении ее [Луны] расстояния, подобно тому, как из угла видимости вытекает, что диаметр Луны кажется меньше при увеличении ее расстояния. Поэтому вследствие малости этого на это свойство не обращают внимания. Что касается тени, то, так как ее стрела известна, а CD и CF — дополнения двух данных в ней расстояний, ZK , разность между тенями на этих [расстояниях], относится к KP , разности между обоими расстояниями, как PF к FC и как ZD к DC , || и если тень на одном из двух расстояний известна, то на другом она [тоже] известна. Что касается постоянства отношения между диаметром Луны и диаметром тени в одном положении, то здесь приближенно допускается, что более удаленная тень FP относится к более близкой тени DZ , как дополнение CF самого далекого расстояния от стрелы к дополнению CD самого близкого расстояния от нее, а более удаленная Луна MD относится к более близкой Луне DH , как ME к EG , то есть как ED к EF , разность же DF обоих расстояний есть разность их дополнений от стрелы конуса. Расстояние можно считать равным дополнению другого [расстояния], хотя на самом деле они не равны.

Вопрос: Каково другое изменение диаметра тени?

Ответ: [Если] Солнце приближается к Земле, причем известна величина его движения, то протяженность тени укорачивается, и ее ширина сужается и наоборот. Если же Солнце удаляется от Земли на величину его диаметра при одном из прохождений Луны, то изменение [происходит] в соответствии с расстоянием Солнца. Это также одна [из причин], влияющих на отношение между диаметрами Луны и тени. Поэтому отношения не остаются одними и теми же.

Мы уже рассказывали об ал-Баттани, что он нашел диаметр Луны, [равным] $0^{\circ}33'38''20'''$, но только не для одного расстояния от Земли. Поэтому аномалия для первого из двух затмений в соответствии с принятыми нами движениями — $113^{\circ}49'$, а для || другого — $122^{\circ}47'$. [Надо] иметь в виду, что среднее арифметическое между этими [аномалиями] берется путем деления их суммы пополам. Следовательно, аномалия, для которой был найден диаметр Луны,— $118^{\circ}18'$; таким же образом движение Луны за час для него — $0^{\circ}34'4''48'''$, то есть является средним

между двумя движениями. Для первой аномалии — это $0^{\circ}33'53''8'''^{265}$, а для второй — $0^{\circ}34'16''28'''$. Поскольку замедление движения тесно связано с кажущимся уменьшением тела [Луны], что при наибольшем из расстояний всегда имеет место, а затем движение переходит к ускорению, что тесно связано с [кажущимся] увеличением тела Луны, то большинство людей [этого] искусства предпочитают определение одного из них через другое, и поэтому $0^{\circ}34'4''48'''$ относится к $0^{\circ}33'38''20'''$, как движение за час для каждой аномалии к диаметру Луны. Движение за час в апогее эпицикла — $0^{\circ}30'13''0'''$, а в его перигее — $0^{\circ}36'12''25'''$, и диаметр Луны в апогее эпицикла²⁶⁶ — $0^{\circ}29'49''32'''$, а в его перигее — $0^{\circ}35'44''18'''$. Но Птолемей принял диаметр Луны на наибольшем расстоянии равным диаметру Солнца, опираясь при этом на найденное с помощью диоптра трикветра, и не допускал для диаметра Солнца изменений при различных его расстояниях на орбите апогея из-за своей недостаточной строгости, так как ему казалось, что это не истинно, а то, что он делал, он считал очевидным.

Далее он определял диаметр Луны по двум затмениям и апогею эпицикла, [когда] расстояние Луны в них обоих приближалось на двадцать градусов, и определил, что этот диаметр — $0^{\circ}31'20''$. Так как Луна в них обоих близка к апогею эпицикла, то он опирался на то, что установлено, и считал диаметр Солнца равным тому, что получилось у него. В первом затмении, которое было в Овне, это было $38^{\circ}27'$, что отлично от апогея [Солнца]. Во втором затмении, которое было в Раке, то есть близко к апогею, это было $92^{\circ}42'$. Если мы перевернем предыдущее отношение, то будем говорить, что $0^{\circ}29'49''32'''$ относится || к $0^{\circ}30'13''0'''$, ⁸⁶⁹ как $0^{\circ}31'20''0'''$, диаметр Луны, который он нашел, к движению за час, [равному] $0^{\circ}31'45''39'''$. Это движение будет для него на расстоянии 66 от апогея эпицикла, то есть ближе к среднему расстоянию, чем к наиболее удаленному. Если мы примем диаметр Солнца за $0^{\circ}31'20''$, то, так как мы уже упоминали оба его расстояния от его апогея при обоих затмениях, получим, что среднее между двумя расстояниями — $40^{\circ}35'$. Движение Солнца за час на среднем расстоянии — $0^{\circ}2'23''42'''$. Оно относится к $0^{\circ}31'20''$ как его движение за час в апогее, то есть $0^{\circ}2'22''24'''^{267}$, к его диаметру в нем, то есть $0^{\circ}31'3'''^{268}$, и как его движение за час в перигее, то есть $0^{\circ}2'33''50'''$ к его диаметру в нем, то есть $0^{\circ}33'33''$. Солнце в апогее и перигее отличается на две с половиной минуты, что близко к одной тринадцатой его диаметра в апогее; подобное ясно ощущается. Из отношения, дающего упомянутые числа, получается, что, если вычесть из движения Луны за час одну семьдесят шестую, то останется наблюдаемая величина диаметра [Луны]. Путь к этому состоит в том, что движение за час умножается на семьдесят пять и произведение делится на семьдесят шесть, получается диаметр Луны.

Что касается передвижения Солнца за час, то если умножить его на семьсот восемьдесят пять минут, получается его диаметр. Точно также, если умножить его движение за час на сто пятьдесят семь и разделить произведение на двенадцать, или вместо деления умножить это произведение на пять минут, получится его диаметр. Отсюда становится ясно, что Луна на самом далеком расстоянии от Земли не может затмевать Солнце полностью, когда [Солнце] находится в апогее.

- 870 Что касается \parallel того, когда она на самом близком расстоянии, то будет то же самое, если [Солнце] будет в своем перигее. То, что нам известно от ал-Ираншахри о затмении Солнца, свидетельствует об обратном тому, на чем основывался Птолемей, то есть что полное затмение Солнца возможно только тогда, когда Солнце находится на расстоянии ближе к среднему, чем к наиболее удаленному.

Пусть AB — стрела конуса, образуемого тенью Земли, его вершина в A^* . Пусть Солнце — в B , то есть в своем апогее, а центр Земли — E ,

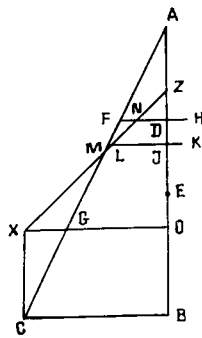


Рис. 144.

самое далекое прохождение Луны — D , полудиаметр ее в нем — DH , полудиаметр тени — DF , самое близкое прохождение Луны — I , полудиаметр ее в нем — IK , полудиаметр тени — IM . Что касается DH , то мы уже выяснили его величину. Если отношение DF к ней таково же, как два и три пятых, то диаметр тени — $77^{\circ}22'47''$ в апогее эпицикла Луны, а IM в его перигее — $92^{\circ}55'11''$. Метод [определения] этого состоит в том, что диаметр Луны умножается на сто пятьдесят шесть минут. Что касается отношения, которое следует из того, что получил ал-Баттани, то для него нужно умножить

- диаметр Луны на 1153 и разделить на 450, получится диаметр тени. При этом в апогее [эпицикла] получится $43^{\circ}25'11''$, а в его перигее — $91^{\circ}34'10''$; тогда то, что отличает при этом тень с точки зрения различия прохождения Луны, — $0^{\circ}15'9''$. При положении Солнца в его перигее, когда положение тени — OX , конус тени — XZO , так как, когда [Солнце] приближается к Земле, тень уменьшается в длину и ширину, ее диаметр укорачивается и в самом дальнем проходе становится DN , а в самом близком — IL . Поэтому нужно его исправить при помощи расстояний Солнца, как это исправлялось при помощи расстояний Луны. Известно, что \parallel вершина конуса, если взять ее при наибольшем приближении Солнца к Земле, находится на AZ , а его уравнение — FG . Затем расстояние начинает увеличиваться, это увеличение связано с переходом Солнца от замедления к ускорению. Раз-
- 871

* См. рис. 144.

ность между его движением за час в обоих предельных положениях — $0^{\circ}0'11''26'''$. Я нашел, что отношение между ней и GF — отношение одной десятой, и для остальных расстояний Солнца я определил [отношения], подобные этому. Если вычесть из движения Солнца за час $0^{\circ}2'22''24'''$, то есть то, что [имеет место] для него в апогее, и умножить остаток на десять, затем вычесть [это] из образуемой тени, то останется величина, исправленная при помощи расстояния Солнца.

Раздел второй

О РАССТОЯНИИ СОЛНЦА ОТ ЗЕМЛИ

Птолемей действовал в этом вопросе, исходя из того, что Луна в апогее эпицикла затмевает Солнце целиком. Приведем изложение его действий для определения расстояния Солнца от Земли²⁶⁹.

Начертим AB , [изображающую] шар Земли, и CH , изображающую тело Солнца*. При этом образуется конус тени AGB и его стрела EDG . Предположим, что E — центр шара Солнца, хотя в действительности эта точка не является центром, поэтому CH не диаметр шара Солнца, а диаметр видимой его части, меньшей его половины. Точно так же D — не центр Земли и AB не является ее диаметром.

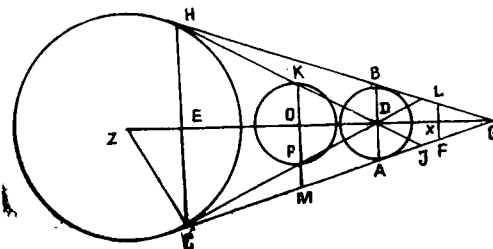


Рис. 145.

Пусть на стреле EDG [проведен] круг KP для Луны || на расстоянии, на котором скрыто Солнце, и оно затмевается целиком. Проведем DK и DP из места нахождения наблюдателя, то есть D , приблизительно касательные к Луне. Они необходимо касаются Солнца в точках C и H , так как обе [эти точки] — места касания GC и GH с Солнцем. Предположим, что это так, при таком предположении нет ощутимой погрешности. Соединим K и P и продолжим KP до M . Допустим, что O — центр Луны и отложим DX , равную DO . Проведем FXL через точку X перпендикулярно стреле; FL известна, так как расстояние DX известно, оно самое удаленное у Птолемея, а отношение между диаметрами Луны и тени известно. Пусть DO и DX равны. AD — полусумма MO и FX , так как она — среднее арифметическое между ними, а FX известна в масштабе, в котором AD — единица. Тогда OM также известна в том же масштабе.

* См. рис. 145.

При этом PO также известна, и, [следовательно], остаток MP также известен. Он относится к AD , как MC к CD . Путем перевертывания и выделения отношений²⁷⁰ найдем, что DP относится к PC , как избыток AD над MP . Это отношение DO к OE , оно известно. DO [также] известна, тогда и OE известна. Это — расстояние Солнца от Луны. EC относится к OP , как ED к DO и OP к EC известны. [EC] относится к AD , как EG к GD , и отношение EG к GD известно. Путем «выделения отношения» найдем, что ED относится к DG , || как разность между EC и AD к AD и DG известно. Поэтому диаметр Солнца EC , его расстояние от Земли ED , диаметр Луны OP и стрела конуса DG известны в масштабе, в котором полудиаметр Земли — единица. Это и есть то, что мы хотели сообщить.

Восстановим из двух точек касания, то есть C и I , перпендикуляры CZ и ID к касательной до линии GD ²⁷¹, проходящей через центры Солнца и Земли, и пусть центр Солнца — Z , а Земли — D , так как DA — диаметр, а у нее имеется некоторый избыток над ним, хотя он и не ощущается. Так как треугольники EZC и IDA подобны, то ZC относится к DI , как EC к AD , или как ED к DO , определяемой при помощи двух хорд, а не по двум диаметрам. Так как до нас не дошли сведения о верных наблюдениях полного затмения Солнца, которое наблюдалось в известное время, при помощи которого можно было бы найти результаты для этой главы, не касаясь того, что установил Птолемей, то необходимо рассказать о величинах, которые он нашел.

Что касается угла, стягиваемого Луной, то есть угла KDP , то он нашел, что это — $0^{\circ}21'20''$. Разделим его пополам. Получится треугольник ODP с известными углами, причем его сторона OD [равна] $64^{\circ}10'272$, а его стороны известны. Поэтому известна [OP] — $0^{\circ}17'35''$. Но XF равна двум и трем пятым этого, то есть $0^{\circ}45'38''$, а две [стороны], равные удвоенной AG , равны сумме FX и OM и, следовательно, OM — $1^{\circ}14'22''$.
874 Останется MP — $0^{\circ}56'49''$. Если DE — единица, то OE — $0^{\circ}56'49''$, || и останется DO — $0^{\circ}3'11''$, но это равно $64^{\circ}10'$. Поэтому расстояние DE Солнца [от Земли] приблизительно равно полудиаметру Земли, взятому тысяча двести десять раз. Была упомянута величина FX . Поэтому, если DG — единица, то GX — $0^{\circ}45'38''273$, и остается DX — $0^{\circ}14'22''$.

Пусть DX — $64^{\circ}10'$. Тогда линия DX — $3^{\circ}50'$, а вся GD равна полудиаметру Земли, взятому двести шестьдесят восемь раз. Выше для Луны было выяснено, что если известно ее расстояние от Земли в масштабе, в котором известно ее наибольшее расстояние на орбите апогея или абсолютное расстояние ее тела от центра эклиптики, то оно также известно и в масштабе, в котором полудиаметр Земли — единица, и наоборот, если известно расстояние, известен и параллакс в произвольном месте круга высоты. Когда становится известным расстояние

Солнца от Земли, становится известным и его параллакс, так же, как это было изложено выше для Луны. Если его расстояние от Земли считать равным единице, то его наибольший параллакс на горизонте — $0^{\circ}2'51''$. Если различие его расстояний ощутимо, установим для его параллакса два предела: в апогее и перигее, подобно тому, как для Луны мы установили в этом вопросе четыре предела. Для этих пределов имеются две группы: самое близкое и самое далекое расстояния. Между ними находится [предел] в перигее эцикла в апогее и в апогее эцикла в перигее.

Для того, кто освоил все это, уже не нужны какие бы то ни было подробности и примеры.

Окончена седьмая книга «Канона Мас'уда». Хвала Аллаху, госпо-ду миров²⁷⁴.

КНИГА ВОСЬМАЯ
КАНОНА МАС'УДА



После окончания изложения обстоятельств Солнца и Луны 875 по отдельности нам необходимо разъяснить, что является совместным для них относительно их затмений, появлений новой Луны и всего подобного этому. Это [одна] из [самых] коротких книг [«Канона Мас'уда»], но в ней [содержится] достаточно [сведений] и указаний истинного пути изучающему для овладения тем, что охватывают [умы] людей этого искусства.

Аллах поможет в этом.

Глава первая

О БУХТЕ СОЛНЦА И ЛУНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРЕЖЕНИЯ И ЗАПАЗДЫВАНИЯ

Движение светила за день вместе с его ночью называется его *бухтом*¹. Это индийское слово, первоначально [было] *бхукти*, но [впоследствии] оно было сокращено. Что касается [индийцев], то они подразделяют *бухт* на средний и истинный, что же касается наших ученых, то они отбрасывают один из них и пользуются только видимым истинным движением, колеблющимся между двумя пределами, самым медленным и самым быстрым, посредине между которыми — среднее. Из-за различия движений светил по величине [светила в своем] движении необходимо видны приближающимися, удаляющимися, соединяющимися и разделяющимися. Для каждой двух [объектов], движущихся в одну сторону, расстояние между ними является разностью их перемещений: если движущийся быстрее находится впереди движущегося медленнее в последовательности знаков зодиака, то если бы движущийся медленнее был бы неподвижен, это расстояние получилось² бы только за счет перемещения движущегося быстрее, но он не неподвижен, а перемещается за время перемещения движущегося быстрее на величину, дополняющую это расстояние. Поэтому || расстояние между ними раскладывается по суткам и часам в соответствии с этим избытком, безразлично, прибавлять ли это удаление по причине опережения [объекта], движущегося быстрее, или вычитать его по причине запаздывания по сравнению с ним. 876

Известно, что если движения обоих [объектов] направлены в противоположные стороны, то одно из них называется прямым, а другое — попятным. Поэтому, если имеется попятное движение по отношению к прямому, в последовательности знаков зодиака, то расстояние между обоими [объектами] уменьшается, а если имеет место попятное движение по отношению к прямому против этой последовательности, то это расстояние увеличивается. Это увеличение и уменьшение присущи всем перемещениям двух [объектов], они раскладываются по суткам и часам. Разность двух *бухтов* называется опережением [объекта], движущегося быстрее, а сумма их — запаздыванием. Но слово «опережение» я употребляю в целях уточнения для разности двух перемещений за один час, а не за сутки. Если бы оно употреблялось для перемещения за одну минуту, то было бы еще точнее. Поскольку мы имеем в виду здесь Солнце и Луну, которые не имеют попятного движения в отличие от [других] светил, то здесь имеют дело с опережением, а не с запаздыванием.

Действие [состоит в том], что для заданного момента времени из опережения вычитаются полчаса, и для Солнца берется его аргумент и апогей, а для Луны — средняя Луна и аномалия.

Далее, они движутся и к каждому из них прибавляется аргумент часа одного из них, то есть две с половиной минуты суток³, затем по этим величинам производится уточнение движения обоих [светил], и истинное положение первого вычитается из истинного положения второго как для Солнца, так и для Луны, подобное из подобного, остается перемещение обоих [светил] за час в заданный момент времени. Для Солнца остается часть того, что будет для Луны, и таким образом остается опережение Луны. Если это взять за одни сутки, а не за один час, то получится *бухт* каждого из них, а разность между двумя *бухтами* можно назвать уравненным *бухтом* для аргументов перемещения. То же самое будет в случае любых двух светил, когда они одновременно совершают прямое движение или попятное. Если следовать тому, что изложено выше, || то получится опережение того из них, которое движется быстрее. Если одно из [этих движений] прямое, а другое — попятное и их перемещения сложены, то в сумме получится запаздывание. Поэтому аномалия приводит к перемещению за час обоих светил при определении опережения Луны, ее диаметра и диаметров Солнца и тени.

Поместим два их различных движения в таблице против исправленного аргумента Солнца и аномалии Луны. Если войти с каждым из них в строку числа, то против них обоих найдется искомое движение за одну минуту суток. Если поместить это в двух местах и прибавить половину того, что имеется в одном из этих двух мест, к удвоенной величине [того, что имеется в] другом месте, получится его перемещение в час. Если умножить перемещение в минуту на шестьдесят или перемещение в час на двадцать четыре, получится *бухт*. Вот эта таблица⁴.

II	Строка числа	Перемещение Солнца за ми- нуту суток			Перемещение Лу- ны за минуту суток			Строка числа	Перемещение Солнца за минуту суток			Перемещение Луны за минуту суток			
		ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	ми- нуты	секун- ды	тер- ции		мину- ты	секун- ды	тер- ции	мину- ты	секун- ды	тер- ции	
1	359	0	56	58	12	5	12	45	315	0	57	34	12	28	11
2	358	0	56	58	12	5	21	46	314	0	57	35	12	28	50*
3	357	0	56	58	12	5	36	47	313	0	67	37	12	29	28
4	356	0	56	58	12	6	0	48	312	0	57	38	12	30	6
5	355	0	56	58	12	6	24	49	311	0	57	40	12	30	45
6	354	0	56	58	12	6	49	50	310	0	57	41	12	31	24
7	353	0	56	59	12	7	13	51	309	0	57	43	12	32	3
8	352	0	56	59	12	7	37	52	308	0	57	44	12	32	42
9	351	0	56	59	12	8	1	53	307	0	57	46	12	33	21
10	350	0	57	0	12	8	25	54	306	0	57	48	12	34	0
11	349	0	57	1	12	8*	49	55	305	0	57	50	12	34	38
12	348	0	57	2	12	9	13	56	304	0	57	52	12	35	17*
13	347	0	57	2	12	9	37	57	303	0	57	54	12	35	55
14	346	0	57	3	12	10	1	58	302	0	57	56	12	36	34
15	345	0	57	4	12	10	25*	59	301	0	57	58	12	37	12
16	344	0	57	5	12	10	50	60	300	0	58	1	12	37	51
17	343	0	57	6	12	11	14	61	299	0	58	3	12	38	29
18	342	0	57	7	12	11	39	62	298	0	58	5	12	39	8
19	341	0	57	8	12	12	6	63	297	0	58	7	12	39	47
20	340	0	57	9	12	12	37	64	296	0	58	9	12	40	26
21	339	0	57	10	12	13	7	65	295	0	58	11	12	41	8
22	338	0	57	11	12	13	39	66	294	0	58	12	12	41	50
23	337	0	57	12	12	14	13	67	293	0	58	16	12	42	33
24	336	0	57	13	12	14	45	68	292	0	58	18	12	43	20
25	335	0	57	14	12	15	22*	69	291	0	58	21	12	44	10
26	334	0	57	15	12	15	56	70	290	0	58	23	12	45	4
27	333	0	57	16	12	16	31	71	289	0	58	27	12	46	2
28	332	0	57	17	12	17	6	72	288	0	58	29	12	47	3
29	331	0	57	18	12	17	42	73	287	0	58*	31	12	48	55*
30	330	0	57	19	12	18	19	74	286	0	58	33	12	49	30
31	329	0	57	20	12	18	58	75	285	0	58	35	12	50	49
32	328	0	57	20	12	19	38	76	284	0	58	37	12	52	9
33	327	0	57	21	12	20	18*	77	283	0	58	39	12	53	31
34	326	0	57	22	12	20	58	78	282	0	58	42	12	54	54
35	325	0	57	23	12	21	38	79	281	0	58	44	12	56	13
36	324	0	57	23	12	22	18	80	280	0	58	47	12	57	31
37	323	0	57	24	12	22	57	81	279	0	58	49	12	58	49
38	322	0	57	25	12	23	37	82	278	0	58	51	13	0	7
39	321	0	57	26	12	24*	17	83	277	0	58	53*	13	1	26
40	320	0	57	27	12	24*	57	84	276	0	58	55	13	2	44
41	319	0	57	28	12	25	36	85	275	0	58	57	13	3	3*
42	318	0	57	30	12	26*	16	86	274	0	58	59	13	5	21
43	317	0	57	31	12	26	55	87	273	0	59	2	13	6	40
44	316	0	57	33	12	27*	33	88	272	0	59	4	13	7	18

878

879

880

Канон Мас'уда

Строка числа	Перемещение Солнца за ми- нуту суток			Перемещение Лу- ны за минуту суток			Строка числа			Перемещение Солнца за минуту суток			Перемещение Луны за минуту суток		
	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	ми- нуты	секун- ды	тер- ции	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции
89	271	0	59	6	13	9	17	135	225	1	0*	48	13	58	49
90	270	0	59	8	13	10	38	136	224	1	0*	50	13	59	37
91	269	0	59	10	13	11	53*	137	223	1	0*	52	14	0	23
92	268	0	59	12	13	13	12	138	222	1	0*	53	14	1	8
93	267	0	59	14	13	14	30	139	221	1	0*	55	14	1	51
881 94	266	0	59	17	13	15	48	140	220	1	0*	56	14	2	34
95	265	0	59	18	13	17	7	141	219	1	0*	58	14	3	17*
96	264	0	59	21	13	18	24	142	218	1	0*	59	14	4	0*
97	263	0	59	23	13	19	38	143	217	1	1	0	14	4	43
98	262	0	59	24	13	20	46*	144	216	1	1	1	14	5	26
99	261	0	59	25	13	21	52	145	215	1	1	3	14	6	7
100	260	0	59	27	13	22	57	146	214	1	1	4	14	6	47
101	259	0	59	28	13	23	59	147	213	1	1	6	14	7	28
102	258	0	59	29	13	24	56	148	212	1	1	8	14	8	8
103	257	0	59	31	13	25	57	149	211	1	1	9	14	8	48
104	256	0	59	34	13	26	56*	150	210	1	1	11*	14	9	28
882 105	255	0	59	37	13	27	55	151	209	1	1	13	14	10	8
106	254	0	59	40	13	28	54*	152	208	1	1	14	14	10	48
107	253	0	59	43	13	29	53*	153	207	1	1	16	14	11	28
108	252	0	59	46	13	30	52	154	206	1	1	17	14	12	8
109	251	0	59	49	13	30	53*	155	205	1	1	19	14	12	48
110	250	0	59	52	13	31	14*	156	204	1	1	20	14	13	28
111	249	0	59	55	13	32	16	157	203	1	1	21	14	14	6
112	248	0	59	59	13	33	37	158	202	1	1	22	14	14	44
113	247	1	0	1	13	33	58*	159	201	1	1	22	14	15	22
114	246	1	0	4	13	34	0	160	200	1	1	23	14	16	0
115	245	1	0	6	13	35	12*	161	199	1	1	23	14	16	38
116	244	1	0	8	13	36	45	162	198	1	1	23	14	17	16*
117	243	1	0	11	13	37	37*	163	197	1	1	24	14	17	13*
118	242	1	0	14	13	38	39	164	196	1	1	24	14	18	31
119	241	1	0	16	13	38	23*	165	195	1	1	25	14	19	18
120	240	1	0	18	13	38	16	166	194	1	1	25	14	19	46
121	239	1	0*	20	13	39	14	167	193	1	1	26	14	20	24
122	238	1	0*	22	13	41	32	168	192	1	1	27*	14	21	2
883 123	237	1	0*	25	13	43*	10	169	191	1	1	27	14	21	41
124	236	1	0*	27	13	44	48	170	190	1	1	27	14	22	21
125	235	1	0*	29	13	46	25	171	189	1	1	28	14	23	0
126	234	1	0*	31	13	48	2	172	188	1	1	28	14	23	39
127	238	1	0*	33	13	49	35	173	187	1	1	29	14	24	19
128	232	1	0*	35	13	51	4	174	186	1	1	29	14	24	59
129	231	1	0*	36	13	52	29	175	185	1	1	29	14	25	38
130	230	1	0*	37	13	53	49	176	184	1	1	30	14	26	18
131	229	1	0*	42	13	55	7	177	183	1	1	30	14	26	58
132	228	1	0*	44	13	56	16	178	182	1	1	31	14	27	38
133	227	1	0*	45	13	57	8	179	181	1	1	31	14	28	18
134	226	1	0*	47	13	57	59*	180	180	1	1	32*	14	28	18*

|| Глава вторая

884

О СОЕДИНЕНИЯХ СОЛНЦА И ЛУНЫ,
ИХ ПРОТИВОСТОЯНИЯХ И ОСТАЛЬНЫХ
СЛУЧАЯХ ИХ ВЗАИМНЫХ РАСПОЛОЖЕНИЙ

Соединение двух светил имеет место, если они оба находятся на одном круге широты и один из двух полюсов эклиптики не находится между ними, так как между ними он бывает при противостоянии. Светила, а также Солнце и Луна, при этом подчиняются единому правилу. Соединение подразделяется на три вида: первый из них имеет место для среднего движения, второй — для истинного движения, измеряемого относительно центра Земли, третий — для видимого [движения], измеряемого относительно поверхности [Земли]. Это — из того, что касается соединения Солнца и Луны при учете параллакса Луны в ее различных положениях. Среднее соединение для обоих светил будет истинным в одном из двух случаев: первый из них — при отсутствии уравнений обоих светил, если Солнце находится в своем апогее или перигее, а Луна — в апогее эпицикла или в его перигее, тогда средние положения их обоих сами по себе будут истинными. Второй [случай имеет место] при равенстве уравнений обоих светил и совпадении их вида при одновременном прибавлении или вычитании [уравнений].

Далее, среднее соединение отличается от истинного в одном из трех случаев: первый из них — отсутствие уравнений у одного из двух светил и наличие для другого, второй — наличие уравнения у обоих светил, в случае, когда их виды различны, то есть уравнение для одного из них — с избытком, а для другого — с недостатком, третий — оба уравнения различны по величинам, но совпадают по виду, как, например, в случае противостояния.

|| Что касается видимого соединения, если оно отлично от истинно- 885
го, то оно рассматривается при положении на круге широты климата наблюдения. Это потому, что когда имеет место истинное соединение к востоку от него, Луна видна вместе с Солнцем перед истинным соединением благодаря наличию параллакса Луны в последовательности [знаков зодиака], а если [это] будет к западу от него, то Луна видна вместе с Солнцем после истинного соединения благодаря ее параллаксу против последовательности [знаков зодиака].

В случае противостояния все обстоит аналогично этому и нет надобности рассматривать его. Если истинное соединение имеет место на самом круге широты климата наблюдения, то оно будет видно, когда отсутствует долготный параллакс и остается только широтный параллакс, либо когда Луна в зените и в это время одновременно отсутствуют и долготный, и широтный параллаксы. Если установлен вид этого

для случая соединения и противостояния при определении средних Солнца и Луны, и мы говорим, что средние Солнце и Луна для заданного уравненного момента времени равны, то это или время соединения, или [время, когда] одно превышает другое ровно на поворот, то есть время противостояния. Если подобное не имеет места, а мы хотим [определить] что-либо из них в будущем, то для соединения вычитаем среднее Солнце из средней Луны, а для противостояния производим то же после прибавления ста восьмидесяти градусов к среднему Солнцу, останется расстояние между обоими светилами.

Разделим это на разность между их средними *бухтами*, получатся сутки и минуты суток, то есть время от заданного времени до ближайшего из повторяющихся соединений или противостояний. Уравним [это] с помощью уравнивания времени.

886 Определение средних [Солнца и Луны] повторяется и это действие проводится, как обычно, до тех пор, пока не получится истинное [соединение], и оба светила не окажутся || в одном месте при соединении или в двух диаметрально противоположных местах при противостоянии. Если хотят [обнаружить] наличие одного из них за истекшее время, вычитают среднюю Луну из среднего Солнца, если искомое — соединение, или из суммы этого с половиной оборота, если [искомое] — противостояние. Тогда упомянутое выше представляет собой расстояние, получающееся [при этом], и таким образом получится время от этого момента до данного. Истинное движение отличается от среднего только применением разности между их истинными *бухтами*, вместо разностей между средними *бухтами*. Опережение Луны при этом предпочтительнее, так как это приводит к уточнению и повторению действия и испытанию его несколько раз, — это — основа действия и его истинности, поэтому следует применять это, а не другое.

Что касается определения градуса, в котором имеет место соединение или противостояние, то оно [состоит в следующем]: если расстояние между Солнцем и Луной или между Солнцем и [местом], противоположным Солнцу, будет средним, его делят на средний *бухт* Солнца и прибавляют частное к среднему положению Солнца, если соединение или противостояние еще предстоит или вычитают частное из среднего Солнца, если оно уже прошло, получится положение Солнца для этого соединения или противостояния. Если расстояние истинное, оно делится на истинный *бухт* [Солнца]. Различие в перемещении за час в этом смысле мало, поэтому в случае, когда *бухт* определяется за час или минуту, истинный и средний *бухт* не различаются. Если с *бухтом* Луны и ее положением поступить так же, как с *бухтом* Солнца и его положением, то получится искомый градус, являющийся мерой для полученных градусов Солнца.

Перед упоминанием видимых соединений скажем, что наибольшая [величина], на которую различаются среднее и истинное [соединения]— это сумма наибольших уравнений Солнца и Луны, если одно из них прибавляется, || а другое — вычитается. В случае, когда величина различия 887 между ними [берется] во время среднего [соединения], она будет меньше наибольшей, если истинное⁵ [соединение] произошло раньше него, в случае же, если истинное [соединение] произошло после среднего, [уравнение] Солнца и Луны меньше наибольшей [величины]. Согласимся, что имеет место истинное [соединение] и для каждого из обоих светил имеется свое наибольшее уравнение при различии вида прибавления и вычитания, а среднее расстояние в момент истинного соединения — это расстояние между центром эпицикла и средним положением Солнца, то есть половина расстояния центра эпицикла от апогея.

Пусть орбита [апогея] ABC с центром D , центр мира — E , точка отклонения⁶ — G , $FLMK$ — эпицикл с центром B^* . Линия EH касается его, на этой линии [имеет место] истинное соединение. Соединим B с H , E с B и G с B и продолжим EB и GB , каждую в ее направлении до точек L и F . Тогда [точка] F — средний апогей эпицикла, а [точка] L — видимый апогей эпицикла. Установлено, что среднее движение эпицикла [происходит] вокруг центра E , а не D . A — апогей Луны. Угол AEB измеряется удвоенным средним расстоянием, то есть, как мы предположили, равным сумме наибольших уравнений для каждого из обоих светил. EB меньше LE . Тогда отношение BH — перпендикуляра к HE , то есть к EB , больше отношения BH к LE . Поэтому угол BEH в этом положении больше угла в случае, если центр эпицикла в A . Если подсчитать для каждого из двух положений величину разности между этими углами, то получится около двух минут, то есть больше того, что получается по причине орбиты апогея. Можно представить себе, что для F это уравнение || аномалии иногда может быть больше. Тогда для Луны 888 наибольшее уравнение прибавляется к уравнению аномалии, но аномалии не обязательно уравненной. Если это так, то разность между уравнениями по обе стороны от положения, наибольшего из них, неощутима в тех частях, которые используются, поэтому сомнение в этом незначительно.

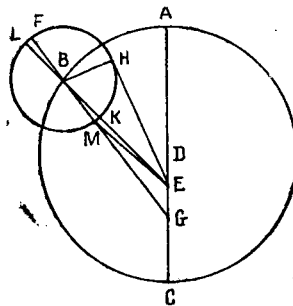


Рис. 146.

Далее, пусть истинное соединение имеет место на EL , тогда Луна находится в одной из двух точек F и M , которые являются средним

* См. рис. 146.

апогеем и перигеем эпицикла. Если мы соединим E с M , то получим разность по величине угла MBE^8 . Это больше, чем может быть с этой стороны, так как если Луна в H , а LF равно MK , то это уравнение в точке H не будет равно наибольшему, независимо от того, будет ли аномалия [отсчитываться] от точки F или от M . Это одна [и та же величина], ее различие не ощутимо.

Когда Птолемей вычислил [величину] разности уравнения относительно противоположной точки, то эта [величина] у него получилась равной четырем минутам. Поэтому в соединениях и противостояниях он ограничился уравнением, необходимым в эпицикле.

Обратимся после того, что мы рассказали о двух видах соединений, среднем и истинном, к третьему виду, то есть видимому [соединению].

Мы говорим, что Птолемей и люди этого искусства, бывшие после него, обращали мало внимания на широту Луны во [время] тех соединений, в которых может быть затмение, и на том, что нужно для параллакса. || Но Луна на эклипике не имеет широты, а для того, кто хочет уточнения, выше было указано определение [этого] во время истинного соединения по расстоянию Луны от Земли по ее эфемеридам и ее расстоянию от зенита путем определения высоты по прошедшей части дня.

Можно определить с помощью изложенного выше по кругу высоты параллакс, называемый полным. Мы подразделяем его на долготный и широтный. Если мы поместим Луну на пределе ее видимой высоты во время истинного соединения, то мы наблюдаем ее положение на круге широты климата наблюдения. Если она будет на [этом круге] в восточном направлении и ее видимая часть вследствие долготного параллакса будет в последовательности знаков зодиака, то она будет видна опережающей Солнце, хотя в действительности ее градус является градусом обоих этих светил, [в этом случае] видимое соединение происходит перед истинным.

Если разделить видимое расстояние между обоими светилами при наблюдении, то есть разность между положением Солнца — градусом истинного соединения — и видимым положением Луны, то есть тем положением, к которому приводит долготный параллакс на опережение Луны за одну минуту, то получатся минуты суток, на которые видимое соединение опережает истинное. Если вычесть это из времени истинного [соединения], получится время видимого. Но параллакс во время истинного соединения не равен [параллаксу] во время видимого [соединения], а превосходит его. Поэтому необходимо определить положение Луны по параллаксу во время видимого соединения и повторять действие несколько раз до тех пор, пока [результаты] не будут отличаться только в тех долях [градусов], которые не применяются и не ощутимы⁹.

Если истинное соединение происходит на круге широты климата наблюдения в западном направлении, то его градус, к которому приводит долготный параллакс, [находится] в стороне, противоположной последовательности [знаков зодиака], Луна будет видна отстающей от Солнца, так что || видимое соединение будет после истинного. Если разделить разность между видимыми [положениями] обоих светил на опережение Луны за минуту, получатся минуты суток, на которые видимое соединение отстает от истинного. Если прибавить [это] к моменту истинного соединения, получится видимое [соединение]. 890

Что касается его градуса по аналогии с тем, что изложено выше о среднем и истинном [соединении], [то] разделим разность [положений] обоих светил на перемещение Солнца за [одну] минуту и вычтем из истинного положения, если [перемещение] будет к востоку от круга широты климата наблюдения, и прибавим к истинному положению, если [оно будет] к западу от него, получится градус видимого соединения. Это произойдет после уточнения видимого расстояния между обоими светилами при наблюдении с помощью повторения действия, которое неизбежно [вытекает] при пользовании движением обоих движущихся [тел]. И соединение, и противостояние — это конфигурации, обуславливающие приливы пара и морей в водах и в воздухе¹⁰. Оба они имеют общую квадратуру, в которой расстояние между обоими светилами — девяносто градусов эклиптики, или полуквадратуру¹¹, когда между Луной и Солнцем или тем, что противоположно ему, — по сорок пять градусов или когда между Солнцем и Луной или тем, что противоположно ей, — [по сорок пять градусов]. Влияние этого сказывается в приливах морей, а у моряков [от этого] возникают болезни, [известные] в искусстве медицины. Если будет известно действие противостояния на расстоянии полуоборота, то будет ясно действие квадратуры на расстоянии четверти оборота, когда Солнце находится справа. Для Солнца и Луны в соответствии с их расположением могут быть только три вида соединения: видимое, среднее и истинное.

|| Глава третья

[891]
892

О СВОЙСТВАХ ЗАТМЕНИЙ [СОЛНЦА И ЛУНЫ], ИХ ВИДЕ,
РАЗЛИЧИИ МЕЖДУ НИМИ И О ФАЗАХ СВЕТА ЛУНЫ
ПЕРЕД ПРОТИВОСТОЯНИЕМ И ПОСЛЕ НЕГО

Никто из людей этого искусства не сомневается, что Солнце излучает свет, Луна же не излучает света, а отражает свет Солнца. Ее сторона, обращенная к Солнцу, освещается подобно тому, как освещается Земля, стены и подобные [им] предметы, когда на них падает луч света и не проходит через них, поскольку они не прозрачны.

Что касается светил, то поскольку [у нас] мало доводов [в пользу] того, что они имеют сферическую форму как Луна, то об их свете мнения ученых расходятся. Некоторые считают, что они, подобно Солнцу, светятся сами, другие считают, что они, подобно Луне, получают свет от другого [светила], ибо достоверно, что, кроме Луны и Земли и их тел, есть еще то, что не излучает света. У каждого видимого тела, находящегося против другого тела, излучающего свет, освещается одна сторона. В противоположную сторону в воздухе отбрасывается тень до тех пор, пока она не встретит другое видимое тело и не будет видна на нем.

Шарообразность Луны и Земли уже доказана, потому что от них отбрасывается тень в сторону, противоположную той, которая обращена к Солнцу, и эта тень имеет круглую форму. Эта тень необходимо имеет один из трех видов: цилиндрический, расширяющийся по мере удаления и сужающийся в форму конуса. Но так как в апогее эпицикла во время затмения тень Земли удлиняется, а в перигее сокращается, она не является ни цилиндрической, ни расширяющейся и может быть только конической. Отсюда вытекает, что Земля по величине больше, чем Луна, поскольку тень, которая меньше Земли, поглощается при затмении и пребывает там || некоторое время.

893 Далее, [отсюда же] вытекает, что Солнце по величине больше, чем Земля. Что касается Луны, то так как она ниже Солнца, его лучи падают на нее в момент соединения на ту часть, которая не видна. Поэтому от Луны получается коническая тень в нашу сторону. Она скрывает Солнце от нас в зависимости от нашей близости к стреле [этой тени]. Если отклониться от этой [стрелы], освещенная часть Луны поворачивается, и часть [невидимой стороны] объединяется с видимой и ее величина увеличивается с увеличением расстояния от Солнца.

Первая из [лунных] величин, которую можно воспринять зрением,— это новая Луна. Затем свет на теле Луны увеличивается с увеличением общей части и удлиняется время ее светимости после захода Солнца, фазы света ее тела чередуются, увеличиваясь до противостояния, когда обе части совпадают. Тогда свет в ее теле будет полным, и она светит всю ночь. Затем она возвращается к этим же фазам, уменьшаясь в обратном порядке во время светимости после захода Солнца и становясь все темнее, пока [темнота] не станет полной в это время. Поскольку тень Земли диаметрально противоположна Солнцу и всегда лежит на эклиптике, она уходит в сторону [от эклиптики] не больше, чем на половину своего диаметра, а Луна всегда отклонена от [эклиптики] в соответствии со своей широтой, так что если ее широта во время противостояния настолько мала, что Луна или часть ее входит в тень, то она скрывается от Солнца, освещение ее Солнцем прекращается, и величина этой части

затмевается. Поэтому причиной затмения Солнца является тень Луны, а причиной затмения Луны — тень Земли.

Кто из ученых может считать, что имеется согласие по поводу этого, после того, как он сам убедился в пользе первого движения в образовании ночи и дня, и их роли в создании мира, и знает роль второго движения во всем, что происходит || во [всех] областях природы и связи 894 с временами года? Поистине, всевышний Аллах создал оба вида затмений как самое великое из своих дел: он заставляет исчезнуть свет Луны и установил ее положение для образования новой Луны и различных фаз и тем самым определил время ее действия. Он дал ей величину широты и движение ее *джаузахир*¹², чтобы затмение не происходило во всех соединениях и пртивостояниях. Тогда все будет как обычно, и в дальнейшем стремление к изучению этого не ослабитя. Затмения происходят во время некоторых соединений и противостояний и не происходят во время других; это толкает к поискам их причины и ведет к наблюдению чудес творения, а через это к познанию творца этого творения. Поэтому он создал время для молитвы, чтобы обращать больше внимания и напоминать об этом, а Луна, когда она на ущербе, скрывает во время полного затмения свое тело. Что же касается фаз, которые она проходит по обе стороны от противостояния от света до темноты, то они таковы же, как при неполном затмении. Для всего, подобного этому, [Аллах] сделал великолепные ночи в это время. Поэтому ночь приговора — в середине месяца¹³, все согласны с тем¹⁴, что ночь предопределения — двадцать седьмая¹⁵ [ночь] месяца. При этом известно, что, если у Луны не было бы затмений, мы не могли бы постигнуть ее движения и изучить ее положения. Если бы не было полного затмения Солнца, не была бы известна величина его высоты от Земли. Это — путь к изучению и проверке раздумий о царстве [божием] и создании небес и Земли.

Что касается разницы между фазами света Луны в ее теле и тем, что остается [в нем] при затмении, то их предпочитают подразделять на три вида.

Первый из них — недостающий до половины [Луны], похожий на серповидную Луну. Концы его в теле Луны диаметрально противоположны, так как каждая из ее освещенных частей и видимая часть [составляют] || приблизительно круг. Большие круги, пересекаясь, делятся 895 пополам и наибольший диаметр — общий для них.

Второй вид — это собственно половина [Луны], имеющая место в двух ночах — в восьмую и двадцать вторую [ночи] месяца. Граница света и темноты видна в виде прямой линии посередине Луны, так как [в этом положении] круги кажутся прямыми линиями, если стрела конуса зрения расположена в их плоскостях.

Третий вид — превышение над половиной [Луны]. В ней — темная фигура имеет вид светлой фигуры в первом виде, когда появляется новая Луна. Что касается второго вида, то оно также подразделяется по этому разделению.

Затмение, превосходящее половину, подобно новой Луне, но оба конца не находятся на противоположных концах диаметра из-за различия величин Луны и тени. Что касается половинного частного затмения, то безразлично, будет ли [это] половина диаметра или половина поверхности. Граница при этом не будет прямой линией, хордой или диаметром, как это имело место во втором подразделении.

Что касается [части], недостающей до половины [Луны], то свет в ней в силу серповидности не изменяется, как он изменялся в третьем виде, получается серповидность в темноте без света. Это — различие между двумя видами этих фаз, обнаруживаемое при сравнении каждого подразделения с видом, подобным ему из других видов.

896

|| Глава четвертая

О ТЕНИ ЛУНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИИ ЕЕ ВИДОВ

Поскольку установлено, что причина затмения — это бесспорно тень, причем тень Земли постоянно по положению на эклиптике и отходит от нее только при перемещении по ней против Солнца, то с помощью тени Луны мы должны представить себе, что если отсутствует широта [Луны] во время соединения, то стрела ее [тени] лежит в плоскости эклиптики и наблюдается полное затмение в населенных пунктах, находящихся на этом диаметре. Далее, оно будет неполным вблизи [этих] населенных пунктов и невозможным вдали от нее. Если [Луна] одновременно с этим отсутствует подобно Солнцу, то стрела тени будет находиться в плоскости небесного экватора на этом диаметре, и будет иметь место то, что мы упоминали о затмениях в населенных пунктах на линии [земного] экватора и вблизи него.

Далее, конец конуса этой тени уменьшается и поднимается с Земли, если соединение имеет место в перигее орбиты Солнца и апогее эпицикла Луны, и не виден до тех пор, пока не спустится на Землю, когда соединение произойдет в апогее орбиты Солнца и перигее эпицикла [Луны]. Вследствие того, что мы упоминали по вопросу о тени и проникновении света в нее при удалении от объекта, дающего тень, контур тени Луны на поверхности Земли смещивается с лучами, выходящими от [тел], отделенных от Земли и непрозрачных. Цвет ее близок к пепельному. Поэтому, если мы наблюдаем момент затмения, по этой причине мы видим воздух желтоватым.

Если же у Луны имеется широта, то стрела ее тени оказывается в плоскости эклиптики на одной из хорд сферы. Получается то, что мы упоминали о случаях затмений || в населенном пункте, через которую 897 проходит стрела конуса или вблизи него. Далее, необходимо представить себе, что Луна и Земля при повороте их теней вокруг них подчиняются одному и тому же закону и обладают одинаковыми формами получения света. Если одна из них неподвижна, а другая движется, то тот, кто знает, что основание конуса тени Луны будет во время соединений в самой низкой стороне, во время противостояний [также] в самой низкой стороне, в первой квадратуре — в передней стороне, а во второй квадратуре — в задней стороне, думает, [что] по причине этого тень ее, поочередно обращаясь, проходит все места Земли в [течение] дня. Тот, кто вообразит, что он сам [находится] в воздухе так, чтобы Луна не скрывалась из его зрения в течение всего месяца, как это [имеет место] для полной тени Земли, и чтобы Солнце обращалось вокруг нее в течение суток, он увидит на ней свет в виде новой Луны, который увеличивается до тех пор, пока свет и темнота не разделят Землю пополам, а затем до тех пор, пока не осветится та часть Земли, которая видна аналогично [этому] при противостоянии. Затем тень Луны уменьшается постепенно до конца новолуния и ущерба. Таковы обстоятельства тени Луны, предела ее длины и размера. Если отсутствует широта в апогее эпицикла, противоположном Солнцу, то это — в апогее [Солнца].

|| Глава пятая

898

О ПРЕДЕЛАХ, ЗА КОТОРЫМИ ЗАТМЕНИЕ НЕВОЗМОЖНО

Ввиду того, что знание пределов затмений Солнца и Луны полезно для определения количества месяцев, в концах которых имеет или не имеет место затмение, то для этого следует вычислить затмение в каждом соединении и противостоянии. Выше мы уже говорили при вычислении пятого столбца таблицы уравнения Луны, как из него выясняется, что искомое уточненное соединение не является ни средним, ни истинным, ни видимым. При этом мы не обращали внимания на этот столбец, как это обычно делают астрономы. Определим это затмение более точно, учитывая этот столбец.

Пусть AB — [дуга] на наклонной орбите Луны, AC — на эклиптике, BD — перпендикулярна AC *. Если мы предположим, что Луна [находится] в B , то ее градус — D . Известно, что если AB — полный квадрант, то AD — также квадрант. Если же AB меньше квадранта, то AD мень-

* См. рис. 147.

ше AB , так как если угол D — прямой и AB меньше квадранта, то угол ABD острый и AB больше AD . Пусть AC равно AB . Тогда, если Луна находится в [точке] B , а Солнце — в [точке] C , то соединение не происходит, если же Солнце находится в D , соединение \parallel имеет место. Таким же образом, если C — [точка], противоположная Солнцу, то противостояние не происходит, а если противоположная [точка] — D , то противостояние имеет место. Если Луна движется к узлу, то она в действительности опережает Солнце в вычисленный момент соединения, если же она отходит от узла, то Солнце опережает ее. Указанное опережение в этих примерах — по величине CD . Поэтому мы включаем пятый столбец в таблицу уравнения Луны. Тот, кто хочет уточнить по нему [момент] соединения, знает, что неравенство движения Луны по ее наклон-

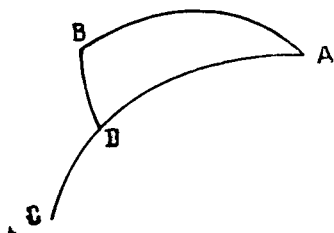


Рис. 147.

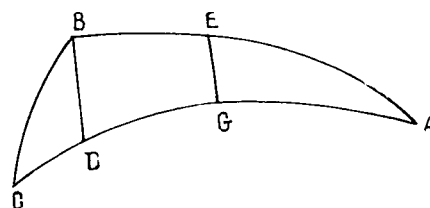


Рис. 148.

ной орбите имеет место как по причинам, определяющим ее уравнение, так и благодаря этой орбите. Поэтому отклонение¹⁶ движения по наклонной орбите от эклиптики не находится в одном отношении, оно различно и для восхождений на линии [земного] экватора, которые не равны для равных частей эклиптики. Поэтому к данному значению предпочитают подходить не строго из-за малости величины этой [разности между ними].

Менелай¹⁷ в пятом предложении третьей книги [«Сферики»] доказал, что отношение синуса суммы AB и AD к синусу разности между ними, каково бы ни было расстояние точки B от точки A , — одно и то же¹⁸. При этом не трудно определить наибольшее из различий между двумя дугами AB и AD ; если сумма AB и AD — квадрант и выполнено это вычисление, то находят, что величина этого различия намного превосходит другие. Затмения начинаются с наименьшей величины и заканчиваются ею же при завершении прохождения, а посередине между ними — наибольшее затмение, то есть середина затмения — на пределе приближения центра затмеваемого к центру затмевающего. В случае лунного [затмения] [этот предел — расстояние] между центрами Луны и тени, в случае же солнечного [затмения] [это — расстояние] между 900 \parallel центрами обоих светил. Поэтому, если мы примем, что центр тени или

Солнца — в B , а центр Луны — в D на наклонной орбите, то середина затмения будет в D , а вычисленное соединение — в C^* . Середина затмения — после соединения, если Луна движется к узлу, и перед ним, если она удаляется от него. Перпендикуляр, восстановленный в [точке] B к AB , равен BD ¹⁹. Если Луна будет в C , а центр тени или Солнца — в B и дуга между этими центрами перпендикулярна к наклонной орбите, то Солнце также передвинется из B . В это время широта не равна вычисленной дуге. Если это вычисляется, то в этом нет существенных различий. Для того, чтобы никто не думал, что середина затмения происходит в момент перпендикулярности дуги, соединяющей оба центра на эклиптике, вернемся к дуге AB на эклиптике и AC на наклонной орбите. Пусть CB перпендикулярно AB , а $BD=AC$. Тогда, если Луна — в [точке] D , то Солнце или тень будут между точками A и B , и дуга, соединяющая центры, будет перпендикулярна к AC и находится между A и D ²⁰. Пусть это GE . Она меньше BD , а BD меньше BC , следовательно, середина затмения происходит в момент, когда оно находится между двумя центрами на наклонной орбите. Это и есть то, что мы хотели доказать.

Птолемей считал AB и AC как бы параллельными в силу [небольшой] разницы между величиной острого угла ABD и ощущаемой величиной прямого [угла]. Аналогично этому мы берем [круг] широты, перпендикулярной || эклиптике, вместо дуги, перпендикулярной эклиптике, 90° имея при этом в виду особенности ощущения, поскольку между ними нет ничего препятствующего различию.

Пусть для нашей цели AB — [дуга] эклиптики, центр Солнца на ней — B , а AC — наклонная орбита [Луны]**. Пусть BC перпендикуляр-

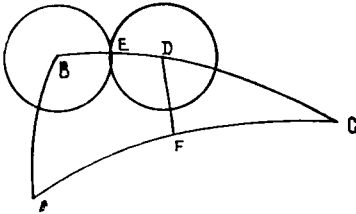


Рис. 149.

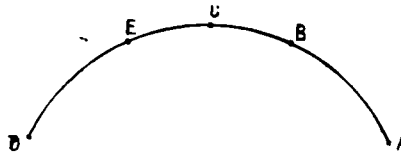


Рис. 150.

на AC , на BC происходит касание или наибольшая темнота в середине затмения. Пусть Луна на наклонной орбите в [точке] C . Но во время касания ее видно в [точке] D круга BC . Место касания — E . Поместим Солнце в перигее, а Луну — в перигее эпицикла. Пусть BD — полусумма диаметров обоих светил при наибольшей ее величине. Известно, что

* См. рис. 148.

** См. рис. 149.

FD — полный параллакс и что он подразделяется на долготный [параллакс] FC и широтный [параллакс] DC , это подразделение изложено выше. Возьмем FD — наибольший широтный параллакс в городах, безразлично, будут ли они к северу или к югу, за исключением пунктов на [самсм] севере, определение его в числах производится с помощью последовательного подбора²¹. Если положение таково, как мы предположили, и Солнце южнее Луны, то BC перпендикулярна орбите Луны при 902 || наибольшей широте во время касания обоих светил.

Прибавим долготный параллакс к положению Луны или вычтем его из этого положения в зависимости от того, что нам нужно, и определим отсюда широту Луны, это будет приблизительно BE . И, наоборот, если BC известна, то расстояние C от узла известно. Если FC — в стороне, противоположной узлу, то избыток наибольшего из расстояний Луны от узла делает необходимым только касание. Это потому, что при отходе Луны от узла к востоку по кругу широты климата наблюдения долготный параллакс — в стороне, противоположной узлу, а видимое соединение — перед истинным. Поэтому Луна в момент [соединения] видна ближе к узлу, чем ее истинное положение. Она подходит к узлу, когда [уходит] к западу от круга широты климата наблюдения, в этом случае параллакс — в стороне, противоположной узлу, но видимое соединение в этом случае — после истинного, так что Луна при этом видна ближе к узлу. В противоположном случае Луна видна дальше от узла в момент [соединения], а долготный параллакс — в стороне узла.

Птолемей нашел все это согласно своим принципам, на которых он основывался при [определении] широты Луны, ее расстояния от Земли, диаметров Солнца и Луны и параллакса. Если Солнце южнее Луны, широтный параллакс южный и в пределах, о которых мы упоминали, что они находятся с помощью последовательного подбора, расстояние от узла — семнадцать градусов сорок одна минута. Если же Луна южнее 903 Солнца, широтный параллакс северный, и в тех же пределах || расстояние от узла — восемь градусов двадцать две минуты, и, следовательно, среднее соединение будет истинным только в тех случаях, которые объяснены выше. Если [стороны Солнца и Луны] различны, то [мы получим это] путем сложения наибольших уравнений обоих светил.

Пусть $ABCED$ — [дуга] эклиптики, принимаемая за наклонную [орбиту], по которой движется Луна, A — место нисходящего узла, AB — наибольшее расстояние от него, E — положение среднего соединения*. При наибольшем из двух расстояний Солнца и Луны во время средних соединений E будет между обоими светилами. Пусть Солнце — в C , Луна — в D и CD известна, потому что она — сумма обоих наибольших

* См. рис. 150.

уравнений. CE — наибольшее уравнение Солнца. Пока Луна дойдет до [Солнца], Солнце сдвинется из C в градус, соответствующий движению Луны, это приблизительно одна двенадцатая CD . Но соединение [имеет место] в B . Следовательно, BC известна, это — одна двенадцатая суммы обоих наибольших уравнений. Если прибавить это к наибольшему расстоянию от узла, так, чтобы касание происходило на EB , то все это будет расстоянием среднего соединения от узла, имеющим наибольшую величину в момент касания. Луна же получит свое наибольшее уравнение только вблизи от среднего расстояния в этом эпицикле. Если мы используем величину этого расстояния в перигее, то при определении наибольших расстояний мы обнаружим, что соединение произойдет в перигее.

Что касается границ лунных затмений, то, так как диаметр Луны на || эпицикле известен, отношение его к диаметру тени [также] известно, 904 их полусумма в перигее эпицикла известна. Если это — широта Луны, то ее расстояние от соответственного узла известно. Что же касается опережения одного из двух расстояний обоих светил в момент среднего соединения, то это аналогично предыдущему, его величина — в том, что между Луной и градусом, противоположном Солнцу. Поэтому, если прибавить к первому расстоянию от узла половину одной шестой наибольшего расстояния между обоими светилами в момент среднего соединения, сложенную с наибольшим уравнением Солнца, то очевидно, что это будет больше того, что для Солнца, так как диаметр тени также уменьшается при уменьшении диаметра Луны, если Луна находится на своем среднем расстоянии. Уточнение этого вопроса относительно затмения Солнца состоит в том, что [если мы] возьмем полудиамер Луны в перигее ее эпицикла, прибавим к нему полудиамер Солнца в его положении на его орбите апогея и прибавим к сумме наибольший широтный параллакс, то мы узнаем расстояние от узла, если эта сумма — широта Луны. Прибавим к этому расстоянию наибольшее уравнение Солнца, сложенное с половиной одной шестой. Более глубокое исследование этого показывает, что прибавляемое к наибольшему уравнению Солнца относится к нему как движение Солнца в его положении на орбите апогея к опережению Луны в ее положении на эпицикле.

Что касается затмения Луны, то прибавим к расстоянию расстояние, равное ее широте. Тогда сумма полудиаметра тени и полудиаметра Луны в перигее эпицикла будет наибольшим уравнением Солнца, если к нему прибавить либо половину одной шестой его, либо то, что получилось при более глубоком исследовании.

|| Пусть, далее $ABCD$ — [круг], подобный [эклиптике] для Луны, 905 $AECN$ — наклонная орбита*. Возьмем дуги AG^{22} , AL , CM и CN в гра-

* См. рис. 151.

нищах затмения Луны. Останутся две дуги: GEM и LHN , в которых затмение Луны невозможно, так как в этих дугах невозможно касание Луны с тенью. За шесть средних лунных месяцев движение Луны по широте превосходит полные обороты более чем на поворот, так как ее движение по долготе после [отбрасывания из него] оборотов — среднее движение Солнца. Движение по долготе вместе с движением восходящего узла — это движение по широте. Движение восходящего узла — это движение по широте. Движение восходящего узла в этом промежутке времени больше недостатка движения Солнца до поворота. Пусть одно из двух затмений происходит в [точке] C . Тогда второе [затмение], имеющее место в начале шести средних месяцев — между [точками] A и G , происходит вблизи A , не доходя до меньшей из границ затмений. Если первое из затмений — между точками C и M , то второе — либо в A , либо между A и L , либо между A и G , причем ближе к A , чем тогда, когда первое было в C , то есть в самом нисходящем узле. Затем возьмем центр эпицикла во время среднего противостояния, причем средний [центр] — в G . Пусть GEM — среднее перемещение Луны за пять месяцев. Тогда M — положение центра при шестом противостоянии, середина которого — конец этих месяцев. Допустим, что AG и CM равны, хотя это не так, по причине нашего выбора величины движения || широты для средних месяцев. Эти месяцы увеличиваются, если перигей Солнца находится в середине его движения, а апогей эпицикла будет посередине движения аномалии Луны после отбрасывания из него оборотов.

Пусть Луна в момент среднего противостояния, являющегося началом этих месяцев, движется в последовательности знаков зодиака от G к X^* , а [точка], противоположная Солнцу, движется против последо-

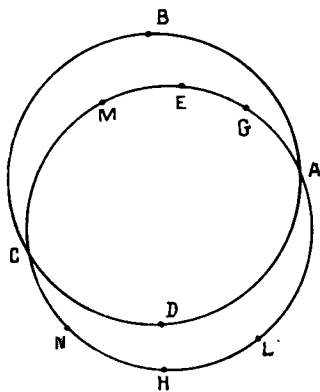


Рис. 151.

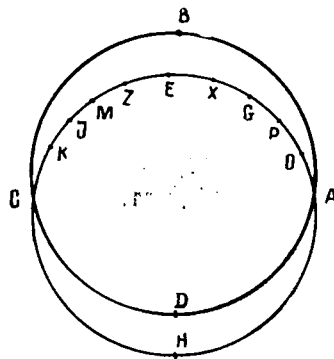


Рис. 152.

* См. рис. 152.

вательности [знаков зодиака]. Пусть P опережает Луну, и, следовательно, положение истинного противостояния относительно P — в направлении нисходящего узла, пусть это O . Тогда, поскольку уравнение Луны GX известно по ее аномалии, а уравнение Солнца GP известно по его аргументу, то PO равно приблизительно половине одной шестой дуги XP , которая известна. Тогда дуга GO между средним и истинным противостояниями [также] известна. Если центр эпицикла находится в точке M , то есть в месте среднего противостояния в конце пяти средних месяцев, то Луна находится от нее в направлении против последовательности [знаков зодиака] по причине неполного уравнения, пусть это — [точка] Z . Тогда градус, противоположный Солнцу, находится в направлении нисходящего узла от [точки] M ²³ по причине избыточного уравнения, пусть это — [точка] I ²⁴. Так как в это время [имеет место] опережение для [точки], противоположной [Солнцу], то противостояние от нее — в [направлении] последовательности [знаков зодиака], пусть это — [точка] K . Уравнение каждого из двух светил во время другого противостояния равно его уравнению во время среднего противостояния. Эти дуги равны в силу первого соответствия. Отношение движения Солнца к движению Луны во время первого и второго противостояний — единичное отношение²⁵ в силу равенства расстояния Солнца [во время противостояния] от перигея в каждой из двух сторон и расстояния Луны [во время противостояния] от апогея эпицикла в || каждой из двух сторон, 907 так что дуги KI и OP равны. Если мы учтем это, то найдем, что каждая из дуг AO и KC меньше границы затмения, расположенной на расстоянии его середины от узла. Отсюда очевидна возможность затмения Луны в обоих концах пяти больших месяцев. Это то, что мы хотели доказать.

Средние месяцы уменьшаются, если наше условие для больших месяцев относительно перигея Солнца и апогея эпицикла противоположно указанному, апогей находится в середине движения Солнца и перигей — в середине движения аномалии после отбрасывания полных оборотов. Если мы возьмем точку M для представления положения противостояния, находящегося в середине от начала семи малых месяцев, а точка G — положение восьмого противостояния, которым заканчиваются эти семь месяцев, то в силу того, что Солнце в первом противостоянии перемещается к своему перигею, градус, противоположный Солнцу, [движется] из положения среднего противостояния в последовательности [знаков зодиака].

Пусть он — в точке I , а Луна [находится] в том положении, которое мы предположили, и движется к перигею эпицикла, то есть от положения противостояния против последовательности [знаков зодиака]. Тогда для градуса, противоположного Солнцу, имеет место опережение, а истинное

908 противостояние происходит в направлении C — от I , являющейся противоположной истинному [противостоянию]. Пусть оно — в [точке] K , являющейся другим противостоянием Солнца, удаленным от своего апогея, причем противоположная ей [точка] движется от положения среднего противостояния || против последовательности [знаков зодиака]. Пусть P^{26} — градус, противоположный истинному [положению] Солнца, Луна же в этом противостоянии отошла от перигея эпицикла. Если она движется из положения среднего противостояния в последовательности [знаков зодиака], то имеет место ее опережение, и истинное противостояние [перемещается] при этом от P в направлении A , пусть оно — в [точке] O . Если мы учтем это при помощи расстояния Солнца в начале этих средних месяцев, то это расстояние и расстояние Солнца в конце этих месяцев окажутся по обе стороны от апогея в среднем из этих месяцев, а расстояния Луны в начале и конце их — этих месяцев — окажется по обе стороны от перигея эпицикла.

Далее, допустим, что Луна — на расстоянии K от узла C касается круга тени. Наше вычисление показывает, что AO — расстояние, на котором наиболее возможно затмение Луны, расстояние K от C — расстояние, на котором [также] возможно затмение Луны, причем расстояние AO в этом случае больше, если бы Луна не была в точке K , то не было бы касания кругов Луны и тени. Отсюда выясняется, что невозможно, чтобы Луна затмевалась в обоих концах семи малых месяцев. Что касается Солнца и возможного и невозможного для него, то вернемся к кругам $ABDC$ и $AEDH$, чтобы [круг], подобный [эклиптике], был изображен на том же чертеже*. Пусть во время соединения, при котором [имеет место] начало пяти больших месяцев, градус Солнца на круге, [подобном] эклиптике, в сфере Луны — G , а градус Луны на ее наклонной орбите — F , причем во время соединения эти месяцы заканчиваются, градус Солнца на [круге], подобном [эклиптике], в сфере Луны — L , градус Луны на ее наклонной [орбите] — X . Проведем [дуги] больших кругов GF и LX . Подобно тому, как изложено выше для затмений Луны, FX известна; оставшаяся сумма XH и FA также известна. Поэтому AF будет расстоянием от узла,

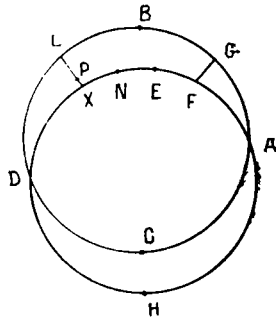


Рис. 153.

909 в котором имеет место || видимое касание Луны с Солнцем при их расстояниях от центра Земли, на которых основываются наши предположения о движении Солнца по обе стороны от перигея и о движении Луны по обе стороны от апогея эпицикла. Отсюда

* См. рис. 153.

найдем, что XH больше величины расстояния от нисходящего узла, [в котором], согласно установленному, необходимо [видимое] касание Солнца и Луны при их расстояниях от центра Земли. Но если известны их расстояния от центра Земли, то GF , равное сумме видимых полу диаметров [Солнца и Луны], известна. Следовательно, и AF известна. FX — движение Луны по широте в [течение] пяти средних месяцев, [полученное] прибавлением удвоенного уравнения Солнца во время каждого из обоих средних соединений, к которому прибавлена половина одной шестой удвоенного расстояния между Солнцем и Луной во время этих двух [средних] соединений. Следовательно, это движение известно. Оставшаяся HX тоже известна, если известна LX . Но при вычислении LX получается большей, чем GF . Тогда PX^{27} будет равна их разности. Следовательно, она известна. Если G — положение истинного соединения, видимого при отсутствии параллакса, то в каждом населенном пункте, в котором разность между широтными параллаксами обоих светил может быть больше, чем XP^{28} , возможно затмение Солнца в обоих концах пяти больших месяцев. Это потому, что если широтный параллакс имеет величину XP^{29} , то возможно, что первое соединение — ближайшее к узлу, и Солнце затмевается.

Другое соединение — самое далекое от узла, так что избыток видимой широты Луны над [суммой] полу диаметров обоих светил будет меньше, чем XP^{30} , так что затмение будет иметь место за счет диаметра Солнца благодаря избытку XP^{31} , разности широтных параллаксов Солнца и Луны, || над разностью между видимой широтой и [суммой] полу диаметров этих светил. Солнце в первом соединении, не имеющем параллакса, находится в G , ближе к узлу [A], в то время как во втором соединении [находится в L], дальше от другого узла. Поэтому затмение Солнца имеет место в обоих концах пяти больших месяцев. Если и LX , и GF больше [суммы] полу диаметров Солнца и Луны, то XH будет меньше, и избыток LX над [суммой] полу диаметров этих светил также меньше XP . Поэтому в каждом населенном пункте разность широтных параллаксов Солнца и Луны больше избытка GF над [суммой] полу диаметров этих светил, если Луна в F , а градус Солнца — D , или больше, чем избыток LX над [суммой] полу диаметров этих светил, если Луна в F , а градус Солнца — G , и Солнце затмевается в обоих концах пяти больших месяцев. Так как положение апогея, перигея и апогея и перигея эпицикла известны, то опережение Луны в первом среднем соединении и опережение Солнца в другом среднем соединении, а также истинные положения Солнца и Луны и промежуток времени между средним и истинным соединениями в обоих концах пяти средних месяцев известны. Поэтому промежуток времени пяти больших месяцев также известен. Если мы предположим время первого соединения на известном расстоя-

910

нии на небесном меридиане, то нам также известно расстояние моментов другого соединения на небесном меридиане, и его параллакс известен.

- 911 Если известны широта населенного пункта и градусы \parallel Солнца при этих двух соединениях на широте, на которой продолжительность дня превышает уравненный день на полчаса, то [известен] широтный параллакс на круге, подобном [эклиптике] для Луны.

Если вычесть из каждого из них параллакс Солнца на ее орбите, то сумма обоих остатков больше, чем избыток LX над GF , то есть [суммой] полудиаметров обоих светил на обоих заданных расстояниях от Земли.

Говоря о параллаксе Луны, мы упоминаем ее [круг], подобный [эклиптике], а не ее наклонную [орбиту], так как Птолемей пользовался параллаксом упрощенно, что [в данном случае] не приносит вреда для того, что он хочет доказать. Он поступал таким образом, что, следуя ему, мы замечаем, LX и GF , [вместе взятые], равны [сумме] полудиаметров Солнца и Луны. Сумма LX и GF превосходит [сумму] диаметров Солнца и Луны, если LX и GF , [каждая в отдельности], больше [суммы] их полудиаметров, а расстояние X от F в каждом из обоих случаев одно и то же. Однако в действительности это не так, ибо для градусов, более удаленных от узла, аргумент их широты будет меньше; и здесь между теми величинами, которые принимаются, и истинными нет ощутимой разницы.

- Опережение Луны во всех равных [промежутках] времени между средним и истинным соединениями не будет одним [и тем же]. Поскольку Луна здесь близка к среднему расстоянию на элицикле, а Солнце, аналогично этому, [близко к среднему расстоянию] на орбите апогея, то неравенство движения здесь незначительно и оно не принимает сколько-нибудь ощутимую величину. \parallel Поэтому в данном случае Птолемей пользуется средним движением, а не неравномерным. Необходимо знать то, что мы упоминали о местах затмения Солнца. [Затмение] бывает в северных населенных пунктах, если Луна севернее эклиптики, но тогда широтный параллакс приближает ее к Солнцу. Если бы она была южнее Солнца, то широтный параллакс отдалил бы ее от Солнца и сделал возможным затмение только в тех южных населенных пунктах, широты которых равны широтам указанных северных населенных пунктов.

Таким образом, доказано, что Солнце затмевается в первом климате на обоих концах пяти больших месяцев. В населенных пунктах, [расположенных] дальше к северу, возможность [затмения Солнца] будет больше, так как широтный параллакс в южном направлении больше, чем дальше к северу. Что касается семи малых месяцев, то для них не происходит подобное предыдущему. Если в первом противостоянии Солнце поместить в I , а во втором, который [произойдет] по окончании этих

месяцев, в G , то Луна в обоих случаях будет севернее эклиптики. В первом противостоянии Солнце подойдет к *хвосту*, а во втором отойдет от *головы*³² и широтный параллакс будет южным, ближе к Луне, чем к Солнцу. Следуя вышензложенному способу, предположим, что XH расстояние, при котором широта Луны равна половине [суммы] диаметров Солнца и Луны, а их расстояния от Земли определены в концах этих месяцев. Тогда получится, что AF больше XH , а GF поэтому больше || 913 LX , и для [этих месяцев] Солнце должно находиться не в первом соединении в L , а в последнем, которое в конце этих месяцев,— в G . Отсюда следует, что перемещения обоих светил, то есть расстояние Луны от перигея эпицикла, а Солнца—от апогея будет одним и тем же в каждом из [этих] двух соединений. [Следовательно], там, где разность широтных параллаксов Солнца и Луны больше избытка широты GF над [суммой] полудиаметров обоих светил, возможно солнечное затмение в обоих концах семи малых месяцев. Также, если LX и GF больше [суммы] полудиаметров обоих светил в соответствии с тем, что было для разности широтных параллаксов обоих светил, [возможно солнечное затмение], когда Луна находится в X , и эта [разность] больше избытка LX над [суммой] полудиаметров [обоих светил], и когда она в G , разность больше избытка GF над [суммой] полудиаметров.

Зададим, следуя Птолемею, одно из двух расстояний от узла после касания в нем обоих светил. Поскольку среднее перемещение обоих светил в семи средних месяцах и перемещение Луны по широте известны, то если удвоенное уравнение Солнца, после прибавления к нему половины одной шестой удвоенного расстояния между обоими светилами в каждом из обоих соединений, вычесть из перемещения Луны по широте за семь средних месяцев, в этом примере останется дуга XHF . Если XH расстояние, на котором имеет место касание обоих светил, то [величина] AF известна. Точно так же GF превосходит [сумму] полудиаметров, так как AF больше XH . Возможно, что Солнце затмевается на широте какого-либо населенного пункта или в концах семи малых месяцев по причине наличия параллакса Луны в этих двух концах. Если вычесть из этих параллаксов параллакс Солнца, то сумма обеих разностей в обоих концах превосходит избыток GF над [суммой] полудиаметров, || если 914 LX равна [сумме] полудиаметров. Это известно из того, что *заманы* опережения Солнца в первом соединении известны. Подобно этому известны *заманы* опережения Луны в последнем соединении. Если мы вычтем их сумму из промежутка времени семи средних месяцев, получатся малые [месяцы]. После их определения станет известным момент затмения, а также градус Солнца, с помощью которых Птолемей определил параллакс, хотя в действительности нужно было определить это с помощью градуса Луны на ее наклонной орбите.

Вот пример для промежутка времени семи малых месяцев, то есть двухсот пяти с половиной суток, когда градус первого соединения — в Водолее, а второго соединения — в Деве при равенстве расстояний от апогея Солнца. Поскольку дробь упомянутых суток — половина, то если первое затмение происходит вблизи горизонта на востоке, другое происходит вблизи горизонта на западе. Если определить параллакс и взять из него разность между обоими светилами данного населенного пункта, то сумма разностей для обоих светил больше этой величины, которую Птолемей считал основой. Поэтому следует, что затмение Солнца произойдет, возможно, в четвертом климате в обоих концах семи малых месяцев, а именно, на широте, избыточной над северной широтой этого климата, [затмение] более вероятно, если Солнце, как мы предположили, в первом соединении подходит к *хвосту*, а во втором удаляется от *головы*. Причем Луна в них отклоняется к северу от эклиптики таким же образом, как подобное этому было в концах пяти больших месяцев. Птолемей считал соединение, имеющее место в Водолее, происходящим на востоке и восходящим на горизонте.

915 Пусть середина неба имеет южное склонение, тогда широтный параллакс будет наибольшим. Если второе || соединение, имеющее место в Деве, происходит на западе, то середина неба также имеет южное склонение и склонение будет такое же, как в предыдущем [случае].

Что касается того, когда дело обстоит наоборот, то середина неба в каждом из обоих соединений получает северное склонение и широтный параллакс будет незначительным. В концах наименьшего месяца затмение Солнца невозможно. Если мы зададим перемещение Луны в наименьшем месяце от узла, то ее широта будет меньше той, которая имела бы место для нее, если бы [это перемещение] начиналось по обе стороны от узла. Если мы вычтем из этого перемещения [сумму] полудиаметров, из широты останется величина большая, чем когда широтный параллакс такой же величины. Если в одном из обоих соединений нет такого избытка широтного параллакса, который имелся между широтными параллаксами в эти два момента времени, то в эти моменты все направлено в одну и ту же сторону. Это потому, что если в каждом из обоих [соединений] все происходит в одной и той же стороне, и Луна движется от узла туда, где имеется широтный параллакс, тогда это будет постепенным удалением Луны от Солнца. Если же Луна находится с другой стороны, то необходимо, чтобы имелся избыток широтного параллакса над [тем] широтным параллаксом, при котором Луна удалена от Солнца на величину избытка широты над [суммой] полудиаметров до тех пор, пока для обоих светил возможно касание во время соединения.

Что касается случая, когда широтный параллакс в обоих соединениях имеет разные направления, то по отношению [к затмению] все остается

по-прежнему, так как для Луны в северных населенных пунктах не бывает широтного параллакса в северном направлении большего, чем тот, который имеется для нее на линии [земного] экватора.

Что касается широтного параллакса в южном направлении, меньшего для того [наблюдателя], в населенном пункте которого параллакс Луны — к северу, и еще меньшего для того [наблюдателя], в населенном пункте которого параллакс Луны еще дальше к северу, [то отметим следующее]. || Если взять наибольший из широтных параллаксов в северном 916 направлении для населенного пункта, самого удаленного к северу от линии [земного] экватора, и прибавить к нему широтный параллакс Луны на линии [земного] экватора в северном направлении, то есть наибольшего, который имеет место в северном населенном пункте, то в эту сумму не включается избыток этой широты над [суммой] обоих диаметров. Это одновременно невозможно.

Что касается двух линий затмений, во время двух следующих друг за другом противостояний, то они также невозможны, если видимый диаметр тени больше диаметра Солнца. Это потому, что наибольший предел для затмения Луны, если [оно] идет на убыль, меньше перемещения по широте за средний месяц. Поэтому, если месяц наименьший, то перемещение по широте вычитается, и недостаток является опережением для Солнца в первом конце и опережением для Луны в другом конце. Это меньше, чем то, что вычитается в наибольшем пределе затмения, так как недостаток здесь — уравнение Солнца в апогее. Уравнение Луны в обоих концах наименьшего месяца также меньше ее наибольшего уравнения, и, следовательно, невозможно, чтобы Луна затмевалась в обоих концах какого-нибудь месяца.

Что касается того случая, когда [Луна] затмевается во время противостояния, а Солнце — во время соединения, следующего за ним или наоборот, если Солнце затмевается во время какого-то соединения, а Луна — во время противостояния, следующего за ним, то это возможно, так как перемещение Луны по широте за половину среднего месяца превышает половину оборота на пятнадцать градусов с третью. Этот избыток распределяется. Часть его становится расстоянием Луны от узла во время противостояния, а [другая] часть — расстоянием Солнца от другого узла во время соединения при среднем перемещении. В это время возможно совпадение на одном из двух расстояний затмения для одного из двух светил с затмением на другом расстоянии для другого [светила].

Того, что мы рассказали об этих понятиях, достаточно для проницательного.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВИДИМЫХ ДИАМЕТРОВ СОЛНЦА И ЛУНЫ И ДИАМЕТРА ТЕНИ

Хотя то, что содержится в этой главе, упоминалось выше, ввиду [крайней] необходимости в этом месте мы еще раз повторим сказанное. Что касается [определения] диаметра Луны, то мы уже говорили, что, если ее перемещение за час умножить на 157 и взять половину одной шестой произведения, получится диаметр Луны. Но если мы хотим [определить диаметр Луны] по ее перемещению за минуту суток, [то] умножаем это перемещение на 190 и делим произведение на 77. [Получится диаметр]. Если хотим [получить диаметр] из ее *бухта*, умножаем *бухт* на 19 и делим произведение на 462. [Получится диаметр].

Что касается [определения] диаметра Солнца, то, если хотят [его получить] из перемещения [Солнца] в минуту суток, умножают [это перемещение] на 360 и делят произведение на одиннадцать. [Получится диаметр Солнца]. Если хотят [получить его] из *бухта* [Солнца], умножают [*бухт*] на шесть и делят произведение на одиннадцать, получится диаметр [Солнца].

Что касается диаметра тени, то, если умножить перемещение Луны за час на 43 814 и разделить на 17 325, получится неисправленный диаметр тени. То же самое получится, если умножить перемещение за минуту суток на 31 907 и разделить произведение на 3465, или умножить ее *бухт* на 31 907³³ и разделить полученное на 207 900. Что касается уравнения диаметра тени, то, аналогично изложенному выше, если вычесть из движения Солнца в час $0^{\circ}2'22''24'''$ и вычесть удесятеренный остаток неуравненной тени, то получится уравненная [тень]. Если хотят [получить] уравнение из *бухта*, [его] умножают на пять, делят произведение на двенадцать, а частное от деления вычитают из неуравненной тени. [Получится уравненная тень]. Если хотят [получить уравнение] из движения за минуту, умножают [его] на двадцать пять и вычитают произведение из неуравненной тени, получится уравненная [тень].

918 Приведенные здесь || числа [вытекают] как следствие из соотношений, вычисленных в предыдущих главах. Они могут измениться только при взятии кратными, делении и их возможном сочетании. Поэтому подробное разъяснение их сути представляет затруднение.

Глава седьмая

О ВЫЧИСЛЕНИИ ЗАТМЕЕНИЯ ЛУНЫ

Раздел первый

О ВЕЛИЧИНЕ ЗАТМЕВАЕМОЙ [ЧАСТИ ЛУНЫ] И ЕЕ ПЛОЩАДИ

Пусть A — один из двух узлов *джаузахира*³⁴, B — центр тени на эллиптике AB, BC ³⁵ перпендикулярно AC — наклонной орбите Луны*. На ней — середина темноты при полном затмении или [при затмении] большей части Луны. Большинство ее [затмений] неполные. Касание Луны и тени бывает в первом [случае], когда затмение невозможно. Оно определяется в заданное время расстоянием Солнца от ближайшего из двух узлов до Солнца, а именно: синус AB относится к синусу искомого BC , как синус прямого угла ACB к синусу угла BAC ,

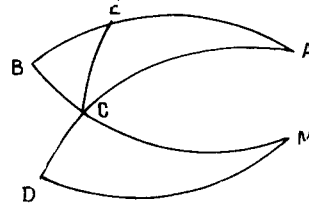


Рис. 154.

который по величине наибольшей широты Луны. Если мы умножим синус расстояния между Солнцем и узлом на синус пяти градусов, получится синус отклонения тени от наклонной орбиты. Для определения AC говорят, что || его синус относится к синусу AB , как синус CM дополнения отклонения тени к синусу MD дополнения наибольшей широты Луны. Если мы умножим синус расстояния между Солнцем и узлом на синус дополнения отклонения тени и разделим произведение на синус восьмидесяти пяти градусов, получится AC , расстояние середины затмения от узла, имея в виду здесь сторону широты в упомянутых выше действиях для уравнения Луны в пятом столбце. Если Луна будет в C , проведем к ней из полюса эллиптики дугу CD для перехода от ее положения на наклонной [орбите] к [положению] на эклиптике. Положение ее на эклиптике будет D ³⁶.

Для определения противостояния обращаются к этому [положению], если Солнце диаметрально противоположно ему, а середина затмения не на CD , являющейся широтой Луны, а на BC . Если аргумент широты — AC , то его синус относится к синусу AB , как синус CM к синусу MD . Поэтому, если мы умножим синус аргумента широты на синус восьмидесяти пяти градусов и разделим произведение на синус дополнения склонения Луны, то получится синус расстояния между Солнцем и узлом. Затем говорится, что если тень окажется в B , а Луна — в C , отклонение BC — избыток над суммой BEC и [суммой] обоих полудиаметров, то невозможность затмения очевидна из-за несовпадения Луны

* См. рис. 154.

и тени в момент прохождения [Луны] мимо тени. Если отклонение равно их сумме, то Луна и тень necessarily касаются в момент ее прохождения мимо тени. В других двух частях это необязательно.

920 Далее, если BC меньше [суммы] обоих полудиаметров, то необходимо происходит затмение. Причем, имеет место один из трех случаев: либо затмевается часть [Луны], либо целиком, в случае, когда Луна затмевается целиком; либо между моментом полного затмения || и началом «прояснения» нет [ощутимого] промежутка времени и они одновременны, так что здесь нет «пребывания» в [затмении], либо после полного затмения возможен промежуток времени и после них начинается «прояснение».

Пусть имеет место каждый из этих случаев, изобразим каждый из них отдельно на чертеже. Опишем из [центра] B круг тени, а из C —круг Луны, пересекающиеся между собой по рыбообразной фигуре³⁷, это $DEGF^*$ — затмеваемая часть Луны, входящая в тень тогда, когда отклонение Луны меньше [суммы] обоих полудиаметров. Известно, что отклонение BC равно [сумме] полудиаметра тени BF и части FC полудиаметра Луны. Поэтому, если мы вычтем отклонение Луны из

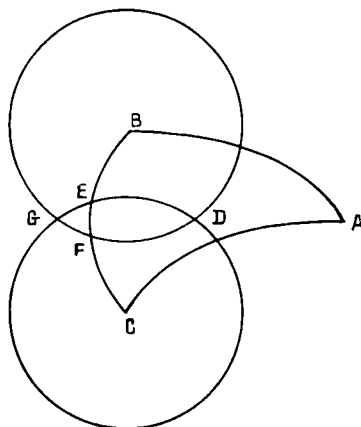


Рис. 155.

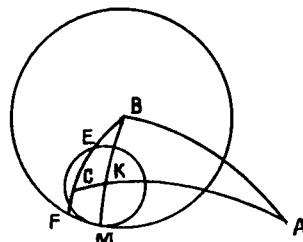


Рис. 156.

суммы полудиаметров [Луны и тени], останется EF , то есть затмеваемая часть диаметра Луны. Это чертеж для первого случая.

921 Пусть во втором случае отклонение BC равно полудиаметру тени BF . Тогда из [суммы] обоих полудиаметров останется полудиаметр Луны FC^{**} . Если это так, то оба круга касаются внутри большего и затмение поглощает тело Луны || только в том случае, когда она находится в C , а не в какой-либо другой точке, например, K . Так как BK лежит против прямого угла C , то она больше KC . Остается KM , которая меньше полудиаметра Луны CF . Поэтому часть его в K — против

* См. рис. 155.

** См. рис. 156.

тени. Подобен этому случай, когда точки лежат по другую сторону. Следовательно, полнота затмения будет в точке C , а начало «прояснения» также в ней, то есть затмение в этом положении полное. Но его полнота не обладает «пребыванием».

Что касается третьего случая, то если, подобно [предыдущему], вычесть в нем BC , из [суммы] полудиаметров останется сумма FC и CL , большая полудиаметра Луны на величину LF^* . Затмение на AC полное и обладает «пребыванием» во времени, так как если мы проведем BXO , где XO — полудиаметр Луны, то касание имеет место в момент, когда Луна находится в X , и в это время затмение достигает полноты. Далее, с этой стороны имеется часть XC и подобная ей [часть] с другой стороны

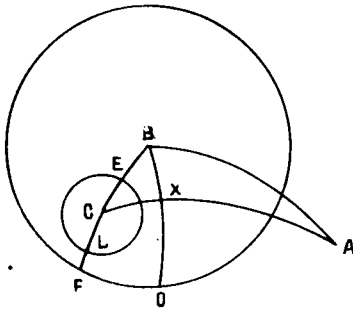


Рис. 157.

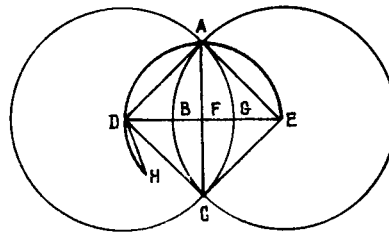


Рис. 158.

и затмение обладает «пребыванием». Если достигнуть [точки], противоположной точке X , то «пребывание» заканчивается, и начинается «прояснение». Две другие части излишни, если известна величина затмеваемого, тогда в них обоих — вся Луна, так что необходимо разделить первую часть. Пусть для нее круг тени — ABC с центром E и круг Луны с центром D^{**} . При их пересечении возникает фигура, которую индийцы называют рыбообразной, то есть $ABCG$. Мы хотим определить ее. Она подразделяется на два вида: первый из них, когда затмеваемая часть диаметра Луны — некоторая заданная величина, а другой — когда затмеваемая часть Луны равна некоторой величине, заданной по площади. Но для этого среди астрономов применяются двенадцать [«пальцев»].

Что касается [измерения затмения] диаметром, то причина этого в применении гномона в двенадцать «пальцев»³⁸, поскольку наблюдение диаметра Солнца и Луны с востока и мы измеряем их при помощи двенадцати «пальцев». Определение размера диаметра и затмения по нему с помощью зрения нетрудно. Если у нас получается FE , то это будет в

* См. рис. 157.

** См. рис. 158.

масштабе CE и относится к CE , как затмеваемые «пальцы» к двойным «пальцам» CE , то есть шести. Если мы умножим величину затмеваемых «пальцев» на шесть и разделим произведение на полудиаметр Луны, получатся затмеваемые || «пальцы» диаметра Луны.

Что касается измерения величины тела [Луны] и затмеваемой его части, то это несколько глубже и труднее. Соединим для нашей цели A с E и A с D . AD необходимо короче AE . Пусть дуга ADH — на круге, описанном около треугольника EAD , и пусть она равна дуге AE . Соединим D с H и будем следовать здесь методу Птолемея³⁹, согласно которому части этих дуг в рассуждениях мало отличаются по величине от прямых линий. Тогда в треугольнике EAD стороны известны и квадрат EA равен квадрату AD вместе с произведением [звеньев] ломаной ED и DH ⁴⁰. Если мы умножим полудиаметры Луны и тени каждый на равное себе и разделим разность произведений на основание, равное тени, получится CE ⁴¹. Если мы прибавим к основанию ED , получится удвоенная EF . Если мы вычтем DH из ED , останется удвоенная DF , и при определении их обоих AF станет известной. AF относится к полудиаметру Луны AD , как синус угла ADF к синусу прямого угла F , и угол ADF , то есть дуга AG ⁴², известен. Таким же образом становится известной дуга AB . Но обе они — в масштабе окружности в триста шестьдесят градусов, а нужно определить их в масштабе двух диаметров.

Ранее уже было изложено в третьей книге, [что] отношение между диаметром и окружностью таково, что, если [принять] окружность за триста шестьдесят [частей], то диаметр — $114^{\circ}35'9''$ ⁴³, а согласно отношению, которым пользуются измерители, то есть отношению единицы к трем и одной седьмой, [получается] $114^{\circ}32'44''$. Птолемей принимал ее 923 меньшей 1071-х и большей 1070-х, || так что отношение между⁴⁴ диаметром и окружностью — отношение 360 к 1131, причем диаметр — $113^{\circ}34'11''$ ⁴⁵. Это более правильно для использования, чем отношение 7 к 22. Если имеется эта величина, то дуга AG , которая нам известна в градусах окружности, относится к ее величине в [масштабе] диаметра Луны и вся окружность относится ко всей окружности как $57^{\circ}17'36''$ ⁴⁶ к полудиаметру Луны. Если мы умножим дугу AG на полудиаметр Луны и разделим произведение на это число, получится дуга AG в масштабе диаметра Луны. Таким же образом, если мы умножим полудиаметр Луны на триста шестьдесят и разделим произведение на это число, получится окружность Луны в масштабе ее диаметра. Но произведение полученной нами дуги AG на AD — площадь сектора⁴⁷ $AGCD$, произведение DF на FA — площадь треугольника ADC . Разность между ним и сектором — площадь дуги⁴⁸ — $AGCF$. Это одна половина тени, а сумма площадей обеих дуг — это рыбообразная фигура в масштабе площади, требуемом полудиаметром Луны. Поэтому полудиаметр Луны умножа-

ется на полученную нами половину ее окружности, получается площадь Луны, запомним ее. Рыбообразная фигура относится к ней, как величина затмеваемого к двенадцати [«пальцам»], то есть заданной площади круга Луны. Умножим имеющуюся у нас сумму площадей обеих дуг на двенадцать, разделим произведение на запоминаемое, получится⁴⁹ величина затмеваемой [части] Луны, при условии, что площадь ее тела — двенадцать [«пальцев»]. Мы вычислили это для каждой хорды в круге || при условии, что его диаметр — двадцать один, площадь двух малых сегментов⁵⁰, выделенных из круга, в масштабе, в котором площадь всего круга — двенадцать [частей], и поместим это в таблицу. Если известна стрела *АС*, то она относится к диаметрам тени и Луны, как величина этой стрелы в круге, диаметр которого — двадцать один, — к диаметру [Луны]. Надо умножить стрелу *АС* на двадцать один и разделить произведение отдельно на диаметры тени и Луны. Войдем с частным при обоих делениях в строку числа. Берется то, что [стоит] против этого в столбце площади, и оба складываются. Получится площадь затмеваемой [части] в масштабе, в котором площадь всего круга — двенадцать «пальцев»⁵¹. Вот эта таблица⁵²:

925

926

Градусы	Минуты	Площадь				Градусы	Минуты	Площадь			
		«пальцы»*	минуты	секунды	терции			строка числа	«пальцы»*	минуты	секунды
0	30	0	0	0	15	11	0	0	24	6	42
1	0	0	0	1	15	11	30	0	27	31	0
1	30	0	0	4	45	12	0	0	32	8	33
2	0	0	0	8	28	12	30	0	36	32	38
2	30	0	0	16*	44	13	0	0	41	36	28
3	0	0	0	27	41	13	30	0	47	12	46
3	30	0	0	43	41	14	0	0	53	23	49
4	0	0	1	8	3	14	30	1	0	16	30
4	30	0	1	32	34	15	0	1	7	47	41
5	0	0	2	3	41	15	30	1	16	9	25
5	30	0	2	49	35	16	0	1	25	28	30
6	0	0	3	40	57	16	30	1	35	47	44
6	30	0	4	41	36	17	0	1	47	59	17
7	0	0	5	53	20	17	30	1	59	44	20
7	30	0	7	16	25*	18	0	2*	14	52	41
8	0	0	8	48	11	18	30	2	31	31	40
8	30	0	10	42	29	19	0	2	50	54	6
9	0	0	12	48	8	19	30	3	13	13	57*
9	30	0	15	9	40	20	0	3	42	26*	59
10	0	0	17	49	11	20	30	4	21	8	58*
10	30	0	20	47	23	21	0	6	0	0	0

О РАЗЛИЧИИ ЦВЕТОВ ЗАТМЕНИЙ ЛУНЫ

Цвет — это качество поверхности окрашенного тела, воспринимаемое чувством зрения. Здоровое чувство зрения воспринимает осязаемые объекты при помощи света и прохождения его через среду между ними и глазом. Цвета и формы фигур влияют на хрусталик в глазном яблоке, так что глаз чувствует их через глазное яблоко. То, как это происходит, связано с исследованием вне этого искусства.

Имеются [объекты], прямолинейно распространяющие свет и отражающие его в ту сторону, откуда он приходит, или преломляющие его в другую сторону. Отсюда получается избыток или недостаток по величине наблюдаемого [объекта] или восприятие его не в том месте, в котором он [в действительности] находится. Если это бывает в трех объектах, то изменение цветов имеет место в соответствии с положениями, наблюдающимися для каждого из этих объектов или для всех вместе, так что, возможно, цвета изменяются в соответствии с изменением окрашенных [объектов], как чередуются зеленый, желтый, красный и черный цвета в финике или в других фруктах. Возможно, что они изменяются в связи с сопротивляющейся средой, через [которую проходит свет] в зависимости от того, будет ли это воздух, вода или что-либо из прозрачных и мутных, широких или узких [сред]. Возможно, что [цвет] изменяется из-за света, падающего на [объект], подобно кувшинке водяной лилии, которая видна грязно-красной при солнечном свете и красной при свете свеч. Возможно, что он изменяется из-за обилия или недостатка света, подобно различию цвета Земли и стен, на рассвете и в тени. Возможно, что цвет изменяется из-за пребывания по середине тени и отклоняется в зависимости от того, что его несет. Возможно, в различии цвета имеется нечто такое, что по положению сравнимо с темнотой и светом, || при котором Луна видна вблизи Солнца наподобие света, падающего на Землю и стену и освещающего их. Затем Луна и Земля возвращаются к своему положению, когда свет прекращается.

Аристотель⁵³ предполагает [имеющимся] у Луны какой-то [другой] свет, помимо того, который доходит до нее от Солнца. Потому что, если бы было не так, то Луну нельзя было бы наблюдать в середине полного затмения. Такое предположение допустимо, но не необходимо, так как конус тени ограничивается границей света и темноты, и она превосходит конус тени на всем протяжении [затмения]. Поэтому нет препятствия к тому, чтобы граница достигла стрелы [конуса тени] по той причине, что тень заканчивается в вершине конуса. Тело Луны в этом положении, возможно, не лишено некоторого света, доходящего до нее, как это видел Аристотель. А он видел все тело [Луны], когда она в начале месяца —

дочь⁵⁴ двух или трех ночей. Тогда она дальше от света, чем во [время] затмения.

Астрономы в отношении цвета затмения пользуются только измерением, а не тем, что можно ощутить, и утверждают, что затмение — это темнота, получающаяся при отсутствии света Солнца. Поэтому эта темнота необходимо чем дальше от света, тем более абсолютная. Так как эта удаленность и близость соответствуют широте Луны, то они ставят цвета в соответствии с шестью первой части широты Луны, которая затемняется, а наиболее темную [часть] помещают в конце широты, потому что она находится в середине тени. При помощи этого они нашли первую шестую этой части. Поскольку вторая шестая [часть] удаленной стрелы, ей соответствует зеленый [цвет], третьей — красный, четвертой — желтый, пятой — серый и шестой — сероватый. Что касается существования в ощущении, то оно совпадает с мнением индийцев об этом и мы не будем его касаться. || Так что в начале затмения вблизи касания существует около края Луны со стороны тени тусклость и дымка, из-за ее восхождения в упомянутую нами выше [границу] конуса тени. Когда же она входит немного дальше, и тень появляется, дымка исчезает из-за присоединения, которое в темноте и черноте представляет собой свет и белизну, пока не исчезнет светильник Солнца, и малый свет исчезнет вблизи большого, а затмение останется темным до его полноты. После этого чернота исчезает, а Луна появляется медного цвета или ржавого желтого цвета.

Что касается мнения индийцев об этом, то [они считают], что затмение — это полная чернота, поскольку оно не превосходит полудиаметра. Это — граница того, что описывают как тусклость, так и дымку. Затем, когда темнота проходит половину, то с ним смешивается красный цвет. Это и есть предел границы с желтым [цветом]. Они говорят: если [затмение] завершается или длится после этого, то чернота его приближается к желтизне, а затем приближается к красному, зеленому, а затем к темноте. В этой главе пользуются другим методом по сравнению с первой.

Итак, тень Земли расширяется в соответствии с близостью [Луны] от Земли. Они делят [промежуток] между самым далеким и самым близким расстоянием от Земли на шесть [частей], так что каждая шестая [часть] соответствует созвездию зодиака, и распределяют упомянутые цвета для широты Луны, начиная с самого близкого на эклиптике. Имело место наблюдение красного цвета, который остается в теле Луны после завершения затмения, и это тем более ясно видно, чем гуще темнота. Отсюда выясняется, что мнение авторов *зиджей*⁵⁵ по этому || вопросу не совпадает с истиной. То, что они упоминают об одновременном затмении Луны и Солнца, является ложными сведениями и более далеко от истины. А именно: о том, что Солнцу и Луне присущ белый цвет, если

они в восходящем узле, и черный, если они в нисходящем узле. Эта [мысль] возникает из порочных воззрений, [идуших] либо от вероучения, либо от искусства приговоров⁵⁶.

Раздел третий

ОБ ОТКЛОНЕНИИ ЗАТМЕНИЯ ЛУНЫ И ЕГО ФОРМЕ

Круг, проходящий через центры затмевающего и затмеваемого [тел], определяет самое темное [место] затмения в середине темной [части] затмеваемого [тела] и делит горизонт пополам в двух противоположных точках. Но если мы хотим проследить за серединой затмения, то мы должны обратиться к той из двух точек, которая находится в темной части затмеваемого тела, а не к той, которая находится в светлой части. Поэтому, когда Луна в своем затмении находится к северу от эклиптики, эта точка, которую мы определили на горизонте, будет в южной из двух частей, на которые эклиптика делит горизонт. Если она находится к югу от эклиптики, дело обстоит наоборот. Поскольку точки пересечения горизонта и эклиптики постоянно меняются, то все круги, проходящие через центры затмевающего и затмеваемого [тел], также постоянно меняются из-за всеобщего движения и движения обоих светил, которым принадлежат [эти круги]. Они же не имеют предела. Никаким способом невозможно различить стороны, в которых имеет место отклонение в любое время, кроме тех [случаев], которые известны и определяются иначе, как начало затмения, его конец и середина, а также начало «прояснения» и его конец. В силу метода Птолемея, согласно которому малые дуги считаются прямыми линиями, наклонная орбита в это время считается параллельной эклиптике.

Пусть, например, AB — эклиптика, CDE — параллельная ей наклонная орбита*. || Луна на ней — [в точке] C в середине затмения.

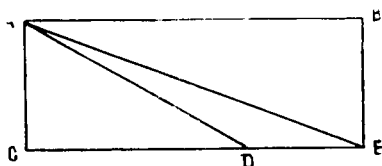


Рис. 159.

Центр тени — в A . AC проходит через оба полюса наклонной [орбиты]. Будем считать ее приблизительно перпендикулярной AB , хотя это не так. AB известна, так как она — разность [суммы] обоих полу диаметров и затмеваемой [части] диаметра Луны. Проведем AE , равную [сумме] обоих полу диаметров. Ее отношение к AC известно. Угол C — прямой, а поэтому угол AEC , то есть угол EAB , накрестлежащий по отношению к нему, известен. [Точка] E в этой стороне — место начала затмения, а противоположная ей [точка] в другой стороне — место начала

* См. рис. 159.

«прояснения». Угол BAE равен величине расстояния от восхода или захода в необходимую сторону, то есть северную или южную. Проводится также AD , равная избытку полудиаметра тени над полудиаметром Луны. Если затмение, подобно тому, как изложено выше, имеет «пробывание», то угол ADC , являющийся накрестлежащим по отношению к углу DAB , известен. Он равен той же величине отклонения конца затмения или соответствующего ему полного «прояснения» и удален от градусов горизонта при восходе или заходе в необходимую сторону, северную или южную.

Далее мы говорим: если Луна находится к северу от эклиптики, возьмем эти градусы при определении какой-либо затмеваемой части Луны при западном подразделении в северной стороне. Если центр Луны — в начале затмения E , то последовательность знаков зодиака — от него к E в сторону запада к концу затмения D , а Луна движется от D к C . Наибольшая темнота затмения в D в направлении A . Если мы хотим [узнать это] для начала «прояснения», возьмем градусы подразделения в направлении \parallel с востока к северу, так как если Луна в точке, 932 противоположной E , то точка, противоположная B , — к востоку от A . Начало «прояснения» — на линии, противоположной AD , то есть той, которая равна ей в стороне востока.

Что касается начала затмения, то возьмем [градусы] западного подразделения в сторону юга, так как A от E — в восточном направлении, и на AE [находится] начало затмения в направлении A . Если мы определим AB и AE , выделится дуга, которая по величине угла BAE в стороне от эклиптики, противоположной Луне. Для конца «прояснения» возьмем дуги западного подразделения в сторону юга. Это потому, что конец [части] Луны, в которой затмение исчезает, когда центр в E , — в противоположной ей точке, а то, что противоположно EA , — в направлении A , то есть против последовательности [знаков зодиака]. Если Луна к югу от эклиптики, то ясно, что дело обстоит аналогично тому, что изложено выше [в случае] севера.

|| Глава восьмая

933

О ВРЕМЕНАХ ЗАТМЕНИЯ ЛУНЫ

Раздел первый

ОБ АБСОЛЮТНЫХ ВРЕМЕНАХ ЗАТМЕНИЯ

Выше нами изложены [возможные] случаи затмения Луны, откуда известно, что время, когда середина затмения находится на круге, иду-

щем от центра тени к наклонной орбите,— среднее между временем появления затмения и временем ее полного «прояснения». При этом наибольшая зазубренность имеет место тогда, когда [затмение] неполное, не затмевается все тело [Луны] и нет «пребывания»⁵⁷. Середина затмения, в частности, может быть серединой полного затмения, обладающего «пребыванием» и началом «прояснения».

Эти два момента и два положения продолжают сближаться при сокращении «пребывания» до тех пор, пока оба они не совпадут при его отсутствии. Точно также начало неполного затмения и конец «прояснения» сближаются при сокращении затмеваемой части, пока оба они не совпадут при ее «прояснении». Расстояние между началом затмения и его серединой называется *заманами* «впадения». Одна шестая этого — минуты «впадения», а если преобразовать их в часы, то — часы «впадения»⁵⁸, так как при этом перед противостоянием Луна впадает в затмение. Подобно этому расстояние между началом «пребывания» и серединой затмения [называется] *заманами* «пребывания», [а также] его минутами и часами. Установлено также, что момент вычисленного противостояния или видимого соединения в действительности не в середине затмения.

Пусть [дуга] AB на эклиптике и [дуга] AC на наклонной орбите равны⁹³⁴ ны*. Тогда если B — центр тени, а C — центр Луны, то в момент про-

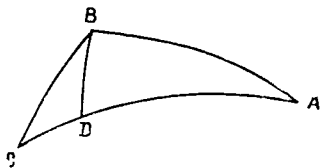


Рис. 160.

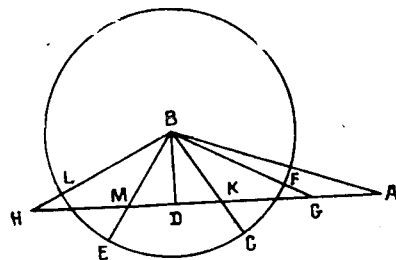


Рис. 161.

тивостояния наибольшая темнота в середине затмения — на круге, проходящем через центры затмевающего и затмеваемого перпендикулярно к наклонной орбите. Проведем его — это круг BD . Тогда середина затмения — при достижении центра Луны D , а противостояние — в C . Но мы поставим широту Луны вместо BD , поскольку разность между B и D не ощущается.

Затем Птолемей и все люди [этого] искусства вычисляли дуги при определении этих времен по примеру вычисления прямолинейных тре-

* См. рис. 160.

угольников. Пусть A — узел, B — центр тени, ее круг — $FCEL$, наклонная орбита — AN , середина затмения — в основании перпендикуляра⁵⁹ D^* . Тогда каждая из [линий] BFG и BLH равна [сумме] обоих полудиаметров. Точки F и L — места касания, так как каждая из [линий] — GF и LH равна радиусу Луны. Точки G и H — положения Луны при появлении затмения и завершении «прояснения», каждая из [линий] DG и GH — *заманы* «впадения». Они известны, так как каждая из [линий] BG и BH ⁶⁰ — [сумма] обоих полудиаметров. Следовательно, BD — широта Луны становится известной. Поэтому умножим широту Луны при противостоянии и [суммы] обоих полудиаметров на равное им, извлечем корень из суммы произведений, получатся *заманы* «впадения» и установится время противостояния в трех положениях. [Затем] *заманы* «впадения» превращают в род *заманов*, часов || или минут суток, вычитают 935 из первого положения и прибавляют к третьему, и моменты затмения непрерывно следуют друг за другом, то есть первое [положение] — это время начала затмения, второе — время его середины, а третье — завершение «прояснения».

Далее из чертежа следует, что каждая из [линий] BKC и BME равна полуразности обоих диаметров. Тогда каждая из [линий] KC и ME равна полудиаметру Луны, а точки K и M — положения Луны при завершении затмения и начале «пребывания» и при завершении «пребывания» и начале «прояснения». Поскольку проведение этих двух линий невозможно, становится ясно отсутствие «пребывания», если же это возможно только в середине затмения, то будет [полное затмение] во всем теле [Луны], но не будет «пребывания». Если [это] невозможно и в середине затмения, то не будет затмения.

Определение этого: наблюдают широту Луны в середине затмения, и если она равна половине разности обоих диаметров, то затмение полное и оно не обладает «пребыванием». Если она больше разности обоих полудиаметров, то затмение неполное, не говоря уже о том, что не будет «пребывания». Если же она меньше ее, то [затмение] обладает «пребыванием». При определении «пребывания» последуем тому, что изложено выше о «впадении», а именно: BK равно в квадратах BD и DK и DK известно. Если вычесть его аргумент из *замана* времени середины затмения, останется время завершения затмения, когда Луна находится в [точке] K . Если прибавить это к нему, получится время начала «прояснения», когда Луна находится в M . Хотя движение || Луны 936 в *заманах* середины затмения и отличается от ее движения в *заманах* после этого, величина этого различия не будет ощущаться. Для того, кто хочет строгости для уточнения и отказывается от применения того,

* См. рис. 161.

что изложено выше при помощи линий, мы повторим из этого чертежа то, что необходимо, то есть продолжим нашу дугу DB до полюса наклонной [орбиты] E и опишем вокруг B на расстоянии стороны [вписанного] квадрата квадрат круга GHF^* . Проведем к ней DA . Ясно, что

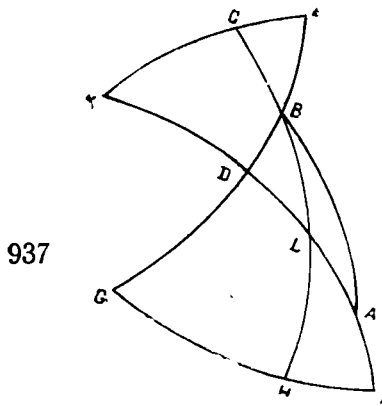


Рис. 162.

[точка] A^{61} известна, так как это — положение узла. AB — расстояние Солнца от другого узла, а AD — аргумент широты, то есть его положение на наклонной орбите до перехода к эллиптике. Что касается определения середины затмения в то время, когда Луна находится от Солнца на перпендикулярном круге, идущей от него по наклонной орбите, то находится точка D . || Синус AB относится к синусу наибольшей широты Луны CK , и BD , определяемая как расстояние Солнца от узла, известна. Проведем квадрат BLH так, что BL равна сумме обоих полудиаметров в начале затмения или их разности в начале «пребывания». Тогда HL — дополнение любой из них, которая задана. Ее синус относится к синусу LF , как синус

DG^{62} , дополнения широты, определяемой с помощью Солнца, к синусу квадранта DF , и LF известна. Ее дополнение LD — искомые *заманы* — также известно.

Когда действуют таким путем, узнают, насколько близка к истине приведенная выше в этом [вопросе] неточность. Если говорить о движущихся [телах], для строгости нет предела, которым можно ограничиться. Известно, что величина BD в середине затмения не является такой же самой, как в начале затмения и при завершении «прояснения». Поэтому для приближения к истине необходимо повторить уточнение.

Окончательное решение этого возможно только после разрешения спора между сторонниками частицы⁶³ и сторонниками ее отрицания — в соответствии с этим различны относящиеся к ним движения⁶⁴.

938

|| Раздел второй

О СЛУЧАЯХ ЗАТМЕНИЯ ЛУНЫ ВБЛИЗИ ВОСХОДА И ЗАХОДА

Если все упомянутые моменты затмения Луны около середины [затмения] имеют место днем, то [затмение] не нуждается в основе, а если ночью, то путь к его определению ясен. Если [затмение] имеет место

* См. рис. 162.

частично ночью, частично днем, то нужно определить его в течение двух ночей после исправления начала ночи при помощи наибольшего параллакса Луны на расстоянии, на котором она [находится] в это время от Земли. Если Луна диаметрально противоположна Солнцу, [она] не восходит одновременно с заходом [Солнца], а запаздывает на величину своего наибольшего параллакса на ее расстоянии, как если бы она была неподвижна, а так как она не неподвижна, то к этому прибавляется опережение Луны за промежуток времени оборота параллакса.

Возможно, что величина этого близка к двум заманам с половиной одной десятой. Если противостояние в точности одновременно с заходом Солнца, или недалеко от него, то Луна может быть видима на востоке в некоторых положениях своего затмения.

Пусть E — центр мира, G — горб Земли, AB — диаметр Солнца на горизонте на западе. Стрела конуса тени — CED , диаметр тени в месте прохождения Луны — DF ⁶⁵. Проведем GK параллельно ED и [возьмем] на нем [точку] восхода Луны*. Пусть M — ее положение в начале [затмения], если противостояние \parallel одновременно с восходом Солнца. Тогда, если Луна достигает K , то время начала ее затмения, оказывается, совпадает со временем ее исчезновения из поля зрения. Далее все остальное время [противостояния] она видна. Если противостояние имеет место чуть позже захода, то стрела слегка поднимется. M находится над линией GK , и видна в начале все время после нее. Если [противостояние] незадолго до захода, стрела опускается, и начало не видно. И в некоторых случаях [Луна] восходит после [захода Солнца] или между ними. Так же обстоит дело при противостоянии, которое одновременно с восходом Солнца или близко около него. Это можно себе представить, поменяв стороны.

Если начало [затмения] днем, а середина — ночью, то темнота имеет место во всем теле [Луны].

Остаток дня со стороны начала относится к заманам «впадения» как затмеваемая [часть] при восходе к ее наибольшей величине. Если мы умножим этот остаток дня на «пальцы» затмения и разделим произведение на заманы «впадения», получатся «пальцы», затмеваемые в момент восхода Луны. Если затемнено будет все тело и начало — ночью, то умножим остаток дня во время начала [затмения] на двенадцать и разделим произведение на разность между заманами «впадения» и

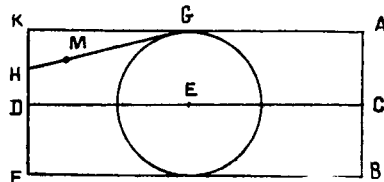


Рис. 163.

939

* См. рис. 163.

«пребывания», получится величина затмеваемого при восходе. Если начало «пребывания» днем, то вся Луна восходит затемненная. Если ночью нет никакого момента затмения, кроме завершения «прояснения», [то] умножим остаток дня до начала «прояснения» на двенадцать, разделим произведение на разность между *заманами* «пребывания» и «впадения» и вычтем частное от деления из двенадцати. Останутся пальцы затмения во время восхода. Для того, кто представляет себе это на востоке дня начала ночи, это не скрыто и на западе для конца ночи.

940

|| Глава девятая

О ВЫЧИСЛЕНИИ ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА

Раздел первый

О ВЕЛИЧИНЕ ЗАТМЕВАЕМОЙ [ЧАСТИ] И ЕЕ ПЛОЩАДИ

В этой главе объединены затмения обоих светил. Поэтому, если вместо диаметра Луны, затмевающей Солнце, поставить диаметр тени, затмевающей Луну, и воспользоваться полудиаметрами обоих светил и расстоянием между их центрами при их наблюдении, то это имеет место на круге, перпендикулярном к наклонной орбите в середине затмения. Отсюда узнают величину затмеваемой [части] диаметра Солнца наподобие того, как это сделано выше. Поэтому нет пользы в повторении этого, так как смысл остается неизменным при изменении названий. Все люди [этого] искусства не единогласны относительно «пребывания» затмения Солнца, и [подразделяются] на две противоречащие [группы]— традиционалистов⁶⁶ и наблюдавших воочию. Что касается традиционалистов, то Птолемей, хотя он не заметил изменения ощутительного диаметра Солнца на различных расстояниях, не упустил изменения диаметра Луны при этом. Но в «Книге призм»⁶⁷ он перемещает Солнце [соответственно] среднему расстоянию и прибавляет к [этому расстоянию] одну треть диаметра. Этот избыток близок к одной шестой градуса. Луна проходит его при своем опережении примерно за треть часа. Какое «пребывание» яснее, чем это? Что касается наблюдавших воочию, то Мухаммад ибн Исхак ас-Серахси⁶⁸ наблюдал «пребывание» в тени, которое удивило его, так как он из той группы людей, [которым все] равно, обладает ли солнечное затмение «пребыванием» или нет. К этой главе относятся только неполные [затмения Солнца] для определения затмеваемой части [Солнца]. Когда оба круга [Солнца и Луны] пересекаются, то для определения общей части достаточно изложенного выше. Если же положение в апогее эпицикла не таково, как утверждает Птолемей, || то возможно касание Луны и Солнца изнутри.

941

Пусть также затмение со всех сторон ограничено светом либо одинаково, либо неравномерно. В трех случаях площадь затмеваемой части — это площадь Луны, а ее площадь получится вычитанием одной седьмой и половины одной седьмой квадрата ее диаметра из квадрата ее диаметра или умножением ее полудиаметра на половину окружности⁶⁹. Разность площадей Солнца и Луны — это то, что остается от них незатмеваемым. В этом положении этот свет дважды приобретает серповидную форму: один раз—до середины затмения вблизи [начала] «пробывания», а другой—после этого, в начале «прояснения». Что касается таблицы, помещенной выше в главе о затмении Луны, то она применяется и при затмении Солнца таким же образом, [только] после изменения обоих названий: слово — «Луна» заменяется словом «Солнце», а слово «тьень» — словом «Луна».

Раздел второй

ОБ ОТКЛОНЕНИИ ЗАТМЕЕНИЯ СОЛНЦА И ИЗОБРАЖЕНИИ ЭТОГО

Об этом вопросе по поводу Луны мы говорили раньше так, как это представляется [нам]. Также и для Солнца, если рассматривается время видимого соединения, то есть время середины его затмения и наблюдается расстояние между обоими светилами в это время; это называется точной широтой Луны. Ясно, что начало затмения Солнца происходит в западном направлении, так как затмевающая его Луна находится от него до времени видимого соединения в направлении, противоположном последовательности знаков зодиака. Поэтому, если Луна догонит Солнце, то она закроет его западную сторону.

Далее, продолжает быть различным пересечение круга, проходящего через оба [светила] с горизонтом до конца «прояснения», и || черная зазубрина исчезнет в восточном направлении. Это противоположно тому, что имеет место для Луны, где затмевающее [тело] перед моментом противостояния находится в направлении последовательности знаков зодиака. Если Луна догонит [тело, которое она затмевает], то его западная сторона начинает поглощаться ею и зазубрина в ней начинается с восточной стороны. Дело обстоит таким образом, как мы упоминали, и зазубрина будет при «прояснении» в западном направлении. Согласно этому остаток света в теле Луны при завершении ее затмения получается в западном направлении, а рождение света в начале «прояснения» будет в восточном направлении. Затмения обоих светил в случае отклонения подобны. А то, что имеет [место] для Солнца, отличается от того, что [имеет место] для Луны, за исключением параллакса, который следует определить в направлении наблюдения.

942

Пусть AB — эклиптика, B — центр Солнца на ней, D — центр Луны на ее наклонной орбите AD в то время, когда BD перпендикулярна к ней*. Пусть Луна видима на этом круге в C , а наклонная орбита видима также как CE . Проводится BO^{70} , равная [сумме] полудиаметров. Тогда O — видимое положение Луны в начале затмения Солнца, а CO — *заманы* «впадения». Это известно, так как если мы проведем через полюс F эклиптики круг FKX и проведем к нему [круги] BDF и COX , то

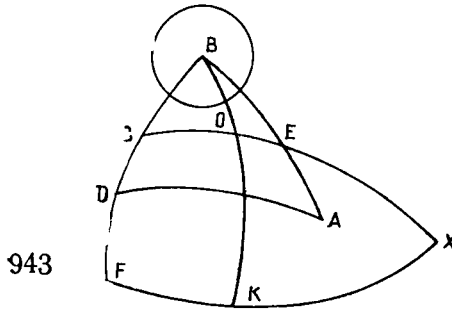


Рис. 164.

синус XO будет относиться к синусу OK , как синус квадранта XC к синусу CF . Если мы разделим синус дополнения [суммы] обоих полудиаметров на синус дополнения видимого расстояния между обоими светилами, получится синус дополнения *заманов* «впадения»⁷¹. Синус $\parallel BO$ относится к синусу BC , как синус XO к синусу XK . Поэтому, если мы умножим частное от деления на синус видимого расстояния между Солнцем и Луной, и разделим произведение на синус

[суммы] обоих полудиаметров, получится синус XK , то есть синус его дополнения KF , измеряющий запоминаемый угол, то есть угол KBF ⁷². В треугольнике ABD синус AB относится к синусу AD , как синус прямого угла D к синусу угла B . Поэтому, если мы разделим синус аргумента широты в середине затмения на синус расстояния Солнца от узла, получится синус. Перейдем от него к дуге и вычтем из нее запоминаемый угол. Останется угол ABO отклонения от восхода или захода⁷³.

944

|| Глава десятая

О ВРЕМЕНАХ ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА

Раздел первый

ОБ ЕГО АБСОЛЮТНЫХ ВРЕМЕНАХ

Если имеется время видимого соединения, исправленное путем повторения действия, то это будет временем середины затмения Солнца. Выше перед этим уже было изложено определение *заманов* «впадения» по видимому расстоянию между обоими светилами в середине [време-

* См. рис. 164.

ни] затмения. Но это — расстояние в момент начала [затмения], а требуется параллакс, отличный от того, при помощи которого исправляется видимое соединение. Поэтому необходимо возвратиться к [проделанному] действию и повторить его, как обычно [делается] для двух движущихся [светил], ибо избытки параллакса при повторении сильно уменьшаются до тех пор, пока не дойдут до таких частей, которые не учитываются. Из-за параллакса в затмении Солнца необходимо пользоваться *заманами* «впадения» для начала и конца «прояснения» в начале действия только приблизительно. Так что, если отсюда получится его время, то определение его при этом повторяется до тех пор, пока оба следующих одно за другим действия не совпадут. Тогда принимается этот результат.

Раздел второй

О ВРЕМЕНАХ ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА, ЕСЛИ ОНИ ИМЕЮТ МЕСТО
ОКОЛО ВОСХОДА И ЗАХОДА

[Этот] случай подобен тому, что изложено выше о затмении Луны по исправлении времени восхода Луны или ее захода при наибольшем параллаксе в ее круге. К этому обращаются в затмении Солнца, если [Луна] его затмевает. Если известно это время, с ним сравнивают остальные || исправленные времена и так поступают до исправленных времен восхода от начала или от середины подобно тому, как изложено раньше, пока не будет известна затмеваемая [часть Луны] во время восхода или захода. 945

Меньшая часть ее в эти два момента времени яснее для зрения, чем большая ее [часть] при высоте Солнца, по двум причинам. Первая из них — ослабление лучей Солнца в окрестности горизонта, так что она становится как бы прозрачной одеждой и [при этом] для глаза особого вреда нет [даже] при пристальном наблюдении. Вторая — величина затмеваемой [части] видна там больше. Поэтому ее наблюдать легче.

Что же касается [положения] при восходе, то начало в его высшей [точке], и восход происходит во время темноты, а «прояснение» — в его низшей [точке] и постижение его поэтому представляется весьма малым. Что касается положения при заходе, то там [дело обстоит] наоборот. В этом совпадает мнение многих. При этом они не учитывают, если [величина затмения] — один «палец», так как при ее отклонении влияние его [величины] на зрение при наблюдении совсем мало. Если эта величина находится в середине, то не скрыто, что [тогда Солнце подобно] тазу. И как это может быть скрыто, если наблюдалось черное пятно, которое появилось на поверхности Солнца в течение нескольких дней в дни ал-

Кинди⁷⁴. Это объясняют тем, что одна из двух планет — Венера и Меркурий — прошла под [Солнцем]. Если бы условия их широт снова имели место, тогда для свидетельства об этом деле можно было повторить проверку, это дало бы нам точные сведения, так как они ниже Солнца, а их свет — от него. Известно, что величина пятна, которое равняется телу Венеры, меньше затмеваемой части в один «палец» диаметра. Если наблюдается это пятно, то более вероятно, что эта часть видима. Но она находится на окружности, которая не является прямой [линией], и поэтому ее положение склонно к тому, чтобы быть невидимой.

946

|| Глава одиннадцатая

О ТОМ, ЧТО УПОМИНАЕТСЯ О ЦВЕТАХ ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА

Многие владеющие [искусством] приговоров звезд⁷⁵, за исключением малого числа, придерживаются учения о *голове* и *хвосте*, особенно Луны, выделяя их среди узлов планет, наподобие того, как они приписывают светилам природу счастья и несчастья, недостатка и избытка, а также указывают цвета, вкусы, запахи и остальные свойства. Если они считают, что *голова* — счастливый [признак], они также приписывают ему белый, а *хвосту* — противоположный цвет. Затем они вышли в этом из своего искусства и говорили, что если затмение Солнца происходит в *голове*, то оно становится белым, а если оно в *хвосте*, то черное. На практике это не подтверждается, нельзя найти и причину этого, напротив, *голова* и *хвост* одинаковы по отношению к затмениям, все величины их — одни и те же. Цвет изменяется в соответствии с величинами, преобладающими над величинами света, вытекающими из высоты понижения по причине посредствующих, которые увеличивают и уменьшают его и которые получают в результате некоторых случаев, изменяющих цвет наблюдаемого.

Далее, если это — Луна, то, как мы упоминали о полном затмении, она имеет неяркий цвет. Поэтому этот цвет не наблюдается при затмении Солнца, так как собственный свет скрывает Солнце его также, как скрывает его при неполном затмении Луны. Что касается *хвостов*, видимых вокруг затмеваемого Солнца, то в науке физики выяснено⁷⁶, что это — туманные образования, поднимающиеся до того места, где они сгорают в горячем воздухе вблизи огня. Возможно, что [одно] из свойств
947 Солнца — выпускание дыма. || Поэтому они присоединяются [к нему], так же как [одно] из свойств Луны способствует влажности, в результате чего она всегда над головой. В этих местах приближается к ним то, что известно в морях, затем растения и животные. Всевышний Аллах более осведомлен о сути вещей, подобных этой.

Глава двенадцатая

О ВИДАХ СВЕТА ЛУНЫ И ЧАСАХ ЕЕ СВЕЧЕНИЯ

В смысле света Луна имеет два противоположных вида: она совсем черная, когда в ущербе, и белая — в полнолунии. В начале [месяца] Луна — дочь ночи, находящаяся посередине между этими двумя видами в течение четырнадцати ночей и свободная от двух крайних случаев. Народный способ для приближения — деление светлого [времени] на двенадцать «пальцев», проходящих за четырнадцать ночей. Доля каждой ночи из них — шесть седьмых «пальца». Что касается [времени] пребывания ее над Землей и промежутка времени каждой ночи, в течение которого она светит, то люди используют для этого «косой» час⁷⁷. Светлое [время] в этих часах делится на двенадцать часов, которые проходят за четырнадцать ночей. Поэтому оно бывает столько, сколько имеется «пальцев» освещенности.

После полнолуния в течение остальных четырнадцати [ночей] темнота и серповидность нарастают подобно тому, что имелося для Луны и света в первые [четырнадцать ночей]. Но ночи различны по величине, перемещение обоих светил также различно. Поэтому [для определения] истинного освещения [надо] определить расстояние между градусом Солнца и градусом захода Луны в *заманах* захода в этой местности после повторного определения градуса захождения.

Таким образом, получатся *заманы* освещения в первые четырнадцать [ночей]. Во вторые [четырнадцать ночей] определяются *заманы* между восхождением градуса, противоположного Солнцу, и градуса восхода Луны в местности || после исправления этого при помощи повторения. Таким образом, получатся *заманы* темноты в началах ночей, а «пальцы» освещения соответствуют часам светлого [времени] и приблизительно равны им численно. С ними связано различие из-за расстояний Луны, так как, когда она более удалена от Земли, она одевается светом и при этом отходит от Солнца, хотя [она] уменьшается при наблюдении. При удалении от Земли вид ее света продолжает изменяться в сторону увеличения до тех пор, пока она не будет противоположна ей. Что касается ее формы, то в квадратуре⁷⁸ она делится на две **разные** половины — освещенную и затемненную, перед этим свет ее серповидный в сторону Солнца, а после этого становится серповидной темнота. Следовательно, для этих видов имеется три случая, которые исследовал Птолемей в «Книге искусства сферики»⁷⁹. В квадратуре он назвал ее разделенной пополам, перед этим — серповидной, после этого — горбообразной, а в [моменты] соединений — полной. О серпообразном виде он говорил, что он во вторую ночь, о горбообразном — в девятую [ночь], имея в виду указание первых ночей этого вида.

Глава тринадцатая

О ВРЕМЕНАХ ПОЯВЛЕНИЯ УТРЕННЕЙ ЗАРИ И ИСЧЕЗНОВЕНИЯ
ВЕЧЕРНЕЙ ЗАРИ

Солнечные лучи имеются во всем воздухе внутри сферы, кроме места, занимаемого конусом тени, так как они не доходят до него; не освещаются только прозрачные [тела]. Как мы говорили, освещение Луны и Земли происходит только от Солнца. Освещаются также отдельные части, находящиеся вокруг Земли, соединяющиеся подобно облакам и рассеивающиеся подобно мелкой пыли. Зрение [находящегося] в темноте видит более остро, особенно то, что сосредоточено и пределы которого далеки. Поэтому, если Солнце подходит к горизонту, чтобы взойти, 949 и наклон конуса тени становится для нас сильным, || его освещенная поверхность приближается к нам, и ее близкая к Земле часть становится более светлой из-за мелкой пыли, находящейся в этой части. Поэтому мы видим эти части вместе, а не по отдельности, так как нижние из них, [более близкие] к нам, освещаются. Это и есть утренняя заря. Имеется три ее вида.

Первый из них — узкая, удлинённая вертикальная, известная под названием «ложное утро» и называется так же «волчьим хвостом». С ней не связаны ни религиозные правила, ни официальные обычаи.

Второй вид простирается во всю ширь горизонта, она круглая как полукруг и освещает весь мир, по ней обычно животные и люди начинают движение, согласно которому установлено условие для молитвы.

Третий вид — красная, следующая за первыми двумя, появляется перед восходом Солнца⁸⁰. Это — то, что принимается во внимание при богослужении. Подобны этому обстоятельства вечерней зари, так как причина их — одна и та же и их существование — одно и то же. Она также бывает трех видов, в порядке, обратном изложенному нами, так что красная заря после захода Солнца — первый из ее видов, а простирающаяся белая — второй. Поскольку люди имеют разное мнение о том, к какому из этих двух видов относить вечернюю зарю, нужно обратить внимание на оба вместе. Третий — удлинённая, вертикальная, соответствующая волчьему хвосту. Люди не обращают внимания на него из-за того, что его время — время окончания дел и занятий.

Что касается времени утра, то по обычаю оно наступает по окончании отдыха и приготовлений к деятельности, так что [люди] ждут его как начала дня, чтобы начать двигаться. Поэтому как [только] день появляется, то утро исчезает. Поскольку есть необходимость в утренней и вечерней заре, обладающие этим искусством наблюдали их и, согласно своим правилам [определения] времени, получали, что, когда

Солнце находится под горизонтом на восемнадцатом градусе, время || 950 появления утренней зари на востоке и время исчезновения вечерней зари на западе. Поскольку для этого нет ничего определенного, а все произвольно, то правила этого различны: некоторые считают семнадцать градусов. Ранее было изложено определение дуги текущего момента для любого времени, когда высота задана, если при этом известен градус Солнца. Аналогично этому будет и при понижении, если поставить в меридиане вместо высоты градуса Солнца в нем высоту градуса, противоположного Солнцу. Если дуга текущего момента — между временем, в котором величина понижения равна упомянутой, и временем пересечения Солнцем горизонта, то время появления утренней зари и исчезновения вечерней известно. Это и есть то, что мы хотели [сообщить].

Глава четырнадцатая

О НАБЛЮДЕНИИ МОЛОДОГО МЕСЯЦА

Раздел первый

О ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО НАБЛЮДЕНИЯ, НЕВОЗМОЖНОСТИ ЭТОГО И НЕОБХОДИМОСТИ В ЭТОМ

Молодой месяц можно увидеть, если смотреть на него. Это бывает невозможно только по причине бессилия зрения наблюдающего. У всякого, кто наблюдает и ощущает его, зрение утомляется. Поэтому возможность или невозможность его наблюдения имеет отношение к искусству оптики. Угол зрения в соответствии с близостью и дальностью наблюдаемого направляется к нему. В воздухе, являющемся промежуточной средой, имеется и то, что помогает наблюдению, и то, что препятствует ему. Так что в зависимости от этого наблюдается то или иное положение [молодого месяца].

Молодой месяц на одном и том же расстоянии от Солнца на эклиптике бывает наибольшим и наименьшим. Это потому, что его освещение происходит || в соответствии с расстоянием между центрами Солнца и Луны, а не расстоянием между их градусами на эклиптике. Если Луна находится на эклиптике, расстоянием между обоими светилами будет расстояние между их градусами. Когда же [она] удаляется от эклиптики на различные расстояния к своей наибольшей широте в северном и южном направлении, то расстояние между центрами [Солнца и Луны] отлично от этого. Оно не изменяется при ее положении на эклиптике, хотя расстояние между их градусами **возрастает.** 951

Величина освещения также изменяется в соответствии с расстоянием от Земли. Это [зависит] от величины отклонения Луны от апогея эллипса. [Когда] Луна на эллипсе, это [расстояние] принимает всевозможные величины, если же на орбите апогея, то расстояние принимает ту величину, при которой возможно наблюдение молодого месяца. При освещении возможность наблюдения молодого месяца меньше и наоборот. Освещенность воздуха над Землей в промежутке времени от захода Солнца до захода молодого месяца при одном и том же расстоянии между Солнцем и градусом захода в одном и том же населенном пункте различна. Это бывает перед тем, как сфера свертывается и становится перпендикулярно к горизонту в различных градусах. Освещение воздуха различно при одном и том же градусе в населенных пунктах с различными широтами.

Далее, освещение над Землей до исчезновения вечерней зари распространяется неодинаково. То место, что находится над одним и тем же местом горизонта, близком к Солнцу, освещается сильнее, чем [в местах, отстоящих] дальше, и наоборот. В действительности молодой месяц в сильно освещенном месте исчезает [из вида] при различных расстояниях между его широтой и широтами городов: его близость к сильно освещенному месту уменьшает возможность его наблюдения.

952 Следовательно, || принцип возможности наблюдения молодого месяца — ощущение, а правило разграничения постигаемого от непостигаемого — это расстояние. Поэтому основа, на которой все это основывается, — это чувственно ощутимые наблюдения. Поскольку причин видимости много, а их возможности не равны и они не совпадают с каждым моментом наблюдения, а если и совпадают, то не всегда и не одинаково, то при наблюдении необходимо глубоко изучить величины этих возможностей, их отношения друг к другу при различных положениях, а также при затруднениях в этом исследовании, мешающих данному наблюдению.

Птолемей в «Альмагесте» не касался вычисления появления молодого месяца. Он мог делать это, но для людей нашей секты⁸¹ [в то время] в этом не было нужды. Он мог делать это и потому, что для Луны имеется особая трудность, не имеющаяся у остальных планет, вытекающая из ее параллакса и из того, что первое появление ее тела различно по величине [в разное время].

Что касается людей [этого] искусства при исламе, то после нахождения правила ощущением с помощью наблюдения и испытания они разошлись во мнениях о применении вычисления. Некоторые ученые [ислама] определяли это *заманами* между заходами Солнца и Луны, а другие — понижением Солнца ниже горизонта по кругу высоты во время захода Луны. Что касается тех, кто говорил о *заманах*, то это ал-

Фазари⁸², Йа'куб ибн Тарик⁸³, Мухаммед ибн Муса ал-Хорезми⁸⁴ и те, кто примыкал к ним. Они взяли это от индийцев и перешли от минут суток к *заманам*.

Абу-л-'Аббас ан-Найризи⁸⁵ также придерживался этого, но после уточнения обстоятельств относительно уравнивания времени он стал прибавлять к Солнцу тридцать минут из-за долготного параллакса || Луны. 953 При этом необходимо вычитать это из Луны, чтобы получить приблизительно ее видимый градус. Но для избытка ее градуса над градусом Солнца он указал только разность между захождениями тридцати минут для градуса Солнца и между их захождениями для градуса Луны. После этого аргумент времени, соответствующий расстоянию между захождениями Солнца и Луны, и перемещение прибавлял к положениям для времени захода градуса [Луны] и времени ее стояния до тех пор, пока не получатся положения обоих светил и *джаузахира* в момент захода наблюдаемого приблизительно градуса Луны.

Затем мы уточняли [положение] Луны по долготным и широтным параллаксам, определяли градус ее захода и *заманы* между истинным заходом Солнца в последний момент и заходом Луны. Если это больше двенадцати [*заманов*, то] видимость обязательна, если меньше, то она невозможна, а если равно [двенадцати *заманам*], то она возможна. Но здесь даже самая малая помеха воспрепятствует видимости. Поэтому, если [Луна] удалена⁸⁶ от Солнца, то видимость обязательна, хотя промежуток узок. Ан-Найризи производил свое действие для того, чтобы приблизить Луну к заходу.

Что касается происхождения двенадцати *заманов*, которые у индийцев [соответствуют] двум минутам суток, то те, кто рассуждает об этом, имеют это в виду и указывают на то, что видимость молодого месяца возможна, когда он будет сыном дня вместе с его ночью, а среднее опережение Луны при этом — примерно двенадцать градусов. Но здесь другие причины: при одних видимость легка, а при других трудна. Поэтому современные ученые эти градусы считают *заманами* небесного экватора из-за того, что, когда эклиптика находится в пределе своего положения на горизонте, восхождение при восходе в пределе является недостатком градусов до соответствия [на эклиптике]. Когда на пределе небесный экватор перпендикулярен к горизонту, то восхождение его градусов при восходе в пределе является избытком над соответствующими градусами [эклиптики]. В первом || из этих двух случаев воздух самый 954 светлый, когда расстояние от градуса захода равно этим градусам, а во втором [случае] свет отсутствует на том же расстоянии Солнца от градуса захода. Поэтому эти градусы считаются *заманами* небесного экватора, что позволяет найти промежуточные между этими двумя случаями на каждой из обеих сторон.

В заключение вычисления ан-Найризи приводит в качестве доказательства уравненную аномалию Луны и говорит, что, когда она около половины оборота приблизительно до тридцати градусов, видимость лучше всего, а когда она около начала оборота подобно этому видимость будет самая худшая. Он имеет в виду расширение угла зрения около перигея эпицикла, это помогает наблюдению, и сужение его около апогея — препятствует. Это свидетельствует в пользу эклиптики. Поэтому Стрелец и Козерог относятся к сильной видимости, Близнецы, Рак и Лев — к слабой, остальные знаки зодиака — к средней ввиду плотности воздуха зимой и из-за того, что это увеличивает видимое, подобно воде, как это бывает в ясную зимнюю ночь. Поэтому светила в эти ночи видимы больше и яснее всего, а в летние ночи, наоборот, ввиду тонкости воздуха и из-за того, что он горячий.

955 Что касается ал-Баттани⁸⁷, то он при помощи параллакса получил исправленное положение Луны и ее исправленную широту во время захода Солнца. При этом он вычислил градус ее прохождения через середину неба, расстояние от небесного экватора и половину ее дневной дуги и прибавил ее к восхождению градуса прохождения линии [земного] экватора. Запомним сумму — это восхождение градуса, противоположного градусу захода Луны. Вычтем из нее восхождение [градуса], противоположного Солнцу в [данном] городе, останутся *заманы* заката между || обоими светилами. Затем возьмем [расстояние] между Солнцем и исправленной Луной вместе с ее широтой при помощи параллакса, умножим его и широту исправленной Луны на равное им, и корень из суммы обоих произведений — приблизительно [равно] расстоянию между центрами обоих светил. Разность между ним и двенадцатью градусами и десятью минутами превосходит его или недостает до него. Часть ее, равная величине отношения разности к этому заданному числу, соответствует этому избытку или недостатку. Затем он берет для уравненной аномалии третий столбец таблицы эфемерид Луны: если это — тридцать минут, вычитают [один] градус из уравнения, если больше них, то градус избыточный и он берет из градуса то, что по величине отношения избытка тридцати к тридцати, и прибавляет к градусу половину его одной девятой. Если третий столбец меньше тридцати, он берет из градуса [то, что] по величине отношения — недостаток до тридцати к тридцати, и из градуса вычитает половину его одной девятой. Таким образом, получается уравненный градус. Он вычитается из дуги средней видимости. Это одиннадцать градусов и сорок пять минут. Если же градус недостаточный, то он действует, считая, что в третьем столбце стоят тридцать минут, как это изложено выше, но только он вычитает половину одной девятой в том месте, где он прибавлял, и прибавляет в том месте, где он вычитал, так что получается уравненный

градус, и он прибавляется к дуге средней видимости. С этим сравнивается расстояние между обоими светилами от запоминаемого места захода, так что, когда оно подобно уравненной дуге видимости или больше вида молодого месяца, тогда оно меньше его, и Луна невидима.

Что касается дуги средней видимости, то опережение Луны — приблизительно двенадцать || градусов десять минут. Это расстояние между заходами обоих светил, если расстояние между ними в момент захода Солнца равно дуге средней видимости. Если эта дуга берется на эклиптике, она имеет различные *заманы* и различное освещение воздуха над Землей; если она считается *заманами* небесного экватора, то дуги, равные свету молодого месяца, различны из-за малой величины восхождения Овна и большой величины восхождения Весов; если в среднем случае для облегчения считать градусы соответствия *заманами*, то эклиптика также будет посередине между перпендикулярностью и расположением на горизонте. 956

Ал-Баттани хотел [получить] уравнение обоих расстояний, то есть того, которое в градусах на эклиптике, и того, которое в *заманах*, а не в градусах. Он определил расстояние между центрами обоих светил, поскольку свет молодого месяца соответствует этому, но он заменял дуги прямыми линиями. Если же кто-нибудь хочет пользоваться дугами и хочет [знать] их синусы, то от него не скрыт метод определения этого. Ал-Баттани пользовался этим уравнением, так как расстояние между обоими светилами, если они находятся в месте захода Весов, увеличивается и [уравнение] опережает Луну и освещенная Луна значительно больше, чем в остальных знаках зодиака, так что наблюдение облегчается. Если она в Овне, то дело обстоит наоборот: освещение уменьшается и наблюдение становится труднее. Поэтому он поместил вместе с наибольшим расстоянием расстояние между центрами обоих светил. Если двенадцать *заманов* и одна шестая—наименьшие возможные *заманы* и расстояние между двумя центрами такое же, это отношение определяется приблизительно. Тогда двенадцать и одна шестая относятся к разности между обоими [*светилами*] и наибольшим расстоянием между обоими центрами, когда *заманы* [равны] двенадцати и одной шестой, как эта разность к разности между двенадцатью и одной шестой и наименьшими *заманами*, когда расстояние двенадцать и одна шестая от Солнца—Луны.

Далее, на этом основывается [действие] для остальных знаков зодиака и [их] расстояний || и при помощи этого уравнивается дуга средней видимости, чтобы получилось в соответствии со светом Луны. Что касается того, что получается при помощи аномалии в таблице уравнивания Луны, то, так как действие с ней прежде всего — для упомянутого уравнения и среднего расстояния на эпицикле, и Луна уже была в мо- 957

мент видимости молодого месяца на всех расстояниях от апогея эпицикла, и если она движется в направлении перигея эпицикла, она будет хуже наблюдаться и даже совсем скроется. Уравнение, при помощи которого уравнивается дуга средней видимости, [принимается] для избытка света Луны и его недостатка. Диаметр Луны в апогее эпицикла виден на одну девятую меньше, чем в перигее. Следовательно, в апогее вычитается половина одной девятой того, что видимо в ней на среднем расстоянии, а в перигее прибавляется половина одной девятой этого. Это уравнение происходит из-за света. Он равен видимому диаметру в соответствии с избытком света, прибавляемого или вычитаемого. [С ним] действуют с помощью среднего расстояния. Поэтому половина одной девятой уравнения — это то, что необходимо со стороны эпицикла при удалении и приближении. Если берут из половины этой одной девятой, то в соответствии с разностью, устанавливаемой приблизительно, получается уравнение положения Луны на эпицикле вместе с недостатком до половины одной девятой и избытком над ней, так как недостаток до тридцати минут от среднего расстояния, то есть тридцати, которые против среднего расстояния — в направлении апогея, а избыток — в направлении перигея.

Что касается ал-Хорезми, то он действовал, согласно действиям индийцев, неверным методом. Его цель — либо в уравнивании Луны один раз, это [дает] градус ее прохождения, либо в уравнивании Луны два раза, а это [дает] градус ее захода. Но метод, которому он следует, неправильный.

958 Что касается Хабаша ал-Хасиба⁸⁸, то он считал основой в наблюдении молодого месяца понижение || Солнца во время захода Луны, после исправления градуса захода [Луны] делил шестьсот двадцать пять на синус дополнения широты климата наблюдения. Затем он прикидывал, если полученная дуга превосходит расстояние между градусом Солнца и заходом Луны, то молодой месяц не виден, а если недостает, то виден вследствие ее положения при указанном понижении. Далее, если [эта дуга составит] десять градусов, то наблюдение становится возможным.

Пусть AB — [дуга] горизонта на западе, BC — эклиптика под ней. Солнце [находится] в C , B — градус захода Луны во время ее отсутствия, AC — понижение Солнца*. Тогда угол ABC — прямой, а угол C [находится] по синусу дополнения широты климата наблюдения. Синус AC относится к синусу CB , как синус угла ABC к синусу угла BAC ⁸⁹. Если AC — десять градусов, то ее синус составляет десять частей и двадцать пять минут. Произведение его на полный синус — это число⁹⁰, которое мы делили на синус широты климата наблюдения.

* См. рис. 165.

Что касается исправления градуса захода Луны, то из него вычитается долготный параллакс, и видимая широта [Луны] получится с помощью широтного параллакса. Затем умножим ее тень⁹¹ на тень широты климата наблюдения, получатся минуты; разделим их на полный синус, получится синус уравнения захода Луны.

Пусть горизонт — $ABCD$, AED ⁹² — эклиптика, его полюс — F . || Луна при заходе [будет] в B^* . Продолжим FG . Тогда G — ее видимый градус, AG — расстояние между нею и ее градусом захода A , то есть уравнение градуса захода. F — полюс; если он южный, то градус захода Луны — против последовательности [знаков зодиака] от видимого градуса, а видимая широта — южная, а если северный, то — наоборот. Опишем из полюса A на расстоянии стороны [вписанного]

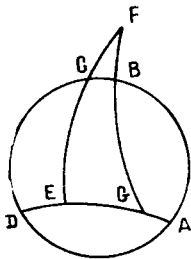


Рис. 166.

квадрата [дугу] FCE . Тогда FC — широта климата наблюдения, а CE ее дополнение.

В первых книгах было установлено, что синус дуги относится к синусу ее дополнения, как ее тень к полному синусу и как полный синус к тени ее дополнения⁹³. Поэтому синус EC относится к синусу CF , как тень EC к полному синусу и как полный синус к тени ее дополнения. Тогда синус EC относится к полному синусу, как тень BG к синусу AG .

Следовательно, полный синус относится к тени FC , как тень BG к синусу AG . Поэтому, если умножить второе на третье, а сумму разделить на первое, получится четвертое — искоемое. Известно, что, если видимая широта — южная, то уравнение AG недостаточное, а если к северу, то избыточное. Таков способ действия [Хабаша ал-Хасиба] в этом вопросе. Если в градусе, вместе с которым заходит Луна, имеется видимая широта, при которой не была определена сначала середина неба, то она возвращается. || К восхождению градуса ее захода на линии [земного] экватора прибавляется половина дневной дуги градуса захода и получается восхождение [градуса] середины неба в это время. Возьмем разность между ним и восхождением [градуса] середины неба, с помощью которого определяется широта климата наблюдения. Если разность для последнего, то аргумент опережения Луны прибавляется к градусу захода, а если для первого, ее аргумент вычитается из [градуса захода].

Уточнение [здесь состоит] в том, что опережение Луны применяется для другого времени и в этом уравнении нуждаются для постепенного

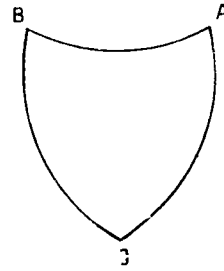


Рис. 165.

959

960

* См. рис. 166.

перехода от приближенных вещей к известным, дабы определить их, насколько возможно, точно, и во избежание ошибок от небольшого отклонения в них при повторении действия. Что касается разделения параллакса на долготный и широтный, то если определяется полный параллакс, сначала делят сто семьдесят восемь на расстояние Луны от центра Земли. Тогда частное от деления — синус полного параллакса. Если встретится человек, который в своих действиях будет близок к свершению ошибки, то для него спасение состоит в том, чтобы полудиаметр Земли взять равным тридцати восьми секундам и двум минутам в масштабе, в котором расстояние Солнца от центра Земли—шестьдесят частей. Расстояние Луны от центра Земли относится к ее полудиаметру, как полный синус к синусу полного параллакса на горизонте, так как он — по величине угла, ограничиваемого двумя линиями, выходящими из центра Земли и из ее выпуклости и восстановленными как два перпендикуляра к линии установки в населенном пункте.

Если расстояние Луны от Земли в масштабе, в котором расстояние
961 Солнца || от нее — шестьдесят частей, действие выражается в целых числах и произведение двух минут и пятидесяти восьми секунд на полный синус — сто семьдесят восемь минут. Если разделить это на расстояние Луны от Земли, получится синус полного параллакса. Для разделения параллакса на долготный и широтный умножим частное на синус широты климата наблюдения и разделим произведение на полный синус. Получится приблизительно синус параллакса по широте, так как, следуя Птолемею, параллакс для градуса Луны определяется не в месте центра ее тела, а удалено в сторону от него на величину ее широты. Дополнение высоты градуса Луны при ее заходе близко к девяноста, а ее синус близок к полному синусу. Поэтому вместо синуса полного параллакса берут синус параллакса на горизонте.

Что касается долготного параллакса, то тень широтного параллакса умножается на тень дополнения широты климата наблюдения и произведение делится на полный синус. Частное — синус долготного параллакса. Подобно тому, как вместо дополнения полного параллакса на горизонте ставят квадрант, когда между ними нет ощутимого различия, здесь широта климата наблюдения принимается за наибольшее отклонение, а широтный параллакс — за наклон данной дуги к эклиптике. Долготный параллакс определяется таким же способом, как восхождение на линии земного экватора перед полным и частным склонением. При этом, следуя Птолемею, параллакс определяется только при помощи эклиптики, а не при помощи наклонной орбиты из-за небольшого расхождения в них. Способ уточнения при определении долготного параллакса по сравнению с эклиптической таков, что синус широты климата на-

блюдения умножают на полный синус. Произведение делят на синус дополнения \parallel полного параллакса на горизонте, тогда в частном от деления [получится то же, что при] действии с помощью тени, дуга которой указывает широту климата наблюдения, так как угол пересечения круга высоты с эклиптикой равен величине дуги, по которой находится его синус, как мы упоминали, а не величине широты климата наблюдения. Редко, когда бывает действие наблюдения молодого месяца полнее, чем действие Хабаша. Поэтому мы положились на это и ограничились его применением.

962

Раздел второй

ОБ АЗИМУТЕ НОВОЙ ЛУНЫ, ЕЕ ДУГЕ И УСТАНОВЛЕНИИ
БАРБАХА ДЛЯ ЭТОГО

Законы месяцев в исламе благодаря паломничеству и посту⁹⁴ сводятся к наблюдению новой Луны. Поэтому оно является предметом заботы, наблюдения производятся глазами и вычисления согласовываются с ними и проверяются ими. Какая огромная разница между тем, кто бродит в поисках вокруг искомого места, и тем, кто распутывает это зрением на небесных горизонтах и ищет это в темноте! При таких действиях глаза устают раньше, чем заканчивается период пребывания [Луны] под Землей, так как руководство недопустимо спотыкается, а руководство того, кто знает, [позволяет найти искомое] и не глядя. Первыми предпосылками такого руководства является знание высоты и азимута новой Луны.

Пусть для него ABC — горизонт, ADC — половина эклиптики, M — тело Луны при наблюдении, MO — ее видимая широта, A — градус захода в заданное время, когда Солнце исчезает, до захода Луны*. MO — перпендикулярна эклиптике⁹⁵, а O ⁹⁶ — градус видимой Луны. EDB — круг широты климата наблюдения. Проведем через M и O круги высоты. Тогда OH ⁹⁷ — высота градуса Луны в это время, AH — расстояние его азимута от захода, MG — высота Луны, AG — расстояние ее азимута от захода. Если время задано. [то] расстояние AO между градусом захода и градусом Луны известно. Синус дополнения AM относится к синусу дополнения OM , как синус дополнения AO к полному синусу. По-

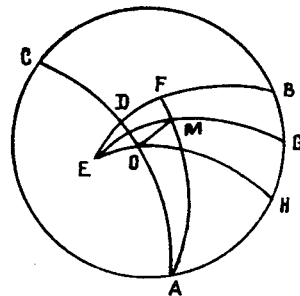


Рис. 167.

963

* См. рис. 167.

этому, если мы умножим синус дополнения этого известного расстояния на синус дополнения широты Луны и разделим произведение на полный синус, в частном получится синус дополнения AM , и AM известна. Ее синус относится к синусу MO , как синус четверти [круга] AF к синусу FD . Если мы умножим синус широты Луны на полный синус и разделим произведение на синус дополнения полученной нами дуги, получится синус FD . Разность между ней и дополнением DB широты климата наблюдения — FB . Ее синус относится к синусу квадранта FA , как синус MG к синусу AM . Поэтому, если умножить синус AM ⁹⁸ на синус этой разности, а произведение разделить на полный синус, в частном получится синус высоты Луны. Синус ME относится к синусу EF , как синус AM к синусу AG . Поэтому, если умножить синус AM на синус EF и разделить произведение на синус ME , в частном получится расстояние азимута от градуса захода в его стороне и азимут захода этого градуса известен, и азимут || новой Луны от захода равноденствия известен⁹⁹.

Устанавливается на нем копьё, наблюдатель находится в центре круга и ищется новая Луна с помощью воздвижения копьё, тогда зрение концентрируется на нем и не уходит по рассеянным лучам. Если установить другое копьё в центре круга и новая Луна ищется при их совпадении, так что одно из них закрывает другое, это определить легче.

Для этого служит *барбах*¹⁰⁰, устанавливаемый на стержне¹⁰¹, обладающем двумя движениями: первое из них — вокруг себя, так что *барбах* вращается во все стороны, другое — винтовое¹⁰², так что возможно, что *барбах* движется в плоскости круга высоты и не отходит от нее. Сам *барбах* не менее пяти локтей¹⁰³ [длины], а ширина его до локтя. В нем собирается зрение и усиливается его тень и его темнота, а это увеличивается благодаря зачернению его внутренней части изнутри. Если стержень установлен в центре индийского круга¹⁰⁴, и вращается вокруг себя, то отвес *барбаха* станет на линию азимута новой Луны. Затем он движется другим движением до тех пор, пока *барбах* вместе с поверхностью Земли не будет ограничивать угол, равный углу высоты новой Луны. Этого легко достичь при помощи квадранта, разделенного на девяносто [градусов], присоединенного к стержню так, чтобы он вращался вместе с ним параллельно *барбаху*. Если установить [*барбах*] на новую Луну, как мы описали, наблюдатель смотрит на нее с ее нижнего конца в ту часть неба, которая у него над головой, где можно видеть новую Луну, и если кто-нибудь заметит ее, то [религиозные] правила шариата могут быть приведены в действие.

Что касается рогов новой Луны, то это также [один] из доводов в [пользу этого]. Линия, соединяющая центры обоих светил, проходит

между обоими рогами || и поднятость новой Луны будет на величину 965 наклона той линии, и новая Луна будет наклонена на величину поднятости [той] линии. Это то, что мы имели в виду.

Глава пятнадцатая

О СТОЯНКАХ ЛУНЫ, ЕЕ ПОЛОЖЕНИИ В НИХ И О ДНЯХ СТОЯНОК

Так как Луна каждую ночь находится не в том месте, где она находилась в истекшую [ночь], то от пронизательного не скрыто ее перемещение. Поэтому ее движение подобно положению путешественника, останавливающегося и каждый день разбивающего стоянку у одного из многочисленных источников. Поэтому положение Луны в ночах месяца называется стоянками¹⁰⁵. Мы уже упоминали мнение арабов и индийцев об их числе и звездах [этих стоянок]¹⁰⁶. Если разделить окружность на двадцать семь, доля каждой стоянки у индийцев — тринадцать градусов с третью. Если положение Луны в заданное время известно, и хотят определить стоянку в нем, превращают его истинное расстояние от начала Овна в минуты и делят его на восемьсот. В частном получается число полных стоянок, пройденных Луной от весеннего равноденствия, а остаток — это дробь. Если поднять это по шестьдесят¹⁰⁷ в градусы, тогда то, что [остается] от стоянки, становится, [например], тринадцатью градусами с третью. Поэтому, если умножить это на шестьдесят и разделить произведение на восемьсот, получатся минуты дроби сверх шестидесяти. Стояночные сутки, упоминающиеся у индийцев, не употребляются подобно тому, как употребляются восходные, лунные и солнечные сутки. Тому, кто хочет [узнать] их, пусть всегда будет известно, что полные из этих суток равны числу этих полных стоянок, а минуты дроби — то, что истекло из суток, в которых [была] Луна.

Если же хотят [узнать] это согласно || образу действий арабов, то 966 доля стоянки, по их мнению, — двенадцать градусов и пятьдесят одна и три седьмых минуты, поэтому, если разделить минуты истинного расстояния Луны от начала Овна на семьсот семьдесят один, в частном получится число стоянок. Далее остаток поднимается в градусы и дроби стоянок. Будет точнее, если умножить эти минуты на семь и разделить произведение на пять тысяч четыреста, в частном получатся полные стоянки, а остаток разделить на семь, в частном получатся минуты дроби; они по шестьдесят поднимаются в градусы. При определении стоянок Луны и других [светил] правило одно и то же.

Глава шестнадцатая

О ЛУННЫХ СУТКАХ

Лунные сутки — это одна тридцатая часть промежутка времени между двумя средними соединениями. Если момент времени в месяце задается, то определяется расстояние между Солнцем и Луной. Затем среднее [положение] Солнца вычитается из среднего [положения] Луны и разность делится на среднее расстояние между ними—на среднее опережение Луны за сутки, то есть на разность между движениями обоих светил в среднем на сутки. В частном получатся полные лунные сутки от предшествующего соединения; остаток умножается на шестьдесят и делится на то, на что делилось вначале,— в частном получатся истекшие минуты дроби лунных суток.

Раздел первый

О ПОЛОВИНАХ ЛУННЫХ СУТОК

967 Обладатели приговоров звезд в этих странах выделяют от каждого соединения для каждого светила двенадцать часов, начиная от Солнца в направлении || орбит, причем часы, соответствующие Солнцу, они называют «горящими», считают их несчастными и называют их часами *ал-бишт*, иногда с точками *сина*, иногда без точек¹⁰⁸. Они относят это иногда к вавилонянам, иногда к индийцам.

Что же касается истины этого, то для каждых лунных суток имеется день и ночь, следующая за ним; и для них [имеются] одиннадцать названий. Из них — четыре «неподвижных» и семь «подвижных». Смысл «неподвижных» — в том, что они имеют место в месяце только один раз и их дневное и ночное положения не изменяются. Смысл «подвижных» — в том, что их вид имеет место несколько раз в месяц и их ночное и дневное положения изменяются. Лунные сутки уже были определены раньше. При этом на их языке одинаковые сутки — в первой «белой» половине месяца, а [различные] — во второй «черной» половине месяца. Мы отбросили это и ограничились числами, написанными для «белых» красными чернилами, а для «черных» — черными чернилами,— если войти с сутками в их строку, то против них — названия их дня и ночи,— либо «неподвижные»—красными чернилами и «подвижные»—черными чернилами, тогда не будет переноса названий из их языка другим путем. Вот эта таблица¹⁰⁹:

Число суток		Лунные сутки	
белые	черные	первая половина для их дня	вторая половина для их ночи
1		<i>Кинстугхна</i>	<i>Бава</i>
2	16	<i>Балава</i>	<i>Каулава</i>
9	23		
3	17	<i>Тайтила</i>	<i>Гара</i>
10	24		
4	18	<i>Банидж</i>	<i>Вишти</i>
11	25		
5	19	<i>Бава</i>	<i>Балава</i>
12	26		
6	20	<i>Каулава</i>	<i>Тайтила</i>
13	27		
7	21	<i>Гара</i>	<i>Банидж</i>
14	28		
8	22	<i>Вишти</i>	<i>Бава</i>
15	29		
9	23	<i>Вишти</i>	<i>Шакуни</i>
16			
	30	<i>Чатушпада</i>	<i>Нага</i>

968

|| Что касается определения этого с помощью вычисления, а не по таблице, то из изложенного выше следует, что, если известны истекшие лунные сутки месяца и они удвоены, причем их удвоенное меньше полной единицы — это очередь для *кинстугхна*¹¹⁰ — последний из четырех «неподвижных», если не будет известно, что меньше единицы и не превосходит пятидесяти шести [минут]. Далее из целой части вычитается дважды по семь¹¹¹ и находится остаток, не больший семи¹¹², от начала «подвижных», это *бава*¹¹³ доходит до названия, имеющего следующую очередь. Если при нем имеется дробь, то это очередь для *балава*¹¹⁴. Далее, если удвоенное целое — пятьдесят семь — это очередь для *шакуни*, первого из «неподвижных». Аналогичен этому случай, когда делят минуты среднего расстояния между обоими светилами на семьсот двадцать, то есть суточное удаление, и в частном получатся лунные сутки. Далее это удваивается для определения очереди или делится на триста шестьдесят, а частное от деления не удваивается, это — очередь *вишти* — последнего из семи «несчастливых»¹¹⁵. Далее это поворачивается

969

восемь раз в соответствии с восемью сторонами — востоком, западом, севером, югом и серединами поворотов от каждой из двух смежных сторон к следующей с помощью углублений, но здесь не следует рассказывать об этом.

Раздел второй

О ПЕРЕКРЫТИЯХ СУТОК И ИХ ОБЩИХ ЧАСТЯХ

Средние величины для видов суток уже установлены. Лунные сутки короче восходных. Поэтому возможно, что лунные находятся целиком внутри восходных. Так бывает в случае стоянок [Луны], если Луна на-
970 ходится в стоянке, которая в началах восходных суток и меньше их || и не выходит из них, как будто в этот день — три стоянки или как будто в нее входят трое лунных суток. Поэтому для всех трех случаев этих двух видов, упоминавшихся в обоих языках¹¹⁶, когда это соответствует одному из них, они сказали бы, что это плохая примета, и если используются стоянки истинной Луны, то последний вид больше существующего присоединения и Луна движется в своем движении скорее. Так как эти три вида суток короче солнечного вида, то возможно, что для солнечных суток встретится подобное тому, что мы упомянули о восходах, однако они этого не упоминали и мы не видели, чтобы они пользовались этим.

Глава семнадцатая

О «ВООБРАЖЕНИИ» ОБОИХ ЗАТМЕНИЙ

Подобно тому, как в некоторых [наших] *зиджах* рассматриваются обстоятельства затмений, также и в *зиджах* индийцев и подобных им по характеру их книгах, рассматривается этот вопрос, [но излагается] при помощи названий на их языке, которые мы отвергли и назвали это «воображением затмения»¹¹⁷. Это основывается у них на том, что у нас называется «совпадением» мест либо в часах, когда оба дня равны, либо в восхождениях, когда оба дня дополняют друг друга. Мы назвали тот [случай], при котором часы равны, «совпадением», так как это равенство бывает только на двух кругах с равным наклоном по одну сторону [от небесного экватора], поэтому круги совпадают. Мы назвали тот [случай], при котором часы дня дополняют друг друга, так что сумма двух дней — полные сутки, — «равенством». Это дополнение имеет место только для двух кругов с равным наклоном по разные стороны [от небесного экватора], поэтому круги равны. Что касается причины того, что [это] назвали «воображением обоих затмений», то это из-за того, что, если Солнце

и Луна находятся || на одном круге и Солнце неподвижно на своем 971 месте, а сфера вращается до тех пор, пока оно не дойдет до его азимута, то для него будет затмение, но [Солнце] не неподвижно и Луна затмевает его изображение, а не его тело. Таким же образом, если оба их [суточных] круга равны и неподвижна тень Земли, то при неподвижности Солнца и повороте сферы Луна достигнет тени и затмится ею, но тень Земли не неподвижна, и, следовательно, Луна затмевается только воображаемой тенью и не удаляется от этого названия, так как индийцы делают с помощью их обоих начало и «прояснение» и связывают с ними обоими вопросы обоих затмений в [своей] вере и религии. Мы упоминаем из этого то, что приведено подробно в их книгах, и если Аллаху будет угодно, присоединим к этому причины этого.

Раздел первый

О СОВПАДЕНИИ [СУТОЧНЫХ] КРУГОВ СОЛНЦА И ЛУНЫ

Оно подразделяется на два вида: среднее и истинное, в смысле, отличном от предшествующего среднего и истинного соединения, так как признак соединения — когда от истинного положения Луны ничего не остается, если вычтешь из него истинное положение Солнца, а признак этого — два [суточных] круга совпадают, если сумма истинных положений обоих равна половине оборота. Поэтому, если это так, это — время среднего совпадения. Определение градуса совпадения не трудно, если вместе определены время соединения и его градус, какая бы ни была широта Луны в одной из двух сторон эклиптики, среднее совпадение является и истинным и нет нужды в уравнении.

Далее, если круг ее широты следует за кругом ее градуса, то видимое совпадение будет не во время среднего [соединения] и его градуса. Мы написали об этом вопросе отдельное сочинение¹¹⁸ и в нем подробно рассказали об этом. А теперь перенесем сюда из него || достаточное и 972 расскажем о самых солидных речах об этом.

Грек Пулиса¹¹⁹ сказал: «Если известно время истинного совпадения, то сделай склонение Солнца и его сторону, и склонение градуса Луны, равным ему, тогда определяется ее уравненная широта при помощи ее бухта. Если широта Луны и склонение ее градуса — в одной стороне, то сложи их, если они обе — в разных сторонах, то возьми разность между ними, получится склонение Луны в стороне склонения градуса при действии сложения и в стороне большего — при действии вычитания. Если ты прибавил широту Луны при определении ее склонения, то ее вычитают из склонения Солнца, а если широта Луны вычиталась, то ее прибавляют к склонению Солнца. Затем измеряют разность между получен-

ными склонением Солнца и [широтой] Луны. Если они равны, то это — «исправленное время». Мы говорим об этом, так как большинство действий индийцев основано не на прочных основаниях, но иногда они придумывают нечто новое. Все они прибавляют склонение градуса светила к его широте или берут разность между ними, и притом не из одного и того же круга, до тех пор, пока не достигнут этого в них обоих. Если мы знаем цель, мы будем следовать к ней по самому правильному пути и не будем заботиться об ошибках. Подобным же образом они определяют широту Луны путем умножения дуг и синусов друг на друга.

973 Что касается того, как действовал Пулиса в этом месте, определяя широту Луны при помощи ее *бухта*, то он умножал синус ее расстояния от узла на наибольшую широту Луны, делил произведение на полный синус, а частное от деления умножал на истинный *бухт* Луны и делил его на ее средний *бухт*, в частном получалась широта Луны, с которой он действовал. Как я представляю себе причину этого, широта Луны, хотя она и не изменяется сама по себе, подобно телу Луны, уменьшается и увеличивается в соответствии с углом зрения и она видима самой малой в положении \parallel наименьшего и наибольшего *бухта* в месте наибольшего. То, что получилось у него сначала, — это широта Луны в положении среднего расстояния¹²⁰. Она относится к широте в этом месте, как *бухт* в положении среднего расстояния¹²¹ к ее истинному *бухту* в ее месте.

Что касается раздела, следующего после этого, то, по моему мнению, неправильны также слова, добавленные в конце «*Зиджа Кхандак-хадьяка*»¹²², в конце которого прибавлены слова о том, что, если оба *бухта* равны склонению Луны, это — исправленное время, и поэтому, если они не равны, они никогда не будут равны в первый раз. Следовательно, дуга получается в *кардаджах*¹²³ склонения. Я запомнил эту дугу, такая же она и в *зидже* «*Карана-тилака*»¹²⁴, но только эта выражается с помощью дуги, полученной в *кардаджах* склонения другим путем, а не измерением [разности] между ней и склонением Луны, и равенство между ними предпочитается неравенству.

Пусть AD — дуга небесного экватора, $ABCD$ — эклиптика, B — положение Солнца на нем на расстоянии AB от начала Овна, Луна [находится] в [точке] C , ее истинное расстояние — ABC , склонение градуса — CM на EK , ее наклонной орбите, ее тело [находится] в K^* . Тогда $СК$ — ее широта, KM — склонение, получающееся при вычитании $СК$ из CM . Ограничимся первым положением, потому что остальные не скрыты при некотором размышлении. Поэтому в соответствии с тем, как мы действовали, прибавим к склонению Солнца BG дугу BH на ее круге,

* См. рис. 168.

равную $СК$. Тогда получаются [точки] G и H . || Брахмагупта¹²⁵ был прав, 974 говоря, что если обе они совпадают, то каким образом GH и KM равны одному избытку BG над BI , а IH — удвоенный этот избыток? Действие доходит до нужного места. Изумительно, если действие не отклонялось от правильности, не было причины задумываться над невозможным равенством! Что касается GH , то она обращается в дугу в *кардаджах* склонения в этом месте на [суточном] круге HF , а запоминаемая дуга AF — избыток широты Луны над склонением Солнца. Если вычтешь широту Луны из склонения Солнца, останется IG , то есть склонение Луны на KM . Ее дуга в *кардаджах* — AZ . Пусть запоминаемая дуга —

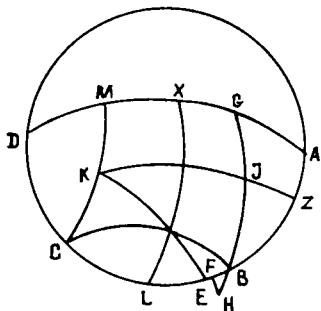


Рис. 168.

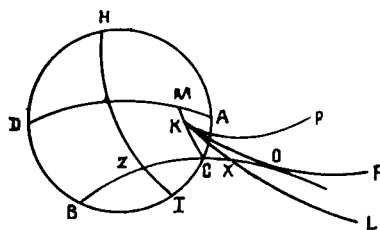


Рис. 169.

одна из двух дуг AF и AZ . Пулиса сказал: «Если Луна в Близнецах или Стрельце и ее склонение меньше склонения Солнца, то для ее склонения запрещено равенство в одной стороне». Поэтому в данном случае берут «воображаемое» среднее Солнце, когда сумма двух истинных [движений] проходит шесть знаков зодиака и имеет слабый след, так что, если в свое время Луна находится в двух упомянутых знаках зодиака, ее склонение больше склонения Солнца и для склонений их обоих невозможно равенство и в двух различных сторонах. В этом случае берут «воображаемую» среднюю Луну в ее время со слабым следом.

|| Вернемся к эклиптике, разделенной точками A и D на северную 975 и южную половины, а точками I и H — на восходящую и нисходящую половины*. Тело Луны в K в то время, как «воображаемое» среднее Солнце — в точках C и B , круг BC — [один] из малых кругов на поверхности сферы, а наклонная орбита Луны — [один] из больших кругов. Поэтому между ними возможно пересечение, разделение и касание. Если [имеет место] пересечение, то это наподобие KXL , если — касание, то наподобие KOF , если раздельность, то это наподобие KP . Мы опять ограничимся одним положением, так что пусть имеет место совпадение двух

* См. рис. 169.

[малых] кругов при пересечении в X , если Солнце — в B . Но в то время, как Луна находится в X , оно находится между I и B подобно совпадению так же в точке между X и L , если в это время малому кругу Солнца с наклонной орбитой не соответствует касание или раздельность. Что касается совпадения двух малых кругов при касании, то оно [имеет место] в O , если Солнце — в B . Но оно — между I и B , тогда, когда Луна в O и ее [малый] круг разделен с ее наклонной орбитой. Поэтому совпадение в этом случае не может иметь места, а в положении, при котором KP раздельна, оно совершенно невозможно из-за отсутствия в нем встречи. Что касается особенности знаков Близнецов и Стрельца при этих условиях, то это потому, что они близки к солнцестоянию. Но это нуждается в других ограничениях величин для широты Луны, при которой [имеет место] недостаток до склонения Солнца. Поэтому, говорят, и другие, 976 кроме Пулисы, || а, именно, Брахмагупта в «Кхандакхадьяке», что равенство двух склонений невозможно, если Луна в середине Близнецов или в середине Стрельца. В силу невозможности равенства воображаемое Солнце отсутствует и если эта ошибка отвлечена от упоминания о склонении Солнца, это случается в серединах, а середина, несомненно, существует. Он говорил также в исправлении *зиджа* «Кхандакхадьяка»¹²⁶, что, если Луна [находится] в обоих упомянутых знаках зодиака, ее склонение меньше склонения Солнца, и равенство обоих склонений невозможно, а если склонение Луны превосходит склонение Солнца, то обязательно имеет место равенство между ними. Далее Пулиса после этого сказал: что касается определения времени равенства обоих склонений, то, если Луна находится на эклиптике в нечетных квадрантах и склонение Луны меньше склонения Солнца, время, когда оба склонения равны — впереди в будущем, а если склонение Луны превосходит склонение Солнца, то это время уже прошло. Что касается четных квадрантов, то, если Луна [находится] в четном квадранте и склонение ее больше склонения Солнца, это время — в будущем, а в противном случае оно — в прошлом.

Вернемся к фигуре эклиптики для того, что [нам] требуется. Пусть AF на ней — квадрант весны*, FD — квадрант лета, DH — квадрант осени, HA — квадрант зимы. Тогда AF и DH — два нечетных квадранта, так как их названия — «первый» и «третий». Тогда очевидно, что FD и HA — два четных квадранта.

Пусть градус Луны — D в четном квадранте, B — «воображаемое» положение Солнца, тело Луны — в K , так что склонение ее меньше BG , склонения Солнца. Поэтому в D склонения градусов Луны увеличиваются, а склонения градусов Солнца уменьшаются, так что равенство

* См. рис. 170.

между обоими склонениями KM и BG — впереди в будущем. || Поэтому, если широта Луны CK постепенно увеличивается, то она дает времени замедление и запаздывание, а если она постепенно уменьшается, то дает ускорение и опережение. Далее, предположим, что Луна — в [точке] O ; так что ее склонение OM больше склонения MG . Поэтому, если у обоих светил нет других склонений, кроме CM и BG , то время настанет, когда Луна достигнет C . Но CM [имеет] избыток, то есть OC , поэтому склонение Луны равно дуге между точками A

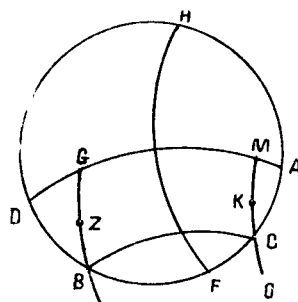


Рис. 170.

977

и C , в то время, как наблюдается склонение CM меньше, чем то, что соответствует широте OC или противоположно ей, как например, BG или противоположное ей, и, следовательно, это время уже прошло.

Далее, пусть градус Луны — B в четном квадранте, а градус Солнца — C . Пусть тело Луны — в Z . Тогда ZG — ее склонение, меньше, чем склонение Солнца CM . Но оно постепенно увеличивается, а склонение Солнца и склонение градуса Луны постепенно убывает. Поэтому равенство GZ и MC было раньше, то есть время уже прошло.

Поместим Луну в L , чтобы ее склонение было больше CM и чтобы CM постепенно увеличивалось, а LG уменьшалось. Тогда равенство будет после этого, то есть это время — в будущем.

|| Раздел второй

978

О РАВЕНСТВЕ [СУТОЧНЫХ] КРУГОВ СОЛНЦА И ЛУНЫ

Признак этого: равенство суммы двух истинных положений обоих светил полному обороту. Пусть A и B — точки равноденствия на эклиптике, из них A — начало Овна*. Соединим A и B и проведем CD и EG параллельно AB . CG — диаметр сферы. Известно, что затмения обоих светил — несомненно на диаметре. Предположим, что здесь на [диаметре] — CG . Что касается затмения Солнца, то оно имеет место при соединении обоих светил [на диаметре] по одну сторону от центра. Пусть это — C .

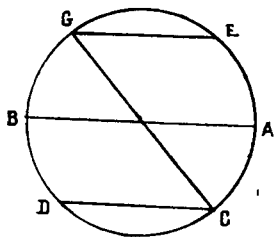


Рис. 171.

Что касается лунного затмения, то оно имеет место, когда оба они находятся по разные стороны от центра. Ясно, что если истинное движение каждого из обоих светил — AC , разности

* См. рис. 171.

между ними не будет. Поэтому этот признак присоединяется к затмению Солнца.

Если же Солнце — в C , а Луна — в G , то вычтем AC из ACG . Останется половина окружности CBG . Поэтому данный признак присоединяется к затмению Луны, так что здесь получаются два признака для изображения их в виде суммы, а не разности. Что касается «воображения» Солнца, то это будет на $\parallel CD$. Поэтому, если Солнце в C , а Луна в D , то истинное положение Солнца — AC , а истинное положение Луны — ACD , равная BDC . Следовательно, сумма их обеих — шесть знаков зодиака, например, в случае, когда Солнце будет в D , а Луна в C , сумма истинного положения Солнца равна BDC , то есть она вместе с истинным положением Луны AC [составляет] половину окружности. Поэтому признак «воображения» Солнца равен сумме его истинного положения и истинного положения Луны — то есть шести знакам зодиака. Что касается равенства [суточных] кругов [обоих светил], то оно имеет место, если одно из них в C , а другое — в H , или [одно] в D , а другое — в G , так как оба они [могут] находиться на CG или DE . Если [оно будет] на обоих равных кругах, то затмение Луны необходимо, так как, если она воображается на CE , сумма AC и ADB — окружность, а если на DB , то сумма ACD и ADB , равной $AEGB$, также будет окружностью. Поэтому знак «воображаемой» [тени] Луны, равный сумме ее истинного положения и истинного положения Солнца, становится двенадцатью знаками зодиака. Следовательно, знаки соединения и «воображения» Солнца различаются только тем, что в одном из них употребляется разность, а в другом — сумма. Также [обстоит дело] в случае противостояния и «воображения» [тени] Луны.

При наглядном представлении действие в случае «объединения» и «равенства» одно и то же. Упомянем, что общего между Солнцем и Лунной в остальных действиях. Пулиса говорит: «Сложи склонение Солнца и склонение Луны для «воображения», если их стороны разные, и бери разность между ними, если они совпадают, и действуй наоборот в случае «воображения» [тени] Луны: сложи обе, если обе их стороны между ними, и бери разность между ними, если \parallel они обе различны. Это называется первым запоминаемым результатом. Тебе уже было предпослано время равенства двух склонений при противостоянии, если это время прошло. Таким образом, тебе дан известный промежуток времени в минутах суток и умножь его на три бухта, то есть бухт Солнца, Луны и головы, и дели произведение на сумму бухтов обоих светил, в частном получится его уравнение. Поэтому, если время — в будущем, то то, что для обоих светил прибавь к ним обоим, а то, что для хвоста вычти из него; если же это время прошло, то при сложении и вычитании действуй в обратном порядке. Вычисли

при помощи того, что получилось, склонения Солнца и Луны и действуй в обоих случаях подобно изложенному выше вторым запоминаемым. Далее смотри: если время предстоит, бери разность между обоими запоминаемыми, а если момент прошел, складывай оба запоминаемых, и то, что получится из этого,—доля деления. Затем умножь минуты заданного промежутка времени на первое запоминаемое и дели произведение на долю деления, в частном получатся *заманы* времени равенства обоих склонений в [случае] совпадения и равенства. Повтори это действие несколько раз до тех пор, пока не совпадет и не уточнится время «воображения».

Брахмагупта сказал после деления на долю этого, что в частном получились *заманы* расстояния для времени «воображения». Далее я смотрю на первый промежуток времени, в котором получается первое запоминаемое. Если для него этот момент времени еще предстоит, то это — *заманы* запаздывания этого момента времени равенства обоих склонений по сравнению с ним, а если для него этот момент времени уже прошел, то это — *заманы* опережения данного момента времени. Я повторяю действие несколько раз до тех пор, пока это время не будет равняться одной и той же величине.

Пусть положение Луны в первый момент времени — K , ее склонение — KM , тогда одного из четырех положений достаточно¹²⁷. Предположим, что KM короче BG^* , и пусть момент времени — будущий. Тогда, если мы зададим в нем Луну в нечетной четверти, || ее положение в конце заданного промежутка времени будет O , а ее склонение OMG будет короче BG до тех пор, пока не получится этот последний предстоящий момент времени, поместим в «воображаемом» Солнце, если оба склонения — с одной стороны. Проведем между точками K и O и склонением BG два круга — KF и OL . Ясно, что первое запоминаемое — FB , второе — LB . Поэтому FL — доля деления, так как *заманы* разности первого запоминаемого — FB и величины FL относятся к *заманам*, в которых FB исчезает целиком, и уже исчезла в его начале, как FL к FB .

Следовательно, если умножить первое на четвертое и разделить произведение на третье, то в частном получится второе, то есть искомое. Поэтому всегда делят на FL , а частное—это *заманы* FB . Что касается доли деле-

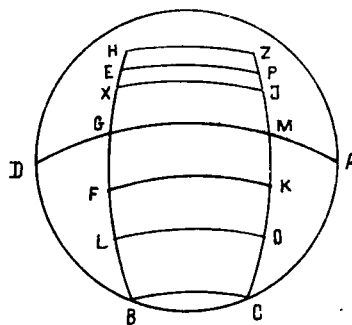


Рис. 172.

981

* См. рис. 172.

ния, то в этом положении это — разность между двумя запоминаемыми FB и LB , так как оба момента времени здесь одинаковы относительно противостояния. Но F — это среднее время. Поэтому *заманы* FB , то есть частное — между средним и исправленным, в котором оба склонения равны. Поэтому, если склонение Луны — MP в стороне, противоположной склонению BG , то они складываются и их сумма EB — первое запоминаемое. Если второе склонение меньше склонения IM , то второе запоминаемое — XB , а если больше склонения ZM , то второе запоминаемое — CB , и в каждом случае время — в будущем; так что 982 равных им [дуг] || между точками E и B . Таково действие Пулисы и предполагавшийся промежуток времени, это и есть то, что мы хотели [разъяснить].

Вернемся к дуге запоминаемого, получающейся в *кардаджах* склонения, и тому, чего не было в его упомянутой книге. Брахмагупта сказал: «наблюдай Луну во время среднего «воображения». Если истинное положение меньше трех знаков зодиака, то дуга запоминаемого — дуга Луны, — если оно возрастает до шести знаков зодиака, то запоминаемое вычитается из шести знаков зодиака, если оно возрастает до девяти знаков зодиака, то запоминаемое прибавляется к шести знакам зодиака, а если оно больше девяти [знаков], то запоминаемое вычитается из двенадцати знаков зодиака, и при этом получается дуга Луны. Сравни ее с истинным положением Луны для полудня. Если оно больше этого, то время «воображения» прошло, а в противном случае оно — в будущем. Затем умножь разность между двумя Лунами на *бухт* Солнца, раздели произведение на *бухт* Луны и прибавь частное к положению Солнца в полдень, если дуга Луны больше ее истинного положения в полдень и наоборот. Получится положение Солнца во время «воображения».

Так же определяется положение *головы*. Для определения этого времени делят разность между двумя [положениями] Луны на *бухт* Луны, получатся *заманы* расстояния до или после полудня. Поэтому, если определишь положения обоих светил и *головы*, то определятся оба склонения. Если они равны, то это — исправленное время «воображения». В противном случае — повтори действие несколько раз, до тех пор, пока они не будут равны. Что касается причин повторения действия, то это упоминалось уже много раз. Что касается дуги запоминаемого, то из этого действия ясно, что это — истинное положение Луны в момент равенства обоих склонений, но склонение положений в *кардаджах* против первого квадранта представляет все остальные квадранты. Поэтому 983 *внешняя дуга* никогда || не превосходит квадрант, а расстояние истинного положения в это время меньше или больше ее. Следовательно, запоминаемое не может не быть самым истинным положением Луны. Что

касается его дополнения до половины окружности, то это либо прибавление его к половине окружности, либо дополнение его до полной окружности. Оба положения Луны не отличаются друг от друга на большое расстояние. Истинное положение [Луны] в полдень является признаком свойства второго истинного положения Луны, так что запоминаемое переходит в подобное ему. Движение Луны за части суток соответствует ее *бухту* в каждой [части], поэтому разность между двумя «положениями» Луны относится к *бухту* Луны как время разности к суткам, а произведение разности на сутки — это она сама. Значит, время разности — частное от деления разности на *бухт* Луны. Таким же образом эта разность относится к *бухту* Луны, как то, что прошло Солнце за время разности, к *бухту* [Солнца]. Поэтому разность умножается на *бухт* Солнца и произведение делится на *бухт* Луны. В частном получается то, что прошло [Солнце], или то, что оно проходит до времени равенства обоих склонений. Это действие отдельное, отличающееся от того, что изложено выше у Пулисы. Поэтому порядок этого в том, что определяют время от полудня до времени равенства суммы истинных [положений] окружности или ее половины и постепенно переходят от него ко времени, в котором [имеет место] равенство обоих склонений путем ограничения на избытках склонений. Порядок этого — таков, что начинают от полудня и определяют в нем оба склонения и дугу запоминаемого, а из них обоих — момент воображения. Этот [способ] — наилучший, так как избыток *заманов* избытка обеих дуг эклиптики лучше совпадает с избытком склонений, но все дело в дуге запоминаемого. Поэтому рассматривается и не этот способ. Вернемся к некоторым из предшествующих чертежей и обоим истинным положениям в них для полудня.

|| Если склонение Луны *КМ* меньше склонения Солнца *IG* и получается вычитанием широты Луны *СК* из склонения *СМ* ее градуса, то ясно, что имеет место совпадение обоих кругов в [точке] *О* наклонной орбиты Луны*. Ее градус в это время — *L*. Поэтому, если это L^{128} , то к [дуге] *IG* в круге [Луны] прибавляют дугу *ВН*, равную широте [точки] *К*, и ее дуга берется в *кардаджах*. Это — *AF*, а она уже вычислена с помощью дуги *LF*, равной дуге *CL*. Значит, дуги *AF* и *DL* равны. Но *ABC*, истинное положение Луны в полдень, больше трех знаков зодиака в этом положении. Поэтому, если вычесть *AF*, то есть *DL* из половины окружности, останется дуга Луны *ABL* и расстояние *LC* между двумя положениями Луны, это не намного отличается по величине от *КО* в малых дугах. Пусть Луна — в [точке] *P*. Тогда ее склонение *PM* больше *BG* и получается с помощью прибавления широты *PM* к склонению градуса *СМ*. От склонения *BG* остается в остатке дуга *BI*, равная ши-

* См. рис. 173.

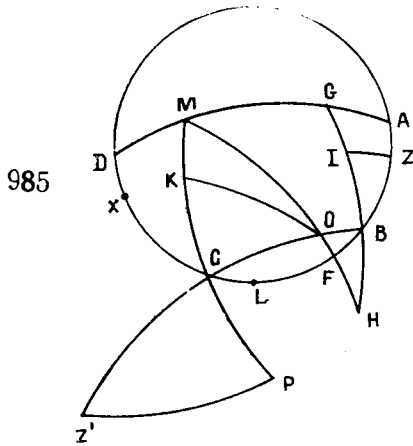


Рис. 173.

роте CM . В том, что осталось, переходят к дуге в *кардаджах*, получается дуга запоминаемого AZ . Известно, что совпадение обоих [суточных] кругов имеет место, когда Луна в точке Z на своей наклонной орбите. В это время ее градус — X . Поэтому берется \parallel дуга DX , как будто она равна дуге AZ , и вычитается из шести знаков зодиака. Останется ACX , истинное положение второй Луны, и расстояние CX между двумя положениями Луны. Это то, что я думаю о мнениях индийцев в этом вопросе. Что же касается начала этого момента и конца его, то это подобно началу затмения и завершению «прояснения». Пулиса сказал: «При-

бавь величину Солнца к величине Луны, затем бери половину суммы, ее называют половиной обеих величин. Затем умножь это на шестьдесят и дели произведение на разность между *бухтами* обоих светил, в частном получатся минуты «впадения» из суток. Затем бери исправленное время в двух местах, вычти минуты «впадения» из первого; останется время начала «воображения», и прибавь минуты «впадения» к другому, получится время завершения «прояснения», «воображения» и исправленное время между ними для середины».

Все это уже подробнее говорилось о затмениях. Солнце находится на своем [суточном] круге в месте пересечения [этого] круга и наклонной орбиты и движется в последовательности [знаков зодиака]. Это свойственно Луне так же, как и затмению, и получается промежуток времени прохождения через него, обладающий началом, серединой и «прояснением», в зависимости от промежутка времени затмения, оба они равны при определении этого.

Окончена восьмая книга Канона Мас'уда.

Хвала Аллаху, господу миров¹²⁹.

КНИГА ДЕВЯТАЯ
КАНОНА МАС'УДА



сли вопрос об [обстоятельствах] Солнца и Луны пред- || 986
шествовал [вопросу] о [других] светилах, причем о Солнце
говорилось раньше, чем о Луне, в виду того, что нужно
предпочитать более простое¹, то, ставя цель [описания] об-
стоятельств [остальных] светил, прежде всего² предположим
речь о неподвижных звездах, ввиду простоты³ и равенства движений всех
их. **Об этом мы изложим⁴** [все], что возможно, при помощи Аллаха.

|| Глава первая

987

О КЛАССИФИКАЦИИ СВЕТЯЩИХСЯ ТЕЛ

Раздел первый

О РАЗЛИЧИИ МЕЖДУ НЕПОДВИЖНЫМИ И ПОДВИЖНЫМИ СВЕТИЛАМИ

Светила, имеющиеся на небе, после Солнца и Луны прежде всего подразделяются на два вида. Один из [этих] двух [видов] таков, что расстояние, имевшееся⁵ между всякими двумя из них, остается⁶ одной и той же величиной, не изменившейся с того времени, как ученые обратили на них внимание, сделав их объектом рассмотрения.

[Светила] второго вида таковы, что они приближаются⁷ к [светилам] первого вида и друг к другу и удаляются от них, а ты находишь их⁸ в различных сторонах движущимися вперед и назад, опережающими и отстающими. Когда стало известно, что это у них получается вследствие движения, они [были] названы подвижными, а светила первого вида — неподвижными⁹. Владеющие этим искусством, включив Солнце и Луну¹⁰ в число светил, не выбрали¹¹ [им специального] названия не по согласию между собой, а [ввиду] необязательности этого. Поэтому упомянутые небесные тела стали [называться] неподвижными и подвижны-

ми¹². Подвижные [светила], если исключить¹³ из их числа Солнце и Луну, были названы планетами¹⁴, потому что их движение [происходит] в восточном направлении по последовательности знаков зодиака. Их пять, это — Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн¹⁵. Иногда они совершают отступления от [основного] направления и движутся обратно в направлении против последовательности [знаков зодиака], а иногда останавливаются на месте, оставаясь неподвижными. Остановка подвижного светила и его попятное движение вызывают изумление и удивление, поэтому [эти] пять [светил] получили название планет. Они обладают и западным, и восточным движением, || приближаются друг к другу и удаляются друг от друга, соединяются и расходятся, имеют место и другие случаи. Таким образом, разъяснена разница между светилами, называемыми неподвижными и подвижными.

Раздел второй

О ПРИЧИНЕ ТОГО, ЧТО НЕПОДВИЖНЫЕ ЗВЕЗДЫ НАЗЫВАЮТСЯ НЕПОДВИЖНЫМИ

Первая из причин того, [что они называются неподвижными], та, что расстояния между ними неизменны, [всегда] одни и те же, они совсем не имеют параллакса¹⁶; вторая — то, что их эклиптические широты постоянно [равны] одной и той же величине. Благодаря этим¹⁷ двум свойствам [рассматриваемые] светила как будто находятся в покое на одном теле, вращающем их всех одним вращением; подобно движению корабля, которое для того, кто [находится] на носу корабля, на его корме и между ними, кажется одним и тем же движением, в то время как они [находятся] в покое. Некоторые объясняют [это] тем, что древние не понимали движения звезд, не признавали его за ними и считали, что звезды неподвижны и совсем не движутся. Это слабые доводы. Но мы не знаем того, построение чего нам не дано, это знает только один Аллах¹⁸. Что же касается [знания], дошедшего до нас от таких греков, как Тимохарис¹⁹, Аристилл²⁰, Агриппа²¹, Менелай²², Архимед²³ и Гиппарх²⁴, а затем Птолемей²⁵ и другие, то они были усердны²⁶ в наблюдениях звезд, регулярно вычисляли их положения и приняли равномерное вращение Солнца, исходя из его соединений с неподвижными звездами; они заметили их движение, о котором упоминал Птолемей, в один градус за каждые сто лет²⁷.

После уточнения причины того, почему их назвали неподвижными, то есть из-за постоянства их широт и расстояний между ними, Птолемей поместил в своей книге некоторое число светил, которые видны рас-
989 положенными по прямым линиям || и мало отклоняющимися от прямых

линий, так что эти отклонения не нарушают формы прямых линий для того, чтобы тот, кто придет после него, знал бы, что они постоянны²⁸. Если бы это было не так, то прямолинейность нарушилась бы за время после него и Гиппарха. Прямолинейность имеет место только в таких трех точках, каждые две из которых находятся на кратчайшем расстоянии между двумя крайними. Эта прямолинейность находится либо наблюдением с помощью плоскости пластинки по ее наклону²⁹, либо наблюдением с помощью другого инструмента. Прямолинейность легко наблюдается тогда, когда нет преломления [прямой линии] и отклонения [от прямой линии], при которых каждые три светила обязательно образуют треугольник. Фигура треугольника является равнобедренной только тогда, когда из трех светил средняя делит пополам [расстояние] между крайними. В звездных фигурах треугольники многочисленны, хотя Птолемей упомянул из них лишь незначительное число.

Упомянувшиеся ранее древние вавилоняне и халдеи³⁰, усердие и знания которых приумножили греки,— из тех людей, дела которых не известны, ибо их принципы исчезли и наши знания о них предположительны, о них неизвестно ничего более достоверного, чем их [знание] об опережении сфер и их запаздывании.

Тот, кто заметил подобное этому среди медленных³¹ движений, действительно не упоминает о нем, говоря о неподвижных звездах³² и их движениях. Индийцы, со своей стороны, упоминают³³ об оборотах этого движения для Сердца Льва³⁴, причем это движение соответствует упомянутому Птолемеем о его промежутке времени.

Варахамира³⁵ в своей книге, известной как «Собрание»³⁶, рассказывая о седой древности³⁷, говорит, что Дочери погребальных носилок³⁸ во времена царя земли Хадашира³⁹ были в десятой стоянке Луны⁴⁰, а это начинается в начале знака Льва. Он упоминает это и датирует его || 990 известным временем, чтобы разъяснить их перемещение, а также перемещение других [звезд]. Далее он разъясняет, что неподвижные звезды проходят каждую стоянку Луны за шестьсот лет. Время упомянутого царя предшествует эре Александра на две тысячи девятьсот четырнадцать лет⁴¹. Варахамира был позже Александра на восемьсот и десять с лишним лет⁴². Таким же образом Виттешвара⁴³, автор *зиджа*, называемого «Извлеченный», считает в нем Дочерей погребальных носилок в четырех пятых знака Весов для эры, начало которой соответствует тысяча двести девятому году эры Александра. Астрономы⁴⁴ народа Кашмира датировали их в годовых тетрадах, я видел⁴⁵ применение ими этого для тысяча⁴⁶ триста сорокового года Александра⁴⁷ и в соответствии с их действиями Дочери погребальных носилок [в то время] были в семнадцатой стоянке⁴⁸ уже семьдесят семь лет. При всей неясности почерпнутого мною у них в [стране] Синд⁴⁹ все это свидетельствует об их

убеждении в том, что постоянство свойственно их движению, а не покою. Их взгляды наиболее древние. Таким образом, выяснена причина того, почему они называются неподвижными — по постоянству их движения.

Глава вторая

О ПОДРАЗДЕЛЕНИИ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД НА ОТДЕЛЬНЫЕ⁵⁰ ГРУППЫ

Раздел первый

НАПОМИНАНИЕ ОБ ИХ РАЗЛИЧИИ ПО ВЕЛИЧИНЕ

Неподвижные звезды различаются по видимым величинам⁵¹, это объясняется⁵² [различием их] величин, размеров и значимости. Поэтому древние упорядочили их в шести разрядах. Первый из них охватывает⁵³ крупнейшие звезды, такие как два Сириуса⁵⁴ и два Орла⁵⁵ и подобные им. Второй разряд содержит те [звезды], которые меньше их; то же самое для разряда, следующего после него, и т. д. Далее, то, что содержится в седьмом [разряде], слишком неясно для того, чтобы уловить
991 это зрением || и [здесь наблюдатель] приходит в замешательство, так как ему кажется, что в этом месте ничего не видно и он не может там ничего увидеть. Шесть разрядов величин не разграничены [категорически], в каждом из них имеются большие и меньшие для этой величины, причем большие — ближе к тому [разряду], который над ним, а меньшие — к тому, который под ним. Если бы и первому из них предшествовал разряд, то два Сириуса были бы переходом к нему, так как они — наибольшие из всей первой величины, поскольку разряды определены для нескольких различных [по величине] звезд.

Звезды многих разрядов и величин, имеющиеся в «Альмагесте», Абу-л-Хусайн ибн ас-Суфи⁵⁶ перевел в другие [разряды] или иначе расположил их по величине и малости вплоть до приближения к переводу [в другой разряд]. Причина этого в том, что его источник — догадка и наблюдение. Результаты предположений⁵⁷ редко совпадают с возможными различиями. Если два выбранных населенных пункта имеют различия по положению, либо по широте, когда происхождение светила в одном из них будет приближаться к горизонту, а в другом — удаляться от него, поскольку при наблюдении звезд имеет место то же, что при наблюдении Солнца и Луны, либо по причине природы воздуха в них и его различия по прозрачности и мутности или по сухости и влажности, или далее, если возможно естественное различие зрения у двух

рассматривающих, либо по их созданию, либо по причине несчастного [случая], либо, наконец, из-за различной степени усталости⁵⁸ и рвения у обоих или у одного из них в два момента времени, то восприятие величины и малости у него будет различно. Что же касается других качеств неподвижных звезд — их цвета, блеска, ясности и мерцания, то они по своей природе подобны и рассуждения об их причинах редко приводят⁵⁹ к удовлетворительной истине. Приводимые нами здесь величины неподвижных звезд вместе с тем, что мы взяли в «Альмагесте», включают также данные Абу-л-Хусайна. Возможно, || Птолемей устано- 992
вил эти величины благодаря своим собственным наблюдениям, но возможно [также], что он заимствовал это у своих предшественников, как видно из того, что он перевел положения светил к своему времени. Но это не дало ему преимущества, его недостатком является то, что он считал, будто неподвижные звезды в этом искусстве играют такую же роль, как фармакогнозия⁶⁰ в медицине.

Что касается Абу-л-Хусайна, то его интересовало в этой науке то же, что и Птолемея, но он загубил всю свою жизнь на это искусство⁶¹, пока не овладел им. Он ограничил свое усердие одним этим искусством, подробно изучил его и правильно исследовал всевозможные аспекты и тонкости, что привело к разветвлению его усердия по ветвям [этого искусства]. Поэтому в этом искусстве осталось немного, на что он не обратил внимание.

Раздел второй

О ТУМАННОСТЯХ И МЛЕЧНОМ ПУТИ

В небе имеется то, что по свету, исходящему от него, непохоже на светила, имеющие круглую форму. Это — белые пятна, называемые туманными светилами. О них предполагают, что это — части Млечного пути⁶², а Млечный путь — их совокупность. И то, и другое подобно друг другу и похоже на облака. О некоторых из них предполагают, что это скопление малых светил, собравшихся там, подобно Косе из волос, похожей на лист вьюнка, известной у арабов под названием Щетинки⁶³, так как она находится над Хвостом Льва⁶⁴. Это предположение относится и к Млечному пути, так как в некоторых своих ответвлениях он похож на нее. Когда Луна и все планеты проходят через Млечный путь, в них не происходит изменения [якобы] из-за того, что Млечный путь находится ниже них, как об этом упоминал Аристотель⁶⁵ и его сторонники, но у Млечного пути [якобы] будет такое изменение, если он пройдет через них. Однако известно, что он — выше любой из неподвижных звезд и что он — в их сфере, ибо они передвигаются вместе с ним и

993 сохраняется его расстояние от них и от остальных фигур || и созвездий, описанных Птолемеем. Есть и такие, кто относит к этому же виду Кружок из волос⁶⁶ и называет совокупность ее трех звезд одной туманной звездой.

Таким образом, установлено⁶⁷, что туманности и Млечный путь— это скопления звезд. Однако доказательство этого [видели лишь] в том, что связано с Млечным путем и Плеядами⁶⁸, точно так же, как связывали с туманностями в искусстве приговоров [звезд такие свойства], как их вред для зрения⁶⁹, навлечение грусти на душу⁷⁰ и зловещие обстоятельства. Как это удивительно! Ведь Плеяды похожи на туманности только тем, что их звезды при наблюдении сливаются, но [на самом деле] они разделены и число их [равно] шести. Зрение [серьезного] наблюдателя не может перепутать их, это может сделать только тот наблюдатель, сердце которого ослеплено приверженностью к чему-либо и удача не сопутствует его разуму. Все они — мерцающие [светила], в свете которых нет ни пятен, ни пробелов. Имеются также различные группы звезд помимо Плеяд и Кружка из волос, среди неподвижных звезд имеются сдвоенные с другими малыми звездами, тесно примыкающими к ним: примыкая, они [составляют] «кусты звезд»⁷¹, так что невозможно различить хотя бы одну из них, чтобы сделать о них вывод, без вреда для зрения.

Глава третья

О ДВИЖЕНИИ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД

Раздел первый

О ТОМ, ЧТО ВСЕ ОНИ ДВИЖУТСЯ ВОКРУГ ПОЛЮСОВ ЭКЛИПТИКИ

Если в известное датированное время определенная звезда в момент восхода Солнца к востоку от [точки] равноденствия или в момент захода [Солнца] к западу от нее находится на заданном расстоянии от горизонта, пусть, например, на небесном меридиане — это расстояние наиболее определенное.

994 Далее, если та || же самая звезда при другой известной дате, [более] поздней по времени, чем первая, [когда] Солнце в [положении], подобном первому, находится на другом⁷² расстоянии, чем в первом [положении], то полдень в стороне востока отличается [от первого]. Это необходимо означает, что звезда [за это время] передвинулась и изменилось ее расположение и место. В частности, если положение⁷³ будет полностью соответствовать ей же в другой момент времени, или не будет полностью соответствовать ей, то свидетельство об этом [будет]

правильно. Так как это имеет место⁷⁴ во всех отношениях для всех неподвижных [звезд], [рассматриваемых] в одни и те же годы⁷⁵, то о них говорят, что все они движутся в последовательности [знаков зодиака] одним восточным движением, подобно тому, как вся совокупность [светил] движется одним западным движением.

Все [теперь] гораздо яснее, чем когда Гиппарх нашел, что Сердце Льва передвинулось вперед относительно колюра солнцестояний⁷⁶ в направлении, противоположном последовательности [знаков зодиака] на одну шестую градуса, и [что] эта звезда находится в это время⁷⁷ ближе к колюру солнцестояний в последовательности [знаков зодиака] более, чем на половину знака [зодиака]⁷⁸.

Ясно, что эта звезда движется, однако ее расположение относительно остальных звезд [этого созвездия] остается неизменной, так как все они движутся движением, подобным его движению. Если бы это движение было вокруг оси мира, то были бы постоянными расстояния светил от небесного экватора в одном положении и высота светила в полдень в одной местности не различалась бы, [она не различалась бы] и в двух [различных] местностях за исключением [тех мест, у которых] должна быть разность их широт. На самом деле, этого не бывает, также и между ними имеется большое различие. Проверка показывает, что высота различна и соответствует различному склонению в его градусах.

Отсюда убеждаются, что это движение имеет место вокруг оси эклиптики и что неподвижные [звезды] описывают благодаря этому восточному движению малые круги, параллельные эклиптике, [так же, как] благодаря западному движению [они описывают] малые круги, параллельные небесному экватору.

|| Раздел второй

995

О ПОЛОЖЕНИИ СВЕТИЛА, НАХОДЯЩЕГОСЯ НА ПОЛЮСЕ
ОДНОГО ИЗ ДВУХ ДВИЖЕНИЙ

Некоторые люди отмечают на северном полюсе первого движения звезду, а затем переходят к таким [звездам], у которых ощущается только вращательное движение. Если визировать ее на постоянном месте наблюдения на конце чего-либо, прикрепленного⁷⁹ к стене, или чего-нибудь другого, то это конец хвоста Малой Медведицы, известный как Козленок⁸⁰, в наше время близко [расположенный] к полюсу [мира], и называемый полюсом мира. [С его помощью] устанавливается направление киблы⁸¹ в его пространстве или, если возникает необходимость, переносится направление от города⁸² Каабы к другому, в котором нахо-

дится видимый неподвижный предмет с фиксированным азимутом⁸³. Козленок вместе с остальными двумя [звездами] на хвосте [Малой Медведицы] и двумя другими на остальной части ее тела образуют вогнутую дугу, против которой — такая же [дуга] из маленьких звезд, которые не наблюдаются. При этом образуется фигура *халиладжи*⁸⁴, называемая индийцами «рыбой полюса», а арабами — «острием топора»⁸⁵. Все это [происходит] благодаря отклонению от Козленка, [находящегося] в месте полюса, он [расположен] внутри топора, так что тот вращается вокруг него. Что же касается южного полюса мира, то он не виден, так как место его наблюдения — там, где он поднимается на величину широты⁸⁶ местности в сторону юга. Никто из тех, кто получил сведения, о которых они сообщают, не видел [этой местности]. Все говорят о том, что Дочери погребальных носилок⁸⁷ подобны [этой] известной [фигуре *халиладжи*], вращающейся вокруг полюса.

996 Возможно, что это взято из легенд индийцев и их веры в то, что северный полюс — единственный, и движение вокруг него горизонтальное, также состоящее из двух⁸⁸ различных [движений]. Они говорят, что один из их богов гневался и хотел ограничить другой мир в стороне ||юга и сделал [уже] из него только полюс и Дочерей погребальных носилок, когда ангелы усмирили его гнев, и он воздержался от того, чтобы выполнить все то, что задумал, поэтому осталось только то, что он успел сделать.

Так как для неподвижных звезд имеет место движение вокруг обоих полюсов [эклиптики], и круг, проведенный вокруг полюса эклиптики на расстоянии наибольшего склонения, несомненно, проходит через полюс мира, то каждая звезда, широта которой равна дополнению наибольшего склонения, движется вокруг них обоих в восточном направлении, то есть она обязательно в какой-то момент времени проходит через полюс мира. Что касается того, как это воспринимается ощущением, то те тела, которые при наблюдении не отходят от полюса и описывают свои [суточные] круги вокруг полюса, как бы неподвижны. Если их расстояние от полюса эклиптики одно и то же и не изменяется, то [их расстояние] от полюса мира изменяется, его величина не постоянна. Первое движение сужает их [суточные] круги по мере приближения к полюсу и расширяет их по мере удаления от него. Если [светило] окажется в самом полюсе, между обоими [кругами], то оно вращается вокруг самого себя, так как через него проходит линия равного времени при движении. Тогда это светило можно считать полюсом, так как оно в ощущении остается как бы неподвижным, и его вращение не ощущается после того, как оно покинет его. Таков случай, при котором светила могут достичь полюса мира, — это те [светила], широты которых равны дополнению наибольшего склонения.

Что касается тех [светил], широты которых отличны от него, то хотя они и приближаются к полюсу, они его не достигают. Что касается полюса эклиптики, то расстояние светила от него никогда не уменьшается по сравнению с тем, которое было, и не увеличивается.

Если светило оказывается в «начале кольца»⁸⁹, то оно всегда в нем и не отходит от него. У него нет никакого движения, кроме вращения вокруг самого себя, а в его положении относительно полюса мира нет никакого изменения. Первое движение вращает его вокруг полюса мира на одном и том же расстоянии, || всегда равном наибольшему 997 склонению. На северном полюсе эклиптики не имеется никакого известного или неизвестного светила из тех, которые определены. Возможно, что в нем расположены [какие-нибудь другие звезды], кроме этих больших шести, и потому они невидимы.

Раздел третий

ОБ УТОЧНЕНИИ ДВИЖЕНИЯ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД

Ясна причина того, что для движений, подобных этим, мы вращаемся вокруг самого древнего⁹⁰ из наблюдений, которое мы находим на протяжении времени. Мы не нашли ничего более древнего о неподвижных звездах, чем то, что сделано в этом в дни Тимохариса в Александрии. Тогда Луна затмевала Симака Безоружного⁹¹ во время, полная дата которого [по эре Набонассара], отнесенная к Газне,—453 [год] $124^{\circ}27'3''20'''$ [суток]⁹². Видимое положение Луны — $170^{\circ}36'55''48'''$. [Расстояние] от него до места, в котором мы ее нашли,— $18^{\circ}53'4''17'''$. На этом мы основывались в [вопросе о] движении апогея.

Птолемей наблюдал Сердце Льва во время, полная приведенная дата которого — 885 [год] $218^{\circ}20'19''20'''$ [суток]⁹³, то есть на втором году правления Антония, и нашел его в двух с половиной градусах знака Льва. Затем он прибавил расстояние между этим местом и его местом, найденным для него во время Тимохариса в совокупности звезд, которые были неподвижны по своему положению, и записал это в начале правления Антония, которое произошло в восемьсот восемьдесят четвертом году эры Набонассара, это облегчает вопрос о годе и его дроби от начала эры до [времени] его наблюдения. Промежуток времени между этим моментом и моментом, || когда мы нашли положение Симака в 998 сутках,—317 897⁹⁴. В соответствии с движением, на котором мы основываемся, аргумент Симака между ними — $12^{\circ}41'4''8'''$ ⁹⁵, а дополнение его — тринадцать градусов за двадцать один год пять месяцев и двадцать суток с третью и одной десятой. Если мы прибавим это к упомянутому моменту времени, то достигнем шестого дня деймаха триста девяносто девятого года Йездигерда⁹⁶ перед Наурузом⁹⁷, который мы положили за основу в этой книге, за два месяца и двадцать четыре дня,

приблизительно, с половиной. За это время неподвижные [звезды] передвинулись на одну пятую минуты. Поэтому необходимо добавить к каждому из его положений для перехода к основе этой книги тринадцать градусов. Мы сделали это так, как следует⁹⁸.

Глава четвертая

О ПОДРАЗДЕЛЕНИИ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД СОГЛАСНО МЕСТАМ ЖИТЕЛЬСТВА НА ЗЕМЛЕ

Раздел первый

ОБ ИХ ПОЛОЖЕНИЯХ И НАЗВАНИЯХ НА ШИРОТАХ РАЗЛИЧНЫХ ГОРОДОВ

999 Всякое светило или точка, которая видна над горизонтом, [суточный] круг которого при обращении не пересекает горизонт вблизи северного полюса, называется всегда видимым в обитаемой четверти [Земли], а вблизи южного полюса — всегда скрытым в этой четверти. Всякое [светило или точка, суточный] круг которого пересекает горизонт, называется восходящим и заходящим. Мы намерены в этом описании [изобразить] северную область || Земли, так как южная аналогична ей. Круг, проведенный вокруг полюса на расстоянии широты места, касается горизонта. Те [светила], которые попадают внутрь него, — всегда видимые, если этот полюс — северный, и всегда скрытые, если этот полюс южный. Каждое [светило], обращающееся по своему [суточному] кругу, бывает как бы восходящим и заходящим или всегда видимым или всегда скрытым. А именно: половина их тела всегда видима или скрыта, а остальная половина заходит на севере или восходит на юге около обоих полюсов, не отклоняясь к востоку или западу.

Для всегда видимых [светил] имеются две высоты в полуденном круге: меньшая из двух высот называется наименьшей, иногда она называется понижением. Что касается большей, то она может быть как к северу [от зенита], так и к югу [от него], или между ними, в зените⁹⁹. В случае всегда скрытых звезд — аналогично этому по отношению к надиру¹⁰⁰, однако ввиду их невидимости [для нас] — это бесполезно.

Что касается начала широт, то есть линии [земного] экватора, то на нем звезда не останется всегда видимой или всегда скрытой, а каждая из них на нем восходит и заходит, так как [в этом случае] оба полюса мира необходимо находятся на горизонте. Поэтому его случай подобен случаю для городов, обладающих широтами, в которых [звезды] не всегда видимы или скрыты.

Что касается пределов широт, в которых полюс находится в зените, то в них не восходят заходящие [светила] или не заходят восходящие. [Этот] случай подобен случаю городов, обладающих широтами, в которых всегда имеет место один из двух случаев — на обеих границах

этих городов имеет место что-нибудь одно, а оба они подобны тому, что подобно им обоим.

|| Раздел второй

1000

О ТОМ, ЧТО ИЗ ЭТИХ ПОЛОЖЕНИЙ ИЗМЕНЯЕТСЯ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ,
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОГО, КАКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В НИХ ВОЗМОЖНО
И КАКОЕ НЕВОЗМОЖНО

Если бы у светил не было движения, то их упомянутые положения были бы неизменны¹⁰¹ в соответствии с тем, что мы упомянули. Но они движутся не параллельно небесному экватору¹⁰², так что их положения в меньшей или в большей мере различны и даже возможно, что они изменяются на противоположные.

Что касается¹⁰³ [наблюдения] на линии земного экватора, то на нем широта [светила] может быть равна дополнению наибольшего склонения, если им достигается полюс и вращение происходит вокруг него самого, тогда восход и заход этого светила не ощущается в течение некоторого промежутка времени,

Пусть $ABCD$ — небесный меридиан, AEC — небесный экватор*, BED — один из горизонтов на линии земного экватора. Пусть там имеется зенит. AG ¹⁰⁴ — наибольшее склонение в северном направлении. [Точка] G на эклиптике — [точка] летнего солнцестояния, H — [точка] зимнего [солнцестояния].

Проведем [суточные] круги AK и CF — параллельно GEN , тогда каждая из [дуг] FG и KH равна наибольшему склонению. Если отклонения звезд от небесного экватора всегда различны, то то же самое имеет место для их азимутов восхода и захода, а также для их полуденных высот. Что касается того, что приходится на долю некоторых из них, то для светил, [расположенных] в сегменте FDC , не меняется сторона, || о 1001 которой мы упоминали, то есть для них будет то, что для них будет к северу от горизонта и от небесного меридиана, а в ABK — [соответственно] к югу. В сегменте же, лежащем посередине между ними, сторона изменяется, так что азимут восхода [светила] в два момента времени будет северным, и то же самое для его полуденной высоты, а в [другие] два момента они будут южными. Между ними они будут на линии равноденствия, проходящей через зенит. Определение этого таково: если у каждого светила его широта превосходит величину наибольшего склонения, то его азимуты восхода и захода на линии [земного] экватора, а также его полуденная высота будут в стороне его широты и противоположны по величине. Азимут восхода [светила] для северной широты продолжает уменьшаться, а высота — увеличиваться, пока это в нисхо-

* См. рис. 174

дующей половине. Если же это случилось в восходящей [половине], то, наоборот. Что касается южной широты, то в этих обеих половинах [дело обстоит] наоборот.

Если широта [светила] равна наибольшему склонению, то превосходство имеет место только при достижении края [области], пока азимут восхода в ней не исчезнет вообще, а высота не достигнет квадранта. Что касается светил, широты которых не достают до величины [наибольшего]

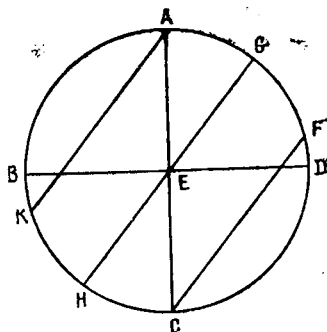


Рис. 174.

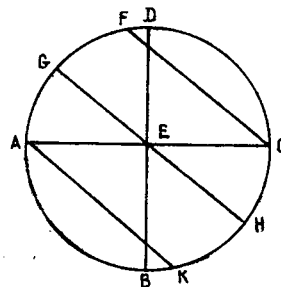


Рис. 175.

склонения, то их азимуты восхода и полуденные высоты будут в стороне их широт, пока они отклоняются от небесного экватора. Если отклонения нет, то [светило] переместится и азимут восхода, и полуденная высота будут в стороне, противоположной их широтам. Поэтому, когда [светило] в нисходящей половине, имеет место переход от севера к югу, а если в восходящей половине — от юга к северу.

1002 Перенесем || предыдущий чертеж для местности, широта которого — девяносто градусов, так что полюс D окажется в зените, а горизонт совпадет с небесным экватором AEC^* . Ясно, что подобно изложенному выше все светила, широты которых превосходят наибольшее склонение, всегда видимы там, если они [расположены] к северу, и всегда скрыты, если [они расположены] к югу, а у тех, которые всегда видимы, пока они [находятся] в восходящей половине, их суточные круги увеличиваются по высоте, а в нисходящей половине понижаются. Там же, где [высота] равна широте [светила], имеется только одно различие: для северной широты, если светило достигает [точки] зимнего солнцестояния, то половина его тела исчезает, а для южной широты, если достигает [точки] летнего солнцестояния, восходит половина его тела, и на горизонте происходит обращение до тех пор, пока обе [половины] не исчезнут и не возвратятся к предыдущему положению.

Если широта светила не достает до наибольшего склонения, то это аналогично случаю всегда видимых [светил], пока имеется отклонение

* См. рис. 175.

от экватора дня в северном направлении, так что, если склонение [светил] исчезнет, они восходят на горизонте в восходящей половине и заходят в нисходящей половине.

Что касается [светил, наблюдаемых в] городах, обладающих широтой, то, как мы уже говорили, эти светила в каждом данном городе имеют [только] три положения, подобные [следующим] видам: первое из них — постоянная видимость, второе — касание горизонта, третье — восход и заход.

Первое подразделяется из-за стороны широты на два вида: на севере [светила] всегда видимы, на юге — всегда скрыты. Второе также подразделяется на два вида, так как касание имеет место для светила в || середине одной из сторон, северной или южной.

1003

Третье также подразделяется на два вида: на севере продолжительность видимости светила над Землей превосходит продолжительность ее невидимости над ней, на юге продолжительность видимости меньше продолжительности невидимости. Ясно, что необходимая причина этих случаев — различие касания и пересечение круга светила, описываемого им при его движении, и наибольшего из кругов, полностью видимых и полностью скрытых в данном городе, и то, что эти три случая близки по своему положению от другого, так что возможно, что один из них переходит в другой, так что он отбрасывает свое свойство и приобретает свойство того положения, которое близко к нему¹⁰⁵.

Пусть BD — горизонт города Газны¹⁰⁶. Наибольший из суточных кругов, в котором [светило] вечно видимо, — AD . Полюс мира в его середине — F ; ABD — колюр солнцестояний*, пусть он совпадает¹⁰⁷ с небесным меридианом; H — полюс эклиптики. Тогда FD ¹⁰⁸ — широта города, DH — разность между ней и наибольшим склонением. Опишем вокруг полюса H на расстоянии меньшем, чем DH , круг KM , для светила, дополнение широты HK которого меньше упомянутой разности HD и который поэтому отличен от круга AD ¹⁰⁹. Что касается того, что изображено на первом чертеже, то где бы ни было светило, на этом круге — в первом движении [оно] описывает [суточные] круги, каждый из которых больше видимого [суточного] круга, то есть восходит и заходит, оно не изменяет своего положения и у него происходит только изменение его дневной дуги.

Когда оно находится в точке K летнего солнцестояния, разность больше, чем когда оно находится в точке M зимнего солнцестояния. Случай, когда оно находится на южном || полюсе, аналогичен этому. То, что там происходит у него днем, [является] здесь тем, что происходит у него ночью, и там это происходит над Землей¹¹⁰, в то время, как здесь — под Землей.

1004

* См. рис. 176, I

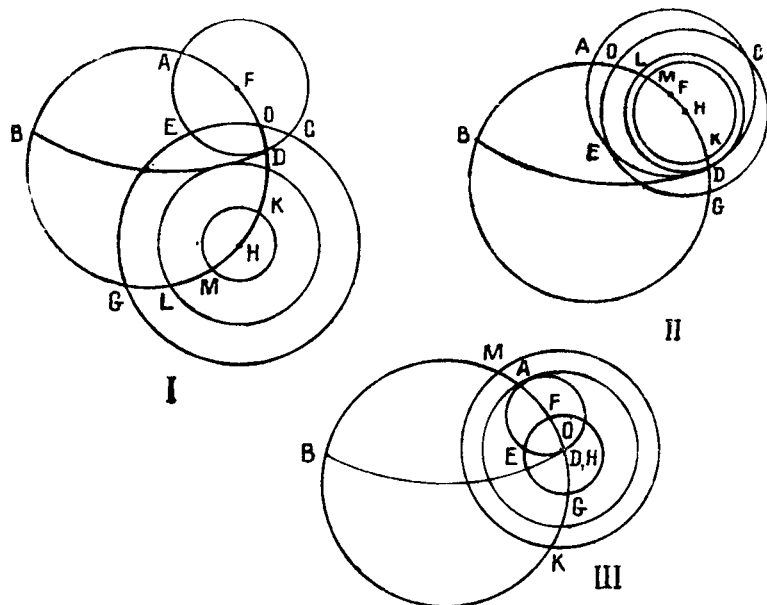


Рис. 176.

BD—горизонт; *F*—полюс Мира; *ABGD*—колур солнцестояний; *H*—полюс эклиптики; *AEDC*—круг видимости.

Что касается того, что на втором чертеже*, то где бы ни было [светило] на этом круге, в первом движении вращается по [суточным] кругам, каждый из которых меньше круга видимости, то есть при этом всегда видимые [светила] не изменяют своего положения и их [суточные] круги различны. Так как в точке *M* летнего солнцестояния его круг меньше, чем в точке *K* зимнего солнцестояния. Подобно этому [будет] на южном полюсе для всегда скрытых [звезд]; и [остальное] аналогично этому.

Различие [в этом смысле] на обоих чертежах — из-за того, что на первом из них имеется избыток для наибольшего склонения, а на втором — для широты города.

Что касается третьего чертежа**, то пусть на нем имеет место равенство и [этот] избыток на нем отсутствует, круг *KM* — отличен от видимого [суточного] круга, то есть для светила, у которого дополнение *HM* его широты превосходит удвоенную широту *HA* города или удвоенное наибольшее склонение.

Далее, опишем вокруг полюса *H* на расстоянии *HD* круг *DL*. Тогда для светила, дополнение широты которого равно разности между наибольшим склонением и широтой города, между этим кругом и видимым

* См. рис. 176, II.

** См. рис. 176, III.

[суточным] кругом имеет место совпадение при касании в ее точке D , на первом чертеже, к [точке] летнего солнцестояния его круги сужаются, после чего [светило] становится восходящим и заходящим в кругах, расширяющихся к [точке] зимнего солнцестояния, потом начинает сужаться.

На втором чертеже имеет место касание в [точке] зимнего солнцестояния, и [светила] становятся всегда видимыми на [суточных] кругах, которые сужаются в восходящей половине эклиптики и расширяются в нисходящей половине. На втором чертеже касание исчезает в обеих точках солнцестояния, а появляется в некоторых неопределенных двух точках северной половины эклиптики. Это — точки C^{111} и E , если дополнение широты светила недостает до || удвоенной широты города.

1005

Далее опишем вокруг полюса H на расстоянии, большем упомянутой разности DH^* и меньшем суммы HA наибольшего склонения и широты города круг OG , необходимо пересекающий видимый [суточный] круг в точках C и E . Известно, что светило в этих точках, вращающееся по окружности [суточного] круга, видимо, и в этих двух точках касается горизонта. Поэтому в сегменте EOC оно всегда видимо, а в остальной части круга — восходящее и заходящее.

Это то, что относится к трем случаям, когда светила всегда видимы, восходят и заходят, и к двум случаям касания, промежуточным между этими положениями.

|| Упрощенное изложение¹¹² их определения [сводится к следующему]. Если дополнение широты каждого светила недостает до разности между широтой города и наибольшим склонением и если оно находится в восходящей половине, и у наибольшего склонения имеется избыток, то оно будет восходящим и заходящим и день постепенно увеличивается, а в нисходящей половине таким же образом постепенно уменьшается. Если будет избыток у широты места, то светило будет всегда видимым независимо от того, будет ли у него расширение его [суточного] круга в нисходящей половине или сужение в восходящей половине. При равенстве широты города наибольшему склонению избыток исчезает. Далее, когда дополнение широты города недостает до удвоенного наибольшего склонения, эти три случая обращаются, так что всегда видимы [светила некоторой] части северной половины эклиптики, далее, они восходят и заходят на остальной части эклиптики и касаются горизонта при переходе от одного из двух случаев к другому. Если широта равна избытку, то светило касается горизонта, когда оно находится в [точке] солнцестояния: если имеется избыток для склонения, то в [точке] летнего [солнцестояния], и день увеличивается в восходящей половине и уменьшается в нисходящей, а если для широты города, то в [точке] зимнего [солнцестояния], а если

1006

* См. рис. 176, III, где точки D и H совпадают.

[суточные] круги всегда видимых [светил] сужаются в восходящей половине, то в нисходящей половине они расширяются. Если же дополнение широты светила недостает до суммы наибольшего склонения и широты города, [то круги] расширяются во [всех] трех случаях. Если дополнение широты светила равно сумме наибольшего склонения и широты города, то светила восходят и заходят и касаются горизонта в [точках] солнцестояния. Если дополнение широты превосходит эту сумму, то переход в этих положениях исчезает и светило восходит и заходит.

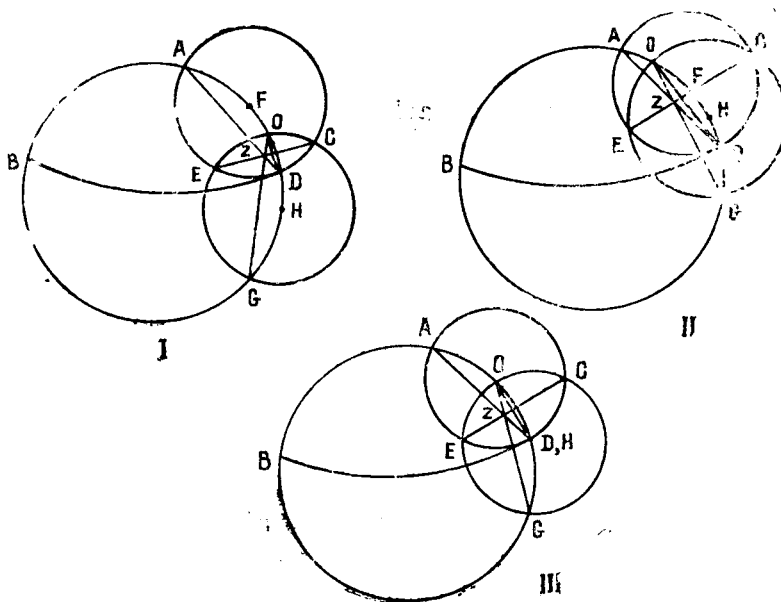


Рис. 177.

BD — горизонт; $ABGD$ — колур солнцестояний; F — полюс Мира; H — полюс эклиптики; $AEDC$ — круг видимости.

Что касается определения [положения] светила, в котором оно 1007 может [оказаться] между двумя точками касания \parallel при переходе, о котором мы упоминали, то вернемся для этого к чертежу с кругом видимости и кругом светила, пересекающимися между собой. Соединим A с D и O с G , получим диаметры обоих. Они пересекаются в [точке] Z , которая является общей [точкой] пересечения их плоскостей*. Но точки C и E также [лежат] на ней, поэтому хорда CE проходит через точку Z . Эта хорда перпендикулярна к плоскости колюра солнцестояний, и ZC перпендикулярна OG , а квадрат ее равен произведению OZ на ZG ¹¹³.

Соединим O с D , чтобы получился треугольник OZD . OD ¹¹⁴ известна, это — разность между наибольшим склонением и широтой города, если

* См. рис. 177. Здесь рассматриваются случаи I, II, III, аналогичные рис. 176.

это вычесть из дополнения широты светила на первом чертеже, где [имеется] избыток склонения. На втором чертеже избыток широты, это прибавляется к дополнению широты светила. На третьем [это]— разность между дополнением широты светила и удвоенным наибольшим склонением. Назовем¹¹⁵ OD «запоминаемой дугой», а ее хорду — «запоминаемой хордой». Затем вычтем «запоминаемую дугу» из удвоенной широты города DFA . Останется дуга OA . Так как угол ODA — при окружности, то он — половина [угла] при центре. Поэтому остаток делится пополам, и остается первый угол, то есть ODZ . Вычтем также «запоминаемую дугу» OD из OH ¹¹⁶— удвоенного дополнения широты светила. Останется дуга DG . Половина ее — второй угол, то есть DOZ . Вычтем сумму первого и второго углов из ста восьмидесяти. Останется третий угол, то есть OZD . Его синус относится к синусу первого угла как «запоминаемая хорда» OD к OZ , и OZ известна. Вычтем ее из OG — удвоенного синуса дополнения широты светила. Останется $\parallel ZG$. Умножим ее на OZ . Получится квадрат CZ , и CZ известна в масштабе, в котором OG — удвоенный синус дополнения широты светила. Необходимо перейти к масштабу, в котором OG — удвоенный полный синус. Тогда CZ относится к синусу дополнения широты светила, как CZ в требуемом масштабе к полному синусу. Если это известно, удвоим дугу этого, получится COD ¹¹⁷. При этом оба сегмента, в которых производился переход, становятся известными. Если аргумент оборота известен во времени, то узнают два промежутка времени [прохождения] обоих сегментов и оба момента касания. Это то, что мы хотели изложить¹¹⁸.

|| Если дополнение широты светила превосходит разность между дополнением широты города и наибольшим склонением и недостает до их суммы, то возможен переход от одного случая к другому, а если меньше разности и больше суммы, то переход невозможен.

Это возможно: если было в нисходящей половине, то для северной широты светила переход от всегда видимых светил к восходящим и заходящим, а для южной широты — от восходящих и заходящих ко всегда скрытым, а если это было в восходящей половине для северной широты— переход от восходящих и заходящих ко всегда видимым, а для южной широты — от всегда скрытых к восходящим и заходящим¹¹⁹.

|| Глава пятая

1010

О ПЕРЕЧИСЛЕНИИ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД

Раздел первый

О СОЗВЕЗДИЯХ, КОТОРЫЕ СОДЕРЖАТ ИХ В [СЕБЕ]

Этих звезд очень много, так что, если ограничить на небе участок и внимательно рассмотреть звезды на нем, они ускользают от перечисления из-за их большого числа, и зрение бессильно упорядочить и опре-

делить их. Однако еще древними в пределах их возможности были установлены те из этих звезд, для которых можно было определить положение по долготе и широте и величину. Если их трудно рассмотреть глазом, их наблюдение инструментами еще трудней.

Каждый народ называет некоторые из них названиями, принятыми¹²⁰ в их языках, и представляет их себе в виде различных созвездий¹²¹, подобно тому, как обычно представляют в виде фигур непостоянные¹²² облака или расплавленное [вещество], выливаемое в пустоту. О них создают легенды, переходящие к последующим поколениям. Особенно усердно занимаются этим бедуины¹²³, так как они нуждаются в этом для установления точного времени и знания времен года; а арабы занялись этим раньше других. Однако первое, к чему мы приступим,— это перечисление звезд согласно методу греков, которое наиболее полное и научное. Они установили сорок восемь созвездий. Средние из них — на эклиптике и вокруг нее в двенадцати знаках зодиака, остальные — двадцать одно северное и пятнадцать южных. || Гален¹²⁴ указывает, что первым, кто занимался этим, был астроном Арат¹²⁵. Это близко к действительности, так как об этом свидетельствуют «Книга явлений» Арата, его названия созвездий и описание их. Люди полагают, что Арат в своем труде дал каждому созвездию определенное название наобум, в соответствии с тем, как он представлял себе, на что оно похоже. Его действия были разнообразны [в различных случаях]. Он решил, что каждому месту неба соответствует определенное созвездие, выделяемое тем или иным признаком. Для некоторых созвездий это представление совпадает с наиболее предпочтительным, как, например, для созвездий двух Медведиц¹²⁶ — из северных созвездий, созвездия Ориона¹²⁷ — из южных, созвездий Тельца и Скорпиона — из зодиакальных, и для некоторых подобных им. От них совсем отличен, например, Малый Пес¹²⁸, который изображается двумя звездами — Плачущим Сириусом и его Привязью¹²⁹. Всегда, когда несколько звезд вытянуто по прямой линии, их можно рассматривать, как веревку, тростник¹³⁰, стрелу или копье. В силу ограниченности созвездий этим действием нельзя охватить все звезды и остается некоторое число [звезд], находящихся вне созвездий, но относящихся к ним в качестве внешних.

Что касается их темпераментов¹³¹, то это относится ко второму из двух частей этого искусства, а не к первому¹³². Можно себе представить, что они связаны с цветами, поэтому их связывали с цветами планет. Темперамент при сравнении одного [светила с другим] уменьшается¹³³, в частности при сочетании двух темпераментов, причем качество первого из них уменьшается, а качество второго увеличивается. Изредка к ним присоединяют и третий, подобно [прибавлению] единицы в десятке, а также производится более сложное [соединение]. Туманности обладают темпераментами Солнца и Луны, приносящими вред для глаза, на что

указывают оба эти светила. Ничто из этого не препятствует тому, что мы хотим установить.

|| Раздел второй

1012

ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ПОЛОЖЕНИЙ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД В ТАБЛИЦАХ

В этих таблицах установлены те же положения звезд, что и в книге «Альмагест», но к ним прибавлены тринадцать градусов по долготе, о чем было упомянуто раньше¹³⁴. Это было сделано после весьма тщательного исправления этой книги по нескольким экземплярам в различных переводах и с добавлением того, что следовало добавить, после того, как они стали похожими на оригинал. Мы усердно исправляли и то, что нашел Абу-л-Хусайн ибн ас-Суфи, так как, хотя он видел несоответствия, достойные изумления и порицания, это не произвело на него впечатления и он не взял на себя ответственности исправить все это. Его способность критически рассмотреть и исправить таблицы затмило то, что он, благодаря уважению и заботе господ [о нем] и своему высокому положению и богатству, променял твердость души, проницательность и полное спокойствие на легкость в речах и многочисленных помощников. Из-за сильного рвения сохранить это искусство и все прочее, связанное с ним, я рассмотрел большинство этих данных, не получая от этого выгоды, несмотря на ослабление физических сил и старость. Да поможет Аллах.

В первом столбце помещен номер звезды в последовательности созвездий. Во втором столбце — [номер] в порядке долготы [звезды], взятой из первого столбца, не принимая во внимание в этой последовательности ее широту или созвездие. В третьем — их номера в соответствии с созвездиями. В четвертом — их названия или их места в частях созвездий, в пятом — их места по долготе в знаках зодиака, градусах и минутах, в шестом — их широта в градусах || и минутах, в седьмом — 1013
сторона их широты — северная или южная, в восьмом — их величина по «Альмагесту», в девятом — их величины согласно тому, как их указывает Ибн ас-Суфи. В этих двух [последних] столбцах я обозначил большие величины разряда в последовательности чисел этих разрядов буквой *каф*, а меньшие — буквой *сад*¹³⁵.

Тот, кто хочет определить положение [звезд] для заданного момента времени, берет время апогея Солнца между этим временем и временем основы этой книги¹³⁶ и вычитает ее положение во время основы, получится движение звезды за это время. Если это время предшествовало основе, то это движение вычитается из положения звезды или звезд, которые он хочет [определить], если же время — после основы, то движение прибавляется к положению звезды или звезд, так что получится расстояние избытка или недостатка их положения для этого заданного момента времени. Вот таблица неподвижных [звезд]¹³⁷:

1014

|| Северных созвездий двадцать одно

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знак зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
1 Созвездие Малой Медведицы ¹³⁸											
1	274	1	Конец хвоста, то есть Козленок киблы	2	13	10	66	0		3	3
2	288	2	Середина [хвоста]	2	16	10	70	50		4	4
3	314	3	Начало [хвоста]	2	28*	0	74	50		4	4
4	359	4	Южная на передней стороне прямоугольника туловища	3	13	10	74	30		4	6*
5	357	5	Северная из двух	3	12	10	77	30		4	56
6	412	6	Южная на второй стороне прямоугольника, то есть более яркая из двух Телят	4	0	10	72	50		2	2
7	435	7	Северная из этих двух	4	9	10	74	50		2	3
Вне Малой Медведицы ¹³⁹											
8	396	1	Та, которая в направлении двух Телят на юг от них	3	26	0	71	4		4	3
2 Созвездие Большой Медведицы ¹⁴⁰											
9	343	1	Кончик морды	3	8	20	39	50		4	4
10	344	2	Передний глаз	3	8	50	43	0		5	5
11	348	3	Задний глаз	3	9	20	43	0		5	5
12	346	4	Передняя из двух на лбу	3	9	10	47	10		5	5
13	352	5	Задняя из них	3	9	40	47	0		5	5
14	353	6	Конец переднего уха	3	11	10	50	30		5	5
15	360	7	Передняя из двух на шее	3	13	30	43	50		4	4м
16	363	8	Задняя из них	3	15	30	44	20		4	4

Северная

1015||

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
17	381	9	Северная из двух звезд на груди	3	22	0	44	0	Северная	4	4
18	389	10	Южная из них	3	24	0	44	0		4*	4*
19	388	11	Левый локоть	3	23	40	35	0		4*м	4м*
20	369	12	Северная из тех, которые на левой передней ступне	3	18	30	29	20		3	3*
21	372	13	Южная из них	3	19*	20	28	20		3	3м
22	370	14	Над правым локтем	3	18	40	36	0		4	5б
23	371	15	Под правым локтем	3	18	50	30	20		4	5б
24	413	16	Самая задняя в трапеции туловища	4*	0	40	49	0		2	5б*
25	416	17	Брюхо в ней	4	5	10	44	30		2	2*
26	417	18	Начало хвоста в ней	4	16	10	51	0		3	3б
27	418	19	Левое переднее бедро в ней	4	16	0	46	30		2	3б
28	434	20	Передняя из двух на левой ступне	4	5	40	29	20		3	3б
29	431	21	Задняя из них	4	7	10	28	15		3	3м
30	452	22	Левая подколенная впадина	4	14	40	35	15		4б	3м
31	472	23	Северная из двух на задней правой ступне	4	22	50	25	50		3	3м
32	473	24	Южная из них	4	23	20	25	0	3	3м	
33	479	25	Основание хвоста	4	25	10	53	30	2*	2	
34	491	26	Его середина	5	1	0	55	40	2	2	
35	511	27	Его конец	5	12	50	54	0	2	3*	

1016

1017

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Су-фи
1018 Вне Большой Медведицы ¹⁴¹											
36	507*	1	Задняя из двух под хвостом	5	10	50	39	45		3	3
37	493	2	Передняя из них заметная	5	3	10	41	20		3*	5
38	405	3	Южная из двух между ее передними лапами и головой Льва	3	28	0	17	15		4	4
39	498	4	Северная из них	3	26	20	19	10		4	4
40	408	5	Задняя из трех заметных	3	29	10	20	0		Темная	6
41	393	6	Средняя из них	3	25	10	22	45		Темная	4
42	390	7	Передняя из них	3	24	10	20	20		Темная	6
43	358	8	Та, которая между передними лапами Медведицы и головами Близнецов	3	13	0	22	15		Темная	6
1019 3 Созвездие Дракона ¹⁴²											
44	663	1	Язык	4*	9	40	76	30		4	5
45	715	2	Пасть	4*	24	50	73*	30		46	4
46	719	3	Глаз	7	26	10	75	40		3	3м
47	757	4	Нижняя челюсть	8	10	20	80	20		4	46
48	767	5	Голова	8	12	40	75	30		3	36
49	828	6	Самая северная из трех на кривой линии первого изгиба	9	7	40	80*	20		4	5
50	847	7	Самая южная из них	9	12*	40*	75*	30*		4	5
51	839	8	Средняя из них	9	7*	40*	82*	20*		4	5
1020 52	899	9	Задняя с восточной стороны	10	15*	20*	73*	15*		4	5

Северная

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Су-фи
53	1017	10	Южная на передней стороне трапеции во втором изгибе	11	11*	6*	80*	20*	Северная	4	36
54	7	11	Северная из них	0	2*	30	81*	10*		4	3*
55	65	12	Северная на задней стороне ее	0	21*	0*	81*	40*		4	36*
56	14	13	Южная из них	0	3*	30*	73*	0*		4	56
57	74	14	Южная из трех в виде треугольника в третьем изгибе	0	20*	40	73*	50*		5	56
58	119	15	Передняя из двух остальных	1	5*	50*	77*	50*		5	56
59	133	16	Задняя из них	1	23*	40*	80	30*		5	56
60	310	17	Задняя из трех в виде треугольника после третьего изгиба	2	4*	40*	81*	40*		4	4
61	226*	18	Южная из двух остальных	2	9*	10*	80*	15*		4	4*
62	188	19	Северная из них	1	27*	20*	84	30*		4	46
63	440	20	Задняя из двух маленьких этого треугольника	4	3*	20*	83*	30		6	6
64	425	21	Передняя из них	4	4	40	86	50		6	6
65	528	22	Южная из трех, расположенных в один ряд, после этого	5	22	0	81	15		5	5
66	530	23	Средняя из них	5	22	20	83	0		5	5
67	527	24	Северная из них	5	21	20	84	50		3	3
68	532	25	Северная из двух после этого с западной стороны	5	23	0	78	0	3	3	
69	537	26	Южная из них	5	26	0	74	40	4м	4	

1021

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи	
70	526*	27	На запад от них на изгибе хвоста	5	25*	40	70	0	Северная	3	3	
71	465	28	Передняя из двух, удаленных от этого изгиба	4	20	20	64	40		4	56	
72	472	29	Задняя из них	4	24	10	65	30		3	3м	
73	418	30	Следующая за ними на хвосте	4	2	10	61	15		3	3м	
74	397	31	Конец хвоста	3	26	10	56	15		3	3м	
1022	4	Созвездие Цефея ¹⁴³										
75	166	1	Правая нога	1	18	0	74	40	Северная	4	56	
76	158	2	Левая нога	1	16	0	64	15		4	4	
77	61	3	Правая южная под поясом	0	20	20	71	10		4	46	
78	1030	4	Правое плечо	11	29	40	69	0		3	3	
79	1020	5	Правый локоть	11	22	20	72	0		4	4	
80	1021	6	Правая рука	11	23	0	74	0		4	4	
81	33	7	Грудь	0	11	30	65	30		5	5	
82	62	8	Левая рука	0	20	20*	62	30		4	4	
1023	83	1029	9	Южная из трех на шапочке	11	29	20	60		15	6	6
84	2	10	Средняя из них	0	0	20	61	15		5	5	
85	4	11	Северная из них	0	2	0	61	20	4	4		
Вне Горящего [то есть Цефея] ¹⁴⁴												
86	1027	1	За шапочкой	11	26	40	64	0	5	56		
87	10	2	Перед шапочкой	0	4	20	59	30	6*	46		

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
5 Созвездие Кричащего, то есть Воющего, [то есть Волопаса] ¹⁴⁵											
88	519	1	Передняя из трех на левой руке	5	15	20	58	40		5	56
89	528	2	Южная из них, то есть средняя	5	17	10	58	20		5	56
90	522	3	Задняя из них	5	18	40	60	10		5	56
91	531	4	Левый локоть	5	22	40	54	40		3*	5
92	551	5	Левое плечо	6	12	40	49	0		4*	3
93	581*	6	Голова	6	2	40	53	50		46*	46
94	582*	7	Правое плечо	6	9	40	58	40		4*	46
95	579*	8	На верхнем конце посоха ¹⁴⁶ пастуха	6	18	40	53	15		4	4м
96	579	9	Конец посоха, то есть общая [с Коленопреклоненным]	6	18	40*	57	30		4	4м
97	591	10	Северная из двух в посохе около руки	6	20*	40	46	10		46	56
98	595	11	Южная из них	6	21*	30	45	30		5	5
99	594	12	Конец правой руки	6	21	30	41	20		5	5
100	587	13	Передняя из двух в запястье	6	21	40	41	40		5	5
101	588	14	Задняя из них	6	19	0	42	30		5	5
102	590	15	Конец рукоятки посоха	6	20	0*	40	20		5	5
103	572	16	На переднике на правом бедре	6	20	0	40	20		3*	3
104	559*	17	Задняя из двух на поясе	6	13	0*	41	40		4	4
105	559	18	Передняя из них	6	8	20*	42	10		4	4
106	580	19	Правая пятка	6	8	20	28	0		4*	4

1024

1025

Северная

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Полюс-мею	по ас-Су-фи	
107	556	20	Северная из трех на левой ноге	6	18	20	28	0		4*	4*	
108	553	21	Средняя из них на левой лодыжке	6	4	30	26	30		4	4	
1026 109		22	Южная из них на левой ступне	6	3	20	25	0		4	4	
Вне Воющего ¹⁴⁷												
110	565	1	Симак копыносец между ног	6	10	0	31	30		1	1	
6 Созвездие Чаши Нищих, [то есть Северной Короны] ¹⁴⁸												
1027 111	616	1	Самая яркая	6	24*	40	44	30		26	2	
112	607	2	На север от нее	6	21	40	46	10		46	4	
113	608	3	На север от этой	6	24	50	48	0		5	3м	
114	612	4	Северный конец с северной стороны	6	26	40	50	30		6	6	
115	626	5	Та, которая около самой яркой с южной стороны	6*	0	40	44	45	Северная	4	4	
116	636	6	К югу от этой	6*	2	10	44	50		4	4	
117	639	7	Та, которая впереди этой	6*	4	20	46	10		4	4	
118	632*	8	Конец северной стороны	7	4	40	49	30		4	4	
7 Созвездие Коленопреклоненного, [то есть Геркулеса] ¹⁴⁹												
1028 119	729	1	Голова	8	0	40	37	0			3	3м
120	685	2	Правое плечо около подмышки	7	16	40	43	10			3*	3
121	677	3	Правое предплечье	7	14	40	40	10			3	3м
122	668	4	Правый локоть	7	11	0	37	10		4	3м	
123	726	5	Левое плечо	7	29	40	48	0		3	3	

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Су-фи
124	738	6	Левое предплечье	8	5	0	49	30	Северная	46	5
125	760	7	Левый локоть	8	10	40	52	0		46	4
126	783	8	Задняя из трех в левом запястье	8	18	30	52	50		46	5
127	774	9	Северная из двух оставшихся	9	14	40	55*	0		46	4
128	783*	10	Южная из них	8	14	30	53	0		46	4
129	686	11	Расположенная на поясе справа	7*	16	50	56*	10		3	3
130	758	12	[Расположенная на поясе] слева	7	23	10	53*	30		46	3
131	758*	13	Левое бедро	7	23	0	56	10		5	5
132	713	14	Верхняя часть левого бедра	7	24	10	58	30		5	м
133	721	15	Передняя из трех в левом бедре	7	27	0	59	50		3	5м
134	724	16	Средняя из них	7	28	20	60	20		4	46
135	727	17	Последняя из них	7	29	20	61	15		46	5
136	771	18	Левое колено	8	13	50	61	0		4	4
137	739	19	Левая пятка	8	5	10	69	20		4	5*
138	725	20	Передняя из трех в левой ступне	7	28	20	70	18		6	4*
139	728	21	Средняя из них	7	29	50	71	15		6	6
140	732	22	Третья из них	8	2	40	72	0		6	6
141	773	23	Верхняя часть правого бедра	7	13	40	60	15		46	2
142	658	24	На север от нее в этом бедре	6	8	20	63	0		4	4
143	621	25	Правое колено	6	28	40	65	30	46	46	
144	612	26	Южная из двух под этим коленом	6	26	20	63	40	4	4	
145	603*	27	Северная из них	6	23	10	64	15	5*	4	
146	606	28	Правая нога	6	24	10	60	0	4	5	

1029

1030

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи	
Вне Коленопреклоненного ¹⁵⁰												
147	679	1	На юг от той, которая в правом предплечье	7*	15	40	38	10		5	4	
1031	8		Созвездие Лиры, то есть Кимвалов ¹⁵¹									
148	808	1	Самая яркая, то есть Падающий Орел	9	0	20	62	0		1	1	
149	816	2	Северный из двух рогов лиры	9	8	20	62	0*		4	46	
150	815	3	Южный из них	9	8	20	61	0		4	4*	
151	825	4	Середина между началами двух рогов	9	6	40	60	0		4	46*	
152	846	5	Северная из двух ярких, следующих друг за другом на востоке	9	15	0	61	20	Северная	4	4м	
153	845	6	Южная из них	9	14	40	60	20		4*	4*	
154	818	7	Северная из двух предшествующих ярких	9	4	0	56	10		3	3м	
155	817	8	Южная из них	9	3	50	55	0		4м	4м	
156	826	9	Северная из двух следующих за ними	9	7	0	55	20		3	3	
157	827	10	Южная из них	9	7	20	54	45		4м	5м	
1032	9		Созвездие Птицы, то есть Курицы, [Лебедя] ¹⁵²									
158	852	1	Клюв	9	17	30	49	20			3	4м*
159	870	2	Задняя на голове	9	22	0	50	30			5	66
160	886	3	Середина шеи	9	29	20	54	30			46	5
161	925	4	Грудь	10	11	30	56	20		3	36	
162	953	5	Яркая на хвосте	10	22	20	60	0		2	2	
163	898	6	Локоть правого крыла	10	2	20	64	40		3	3	

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи	
164	908	7	Южная из трех в правом крыле	10	5	30	69	40	Северная	4	4м	
165	905	8	Средняя из них	10	4	10	71	30		46	4	
166	888	9	Северная из них на его конце	9	29	40	74	0		3*	4	
167	931	10	Локоть левого крыла	10	18	50	49	30		46*	3	
168	937*	11	Середина левого крыла	10	16	50	52	10		3*	4м	
169	946	12	Конец левого крыла	10	19	40	44	0		46	3	
170	956	13	Левая нога	10	23	0	55	10		46	4	
171	969	14	Левое колено	10	26	30	56	0		4*	4	
172	939*	15	Передняя из двух на правой ноге	10	14	10	64	0		4	4	
173	935*	16	Задняя из них	10	15	40	64	30		4	4	
174	963	17	Правое колено	10	22	10	63	45		5	5	
Вне Курицы ¹⁵³												
175	957	1	Южная из двух под левым крылом	10	23	40	49	40		46	4	
176	993	2	Северная из них	10	25	0	51	40		46	4	
10 Созвездие Обладательницы Трсна, [то есть Кассиопей] ¹⁵⁴												
177	66	1	На голове	0	20	50	45	20	46	46		
178	75	2	На груди	0	20	50	45	20	46	46		
179	87	3	На поясе	0	26	0	47	50	4	4		
180	98	4	На бедре	0	29	40	49	0	36	36		
181	113	5	На коленях	1	3	20	45	30	3	3		
182	139	6	На ноге	1	10	0	46*	45	4	4		
183	150	7	На конце ноги	1	14	40	46*	20	4	4м		
184	90	8	На левом предплечье	0	27	40	44	20	4	4м		

1033

1034

	Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
					знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Полюс-мею	по ас-Су-фи
1035	185	107	9	Под левым локтем	1	0	40	45	0		5	5
	186	49	10	Правое предплечье	0	15	20	50	0		6	6
	187	94	11	Над ножкой трона	0	28	0	52	40		4	4м
	188	67	12	Середина спинки, то есть Окрашенная рука	0	20	50	51	40		3	4
	189	53	13	Верхний конец спинки	0	16	20	51	40		6	6
1036	11 Созвездие Персея, то есть Несущего голову Горгоны ¹⁵⁵											
	190	135	1	Северная туманная на конце правой руки	1	9	40	40	30	Северная	Тум.	Тум.
	191	148	2	Правый локоть	1	14	10	37	30		4	4
	192	155	3	Правое плечо	1	15	40	34	30		3м	3м
	193	140	4	Левое плечо	1	10	30	32	20		4	4м
	194	147	5	Голова	1	13	40	34	30		4	5
	195	149	6	Между лопатками	1	14	30	31	10		4	4
	196	164	7	Самая яркая на правом боку	1	17	50	30	0		2	2
	197	167	8	Передняя из трех на этом боку	1	18	20	27	50		4	4
1037	198	174	9	Средняя из них	1	20	0	27	40		4	4
	199	175	10	Третья из них	1	20	40	26*	20		3	3
	200	146	11	Левый локоть	1	13	30	28	0		4	4
	201	145	12	Самая яркая в голове Горгоны	1	12	40	21*	0		2	2м
	202	143	13	Та, которая следует за ней	1	12	10	21	0		4	4м
	203	141	14	Та, которая предшествует яркой	1	10	40	21	0		4	46
	204	136	15	Лев перед этой [звездой]	1	9	50	22	15		4	4

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас.-Су.-фи	
205	203	16	Правое колено	1	27	50	28	15	Северная	4	4	
206	196	17	Над ним	1	26	0	28	10		4	4	
207	193	18	Над коленной впадиной	1	25*	20	25	0		4	4*	
208	198	19	За этой	1	26*	0	26	45*		4	4*	
209	199*	20	Голень правой ноги	1	27	10	24	30		4*	5	
210	210*	21	Правая пятка	1	29	20	18	45		5	5	
211	172	22	Левое бедро	1	19	50	21	50		5*	4	
212	179	23	Левое колено	1	21	40	19	15		46*	3	
213	177	24	Левая нога	1	21	20	14	45		4	4	
214	162	25	Левая пятка	1	17	10	12	0		3м	3м	
215	169	26	Конец левой ноги	1	19	20	11	0		36	3м	
Вне Несущего голову Горгоны ¹⁵⁶												
216	188	1	Восточный от левого колена	1	24	50	18	0		5	5м	
217	204	2	Северный от правого колена	1	28	0	31	0		5	5м	
218	126	3	Перед головой Горгоны	1	7	40	20	40		Слаб.	5	
12 Созвездие Держащего поводья, [то есть Возничего] ¹⁵⁷												
219	284	1	Южная из двух на голове	2	15	30	30	0	4	4		
220	283*	2	Северная из них	2	15	20	30	50	4	5		
221	242	3	Щеголь на левом плече	2	8	0	22	30	1	1		
222	287	4	Правое плечо	2	14*	50	20	0	2	2		
223	278	5	Правый локоть	2	15	10	15	15	4	5		
224	286	6	Правое запястье	2	15	50	13	20	46	3		
225	233	7	Левый локоть	2	5	0	20	40	46	4		

1038

1039

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемее	по ас-Суфи
1040 226	224*	8	Задний из Двух Ягнят на левой руке	2	5	10	18	0	Северная	46	4
227	232	9	Передний из них	2	5	0	18	0		4	3м*
228	246*	10	Левая лодыжка	2	5*	50	10	10		3м	2*
229	246	11	Правая лодыжка, то есть общая для него и рога Тельца	2	8	40	8*	0		36	2
230	252	12	Ремень на ноге	2	9	20	12*	8*		5	6
231	249*	13	Бедро	2	9	0	12	20		5	6
232	228	14	Маленькая, которая на левой ноге	2	3	40	10	20		6	Мы не определили
1041	13 Созвездие Заклинателя змей, держащего змею, [то есть Змееносца] ¹⁵⁸										
233	745	1	Южная из двух на голве ¹⁵⁹	8	7	50	36	0	Северная	3	4
234	762	2	Северная из них ¹⁶⁰	8	11	0	27	15		46	4
235	765	3	Щеголь на левом плече ¹⁶¹	8	12	0	26	45		4	46
236	725	4	[На] правом плече ¹⁶²	7	26	20	33	0		4	4
237	723	5	Задняя из них	7	26*	40	31	50		4	3
238	703*	6	Левый локоть	7	21	20	24	30		4	3м
239	690	7	Передняя из двух на левой ладони	7	18	0	17	0		4	3
240	696	8	Задняя из них	7	19	0	16	30		4	3м
1042 241	753	9	Правый локоть	8	9	40	15	0		3	36
242	776	10	Передняя из двух на правой ладони	8	15	20	13	40		4	5*
243	778	11	Задняя из них	8	16	20	14	20		4	3*
244	737	12	Правое колено	8	4	10	7	30		4	4м*

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Геличина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Су-фи
245	742	13	Правая голень	8	6	40	2	15	Северная	3	4м
246	740	14	Передняя из четырех на правой ноге	8	6	0	2	15		46	4м
247	744	15	Следующая за ней	8	7	20	1	30		4	46
248	746	16	Следующая за этой	8	8	0	0	20		46	4м
249	750	17	Последняя из них, следующая за ними	8	8	50	0	15		4	5
250	756	18	Касающаяся правой пятки	8	10	10	1	0		5	5м
251	714*	19	Левое колено	8	25	10	11	50		5	3
252	710*	20	Северная из трех, расположенных в один ряд в левой ноге	7	24	40	5	20		56	5
253	706*	21	Самая средняя из них	7	23	40	3	10		5	5
254	717*	22	Южная из них	7	22	50	1	40		56	56
255	717	23	Левая пятка	7	25	20	0	40		5	5
256	709	24	Касающаяся левой подошвы	7	23	40	0	45		4	4
Вне Заклинателя змеи ¹⁶³											
257	775	1	Северная из звезд, восточнее правого плеча ¹⁶⁴	8	15	0	23	10	4	4	
258	777	2	Средняя из них	8	15	40	26	20	4	4	
259	775*	3	Южная из них	8	13	20	25	0	4	4	
260	769*	4	Та, которая следует за ними выше средней	8	16	20	27	0	4	4	
261	782	5	Отдельная от них с северной стороны	8	17	40	33	0	4	4	

1043

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
1044	14		Созвездие Змеи ¹⁶⁵								
	262	634	1	Конец нижней челюсти	7	11*	50	38	0	4	4
	263	641	2	Касающаяся ноздрей	7	3*	40	40	0	4	4м
	264	657	3	Висок	7	7	20	36	10	3	3м
	265	646	4	Начало шеи	7	5	0	34	15	3	3м
	266	638	5	В пасти, середина трапеции в голове	7	7*	20	26	15	4	5
	267	652	6	Вне [созвездия] на север, касающееся головы	7	6	10	42	30	4	4м
	268	640	7	После изгиба шеи	7	7	40	29	15	3	3м
	269	656	8	Северная из трех, следующих за ним	7	7	50	26	30	3*	4
1045	270	655	9	Средняя из них	7	7	20	25	20	4*	4*
	271	661	10	Южная из них	7	9	20	24	0	5*	3м
	272	669	11	Та, которая между вторым изгибом и левой рукой Заклинателя змей	7	11	40	16	30	4	4
	273	701	12	Та, которая между рукой Заклинателя змей и коленом Орла	7	21	10	16	15	5	5
	274	743	13	За его правым бедром	8	6	40	10	30	4	4
	275	754	14	Южная из двух, следующих за ней	8	10	0	8	30	46	46
	276	761	15	Северная из них	8	10	50	10	30	4	4
	277	780	16	За правой рукой Заклинателя змей на третьем изгибе	8	16	40	20	0	4	4
	278	787	17	На хвосте	8	21	40	21	10	46	46

Северная

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Гюллемю	по ас-Суфи
279	812*	18	Конец хвоста	9	1	20	27	0		4	4
15 Созвездие Стрелы, то есть Ткацкого станка ¹⁶⁸											
280	871*	1	Острие	9*	23	10	39	20		4	5
281	860*	2	Задняя из трех на древке	9	19	40	39	10		6	6
282	857	3	Средняя из них	9	18	50	39	50		5	5
283	854	4	Передняя из них	9	17*	40	39	0*		5	5
284	849	5	Конец оперения	9	16	20	38	40		5	5
16 Созвездие Орла ¹⁶⁷											
285*	861	1	Середина головы	9	20	10	26	50	Северная	4	6
286	855	2	Шея	9	17	50	27	10		3	3м
287	851	3	Между плечами, то есть Летящий Орел	9	16	50	29	10		26	26
288	853	4	Ближайшая к нему с севера	9	17	40	30	0		3м	5
289	848	5	Передняя из двух на левом плече	9	16	10	31	30		3	3
290	858	6	Задняя из них	9	19	0	31	30		5	6
291	843	7	Передняя из двух в правом плече	9	12	40	28	40		5	6
292	844	8	Задняя из них	9	14	10	26	40		56	6
293	821	9	Хвост	9	5	10 ¹	36	20		3	3*
Вне Орла ¹⁶⁸											
294	850	1	Передняя из двух на юге его головы	9	16	40	21	40		3	46
295	868	2	Задняя из них	9	21	50	19*	10		3	3

1046

1047

1048

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемию	по ас-Суфи
296	831	3	Та, которая на юг от правого плеча и его шеи	9	9	0	25	0		46	4*
297	836	4	Южнее ее	9	11	10	20	0		3	3м
298	842	5	Еще южнее ее	9	12	40	15	30		5	м*
299	819	6	Впереди их всех	9	4	10	28*	10		3	4м
1049	17	Созвездие Дельфина ¹⁶⁹									
300	892	1	Передняя из трех на хвосте	10	0	40	29	10		3м	46
301	896	2	Северная из двух оставшихся	10	1	40	29	0		3*	6
302	895	3	Южная из них	10	1	40	27	0*		4	6
303	893	4	Южная на передней стороне ромба	10	1	30	32	50*		3м	3м
304	801	5	Северная из них	10	3	10	33	0*		3м	3м
305	906	6	Южная на его второй стороне ¹⁷⁰	10	4	20	34	50*		3м	3м
306	910	7	Северная из них	10	6	30	31	0*		3м	3м
307	890	8	Самая северная из трех между ромбом и хвостом	10	0	30	34	50*		6	6
308	889	9	Передняя из двух оставшихся	10	0	30	31	30*		6	6
309	897	10	Задняя из них	10	2	0	31	30		6	6
1050	18	Созвездие [Передней] части Коня, [то есть Малого Коня] ¹⁷¹									
310	917	1	Передняя из двух на голове	10	9	20	20	30		Темная	4
311	924	2	Задняя из них	10	11	0	20	40		Темная	6

Северная

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи
312	918*	3	Передняя из двух во рту	10	9	20	25	30		Темная	5м
313	923	4	Задняя из них	10	10	40	25	0		Темная	6
19 Созвездие Крылатого Коня, [то есть Пегаса] ¹⁷²											
314	3	1	Центральная ¹⁷³	0	0	50	26	0		2м	2м
315	1025	2	Спина и конец крыла	11	25	10	12	30		2м	2м
316	1010	3	Начало ноги у правого плеча	11	15	10	30	0		2м	2м
317	929*	4	Плечо крыла	11	9	40	19	40		2м	2м
318	1014	5	Северная из двух в туловище под крылом	11	17	30	24	30		4	4
319	1015	6	Южная из них	11	18	0	25	0		4	4
320	1004	7	Северная из двух на правом колене	11	12	0	35	0		3	3
321	1002	8	Самая южная из них	11	11	30	34	30		5	5
322	997	9	Передняя из двух близких друг к другу на груди	11	9	10	29	0		4	46
323	1000	10	Задняя из них	11	10	0	29	30		4	3м*
324	977	11	Передняя из двух близких друг к другу на шее	11	1	50	18	0		3	4м*
325	993	12	Задняя из них	11	3	50	19	0		3	5м*
326	985	13	Южная из двух на гриве	11	4	20	15	0		5	5м
327	982*	14	Северная из них	11	3	30	16	0		5	5м
328	954	15	Северная из двух на голове	10	22	0*	16	50		3	3м

1051

Северная

1052

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Су-фи
329	950	16	Самая южная из них	10	21	20*	16	0		4	5м
330	942	17	Губа	10	18	20	22	30		46	3
331	992	18	Правая лодыжка	11	7*	40	41	10		46	6*
332	975	19	Левое колено	11*	0	50*	34	15		36*	4
333	965	20	Левая лодыжка	10	25	20	36	50		46	4
Созвездие Андромеды ¹⁷⁴											
1053	20								Северная		
334	24	1	Между ее плечами	0	8	20	24	30		3	3м
335	29 ⁷	2	Правое плечо	0	9	20	27	0		4	4
336	20	3	Левое плечо	0	7	20	23	0		4	4
337	28	4	Южная из трех на ее правом предплечье	0	6	40	32	0		4	4м
338	21	5	Северная из них	0	7	40	33	30		4	4м
339	23*	6	Средняя из них	0	8	0	32	20		5	5м
340	6	7	Южная из трех на ее правой ладони	0	2	40	41	0		4	46
341	9	8	Средняя из них	0	3	40	42	0		4	46
1054	12	9	Северная из них	0	5	10	44	0		3*	46
343	19	10	Ее левое предплечье	0	7	10	17	30		4	56*
344	16*	11	Левый локоть	0	8	40	15	50		4	56
345	54	12	Южная из трех над поясом	0	16	50	26	20		3	2м
346	45	13	Средняя из них	0	14	50	30	0		4	4
347	47	14	Северная из них	0	15	0	32	30		4	4м
348	100	15	Над ее левой ногой	0	29	50	28	0	4	3	
349	101	16	Северная из двух на правой ноге	0	0	10	37	20	46	4	
350	95	17	Южная из них	0	28	10	35	30	46*	46	

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Су-фи
351	83	18	Северная из двух на левой подколенной впадине	0	25	20	29	0		46*	46
352	81	19	Южная из них	0	25	0	28	0		4*	4
353	70	20	Правое колено	0	23	10	35	30		5	5
354	86	21	Северная из двух на конце подола	0	25	40	34	30		5	5м
355	89	22	Южная из них	0	27	10	32	30		5	5м
356	79	23	Около передней на правой ладони	0	24	40	44	0		3	46
II 21 Созвездие Треугольника ¹⁷⁵											
357	77	1	Вершина треугольника	0	24	0	16	30	Северная	3	3
358	96	2	Передняя на основании	0	29	0	20	40		3	3
359	97	3	Средняя из них	0	29	20	19	40		4	5м
360	99	4	Задняя из них	0	29	50	19	0		4	3м
II 22 Зодиакальных созвездий двенадцать Созвездие Овна, то есть Ягненка ¹⁷⁶											
361	58	1	Передняя из двух, которые на роге	0	19	40	7	20		3м	3м
362	64	2	Задняя из них	0	20	40	8	20		3	3
363	86	3	Северная из двух, которые на морде	0	24	0	7	40		5	5м
364	78	4	Южная из них	0	24	30	6	0		5	5м
365	57	5	Та, которая на колене	0	19	30	5	30		5	5
366	104	6	Та, которая на поясице	0	0	40	6	0		5	6
367	114	7	Начало хвоста	1	4	20	4	50		5	5
368	122	8	Передняя из трех, которые на хвосте	1	4	7*	1	40		4	4

1055

1056

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи	
1057	369	130	9	Средняя из них	1	8	20	2	30	Северная	4	4
	370	137	10	Задняя из них, самая северная	1	10	0	1	50		4	4
	371	111	11	На заднем бедре	1	2	40	1	10		5	5
	372	109	12	Под подколенной впадиной	1	1	0	1	30		5	5
	373	93	13	Заднее копыто	0	28	0	5	15		46	4
Вне Ягненка ¹⁷⁷												
1058	374	73	1	Над головой; Гиппарх помещал ее на морде	0	23	40	10	0	Северная	36	3
	375	119	2	Задняя из четырех над спиной	1	4	40	10	10		4	4
	376	115	3	Самая северная из них, то есть темная	1	4	20	12	40		5	5
	377	112	4	Средняя из них	1	2	40	11	10		5	5
	378	110	5	Самая южная из них	1	2	10	10	40		5	5м
	Созвездие Тельца ¹⁷⁸											
1058	379	134	1	Самая северная из четырех, расположенных в один ряд в месте рас-сечения	1	9	20	6	0	Южная	4	4
	380	132	2	Северная из двух сред-них	1	7*	0	7	15		4	4
	381	125	3	Южная из них	1	7	40	8	30		4	46
	382	126	4	Самая южная из че-тырех	1	7	20	9	15		4	46
	383	144	5	Правое плечо	1	12	40	9	30		5*	6
	384	161	6	Грудь	1	16	40	8	0		3	3
	385	171	7	Правое [переднее] колено	1	19	40	12	40		4	4

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
386	175*	8	Правое [переднее] копыто	1	16	40*	14	50	Южная]	4	46
387	192*	9	Левое [переднее] колено	1	25	10	10	0		4	4
388*	195	10	Левая передняя нога	1	26	0	13	0		4	3*
389	181	11	Ноздря в скоплении звезд	1	22	0	5	45		3м	3м
390	183	12	Задний конец [Гиад]	1	23	20	4	15		3м	3м
391	182	13	Передний конец [Гиад]	1	23	50	5	50		3м	3м
392	194	14	Альдебаран в южном глазу	1	25	40	5	10		1	1
393	187	15	Северный глаз	2*	24	50	3	0		3м	3м
394	212	16	Начало южного рога и уха	2*	0	10*	4	0		4	5
395	225	17	Южная из двух на южном роге	2*	3	20	5	0		5	5
396	224	18	Северная из них	2*	3	0	3	30		5	5
397	260	19	Конец южного рога ¹⁷⁹	1	28	40	2	30		3	3
398	207	20	Место северного рога, конец которого отсутствует	1	28	40	0	15		4	4
399	190	21	Северная из двух, близких друг к другу в северном ухе	1	25	40*	4*	0*		4*	4*
400	185	22	Южная из них	1	24	0*	3*	0*		5	4
401	173	23	Передняя из двух на шее	1	20	40*	0	40	5	4*	
402	180	24	Задняя из них	1	22	0	1	0	5*	5*	
403	176	25	Южная на передней стороне трапеции на шее	1	21	0	0*	0	5	6*	
404	178	26	Северная из них	1	21	30	7	10	5	5	
405	191	27	Южная на задней стороне трапеции	1	25	0	3	0	5	5	

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Страна	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи	
406	186	28	Северная из них	1	24	40	5	0	Северная	5	5	
407	151	29	Северная над передней стороной Плеяд	1	15	10	4	30		5	5	
408	152	30	Южная на ней	1	15	15	4	15*		5	5	
409	159	31	Задний конец Плеяд у самого узкого места в них	1	16	5*	4	45		5	5	
410	160	32	Около Плеяд с северной стороны	1	16	40	5	0		4	4	
411	152	33	Маленькая вблизи предыдущей стороны	1	15	5	4	15		0*	0*	
412	153	34*	Южный конец [Плеяд] у их узкого места	1	16	0	4	20		0*	0*	
Вне Тельца ¹⁸⁰												
1061	413	129	1	Под правой передней ногой	1	8	0	17	30	Южная	4	4
414	223	2	Передняя из трех над южным рогом	2	3	0	2	0	5		5	
415	238	3	Средняя из них	2	7	0	1	45	5		5	
416	148	4	Задняя из них	2	9	0	2	0	5		5	
417	266	5	Северная из двух под концом южного рога	2	12	0	6	20	5		5	
418	167*	6	Южная из них	2	12	0	7	40	5		6м	
419	256	7	Передняя из пяти под северным рогом	2	12*	0	2	40	5		5	
420	266	8	За этой [звездой]	2	12	0	1	0	5		5	
421	276	9	Дальнейшая за этой [звездой]	2	14	0	1	20	5		5	
422	281	10	Северная из двух оставшихся	2	15	20	3	20	5		5	
423	289	11	Южная из этих двух	2	16	20	1	15	5	5		
Северная												

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемию	по ас-Суфи	
24 Созвездие Близнецов ¹⁸¹												
424	336	1	Голова переднего Близнеца	3	6	20	9	40	Северная	2	2	
425	350	2	Голова заднего Близнеца	3	9	40	6	15		2	2	
426	319	3	Левая рука переднего Близнеца	2	29	40	10	0		4	46	
427	323*	4	Его левое предплечье	3	1	40	7	20		4	4	
428	333*	5	Та, что между его плечами	3	5	0	5	30		4	4	
429	339	6	Его правое плечо	3	7	0	4	50		4	4	
430	369*	7	Заднее плечо заднего Близнеца	3	9	40	2	40		4	46	
431	331	8	Правое плечо переднего Близнеца	3	4	40	2	40		5	5м	
432	335	9	Левый бок заднего Близнеца	3	6	0*	3	0		5	5	
433	308	10	Левое колено переднего Близнеца	2	26	0	1	30		3	3м	
434	330	11	Левый сосок у заднего Близнеца	3	4	40	0	30		Южная	3	3
435	322	12	Над левым коленом	3	1	15	2	30			3	46
436	328	13	Правый локоть [того же Близнеца]	3	4*	20	6	0			3	3м
437	296	14	Касающаяся левой ноги переднего [Близнеца]	2	19	30	1	30			46	46
438	301	15	Следующая за ней на этой ноге	2	21	10	1	15			46	46
439	304	16	Его правая ступня	2	23	10	3	30			26*	4м
440	307	17	Левая ступня заднего Близнеца	2	5	0	7	30			4	3
441	312	18	Его правая ступня	2	27	40	10	30			4	4

1062

1063

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
Вне Близнецов ¹⁸²											
1064 442	291	1	Передняя перед ногой переднего Близнеца	2	17	10	0	40	Северная Южная	4	4м
443	297	2	Яркая перед его коленом	2	19	30	2*	50		46	4м
444	315	3	Перед левым коленом заднего Близнеца	2	28	10	2	15		5	5м
445	354	4	Самая северная из трех, расположенных в один ряд под его рукой	3	11	20	1	20		5	5м
446	347	5	Средняя из них	3	9	20	3	20		5	5м
447	345	6	Самая южная из них напротив руки	3	9	0	4	30		5	5м
448	361	7	Яркая, следующая за ней	3	13	40*	2	40		4	4м
25 Созвездие Рака ¹⁸³											
1065 449	394	1	Середина туманного пятна на груди	3	23	20	0	40	Северная	4м	4м
450	375	2	Северная вокруг туманного пятна трапеции	3	20	40	1	15		4м	4м
451	376	3	Южная из них	3	21	0	1	10	Южная	4м*	4
452	385*	4	Северная из двух задних, то есть Двух Ослов	3	23	20	2	40	Северная	46	4
453	392	5	Южная из них	3	24	20	0	10	Южная	4	4
454	309	6	Южная клешня	3	29	30	5	30	Северная	4	4
455	377	7	Северная клешня	3	21	20	11	50		5	56
456	364	8	Северная задняя лапа	3	15	40	1	0	Южная	4	4

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
457	374	9	Южная задняя лапа	4	20	10	7	30	Южная	46	4
Вне Рака ¹⁸⁴											
458	419	1	Над локтем южной клешни	4	2	40	2	20	Северная	4м	4
459	424	2	Задний конец этой клешни	4	4	40*	0*	40		4м	4
460	401	3	Передняя из двух над туманным пятном	4	27	0	4*	50*	Южная	5	3м
461	411	4	Задняя из них	4	0	0	7*	15*		5	4
26 Созвездие Льва ¹⁸⁵											
462	416	1	Конец ноздри	4	1	20	10	0	Северная	4	4
463	422	2	Зев пасти	4	4	10	7	30		4	4
464	432	3	Северная из двух на голове	4	7	20	12	0		3	3м
465	430	4	Южная из них	4	7	10	9	30		3	3
466	448	5	Северная из трех на шее	4	13	10	11	0		3	3
467	453	6	Задняя из них в середине	4	15	10	8	30		2	2
468	450	7	Самая южная из них	4	13	40	4	30		3	1*
469	454	8	Ее сердце — Царственная	4	15	30	0	10		1	1
470	458	9	К югу от него на груди	4	16	30	1	50		4	5*
471	445	10	Чуть впереди Царственной	4	13	0	0	15		5	6*
472	436	11	Правое колено	4	10	20	0	0		5	6
473	449*	12	Правая передняя лапа	4	7	10	3	40		6	46*
474	437	13	Левая передняя лапа	4	10	20	4	10		4	4*
475	455	14	Левое заднее колено	4	15	30	4	15		4	4

1066

1067

1068

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи
476	470	15	Левая подмышка; Гиппарх помещал ее на животе	4	22	10	0	10	Южная Северная	3*	6*
477	464	16	Передняя из трех на животе	4	20	0	4	0		6	6
478	480	17	Северная из двух оставшихся	4	26	0	5	20		6	6
479	479	18	Южная из них	4	25	20	2	20		6	56*
480	477	19	Передняя из двух на поясице	4	24	20	12	15		5*	56*
481	482	20	Задняя из них	4	27	10	13	40		2	5*
482	483	21	Северная из двух на бедрах	4	27	20	11	10		5	3*
483	458	22	Южная из них, яркая, на ягодницах	4	29	20	9	40		3	3м*
484	494	23	За бедрами	5	3	20	5	50		3	46*
1069	485	24	На задних подколенных впадинах	5	4	40	1	15		4	46*
486	497	25	На задних ногах	5	4	40	5	50		4	5*
487	506	26	На задних стопах	5	10	30	3	0		5	1*
488	500	27	Конец хвоста	5	7	30	11	50	1м	1	
Вне Льва ¹⁸⁶											
489	461	1	Передняя из двух, расположенных параллельно спине	4	19	0	13	20	Южная Северная	5	5
490	466	2	Задняя из них	4	21	10	15	30		5	5
491	487	3	Самая северная из трех под соском	5	0	30	1	10		4м	4м
492	486	4	Средняя из них	5	0	10	0	30		5	5
493	489	5	Самая южная из них	5	1	0	2	40		5	5

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота				Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты	по Птоле-мею		по ас-Су-фи	
494	501	6	Северная часть туманного локона, то есть Расплавленная	5	7	50	30	0	Северная	Тум.	5	
495	499	7	Перед его южным ответвлением	5	7	20	25	0		Тум.	5	
496	507	8	Лист вьюнка	5	11	30	25	30		Тум.	5	
27		Созвездие Девы ¹⁸⁷										
497	503	1	Южная из двух на конце головы	5	9	20	4	15	Северная	5	5	
498	505	2	Северная из них	5	9	0	5	40		5	5	
499	514	3	Северная из двух на лице	5	13	40	8	0		5	5	
500	513	4	Южная из них	5	13	10	5	30		5	5	
501	509	5	Конец левого южного крыла	5	12	0	6	0		3	3	
502	526	6	Передняя из четырех на этом крыле	5	21	15	1	10		3	3	
503	528	7	За ней	5	26	10	2	50		3	3	
504	548*	8	Также за этой	6	0	10	2	50		5	6	
505	554*	9	Сзади всех	6	4	0	1	40		4	4	
506	546*	10	На поясе с правой стороны	5	27	20	3	30		3	3	
507	524	11	Передняя из трех в правом северном крыле	5	21	0	13	50		5	5м	
508	533	12	Самая южная из двух оставшихся	5	23	10	11	40		6	6	
509	534	13	Самая северная из них, находящаяся перед платьем	5	25	10	15	10		1*	3	
510	562	14	Симак безоружный на левой ладони	6	9	40	2	0		3*	1м	
511	558	15	Правое бедро под поясом	6	7	50	8	40		5*	3м	

1070

1071

Абсолютный номер	Номер по Долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас.-Су-фи	
512	561	16	Северная на передней стороне трапеции на левом бедре	6	9	20	3	20	Южная Северная	6*	5м	
513	564	17	Южная из них	6	10	0	6	0		4м*	6	
514	570	18	Северная [на] задней стороне его	6	13	0	1	30		5*	5м	
515	567	19	Южная из них	6	11	0	3	20		5	5м	
516	573	20	Левое колено	6	14	40	1	30		5	5м	
517	568	21	Задняя часть левого бедра	6	11	0	8	30		5	5	
518	586	22	Средняя из трех на подоле около ноги	6	19	40	7	30		Северная	4	4
519	589	23	Самая южная из них	6	20	20	2	30			4	4
520	592	24	Самая северная из них	6	21	20	11	40			4	4м
521	599	25	Левая ступня на ноге	6	23	0	0	30			4	4
522	610*	26	Правая ступня на севере	6	25	40	9	40	4		46	
Вне Девы ¹⁸⁸												
523	543	1	Передняя из трех, расположенных в один ряд параллельно левой руке	6	27	40	3	30	Северная	5	5	
524	550	2	Средняя из них	6	2	0	3	30		5	5	
525	557	3	Самая северная из них	6	5	15	3*	20		5	5	
526	566	4	Передняя из трех под Симаком безоружным	6	10	10	7	20		6	6	
527	569*	5	Средняя из них	6	11	10	8	20		5	5	
528	577	6	Последняя из них	6	18	0	7	50		6	6	

1072

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота				Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
II 28 Созвездие Весов ¹⁸⁹ 1073												
529	630	1	Яркая из двух звезд на конце южной чаши	7	1	0	0	40		Северная	2	36*
530	625	2	Северная из них, незаметная	7	0	0	2	30			5	5м
531	647	3	Яркая из двух на конце северной чаши	7	5	10	8	50			2	36
532	627	4	Передняя из них, незаметная	7	5	40	8	30			5	5м
533	653	5	Середина южной чаши	7	7	0	1	40	Южная		4	4
534	637	6	Та, которая перед ней на этой чаше	7	4	20	1	15	Северная		4	5м
535	666	7	Середина правой чаши	7	10	50	4	45			3*	4
536	680	8	Та, которая следует за ней на этой чаше	7	16	0	3	30			4м	4
II Вне Весов ¹⁹⁰ 1074												
537	660*	1	Передняя из трех на север от северной чаши	7	9	10	9	5	Северная	5	5	
538	683	2	Южная из двух оставшихся	7	16	40	6	40		5м	4м	
539	688	3	Северная из них	7	17	20	9	15		5м	4м	
540	682	4	Задняя из трех между чашами	7	16	30	0	30		6	6	
541	671	5	Северная из двух оставшихся	7	13	20	3	0		5	6	
542	675	6	Южная из них	7	14	10	1	30		4	4	
543	650	7	Передняя из трех на юг от южной чаши	7	6	0	7	30		Южная	3	3м
544	676	8	Северная из двух оставшихся	7	14	10	8	10			4	4
545	678	9	Южная из них	7	15	0	9	40			4	4

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в со-звездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи	
1075	29		Созвездие Скорпиона ¹⁰¹									
	546	698	1	Самая северная из трех ярких звезд на лбу скорпиона	7	19	20	1	20	Северная	3	3
	547	691	2	Средняя из них	7	18	40	1	40	Южная	3	3
	548	692	3	Самая южная из них	7	18	40	5	0		3	3
	549	695	4	На южных лапах	7	19	0	7	50	Северная	3	3м
	550	700	5	Северная из двух соседних на север от той, что на лбу	7	20	0	1	40		4	4
	551	697	6	Южная из них	7	19	20	0	30	Южная	4	4
	552	711*	7	Передняя из трех на туловище	7	23	40	3	40		3	3м
	553	718	8	Средняя из них, то есть Сердце	7	25	40	4	0	Южная	2	2
1076	554	722	9	Задняя из них	7	27	30	5	30		3	3
	555	704	10	Передняя из двух на другой лапе	7	22	20	6	10	Южная	5	5м
	556	713*	11	Задняя из них	7	23	40	6	40		5	5м
	557	730	12	Первый от тела сустав хвоста	8	30*	30	11	0	Южная	3	3
	558	731	13	Второй [сустав]	8	1	50	15	0		3	3
	559	733	14	Северная в двойной, в третьем [суставе]	8	3	0	18	40	Южная	4	4
	560	734	15	Южная в двойной, в третьем [суставе]	8	3	10	18	0		4	4
	561	741	16	Четвертый [сустав]	8	6	10	19	30	Южная	3	3
	562	743	17	Пятый [сустав]	8	11	10	18	50		3	3
	563	770	18	Шестой [сустав]	8	13	30	16	40	Южная	3	3м
	564	764	19	Седьмой [сустав] около иглы	8	12	0	15	10		3	3

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас.-Су-фи
565	758	20	Задняя из двух в игле	8	10	30	13	20	Южная	3	3
566	755	21	Передняя из них	8	10	0	13	30		3	4м*
Вне Скорпиона ¹⁹²											
567	772	1	Туманная, следующая за жалом	8	14	10	13	15	Южная	Тум.	4м
568	749	2	Передняя из двух звезд на севере от жала	8	8	30	6	10		56	5
569	766	3	Задняя из них	8	12	30	7*	10		5	5
30 Созвездие Стрельца, то есть Лука ¹⁹³											
570	781	1	Острые стрелы	8	17	30	6	20	Южная	3	3м
571	752	2	Кисть левой руки	8	19*	40	6	30		3	3
572	786*	3	На южной стороне лука ¹⁹⁴	8	21	0	10	50		3	36
573	788	4	Южная из двух, которые на север от лука ¹⁹⁵	8	22	0	1	30		3	3
574	784	5	Северная из них в конце лука	8	19	40	2	50		3	Тум.*
575	790*	6	Левое плечо	8	28	20	3	10		Тум.*	3
576	798	7	Туманная двойная в глазу	8	23*	10	0	45		3*	46*
577	794	8	В верхней части стрелы	8	26	0	3	50*		46	4*
578	801	9	Передняя из трех на голове ¹⁹⁶	8	28	40	10	10		4	4
579	809	10	Средняя из них	9	0	40	1	30		4	4
580	813	11	Задняя из них	9	2	10	2	0		4	5м*
581	810	12	Самая южная из них на ленте на север от узла	9	4	20	2	50		5	4м*
582	823	13	Средняя из них	9	5	20	3	30		4	4м
583	824	14	Самая северная из них	9	5	50	6	30		4	6*

1077

1078

1079

Абсолютный номер	Номер по долготаме	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Страна	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
584	830	15	Незаметная, следующая за этими тремя	9	8	40	5	30	Северная	6	5м*
585	840	16	Северная из двух на ленте на юг от узла	9	12	30	5	50		5	6*
586	834	17	Южная из них	9	10	40	10	0		6	5м*
587	822	18	Правое плечо	9	5	20	1	50		5	4м*
588	829	19	Правый локоть	9	6	50	2	50		4	5м*
589	814	20	Между плечами	9	3	40*	2	30		5	4м*
590	810	21	Правое плечо	9	0	20*	4	30	46	3*	
591	802	22	Под левой подмышкой	8*	29	20	6	45*	3	3	
592	811	23	Копыто левой передней ноги	9	0	40	23	0	4	4	
593	807	24	Колено левой передней ноги	9	0	0	17	0	2м	3	
594	885	25	Копыто правой передней ноги	8*	19	40	13	0	3	3м	
595	833	26	Левое бедро	9	10	20	13	30	3	5м	
596	832	27	Задняя часть правой голени	9	9	50	20	10	3	4м	
597	835	28	Передняя на северной стороне трапеции в начале хвоста	9	10	40	4	50	5	5	
598	837	29	Задняя из них	9	11	50	4	50	5	5	
599	838	30	Передняя на южной стороне трапеции	9	11	50	5	50	5	5	
600	831	31	Задняя из них	9	12	40	6	30	5	5	
1081	31		Созвездие Козерога ¹⁹⁷								
	601	863	1	Самая северная из трех на заднем роге	9	20	20	4*	20	3	3м
	602	864	2	Средняя из них	9	20	40	6	40	6	5м

Абсолютный номер	Номер по дегре	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи
603	862	3	Самая южная из них	9	20	20	5	0*	Северная	3	3м
604	856	4	Конец переднего рога	9	18	0	8	0		6	6м
605	869	5	Самая южная из трех на морде	9	22	0	0	45		6	6
606	826	6	Передняя из двух оставшихся	9	21	40	1	45		6	6
607	867	7	Задняя из них	9	21	50	1	30		6	6
608	859	8	Передняя из трех под правым глазом	9	19	10	0	40		5	6
609	874	9	Северная из двух на шее	9	24	40	3	50		6	6
610	876	10	Южная из них	9	24	50	0	50		5	6
611	872	11	Под правым коленом	9	23	50	6	30		4	4
612	875	12	Левое колено поджатое	9	24	40	5*	40		4	3*
613	887	13	Левое плечо	9	29	40	9*	40		4	3м*
614	900	14	Передняя из двух близких друг к другу в нижней части живота	9*	3	10	7*	50		4	4м
615	902	15	Задняя из них	10	3	20	6	0		5	56
616	894*	16	Задняя из трех звезд в середине туловища	10	1	40	6*	15		5	6
617	886	17	Южная из двух оставшихся	10*	29	40	4	0	5	6	
618	885	18	Северная из них	9	29	40	7*	50	5	5м	
619	884	19	Передняя из двух на спине	9	29	40	2*	0	4*	4*	
620	903	20	Задняя из них	9*	4	0	0	50	4	4	
621	909	21	Передняя из двух на южном плавнике	10	6	20	4	45	4	4	
622	912	22	Задняя из них	10	8	0	4*	30	4	4м	

1082

1083

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
623	911	23	Передняя из двух в начале хвоста	10	7	50	4	10	Северная	3	3м
624	916	24	Задняя из них	10	9	20	2	0		3	3
625	920	25	Передняя из четырех на хвосте	10	9	50	0	20		4	5м
626	926	26	Самая южная из трех оставшихся	10	11	40	0	0		5	5
627	922	27	Средняя из них	10	10	40	2	50		5	3*
628	927	28	Самая северная из них в конце хвоста	10	11	40	4	20		5	5
1084	32	Созвездие Водолея, то есть Ведро ¹⁹⁸									
629	929	1	Голова Водолея	10	13	20	15	45	Южная	5	6м
630	945*	2	Яркая из двух на его правом плече	10	19	20	11	0		3	3м
631	941	3	Незаметная из этих двух под ней	10	18	10	9	40		5	5
632	919*	4	Левое плечо	10	9	30	8	50		3	3м
633	921	5	На спине за плечом	10	10	20	6	15		5	5
634	891	6	Задняя из трех в левой руке	10	0	40	5	30		3	6*
635	883	7	Средняя из них	10	29	10	8	0		4	5м
636	881	8	Передняя из них	9	26*	40	8	40	3*	4м*	
1085	637	9	Правая рука	9	22	30	8	45	Северная	3	46*
638	960	10	Самая северная из трех на правой ладони	10	24	40	10	45		3	3м*
639	963*	11	Передняя из двух оставшихся	10	25	0	9	0		3	3м
640	968	12	Задняя из них	10	26	20	0*	30		4*	4*
641	944	13	Передняя из двух в суставе правого бедра	10	19	10	20*	0*		5*	5м*

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знак зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
642	947	14	Задняя из них	10	20	0	10*	10*	Северная	4*	4м*
643	952	15	Правое бедро	10	21	40	0	50	Южная	4	4м
644	934	16	Южная из двух звезд, которые на левом бедре	10	14	40	1	40		4	4м
645	636	17	Северная из них	10	16	10	4	0		Северная	6
646	959	18	Южная из двух на правой голени	10	24	40	4	30	Южная	4*	3
647	958	19	Северная под подколенной впадиной	10	24	20	5	0		4	4
648	940	20	Задняя часть левого бедра	10	17	40	5	40		5	6
649	951	21	Южная из двух на левой голени	10	21	20	10	0	Северная	5	5м
650	949	22	Северная из них под коленом	10	20	50	9	0		5	5м
651	971	23	Начало льющейся воды около руки	10	25	0	2	0		4	4
652	980	24	К югу от этого	11	27	50	0	10	Южная	4	4
653	984	25	Та, которая следует за ней в изгибе потока воды	11	0	40	1	10		4	4м
654	980*	26	За ней	11	3	0	0	30		4	4м
655	981	27	Та, которая в изгибе потока воды с южной стороны	11	3	30	1	40	Южная	4	4
656	978	28	Северная из двух на юг от нее	11	2	0	3	30		4	4
657	979	29	Южная из них	11	2	50	4*	10		4	4
658	984*	30	Отдельная, удаленная в южную сторону	11	3	50	8	15		5	5м

II

1086

Абсолютный номер	Номер по доготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Страна	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи
659	989	31	Передняя из двух близких за ней	11	5*	3	12	0	Южная	5	5
660	990	32	Задняя из них	11	6	10	10	50		5	5
661	986	33	Самая северная из трех около второго изгиба	11	4	40	14	0		5	5
1087 662	988	34	Средняя из них	11	5	10	14	45		5	5
663	991	35	Последняя из них	11	6	10	15	40		5	5
664	972	36	Самая северная из трех за ними, подобных им	11	0	0*	14	10		4	4
665	973	37	Средняя из них	11	0	30	15	0		4	4
666	976	38	Самая южная из них	11	1	20	15	45		4	4
667	961	39	Передняя из трех в третьем изгибе под ногами	10	24	50	15*	50		4	4
668	966	40	Южная из двух оставшихся	10	25	40	15	20		4	4
669	967	41	Северная из них	10	26	10	14	0	4	4	
670	948	42	Конец воды во рту Южной Рыбы	10	20*	0	23	0	1	1	
Вне Водолея ¹⁹⁹											
671	998	1	Передняя из трех, расположенных параллельно второму изгибу потока воды	11	9	40	15	30	Южная	46	46
672	1006	2	Северная из двух оставшихся	11	12	40	14	20		46	46
673	1003	3	Южная из них	11	12	0	18	15		46	46
1088	33	Созвездие Рыб ²⁰⁰									
674	987	1	Рот передней рыбы	11	4	40	9	15	Северная	46	3*
675	993	2	Южная из двух на ее голове ²⁰¹	11	7	10	7	30		4	4м

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфии
676	996	3	Северная из них	11	9	0	9	20	Северная	4	4м
677	1001	4	Передняя из двух на спине	11	11	10	9	30		4	4
678	1008	5	Задняя из них	11	13	40	6*	30		4	4
679	1994	6	Передняя из двух на ее брюхе	11	9	0	4	30		4	4
680	1005	7	Задняя из них	11	12	40*	3	30		4	4
681	1995	8	На ее хвосте	11	9	0	6	20		4	4
682	1023*	9	Начало нити около ее хвоста	11	24	0	5	45		4*	4*
683	1026*	10	[Та], которая следует за ней	11	26	0	3	45		6	6
684	9*	11	Передняя из трех за той	11*	0	10	2	15		6*	6*
685	8	12	Средняя из них	0	3	30	1	10		4	4
686	15	13	Задняя из них	0	6	0	6	0		4	4
687	13	14	Северная из двух в первом повороте	0	5	20	2	0		4*	4*
688	30*	15	Южная из них	0	6	20	5	0		6	6*
689	30	16	Передняя из трех во втором повороте	0	9	30	2	20		6*	5*
690	34	17	Средняя из них	0	11	40	4	40		6*	4м*
691	43	18	Задняя из них	0	13	40	7	45		4	4
692	50	19	В третьем повороте	0	15*	30	8	30		4*	4*
693	41	20	На север от нее	0	13	30	1	20		3*	3м*
694	39	21	Самая южная из трех за этой	0	13	10	1	50		4*	4*
695	40	22	Средняя из них, то есть конец нити	0	13	20	5	20		5*	3м
696	42	23	Самая северная на хвосте задней рыбы	0	13	30	9	0		3*	5

1089

1090

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в со-звездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Полю-мею	по ас-Су-фи
697	46	24	Северная из двух во рту этой рыбы	0	15	0	21	45	Северная	4*	5
698	44	25	Южная из них	0	14	40	21	40		5	5б
699	35	26	Последняя из трех в ее голове	0*	11	40	20	0		5*	6м
700	32	27	Средняя из них	0	10	40	19	50		6	6м
701	27	28	Передняя из них	0	9	0	23	0		6	6м
702	25*	29	Передняя из трех в плавнике на ее спине	0	8	40	14	20		6*	4
703	28	30	Средняя из них	0	9	20	13	0		6*	4
704	31	31	Задняя из них	0	10	40	12	0		4	4
705	48	32	Северная из двух, кото-рые на ее брюхе	0	15	10	17	0		4	4
1091 706	36	33	Южная из них	0	12	50	15	20		4	4
707	37	34	Плавник на брюхе под хвостом	0	13	0	11	45	4	4	
Вне Рыб ²⁰²											
708	1009	1	Передняя из двух северных из трапеции под Рыбами	11	14	10	2	40	Южная	4	4
709	1011	2	Задняя из них	11	15	15	2	30		4	4
710	1007	3	Передняя из двух южных в ней	11	13	40	5	30		4	4
711	1012	4	Задняя из них	11	15	20	5	30		4	4
Южных созвездий пятнадцать											
34 Созвездие Кита, [то есть] Морского зверя ²⁰³											
712	105	1	Конец ноздри	1	0	40	7	45	Южная	4	4
713	106	2	Конец нижней челюсти	1	0	40	12	2		3	3
714	85	3	Середина пасти	0*	25	40	11	30		3	3

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положения звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи
715	71	4	Нижняя челюсть	0*	23	30	14	0	Ю ж н а я	3	3м
716	69	5	Глаз	0*	23	10	8	10		3*	4
717	84	6	Хохол	0*	25	40	6	20		4	4
718	63	7	Грива	0*	20	40	4	10		4	4м
719	51	8	Северная из двух в трапеции на груди	0*	16	0	24	30		4	4
720	52	9	Южная из них	0*	16	20	28	0		4	4
721	59	10	Северная из двух задних в трапеции	0	19	40	25	10		4	4
722	60	11	Южная из них	0	20	0	27	30		3	46
723	11	12	Средняя из трех в туловище	0	5	0	25	30		3	4м
724	16	13	Самая южная из них	0	6	0	30	50		4	4
725	22	14	Самая северная из них	0	8	0	20	0		3	3м
726	5	15	Последняя из двух около хвоста	0	2	40	15	20		3	3м
727	1028	16	Передняя из них	11	28	0	15	40		3	3м
728	1024	17	Северная из двух задних в этой трапеции	11	24	0	13	40		5	6
729	1022	18	Южная из них	11	23	40	11	40		5	6
730	1019	19	Северная из двух передних в этой трапеции	11	22	20	13	0		56	5м
731	1018	20	Южная из них	11	22	0	14	0		56	4м*
732	1013	21	Северный отросток хвоста	11	16*	20	90	0		3м	3м
733	1016	22	Южный отросток хвоста	11	18	40	20	2	36	36	
35 Созвездие Великана, то есть Сопряженного, [то есть Орiona] ²⁰⁴											
734	264	1	Передняя из трех, которая на голове	2	11	30	13	0	Южная	Тум.	Тум.
735	271	2	Задняя из них	2	12	20	13	0		Тум.	Тум.

1093

1094

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфм	
736	268	3	Самая северная из трех на голове	2	12	0	12	10	Ю ж н а я	Тум.	Тум.	
737	280	4	Яркий ²⁰⁵ [на] правом плече	2	15*	0	17	0		1м	1м	
738	239	5	Левое плечо	2	7	0	17	30		26	2	
739	243	6	Следующая, которая под ней	2	8	0	18	0		3м	4м	
740	283	7	Правый локоть	2	16	20	14	30		4	4	
741	295	8	Правая рука	2	19	20	11	50		6	6	
1095	742	298	9	Задняя на южной стороне трапеции, на правой ладони	2	19	30	10		0	4	5
743	294	10	Передняя из них	2	19	0	9	45		4	5	
744	300	11	Задняя на северной стороне	2	20	20	8	15		6	6	
745	299	12	Передняя из них	2	19	40	8	15		6	6	
746	279	13	Передняя из двух на острие посоха	2	14	40	3	45		5	5	
747	292	14	Задняя из них	2	17	20	4	15		5	5м	
748	259	15	Задняя из четырех, расположенных в один ряд на спине	2	10	30	19	40		4	5*	
749	253	16	Перед ней	2	9	20	20	0		6	6	
750	244	17	Перед этой	2	8	20	20	20		6	6	
751	240	18	Оставшаяся, то есть самая передняя из всех	2	7	10	20	40		5	5	
752	227	19	Самая северная из всех, которая в шкуре	2	8	30	8	0		4	4	
753	218	20	Вторая за ней	2	2	20	8	10		4	4	
1096	754	213	21	Третья из них	2	1	0	10		15	4	4
755	209	22	Четвертая за ней	1	29	20	10	50		4	4	

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки	золиака	градусы	минуты	градусы		минуты	по Промею
756	205	23	Пятая за ней	1	28	10	14	15	Ю ж н а я	4	4
757	201	24	Шестая за ней	1	27	50	15	50		3	3м
758	203	25	Седьмая за ней	1	27	50	17	10		3	3м
759	207	26	Восьмая за ней	1	28	20	20	20		3	3м
760	211	27	Оставшаяся из расположенных в шкуре, то есть самая южная из них	1	29	20	21	30		3	4
761	245	28	Передняя из трех, расположенных на поясе	2	8	20	24	10		2	2
762	256	29	Средняя из них	2	10	20	24	50		2	2
763	263	30	Задняя из них	2	11	10	25	40		2	2
764	237	31	Рукоятка меча	2	6	50	25	50		3	3м
765	254	32	Самая северная из трех на мече	2	9	30	28	40		3*	4
766	255*	33	Средняя из них	2	9	40	29	10		3м*	3м
767	257*	34	Самая южная из них	2	10	0	29	50		3	3м
768	261*	35	Задняя из двух на острие меча	2	10	40	30	40		4	4м
769	251*	36	Передняя из них	2	9	10	30	50		4	4
770	221*	37	Яркая на левой ступне	2	2*	50	31	30		1	1
771	229	38	Левая лодыжка	2	4	0	30	15	46	46	
772	236	39	Над этой лодыжкой с наружной [стороны]	2	6	20	31	10	3*	4	
773	273	40	Третья нога	2	13	10	33	30	3	36	
36			Созвездие Реки, [то есть Эридана] ²⁰⁶								
774	215	1	Начало реки из ноги Великана	2	1	20	31	50	Ю ж н а я	4	4
775	216	2	Севернее ее, касающаяся голени Великана	2	1	50	28	15		4	4

||

||

1097

1098

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота				Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты	по Птолемею		по ас-Суфи	
776	214	3	Задняя из двух, следующих за ней	2	1	0	29	50	Ю ж н а я	4	4м	
777	200	4	Передняя из двух	1	27	40	28	15*		4	4м*	
778	192	5	Задняя из двух, следующих за ними	1	26	10	25	50		4	4	
779	170	6	Передняя из них	1	23	10	25	20		4	4*	
780	168	7	Задняя из трех за этой	1	19	20	26	0		5	5м*	
781	156	8	Средняя из них	1	18	30	27	0		4	4	
1099 782	138	9	Передняя из них	1	15	50	27	50		4	4*	
783	127	10	Задняя из четырех за этой	1	10	0	32	50		3*	3м*	
784	123	11	Перед ней	1	7	40	31	0		3*	4*	
785	120	12	Еще более передняя	1	7	10	28	50		3*	3м	
786	102	13	Самая передняя из всех четырех	1	5*	0	28	0		3*	3м*	
787	91	14	Задняя из другой четверки за этой	1	0	10	25	30		3*	4*	
788	82	15	Перед ней	0	27*	50	23	50		4	3*	
789	72	16	Еще более передняя	0	25*	10	23	20		3*	46*	
790	55	17	Самая передняя из всех четырех	0	23	30	23	15		4	5м*	
791	56	18	Поворот, касающийся груди Кита	0	18	10	32	10		4	4	
792	68	19	Позади нее	0	18	50	34	50*		4	4м*	
793	88	20	Передняя из трех на ней	0	21	50	38	30		5*	46*	
1100 794	103	21	Средняя из них	0	26	50	38	10		4	4	
795	116	22	Задняя из них	1	0	30	39	0	4	4		
796	126*	23	Северная на передней стороне трапеции, похожей на стол	1	3	25*	41	20	4	4		

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота				Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты	по Птолемею		по ас.-Су-Фн	
797	117*	24	Южная из этих двух	1	4	30	42	30	Южная	5	5м	
798	121*	25	Передняя на задней стороне трапеции	1	5	10	43	15		4	4	
799	129*	26	Задняя из [этих] двух	1	7	40	43	20		4	4	
800	163*	27	Северная из двух, близких друг к другу, на восток от этой трапеции	1	17	10	50	20		4	4м	
801	165*	28	Южная из них	1	18	0	51	45		4	4	
802	142*	29	Задняя из двух, следующих за этим поворотом	1	11	10	53	50		4	4	
803	131*	30	Передняя из них	1	8	50	53	0		3*	46	
804	108*	31	Задняя из трех за ними в последней части Реки	1	0	50	53	0		4	4	
805	3 ²⁰⁷	32	Средняя из них	0	26*	50	53	30		4	4	
806		33	Передняя из них	0	24	50	53*	0		4	4	
807		34	Яркая в конце Реки	0	13	0	53	30	1	1		
37 Созвездие Зайца ²⁰⁸												
808	219	1	Северная на передней стороне трапеции на ушах	2	2	0	35	0	Южная	5	5	
809	222	2	Южная из этих двух	2	2	50	36	30		5	5	
810	230	3	Северная на задней стороне [трапеции]	2	4*	20	35	40		5	5	
811	231	4	Южная из этих двух	2	4*	20	36	40		5	5	
812	217	5	Нижняя челюсть	2	2	10	39	15		4	36	
813	208	6	Левая [передняя] лапа	2*	29	10	45	15		4	46	
814	247	7	Середина туловища	2	8	50	41	30		3	3м	

II

1101

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи	
1102	815	241	8	Под брюхом	2	7	20	44	20	Южная	3	3м
	816	277	9	Северная из двух на ногах	2	14	0	44	0		46	46
	817	270	10	Южная из них	2	12	0	45	50		46	46
	818	271	11	Поясница	2	0	0	38	20		46	56*
	819	285	12	Конец хвоста	2	15	40	38	10		46	46
1103	38			Созвездие Большого Пса ²⁰⁹								
	820	321	1	Именский Сириус в пасти	3	0	40	39	10	Южная	1	1
821	325	2	На ушах	3	2	40	35	0	4		4м	
822	329	3	Голова	3	4	20	36	30	5		5	
823	337	4	Северная из двух на шее	3	6	20	21*	45	4		5*	
824	342	5	Южная из них	3	8	20	40	0	4		4	
825	327	6	Грудь	3	3	30	42	40	5		5	
826	317	7	Северная из двух на правом переднем локте	2	59*	10	41	15	5		5	
827	316	8	Южная из них	2	29	0	42	30	4		5	
1104	828	305	9	Конец правой передней лапы	2	24	0	41	20		3	3
	829	313	10	Передняя из двух на левом переднем колене	2	27	0*	46*	30		5	5
	830	318	11	Задняя из них	2	29	10	45	50		5	5
	831	340	12	Задняя из двух на левом плече	3	6*	40	46	0*		4	4
	832	332	13	Передняя из них	3	4	40	47*	45*		5	5
	833	351	14	Начало левого бедра	3	9	40	18*	45		3м	3
	834	338	15	Между ногами	3	6	40	51	30		3	3
	835	334	16	Подколенная впадина правой задней лапы	3	6	0	55	2		4	4

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки	золика	градусы	минуты	градусы		минуты	по Птоле-мею
836	302	17	Конец правой задней лапы	2	22	40	53	45	Южная	3	3
837	362	18	На хвосте	3	15	10	50	40		3м	3м
Вне Большого Пса ²¹⁰											
838	324	1	Против головы с севера	3	2	30	25	15	Южная	4	4
839	302	2	Самая южная из четырех, расположенных в один ряд под ногами	2	23	0	61*	30		4	4
840	306	3	Севернее ее	2	24	20	58*	45		4	5
841	309	4	Севернее этой	2	26	0	57	0		4	4
842	311	5	Оставшаяся, то есть самая северная из них	2	27	10	56	0		4	5
843	362*	6	Самая передняя из трех, расположенных в один ряд на запад от четырех	2	11	0	55*	30		4	4м
844	275	7	Средняя из них	2	13	20	57*	40		4	4м
845	283	8	Самая задняя из них	2	8	20	54*	30		4	4м
846	269	9	Задняя из двух ярких под этой	2	12	0	59*	40		2	3
847	250	10	Передняя из них	2	9	0	57*	40		2	3*
848		11	Внешняя оставшаяся, то есть самая южная	2	0	10	59*	30		4	4м
39 Созвездие Предшествующего Пса, [то есть Малого Пса] ²¹¹											
849		1	Привязь на шее	3	8	0	14	0	Южная	4	4
850		2	Плачущий Сириус в задней части туловища	3	12	10	16	10		1	1
40 Созвездие Корабля [Арго] ²¹²											
851		1	Передняя из двух звезд на конце паруса	3	23	20	42	30	Южная	5	5
852		2	Задняя из них	3	27*	20	43	20		3	3*

1105

1107

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота				Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
853		3	Северная из двух близких друг к другу над кормовой палубой	3	21	50	45 $\frac{1}{2}$	0	Южная	4	46	
854		4	Южная из них	3	21	40	46	0		4*	5	
855		5	Перед ними	3	18	20	45	30		4	4м	
856		6	Яркая в середине палубы	3	19	20*	47	15		4	46	
857		7	Передняя из трех под ней	3	18	20	49	30		3	4	
858		8	Задняя из них	3	22	20	49	30		4	4	
1108 859	378	9	Средняя из них	3	21	20	49	15		4	5	
860	303	10	Конец кормы	3	27	0	49	50		4	4м	
861	365	11	Северная из двух в кормовой части киля	3	17	0	53	0		4	4м*	
862	366	12	Южная из них	3	17	0	58*	40		3	3	
863	394	13	Севернее кормовой палубы	3	23	10	55	30		5	5	
864	400	14	Передняя из трех принадлежащих ей	3	25	10	58	40		5	5	
865	410	15	Средняя из них	3	26	40	57*	15		4	4	
866	423	16	Задняя из них	4	29	30	57*	15		4	4	
867	423	17	Яркая за мостиком	4	4	10	58	20		2	2	
868	415	18	Передняя из двух заметных под яркой	4	1	10	60	0		5	5	
869	421	19	Задняя из них	4	4	0	59	20		5	5	
870	427	20	Передняя из двух под этой яркой ²¹³	4	6	0	56	40		5	5	
1109 871	433	21	Задняя из них ²¹⁴	4	7	20	57	0		5	5	
872	460	22	Самая северная из двух около мачты ²¹⁵	4	18*	40	51	30		46	4	

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи
873	463	23	Средняя из них ²¹⁶	4	19	10	55	40	Ю ж н а я	46	4
874	459*	24	Южная из них ²¹⁷	4	17	0	57	10		46	4
875	471	25	Северная из двух близких друг к другу под этой ²¹⁸	4	22	0	60	0		46*	46
876	469	26	Южная из них	4	22	0	61	15		46	46*
877	449	27	Южная из двух в середине мачты ²¹⁹	4	18	10	51	30		3	4
878	444	28	Северная из них	4	12	20	49	0		3	5
879	438	29	Передняя из двух около конца мачты	4	11	0	43	20		3	3м*
880	442	30	Задняя из них	4	12	0	43	30		4	4м
881	481	31	Под палубой	4	27	10	54	30		2	2
882	491	32	Оставшаяся на палубе	4	0	30	51	15		2м	3
883	391	33	Между рулями на киле корабля ²²⁰	4	24	10	63	0		4	46
884	417	34	Незаметная, следующая за ней	4	2	0	69	30		6	6
885	447	35	Яркая, следующая за ней под палубой	4	13	0	63	50		2	2
886	467	36	Яркая, южнее от нее на киле	4	20	30	69	40		2	4
887	484	37	Передняя из трех, следующих за ней	4	28*	10	65	40		3	3
888	465	38	Средняя из них	5	4	20	65	50		3	3*
889	402	39	Задняя из них	5	9	0	67	20		3	3
890	515	40	Передняя из двух, следующих за этими тремя	5	14	0	62	50*	3	4	
891	525	41	Задняя из них	5	21	0	62	15	3	3*	

1110

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фри
892	290	42	Передняя из двух на переднем весле	5	17	0	65	50	Южная	46	4
893	326	43	Задняя из них	5	3	10	65	40		36	46*
894	320	44	Передняя из двух на заднем весле, то есть Сухейль	3	0	10	75	0		1	4*
895	355	45	Задняя, оставшаяся из них	3	12	0	71	50		3	3м
41		Созвездие Гидры ²²¹									
896	402	1	Нос	3	27	0	15	0	Южная	4	4м
897	399	2	Над глазами	3	26	20	13	10		4	4
898	406	3	Глова	3	28	20	11	30		4	4
899	407	4	Начало рта	3	25	30	14*	45		4	4
900	414	5	Нижняя челюсть	3*	0	50	12	0		4	46
901	420	6	Передняя из двух, которые в начале шеи	4	3	20	11	50		5	4*
902	428	7	Задняя из них	4	6	20	13	45		4	4м*
903	441	8	Средняя из трех, следующих за ними	4	11	50	15	20		4	4м
904	451	9	Задняя из них	4	13	40	14	50		4	4м
905	439	10	Самая южная из них	4	11	30	17	10		4	6м*
906	443	11	Незаметная из двух, близких друг к другу, на юг от них	4	12	10	19	45		6	2*
907	446	12	Яркая из них, называемая Одинокой	4	13	0	20	30		2	4*
908	462	13	Передняя из трех после изгиба	4	19	0	26	30		2*	4
909	468	14	Средняя из них	4	21	40	26	0		4	4м*
910	475	15	Задняя из них	4	24	10	23	15		4	3м*

1111||

1112||

Абсолютный номер	Номер по долготe	Номер в со-звездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птоле-мею	по ас-Су-фи
911	490	16	Передняя из трех, рас-положенных в один ряд за ними	5	1	0	24	40	Ю ж н а я	3	4м*
912	492	17	Средняя из них	5	3	0	23	0		4	3*
913	498	18	Задняя из них	5	6	0	22	10		3	4*
914	416	19	Северная из двух за дном чаши	5	14	30	25	45		46	4
915	418	20	Южная из них	5	15	20	30	10		4	46
916	425	21	Передняя из трех за этой в виде треуголь-ника	5	25	10	31	20		4	46
917	442	22	Средняя из них	5	26*	30	33	10		4	4
918	445	23	Задняя из них	5	29	10	31	20		3	3
919	471	24	Корень хвоста за клю-вом Ворона	6	43*	0	13	40		46	4м
920	413	25	Конец хвоста	6	26	30	17	40		46	3м
Вне Гидры ²²²											
921	395	1	Против головы с юга	3	25	30	23	15	Южная	3	3
922	374	2	Следующая после пово-рота	4	24	0	16	0		3	4
Созвездие Чаши ²²³											
923	504	1	Общая [с Гидрой] на дне чаши	5	9	20	23	0	Ю ж н а я	4	4
924	520	2	Южная из двух в ее се-редине	5	15	30	19	30		4	4
925	512	3	Северная из них	5	13	0	18	0		4	4
926	523	4	Южный край	5	20	0	18	30		46	5м
927	510	5	Северный край	5	12	20	13	40		4	4м
928	529	6	Южная ручка	5	22	10	57*	10		4м	4м
929	517	7	Северная ручка	5	14	40	11	50		4	4м

1113

1114

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина		
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи	
1115	43		Созвездие Ворона ²²⁴									
	930	544	1	Общая на клюве	5	23	20	21	40	Южная	3	3м
	931	541	2	На шее ближе к голове	5	27	20	19*	40		3	3
	932	547	3	Грудь	5	29	40	18	10		5	5
	933	539	4	Переднее правое крыло	5	26	30	14	50*		3	3
	934	546	5	Передняя из двух на втором крыле	5	29	40	12	30		3	3
	935	548	6	Задняя из них	6	0	0	11*	45		4	4*
	936	552	7	Общая [с Гидрой] на конце ноги	6	3	30	18	10*		3	3
1116	44		Созвездие Центавра ²²⁵									
	937	604	1	Самая южная из четырех в голове	6	23	30	21	40	Южная	56	5
	938	600*	2	Самая северная из них	6	23	0	18	10		56	5
	939	567*	3	Передняя из двух оставшихся	6	22	10	20	30		46	4
	940	601*	4	Задняя из них, то есть оставшаяся из четырех	6	23	0	20	30		56	5
	941	584	5	Левое переднее плечо	6	19	10	25	40		3	3
	942	620*	6	Правое плечо	6	28	40	22	30		3	3
	943	598	7	Левая лопатка	6	22	10	27	30		3	5
	944	632	8	Северная из двух передних в ветви виноградной лозы	7*	18	10	22	20		3	4м
1117	945	635	9	Южная из них	7	2	10	23	45		4	4
	946	644	10	Северная из двух оставшихся в конце ветви	7	5	0	18*	15		4	4
	947	648	11	Южная из них	7	5	18*	20	50		4	4

О перечислении неподвижных звезд

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в со-звездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Су-фи
948	611	12	Передняя из трех на правом боку	6	26*	20	28*	20	Ю ж н а я	46	46
949	615	13	Средняя из них	6	27	0	29	0*		46	46
950	618	14	Задняя из них	6	28	10	28	30*		46	4*
951	622	15	Правое плечо	6	29	20	26	15*		46	46
952	649*	16	Правое предплечье	7*	5	50	25	0*		3	3
953	665	17	Конец правой руки	7	10	30	24	5*		4	46*
954	631	18	Яркая в начале тела человека	7	1	0	33	30		36	3*
955	628	19	Задняя из двух незаметных, севернее ее	7	29*	40	31	0		5	5
956	624*	20	Передняя из них	6	25*	50	30	20		5	5
957	609*	21	Начало спины человека	6	22*	10	34	50		5	5
958	596*	22	Спина коня ²²⁶	6	18*	0	37	40		5	5
959	593*	23	Задняя из трех у пояса ²²⁷	6	18	50	40	20		3	3
960	578*	24	Средняя из них ²²⁸	6	15*	0	40	0		4	5
961	574*	25	Передняя из них ²²⁹	6	15	40	41	0		5	56
962	575*	26	Передняя из двух, близких друг к другу, на правом бедре ²³⁰	6	16*	40	46	10		3	3
963	576*	27	Задняя из них ²³¹	6	1*	30	46	45		4	5
964	633*	28	Грудь коня ²³²	7	29*	20	46*	45		4	5м
965	623	29	Передняя из двух под брюхом ²³³	6	0*	20	40*	0	2	3	
966	629	30	Задняя из них ²³⁴	7	23*	40	43	45	3	Мы не нашли ее	
967	602	31	Подколенная впадина правой задней ноги ²³⁵	6	28*	0	43*	10	2	2	

1118:

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота				Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты	по Птолемею		по ас-Су-фи	
1119	968	619*	32	Правое заднее копыто ²³⁶	6	19*	20	51	40	Ю ж н а я	2	2
	969	585	33	Под подколенной впадиной левой ноги	6	19	20	51*	10		4	3м
	970	605*	34	Лодыжка этой ноги	6	24	10	55	20		2	2
	971	593	35	Конец правой передней ноги	6	21	20	51*	2		1	1
	972	654	36	Колено левой передней ноги	7	7	10	41*	20		2	26
	973	517	37	Внешняя под правой передней ногой ²³⁷	6	27	40	49	10		4	4м*
45				Созвездие Звезда, [то есть Волка] ²³⁸								
1120	974	667	1	Конец задней части ноги у руки Центавра	7	1*	0	24	50	Ю ж н а я	3	3*
	975	659	2	Подколенная впадина этой ноги	7	8	50	29	10		3	3
	976	674	3	Передняя из двух, находящихся на плече ²³⁹	7	14	0	21	15		3*	46*
	977	687	4	Задняя из них ²⁴⁰	7	17	10	21	0		3*	3м
	978	681	5	Середина туловища	7	16	10	25	10		4	5*
	979	670	6	В туловище под пахом	7	13	10	26*	0		4*	5
	980	672	7	На бедре	7	14	30	29	0		4*	5
1121	981	689	8	Северная из двух у начала бедра	7	17	40	28	30	Ю ж н а я	5	5
	982	684	9	Южная из них	7	16	40	30	10		5	4м*
	983	694	10	Конец поясицы	7	18	40	33	10		5	Мы не определили ее ²⁴¹
	984	645	11	Самая южная из трех в конце хвоста	7	5	0	31	20		5	4м ²⁴²
	985	643	12	Средняя из них	7	3*	50	30	30		5*	5*
	986	651	13	Самая северная из них	7	6	0	29	20		5*	4*

Абсолютный номер	Номер по долготе	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
987	703	14	Южная из двух на шее	7	21	50	17	0	Южная	4	5*
988	705	15	Северная из них	7	22	20	15	20		46	56*
989	793	16	Передняя из двух на морде	7	18	47	13	20		4	5м
990	699	17	Задняя из них	7	19	40	11	50		4	6*
991	664	18	Южная из двух на когтях лапы	7	10	20	11	30		46	5м*
992	662	19	Северная из них	7	9	30	10	0		46	5м
46		Созвездие Жертвенника ²⁴³									
993	759	1	Северная из двух в основании	8	10	40	22	40	Южная	5	6
994	769	2	Южная из них	8	13*	20	25*	0		4	3
995	791	3	Середина вершушки жертвенника	8	9	10	26	30		46	46
996	735	4	Самая северная из трех в очаге	8	3	40	30	20		5	5м
997	748	5	Самая южная из них	8	8	10	34	10		46	4м
998	747	6	Средняя из них	8	8*	0	33	20		4	4*
999	736	7	Конец пламени	8	3	50	34	0		4	4
47		Созвездие [Южной] Короны ²⁴⁴									
1000	790	1	Внешняя передняя в южной дуге	8	22	10	21	30	Южная	4	4
1001	792	2	Позади нее на дуге	8	24	40	21	0		5	6
1002	795	3	Та, которая следует за ней	8	26	10	20	20		5	6
1003	797	4	Также следующая за этой	8	27	50	20	0		4	5
1004	802	5	Та, которая за этой против колена Стрельца	8	29	10	18	30		5	5м
1005	806	6	Та, которая за ней севернее колена	8	0	0	17	10		4	5

1122

1123

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Страна	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
1124 1006	805	7	Самая северная от нее	8	29	50*	16	5	Южная	4	5
1007	804	8	Также к северу от этой	8	29	30	15	10		4	5
1008	799	9	Задняя из двух, незаметных на северной дуге	8	28	10	14	20		6	6
1009	796	10	Передняя из них	8	27	40	15	50*		6	6
1010	793	11	Большая перед всеми ²⁴⁵	8	24	50	14	40		5	5м
1011	791	12	Еще передняя	8	22	40	15	10		5	5м
1012	789	13	Оставшаяся, то есть самая южная из них	8	22	10	18	30		5	5
1125 48	Созвездие Рыбы Хут, [то есть Южной Рыбы] ²⁴⁶										
1013	930	1	Та, которая во рту	10	13	40	20	20	Южная	4	4
1014	938	2	Передняя из трех на южной части контура головы	10	17	10	22	15		4	4
1015	943	3	Средняя из них	10	18	40	24	30		4	4
1016	939	4	Задняя из них	10	17	20	16	15		46	4
1017	914	5	На брюхе около жабр	10	8	10	19	30		5	5
1018	932	6	На южном плавнике хвоста	10	14	10	15	10		5	6м*
1019	928	7	Задняя из двух на брюхе	10	11	50	14	40		4	5
1020	913	8	Передняя из них	10	8	10	15	0		4	5
1126 1021	937	9	Задняя из трех на северном плавнике	10	4	50	16	30		4	56
1022	934	10	Средняя из них	10	4	0	18	10		4	4
1023		11	Передняя из них на конце хвоста	10	9	0	12	15		4	3м

Абсолютный номер	Номер по долготам	Номер в созвездии	Положение звезд в созвездии	Долгота			Широта		Сторона	Величина	
				знаки зодиака	градусы	минуты	градусы	минуты		по Птолемею	по ас-Суфи
Вне [Южной] Рыбы ²⁴⁷											
1024	865	1	Передняя из трех ярких, параллельных хвосту	9	21	0	22	20	Ю ж н а я	4м	3м*
1025	873	2	Средняя из них	9	24	10	22	20		4м	3м
1026	880	3	Последняя из них	9	27	0	21	0		4м	3м
1027	877	4	Незаметная перед ними	9	25	0	20	50		5*	5
1028	879	5	Южная из двух оставшихся	9	26	50	16	0		4	4
1029	879	6	Северная из них	9	26	50	14	50		4	4

|| Глава шестая

1127

О ПОЛОЖЕНИИ НЕПОДВИЖНЫХ ЗВЕЗД
ОТНОСИТЕЛЬНО СОЛНЦА

Все звезды в течение своего дня и ночи дважды проходят как через горизонт, так и через небесный меридиан, [так что они при этом] восходят и заходят, достигают середины неба и Земли, а также проходят через точки между ними. При этом применяются названия, соответствующие их положениям относительно Солнца. Пусть, например, сначала неподвижная звезда не имеет широты. Тогда, если Солнце достигнет ее и соединится с ней, она «сгорит», но обладающие [этим] искусством редко применяют это название к неподвижным [звездам], так как «сгорание»²⁴⁸ звезды похоже на ее исчезновение в лучах [Солнца] подобно воспламенению вещи, находящейся внутри огня, а случай, когда она находится вместе с Солнцем,— это достижение сердцевины адского огня.

Если же широта [звезды] возрастает к северу, она не исчезает в лучах. Поэтому к звездам этого вида не применяется название «сгорание», и звезда²⁴⁹, о которой говорится, что она находится вместе с Солнцем или в соединении [с ним], в силу первого движения не видима глазом и на нее не обращают внимания. Если Солнце удаляется от нее на [некоторое] расстояние, то благодаря отходу²⁵⁰ [луча] из-за мельчайших частиц, освещенных зарей и расположенных между звездой и глазом, для наблюдателя, находящегося в это время в темной половине, звезда

видна после того, как она скрылась. Начало ее видимости — это второе положение, когда [звезда появляется] вместе с Солнцем, это называется ее восходом. Она действительно видна, ее восход виден ясно и эта видимость усиливается перед зарей по мере продвижения вперед ее восхождения.

1128 Расстояние звезды от Солнца может быть сферическим во всех [направлениях], но ограничивается опережающей квадратурой²⁵¹, || если звезда — на небесном меридиане во время восхода Солнца. Ясно также, что звезда будет на ночном небесном меридиане во время захода [Солнца], однако тогда она не видна. Это — третье положение.

Далее, Солнце может быть в противостоянии со звездой в концах ночи, так что одно из этих светил восходит при заходе другого. Это — четвертое положение. После этого [звезда] находится в запаздывающей квадратуре на небесном меридиане во время захода Солнца. Это — пятое положение. Ясно, что при этом звезда находится на ночном небесном меридиане при восходе Солнца, но тогда она не видна. Что касается шестого положения, то это тот случай, когда Солнце ушло от звезды в направлении, противоположном последовательности [знаков зодиака], на расстояние, равное расстоянию восхода. При этом будет конец видимости и начало исчезновения. Это называется заходом [звезды], и после этого звезда возвращается к «сгоранию» [в лучах Солнца].

Что касается первого положения, то тот, кто размышлял об этом, знает, что ал-Баттани²⁵² разделил его на девять классов, а каждый из них — на три стороны. В этом разделении и наименовании он не прав, хотя и подражал труду Птолемея. Но слова о нем относятся к разъяснению его *зиджа*, которые, если будет угодно Аллаху, будут сказаны в будущем. Мы говорим о первом положении, имеющем место, когда звезда скрыта под лучами [Солнца], что относится только к тому случаю, когда [звезда] находится на круге, одна половина которого на рассвете, а другая — в сумерках. Это возникает при освещении Солнцем нижней стороны от мельчайших частиц вблизи Земли, когда наблюдатель находится в темноте.

1129 Известно, что этот круг, близкий к Земле, — преграда между нами и звездой. Звезда [расположена] над ним, но обычно || при этом [считают, что] звезды — под ним, по причине, связанной с наблюдением, подобно тому, как говорят о восхождении Солнца и Луны в середину облака, находящегося ниже их обоих.

Если звезда имеет широту, моменты прохождения ее градуса [через небесный меридиан] отличны от положений прохождений Солнца, и только градусы восхождений и захождений [звезды] на горизонте совпадают с местами исчезновения Солнца. Градусы же прохождения звезды через

небесный меридиан днем и ночью [не] совпадают с прохождениями Солнца.

Что касается второго и пятого положений, то из-за того, что промежуток времени исчезновения звезды продолжает укорачиваться с [увеличением] северной широты, пока звезда при этом не выйдет из круга освещения, звезда перестанет восходить и заходить на нем и будет наблюдаться в обоих концах ночи чаще всего на горизонте, так что ее скроет только свет дня, [когда] Солнце будет над Землей. Остальные случаи также [имеют место], когда при наблюдении появляется незначительная широта для градусов, отличных от градусов восхождения, захождения и градусов, добавляемых к этому для звезд, обладающих широтами.

Глава седьмая

О ВОСХОДАХ И ЗАХОДАХ [НЕПОДВИЖНЫХ] ЗВЕЗД

Восходы и заходы звезд, когда они возможны, связаны с кругом освещения, близостью к нему и удаленностью от него и размером тела звезды, ее величиной и положением над Землей перед восходом или закатом Солнца в условиях толстого слоя мрака вокруг наблюдателя. Поэтому возникает возможность наблюдения ночью, когда звезды находятся на небе, а также днем из колодцев с глубоким дном, или наблюдения больших звезд из укрытия, закрывающего Солнце от || глаза, благодаря ограждению глаза сверху, при котором получается тот же эффект, что при поднятии руки или соединенных пальцев на всей длине брови, когда наблюдение ведется [невооруженным] глазом так, чтобы это ограждение имело форму [инструмента] *барбаха*²⁵³, с помощью которого ведется наблюдение. Наблюдение отличается в [разных] городах в зависимости от погоды, времени [суток], времен года и опыта наблюдения. Имеются различия и в том, что применяется [разными] народами.

В делах, подобных этому, неизбежно обращаются к Птолемею, главе [этого] искусства, которого не опередил никто из ученых. Птолемей говорил, что наличие утренней и вечерней зари свидетельствует о том, что обе они имеют место на каком-либо круге высоты. Известно, что обе они имеют место при свете Солнца и его лучей, этот круг проходит через Солнце, и от него начинается понижение, то есть его кратчайшее расстояние от горизонта под Землей в это время. Оно называется понижением, так как подобно высоте над Землей, но отличается от него только положением. Ясно, что появление основной части утренней зари и угасание основной части вечерней зари имеют место при пересечении круга этого понижения²⁵⁴ с горизонтом. Когда обе зари светят в соответ-

ственной части неба, их средние части более яркие, и свет [в них] более концентрирован²⁵⁵ по сравнению с их краями, звезды покрываются ими обеими по мере их приближения к обеим половинам [неба] по долготе. Поэтому в этом деле приходится принимать во внимание дугу понижения, соответствующую наблюдению в каждой местности. Птолемей и [некоторые] из его предшественников имели это в виду при определении величины понижения. Они нашли, что для звезд первой величины — это две пятых знака зодиака, а для второй — половина знака зодиака и таким же образом для остальных величин. Поэтому || Птолемей в своей «Книге о восхождениях звезд и *анва'*»²⁵⁶ рассказывает, что до него дошла [сведения] о звездах, которые древние называли невидимыми, как например, звезды Стрелы, Дельфина и Плеяд²⁵⁷. Мы не касались этого, так как их появление трудно различимо. Древние также не пользовались ими во время наблюдений, а предполагали, что их появление происходит одновременно с появлением близких к ним ярких звезд, восходящих в это время. Это было найдено для первых двух величин. Они видимы, когда звезда находится на круге понижения Солнца, в то время как остальные поднимаются высоко и их появление ускоряется.

1131 Что касается [случая], когда звезда отходит во время наблюдения от этого круга и ее восход не происходит на его пересечении с горизонтом, то величина ее понижения [становится] точнее, чем раньше, из-за того, что звезда отходит от освещенного места, которое скрывало ее, и переходит к темному месту, на котором она видна. Птолемей установил для недостатка этого понижения основание, о котором необходимо рассказать. Он упоминает, что [некоторые] из его предшественников не делали различия между величиной понижения звезды при первом ее появлении утром и другой величиной при ее появлении вечером на востоке, они не понимали того, что он понимал о различии между ними. Это ясно по ощущению, и если обстоятельства потребуют изучения этого, то мы найдем, что одно из них — удвоенное другое, и известно, что если мы возьмем, например, звезду первой величины, причем ее дуга понижения на западе — двенадцать градусов и она — на конце узкой видимой [полосы] и близка к исчезновению вследствие ее узости, то есть, если дуга понижения недостает до этой величины, то видимость исчезает, а если дуга понижения превышает эту величину, то видимость усиливается, выходит из соответствующего положения и требует точного вычисления и напряжения зрения, чтобы найти эту звезду.

1132 Следовательно, || если расстояние звезды от Солнца больше, то ее легче видеть из-за того, что она удалена от света Солнца, остающегося над горизонтом, и приближается к круглой темноте, возникающей в начале ночи в стороне востока. Так что, если расстояние становится полукругом, звезда попадает в середину этой темноты. Понижение Солнца

происходит в момент начала видимости при самой малой из величин понижения.

Мы уже говорили, что Птолемей в своем исследовании нашел, что это — половина того, что было в конце видимости на западе, и значит для звезд первой величины — шесть градусов, для звезд второй [величины] — семь с половиной градусов.

Причина этого, как мы уже упоминали — усиление темноты вокруг звезды, увеличение звезды и ее приближение к наблюдателю. Тогда в противоположность вечерней заре звезды можно охватить зрительно, различать их по белизне и яркости.

Далее Птолемей определил недостаток понижения до этого основания, а именно: величина недостатка понижения до предполагаемой в начале равна расстоянию звезды от Солнца, [равному] половине окружности, тогда она обгонит главную часть света, находящуюся на круге высоты, [и перейдет] к звезде, отклонившейся от нее в начале появления и исчезновения. Отношение недостатка понижения к разности между его величиной при утреннем и вечернем восходе звезды будет таким же, как отношение расстояния звезды на горизонте от пересечения круга освещения с ним к ста восьмидесяти.

Пусть $ABCD$ — небесный меридиан, BED — горизонт с полюсом A , GHC — половина эклиптики*; Солнце на ней — в точке F . Проведем из

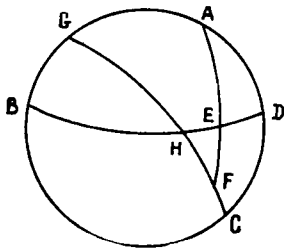


Рис. 178.

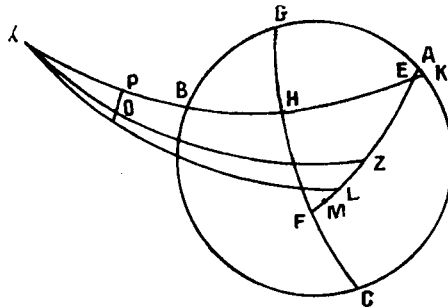


Рис. 179.

зенита A^{258} большой круг AEF . Тогда EF на нем — понижение Солнца, какая бы звезда первой величины ни была \parallel в точке E . Далее, EF — две 1133
 пятых знака зодиака в начале или в конце ее появления, так как оба они предполагаются на горизонте BED . Если звезда — второй величины, EF — половина знака зодиака, тогда обе они находятся также в одном из двух упомянутых концов.

* См. рис. 178.

Известно, что H на эклиптике — это градус восхода звезды, G — градус середины неба в это время, GB — полуденная высота в [данном] городе. Все это известно, так как положение звезды известно по долготе и широте. Синус расстояния GH между серединой неба и восхождением в соответствующих градусах [эклиптики] относится к синусу GB высоты градуса середины неба, как синус прямого угла B к синусу угла H дополнения широты климата наблюдения. Синус HF относится к синусу заданной FE , как синус прямого угла E к синусу угла H . Следовательно, синус HG относится к синусу GB ²⁵⁹, как синус HF к синусу понижения FE , и дуга HF известна. Если мы прибавим ее к градусу восхода звезды в [данном] городе, мы получим градус F , который, если Солнце в нем, будет началом восхода звезды, выходящей из-под луча. Если же мы вычтем градус ее захода, получим градус, который будет концом захода звезды, скрывающейся в лучах, если Солнце будет в нем. Это и есть то, что мы хотели [доказать]²⁶⁰.

1134 || Если звезда не попадает на [круг] AEF^* , проходящий через середину освещения, то во время ее восхода утром или захода вечером в точке K горизонта величина понижения EF уменьшается в соответствии с расстоянием звезды E от главной части света при окружности AEF . Пусть M — середина EF . Тогда, согласно тому, что мы говорим по Птолемею, EM — величина недостатка понижения в момент восхода вечером на востоке до величины понижения при восходе утром, так как звезда достигает его в половине окружности, если это его половина.

Пусть EL дополнена до квадранта, а EX — квадрант горизонта. Проведем большую дугу XL и отложим XP , равную расстоянию PK ²⁶¹ звезды на горизонте от круга середины освещения. Опишем вокруг полюса X на расстоянии PX [суточный] круг PO ²⁶², а вокруг полюса A на расстоянии AZ — [суточный] круг OZ . Тогда ZF — величина понижения, исправленная для восхода звезды K ²⁶³. Если численно известна величина FE , определим FH при помощи этой величины, как это было сделано выше в начале. Затем прибавим FH к градусу восхода звезды в [данном] городе или вычтем ее из градуса захода. При этом получают такой градус, что если Солнце находится в нем, звезда K выходит из его лучей или входит в них.

[Таким образом], способ определения времени появления неподвижных звезд первой и второй величин и их исчезновения разъяснен. Применив его к [звездам] других || величин, [можно было] бы превзойти усердие Птолемея. Далее движущиеся светила отделяются в этом отношении от неподвижных только на величину понижения для каждой из них по причине приращения величины. В этом Птолемей опирался на наблю-

* См. рис. 179.

дения тех, кто²⁶⁴ предшествовал ему в третьем и четвертом климатах, к знаниям которых обратилось его внимание,— а именно древних вавилонян, и народов Сирии. Египта до страны Эллады²⁶⁵ в земле греков. В начале лета в этих [странах] воздух нежный и прозрачный, в это время они проводили наблюдения планет на различных расстояниях от Солнца в градусах соответствия. Птолемей преобразовал их к кругу понижения и усердно трудился над уточнением вычисления для малых дуг, допуская для имеющихся в них треугольников правила прямолинейных треугольников²⁶⁶.

Начертим чертеж этого. Пусть AB — горизонт, CD — эклиптика, звезда, для которой он поставил целью определить дугу понижения, не имеет широты в точке E горизонта*. Поэтому в начале ее восхода DE —

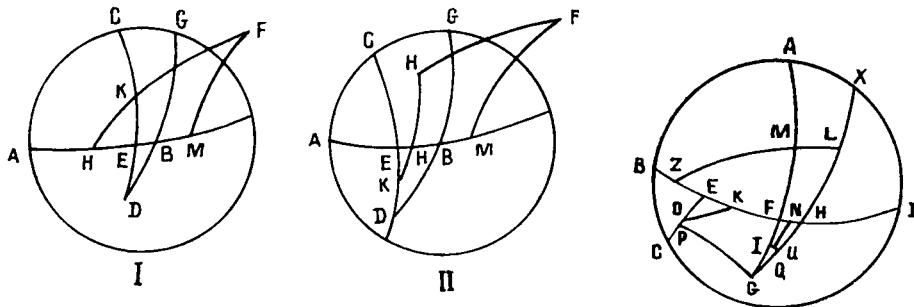


Рис. 180.

I — широта южная; II — широта северная.

Рис. 181.

ее расстояние от Солнца в градусах соответствия, круг GBD перпендикулярен к горизонту, так как он выходит из полюса [горизонта], а угол E известен, так как он измеряет дополнение широты климата наблюдения. Тогда в треугольнике EDB известны два угла и сторона ED . Она относится к DB , как синус прямого угла B к синусу известного угла E , и BD известна. Это понижение Солнца во время появления звезды, которое Птолемей назвал его полным и общим расстоянием.

Что касается его точного, а не приближенного определения, то об этом упомянуто выше. Если звезда имеет широту, то пусть она восходит в [точке] E . Я опускаю перпендикуляр $\parallel HK$ на ED , для которого он будет широтой, K — [ее] градус. HK относится к KE , как синус угла E к синусу угла H его дополнения, и EK известна. DK , находимая наблюдением,— расстояние между градусами звезды и Солнца. Поэтому вся ED известна. Далее, отсюда определяется BD , как было изложено выше²⁶⁷.

* См. рис. 180.

Что касается точного, а не приближенного метода, то продолжим для этого KH по ее кругу до тех пор, пока она не станет полным квадратом. Опишем вокруг полюса E на расстоянии стороны вписанного квадрата дугу FM . Тогда синус HF будет относиться к синусу FM , как синус прямого угла M к синусу искомого угла H , и он известен. Синус угла H относится к синусу прямого угла E , как синус KE к синусу NK , и KE , [следовательно], и DE известны. Синус угла E относится к синусу прямого угла B , как синус искомой BD к синусу ED . Это и есть то, что мы хотели доказать.

Обратимся теперь к тому, что можно уточнить о заходах и восходах.

1137 Пусть $ABCD$ — небесный меридиан, BED — горизонт с полюсом X , EC — квадрант небесного экватора*. AFG — [дуга] эклиптики — время восхода звезды K на горизонте. Соответствующее ей склонение — KO^{268} . Пусть градус ее восхода — F^{269} , а FE — азимут восхода градуса. Проведем круг высоты XHG , так что понижение HG составляет две пятых знака зодиака, если звезда K — первой величины, или половину знака зодиака, если [звезда K] — второй величины, то есть [имеет место] абсолютное понижение, когда звезда и Солнце находятся вместе на одном и том же круге понижения. Но звезда K не такая. Поэтому надо сначала определить расстояние между градусом восхода F и G , упомянутой [точкой] пересечения эклиптики и круга XHG , перпендикулярного горизонту. Синус FG относится к синусу абсолютного понижения GH , как синус расстояния FA между градусом середины неба в это время и градусом восхода к синусу AB — высоты градуса середины неба.

Если будут получены градусы соответствия FG , то градус G будет таким, что если Солнце будет в нем, то восходит звезда K .

[Поэтому] нам нужно уточнить эти градусы соответствия. Проведем GP на большом круге, пересекающем EC под углом, равным CED . Тогда PE — разность обоих восходов, то есть восходов двух градусов F и G в [данном] городе.

Опишем вокруг полюса G на расстоянии стороны квадрата квадрант круга LMZ . Тогда синус LH дополнения абсолютного понижения GH относится к синусу MF дополнения градусов соответствия FG , как синус квадранта HZ к синусу FZ дополнения расстояния градуса восхода FH звезды от круга абсолютного понижения. Сумма FH и азимута восхода градуса звезды $[FE]$ — это азимут восхода абсолютного понижения — HE . Синус азимута восхода EK звезды относится к синусу KH ее расстояния от небесного экватора, || как синус квадранта ED к синусу DH дополнения широты города и разность между HE и EK , то есть NK , известна. Так как дуга GH возвращается, как мы говорили, в половине ок-

* См. рис. 181.

ружности к своей половине, то если мы уменьшим GH настолько, насколько половина окружности недостает до величины расстояния, это означает, что этот недостаток — разность между абсолютным и уравненным понижениями. Поэтому полукруг относится к половине дуги GH , как дуга HK , получаемая из недостатка.

Пусть имеется [дуга] GU . Тогда дуга HU равна уравненному понижению. Проведем ее альмукантарат²⁷⁰ JU . Проведем дугу IG , перпендикулярную горизонту. Тогда она будет равна HU , а ее синус относится к синусу искомой IF , как синус AB к синусу AF . Если AF известна, ее прибавляют к градусу восхода звезды и конец суммы будет градусом Солнца в момент восхода [звезды]. Таким же образом, если вычтешь AF из градуса ее восхода, получится градус Солнца в момент захода [звезды].

Абстрактное вычисление этого

Умножим синус расстояния между градусом середины неба и градусом, появляющимся во время восхода звезды, на синус ее абсолютного понижения, заданного по своей величине, и разделим произведение || на 1139 синус полуденной высоты градуса середины неба. В частном получится [некоторый] синус. Найдем по нему дугу, вычтем ее из девяноста и запомним остаток. Если азимут восхода градуса восхода светила северный, прибавим его к запоминаемому остатку, а если он южный, возьмем разность между ними. Получится расстояние круга понижения от линии равноденствия. Разделим синус расстояния звезды от небесного экватора на синус дополнения широты города. Получится синус азимута восхода звезды²⁷¹. Возьмем разность между ним и расстоянием понижения от линии равноденствия, если они оба в одной стороне, и сложим их, если они в разных сторонах. [Далее] умножим синус [разности или суммы] на половину абсолютного понижения и разделим произведение на сто восемьдесят градусов, получится [некоторый] синус. Найдем по нему дугу и вычтем ее из абсолютного понижения. Останется уравненное понижение. Умножим его синус на синус расстояния между градусом середины неба и градусом восхода. Разделим произведение на синус полуденной высоты градуса середины неба, получится [некоторый] синус. Найдем по нему дугу. Если мы прибавим эту дугу к градусу восхода звезды, то получим градус Солнца во время восхода [звезды], а если мы вычтем эту дугу из градуса ее восхода, то получим градус Солнца в момент захода [звезды].

Эта глава подобна тому, о чем упоминал Гален, рассказывая о своем отце: он дорожил им и возвеличивал его, он и сейчас дорог, хотя и критикуется.

Глава восьмая

О СТОЯНКАХ ЛУНЫ И ИХ ЗВЕЗДАХ У АРАБОВ И ИНДИЙЦЕВ

1140 Что касается индийцев, то найдя, что возвращения Луны на эклиптике повторяются через || двадцать семь и приблизительно треть суток, они для краткости отбрасывают дробь этого, так как она меньше половины, и делят эклиптику на двадцать семь. Тогда для каждой [стоянки] получится тринадцать градусов с третью, это величина одной стоянки, называемая на их языке *накшатра*²⁷². Они считают это за восемьсот минут²⁷³. Если рассечь стоянки эклиптики на мельчайшие частицы²⁷⁴ знаков зодиака, то они будут равны подобно равенству стоянок. Главная цель индийцев — применение астрологических положений²⁷⁵ подобно использованию ими знаков зодиака.

Что же касается арабов, то их цель в этом — определение обстоятельств года, времен года и необходимых изменений, происходящих в них. Их порядок не отличается ни в малом, ни в большом, ни слабостью, ни силой, ни внешними, ни внутренними достоинствами. Их годы не соответствуют солнечному году, так как они связывают год со своими месяцами. Они не обладают методом вычисления, которым можно было бы определить положение Солнца, поэтому они уточняют оборот при помощи Луны, исследуемой без [специального] исследования. Они считают месяц за тридцать суток, как принято у простых людей. Уже было сказано, что стоянка [Луны] — это расстояние, проходимое Луной за сутки. Если она видна как в восточной, так и в западной стороне на равном расстоянии от Солнца, арабы отбрасывают от суток месяца двое отмеченных суток, чтобы между первым вечерним появлением новой Луны и концом ее утреннего появления осталось двадцать восемь суток. Если разделить на это окружность, стоянка получится в двенадцать и шесть седьмых градуса. Это дальше от среднего перемещения Луны за сутки, чем то, которым пользовались индийцы. Однако на практике арабы обращаются к тому, что ближе к истине, и берут каждую стоянку при восходе за тринадцать суток. Поэтому для стоянок²⁷⁶ получается триста || шестьдесят четыре суток, причем одна из стоянок содержит четырнадцать суток, благодаря чему дополняются сутки года. Так как арабы пользовались только наблюдениями без вычислений, они связывали со стоянками видимые знаки, то есть звезды, которых достигает Луна в течение каждой ночи. Поэтому они не ограничиваются при этом звездами около эклиптики. Их мнение по этому вопросу сильнее, чем у индийцев, также желавших [получить] подобное, но индийцы отошли от рассмотрения эклиптики и руководствовались только самыми большими и самыми известными звездами, хотя Луна не достигала их и не приближалась к ним.

Арабы называли восходы звезд, отмеченных стоянками, восхождениями²⁷⁷, и с их помощью узнавали время [суток] и различали времена года. Они увековечили свои познания об этом в пословицах, поэмах и стихах для лучшего запоминания [последующими] поколениями, они сохранились²⁷⁸ без изменения во многих списках.

Мы поместили в таблицах названия стоянок у арабов, а против них — число их звезд и их положения в соответствующем созвездии, так как если известен номер каждой из звезд созвездия, то известно их положение по долготе и широте и величина, согласно приведенному выше.

Это — таблица звезд стоянок по способу арабов.

1142

Номер стоянок	Название стоянки	Число звезд в ней	Положение звезд стоянок в созвездиях неподвижных [звезд]
1	Два знака ²⁷⁹	2	Это первая и вторая из созвездия Овна и в стороне от них блестящая маленькая — пятая из этого созвездия
2	Брюшко ²⁸⁰	3	Это седьмая, восьмая и одиннадцатая из созвездия Овна
3	Плеяды	6	Это девятая, десятая и следующие за ними до конца из созвездия Тельца
4	Альдебаран ²⁸¹	1	Это четырнадцатая из созвездия Тельца
5	Кружок из волос ²⁸²	3	Это первая, вторая и третья из созвездия Ориона
6	Хан'а ²⁸³	3	Это шестнадцатая, семнадцатая и восемнадцатая из созвездия Близнецов на их ногах
7	Локоть ²⁸⁴	2	Это первая и вторая из созвездия Близнецов
8	Разброс ²⁸⁵	3	Это первая, четвертая и пятая из созвездия Рака, это Два Осла около яслей
9	Глаз ²⁸⁶	2	Это вторая вне созвездия Рака и вторая из созвездия Льва
10	Лоб ²⁸⁷	4	Это пятая, шестая, седьмая и восьмая из созвездия Льва
11	Брус ²⁸⁸	2	Это двадцатая и двадцать вторая из созвездия Льва
12	Поворот ²⁸⁹	1	Это двадцать седьмая из созвездия Льва
13	Лающие ²⁹⁰	5	Это пятая, шестая, седьмая, десятая и тринадцатая из созвездия Девы

1143

Номер стоянок	Название стоянки	Число звезд в ней	Положение звезд стоянок в созвездиях неподвижных [звезд]
14	Симак ²⁹¹	1	Это четырнадцатая из созвездия Девы
15	Завеса ²⁹²	2	Это двадцать вторая и двадцать третья из созвездия Девы
16	Две клешни ²⁹³	2	Это первая и третья из созвездия Весов
17	Корона ²⁹⁴	3	Это первая, вторая и третья из созвездия Скорпиона
18	Сердце ²⁹⁵	1	Это восьмая из созвездия Скорпиона
19	Жало ²⁹⁶	2	Это двадцатая и двадцать первая из созвездия Скорпиона
20	Страусы ²⁹⁷	8	Это первая, вторая, третья, шестая, восьмая, двадцать первая, двадцать вторая и двадцать пятая из созвездия Стрельца
21	Просвет между бровями ²⁹⁸	0	Пятно пустое от звезд, окруженное звездами Стрельца
22	Счастье режущего ²⁹⁹	3	Первая, вторая и третья из созвездия Козерога
23	Счастье глотающего ³⁰⁰	3	Шестая, седьмая и восьмая из созвездия Козерога
24	Счастье счастливых ³⁰¹	3	Двадцать восьмая из созвездия Козерога и четвертая и пятая из созвездия Водолея
25	Счастье палаток ³⁰²	4	Девятая, десятая, одиннадцатая и двенадцатая из созвездия Водолея
26	Первое горлышко ³⁰³	2	Третья и четвертая из созвездия Пегаса
27	Второе горлышко ³⁰⁴	2	Первая и вторая из созвездия Пегаса
28	Брюхо Рыбы ³⁰⁵	1	Двенадцатая из созвездия Андромеды

1144

|| Что касается индийцев, то, когда они обращались к неподвижным звездам для изображения стоянок и обучали этому, они прибавляли при этом после двадцать первой стоянки стоянку — знак Падающего Орла³⁰⁶. Величина его близка к трети *бухта* Луны³⁰⁷. При этом опять их становится двадцать восемь; из-за различия положений светил часть стоянок увеличивается в размерах, а часть уменьшается. Поэтому индийцы определили для них размеры, не равные тем, которые применяются в вычислениях; среди них имеются нормальные, равные *бухту* Луны, недостаточные, например равные его половине, и избыточные, например, превосходящие *бухт* на его половину.

Запишем это также в таблицу согласно их мнению наподобие того, что мы сделали, согласно мнению арабов. Эти звезды разделяются на достоверные, сомнительные и неизвестные, так как их долготы и широты в их книгах не истинны и не исправлены. При этом возможно сопоставление между этими [данными] и тем, что [имеется] из этого у нас, но нет того, кто видел бы эти звезды собственными глазами и указал их пальцем или дал бы точные указания, объясняющие их причины. Люди полагали, что они разделяли стоянки подобно тому, как это сделали арабы, на двадцать восемь, а затем они отбросили из них Две клешни, но ничего подобного нет, так как Две клешни — шестнадцатая стоянка, а они добавили то, что после двадцать первой. Поэтому между двумя этими народами нет соответствия между общими частями, откуда вытекает необходимость в приведении названий по-индийски в этой таблице.

|| Таблица стоянок Луны и их звезд согласно индийцам³⁰⁸

1145

Номер стоянки	Название накшатры	Число звезд	Величина расстояния по Брахмагупте ³⁰⁹	Указание на нее по созвездиям
1	<i>Ашвини</i>	2	Нормальная	Два знака
2	<i>Бхарани</i>	3	Недостаточная	Брюшко
3	<i>Криттика</i>	6	Нормальная	Плеяды
4	<i>Рохини</i>	5	Избыточная	Альдебаран вместе со звездами головы Тельца — одиннадцатой, двенадцатой, тринадцатой, пятнадцатой
5	<i>Миргаширша</i>	3	Нормальная	Кружок из волос
6	<i>Ардра</i>	1	Недостаточная	Неизвестная; вернее всего, в ней Сириус
7	<i>Пунарвасу</i>	2	Избыточная	Локоть
8	<i>Пушья</i>	1	Нормальная	Разброс
9	<i>Ашлеша</i>	6	Недостаточная	Неизвестная; вернее всего, в ней две звезды созвездия Рака и четыре вне его
10	<i>Магха</i>	6	Нормальная	Лоб вместе с двумя звездами вне его
11	<i>Пурва-пхалгуни</i>	2	Нормальная	Брус
12	<i>Утгара-пхалгуни</i>	2	Избыточная	Поворот вместе с третьей из Локона ³¹⁰

Номер стоянки	Название <i>накштры</i>	Число звезд	Величина расстояния по Брахмагупте	Указание на нее по созвездиям
13	<i>Хаста</i>	5	Нормальная	Из звезд Ворона вне его ромба ³¹¹
14	<i>Читра</i>	1	Нормальная	Симак Безоружный
15	<i>Свати</i>	1	Недостаточная	Это Симак Копьеносец, достоверно
16	<i>Вишакя</i>	2	Избыточная	Неизвестна
17	<i>Анурадха</i>	4	Нормальная	Корона вместе с другой звездой, думаю, что с той, которая севернее
18	<i>Джьештха</i>	3	Недостаточная	Сердце Скорпиона вместе с Аортой ³¹² , то есть седьмой и девятой этого созвездия
19	<i>Мула</i>	2	Нормальная	Это Жало [Скорпиона]
20	<i>Пурва-ашадха</i>	4	Нормальная	Это Страусы, переходящие реку ³¹³ ,—1, 2, 3, 25 [из созвездия Стрельца]
21	<i>Утгара-ашадха</i>	4	Избыточная	Это Страусы, выходящие из реки,—6, 8, 21, 22 [из созвездия Стрельца]
22	<i>Абдиджит</i> ³¹⁴	3	Недостаточная	Падающий Орел
22 23	<i>Шравана</i>	3	Нормальная	Летающий Орел
23 24	<i>Дхаништха</i>	5	Нормальная	Неизвестна, вернее всего, Дельфин
24 25	<i>Шатабхишадж</i>	1	Недостаточная	Неизвестная, вернее всего, на бедре Водолея
25 26	<i>Пурва-бхадра-пада</i>	2	Нормальная	Неизвестна
25 26	<i>Утгара-бхадра-пада</i>	2	Избыточная	Неизвестна, вернее всего, из звезд Пегаса
26 27	<i>Ревати</i>	1	Нормальная	Неизвестна, вернее всего, из звезд Льяной нити между Рыбами ³¹⁵

ОБ АНВА' И БАРИХАХ ПО УЧЕНИЮ АРАБОВ

Арабы, как мы говорили об их определении времени [суток] и времен года по расположению неподвижных звезд относительно Солнца, связывают явления погоды с видимостью этих положений наблюдателем³¹⁶. Это восход, являющийся начальным положением звезды. Его называют ее восхождением по отношению ко второму движению, также как восхождение в первом [движении] на востоке горизонта называется восходом, и те и другие в равной степени являются появлениями и исчезновениями, но первые из них — по отношению к Земле, а вторые — по отношению к лучам [Солнца]. Они подобны по форме и видам расстояний, но первые из них [определяются] от начала суток, а вторые — в году.

Известно, что появление и исчезновение — это самые ясные фигуры, так как остальные положения определяются трудно, разве только при помощи ухищрений и инструментов. Прохождение [восхождения] не ускоряется на горизонте и приблизительно похоже на явления восхода, так как если стоянка восходит на горизонте, то пятнадцатая стоянка от нее заходит на горизонте. Восходящая стоянка — двадцать седьмая относительно стоянки Солнца, так как оно скрывает ту, в которой находится оно само, и две стоянки около нее по обе стороны от нее. Стоянка, заходящая в момент восхождения, — семнадцатая от него. Если появляющаяся при восходе называется восходящей, то исчезающая при заходе называется заходящей³¹⁷, ее называют «наблюдающей», так как она как бы наблюдает за восходящей и исчезает при ее восхождении. Но они отклонились от этой аналогии и сделали пятнадцатую заходящей при ее восхождении по аналогии с противоположной ей восходящей на горизонте, для которой соединяются оба восхождения. Это смысл восхождений стоянок || и их захождений. Далее, атмосферные явления 1147 [бывают] двух видов — водяные и воздушные, а именно: водяные — дожди, а воздушные — ветры, а год подразделяется по жаре и холоду и по сухости и влажности, связанных с ним. Но истинная жара находится в огне, а сухость — в нем же, вода же противоположна им обоим, поэтому влажность связана с холодом. На этом основано то, что осень и зима, как правило, — время дождей, а весна и лето — время ветров.

Далее они называют ветры барихами³¹⁸, так как они приходят с севера от ворот Каабы и все дуют слева направо. Это относится к искусству гадания и предсказания по полету птиц. *Барих* — не болезнь, так же как эти ветры. Если они северные, то в это время они полезны, если же в них из качеств севера остается только то, что вода ночью охлаждается, то их не любят. Они называют это *барихом* и связывают его со

22—108

стоянками, восходящими на востоке, так как восхождение берется со стороны востока вправо по отношению к направляющемуся к нему. Так — от восхода Плеяд до восхода Поворота — тогда они говорят: *барих* Плеяд и *барих* Альдебарана при восходе их обоих, и таким же образом до их конца. Что касается дождей, то они называют их *анва*³¹⁹ и тоже связывают их со стоянками. Они уподобляют это возрождению звезды из-под лучей [света] при крутом подъеме с грузом, так как они разделили обстоятельства между ветрами и дождями, связали *барихи* с восхождениями, а дожди — с захождениями и называют [стоянки] после Поворота наблюдающими *анва*'. Они говорят, что при восходе Лающих — *нау*' Ведро³²⁰ и так далее до Второго горлышка, а при восходе Симака — *нау*' Газеленка³²¹, то есть Брюха Рыбы, и так далее до конца, то есть до Брюшка, они говорят, что при его восходе *нау*' Двух клешней. Поэтому люди видели в *нау*' захождения наблюдателя || перед восхождением соответствующего ему.

У них уже давно засвидетельствовано о начале восхождений словами всевышнего Аллаха: «И мы даровали ему столько сокровищ, что ключи его отягчали толпу обладающих силой»³²². Если *нау*' сырой независимо от утяжеления, то об этом свидетельствует захождение. Если тяжесть «ключей» слишком обременительна, чтобы произошло захождение, «толпа обладающих силой» переносит их. Что касается различия между этими двумя вопросами с точки зрения смысла, если не обращать внимания на терминологию, то это затруднительно, так как отношение одного из этих вопросов к другому таково, что один не предшествует другому по своему существованию и они остаются вместе безотносительными друг к другу, [их отношение] возможно только при ясных убедительных признаках, особенно при ясных причинах отличий указанных двух вопросов. Явления природы возвращаются в году в соответствии с перемещением Солнца по стоянкам и с их восхождениями и захождениями, противоположными им, свидетельствующими об этом перемещении. Нет ничего плохого в принятии одного из этих двух мнений, если созвездие было таким же.

Что касается явлений *анва*' и *барихов*, то они различны. Некоторые связывают с ними все, что имеется в тринадцати днях восхождения всей стоянки, другие — с ними только то, что имеется в их начале из-за перемещения [Солнца].

Некоторые предполагают, что для каждой стоянки вычисляются дни для *анва*', а для другой стоянки они вычисляются для *барихов*. Если в предполагаемом переходе при каждом из них отсутствует то, что связано со стоянкой, то они называют стоянку пустой. Из того, что мы упомянули, известно, что их цель состоит в перемещении Солнца по стоянкам, на которые разделена эклиптика, и на этом, как они говорят,

основаны их вычисления определения времени восхождений стоянок: возьми дни, прошедшие от первого элула до твоего дня, и отбрасывая по тринадцать. Если не останется ничего, это || время совпадает с соединением или противостоянием или одной из квадратур Солнца и Луны, и погода изменяется в соответствии с временами года и обычными явлениями в этой местности: осеннее равноденствие — тринадцатого элула, восхождение Поворота — в его начале и оно вычисляется так же, [как и раньше]. Абу Ма'шар³²³ производил это, прибавляя два дня после установления равноденствия, и поступал правильно, так как восхождение стоянки было во время изменения погоды, и поэтому этому было приписано мнение астрологов относительно фаз Луны на различных расстояниях от Солнца, это моменты начала [новолуния], полного [месяца] и деления его тела светом пополам, то есть моменты изменения³²⁴. Если оба мнения совпадают, оба довода подкрепляют друг друга, но доказательство не становится убедительным.

Что касается восхождений звезд, то выше было достаточно сказано об этом. Если цель состоит в точном установлении этого, то дни стоянки в них будут различны по той причине, что звезды не являются местами с точно установленными одинаковыми границами. Поэтому Брахмагупта привел о них мнение своего народа, как мы говорили от его [имени] о сокращении некоторых стоянок, об их удлинении и сохранении некоторыми из них нормальной величины, а также о различии этих звезд по их величине, так как их видимость различна. Поэтому дни между двумя восхождениями различны и неравны. Если же звезды стоянок находятся на краях, тогда эти дни не будут сохранять предположенных величин во всех местностях с различными широтами, но будут сохранять их с течением времени в одной местности. Однако люди приблизительно говорили, что восхождение Двух знаков произошло двадцать второго нисана тысяча триста тридцатого года Александра³²⁵. Далее, после этого каждые шестьдесят лет оно задерживается || на один сутки, а его расстояние от стоянок увеличивается на тринадцать суток, пока не восходит Симак, а до восхода Завесы остается четырнадцать суток, мы упоминали это, восполняя дроби при целых днях и годе.

Допустим, что восхождение Двух знаков уже исправлено в данное время и что звезды его от градуса к градусу преобразуют от дня ко дню согласно сказанному, так как то, что после него, опережающее в равном порядке, не упорядочивается. Эта таблица содержит то, описание чего предпослано вопросам о стоянках и их звездах³²⁶.

1151 ||

Стоянки	Барихи и анва' стоянок по наблю- дению	Число		Их восхождения		Их захождения		Восхождения их звезд	
		ан- ва	ба- ри- хов	в сирий- ских меся- цах	и в какой день в них	в сирий- ских меся- цах	и в какой день в них	в тысяча тридцатом году Алек- сандра	и в какой день в них
Два знака	Нау' Завесы	1	1	Нисан	10	Тишрин первый	5	Нисан	22
Брюшко	Нау' Двух Клешней	3	1	Нисан	23	Тишрин первый	23	Айар	5
Плеяды	Барих Плеяд	4	4	Айар	6	Тишрин первый	5	Айар	18
Альдебаран	Барих Альде- барана	3	1	Айар	19	Тишрин второй	18	Айар	31
Кружок из волос	Барих Круж- ка из волос	6	1	Хазиран	1	Канун первый	1	Хазиран	13
Хан'а	Барих Хан'ы	3	1	Хазиран	14	Канун первый	14	Хазиран	26
Локоть	Барих Локтя	5	1	Хазиран	27	Канун первый	27	Таммуз	9
Разброс	Барих Раз- броса	1	1	Таммуз	10	Канун второй	9	Таммуз	22
Глаз	Барих Глаза	6	1	Таммуз	23	Канун второй	22	Аб	5
1152 Лоб	Барих Лба	7	1	Аб	5	Шубат	4	Аб	4
Брус	Барих Бруса	3	3	Аб	19	Шубат	17	Аб	31
Поворот	Барих Пово- рота	3	3	Элул	1	Шубат	2	Элул	13
Лающие	Нау' Ведра	4	1	Элул	14	Азар	15	Элул	26
Симак	Нау' Газе- ленка	1	1	Элул	27	Азар	28	Тишрин первый	9
Завеса	Нау' Двух знаков	1	2	Тишрин первый	10	Нисан	10	Тишрин первый	
Две Клешни	Нау' Брюшка	3	1	Тишрин первый	23	Нисан	23	Тишин первый	4
Корона	Нау' Плеяд	7	3	Тишрин второй	5	Айар	6	Тишрин второй	17

Стоянки	Барихи и анва' стоянок по наблю- дению	Число		Их восхождения		Их захождения		Восхождения их звезд	
		ан- ва	ба- ри- хов	в сирий- ских меся- цах	и в какой день в них	в сирий- ских меся- цах	и в какой день в них	в тысяча тридцатом году Алек- сандра	и в какой день в них
Сердце	Нау' Альде- барана	1	1	Тишрин второй	18	Айар	19	Тишрин второй	30
Жало	Нау' Кружка из волос	2	1	Канун первый	1	Хазиран	1	Канун первый	13
Страусы	Нау' Хан'ы	3	1	Канун первый	14	Хазиран	14	Канун первый	26
Просвет между бро- вями	Нау' Локтя	5	1	Канун первый	27	Хазиран	26	Канун второй	8
Счастье режущего	Нау' Разброса	1	1	Канун второй	9	Таммуз	10	Канун второй	21
Счастье глотающего	Нау' Глаза	6	1	Канун второй	22	Таммуз	23	Шубат	3
Счастье счастливых	Нау' Лба	7	1	Шубат	4	Аб	5	Шубат	16
Счастье палаток	Нау' Бруса	3	1	Шубат	17	Аб	19	Азар	1
Первое горлышко	Нау' Пово- рота	3	3	Азар	2	Элул	1	Азар	14
Второе горлышко	Нау' Лающих	1	3	Азар	15	Элул	14	Азар	27
Брюхо рыбы	Нау' Симак	1	1	Азар	28	Элул	24	Нисан	11

1153

||В жарких барихах с пыльными бурями бывают времена, когда усиливается печаль, поэтому они называются «лихорадкой от жаркой погоды», а также «днями глотания гнева». Их семь, некоторые из них относятся к отдельным стоянкам, другие же — к различным звездам. Гневные Плеяды — в одном из их барихов; второй барих сильнее, чем первый в барихе Альдебарана. Третий — гневные Близнецы в барихе Хан'ы, четвертый — гневный Сириус, когда происходят самумы в барихе Локтя, пятый — гневная Дева в барихе Разброса, шестой — в барихе Лба, седьмой и последний — гневный Симак в его барихе. Поэтому го-

ворят, что если восходит Симак, духота уходит и уменьшается грязь на воде и ты обретаешь прохладу³²⁷.

Что касается жары, то она — при Сухейле. Если была гневная жара, она успокаивает при его восхождении, прекращает его задумчивость и *барих* будет приятным, когда же жара наступит снова, она называется жарой Сухейля. Его дни называются укрощающими и неясными, потому что люди относили это к Сухейлю и упрекали его за то, что он им принес вред.

Ал-Киса' и³²⁸ говорил об умеренном дне, что он сильнее и жарой и холодом, так как в эти дни их положения могут объединиться — день будет жарким, а ночь — холодной. Таково свойство этого времени, это — одна из причин увеличения болезней в осеннее время года из-за различия между днем и ночью в тепле и холоде, подобного которому не было весной. Так же, как в теплое время бушуют Гневные, так же в 1155 холодное время бушуют || зимние Скорпионы. Их пять: первый из них — Пристально смотрящий около молодого месяца, находящегося после восхода Сердца Скорпиона. Второй — Мяукающий после стоянки Луны, Корона в другом месяце, чем первый месяц Скорпиона. Третий — Малый Скорпион, определяющий холод около молодого месяца в *нау'* Счастья режущего, и, говорят, при стоянке Луны Корона — в третьем месяце. Четвертый — Изумленный Скорпион, в нем много Верблюжат, некоторые помещают его в *нау'* Первого горлышка при приближении Луны к Плеядам, когда приближается пятый месяц, а некоторые — к стоянке Луны Корона в последней трети четвертого месяца. Пятый — при приближении Луны к Плеядам в *нау'* Газеленка в одной трети месяца.

Говорят, что шестой из них называется Скорпионом ветров, он уничтожает плоды, но не упоминают его времени и не невозможно, что он бывает редко³²⁹, поэтому он не подчиняется порядку. Даже говорят, что если Корона не будет стоянкой Луны в последней трети месяца, то это признак полного угасания зимнего Скорпиона. Так как жара наступает в свое время во время Сухейля, то холод наступит в свое последнее время после трех выпадений горящих углей. Его дни называются «днями обезьяны» и «днями старухи»³³⁰, так как верящие в предания считали их несчастливыми днями, в [течение] которых были уничтожены сильным неурожаем *'адиты*, из которых осталась в живых лишь одна старуха, оплакивавшая их³³¹. Обладающие языком приписывали им это из-за того, что это было в конце зимы, так как старость любой вещи — это ее конец, а указанные [выпадения] горящего угля и предшествующие им дни — это дни, когда жара усиливается и одолевает холод, как это бывает при острых болезнях. Об этом согласно [рассказывают] три арабских племени, сильных своим единством, принявших *анва'*. Мухам-

мад ибн || Кунаса ал-Асади³³² указывал, что это — исход зимы, первый из них — у Лба Льва, средний — у его Брюха, последний — у Поворота. Говорят также, что первый у Лба согревает первый и второй климаты, второй у груди, то есть Брус, согревает третий и четвертый климаты, а третий у Кисточки на хвосте, то есть Поворот, согревает остальные климаты, так как зима проходит в различных местностях в различное время, и жители каждой местности [имеют свои выпадения] горящего угля и их времена и дни между одним и другим. Употреблявшееся ими — это то, что мы установили. Что касается подразделений года, то известно подразделение, соответствующее делению эклиптики на четыре квадранта: весна — от равноденствия, за которым следует увеличение дня, лето — от северного солнцестояния, осень — от равноденствия, за которым следует уменьшение дня, зима — от южного солнцестояния. Это подразделение необходимо принято и [год] измеряется по нему. У арабов оно отличается от четырех времен года тем, что идет параллельно им: оно начинается весной в месте, которое мы называем осенью, так как весна — название дождя, а начало дождей в пустыне — в начале осени, которая поэтому [здесь] называется весной.

Далее зима, которую мы знаем под этим названием. Далее лето, которое мы называем весной. Далее засуха, которую мы называем летом. Другие говорят, что если первое из времени отмечено, то это осень, так как они упоминали, что его *анва'* — семь, от Ведре до конца Кружка из волос. За ней следует весна до конца Поворота. Это время совпадает с зимой. Далее — лето до конца Жала, а то, что остается, называется домом осени и на этом все заканчивается.

Я думаю, что эти названия времен — по дождям разных времен, || потому что многие из них не смогли узнать восхождения и захождения и называли времена тем, что ближе к ним, а более известные у них из дождей — это — «первый», «эпоха», зима, лето, «горячий», осень, весна и им подобные. Как говорил Катраб³³³, который разделял год, год делится на зиму и лето, и каждое из них в соответствии с дождями — на три части при втором делении, части зимы называются «ожидаемым», зимой и весной — летом, «горячим» и осенью. Ан-Наср ибн Шамил³³⁴ сказал: каждый дождь, имеющий место около восхождения лета, это осень и соответствует словам Катраба, так как «горячий» — это дождь засухи, начало которого восхождение Плеяд, а его конец — восхождение Сухейля³³⁵.

Индийцы подразделяли год наподобие этого на шесть шестых долей и начали первую шестую долю в одном из солнцестояний, а оба равноденствия [у них] совпадали с серединой одной шестой доли. Рассказ об этом пустынных арабов племени Кушайриев сильно запутан. Они начали определять «ожидаемый» и указали на осень, говоря, что ее *анва'* —

от двух Горлышек до Плеяд, далее «зимний», далее Альдебаран до Лба и *Дáвай*³³⁶, после него [одно] время [года], далее лето и его *анва'* — два Симака, а между Симаками — сорок ночей, «горячий» — при восхождении Альдебарана от половины месяца до одной трети, осень и ее *нау'* для Сухейля³³⁷, затем «желтый». Эти [словоупотребления] настолько запутаны, что исправление их под силу разве [только] самим кушайрийцам.

Речь Гиппократ³³⁸ об этом вопросе подобна этому. Из книги Гиппократ³³⁸ следует, что год делится на две части — северную и южную, в соответствии с положением Солнца в них, далее северная часть [года] делится на весну, начало которой — равноденствие, лето, начало которого — || восхождение Плеяд, и время плодов, начало которого — восхождение Пересекающегося из двух Сириусов³³⁹. Южная часть года делится на осень, начало которой равноденствие, а также восхождение Симака Копьеносца, и зиму, начало которой — захождение Плеяд. Его слова свидетельствовали о том, что время плодов — часть лета и что северная половина делится, согласно упомянутому, на два месяца весны и четыре — для двух [остальных времен], время плодов — также два месяца. Но в этом вопросе он исходил из положения [Солнца], не обращая внимания на общепринятое и обычное. В своей же книге «Разделение на семь» он разделил время года на семь частей, как он делил все сущее на семь, и поэтому он положил между зимой и весной «время саженцев», между летом и осенью — «время плодов», а между осенью и зимой — «время сеяния», так что их стало семь, и только между весной и летом он ничего не вставил.

Что касается названий звезд и созвездий у арабов и других [народов], то они не похожи на то, что мы говорили, поэтому мы не должны здесь рассматривать их. Завершим его хвалой Аллаху и его милости. Закончена девятая книга Канона Мас'уда.

Хвала Аллаху, господу миров³⁴⁰.

КНИГА ДЕСЯТАЯ
КАНОНА МАС'УДА



|| **В** || связи с тем, что обстоятельства планет тесно связаны 1159 с Солнцем и Луной, для них всех более¹ подходило бы общее² название движущихся светил³. Если бы только единство⁴ сферы неподвижных звезд, простота ее движения и связь Солнца с эклиптической не выделяли планеты в свою область после присоединения Луны к Солнцу, то не устанавливалось бы различие между ними. Ведь Луна примыкает к Солнцу по своей природе и следует за ним.

Закончив упоминание обстоятельств неподвижных звезд, мы приступим к пяти планетам и изложим их обстоятельства, [характер] движений, положения по широте и долготе.

Да поможет всевышний Аллах закончить начатое своей милостью и своей огромной щедростью.

|| Глава первая

1160

ОБ ИЗЛОЖЕНИИ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ПЯТИ ПЛАНЕТ,
ИХ ДВИЖЕНИЙ И НАЗВАНИЯХ ОРБИТ

Движение этих светил состоит⁵ из двух видов. Один из них — движение между востоком и западом в последовательности знаков зодиака, то есть к востоку, либо, при попятном движении, в направлении, противоположном последовательности [знаков зодиака], к западу.

Другой вид — движение между севером и югом, либо увеличивающееся по широте, либо уменьшающееся, оно описывается подъемом и понижением.

Обстоятельства, имеющие место в каждом из этих двух видов, подразделяются на два класса. Первый из них связан с эклиптической и, по видимому, присущ отдельным местам на ней, ощутимым [зрением], второй класс связан с Солнцем в соответствии с расстояниями от него.

Первый класс отличается орбитой апогея⁶, центр которой находится вне центра мира. Второй класс отличается эпициклом⁷ при постоянной связи между движениями на нем и средними движениями Солнца, в которых имеется определенная система оборотов. Тот, кто явил свое могущество,— хвала ему,— в создании и сотворении их, тот, [а это—] Всевышний⁸, обнаружил свою мудрость и в их путях и движениях⁹. Пять планет оказываются в апогеях и перигеях эпициклов, причем положение среднего Солнца находится на одной прямой с ними. Что касается апогеев эпициклов, то каждая планета проходит через них только вместе с Солнцем, находясь по одну сторону от центра мира. Эта связь светил называется «сгоранием»¹⁰, так как похожа на это: оно происходит в середине промежутка времени исчезновения и в его сердцевине, 1161 когда Солнце можно рассматривать как огонь, || сжигающий все, что вблизи него. Планеты достигают перигеев эпициклов в середине промежутка времени попятного движения. Обстоятельства трех верхних [планет], то есть Сатурна, Юпитера и Марса, отличаются от двух остальных нижних, то есть Венеры и Меркурия¹¹. Если рассматривать верхние, то середина их попятного движения в момент противостояния положений среднего Солнца и Земли будет между ними. Птолемей называет моменты времени, в которых [имеют место] эти случаи, концами ночи, так как восходы [этих светил] в это время происходят одновременно с заходами Солнца, а их заходы — с восходами [Солнца]. Оба эти момента — концы ночи. Что же касается двух нижних [планет], то они не удалены от Солнца настолько, чтобы Земля находилась посередине между ними и Солнцем. Обе они сгорают и в перигее эпицикла, так же, как сгорают и в апогее, так как центры их эпициклов сохраняют направление Солнца, как будто обе они соединены с ним¹².

Различия, имеющие место для светил, бывают двух родов. Первый род — в сущности их смещение. Если кому-нибудь придется заниматься этим [родом], то он может достичь цели только после разъединения их друг от друга и рассмотрения каждого из них по отдельности, а затем обратно — их соединения. Это и есть тот труд человека и предел его возможностей, которого достиг Птолемей. Тот, кто изучил его труды, убеждается в том, что ему сопутствовала удача и была оказана божественная помощь. На эти [труды] мы опираемся в нашем кратком разъяснении после того, как рассказали о верхних и нижних планетах. В [названиях] этих светил мы следуем согласию народов об этом, а также их согласию относительно дней недели¹³: все они помещали Солнце посередине между обеими группами [планет], из-за чего и получили [свои] названия. Об этом [подробно] будет упомянуто в своем месте, а сейчас мы говорим, что планеты, кроме Меркурия, участвуют в [общей] 1162 картине, || являющейся следствием их движений, и отличаются только

количеством величин. Вне этого искусства¹⁴ говорится, что неподвижные звезды все вместе принадлежат одной сфере, потому что их движение едино и обходится без большого количества путей и орбит. Каждое же из движущихся светил характеризуется отдельной сферой благодаря различию их движения, откуда следует [наличие] у них множества орбит.

К этой речи добавляют другую, не сводящуюся к предыдущей, а именно: движения соответствуют телам, причем для того светила, тело которого меньше, движение более сложно и состоит из множества движений, а для того, тело которого больше, движение более простое и состоит из малого количества. Это утверждение относится последовательно к Солнцу, Луне, Меркурию, Юпитеру, Сатурну и, наконец, к Венере и Марсу, являющимися менее, чем одна восьмидесятая¹⁵. Но вместе с этим орбиты обеих этих планет подобны. Орбиты Юпитера и Сатурна [также] подобны, то есть тело каждой из [этих] четырех планет обращается особым движением по окружности эпицикла $GKMН$ * от его апогея

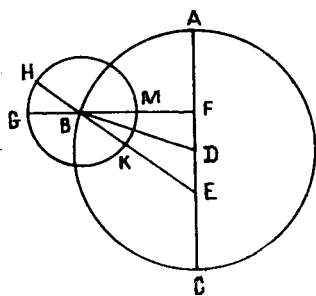


Рис. 182.

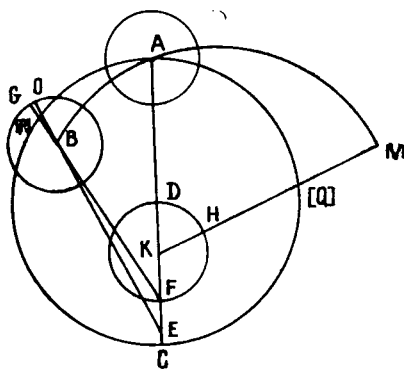


Рис. 183.

в последовательности [знаков зодиака] противоположно Луне, так как ее движение от апогея противоположно последовательности [знаков зодиака]. Центр эпицикла B движется по окружности деферента¹⁶. Пусть этот деферент — ABC с центром D , отстоящим от центра E эклиптики на величину ED . Проведем диаметр $ADEC$. Тогда A — апогей деферента, а C — его перигей. Проведем [линию] $EKBH$. Тогда H — видимый апогей [эпицикла], а K — перигей. Но при среднем движении центр [движения] эпицикла находится не в точке D , чтобы || при этом за равные времена составлялись равные углы. Это происходит в точке F , удаленной от D на диаметре ADC на ту же величину, что расстояние центра E от D . Если углы [с вершиной в точке F] при движении центра эпицик-

* См. рис. 182.

ла за равные времена равны, то это — точки экванта движения¹⁷. Для нее это название подходит больше, чем [точка] уравнения движения. Тем самым производится уравнение и исправление [движения, видимого из] точки E : первым получается движение центра B по окружности его деферента. Линия $FMBG$ вращается вокруг точки F равномерно. Следовательно, апогей G — это средняя [планета]. Средняя аномалия [отсчитывается] от нее, а исправленная — от H , видимого [апогея]; M — перигей эпицикла. Дуга HG — уравнение аномалии. Что касается угла AFB , то это [величина] расстояния центра [эпицикла] от апогея в среднем движении. Назовем долготу, [соответствующую углу AFB], средней. Угол AEB — это [величина] исправленной долготы. Угол FBE — разность между ними. Это — уравнение долготы. Оно равно углу HBG , общему для долготы и аномалии. Поэтому оно [является] уравнением для них обеих. Что касается остальных [положений], связанных с уравнением, то об этом будет сказано после того, как установят [все], что должно быть перед этим.

Представим теперь [движение] Меркурия: для этого вернемся к деференту с центром D^* . Проведем диаметр $ADEC$. Разделим DE на 1164 три равные части в [точках] K и F . || Опишем из центра K на расстоянии KF круг DHF , являющийся деферентом для центра деферента.

Мы утверждаем, что обстоятельства движений Меркурия подобны обстоятельствам движений Луны. Это значит, что его деферент не неподвижен по своему положению, а движется против последовательности [знаков зодиака] движением, при котором его центр [движется] по окружности DHF и совершает оборот за полный год. Пусть центр эпицикла [находится] в A в то время, когда центр деферента — в D .

Далее, пусть HD движется так, что положение деферента станет MB , причем центр эпицикла движется по нему в [направлении] последовательности [знаков зодиака] движением, равным его движению, так что их обороты [происходят] за один и тот же промежуток времени. Следовательно, за этот промежуток времени центр деферента пройдет дугу DH , а центр эпицикла уже достигнет на деференте точки B . Ясно, что он достигнет апогея M при совпадении линии KM с линией KC . Это будет через полгода. Поэтому его перигей будет в середине каждой из половин $A[P]C$ и $C[G]A$, подобно тому, как центр эпицикла Луны достигает апогея деферента два раза в год. Но среднее движение [центра] эпицикла для Меркурия происходит не вокруг центра деферента, а вокруг точки F , лежащей посередине между точками K и E .

Проведем из обоих апогеев линии FBG и EBO . Тогда средней является точка G , а видимой — [точка] O при равенстве || [движений] двух

* См. рис. 183.

указанных точек вследствие равенства углов $ДКН$ и $АFB$. Это — углы средней долготы, а угол $АЕВ$ — для исправленной долготы, угол FBE — для уравнивания долготы и аномалии, общий для них. Точка F при равномерности движения у Меркурия будет находиться посередине между центром E эклиптики и центром K круга, являющегося деферентом центра деферента, подобно тому, как центр деферента для четырех планет находится посередине между центром эклиптики и точкой экванта движения.

Из сказанного нами об особенностях движений планет вместе с движением Солнца известно, что [движение] центра эпицикла каждой из двух нижних [планет] равно движению тела Солнца. Поэтому планета не может удалиться от Солнца на большее расстояние, чем то, которое вытекает из ширины эпицикла в каждую сторону. [Так же известно], что движение каждой из трех верхних [планет] по окружности ее эпицикла аналогично равно сумме движения центра ее эпицикла и движения Солнца¹⁸ до тех пор, пока не произойдет ее «сгорание», всегда имеющее место в апогее. Возможно, что планета находится от Солнца на расстоянии, [равном] сумме всех сферических расстояний из-за того, что движение центра эпицикла отстает от движения Солнца, пока оно не догонит его, опередит и возвратится к нему. Эти движения средние, то есть имеющие место на орбитах [апогея]. При этом порядок таков, что истинное положение опережает видимое, как это и происходит в соответствии с наблюдением. Поэтому центр орбиты апогея Солнца, то есть G , находится на линии, проходящей через центр E эклиптики и через точку F экванта движения. Далее, если центр эпицикла — в апогее A или перигее C^* , планета находится в апогее K [эпицикла] и будет «сгорающей» при достижении линии, ограничивающей положение среднего Солнца, || и точно также она будет «сгорающей» в перигее [эпицикла] M , 1166 если она — одна из двух нижних [планет], и противоположной среднему положению Солнца, если она — одна из верхних планет, но апогей Солнца не совпадает с апогеем планеты. Пусть диаметр $AFEC^{**}$ соответствует одной из двух нижних [планет]. Проведем из нее к телу Солнца X линию GBX . Пусть [центр] эпицикла — в B . Проведем [линию] FBK . Тогда K — средний апогей [эпицикла]. Пусть [планета] — «сгорает», когда она находится на линии среднего Солнца в точках O и Z .

Для одной || из верхних [планет] продолжают BG до P^{***} . Тогда 1167 ввиду равенства суммы движений Солнца и центра эпицикла¹⁹ аномалии движения линия, проведенная из центра эпицикла к телу светила

* См. рис. 184, I.

** См. рис. 184, II.

*** См. рис. 184, III.

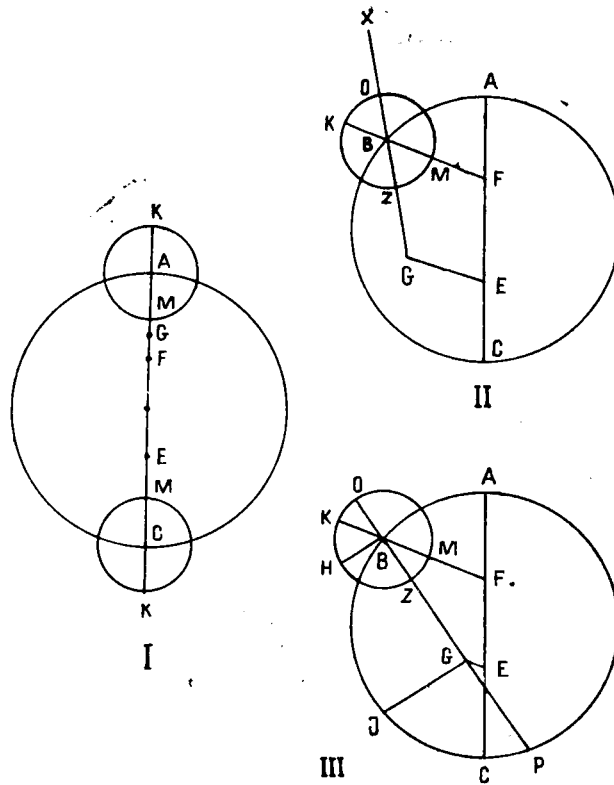


Рис. 184.

[пусть это — BH], параллельна [линии], проведенной из центра орбиты апогея Солнца к его телу, то есть GI . Верхняя планета является «сгорающей» в O . Когда она будет в Z , Солнце достигнет линии OGP в стороне, противоположной Z от P , то есть в направлении OGP ; планета противоположна среднему Солнцу в обоих концах ночи.

Глава вторая

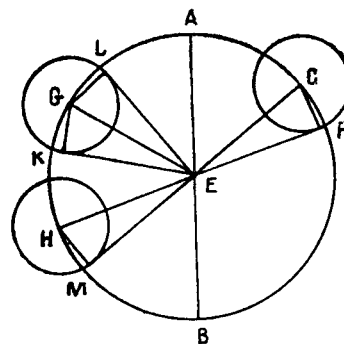
О МЕТОДЕ, С ПОМОЩЬЮ КОТОРОГО ПТОЛЕМЕИ УСТАНОВИЛ ПОЛОЖЕНИЕ АПОГЕЕВ И ЭПИЦИКЛОВ ДВУХ НИЖНИХ ПЛАНЕТ И ДВИЖЕНИЯ В НИХ

Раздел первый

ОБ АПОГЕЕ И ЕГО ПЕРЕДВИЖЕНИИ

Обстоятельства Венеры и Меркурия изучаются легче, чем обстоятельства верхних планет, в том смысле, что легче определить места их

остановок на эпициклах — в местах касания со стороны большего из расстояний от положения среднего Солнца на рассвете и при закате. Определить же подобное этому в случае верхних [планет] невозможно. Обратимся к деференту эпицикла для одной из этих двух планет в предыдущих обозначениях. Отложим две равные дуги AC и AG^* . Поместим в каждой из [точек] C и G ее эпициклы и проведем касательные EF и EK к эпициклам по одну сторону от диаметра AEB , проходящего через апогей, так как последовательность знаков зодиака — от C \parallel к A и G . Ясно, что F — место наибольшего удаления планеты утром от положения среднего Солнца C , которое продолжает называться центром эпицикла; K — то же самое вечером. Проводятся [линии] EC и EG . Тогда треугольники FEC и KEG с прямыми углами F и K равны, так как оба эпицикла равны.



1168

Рис. 185.

Это наблюдают до тех пор, пока не найдут, что расстояние места планеты на одном из наибольших утренних расстояний от положения среднего Солнца равно расстоянию планеты от него на наибольшем расстоянии вечером. Отсюда вытекают эти два положения, так как это возможно только в двух местах C и G . Если же эпицикл будет в других местах, кроме этих двух, например в H , а касательная — EM , то EH меньше, чем EG при равенстве GK и HM , углы CEF и HEM будут различны и оба треугольника не будут равны. Если же это [имеет место] для них на каждом из обоих расстояний от диаметра AEB по обе стороны, когда найдено искомое, то расстояние CG между обоими положениями среднего Солнца становится известным. Также известна дуга расстояния между линиями EF и EK , так как это — [расстояние] между двумя наблюдаемыми положениями планеты. Когда точка A находится посередине между известными точками C и G , то, следовательно, и она известна. Это — [точка A] — положение апогея наблюдаемого светила в момент его наблюдения. Если для обоих [известных положений] не принимать во внимание различия двух моментов времени, но считать, что они были вместе в течение двух утр, например, после наблюдения, в котором равны их расстояния от положения среднего Солнца, то из этого было бы достаточно [сделать] необходимый [вывод]. Поскольку, если бы мы провели EL как касательную в другую сторону так, чтобы планета утром была в L на наибольшем расстоянии от Солнца, то треугольник

* См. рис. 185.

1169 ELG был бы равен треугольнику EFC , то есть EKG , \parallel и расстояние линии EL от линии EG будет известно. EA лежит посередине между EL и точкой, соответствующей ей на эпицикле C , то есть случай и положение обоих известны.

Что касается движения апогея и его передвижения в последовательности [знаков зодиака], то оно определяется путем сравнения больших расстояний, записанных для планеты по наблюдениям древних. Среди них [Птолемей] нашел два подобных [расстояния] и использовал равенство в условиях [наблюдения]. При помощи этих двух величин он определил положение апогея в то время и его предыдущее положение, которое он нашел раньше этого положения против последовательности [знаков зодиака]. Если разделить разность этих двух времен промежутка на расстояние между обоими положениями, получится, что аргумент одного градуса для них обоих равен ему для движения неподвижных звезд, так что при этом имеется равенство между ними²⁰.

1170

|| Раздел второй

О ВЕЛИЧИНЕ ОТКЛОНЕНИЯ ЦЕНТРА ДВИЖЕНИЯ ОТ ЦЕНТРА МИРА

Для этой цели требуется наблюдение наибольших расстояний планет от Солнца и их среднего положения на диаметре $ADEC^*$, то есть

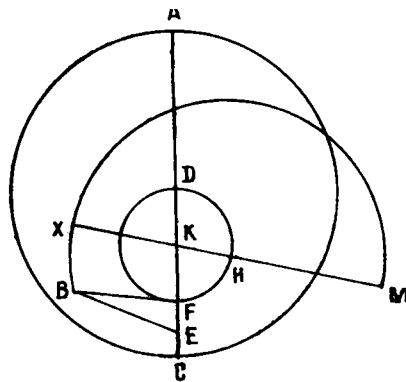


Рис. 186.

вместе с апогеем и перигеем планеты, когда один из них или тот, который ближе к ним, отличен от двух наибольших расстояний в [точках] A и B , наподобие наблюдаемого изменения полудиаметра эпицикла Луны.

Методом, аналогичным методу для Луны, определяется расстояние между центром движения и центром эклиптики. Для Меркурия это $0^{\circ}10'25''$, а в масштабе полудиаметра его эпицикла — $0^{\circ}39'25''$. Точка A для Меркурия оказывается в начале знака Весов. Расстояние эпицикла в знаке Ов-

на от E должно быть меньше, чем во всех остальных положениях, но при наблюдении оно оказывается не таким, поскольку наблюдение, а не исследование показывает, что наибольшее расстояние от

* См. рис. 186.

Солнца в нем меньше [наибольшего расстояния] в знаках Близнецов и Водолея.

Отсюда для Меркурия это [расстояние] получается подобно случаю Луны, то есть центр эпицикла достигает апогея и перигея два раза в год, а если бы центр его деферента в нем вращался вокруг центра эклиптики, то он достиг бы перигея в квадратуре, как это было с Луной. Однако он [находится] в тригональном аспекте²¹ и, следовательно, вращается вокруг другой точки, а не этой. Уравнение долготы для центра эпицикла планет аналогично тому, что изложено выше о || подразделении уравнения Солнца. Если его наибольший синус равен расстоянию между центром эклиптики и точкой экванта движения, то он осуществляется в концах хорды, восстановленной перпендикулярно диаметру апогея и перигея в центре эклиптики. Однако надо, чтобы было изображено движение апогея Меркурия по его деференту, так как, если угол AFB для долготы имеет такую величину, при которой BE восстановлена перпендикулярно AEC , то угол FBE будет наибольшим из уравнений по сравнению с FE . Таким образом получается долгота, которая измеряется углом AFB . 1171

Что касается деферента, то [на нем долгота] получается при прохождении дуги MXB , превышающей полуоборот [на] дугу XB , она будет получена вторично с другой стороны после достижения апогея. При этом центр H находится также с другой стороны.

Раздел третий

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОЛУДИАМЕТРА ЭПИЦИКЛА И УТОЧНЕНИИ ЕГО АНОМАЛИИ

Для определения размера эпицикла Птолемей искал два расстояния положения среднего Солнца — два наибольших расстояния, положение которых должно быть в квадратуре с апогеем светила так, чтобы линия, соединяющая центр эпицикла и точку экванта движения, была перпендикулярна к диаметру, проходящему через апогей и перигей. Это — AEC^* . Пример для Меркурия: пусть это известно для Венеры и пусть известно одно из двух || утренних расстояний, то есть когда он находится в G , а другое — вечернее, то есть когда он находится в L . Это два положения касания. Соединим E с G и L , H с L . Тогда угол GEN [равен] полусумме расстояний обоих положений, и он известен. Его синус относится к синусу прямого угла G как GN к HE . Однако EK получается для Меркурия [равной] $0^{\circ}10'25''^{22}$, если полудиаметр EH деферента — 1172

* См. рис. 187.

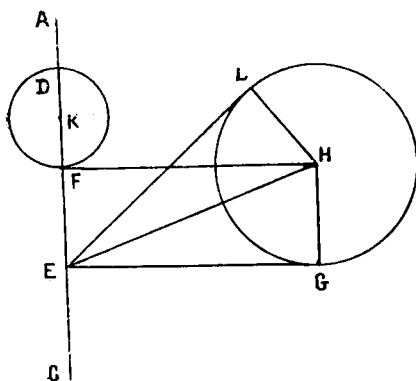


Рис. 187

$1^{\circ}39'9''$, радиус эпицикла — $0^{\circ}39'9''$, EF вычисляется из треугольника HFE с прямым углом F . Для нее получим $0^{\circ}15'12''$, то есть половину того, что получилось для EK . Поэтому, если мы положим EH равной полному синусу, то есть единице, то радиус HG эпицикла в этом [масштабе] — $0^{\circ}22'30''$, а каждая из [величин] EF , FK и KD — по три минуты. Величины расстояний центра эпицикла Меркурия — либо EA , либо AF , когда он попадает в D , это положение F , а когда DA попадает в

FC , то это $0^{\circ}57'23''$. Среднее между ними — AC , то есть AK .

1173 Что касается движения центра эпициклов Венеры и Меркурия, то оно известно как [движение] среднего Солнца. Что касается движения аномалии, то оно исправляется путем получения расстояния || планеты от апогея эпицикла по нескольким его наблюдениям; для промежутка времени до Птолемея по наблюдениям древних оно получается таким же. Затем делят разность аномалий в двух положениях, считая полные обороты, на промежуток между двумя моментами в *заманах*, чтобы получить долю суток в движении аномалии, движущейся от одного из двух положений туда, куда он хочет, и обратно. Что касается способа получения этого, то мы покажем это на примере Меркурия легче, чем на примере Венеры.

Вернемся к нужному нам [для этого] чертежу. Положение Меркурия уже наблюдалось и в это время уже было известно его расстояние от положения среднего Солнца, которое находилось приблизительно на линии $ЕНК$ *. Пусть Меркурий — на эпицикле в [точке] O и виден на линии EO . Опустим на нее перпендикуляр $НМ$. Тогда угол $ГНВ$ будет измеряться перемещением центра эпицикла от места апогея. Он равен углу долготы AFH при равенстве движения. Каждый из углов IFB и IBF равен половине угла AIB и угол IFB известен. Продолжим HF в ее направлении и опустим на нее перпендикуляр BX . Тогда угол IFX равен углу долготы и оставшийся угол XFB известен. Поэтому в треугольнике XFB известны все углы, а IF относится к FB , как синус половины угла DIB к синусу угла FIB , а IF задана. Поэтому FB известна и в треугольнике FXB известны стороны. В треугольнике EFG угол EFG измеряется долготой, а FE задана. Следовательно, его стороны известны.

* См. рис. 188, I.

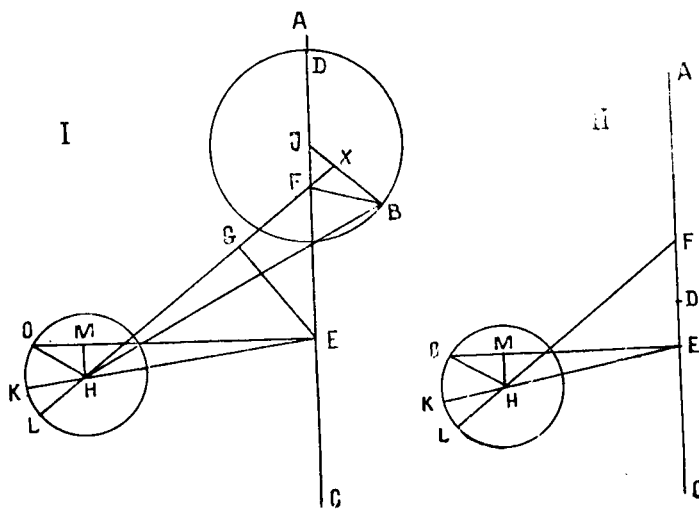


Рис. 188.

Но угол CEH — расстояние центра от диаметра $\parallel AEC$, а угол GEN — 1174
 разность между его дополнением и углом FEG — дополнением долготы. В треугольнике GEN известны два угла и EG в нем известна. Поэтому стороны в нем также известны и сумма HG и FX известна. Отсюда BH — полудиаметр деферента известен. В треугольнике BXH известны стороны и углы. Следовательно, угол KHL известен. Он измеряется расстоянием между обоими апогеями. Что касается угла HEO , то он измеряется расстоянием между средним положением Солнца и положением Меркурия, а оно известно. EH уже была известна в треугольнике EGH с известными углами и сторонами. MH относится к полудиаметру эпицикла OH , как синус угла MOH к синусу прямого угла M , и угол MOH известен. Сумма этого угла и угла OEH равна внешнему углу OH . Поэтому дуга LO от видимого апогея к телу Меркурия известна. Дуга KL уже была известна. KO — аномалия в это время и она известна. Подобно этому поступали с наблюдениями древних, пока не находили аномалию и не делили разность ее в двух положениях светила при двух наблюдениях на время между ними. Получалась аномалия за день, соответствующая записи оборотов; если два свидетельства совпадали, то считалось, что это правильно.

В [случае] Венеры \parallel центр деферента D находится посередине между F и E^* и остается в этом положении неподвижным. Поэтому рисунок для этого [случая] — на этом же чертеже. Этот чертеж [может] рассматриваться так же, как первый, если удалить из него то, что раньше предполагалось только для Меркурия.

* См. рис. 188, II.

Глава третья

О МЕТОДЕ, КОТОРЫМ ПОЛЬЗОВАЛСЯ ПТОЛЕМЕЙ
ДЛЯ ВЕРХНИХ ПЛАНЕТ, ПОДОБНОМ ТОМУ, КОТОРЫМ
ОН ПОЛЬЗОВАЛСЯ ДЛЯ ДВУХ НИЖНИХ

Раздел первый

О СПОСОБЕ, КОТОРЫЙ ПОДХОДИТ К ЭТОЙ ЦЕЛИ

Поскольку из движений этих двух [нижних] планет, [то есть Венеры и Меркурия], известно, что линия, выходящая из центра эпицикла одной из них к ее телу, параллельна линии, выходящей из центра эклиптики к положению среднего Солнца, то ясно, что планета при этом находится на линии, касательной к эпициклу, если она будет наблюдаться в квадратуре с || положением среднего Солнца. Это потому, что, если эпицикл с центром в H касается линии EK^* , а планета на нем — в [точке] K , и

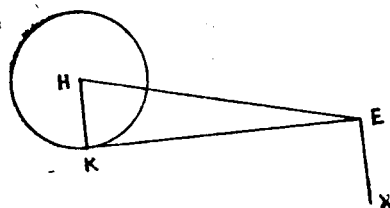


Рис. 189.

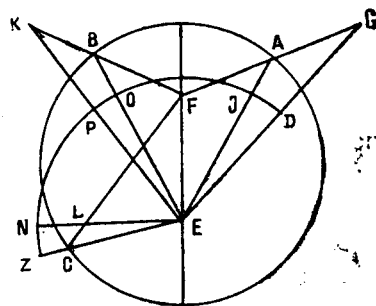


Рис. 190.

проведена EK к положению среднего Солнца, то, так как углы HKE и KEX накрестлежащие между параллельными линиями HK и EX , угол KEX необходимо будет прямой. Поэтому расстояние между линиями KE и XE — квадрант круга, но это только для верхних [планет] и не освобождает нас от рассмотрения этого для двух нижних, так как для них линия EH неизвестна по положению.

Для верхних это расстояние было известно благодаря Солнцу и тому, что два вида неравенства — неравенства орбит апогея и эпицикла тесно переплетены и перемешаны и не удастся изучить их, пока мы не отделим их друг от друга. Когда эта планета находится на концах диаметра, проходящего через перигей и апогей эпицикла, она освобождает

* См. рис. 189.

ся от одного из двух видов, соответствующего удалению ее от Солнца, от которого не останется ничего ощущаемого, и выделяется другой вид, соответствующий эксцентricности. В верхнем конце она «сгорает» и невидима для зрения. Поэтому никакой пользы в этом случае нет. В нижнем же конце она появляется в конце ночи в месте, противоположном положению среднего Солнца. Поэтому Птолемей имел в виду для каждого из этих светил три противостояния, происходящих указанным образом, и так как для их исследования нет || общего места, как указывалось раньше другими [учеными], для облегчения [действия] он применил ухищрение, не оставляющее явно ощутимых следов. Пусть противостояния известны, причем противостояние Марса уже в начале отличается от Венеры. Первое противостояние — когда центр его эпицикла — на окружности его деферента в [точке] A , второе противостояние — когда он — в B , а третье — в C^* . Проведем из центра E эклиптики к нему линии зрения, а из точки экванта [F] — линии FAG , FBK и FL , равные полудиаметру деферента. Тогда точки G , K , L [предполагаются лежащими] на окружности орбиты, известной как [круг] экванта движения. Пусть угол DEZ — угол при центре E , круга, подобного эклиптике. Известно, что положения, в которых планета видна при противостояниях, — I , O , Z , центр эпицикла в них же в силу отсутствия уравнения планеты — в перигее эпицикла. Поэтому дуги IO и EZ — это два расстояния между ними на эклиптике в эти два [момента] времени и оба они известны. Две дуги подразумеваемого [круга экванта движения] GK и KL — [средние] движения планеты по долготе, то есть их углы GFK и KFL . Соединим G и D с E , K и F с E и L и G с E . Два расстояния на эклиптике, противоположные дугам AB и BC деферента, не противоположны двум долготам. Действительно, обе долготы противоположны двум дугам DP и PN , они неизвестны, так как неизвестны дуги DI , OP и NZ . Но для облегчения можно заменить дуги DP и PN [дугами] IO и OZ , так как из этих двух дуг приблизительно получается то, что можно сделать при этом || отклонении в направлении уточнения. Это получается при помощи 1178 двух расстояний и долгот в два промежутка времени между двумя истинными положениями. Этот способ близок к тому, что было сделано [для Луны] при использовании противостояний при затмениях и движений, наблюдавшихся не в центре E . Искомая аномалия [в точке], противоположной точке F экванта движения. Поэтому расскажем об этом действии на другом чертеже. Остальные противостояния для остальных планет и их применение аналогичны этому.

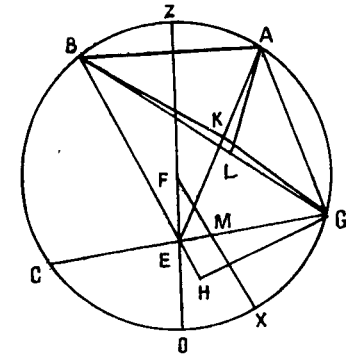
Опишем из [центра] F такой круг, чтобы центр эклиптики был внутри него, это E . Будем считать A , B и C тремя положениями противо-

* См. рис. 190.

стояний*. Соединим их с центром E и продолжим CE в ее направлении до G . Соединим G с A , G с B , A с B , B с E . Опустим перпендикуляр GH на BE . Допустим, что дуги AB и BC — это расстояния, если они измерены по отношению к центру E , но они являются долготами, если они измерены по отношению к центру F . Тогда угол BEC будет по величине

второго расстояния, то есть истинного, имеющегося между двумя наблюдаемыми положениями при втором и третьем противостояниях. Следовательно, в треугольнике GEN известны и углы.

Будем считать в нем GH условной единицей, или каким-нибудь другим числом, каким угодно, чтобы при этом имела место пропорциональность величин. В треугольнике GEN тогда будут известны стороны. Угол $\parallel BGC$ — по величине второй долготы, вычисленной между вторым и третьим противостояниями. Величина его при центре



1179

Рис. 191.

ре F — половина этой долготы, угол BEG — дополнение второго расстояния. Поэтому дополнение суммы обоих — угол GBE , а угол BGH — его дополнение. Следовательно, в треугольнике BGH известны углы; GH в нем известна [в масштабе] единицы GE , поэтому в нем известны стороны; угол AEC — по величине суммы обоих расстояний, а угол AEG — его дополнение и, следовательно, этот треугольник известен. Опустим перпендикуляр GK на AE . Тогда в треугольнике EGK известны углы и стороны, так как GE — единица, угол AGC равен величине суммы обоих расстояний, а угол при центре — его половина, и угол AEG в треугольнике EGK известен. Поэтому оставшийся угол EAG известен. Благодаря этому в треугольнике AGK известны углы, а в треугольнике BKG известны стороны. Угол AGB измеряется величиной первой долготы, а [угол] при центре — его половина.

Опустим перпендикуляр AL на BG . Тогда в треугольнике ALG известны углы и BG в нем известна. Стороны в нем также известны, а BG уже была известна в треугольнике BGH . Поэтому разность LB между ней и GL известна. AB quadriрует $[BL]$ и AL . Следовательно, она известна [в масштабе] единицы EG . Но дуга AB — первая долгота. Поэтому хорда AB известна в масштабе, в котором диаметр круга ABC — два. Она уже была известна в масштабе единицы EG . AG относится к AB в масштабе, в котором EG — единица, как хорда дуги AG к хорде в масштабе полного \parallel синуса, и хорда AG и ее дуга известны.

1180

* См. рис. 191.

Если мы прибавим дугу AG к сумме обеих долгот, получится дуга $GABC$, ее дополнение — CXG , и хорда CG известна. Ясно, что если CEG проведена так, что ее величина — два, то центр F будет на ней, а разность между расстоянием EG , преобразованным к величине хорды AB , и единицей, то есть полудиаметром круга, — это расстояние между двумя центрами. [В этом случае] точки G и C — концы диаметра апогея и перигея, расположенные по отношению к E [так, что E] — середина CG . Так как этого совпадения нет, то центр F [находится] в большем из двух сегментов $GABC$ и CXG . Опустим из него перпендикуляр FMX на хорду CG и проведем через E диаметр $ZFEO$. Его величина — два. Поэтому GE и EC известны. Произведение одной из них на другую равно произведению ZE на EO , которое вместе с квадратом EF равно квадрату FO . Поэтому, если мы вычтем произведение GE на EC из квадрата полного синуса, останется квадрат EF , и расстояние между центрами известно. GM — половина хорды GC и ME известна. В треугольнике FEM стороны известны. В нем FM относится к FE , как синус угла FEM к синусу прямого угла M . Поэтому угол FEM , то есть OEC — расстояние второго противостояния от положения перигея на эклиптике известно. Угол EFM — его дополнение. Поэтому дуга OX известна. XC тоже известна, поэтому и расстояние OC перигея от места второго противостояния в круге экванта движения известно, и остальные противостояния также известны по своему положению от положения апогея.

|| Получив это, он [Птолемей] обратился к определению дуг, о которых мы упоминали, что они неизвестны, и сделал это основным для их определения. 1181

Выделим этот [случай] из двух чертежей. Проведем к AF из центров D и E перпендикуляры DB и EC^* . У Птолемея получилось AZ — расстояние положения A первого противостояния от апогея Z на круге экванта движения и расстояние между центрами E и F . Поэтому положение центра D деферента стало известным, так как оно посередине между ними. Угол BFD — по величине расстояния AZ . Поэтому в треугольниках FDB и FEC известны углы, а FD и FE равны. Поэтому в обоих этих треугольниках стороны известны.

Пусть K — положение центра эпицикла на его деференте. Соединим D с K . DK — по величине полного синуса. Тогда благодаря тому, что в треугольнике KDB известны стороны, а FB равна BC , известна вся KC . В треугольнике KEC известны стороны. Сле-

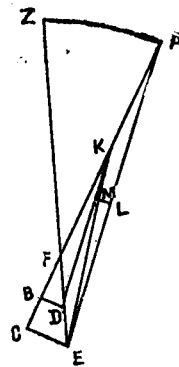


Рис. 192.

* См. рис. 192.

довательно, в нем известны и углы. Таким же образом AF равна полному синусу, а FC известна, поэтому известна AC . В треугольнике AEC поэтому известны стороны. Следовательно, углы в нем также известны. Разность двух известных углов KEC и AEC — угол KEA . Величина его — дуга LM [круга], подобного [эклиптике]. || Это—одна из трех дуг, которые
1182 были неизвестны при противостояниях.

Далее, эта дуга прибавляется к обоим истинным расстояниям или вычитается из них в соответствии с тем, какое из двух их положений нужно, чтобы оба они попали между линиями, проведенными из центра эклиптики к окружности [круга] экванта движения. Оба они называются исправленными расстояниями. На чертеже, приведенном выше*, это дуги DI , OP и NZ . DI и OP прибавляются к расстоянию IO , и в сумме получается исправленное первое расстояние DP . OP и NZ вычитаются из OZ и остается второе исправленное расстояние PN .

Так как он получил эти [результаты] путем глубокого изучения, то обратимся к ним, придав большее значение. Он предполагает, что угол CFE такой же, как первая долгота, а Z — положение апогея**, и опре-

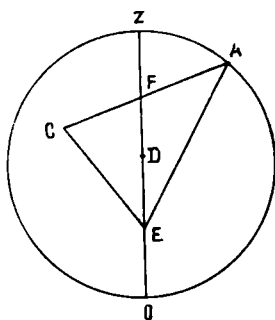


Рис. 193.

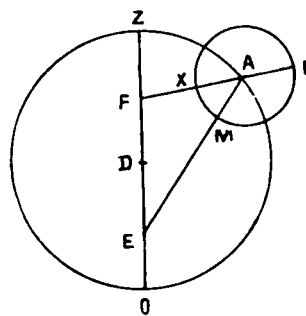


Рис. 194.

деляет по FE , подобно тому, как это было сделано выше, угол FAE для уравнения центра. Если он вычитается из угла первой долготы, остается угол ZEA и из апогея получается равное этому, причем безразлично, является ли это пределом наблюдаемого положения планеты в первом противостоянии или нет.

Когда [Птолемей] поступил так во всех девяти противостояниях и нашел, что результаты совпадают с тем, что получилось при наблюдении, он больше доверился сделанному им самим, и [в дальнейшем] опирался на это при определении долготы и аномалии. Он полагался на круг

* См. рис. 190.

** См. рис. 193.

эканта движения, так как если бы его не было, на предыдущем чертеже было бы невозможно проводить линии $\parallel FG, FK, FL^*$ без ограничений. Делается допущение, что линия проводится через центр F на каком-нибудь желаемом расстоянии [от] эклиптики. Если она проведена из [точки] пересечения этих линий к E , то из эклиптики выделяются различные дуги, отличающиеся по величине от дуг DE, OP и NZ . Они различны не в одном масштабе, а в различных масштабах, если же масштаб постоянен, то результаты совпадают с тем, что получалось при наблюдении и используется при применении этого круга. Поскольку величины [дуг] остаются неизменными и их результаты соответствуют полученным при наблюдениях, он использовал эту орбиту.

Что касается долготы планеты, то, если она видима в первом противостоянии, например, на линии EA в [точке] M^{**} , будет известна величина угла AEZ и расстояние EA от апогея планеты определено по положению. Угол уравнения известен, поэтому угол ZFA известен, и расстояние центра от апогея в среднем движении, то есть по долготе, известно. Что касается аномалии, то, поскольку угол уравнения известен, и он измеряется величиной дуги XM , а KX — от среднего апогея — полукруг, то, следовательно, дуга KXM аномалии известна. Птолемей потребовал для этого четыре противостояния планеты, то есть A, B, C и K^{***} , так что истинное расстояние между A и B равно истинному расстоянию между C и K . При этом равны углы AEB и CEK . Тогда движение по долготе между A и B будет равно движению по долготе между C и K , так что у него углы AFB и KFC равны и он нашел бы при помощи этого то, что он хотел.

|| Тогда указанное нами — аномалия двух дуг, одинаково удаленных от диаметра, проходящего через апогей и перигей. Поэтому точка Z — посередине между ними. Далее для определения расстояния между центрами, то есть FE , опустим перпендикуляры CL и DM на AE . Так как угол AFE — по величине половины расстояния между первым и четвертым противостоянием, то в треугольнике FLE известны углы и стороны [в масштабе] единицы FE . Угол FAE , являющийся углом уравнения, то есть разность углов AEZ и AFZ , — для половины долготы между двумя указанными противостояниями. Поэтому в треугольнике AFL из-

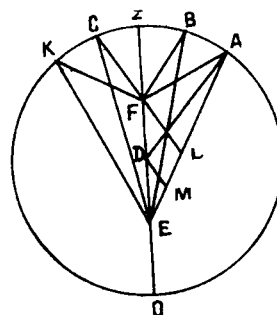


Рис. 195.

* См. рис. 190.

** См. рис. 194.

*** См. рис. 195.

вестны углы и благодаря стороне FL известны стороны. LM —половина LE , а MD —половина LF . Поэтому AD , quadriрующая AM и MD , известна. Но она—полный синус. Поэтому FE , преобразованная к ней, также известна. Благодаря этому становятся известными апогей и расстояние между центрами. Это и есть то, что мы хотели [доказать].

1185

|| Раздел второй

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАЗМЕРА ЭПИЦИКЛА²¹

Птолею осталось определить диаметры эпициклов. Он наблюдал положение планеты после одного из трех противостояний или перед ним в течение известного промежутка времени, как, например, расстояние первого противостояния от линии EL^* . Затем по таблице он получал

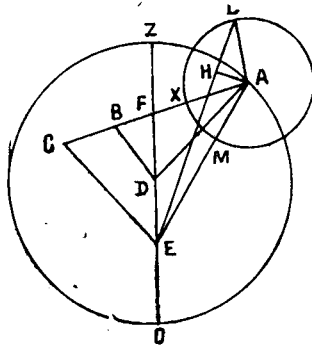


Рис. 196.

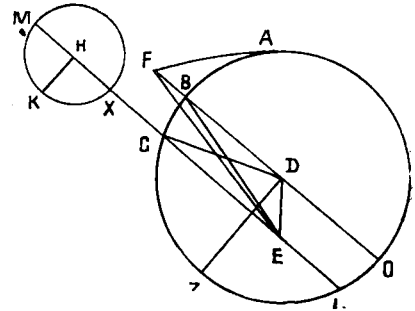


Рис. 197.

движение по долготе и движение аномалии за этот промежуток времени. Благодаря долготе становится известным для момента наблюдения угол EFC , а благодаря аномалии — угол MAL , потому что дуга MX известна. XL — движение аномалии за этот промежуток времени [также известна], а при повторении этого становится известной AE в масштабе, в котором AD^{25} — полный синус.

Далее благодаря этому становятся известными угол AEC^{26} и угол ZEL , то есть расстояние наблюдаемого положения планеты от апогея. Угол ZEA долготы известен. Поэтому угол AEL — разность между ними — известен. В треугольнике AEN углы известны, и, благодаря AE , известны стороны. Но угол EAL известен. Оставшийся угол ALE известен, поэтому углы и стороны треугольника ALH с высотой AH определе-

* См. рис. 196.

ны и полудиаметр эпицикла AL известен в масштабе, в котором AD — полный синус.

|| **Вопрос:** Птолемей использовал положение среднего Солнца в предыдущих и других противостояниях и проводил из центра мира к нему линии. Эти линии доходят до истинных положений, а средних положений достигают линии, исходящие из точек, являющихся эквантами движения. Как это получается?

Ответ: Благодаря тому, что наблюдение ведется из центра мира. Поэтому линия зрения, проведенная из него к упоминавшемуся положению среднего Солнца, и линия, [соединяющая] апогей и перигей эпицикла, приблизительно таковы, как при среднем месяце в движении Луны. Поскольку используемые свойства движений и связи с Солнцем необходимы для того, чтобы сделать движения равномерными круговыми, что требуется системой, то [в соответствии с этим] видимые неравномерные движения кратковременны и не длительны. Пусть $ABCO$ — орбита апогея Солнца с центром D^* , а ее [круг], подобный [эклиптике], — AF с центром E . Пусть H — центр эпицикла одной из верхних [планет]. Положение планеты на ней — K . Проведем DZ параллельно HK . Движение по эпициклу равномерно. Так как движение сохраняет параллельность, то нужно, чтобы оно оставалось равномерным. Это будет только в случае, если центр — в D , а не в E . Если дело обстоит таким образом, проведем $EXHM$, соединяющую видимые апогей || и перигей эпицикла. 1187
Обороты, взятые от них обоих, не будут равномерными. Действительно, они равномерны в апогее эпицикла, до которого доходит диаметр дифферента, так как этот апогей неизменен по своему положению, а не в среднем и наблюдаемом положениях, потому что обе эти точки переменны. Поэтому необходимо принять допущение об этой линии, которое легче, если брать положение среднего Солнца.

Известно, что апогей и перигей эпицикла имеют направление положения среднего Солнца только тогда, когда оно находится в своем апогее или перигее. Что касается тех положений, в которых мы предполагаем эпицикл, [когда] планета находится в его апогее M , то проведем для этого [линию] DB параллельно HM . Тогда B будет положением среднего Солнца. Проведем к нему EB . Будем изменять его истинные положения на противоположные, так что DB продолжится в ее направлении до [точки] F [круга], подобного [эклиптике], и это его положение называется его средним положением. Но угол DEF не равен углу при центре D расстояния [точки] B от апогея, а линия DBF не движется равномерно по окружности [круга], подобного [эклиптике]. Но если сделать C положением среднего Солнца, то упомянутая параллельность пере-

* См. рис. 197.

стает иметь место во всех случаях, и линия EC ограничивает его истинное положение при достижении планетой перигея эпицикла X , когда Солнце [находится] в точке O , диаметрально противоположной точке B , или в L , симметричной точке C .

Этот случай еще более легок, если движение центра эпицикла [происходит] вместе не с линией EH , а с линией, проведенной из центра круга экванта движения. Это и есть то, что мы хотели упомянуть.

1188

|| Глава четвертая

О ПОМЕЩЕННОМ В ТАБЛИЦАХ И О [ВЫЧИСЛЕНИИ] ЭФЕМЕРИД ПЛАНЕТ ПО НИМ

Мы уже говорили, что число, заданное для каждой таблицы «Альмагеста»²⁷, соответствует двум строкам числа; мы включаем эти две строки в числа столбцов. Пусть для двух последовательных столбцов, то есть первого* и второго**, ABC — круг экванта движения с центром

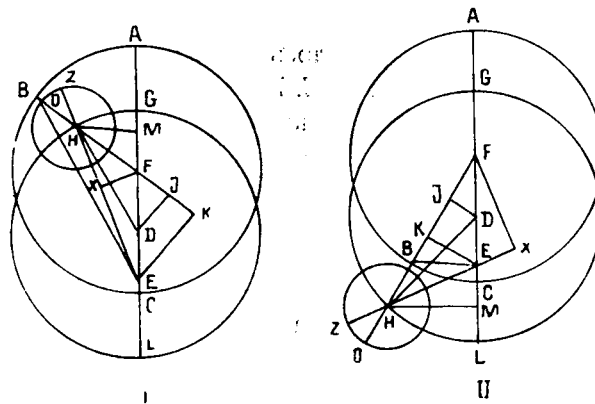


Рис. 138.

F , а GHL — деферент для эпицикла с центром D . Центр эпицикла на нем — в точке H . Проведем из центра мира E линию EHZ , доходящую до видимого апогея эпицикла, и FHO , доходящую до среднего [апогея]. Продолжим ее в направлении до B . Соединим B с E . Тогда угол AFB — для абсолютной долготы, то есть расстояния центра при среднем движении. Если бы центр эпицикла был в B , то очевидно, что его уравнение было бы по величине угла FBE . Для определения этого опустим перпендикуляр EK на FB . Тогда угол KFE — по величине средней долготы.

* См. рис. 198, I.

** См. рис. 198, II.

В треугольнике FKE известны стороны: E в нем задана, поэтому его стороны известны.

При получении KF [линия] KB тоже будет известна. EB , quadriрующая две известные BK и KE , известна. Она относится к KE , как полный синус FB к FX , синус угла уравнения FBE .

Об этом мы уже говорили при рассмотрении уравнения Солнца. Этот угол — тот, который Птолемей поместил в первой таблице уравнений планеты, так как, если угол AFB уравнивается при помощи [угла FBE], он перейдет в угол AEB . Но нам нужен угол AFB . Для его определения опустим \parallel перпендикуляр HM на AE и перпендикуляр DI на 1189 KH . Тогда DH — полный синус, а DI — половина EK , и HI известна. IF — половина FK , и FH известна. В треугольнике DIH стороны и угол DIH известны. В треугольнике HKE стороны KH и KE известны, следовательно, в нем известны стороны и углы. Определим FX [подобно тому], как это сделано выше. Благодаря этому угол FHE становится известным. Если центр — на деференте, то FHE является его уравнением. Птолемей поместил во втором столбце разность углов DHE и FBE . Известно, что если эту разность прибавить к углу FBE , в сумме получится искомый угол FHE . Это — смысл первого положения, когда центр [находится] между G и средним расстоянием. Если [эту разность] вычесть из угла FBE в другом положении, при котором центр находится между средним расстоянием и перигеем деферента, то [опять] останется угол FHE . Угол \parallel ZHO равен ему. С его помощью аномалия уравнивается 1190 перестановкой условия сложения и вычитания.

Что касается того, что [содержится] в остальных столбцах, то обратимся к первому положению — в нем достаточно [данных] для определения [углов]. Разделим DE пополам в [точке] A и проведем к ней перпендикуляр AB^* . Тогда EB — среднее расстояние, EG — самое дальнее расстояние, а EL — самое близкое. Наибольшее уравнение на каждом из этих расстояний различается при наблюдении на величину отношения расстояния к радиусу эпицикла.

Пусть планета — в [точке] K . Сделаем EH такой, чтобы она относилась к HP , как EG к радиусу эпицикла. Тогда PON — эпицикл в апогее G . Сделаем далее EH такой, чтобы она относилась к HI , как EB к

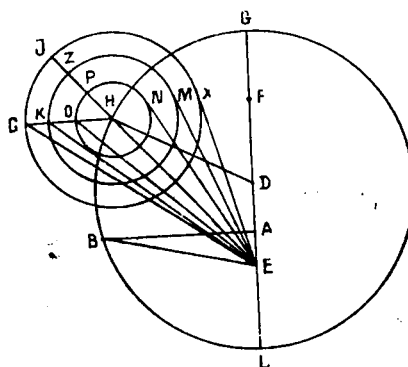


Рис. 199.

* См. рис. 199.

полудиаметру эпицикла. Тогда ICX — эпицикл в B на среднем расстоянии. Проведем $НОКС$. Соединим O с E , K с E и C с E . Тогда угол CEO — уравнение эпицикла в апогее, угол HEC — уравнение эпицикла на наибольшем расстоянии, а угол HEK — уравнение на расстоянии GH . Это — два момента времени. Проведем линии EN , EM и EX , касающиеся этого апогея, для построения на нем углов наибольшего уравнения. То, что находится в четвертом столбце против угла ZHK , являющегося аномалией, — это уравнение, если центр не находится в положении среднего расстояния. Следовательно, это — угол HEC , но при его нахождении он не будет углом HEK , однако отношение между частичными уравнениями на этих эпициклах близко к отношению между полными уравнениями. В соответствии с этим недостаток искомого до
 1191 взятого, то есть недостаток \parallel угла HEK до угла HEC относится к недостатку угла HEO до угла HEC , как недостаток уравнения в [точке] M до [уравнения] в точке X к недостатку [уравнения] в точке N до [уравнения] в точке X . Все это — наибольшие уравнения.

Уже известно, что то, что помещено в четвертом столбце, — это уравнения градусов эпицикла, вычисленные для [того случая], когда центр [находится] в точке M , на среднем расстоянии, то есть [углы], подобные углу HEC [располагаются] против аномалии, угол которой ZHK . В третьем столбце помещена разность между наибольшими уравнениями в точках N и X , соответствующая долготе GH . Мы взяли ее, но нам нужна не вся эта разность.

Вследствие этого в шестом столбце помещено отношение разности уравнений в M и X к разности уравнений в N и X , то есть то, отношение чего к единице равно этому отношению. При этом отношение двух соответствующих градусов двух эпициклов — отношение между двумя наибольшими уравнениями в них. Если из разности уравнений в O и C , то есть в N и X , взятых из третьего столбца, взять то, что относится друг к другу, как разность уравнений в X и M к разности уравнений в X и N , получится необходимая разность для планеты [в точке] K , то есть угол SEK . Если вычтешь его из того, что берется из четвертого столбца, останется искомым угол HEK . Если прибавить его в случае этой аномалии к углу GEN , уравненному центру, то получится угол $GЕК$ — истинное
 1192 расстояние планеты \parallel при ее наблюдении из ее апогея. Это и есть то, что мы хотели [изложить].

Что касается второго положения, в котбром центр эпицикла между [точками] B и L , то PON — эпицикл на среднем расстоянии, а ICX — эпицикл в перигее.

В пятом столбце помещена разность уравнений в N и X . Известно, что при помощи аномалии в это время берется угол HEC , вычисленный для среднего расстояния. Если из разности углов HEO и HEC взять

равную искомому отношению уравнений в N и M , то получится угол $OЕК$. Если прибавить его к взятому из четвертого столбца, в сумме получится угол $НЕК$, искомый для избытка над исправленной долготой. Это и есть то, что мы хотели рассказать о сделанном [Птолемеем].

Мы не изменили его столбцов, кроме первого и второго, и следовали по пути позднейших ученых в том, что они складывали высшие положения деферента и брали разность между двумя низшими [положениями], чтобы получить второй по первому. Шестой [столбец] мы перенесли к помещенному во второй, чтобы то, что является общим во взятом по долготе, тесно примыкало друг к другу. Поэтому числа столбцов отличаются.

|| Что касается средних планет, то они исправлялись, начиная от 1193 дней ал-Ма'муна²⁸ до ал-Баттани²⁹, однако после ал-Баттани [ученые] не стали вспоминать о действиях, о которых говорил Птолемей. Они не разъяснили способа определения того, что они установили о положениях и движениях планет при всем постоянстве их усердия в исправлении положений планет. Если бы было необходимо подражать другим, то тот, кто разъясняет свои действия, более достоин для подражания. Но мы знаем все, что случалось со всеми планетами за время между нами и им, то есть отставание, так же как то, что случалось с Солнцем. Поэтому данный случай рассматривается здесь так же, как случай Луны, и нужно, чтобы к каждой из них добавлялась величина, при помощи которой исправляется [положение] Солнца, так как этот случай общий для всего, что представляется по этой причине таким образом, как движение орбиты или то, что подобно ему. Если у него дело обстояло таким образом, то он вводил в движение аномалии на эпицикле, независимо от того, движется ли орбита или остается неподвижной, и [имеет ли место] ускорение или замедление, только то, что можно было установить во время определения этого посредством движений, постигаемых при помощи того, что мы изложили. Среднее Солнце в «Альмагесте» для полудня во вторник четырехсотого года Йездигерда³⁰ в Газне отстает от того, что мы определили для этого времени на $5^{\circ}0'21''36'''24^{\text{IV}}10^{\text{VI}}1^{\text{VI}}$. Если мы определим из «Альмагеста» средние планеты и прибавим к каждой из них это отставание, то вернемся к упомянутой нами основе, то есть тому, что поместили против этого в таблицах средних [планет].

Средний Сатурн в момент третьего из противостояний с Солнцем был $200^{\circ}49'30''^{31}$ по эре Набонассара. Если преобразовать его к полудню Газны, то он был после полудня двадцать четвертого || [дня] двенадцатого месяца восемьсот восемьдесят третьего года³² — $200^{\circ}4'20''^{33}$. От этого момента до момента, [взятого за] основу в этой книге, — 895^{34} [лет] $81^{\text{P}}52'55''40'''^{35}$ [суток]. Среднее движение после тридцати полных оборотов — $248^{\circ}17'26''2'''56^{\text{IV}}45^{\text{V}}33^{\text{VI}}$. Если мы разделим это движение на

промежуток времени, получится среднее движение Сатурна за день — $2^{\circ}0'36''50'''10^{\text{IV}}14^{\text{V}}35^{\text{VI}}27^{\text{VII}}22^{\text{VIII}}$.

Что касается Юпитера, то его третье противостояние с Солнцем было после полудня в двадцатый день третьего месяца восемьсот восемьдесят пятого года³⁶ $40^{\circ}34'20''$. Промежуток времени — 894 [года] $10^{\text{P}}15'25''40'''^{37}$ [суток]. Движение после семидесяти пяти полных оборотов — $129^{\circ}31'40''36'''8^{\text{IV}}7^{\text{V}}40^{\text{VI}38}$. Отсюда среднее движение за день — $0^{\circ}4'59''17'''45^{\text{IV}}21^{\text{V}}34^{\text{VI}}3^{\text{VII}}4^{\text{VIII}39}$.

Третье противостояние Марса было в Газне после полудня двенадцатого дня одиннадцатого месяца восемьсот восемьдесят шестого года⁴⁰ $32^{\circ}4'20''$. Промежуток времени [здесь] 892⁴¹ [года] $243^{\text{P}}27'55''40'''$ [суток]. Движение в нем после четырехсот семидесяти четырех полных оборотов — $65^{\circ}31'32''25'''1^{\text{V}}16^{\text{V}8^{\text{VI}}}$. Среднее движение за день — $0^{\circ}31'26''41'''31^{\text{IV}}35^{\text{V}}49^{\text{VI}}1^{\text{VII}}45^{\text{VIII}36^{\text{IX}42}}$.

Средние Венера и Меркурий — это среднее Солнце, мы это уже рассмотрели. Если сложить аргумент Солнца и его апогей и прибавить к сумме два градуса, получится среднее [положение] каждой из этих двух планет.

1195 Что касается аномалий верхних планет, то они известны по их средним [положениям] || и среднему Солнцу. Это то, что останется от среднего Солнца, если из него вычтеть среднюю планету, получающуюся из этого для основы этой книги. То, что помещено против этого, только незначительно отличается от того, что получено из «Альмагеста»⁴³, для Сатурна и Юпитера это близко к двум квартам, а для Марса — к семи секундам. Дальнейшее уточнение возможно только путем наблюдения, которое невозможно выполнить.

Что касается аномалии двух нижних планет, то для них нет связи с предыдущими измерениями. Поэтому нам необходимо было перенести из «Альмагеста» их такими, каковы они есть: положение с апогеями также подобно этому.

Что касается этого для верхних [планет], то это определяется из трех противостояний для них со средним положением Солнца, как это упомянуто выше. Лучше, чтобы его среднее положение было между двумя концами, то есть находилось посередине между первым и третьим противостояниями. Апогей Сатурна находился в 233° противостояний, посередине между крайними из них в двадцать восьмой день четвертого месяца восемьсот семьдесят девятого года⁴⁴, а от них до основы этой книги из полного промежутка времени 899 [лет] $10^{\text{P}}3'^{45}$ [суток] — это в египетских солнечных [годах], будет — 899 [лет] $2^{\text{P}}23'$ [суток]. Если умножить дни промежутка времени на четыре и разделить произведение на тысячу четыреста шестьдесят один, умноженные на сто, получится

движение апогеев в соответствии с тем, что считал нужным Птолемей— один градус за каждые сто солнечных лет.

Тогда для Сатурна получается $8^{\circ}59'32''$. Его апогей [во время] основы этой книги по его наблюдению будет $241^{\circ}59'32''$.

Если проделать то же самое для Юпитера, то его средняя дата между первым и третьим противостояниями — первый день девятого месяца || восемьсот восемьдесят третьего года⁴⁶. От нее до основы этой книги — 896 [лет] $1^{\text{p}}22'$ [суток]. Движение в нем — $0^{\circ}56'49''$ ⁴⁷. Апогей он нашел [равным] $261^{\circ}0'$. Поэтому положение Юпитера в это время — $309^{\circ}17'19''$ ⁴⁸. 1196

Что касается Марса, то он нашел его апогей [равным] $215^{\circ}30'$ [в одном] из противостояний, среднее из которых — двадцатый день восьмого месяца восемьсот восемьдесят второго года⁴⁹. От него до основы 896 [лет] $40^{\text{p}}16'^{50}$ [суток], движение — $8^{\circ}57'33''$, так что апогей был в $24^{\circ}27'33''$.

Что касается двух нижних планет, то апогей каждой из них он рассматривал при наблюдении двух их соединений. Что касается Венеры, то ее апогей не изменился, за все время он был равен $55^{\circ}0'$.

Если мы возьмем среднее между самым ранним и самым поздним из наблюдений, то это будет девятнадцатый день восьмого месяца восемьсот семьдесят шестого года⁵¹. От него до основы — 953⁵² [года] $6^{\text{p}}17'$ [суток]. Движение — $9^{\circ}1'9''$, положение апогея — $64^{\circ}1'9''$.

Что касается Меркурия, то он нашел его апогей в $189^{\circ}52'30''$, [что установлено] по двум его последовательным наблюдениям. Затем он нашел его в $190^{\circ}16'^{53}$ по двум другим наблюдениям. Среднее между этими положениями — $190^{\circ}3'42''$ ⁵⁴. Таким же образом среднее между самым ранним из четырех наблюдений и самым поздним из них — пятнадцатый день первого месяца восемьсот восемьдесят четвертого года⁵⁵. От него до основы 895 [лет] $1^{\text{p}}17'^{56}$ [суток]. Движение — $8^{\circ}56'42''$, так что апогей в соответствии со средним положением, о котором мы упоминали,— $199^{\circ}0'27''$ ⁵⁷.

Эти положения апогеев планет [получены] при помощи того, что нашел Птолемей из их движений, || соответствующих движению неподвижных звезд. Но их количество опережает найденное нами, поэтому передвинем апогей Солнца. В заданном промежутке времени для Сатурна это — $13^{\circ}2'22''8'''$, для Юпитера — $12^{\circ}59'9''3'''$, для Марса — $12^{\circ}59'29''38'''$, для Венеры — $13^{\circ}6'42''47''''$ ⁵⁸, для Меркурия — $12^{\circ}58'13''53'''$. Поэтому, если мы прибавим это к их упомянутым положениям, апогей Сатурна будет в $246^{\circ}2'2''8''''$ ⁵⁹, апогей Юпитера — в $273^{\circ}59'9''3'''$, апогей Марса — в $128^{\circ}29'29''38''''$ ⁶⁰, апогей Венеры — в $68^{\circ}4'42''46'''$ и апогей Меркурия — в $203^{\circ}1'58''53'''$. 1197

Мы уже сказали, что позднейшие ученые не стали вспоминать о действиях, о которых упоминает Птолемей, поэтому для нас это подобно загадке и головоломке.

Что касается Иахьи ибн Абу Мансура⁶¹, то он — первый из них. У него положения апогея наиболее близки к тому, что мы определили, как будто он действовал в этом так же, как мы. Он действовал, опираясь на движение Сердца Льва и не рассматривал движения апогея Солнца, [который] считал в восьмидесяти двух градусах. Но он не изображал [на рисунке], как и все остальные, и не объяснил, как приступить к этому.

1198 Что касается Хабаша⁶², то он установил для него и для его движения таблицу. Его результат ненамного отличается от упомянутого нами, он отличается только одним — апогеем Венеры. Ее уравнение по сравнению с центром ее орбиты равно равномерному движению, у Птолемея — уравнение Солнца, а в *зидже Шахи*⁶³ истинное положение Солнца — это истинный аргумент Венеры, что возможно только при равенстве апогеев и уравнений Солнца и Венеры. То же самое положение имеет место при переходе к принципам Птолемея. Он считал апогей Венеры апогеем Солнца, || имеющимся у позднейших ученых, а уравнение его аргумента — единицей. Так как Птолемей говорил об уравнении Солнца и его апогее, исходя из действий при солнцестоянии, то это не необходимо для апогея Венеры, так же как перенос его уравнения на уравнение Солнца, но необходимы некоторые утверждения *зиджа Шахи*. Далее это продолжил ал-Баттани, и я не хочу [здесь] упоминать что-либо, кроме [изложенной] в книге ясности ума — в *зидже Мухаммада ал-Баттани*⁶⁴.

УКАЗАНИЯ ОБ ЭФЕМЕРИДАХ⁶⁵ ПЯТИ ПЛАНЕТ

Если мы хотим [определить] положение одной из пяти планет, определим среднюю [планету], если она одна из верхних, и аномалию, если она одна из нижних. Определим аргумент Солнца и его апогей, прибавим к апогею для Сатурна $160^{\circ}52'3''3'''$, для Юпитера — $88^{\circ}48'49''58'''$, для Марса — $43^{\circ}19'10''33'''$, для Меркурия — $117^{\circ}51'39''48'''$ и вычтем из апогея Солнца для Венеры $17^{\circ}5'36''19'''$. То, что получится, — апогей этой планеты. Далее сложим апогей Солнца и его аргумент, прибавим к сумме два градуса, получится среднее Солнце, а это также средние Венера и Меркурий. При этом мы определили среднюю планету и ее аномалию в [данном] месте.

Аномалия Венеры и Меркурия — то, что мы определили из таблиц, а [аномалия] верхних [планет] — то, что останется от среднего Солнца, если из него вычтем среднюю планету. Затем вычтем апогей планеты из средней [планеты], останется аргумент. Войдем с ним в строку числа в

таблице его уравнения и возьмем при этом то, что против него в первом и втором столбцах. Что касается второго [столбца], то запомним название по месту, помещенное в таблице, не принимая во внимание || его увеличение или уменьшение в зависимости от разности двух строк числа, но принимая во внимание то, что записано над ним, и действуя в соответствии с этим. 1199

Что касается первого столбца, то рассмотрим аргумент, который мы берем. Если он меньше ста восьмидесяти, вычтем первый столбец из аргумента и прибавим его снова к аномалии, а если больше ста восьмидесяти, то прибавим первый столбец к аргументу и вычтем его снова из аномалии. После прибавления и вычитания получится исправленное расстояние каждой из них. По этим двум столбцам определяется прямое и попятное движение планеты и его широта в одной из двух сторон. Поэтому мы запомним это.

Затем войдем с уравненной аномалией в строку числа и возьмем при этом то, что в четвертом столбце против одного из двух столбцов, третьего и пятого. Если второе запоминаемое меньше, возьмем третий [столбец], умножим его на второй и вычтем произведение из четвертого столбца, а если второе запоминаемое больше, то возьмем пятый [столбец], умножим его на второй и прибавим произведение к четвертому столбцу. Получится четвертый [столбец], уравненный после вычитания или прибавления. Затем рассмотрим уравненную аномалию. Если она меньше ста восьмидесяти, то прибавим четвертый уравненный [столбец] к уравненному аргументу, а если уравненная аномалия больше ста восьмидесяти, вычтем уравненный четвертый [столбец] из уравненного аргумента и прибавим апогей планеты к тому, что получится из этого. Получится истинное расстояние светила от начала Овна.

|| Таблицы средних планет и их уравнений⁶⁶

1200

объединенные годы по эре Йезидгерда с неполным годом	Средний Сатурн в объединенных [годах]							Средний Сатурн в персидских месяцах							
	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	[градусы]	[минуты]	[секунды]	[терции]	[кварты]	[квинты]	[сексты]
400	77	47	26	2	56*	45	33	Фарвардин	0	0	0	0	0	0	0
430	84	39	28	52	19*	36	17	Урдибихишт	1	0	18	25	7	17	43
460	91	31	31	41	42	27	1	Хурдад	2	0	36	50	14	35	27
490	98	23	34	31	5*	17	46	Тир	3	0	55	15	21	53	11

Средний Сатурн в объединенных [годах]								Средний Сатурн в персидских месяцах							
объединенные годы по эре Йездигерда с неполным годом	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	[градусы]	[минуты]	[секунды]	[терции]	[кварты]	[квинты]	[сексты]
550	112	7	40	9	50*	59	15	Шахривар	5	1	32	5	36	28*	38
580	118	59*	42	59*	13	49	59*	Михр	6	1	50	30	43	46*	22
610	125	51	45	48	36*	40	43*	Абан	7	2	8	55	51	4	5
640	132	43	48	37	59	31	28	Азар	8	12*	30	25	9*	34*	46
670	139*	35	51	27	22*	22	12	Дай	9	12*	48	50	16	52	30
700	146	27	54	16	45	12	57	Бахман	10	13*	7*	15	24*	10	14
730	153	19*	57	6	8*	3	41	Исфандар-маз	11	13*	25	40	31	27*	57
760	160	11*	59	55*	30	54	26								
790	167	4	2	44	53	45*	10								
820	173	56	5	34*	16	35	54								

1201]

Средний Сатурн в подробных [годах]															
под-робные годы	гра-дусы	мину-ты	секун-ды	тер-ции	квар-ты	квин-ты	сек-сты	под-роб-ные годы	граду-сы	ми-нуты	се-кун-ды	тер-ции	квар-ты	квин-ты	сек-сты
1	12	13	44	5	38*	45*	41	13	158	58*	33	13	23	53*	58
2	24	27	28	11	17	31	22	14	171	12	17	19	2	39	40
3	36	41	12	16	56	17	3*	15	183	26	1	24	41	25	22
4	48	54	56	22	35	2	45	16	195	39	45	30	20	11	3
5	61	8	40	28	13	48	27	17	207	53	29	35	58*	56	45
6	73	22	24	33	52	34	8	18	220	7	13	41	37	42	26
7	85	36	8	37	31	19*	50	19	232	20	57	47	16	28	8
8	97	49	52	45	10	5	31	20	244	34	41	52	55	13	49
9	110	3	36	50	48	51*	12	21	256	48	25*	58	33	59	31
10	122	17	20	56	27	36	54	22	269	2	10	4	12	45	12
11	134	31	5	2	6	22	36	23	281*	15	54	9	51	30	54
12	146	44	49	7	45	8	17	24	293	29	38*	15*	30	16	35

Средний Сатурн в подробных [годах]

подроб- ные годы	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	под- роб- ные годы	гра- дусы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
25	305	43	22	21	9	2	17*	28	342	24*	34	38*	5	19	21
26	317	57	6	26	47	47*	58*	29	354	38*	18	43	44	5	2*
27	330	10*	50	32*	26	33	39	30	6	52*	2	49	22	50	44*

Средний Сатурн в сутках и их дробях

сутки и дроби	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	сутки и дроби	гра- дусы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
1	0	0	0	0	0	0	0	31	1	0	18	25	7	17	4 3
2	0	2	0	36	50	14	35	32	1	2	19	1	57	32	19
3	0	4	1	13	40	29	10	33	1	4	19	38	47	46	54
4	0	6	1	50	30	43	46	34	1	6	20	15	38	1	30
5	0	8	2	27	20	58	21	35	1	8	20	52	28	16	5
6	0	10	3	4	11	12	57	36	1	10	21	29	18	30	40
7	0	12	3	41	1	27	32	37	1	12	22	6	8	45	15*
8	0	14	4	17	51	42	8	38	1	14	22	42	58	59	51
9	0	16	4	54	41	56	43	39	1	16	23	19	49	14	27
10	0	18	5	31	32	11	19*	40	1	18	23	56	39	29	2
11	0	20	6	8	22	25	54	41	1	20	24	33	29	43	38
12	0	22	6	45	12	40	30	42	1	22	25	10	19	58	13
13	0	24	7	22	2	55	5	43	1	24	25	47	10	12	49
14	0	26	7	58	53	9	40	44	1	26	26	24	0	27	24
15	0	28	8	35	43	24	16	45	1	28	27	0	50	42	0
16	0	30	9	12	33	38	51	46	1	30	27	37	40	56	35
17	0	32	9	49	23	53	27	47	1	32	28	14	31	11	10
18	0	34	10	26	14	8	2	48	1	34	28	51	21	25	46
19	0	36	11	3	4*	22	38	49	1	36	29	28	11	40	21
20	0	38	11	39	54	37	13	50	1	38	30	5	1	54	57
21	0	40	12	16	44	51	49	51	1	40	30	41	52	9	32
22	0	42	12	53	35	6	24	52	1	42	31	18	42	24	8
23	0	44	13	30	25	21	0	53	1	44	31	55	32	38	43*
24	0	46	14	7	15	35	35	54	1	46	32	32	22	53	19
25	0	48	14	44	5	50	10	55	1	48	33	9	13	7	54
26	0	50	15	20	56	4*	46	56	1	50	33	46	3	22	30
27	0	52	15	57	46	19*	21	57	1	52	34	22	53	37	5
28	0	54	16	34	36	33	57	58	1	54	34	59	43	51	40
29	0	56	17*	11	26	48	32	59	1	56	35	36	34	6	15*
30	0	58	17*	48	17*	3	8	60	1	58	36	13	24	20	51

1202

1203

1204

|| Уравнение Сатурна

Строка числа		Вычитаемое										
		1		2		3		4		5		
		граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
1	359	0	7	60	0	0	1	0	6	0	1	
2	358	0	13*	60	0	0	1	0	12	0	1	
3	357	0	20	60	0	0	1	0	18	0	1	
4	356	0	26	60	0	0	1	0	24	0	1	
5	355	0	33	60	0	0	2	0	30	0	2	
6	354	0	39	60	0	0	2	0	36	0	2	
7	353	0	46	59	45	0	2	0	41	0	2	
8	352	0	52	59	30	0	3	0	47	0	3	
9	351	0	59	59	15	0	3	0	53	0	3	
10	350	1	5	59	0	0	3	0	59	0	3	
11	349	1	11	58	45	0	3	1	5	0	4	
12	348	1	17	58	30	0	3*	1	11	0	4	
13	347	1	24	58	15	0	4	1	16	0	5	
14	346	1	30	58	0	0	4	1	22	0	5	
15	345	1	37	57	45	0	4	1	28	0	6	
16	344	1	43	57	30	0	5	1	33	0	6	
1205	17	343	1	49	57	15	0	5	1	39	0	7
18	342	1	55	57	0	0	5	1	45	0	7	
19	341	2	1	57*	45	0	5	1	50	0	7	
20	340	2	7	56	30	0	6	1	56	0	8	
21	339	2	13	56	15	0	6	2	1	0	8	
22	338	2	19	56	0	0	6	2	7	0	8	
23	337	2	25	55	45	0	7	2	12	0	9	
24	336	2	31	55	30	0	7	2	18	0	9	
25	335	2	36*	55	0	0	7	2	23	0	9	
26	334	2	43	54	30	0	7	2	29	0	10	
27	333	2	49	54	0	0	8	2	34	0	10	
28	332	2	55	53	30	0	8	2	40	0	10	
29	331	3	1	53	0	0	8	2	45	0	11	
1206	30	330	3	6	52	30	0	8	2	50	0	11
31	329	3	12	52	0	0	9	2	55	0	12	
32	328	3	17	51	30	0	9	3	0	0	12	
33	327	3	23	51	0	0	9	3	5	0	12	
34	326	3	28	50	30	0	10	3	10	0	13	
35	325	3	34	50	0	0	10	3	15	0	13	
36	324	3	39	40	30	0	10	3	20	0	13	
37	323	3	45	49	0	0	10	3	24	0	14	
38	322	3	50	48	30	0	11	3	29	0	14	
39	321	3	55	48	0	0	11	3	34	0	14	
40	320	4	0	47	30	0	11	3	39	0	15	
41	319	4	5	47	0	0	11	3	44	0	15	
42	318	4	10	46	30	0	11	3	49	0	15	

Строка числа		Вычитаемое									
		1		2		3		4		5	
		граду-сы	минуты	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты
43	317	4	15	46	0	0	11	3	53	0	16
44	316	4	19	45	30	0	12	3	58	0	16
45	315	4	24	45	0	0	12	4	3	0	16
46	314	4	29	44	30	0	12	4	7	0	17
47	313	4	34	44	0	0	12	4	12	0	17
48	312	4	39	43	30	0	12	4	17	0	17
49	311	4	43	42	45	0	13	4	21	0	18
50	310	4	48	42	0	0	13	4	26	0	18
51	309	4	52	41	15	0	13	4	30*	0	18
52	308	4	56	40	30	0	13	4	34	0	19
53	307	4*	1	39	45	0	14	4	38	0	19
54	306	5	5	39	0	0	14	4	42	0	19
55	305	5	9	38	15	0	14	4	45	0	19
56	304	5	13	37	30	0	14	4	49	0	19
57	303	5	17	36	45	0	14	4	53	0	20
58	302	5	21	36	0	0	15	4	56	0	20
59	301	5	25	35	15	0	15	5	0	0	20
60	300	5	29	34*	30	0	15	5	0	0	20
61	299	5	33	33	45	0	16	5	7	0	20
62	298	5	36	33	0	0	16	5	11	0	20
63	297	5	40	32	15	0	16	5	14	0	20
64	296	5	43	31	30	0	17*	5	17	0	20
65	295	5	46*	30	45	0	17	5	21	0	20
66	294	5	50	30	0	0	17	5	25	0	20
67	293	5	53	29	0	0	17	5	28	0	20
68	292	5	56	28	0	0	17	5	30	0	20
69	291	5	59	27	0	0	17	5	33	0	21
70	290	6	1	26	0	0	17	5	36	0	21
71	289	6	4	25	0	0	18	5	39	0	21
72	288	6	7	24	0	0	18	5	42	0	21
73	287	6	9	23	0	0	18	5	44	0	21
74	286	6	11	22	0	0	18	5	47	0	21
75	285	6	13	21	0	0	18	5	49	0	21
76	284	6	15	20	0	0	18	5	51	0	21
77	283	6	17	19	0	0	18	5	53	0	21
78	282	6	19	18	0	0	18	5	55	0	21
79	281	6	20	17	0	0	18	5	57	0	21
80	280	6	21*	16	0	0	18	5	58	0	21
81	279	6	23	15	0	0	18	6	0	0	22
82	278	6	24	14*	0	0	19	6	2	0	22
83	277	6	26	13	0	0	19	6	3	0	22
84	276	6	27	12	0	0	19	6	5	0	22
85	275	6	28	10	45	0	19	6	6	0	22

1207

1208

1209

Строка числа		Вычитаемое										
		1		2		3		4		5		
		граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
86	274	6	29	9	30	0	19	6	8	0	22	
87	273	6	29	8	15	0	19	6	9	0	22	
88	272	6	30	7	0	0	19	6	10	0	22	
89	271	6	31	5	45	0	19	6	11	0	22	
1210	90	6	31	4	30	0	19*	6	12	0	22	
91	269	6	31	3	15	0	20	6	12	0	23	
92	268	6	31	1	30	0	20	6	12	0	23	
				[Прибавляемая]								
93	267	6	31	0	45	0	20	6	12	0	23	
94	266	6	31	1	36	0	20	6	13	0	23	
95	265	6	30	2	27	0	20	6	13	0	23	
96	264	6	30	3	19	0	20	6	13	0	23	
97	263	6	20	4	9	0	20	6	13	0	23	
98	262	6	29	5	0	0	20	6	13	0	24	
99	261	6	28	5	51	0	20	6	12	0	24	
100	260	6	27	50	0	21	6	12	0	24		
101	259	6	27	7	49	0	21	6	12	0	24	
102	258	6	26	8	48	0	21	6	11*	0	24	
103	257	6	25	9	46*	0	21	6	11	0	24	
104	256	6	23	10	46	0	21	6	10	0	24	
105	255	6	22	11	45	0	21	6	9	0	25*	
106	254	6	21*	12	37	0	21	6	8	0	25	
107	253	6	19	13	29	0	21	6	6	0	25	
1211	108	6	17	14	21	0	20	6	5	0	25	
109	251	6	16	15	13	0	20	6	3	0	25	
110	250	6	14	16	5	0	20	6	1	0	25	
111	249	6	12	16	58	0	20	6	0	0	25	
112	248	6	10	17	49	0	20	5	58	0	24	
113	247	6	8	18	41	0	20	5	57	0	24	
114	246	6	6	19	34	0	20	5	55	0	24	
115	245	6	3	20	26	0	20	5	53*	0	24	
116	244	6	1	21	19	0	19	5	51	0	24	
117	243	5	58	22	11	0	19	5	48	0	24	
118	242	5	55	23	3	0	19	5	46	0	23	
119	241	5	52	23	55	0	19	5	43	0	23	
1212	120	5	49	24	47	0	19	5	40	0	23	
121	239	5	46	25	39	0	19	5	37	0	23	
122	238	5	43	26	32	0	19	5	34	0	23	
123	237	5	40	27	24*	0	19	5	31	0	23	
124	236	5	36	28	16	0	19	5	28	0	23	
125	235	5	32*	29	8	0	18	5	24	0	22	
126	234	5	28	30	0	0	18	5	21	0	22	
127	233	5	24	30	52	0	18	5	18	0	22	

Строка числа		Прибавляемое									
		1		2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
128	232	5	20	31	45	0	18	5	14	0	22
129	231	5	16	32	37	0	18	5	10	0	22
130	230	5	12	33	29	0	18	5	6	0	21
131	229	5	8	34	21	0	18	5	2	0	21
132	228	5	3	35	13	0	17*	4	58	0	21
133	227	4	58	36	5	0	17	4	54	0	20
134	226	4	53	36	58	0	17	4	49	0	20
135	225	4	48	37	50	0	17	4	48*	0	20
136	224	4	43	38	42	0	17	4	41	0	19
137	223	4	38	39	34	0	16	4	36	0	19
138	222	4	33*	40	27*	0	16	4	31	0	19
139	221	4	28	41	18	0	16	4	26	0	18
140	220	4	23	42	11	0	15	4	21	0	18
141	219	4	17	43	3	0	15	4	16	0	18
142	218	4	12	43	55	0	15	4	10	0	17
143	217	4	6	44	47	0	14	4	5	0	17
144	216	4	0	45	39	0	14	4	0	0	17
145	215	3	54	46	28*	0	14	3	54	0	16
146	214	3	48	46	18	0	13	3	49	0	16
147	213	3	42	47	7*	0	13	3	43	0	16
148	212	3	36	48	16	0	13	3	37	0	15
149	211	3	30	48	45*	0	12	3	31	0	15
150	210	3	24	49	34	0	12	3	25	0	15
151	209	3	18	50	53*	0	12	3	19	0	14
152	208	3	11	50	53	0	11	3	18	0	13
153	207	3	5	51	32	0	11	3	13	0	13
154	206	2	59	52	11	0	11	3	7*	0	13
155	205	2	52	52	50	0	10	2*	0	0	12
156	204	2	46	53	29	0	10	2	54	0	12
157	203	2	40	53	57	0	10	2	48	0	12
158	202	2	33	54	24	0	9	2	41	0	11
159	201	2	27	54	49	0	9	2	35*	0	11
160	200	2	20	55	15	0	8	2	29	0	11
161	199	2	14*	55	51	0	8	2	22	0	10
162	198	2	7	56	6	0	7	2	16	0	10
163	197	2	0	56	32	0	7	2	9	0	9
164	196	1	53	57*	58	0	6	1*	2	0	9
165	195	1	46	57	24	0	6	1	55	0	8
166	194	1	39	58*	51	0	6	1	48	0	8
167	193	1	32	58	17	0	5	1	41	0	7
168	192	1	25	59*	42	0	5	1	34	0	7
169	191	1	18	59*	35*	0	4	1	27	0	6
170	190	1	11	59	8	0	4	1	20	0	6

1213

1214

1215

Строка числа		Прибавляемое									
		1		2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
171	189	1	4	59	21	0	4	1	13	0	5
172	188	0	58	60*	34	0	3	0*	6	0	5
173	187	0	51	60*	47	0	3	0*	59	0	4
174	186	0	4	60	0	0	3	0	52	0	4
175	185	0	37	60	0	0	2	0	45	0	3
176	184	0	29	60	0	0	2	0	37	0	3
177	183	0	22	60	0	0	2	0	30	0	2
178	182	0	15	60	0	0	1	0	23	0	2
179	181	0	7	60	0	0	1	0	16	0	1
180	180	0	0	60	0	0	1	0	8	0	0

1216

|| Движение Юпитера

Средний Юпитер в объединенных [годах]								Средний Юпитер в персидских месяцах							
объединенные годы по вре йездигерда с неполным годом	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
430	331*	29	11	24	14	30	14	Урдиби- шихт	2	29	38	52	40	47	4
460	161	50	41	52	20	52	49	Хурдад	4	59	17	45	21	34	9
490	352	12	12	20	27	15	24	Тир	7	28	56	38	2	21	13*
520	182	33*	42	48	33	37	59	Мурдад	9	58	35	30	43	8	18
550	12*	55	13	16	40	0	34*	Шахривар	12	28	14*	23	23	55	22
580	203	16	43	44	46	23	9	Михр	14	57	53	16	4	42	27
610	33	38	14	52	52	45	44	Абан	17	27	32	8	45	29	31
640	223	59	44	40	53	8	18	Азар	20	22	7	30	13	4	27
670	54	21	15	9	5*	30	53*	Дай	22	51	46	22	53	51	31
700	244	42	45	37*	11	53*	28	Бахман	25	21	25	15	34	38	36

Средний Юпитер в объединенных [годах]								Средний Юпитер в персидских месяцах								
объединенные годы по эре Йездгерда с месячным годом	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	
	730	75	4	16	5	18	16		3	Исфандар-маз	27	51	2*	8	15	25
760	265	25*	46	33	24	38	38									
790	95	47	17	1	31	1	13*									
820	286	8	47	29*	37	23	48									

|| Средний Юпитер в подробных [годах]

1217

Под-робные годы	Гра-дусы	Ми-нуты	Се-кунды	Тер-ции	Квар-ты	Квин-ты	Сек-сты	Под-роб-ные годы	Гра-дусы	Ми-нуты	Се-кун-ды	Тер-ции	Квар-ты	Квин-ты	Сек-сты
1	30	20	43	0	56	12	45	16	125	31	28	14	59	24	2
2	60	41	26*	1	52	25	30	17	155	52	11	15	55	36	47
3	91	2	9	2	48	38*	15	18	186	12	54	16	51	49	32
4	121	22	52	3	44	51	0	19	216	33	37	17	48	2	18
5	151	43	35	4	41	3	45	20	246	54	20	18	44	15	3
6	182	4	18	5	37	16	30	21	277	15	3	19	40	27	48
7	212	25	1	6	33	29	16	22	307	35	46	20	36	40	33
8	242	45	44	7	29	42	1	23	337	56	29	21	32	53	18
9	273	6	27	8	25	54	46	24	8	17	12	22	29	6	3
10	303	27	10	9	22	7	31	25	38	37	55	23	25	18	49
11	333	47	53	10	18	20	16	26	68	58	38	24	21	31	34
12	4*	8	36	11	14	33	1	27	99	19	21	25	17	44	19
13	34	29	19	12	10	45	47	28	129	40	4	26	13	57*	4
14	64	50	2	13	6	58	32	23	160	0	47	27	10	9	49
15	95	10	45	14	3	11	17	30	10	21	30	28	6	22	35

|| Средний Юпитер в сутках и их дробях

1218

сутки и дроби	граду-сы	мину-ты	секун-ды	тер-ции	квар-ты	квин-ты	сек-сты	сутки и дроби	граду-сы	ми-нуты	се-кун-ды	тер-ции	квар-ты	квин-ты	сек-сты
1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	24	56	28	46	47	50
2	0	4	59	17	45	21	34	7	0	29	55	46	32	9	24
3	0	9	58	35	30	43	8	8	0	34	55	4	17	30	59
4	0	14	57	53	16	4	42	9	0	39	54	22	2	52	33
5	0	19	57	11	1	26	16	10	0	44	53	39	48	14	7

Средний Юпитер в сутках и их дробях

сутки и дроби	гра- дусы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	сутки и дроби	граду- сы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
11	0	49	52	57	33	35	41	36	2	54	35	21	27	34	55
12	0	54	52	15	18	57	15	37	2	59	34	39	12	56	29
13	0	59	51	33	4	18	49	38	3	4	33	56	58	18	3
14	1	4	50	50	49	40	23	39	3	9	33	14	43	39	37
15	1	9	50	8	35	1	58	40	3	14	32	32	29	1	12
16	1	14	49	26	20	23	32	41	3	19	31	50	14	22	46
17	1	19	48	44	5	45	6	42	3	24	31	7	54	44	20
18	1	24	48	1	51	6	40	43	3	29	30	24	45	5	54
19	1	29	47	19	36	28	14	44	3	34	29	43	30	27	28
20	1	34	46	37	21	49	48	45	3	39	29	1	15	49	2
21	1	39	45	55	7	11	23	46	3	44	28	19	1	10	36
22	1	44	45	12	52	32	57	47	3	49	27	36	46	32	11
23	1	49	44	30	37	54	31	48	3	54	27	54	54	53	46
24	1	54	43	48	23	16	5	49	3	59	26	12	17	15	19
25	1	59	43	6	8	37	39	50	4	4	25	30	2	35	53
26	2	4	42	23	53	59	13	51	4	9	24	47	47	58	27
27	2	9	41	41	39	20	47	52	4	14	24	5	33	20	1
28	2	14	40	59	24	42	21	53	4	19	23	23	18	41	34
29	2	19	40	17	10	3	56	54	4	24	22	41	4	3	10
30	2	24	39	34	55	25	30	55	4	29	21	58	49	24	44
31	2	29	38	52	40	47	4	56	4	34	21	16	34	46	18
32	2	34	38	10	26	8	38	57	4	39	20	34	20	7	52
33	2	39	37	28	11	30	12	58	4	44	19	52	5	29	26
34	2	44	36	45	56	51	46	59	4	49	19	9	50	51	0
35	2	49	36	3	42	13	21	60	4	54	18	27	36	12	35

1219

1220

|| Уравнение Юпитера

Строка числа	1		Вычитаемое 2		3		4		5		
	граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
1	359	0	6	60	0	0	1	0	10	0	1
2	353	0	11	60	0	0	1	0	20	0	1
3	357	0	16	60	0	0	1	0	30	0	1

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
4	356	0	21	60	0	0	1	0	39	0	1
5	355	0	26	60	0	0	2	0	49	0	2
6	354	0	31	60	0	0	2	0	58	0	2
7	353	0	37	59	50	0	3	1	8	0	2
8	352	0	42	59	40	0	3	1	18	0	3
9	351	0	47	59	30	0	3	1	27	0	3
10	350	0	52	59	20	0	3	1	37	0	3
11	349	0	57	59	10	0	4	1	46	0	4
12	348	1	2	59	0	0	4	1	56	0	4
13	347	1	8	58	50	0	5	2	5	0	5
14	346	1	13	58	39	0	5	2	15	0	5
15	345	1	18	58	28	0	6	2	24	0	6
16	344	1	23	58	18	0	6	2	33	0	6
17	343	1	28	58	7	0	7	2	42	0	7
18	342	1	33	57	56	0	7	2	52	0	7
19	341	1	38	57	48	0	7	3	1	0	7
20	340	1	42	57	33	0	8	3	11	0	8
21	339	1	46	57	21	0	8	3	29	0	8
22	338	1	52	57	10	0	8	3	29	0	8
23	337	1	57	56	57	0	9	3	39	0	9
24	336	2	2	56	44	0	9	3	48	0	9
25	335	2	7	56	30	0	9	3	57	0	9
26	334	2	12	56	14	0	10	4	6	0	10
27	333	2	16	55	56	0	10	4	15	0	10
28	332	2	21	55	37	0	10	4	24	0	10
29	331	2	26	55	14	0	11	4	33	0	11
30	330	2	31	54	50	0	11	4	42	0	11
31	329	2	35	54	24	0	11	4	51	0	11
32	328	2	40	53	55	0	12	4	59	0	12
33	327	2	44	53	24	0	12	5	8	0	12
34	326	2	49*	53	24	0	12	5	17	0	12
35	325	2	53	52	20	0	13	5	25	0	13
36	324	2	58	51	48	0	13	5	34	0	13
37	323	3	2	51	40	0	13	5	42	0	13
38	322	3	7	50	21	0	14	5	51	0	14
39	321	3	11	49	39	0	14	5	59	0	14
40	320	3	15	48	58	0	14	6	8	0	14
41	319	3	19	48	17	0	15	6	17	0	15
42	318	3	24	47	35	0	15	6	25	0	15
43	317	3	28	46	54	0	15	6	33	0	15
44	316	3	32	46	13	0	16	6	41	0	16
45	315	3	36	45	32	0	16	6	48	0	16
46	314	3	40	44	50	0	16	6	56	0	17

||

1221

||

1222

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секу- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
47	313	3	44	44	9	0	17	7	4	0	17
48	312	3	47	43	26	0	17	7	12	0	18
1223 49	311	3	51	42	45	0	17	7	19	0	18
50	310	3	54	42	4	0	18	7	27	0	18
51	309	3	58	41	22	0	18	7	34	0	19
52	308	4	1	40	41	0	18	7	42	0	19
53	307	4	5	40	0	0	19	7	49	0	20
54	306	4	8	39	19	0	19	7	57	0	20
55	305	4	11	38	28	0	19	8	4	0	20
56	304	4	14	37	36	0	20	8	11	0	21
57	303	4	17	36	44	0	20	8	57	0	21
58	302	4	20	35	52	0	20	8	24	0	21
59	301	4	23	35	0	0	21	8	30	0	22
60	300	4	26	34	8	0	21	8	37	0	22
1224 61	299	4	29	33	16	0	21	8	43	0	22
62	298	4	31	32	26	0	21	8	50	0	23
63	297	4	34	31	35	0	22	8	56	0	23
64	296	4	37	30	43	0	22	9	2	0	23
65	295	4	39	29	51	0	22	9	8	0	23
66	294	4	42	28	58	0	23	9	14	0	24
67	293	4	44	28	1	0	23	9	19	0	24
68	292	4	47	27	4	0	23	9	25	0	24
69	291	4	49	26	7	0	23	9	20	0	24
70	290	4	51	25	10	0	23	9	36	6	25
71	289	4	53	24	13	0	24	9	41	0	25
72	288	4	55	23	16	0	24	9	46	0	26
73	287	4	57	22	19	0	24	9	51	0	26
74	286	4	58	21	22	0	24	9	55	0	26
75	285	5	0	20	25	0	24	10	0	0	27
76	284	5	2	19	28	0	24	10	4	0	27
77	283	5	3	18	31	0	25	10	9	0	27
78	282	5	4	17	34	0	25	10	13	0	28
1225 79	281	5	5	16	33	0	25	10	17	0	28
80	280	5	7	15	31	0	25	10	20	0	28
81	279	5	8	14	29	0	25	10	24	0	29
82	278	5	9	13	27	0	25	10	23	0	29
83	277	5	10	12	25	0	25	10	31	0	29
84	276	5	11	11	23	0	26	10	35	0	30
85	275	5	11	10	16	0	26	10	38	0	30
86	274	5	12	9	9	0	26	10	40	0	30
87	273	5	13	8	2	0	26	10	43	0	30
88	272	5	14	6	55	0	26	10	46	0	31
89	271	5	14	5	48	0	26	10	48	0	31

Строка числа	1		Вычитаемое 2		3		4		5		
	граду-сы	минуты	минуты	секун-ды	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты	
90	270	5	15	4	40	0	26	10	51	0	31
91	269	5	15	3	29	0	26	10	53	0	31
92	268	5	15	2	15	0	27	10	55	0	31
93	267	5	15	1	8	0	27	10	56	0	31
94	266	5	15	0	40	0	27	10	58	0	31
Прибавляемое											
95	265	5	15	1	33	0	27	10	59	0	32
96	264	5	15	2	37	0	27	11	0	0	32
97	263	5	14	3	21	0	27	11	0	0	32
98	262	5	14	4	15	0	27	11	1	0	32
99	261	5	14	5	9	0	27	11	2	0	32
100	260	5	13	6	14	0	27	11	2	0	32
101	259	5	13	7	20	0	28	11	3	0	32
102	258	5	12	8	26	0	28	11	3	0	32
103	257	5	12	9	31	0	28	11	1	0	33
104	256	5	11	10	37	0	28	11	1	0	33
105	255	5	10	11	43	0	28	11	1	0	33
106	254	5	9	12	48	0	28	11	1	0	33
107	253	5	7	13	54	0	29	11	5	0	33
108	252	5	6	14	59	0	29	11	59	0	33
109	251	5	4	15	57	0	29	10	57	0	33
110	250	5	3	16	53	0	29	10	55	0	33
111	249	5	1	17	49	0	29	10	53	0	33
112	248	4	59	18	45	0	29	10	51	0	34
113	247	4	57	19	41	0	30	10	48	0	34
114	246	4	55	20	37	0	30	10	45	0	34
115	245	4	52	21	34	0	30	10	41	0	34
116	244	4	49	22	30	0	30	10	38	0	34
117	243	4	46	23	26	0	30	10	35	0	34
118	242	4	45	24	22	0	30	10	31	0	34
119	241	4	43	25	18	0	30	10	23	0	34
120	240	4	41	26	15	0	30	10	24	0	34
121	239	4	38	27	30	0	29	10	20	0	34
122	238	4	36	28	0	0	29	10	15	0	33
123	237	4	33	28	54	0	29	10	10	0	33
124	236	4	29	29	45	0	29	10	5	0	33
125	235	4	26	30	38	0	29	9	59	0	33
126	234	4	23	31	32	0	29	9	54	0	33
127	233	4	19	32	31	0	28	9	48	0	33
128	232	4	16	33	31	0	28	9	42	0	32
129	231	4	13	34	31	0	28	9	36	0	32
130	230	4	9	35	30	0	28	9	30	0	32
131	229	4	5	36	30	0	28	9	23	0	32

1226

1227

1228

Строка числа	1		Прибавляемое 2		3		4		5		
	граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
132	228	4	1	37	30	0	28	9	16	0	32
133	227	3	57	38	27	0	27	9	9	0	31
134	226	3	54	39	23	0	27	9	1	0	31
135	225	3	50	40	19	0	27	8	54	0	31
136	224	3	46	41	15	0	26	8	46	0	30
137	223	3	42	42	11	0	26	8	38	0	30
138	222	3	38	43	7	0	26	8	30	0	30
1229 139	221	3	34	43	56	0	28	8	22	0	29
140	220	3	29	44	43	0	25	8	13	0	29
141	219	3	25	45	28	0	25	8	4	0	28
142	218	3	21	46	23	0	24	7	55	0	28
143	217	3	17	47	17	0	24	7	46	0	27
144	216	3	13	47	4	0	23	7	36	0	27
145	215	3	8	48	49	0	23	7	26	0	26
146	214	3	4	49	27	0	22	7	16	0	26
147	213	2	59	49	5	0	22	7	6	0	25
148	212	2	55	50	42	0	22	6	56	0	25
149	211	2	50	50	20	0	21	6	45	0	24
150	210	2	51	51	57	0	21	6	34	0	24
1230 151	209	2	40	52	2	0	20	6	23	0	22
152	208	2	35	52	30	0	20	6	10	0	22
153	207	2	30	52	58	0	19	6	0	0	21
154	206	2	25	53	26	0	19	5	48	0	21
155	205	2	20	53	54	0	18	5	37	0	20
156	204	2	15	54	22	0	17	5	24	0	19
157	203	2	9	54	51	0	17	5	12	0	18
158	202	2	4	55	19	0	16	4	59	0	17
159	201	1	59	55	47	0	15	4	47	0	17
160	200	1	54	56	12	0	15	4	34	0	14
161	199	1	49	56	35	0	15	4	22	0	16
162	198	1	44	56	56	0	13	4	9	0	15
163	197	1	38	57	13	0	12	3	56	0	14
164	196	1	32	57	28	0	11	3	43	0	14
165	195	1	27	57	40	0	11	3	29	0	13
166	194	1	22	57	50	0	10	3	16	0	12
167	193	1	16	57	59	0	10	3	3	0	11
168	192	1	11	58	8	0	9	2	41	0	10
1231 169	191	1	5	58	18	0	9	2	35	0	9
170	190	0	59	58	27	0	8	2	21	0	8
171	189	0	53	58	36	0	7	2	7	0	8
172	188	0	48	58	46	0	7	1	53	0	7
173	187	0	42	58	55	0	6	1	39	0	6
174	186	0	36	59	4	0	5	1	25	0	5

Строка числа		1		Прибавляемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
175	185	0	30	59	14	0	5	1	11	0	4
176	184	0	24	59	23	0	4	0	57	0	4
177	183	0	18	59	32	0	3	0	43	0	3
178	182	0	12	59	42	0	2	0	29	0	2
179	181	0	6	59	51	0	1	0	15	0	1
180	180	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0

|| Движение Марса

1232

Средний Марс в объединенных [годах]								Средний Марс в персидских месяцах							
объединенные годы по эре Йездигерда с неполным годом	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
430	293	21	57	1	27	13	59	Урдиби- хишт	15	43	20	45	47	54	30
460	272	3	15	37	54	31	50	Хурдад	31	26	41	31	35	49	1
490	250	44	34	14	21	9	41	Тир	47	10	2	17	23	43	32
520	229	25	52	50	47	47	33	Мурдад	62	53	23	3	11	38	3
550	208	7	11	26	14	25	24	Шахривар	78	36	43	48	59	32	34 ¹
580	186	48	30	3	41	3	15	Михр	94	20	4	34	47	27	5
610	165	29	48	40	7	41	6	Абан	110	3	25	20	35	21	36
640	144	11	7	16	44	18	58	Азар	128	23	59	34	1	15	12
670	122	52	25	13	0	57	49	Дай	144	7	20	19	49	9	42
700	101	33	44	29	26	34	40	Бахман	159	50	41	5	37	4	43
730	80	15	3	5	54	12	31	Исфандар- маз	195	34	1	51	25	58	44
760	58	56	21	42	20	50	23								
790	37	37	40	18	47	23	14								
820	16	18	18	55	14	6	5								

1233

|| Средний Марс в подробных [годах]

Под- робные годы	Граду- сы	Мину- ты	Се- кунды	Тер- ции	Квар- ты	Квин- ты	Сек- сты	Под- роб- ные годы	Гра- дусы	Ми- нуты	Се- кун- ды	Тер- ции	Квар- ты	Квин- ты	Сек- сты
1	191	17	22	37	12	53	15	16	180	31	1	55	26	12	11
2	22	34	45	14	25	46	31	17	11	55	24	32	39	5	26
3	213*	52	7	51	38	39	47	18	203	12	47	9	51	58	42
4	45	9	30	28	51	33	2	19	34	30	9	47	4	51	58
5	236	26	53	6	4	26	18	20	225	46	32	24	17	45	14
6	67*	44	15	43	17	19	34	21	57	4	55	1	30	38	29
7	259	1	38	20	30	12	49	22	248	22	16	38	43	31	45
8	90	19	0	57	43	6	5	23	79	39	40	15	56	25	1
9	281	36	23	34	55	59	21	24	270	57	2	53	9	18	16
10	112	53*	46	12	8	52	37	25	102	14	25	30	22	11	32
11	304	11	8	49	21	45	52	26	293	31	48	7	35	4	48
12	135	28	31	26	34	39	8	27	124	49	10	44	47	58	4
13	326	45	54	3	47	32	29	28	316*	6	33	22	0	51	19
14	158	3	16*	41	0	25	39	29	147	23	55	59	13	44	35
15	349	20	39	18	13	18	55	30	338	41	18	36	26	37	51

1234

Средний Марс в сутках и их дробях

сутки и дроби	граду- сы	мину- ты	секун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	сутки и дроби	граду- сы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
1	0	0	0	0	0	0	0	22	11*	0	20	32	3	32	9
2	0	31	26	41	31	35	40	23	11	31	47	13	35	7	58
3	1	2	53	23	3	11	38	24	12	3	13	55	6	43	47
4	1	34	20	4	34	47*	27	25	12	34	40	36	38	19	36
5	2	5	46	46	6	23	16	26	13	6	7	18	9	55	25
6	2	37	13	27	37	59	5	27	13	37	33	59	14	31	14
7	3	8	40	9	9	34	54	28	14	9	0	41	13	7*	3
8	3	40*	6	50	41	10	43	29	14	40	27	22	44	42	52
9	4	11	33	32	12	46	32	30	15	11	54	4	16	18	41
10	4	43	0	13	44	22	21	31	15	43	20	45	47	54	30
11	5	14	26	55	15	58	10	32	16	14	47	27	19	30	19
12	5	45	53	36*	47	33	59	33	16	46	14	8	51	6	8
13	6	17	20	18	19	9	48	34	17	17	40	50*	22	41	57
14	6	48	46	59	50	45	37	35	17	49	7	31*	54	17	46*
15	7	20	13	41	22	21	26	36	18	20	34	13	25	53*	35*
16	7	51	40	22	53*	57	15	37	18	52	0	54	57*	29	24
17	8	23	7	4*	25	33	4	38	19	23	27	36	29	5	13
18	8	54	33	45	57	8	53	39	19	54	54	18	0	41	2
19	9	26	0	27	28	44	42	40	20	26	20	59	32	16	51
20	9	57	27	9	0	20	31	41	20	57	47	41	3	52	40
21	10	28	53	50*	31	56	20	42	21	29	14	22	35	28	29

1235

Средний Марс в сутках и их дробях															
сутки и дробь	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	сутки и дробь	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
43	22	0	41	4	7	4	18	52	26	43	41	17	51*	26	40
44	22	32	7	45	38	40	7	53	27	15	7	59	23	2	29
45	23	3	34	27*	10	15	56	54	27	46	34*	40	54	38	18
46	23	35	1	8	41	51	45	55	28	18	1	22	26	14	6*
47	24	6	27	50	13	27	34	56	28	49	28	3	57	49	56
48	24	37	54	31	45	3	23	57	29	20	54	49	29	25	45
49	25	9	21	13	16	39	12	58	29	52	21	27	1	1	34
50	25	40	47	54	48	15	1	59	30	23	48	8	32	37	23
51	26	12	14	36	19	50	51	60	30	55	14	50	4	13	12

|| Уравнение Марса

1236

Строка числа	1		2		3		4		5	
	градусы	минуты	минуты	секунды	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты
1	359	0	11	60	0	0	0	24	0	1
2	358	0	22	59	59	0	2	48	0	3
3	357	0	32	59	58	0	3	12*	0	4
4	356	0	43	59	57	0	5	36	0	6
5	355	0	54	59	55	0	6	0	0	7
6	354	1	5	59	53	0	8	24	0	9
7	353	1	16	59	46	0	9	48	0	10
8	352	1	26	59	38	0	11	12	0	12
9	351	1	37	59	29	0	12	35	0	13
10	350	1	48	59	20	0	14	59	0	15
11	349	1	59	59	10	0	15	4	23	16
12	348	2	10	58	59	0	16	4	46	18
13	347	2	20	58	48	0	17	5	10	20
14	346	2	31	58	37	0	19	5	34	21
15	345	2	41	58	26	0	20	5	57	23
16	344	2	52	58	15	0	22	6	21	24
17	343	3	2	58	3	0	23	6	45	26
18	342	3	13	57	51	0	24	7	8	28
19	341	3	23	57	40	0	26	7	32	29
20	340	3	34	57	28	0	27	7	57	31
21	339	3	45*	57	16	0	29	8	19	33
22	338	3	55	57	4	0	31	8	43	34
23	337	4	5	56	51	0	32	9	7	36
24	336	4	16	56	36	0	33	9	30	37
25	335	4	26	56	19	0	35	9	54	39

1237

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
26	334	4	36	56	0	0	37	10	17	0	40
27	333	4	46	55	40	0	37*	10	41	0	42
28	332	4	54*	55	19	0	39	11	4	0	43
29	331	5	6	55*	57	0	40	11	28*	0	45
30	330	5	15*	55*	34	0	42	11	51	0	46*
1238	31	5	25	54	9	0	43	12	15	0	48
32	328	5	35	53	44	0	45	12	38	0	49
33	327	5	44	53	19	0	46	13	2	0	51
34	326	5	54	52	54	0	48	13	25	0	52
35	325	6	3	52	29	0	49	13	49	0	54
36	324	6	13	52	4	0	51	14	11	0	56
37	323	6	22	51	39	0	53	14	34	0	57
38	322	6	31	51	14	0	54	14	57	1	59
39	321	6	40	50	49	0	56	15	20	1	0
40	320	6	49	50	23	0	57	15	43	1	2
41	319	6	58	49	56	0	59	16	7	1	5
42	318	7	7	49	28	1	0	16	21	1	6
43	317	7	15	48	57	1	2	16	52	1	7
44	316	7	24	48	24*	1	3	17	15	1	9
45	315	7	33	47	53	1	5*	17	38	1	10
46	314	7	41	47	21	1	7	18	1	1	12
47	313	7	48	46	49	1	8	18	24	1	14
48	312	7	56	46	17	1	9	18	46	1	16
1239	49	8	3	45	43	1	11	19	9	1	18
50	310	8	11	45	8	1	13	19	31	1	20
51	309	8	19	44	31	1	14	19	54	1	22
52	308	8	27	43	51	1	16	20	16	1	24
53	307	8	34	43	11	1	17	20	38	1	26
54	306	8	42	42	30	1	18	21	0	1	28
55	305	8	49	41	47	1	20	21	22	1	30
56	304	8	56	41	4	1	21	21	44	1	32
57	303	9	3	40	23	1	23	22	6	1	34
58	302	9	10	39	36	1	25	22	28	1	36
59	301	9	17	38	52	1	26	22	50	1	38
60	300	9	24	38	8*	1	27	23	13	1	40
1240	61	9	30	37	24	1	28*	23	34	1	42
62	298	9	36	36	39	1	30	23	56	1	44
63	297	9	42	35	53	1	32	24	18	1	46
64	296	9	48	35	5	1	34	24	39	1	48
65	295	9	54	34	16	1	35	25	1	1	51
66	294	10	0	33	26	1	37	25	22	1	53
67	293	10	5	32	35	1	38	25	44	1	55
68	292	10	10	31	44	1	40	26	5	1	57

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
69	291	10	15	30	53	1	42	26	26	2	0
70	290	10	19	30	2	1	44	26	47	2	2
71	289	10	24	29	11	1	46	27	8	2	4
72	288	10	29	28	20	1	49	27	29	2	6
73	287	10	33	27	27	1	51	27	50	2	8
74	286	10	37	26	33	1	53	28	10	2	11
75	285	10	41	25	38	1	55	28	31	2	13
76	284	10	41	24	42	1	57	28	51	2	15
77	283	10	49	23	45	1	59	29	12	2	16
78	282	10	53	22	46	2	1	29	32	2	19
79	281	10	56	21	47	2	4	29	52	2	22
80	280	11	0	20	46	2	6	30	12	2	24
81	279	11	3	19	44	2	8	30	32	2	26
82	278	11	6	18	42	2	10	30	51	2	28
83	277	11	9	17	38	2	12	31	11	2	31
84	276	11	12	16	33	2	14	31	30	2	33
85	275	11	14	15	25	2	17	31	49	2	36
86	274	11	16	14	16	2	19	32	8	2	37
87	273	11	17	13	10	2	21	32	26	2	39
88	272	11	19	12	6	2	24	32	45	2	41
89	271	11	20	11	5	2	26	33	4	2	43
90	270	11	21	10	4	2	28	33	22	2	45*
91	269	11	22	8	54	2	31	33	40	2	49
92	268	11	23	7	44	2	33	33	47	2	53
93	267	11	24	6	34	2	35	33	55	2	57
94	266	11	25	5	23	2	38	34	32	3	0
95	265	11	25	4	13	2	40	34	49	3	3
96	264	11	25	3	3	2	42	35	6	3	6
97	263	11	24	1	50	2	45	35	23	3	9
98	262	11	24	0	0	2	47	35	39	3	12
Прибавляемое											
99	261	11	23	0	5	2	49	35	56	3	15
100	260	11	22	1	8	2	51	36	12	3	18
101	259	11	21	2	11	2	54	36	27	3	22
102	258	11	20	3	13	2	56	36	43	3	25
103	257	11	18	4	9	2	59	36	58	3	29
104	256	11	17	5	5	3	1	37	15	3	32
105	255	11	15	6	1	3	4	37	27	3	36
106	254	11	13	6	57	3	7	37	42	3	40
107	253	11	11	7	13	3	10	37	56	3	43
108	252	11	9	8	49	3	13	38	9	3	47
109	251	11	6	9	47	3	16	38	23	3	51
110	250	11	3	10	46	3	19	37	38	3	54

1241

1242

1243

Строка числа	1		Прибавляемое 2		3		4		5		
	граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
111	249	11	0	11	44	3	22	38	48	3	58
112	248	10	56	12	42	3	25	38	59	4	2
113	247	10	53	13	40	3	28	39	11	4	5
114	246	10	49	14	38	3	32	39	24	4	9
115	245	10	45	15	36	3	35	39	35	4	13
116	244	10	41	16	35	3	39	39	45	4	17
117	243	10	37	17	33	3	43	39	56	4	21
118	242	10	32	18	31	3	46	40	7	4	25
119	241	10	26*	19	29	3	50	40	17	4	29
120	240	10	22	20	27	3	54	40	28	4	35*
121	239	10	17	21	28	3	53	40	34	4	40
122	238	10	11	22	31	4	1	40	39	4	45
123	237	10	6	23	35	4	4	40	44	4	50
124	236	10	0	24	39	4	7	40	49	5	55
125	235	9	54	25	41	4	10	40	54	5	0
126	234	9	48	26	42	4	14	40	59	5	5
127	233	9	42	27	38	4	17	41	2	5	11
128	232	9	36	28	34	4	20	41	5	5	16
129	231	9	29	29	31	4	24	41	6	5	21
130	230	9	21	30	28	4	28	41	7	5	26*
131	229	9	13	31	24	4	31	41	8	5	31
132	228	9	5	32	20	4	35	41	9	5	37
133	227	8	57	33	16	4	38	41	8	5	43
134	226	8	49	34	12	4	41	41	5	5	49
135	225	8	41	35	9	4	45	41	2	5	45
136	224	8	32	36	5	4	48	40	58	6	2
137	223	8	23	37	0	4	52	40	52	6	8
138	222	8	14	37	53	4	46	40	45	6	14
139	221	8	5	38	48	5	0	40	37	6	21
140	220	7	55	39	24	5	4	40	27	6	27
141	219	7	46	40	35	5	7	40	16	6	34
142	218	7	37	41	29	5	10	40	5	6	40
143	217	7	27	42	21	5	14	39	52	6	46
144	216	7	18	43	12	5	18	39	37	6	53
145	215	7	7	43	57	5	21	39	20	6	59
146	214	6	57	44	42	5	25	39	1	7	6
147	213	6	46	45	26	5	28	38	40	7	12
148	212	6	36	46	10	5	30	38	18	7	18
149	211	6	26	46	55	5	32	37	53	7	24
150	210	6	46	46	39	5	32	37	25	7	30
151	209	6	5	48	25	5	36	36	56	7	35
152	208	5	54	49	10	5	37	36	25	7	40
153	207	5	43	49	54	5	38	35	52	7	45

Строка числа		1		2		3		4		5	
		граду-сы	минуты	минуты	секун-ды	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты
154	206	5	31	50	33	5	38	35	16	7	49
155	205	5	20	51	20	5	38	34	36	7	54
156	204	5	8	52	1	5	38	33	13	7	58
157	203	4	57	52	37	5	36	33	5	8	0
158	202	4	45	53	12	5	36	32	20	8	2
159	201	4	33	53	47	5	34	31	30	8	4
160	200	4	20	54	22	5	30	30	37	8	2
161	199	4	8	54	57	5	24	29	38	8	0
162	198	3	55	55	22	5	18	28	35	7	58
163	197	3	43	55	56	5	11	27	28	7	55
164	196	3	30	56	20	5	3	26	17	7	51
165	195	3	18	56	44	4	12	25	3	7	47
166	194	3	5	57	8	4	42	23	46	7	40
167	193	2	52	57	32	4	31	22	27	7	26
168	192	2	39	57	55	4	18	21	0	7	6
169	191	2	26	58	14	4	4	19	32	6	45
170	190	2	12	58	32	3	49	18	0	6	23
171	189	1	59	58	49	3	32	16	25	5	59
172	188	1	46	59	8	3	12	14	45	5	28
173	187	1	33	59	24	2	40	13	2	4	56
174	186	1	20	59	33	2	26	11	15	4	26
175	185	1	7	59	42	2	4	9	25	3	35
176	184	0	53	59	49	1	40	6	35	2	46
177	183	0	40	59	52	1	16	4	45	2	1
178	182	0	27	59	54	0	51	3	50	1	16
179	181	0	13	59	57	0	26	1	35	0	35
180	180	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0

1247

|| Движение Венеры

1248

Объединенные го-ды по эре Йезид-герда	Аномалия Венеры в объединенных [годах]							Аномалия Венеры в персидских месяцах							
	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
400	262*	12	10	4	23	13	59	Фарвардин	0	0	0	0	0	0	0
430	172	58*	24	21	46	13	59	Урдиби-хшт	18	29	42*	56	35	44	0
460	83	44	38	39	8	13	59	Хурдад	36	59	25	53	11	28	0

Аномалия Венеры в объединенных [годах]								Аномалия Венеры в персидских месяцах							
объединенные го- ды по эре Йесди- герда	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
520	265*	17	7	13	59	14	59	Мурдад	73	48	51	46	22	56	0
550	176	3	21	31	16	13	59	Шахривар	92	28	34*	42	18	40	0
580	86	49	35	48	39	13	59	Михр	110	58	17	39	34	24	0
610	357	35	50	6	2	13	59	Абан	128	28	0	36	10	8	0
640	268	22	4	23	24	13	59	Азар	151	2	40	42	11	49	20
670	179	8	18	40	47	13	59	Дай	169	32	23	38	47	33	20
700	109	54	32	18	10	13	59	Бахман	188*	7	6	35	23	17	20
730	0	40	47	15	32	13	59	Исфандар- маз	206*	31	49	31	59	1	20
760	271	27	1	32	54	13	59								
790	182	13	15	50	18	13	59								
820	92	59	30	7	40	13	59								

1249||

Аномалия Венеры в подробных [годах]															
подроб- ные годы	граду- сы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	под- роб- ные годы	граду- сы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
1	225	1	32	28	34	45	20	12	180	18	29	42	57*	4	0
2	90	3	4	57	9	30	40	13	45	20	2	11	31	49*	20
3	315*	4	37	25	44	16	0	14	270	21	34	40	6	34	40
4	180	6	9*	54	19	1	20	15	135	23	7	8	41	20	0
5	45	7	42	22	53	46	40	16	0	24	39	37	16*	5	20
6	270	9	14	51	28	32	0	17	225	26	12	5	50	50	40
7	135	10	47	20	3	17	20	18	90	27	44	34	25	36	0
8	0	12	19	48	38	2	40	19	315*	29	17	3*	0	21	20
9	225	13	52	17	12	48	0	20	180	30	49	31	35	6	40
10	90	15	24	45	47	33	20	21	45	32	22	0	9	52	0
11	315*	16	57	14	22	18	40	22	270	33	54	28	44	37	20

Аномалия Венеры в подробных [годах]															
под- робные годы	гра- дусы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты	под- роб- ные годы	гра- дусы	ми- нуты	се- кун- ды	тер- ции	квар- ты	квин- ты	сек- сты
23	135	35	26	57	19	32	40	27	315*	41	36	51	38	24	0
24	0	36	59	25	54*	8	0	28	180	43	9	20	13	9	20
25	225	38	31	54*	28	53*	20	29	45	44	41	48	47*	54	40
26	90	40	4	23	3	38	40	30	270	46	14	17	22	40	0

|| Аномалия Венеры [в сутках и дробях]

1250

Сутки и дроби	Гра- дусы	Ми- нуты	Се- кун- ды	Тер- ции	Квар- ты	Квин- ты	Сек- сты	Сутки и дроби	Гра- дусы	Ми- нуты	Се- кун- ды	Тер- ции	Квар- ты	Квин- ты	Сек- сты
1	0	0	0	0	0	0	0	31	18	17*	42	45*	46*	44	0
2	0	36	59	25	53	11	28	32	18*	54*	42	11*	39*	55	28
3	1	13	58	51	46	22	56	33	19	31*	41	37*	33*	6	56
4	1	50	58	17	39	34	24	34	20	8*	41	3*	26*	18	24
5	2	27*	57	43	32	45	52	35	20	45*	40	20*	19*	29	52
6	3	4	57	9	25	57	20	36	21	22*	39*	55*	12*	41	20
7	3	41	56	35	18	8	48	37	21*	59*	39	21*	5*	52	48
8	4	18*	56	1	11*	20*	16	38	22	36*	38	46*	59*	4	16
9	4	55*	55	27	8*	31	44	39	23	13*	38	12*	52*	15	44
10	5	32	54*	53*	11*	43	12	40	23*	49*	37	38*	45*	27*	12
11	6	9	54	19*	4*	54	40	41	24	26*	37	4*	38*	38*	40
12	6	46	53	44	57*	6	8	42	25	13*	36	30*	31*	50*	8
13	7	23	53	10	50*	17	36	43	25	50*	35*	56*	25*	1*	36
14	8	0	52	36	43*	29	4	44	26	27*	35	22*	18*	13*	4
15	8	37	52	2	36*	40	32	45	27*	4*	34	48*	11*	24*	32
16	9	14	51	28	29*	52*	0	46	27	44	34	14*	5*	36*	0
17	9	41	50	54	22*	3	28	47	28	21	33	50	57*	47	28
18	10	18*	50	20	15*	14	56	48	28	58	33	16	50*	58	56
19	11	55*	49	45	8*	26	24	49	29	35	32	42	44*	10	24
20	11	32*	49	11	1*	37	52	50	30	12	32	8	37*	21	52
21	12	9*	48	36*	54*	49	20	51	30	49	31	34	30*	33	20
22	12	46*	48	2*	48*	0	48	52	31	26	31	0	23*	44	48
23	13	23*	47	28*	41*	12	16	53	32	3	30	26	16*	56	16
24	14	0*	46	54*	34*	23	44	54	32	40	29	52*	10*	7	44
25	14	36*	46	20*	27*	35	12	55	33	17	29	18*	4*	19	12
26	15	12*	45	46*	20*	46	40	56	33	54	28	43	57*	30	40
27	15*	49*	45	12*	13*	58	8	57	34	31	28	9	50*	42	8
28	16	26*	44	38	7*	9	36	58	35	8	27	35	43*	53	36
29	17	3*	44	4	0*	21	4	59	35	45*	27*	1	37*	5	4
30	17	40*	43	29*	53*	32	32	60	36	22	26	27*	30*	16	32

1251

1252

|| Уравнение Венеры

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5		
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
1	359	0	3	60	0	0	0	0	26	0	1	
2	358	0	5	59	52	0	1	0	51	0	1	
3	357	0	8	59	42	0	1	1	16	0	1	
4	356	0	10	59	31	0	1	1	41	0	2	
5	355	0	13	59	21	0	1	2	6	0	2	
6	354	0	15	59	10	0	1	2	31	0	2	
7	353	0	17	59	0	0	2	2	56	0	3	
8	352	0	20	58	48	0	2	3	21	0	3	
9	351	0	22	58	36	0	2	3	46	0	3	
10	350	0	24	58	24	0	2	4	11	0	4	
11	349	0	27	58	11	0	3	4	36	0	4	
12	348	0	29	57	59	0	3	5	1	0	4	
13	347	0	32	57	46	0	3	5	26	0	5	
14	346	0	34	57	34	0	4	5	51	0	5	
15	345	0	36	57	21	0	4	6	16	0	5	
16	344	0	39	57	8	0	4	6	41	0	6	
17	343	0	41	56	54	0	5	7	6	0	6	
18	342	0	43	56	40	0	5	7	31	0	6	
1253	19	341	0	45	56	25	0	5	7	56	0	7
20	340	0	48	56	9	0	6	8	21	0	7	
21	339	0	50	55	52	0	6	8	46	0	7	
22	338	0	53	55	35	0	6	9	11	0	8	
23	337	0	55	55	18	0	7	9	36	0	8	
24	336	0	58	55	0	0	7	10	1	0	8	
25	335	1	0	54	41	0	7	10	25	0	9	
26	334	1	3	54	20	0	8	10	50	0	9	
27	333	1	5	54	0	0	8	11	15	0	9	
28	332	1	7	53	39	0	8	11	40	0	9	
29	331	1	9	53	17	0	9	12	5	0	10	
30	330	1	11	52	58	0	9	12	30	0	10	
1254	31	329	1	13	52	32	0	9	12	55	0	10
32	328	1	15	51	59	0	10	13	20	0	11	
33	327	1	17	51	49	0	10	13	44	0	11	
34	326	1	19	50	52	0	10	14	9	0	11	
35	325	1	21	50	35	0	11	14	34	0	12	
36	324	1	23	49	58	0	11	14	50	0	12	
37	323	1	25	49*	20	0	11	15	13	0	12	
38	322	1	27	48	43	0	12	15	23	0	13	
39	321	1	29	48*	5	0	12	15	46	0	13	
40	320	1	31	47	28	0	12	16	12	0	13	
41	319	1	33	46	50	0	13	16	35	0	14	
42	318	2	35	46*	18	0	13	17	1	0	14	

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
43	317	1	37	45	36	0	13	17	25	0	14
44	316	1	39	44	59	0	14	17	50	0	15
45	315	1	40	44*	21	0	14	18	14	0	15
46	314	1	42	43	43	0	14	18	39	0	15
47	313	1	44	43*	5	0	15	19	8	0	16
48	312	1	46	42	15	0	15	19	27	0	16
49	311	1	48	41	25	0	15	19	51	0	16
50	310	1	50	40	35	0	16	20	15	0	17
51	309	1	52	39	45	0	16	20	39	0	17
52	308	1	53	38	55	0	17	21	3	0	17
53	307	1	55	38*	5	0	17	21	27	0	18
54	306	1	56	37	11	0	18	21	51	0	18
55	305	1	58	36	14	0	18	22	15	0	18
56	304	1	59	35	23	0	18	22	39	0	19
57	303	2	0	34	29	0	19	23	3	0	19
58	302	2	1	33	35	0	19	23	27	0	19
59	301	2	2	32	25	0	20	23	51	0	20
60	300	2	3	31	40	0	20	24	14	0	20
61	299	2	5	30	48	0	20	25	2	0	21
62	298	2	6	29	55	0	21	25	25	0	21
63	297	2	7	29	1	0	21	25	48	0	22
64	296	2	8	28	7	0	21	26	11	0	22
65	295	2	9	27	12	0	22	26	44	0	22
66	294	2	10	26	15	0	22	26	57	0	23
67	293	2	11	25	17	0	22	27	20	0	23
68	292	2	12	24	18	0	23	27	43	0	23
69	291	2	13	23	20	0	23	28	6	0	24
70	290	2	15	22	21	0	23	28	29	0	24
71	289	2	15	21	23	0	24	28	52	0	25
72	288	2	16	20	24	0	24	29	14	0	25
73	287	2	16	19	26	0	25	29	37	0	25
74	286	2	17	18	28	0	25	29	59	0	26
75	285	2	18	17	30	0	25	30	21	0	26
76	284	2	18	16	32	0	26	30	43	0	27
77	283	2	19	15	34	0	26	31	5	0	27
78	282	2	19	14	35	0	27	31	27	0	28
79	281	2	20	13	35	0	27	31	49	0	28
80	280	2	20	12	34	0	27	32	11	0	28
81	279	2	21	11	30	0	28	32	33	0	29
82	278	2	21	10	29	0	28	32	55	0	29
83	277	2	22	9	25	0	29	33	17	0	30
84	276	2	22	8	20	0	29	33	38	0	30
85	275	2	22	7	14	0	29	34	0	0	31

1255

1256

1257

Строка числа	1		Вычитаемое 2		3		4		5		
	граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
86	274	2	23	6	3	0	30	34	21	0	31
87	273	2	23	5	1	0	30	34	42	0	32
88	272	2	23	3	57	0	30	35	3	0	32
89	271	2	24	2	47	0	31	35	24	0	32
90	270	2	24	1	40	0	31	35	44	0	33
1258 91	269	2	24	0	17	0	32	36	2	0	34
92	268	2	24	0	14	0	33	36	21	0	35
				Прибавля- емое							
93	267	2	23	1	31	0	33	36	40	0	36
94	266	2	23	2	37	0	34	37	1	0	36
95	265	2	23	3	41	0	35	37	22	0	37
96	264	2	22	4	42	0	35	37	43	0	38
97	263	2	22	5	41	0	36	38	2	0	39
98	262	2	21	6	40	0	37	38	21	0	40
99	261	2	21	7	39	0	38	38	40	0	40
100	260	2	21	8	38	0	39	38	59	0	41
101	259	2	20	9	36	0	40	39	17	0	42
102	258	2	20	10	35	0	40	39	35	0	43
103	257	2	20	11	34	0	41	39	53	0	43
104	256	2	19	12	33	0	42	40	15	0	44
105	255	2	19	13	32	0	42	40	29	0	45
106	254	2	18	14	31	0	43	40	46	0	46
107	253	2	17	15	29	0	44	41	3	0	46
108	252	2	17	16	28	0	45	41	20	0	47
1259 109	251	2	16	17	27	0	45	41	36	0	48
110	250	2	15	18	26	0	46	41	53	0	49
111	249	2	14	19	25	0	47	42	9	0	50
112	248	2	13	20	22	0	48	42	24	0	51
113	247	2	12	21	22	0	48	42	39	0	51
114	246	2	11	22	21	0	49	42	54	0	52
115	245	2	10	23	20	0	50	43	8	0	53
116	244	2	9	24	19	0	51	43	22	0	54
117	243	2	8	25	18	0	52	43	35	0	55
118	242	2	7	26	17	0	52	43	48	0	56
119	241	2	6	27	15	0	53	44	0	0	57
120	240	2	4	28	14	0	54	44	12	0	58
1260 121	239	2	3	29	10	0	55	44	23	0	59
122	238	2	1	30	5	0	56	44	34	0	0
123	237	2	0	31	0	0	57	44	35	1	1
124	236	1	59	31	56	0	58	44	55	1	2
125	235	1	57	32	51	0	59	45	5	1	3
126	234	1	56	33	44	1	0	45	14	1	4

Строка числа		1		Прибавляемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
127	233	1	55	34	36	1	1	45	22	1	5
128	232	1	53	35	27	1	2	45	29	1	6
129	231	1	52	36	18	1	3	45	36	1	7
130	230	1	50	37	9	1	4	45	41	1	8
131	229	1	48	38	0	1	5	45	46	1	9
132	228	1	46	38	50	1	6	45	51	1	10
133	227	1	45	39	36	1	8	45	54	1	11
134	226	1	43	40	24	1	9	45	57	1	13
135	225	1	42	41	11	1	10	45	59	1	14
136	224	1	40	41	58	1	12	45	59	1	16
137	223	1	38	42	45	1	13	45	58	1	17
138	222	1	36	43	32	1	14	45	57	1	18
139	221	1	34	44	16	1	16	45	54	1	20
140	220	1	32	44	59	1	17	45	50	1	21
141	219	1	30	45	42	1	19	45	45	1	22
142	218	1	29	46	25	1	21	45	39	1	24
143	217	1	27	47	8	1	23	45	31	1	26
144	216	1	25	47	51	1	25	45	20	1	27
145	215	1	23	48	27	1	26	45	8	1	29
146	214	1	21	49	2	1	28	44	55	1	30
147	213	1	19	49	37	1	29	44	40	1	32
148	212	1	17	50	13	1	31	44	24	1	34
149	211	1	14	50	43	1	32	44	4	1	36
150	210	1	12	51	23	1	33	43	39	1	38
151	209	1	13	51	51	1	35	43	14	1	39
152	208	1	7	52	19	1	36	42	47	1	41
153	207	1	5	52	46	1	37	42	18	1	43
154	206	1	3	53	14	1	38	41	46	1	45
155	205	1	0	53	41	1	38	41	9	1	46
156	204	0	58	54	5	1	39	40	28	1	48
157	203	0	56	54	32	1	39	39	46	1	49
158	202	0	53	54	55	1	40	38	59	1	50
159	201	0	51	55	18	1	41	38	7	1	51
160	200	0	49	55	42	1	41	37	12	1	51
161	199	0	47	56	5	1	42	36	12	1	52
162	198	0	45	56	26	1	42	35	7	1	52
163	197	0	43	56	47	1	41	33	59	1	52
164	196	0	40	57	8	1	40	32	45	1	51
165	195	0	38	57	28	1	38	31	24	1	50
166	194	0	36	57	48	1	36	30	0	0	48
167	193	0	33	58	7	1	34	28	26	1	46
168	192	0	31	58	27	1	31	26	46	1	43
169	191	0	28	58	38	1	27	25	1	1	38

1261

1262

1263

Строка числа		1		Прибавляемое		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
170	190	0	26	58	50	1	28	23	11	1	33
171	189	0	23	59	1	1	19	21	15	1	27
172	188	0	20	59	13	1	12	19	11	1	16
173	187	0	18	59	25	1	5	17	2	1	13
174	186	0	15	59	36	0	53	14	47	1	5
175	185	0	12	59	40	0	52	12	57	0	55
176	184	0	10	59	44	0	42	10	4	0	45
177	183	0	7	59	48	0	31	7	38	0	35
178	182	0	5	59	52	0	21	6	8	0	24
179	181	0	2	59	56	0	10	2	35	0	2
180	180	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0

1264

|| Движение Меркурия

Аномалия Меркурия в объединенных [годах]								Аномалия Меркурия в персидских месяцах							
объединенные го- ды по эре Йезди- герда	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяцы]	[градусы]	[минуты]	[секунды]	[терции]	[кварты]	[квинты]	[сексты]
430	273*	59	9	2	49	10	51	Урдиби- хишт	93*	12	3	29	47*	55	0
460	92*	20	25	19	18	45	51	Хурдад	186	24	6	59	35*	50	0
490	270	41	41	35	48	20	51	Тир	279	36	10	29	23	45	0
520	89*	2	57	52*	17	55	51	Мурдад	12	48	13	59	11	40	0
550	267*	24	14	8*	47	30	51	Шахривар	0	17	28	59	35	0	0
580	85	45	30	25	17	5	51	Михр	199*	12*	20	58	47*	30	0
610	264	6	46	41	46	40	51	Абан	292	24	24	25	35	25	0
640	82*	28*	2	58*	16	15	51	Азар	41	8	28	33	23*	20*	0
670	260	49	19	14	45	50	51	Дай	134	20	32	3	9*	14	10
700	479	10	35	31	15	25	51	Бахман	227	32	35	32	57	9	10

Аномалия Меркурия в объединенных [годах]								Аномалия Меркурия в персидских месяцах							
объединенные го- ды по эре Йезди- герда	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	[месяца]	[градусы]	[минуты]	[секунды]	[терции]	[кварты]	[квинты]	[сексты]
760	75	53	8	4	14*	35	51								
790	254	14	24	20	44	10	51								
820	72	35	40	37	13	45	51								

Аномалия Меркурия в подробных [годах]															
подробные годы	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	подробные годы	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
2	107	53	25	5	5	58	20	17	197	4	3	13	20	45	50
3	161	50	7	37	38*	57	30	18	251	0	45	45	53*	45	0
4	215	46	50	10	11	56	40	19	304	57	28	18	26	44	10
5	269	43	32	42	44	55	50	20	358	54	10	50	59	43	20
6	323	40	15	15	17	55	0	21	52	50	53*	23	32	42	30
7	17	36	57*	47	50	54	10	22	106	47	35	56*	5	41	40
8	71	33	40	20	23	53	20	23	160	44	18	28	38*	40	50
9	125	30	22	52*	56	52	30	24	214*	41	1	1	11	40	0
10	179*	27	5	25	29	51	40	25	268	37	43	33	44	39	10
11	233	23	47	58*	2	50	50	26	322*	34	26	6	17	38	20
12	287*	20	30	30	35	50	0	27	16*	31	8	38*	50	37	30
13	341	17	13	3*	8	49	10	28	70*	27	51	11	23	36	40
14	35	13	55	35	41	48	20	29	124*	24	33	43	56	35	50
15	89	10	38	8	24	47	30	30	177*	21	16	16	29	35	0

1265

Аномалия Меркурия [в сутках и дробях]															
сутки и дроби	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	сутки и дроби	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
2	3	6	24	6	59	35	50	6	15	32	0	34	57	59	10
3	6	12	48	13	59	11	40	7	18	38	24	41	57	35	0
4	9	19	12	20	58	47	30	8	21	44	48	48	57	10	50

1266

Аномалия Меркурия [в сутках и дробях]

сутки и дробь	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты	Аномалия Меркурия [в сутках и дробях]							
								сутки и дробь	градусы	минуты	секунды	терции	кварты	квинты	сексты
9	24	51	12	55	56	46	40	35	105	37	39	57	46	18	20
10	27	57	37	2	56	22	30	36	108	44	4	4	45*	54*	10
11	31	4*	1	9	55	58	20	37	111	50	28	11	45*	30	0*
12	34	10	25	16	55	34	10	38	114	56	52	18	45	5	50
13	37	16	49	23	55	10	0	39	118	3	16	25	44	41*	40
14	40	23	13	30	54	45	50	40	121	9	40	32	44	17	30
15	43	29	37	37	54	21	40	41	124	16	4	39	43	53*	20
16	46	36	1	44	53	57	30	42	127	22	28*	46	43	29	10
17	49	42	25	51	53	33	20	43	130	28*	52	53	43	5	0
18	52	48	49	58	53	9	10	44	133	35	17	0	42	40	50
19	55	55	14	5	52	45	0	45	136	41	41	7	42	16	40
20	59	1	38	12	52	20	50	46	139	48	5	14	41	52	30
21	62	8	2	19	51	56	40	47	142	54	29	21	41	28	20
22	65	14	26	26	51	32	30	48	146	0	53	28	41	4	10
23	68	20	50	33	51	8	20	49	149	7	17	35	40	40	0
24	71	27	14	40	50	44	10	50	152	13	41	42	40	15	50
25	74	33	38	47	50	20	0	51	155	20	5	49	39	51	40
26	77	40	2	54	49	55	50	52	158	26	29	56	39	27	30
27	80	46	27	1	49	31	40	53	161	32	54	3	39	3	20
28	83	52	51	8	49	7	30	54	164	39	18	10	38	39	10
29	86	59	15	15	48	43	20	55	167	45	42	17	38	15	0
30	90	5	39	22	48	19	10	56	170	52	6	24	37*	50	50
31	93	12	3*	29	47	55	0	57	173	58	30	31	37	26	40
32	96	18	27	36	47	30	50	58	177	4	54	38	37	2	30
33	99	24	51	43	47	6	40	59	180	11	18	45	36	38	20
34	102	31	15	50	46	42	30	60	183	17	42	52	36	14	10

1268

|| Уравнение Меркурия

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду-сы	минуты	минуты	секун-ды	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты	граду-сы	минуты
1	359	0	3	60	0	0	1	0	18	0	0
2	358	0	7	59	57	0	3	0	35	0	1
3	357	0	10	59	51	0	4	0	51	0	2
4	356	0	13	59	43	0	6	1	7	0	3
5	355	0	16	59	33	0	8	1	23	0	4
6	354	0	19	59	20	0	10	1	36	0	5
7	353	0	22	59	5	0	11	1	54	0	6

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
8	352	0	25	58	46	0	13	2	10	0	7
9	351	0	28	58	26	0	15	2	27	0	8
10	350	0	31	58	6	0	16	2	43	0	9
11	349	0	34	57	44	0	18	2	59	0	10
12	348	0	36	57	20	0	20	3	16	0	11
13	347	0	39	56	55	0	21	3	33	0	12
14	346	0	42	56	29	0	23	3	48	0	13
15	345	0	46	56	3	0	25	4	5	0	14
16	344	0	49	55	37	0	27	4	21	0	15
17	343	0	52	55	10	0	28	4	37	0	16
18	342	0	55	54	40	0	29	4	53	0	17
19	341	0	58	54	7	0	31	5	9	0	18
20	340	1	1	53	30	0	32	5	25	0	19
21	339	1	4	52	51	0	34	5	41	0	20
22	338	1	7	52	10	0	35	5	57	0	21
23	337	1	10	51	27	0	37	6	13	0	22
24	336	1	12	50	40	0	39	6	29	0	23
25	335	1	15	49	52	0	41	6	45	0	24
26	334	1	17	49	3	0	42	7	1	0	25
27	333	1	20	48	14	0	44	7	17	1	25
28	332	1	23	47	24	0	45	7	33	0	26
29	331	1	25	46	33	0	47	7	49	0	27
30	330	1	26	45*	40	0	49	8	4	0	28
31	329	1	30	44	40	0	51	8	20	0	29
32	328	1	32	43	40	0	52	8	35	0	30
33	327	1	34	42	40	0	54	8	51	0	31
34	326	1	37	41	40	0	55	9	6	0	32
35	325	1	39	40	40	0	57	9	21	0	33
36	324	1	41	39	40	0	59	9	36	0	34
37	323	1	44	38	36	1	1	9	51	0	35
38	322	1	46	37	30	1	2	10	6	0	36
39	321	1	48	36	24	1	4	10	21	0	37
40	320	1	51	35	17	1	5	10	36	0	38
41	319	1	53	34	9	1	7	10	51	0	39
42	318	1	55	33	0	1	8	11	6	0	40
43	317	1	57	31	49	1	9	11	21	0	40
44	316	1	59	30	37	1	11	11	35	0	41
45	315	2	1	29	24	1	13	11	50	0	42
46	314	2	3	28	11	1	14	12	4	0	43
47	313	2	5	26	56	1	16	12	19	0	44
48	312	2	7	25	40	1	18	12	33	0	45
49	311	2	9	24	24	1	20	12	47	0	45
50	310	2	10	23	7	1	21	13	1	0	46

1269

1270

1271

Строка числа		1		Вычитаемое 2		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
51	309	2	12	21	51	1	23	13	16	0	47
52	308	2	13	20	34	1	24	13	30	0	48
53	307	2	15	19	17	1	26	13	44	0	49
54	306	2	16*	18	0	1	28	13	58	0	50
55	305	2	17	16	44	1	29	14	11	0	52
56	304	2	19	15	27	1	31	14	25	0	53
57	303	2	20	14	11	1	33	14	38	0	54
58	302	2	22	12	54	1	35	14	52	0	56
59	301	2	23	11	37	1	37	15	5	0	57
60	300	2	25	10	20	1	39	15	18	0	58
1272	61	2	28	8	35	1	40	15	31	0	59
62	298	2	29	6	45	1	42	15	43	1	0
63	297	2	30	4	25	1	44	15	56	1	1
64	296	2	31	1	40	1	45	16	8	1	2
65	295	2	31	0	52	1	47	16	21	1	3
				Прибавля- емое							
66	294	2	32	2	20	1	49	16	33	1	4
67	293	2	33	3	45	1	50	16	45	1	6
68	292	2	34	5	45	1	52	16	57	1	7
69	291	2	35	6	42	1	54	17	8	1	8
70	290	2	35	8	10	1	55	17	20	1	9
71	289	2	36	9	37	1	57	17	32	1	10
72	288	2	37	11	5	1	59	17	43	1	11
73	287	2	37	12	33	2	0	17	54	1	12
74	286	2	38	14	1	2	2	18	5	1	13
75	285	2	39	15	30	2	4	18	16	1	14
76	284	2	39	16	18	2	5	18	26	1	15
77	283	2	40	18	28	2	7	18	37	1	16
78	282	2	40	20	0	2	9	18	47	1	17
1273	79	2	41	21	36	2	10	18	16	1	18
80	280	2	41	23	13	2	12	19	6	1	19
81	279	2	42	24	51	2	14	19	16	1	20
82	278	2	42	26	28	2	15	19	25	1	21
83	277	2	43	28	6	2	17	19	35	1	22
84	276	2	43	29	44	2	19	19	44	1	23
85	275	2	43	31	20	2	20	19	52	1	24
86	274	2	43	32	18	2	22	20	1	1	25
87	273	2	43	34	42	2	24	20	9	1	26
88	272	2	43	36	21	2	21	20	17	1	27
89	271	2	43	37	18	2	18	20	25	1	28
90	270	2	43	39	28	2	28	20	33	1	29
1274	91	2	43	40	50	2	30	20	40	1	30

Строка числа	1		Прибавляемос 2		3		4		5		
	граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	
92	268	2	42	42	11	2	32	20	47	1	31
93	267	2	42	43	31	2	34	20	54	1	32
94	266	2	42	44	52	2	36	21	0	1	33
95	265	2	42	46	13	2	37	21	7	1	34
96	264	2	42	47	34	2	39	21	13	1	35
97	263	2	41	48	23	2	40	21	18	1	36
98	262	2	41	49	11	2	42	21	24	1	37
99	261	2	41	50	0	2	44	21	29	1	38
100	260	2	40	50	49	2	45	21	33	1	40
101	259	2	40	51	37	2	47	21	38	1	40
102	258	2	40	52	26	2	48	21	42	1	41
103	257	2	39	53	15	2	49	21	45	1	42
104	256	2	39	54	3	2	51	21	49	1	43
105	255	2	38	54	52	2	53	21	52	1	44
106	254	2	38	55	41	2	54	21	54	1	44
107	253	2	37	56	29	2	56	21	57	1	45
108	252	2	36	57	18	2	58	21	59	1	46
109	251	2	36	57	40	2	59	22	0	1	47
110	250	2	35	58	1	3	1	22	1	1	48
111	249	2	35	58	23	3	2	22	2	1	49
112	248	2	34	58	45	3	3	22	2	1	50
113	247	2	33	59	6	3	4	22	2	1	51
114	246	2	32	59	23	3	4	22	1	1	52
115	245	2	31	59	34	3	5	22	0	1	53
116	244	2	30	59	40	3	6	21	58	1	54
117	243	2	28	59	44	3	6	21	57	1	55
118	242	2	27	59	50	3	7	21	54	1	55
119	241	2	26	59	45	3	7	21	51	1	56
120	240	2	25	60	0	3	8	21	47	1	57
121	239	2	23	59	55	3	8	21	48	1	57
122	238	2	22	59	50	3	9	21	38	1	58
123	237	2	21	59	44	3	9	21	33	1	59
124	236	2	19	59	40	3	10	21	27	1	59
125	235	2	18	59	44	3	10	21	21	1	59
126	234	2	17	5	28	3	10	21	15	2	0
127	233	2	15	59	12	3	11	21	8	2	0
128	232	2	14	58	56	3	11	21	1	2	0
129	231	2	12	58	39	3	12	20	53	2	0
130	230	2	10	58	22	3	12	20	44	2	1
131	229	2	8	58	4	3	12	20	35	2	1
132	228	2	6	57	46	3	12	20	25	2	1
133	227	2	5	57	27	3	11	20	14	2	1
134	226	2	3	57	7	3	10	20	2	2	1
135	225	1	1	56	46	3	9	19	50	2	1
136	224	1	59	56	23	3	8	19	37	2	1

11

1275

11

1276

Строка числа		1		Прибавляемое		3		4		5	
		граду- сы	минуты	минуты	секун- ды	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты	граду- сы	минуты
137	223	1	57	55	48	3	7	19	24	2	0
138	222	1	55	55	32	3	6	19	10	2	0
1277 139	221	1	53	55	4	3	5	18	55	2	0
140	220	1	51	54	35	3	4	18	40	2	0
141	219	1	49	54	3	3	2	18	24	2	0
142	218	1	46	53	31	3	1	18	7	1	59
143	217	1	45	52	39	2	59	17	50	1	59
144	216	1	43	52	26	2	57	17	32	1	58
145	215	1	41	51	53	2	55	17	13	1	57
146	214	1	38	51	20	2	53	16	57	1	55
147	213	1	36	50	48	2	51	16	35	1	53
148	212	1	33	50	16	2	48	16	15	1	51
149	211	1	31	49	43	2	45	15	54	1	49
150	210	1	28	49	11	2	42	15	31	1	46
1278 151	209	1	26	48	39	2	39	15	8	1	45
152	208	1	23	48	6	2	35	14	44	1	43
153	207	1	20	47	34	2	32	14	20	1	41
154	206	1	17	47	2	2	28	13	55	1	38
155	205	1	14	46	29	2	25	13	29	1	36
156	204	1	11	45	57	2	21	13	3	1	34
157	203	1	9	45	30	2	17	12	36	1	31
158	202	1	6	45	3	2	14	12	9	1	29
159	201	1	4	44	36	2	9	11	41	1	26
160	200	1	1	44	9	2	5	11	12	1	23
161	199	0	58	43	42	2	0	10	43	1	20
162	198	0	55	43	15	1	55	10	13	1	17
163	197	0	52	42	59	1	49	9	43	1	13
164	196	0	48	42	12	1	44	9	12	1	10
165	195	0	45	42	26	1	38	8	40	1	7
166	194	0	43	42	10	1	32	8	8	1	4
167	193	0	40	41	53	1	25	7	35	1	0
168	192	0	37	41	37	1	19	7	1	0	57
1279 169	191	0	34	41	21	1	13	6	26	0	11
170	190	0	31	41	4	1	7	5	53	0	47
171	189	0	28	40	48	1	1	5	39	0	43
172	188	0	25	40	32	0	55	4	45	0	38
173	187	0	22	40	16	0	48	4	10	0	33
174	186	0	19	40	0	0	42	3	55	0	28
175	185	0	16	39	55	0	35	2	59	0	24
176	184	0	13	39	49	0	28	2	24	0	39
177	183	0	9	39	44	0	21	1	48	0	14
178	182	0	6	39	39	0	14	1	12	0	10
179	181	0	3	39	33	0	7	0	36	0	5
180	180	0	0	39	28	0	0	0	0	0	0

|| Глава пятая

1280

О БЛУЖДАНИЯХ ПЯТИ ПЛАНЕТ

Раздел первый

О СПОСОБЕ [ОПРЕДЕЛЕНИЯ] ПОПЯТНЫХ ДВИЖЕНИЙ, ИМЕЮЩИХСЯ
У ПЛАНЕТ, И ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ СТОЯНИЙ

Что касается объяснения древними причины попятных движений планет [их] связями [с Солнцем], то это [является] выдумкой⁶⁷ невежественных из их числа, представлявших, что между планетами и Солнцем натянуты веревки, которые при приближении [к Солнцу] расслабляются, а при удалении [от него] разрываются⁶⁸. Верить в это невозможно.

Что касается тех, кто был после них, то некоторые из них полагали, что причина возвращения — движение по эпициклу, когда оно изображается на нем в его нижней [половине] в сторону, противоположную той, в которую оно движется в верхней [половине]. Они даже порицали упоминание эпицикла для Солнца и Луны при отсутствии попятного движения у них. Из них Абу Йусуф ал-Кинди⁶⁹ посвятил этому вопросу [специальный] трактат. Однако это не абсолютно верно и нуждается в условиях, ибо причина попятного движения — избыток угла видимого движения светила в нижней [части] эпицикла в сторону против последовательности [знаков зодиака] над углом его движения, видимым для него при движении центра эпицикла по его деференту в направлении последовательности [знаков зодиака].

Птолемей установил в двенадцатой книге порядок попятного движения как для эпицикла, так и для орбиты апогея⁷⁰.

Сначала представим себе это. Пусть центр эпицикла в [точке] A на его деференте AHC ⁷¹, эпицикл — BKG , планета на нем — в [точке] K^* . Тогда она видима из центра E эклиптики на линии EK . Пусть далее центр движется в промежутке времени после этого момента, || предположим, что это одни сутки, после чего он попадает в H . Поло- 1281
жение эпицикла в это время — LMP . Точка M на нем — это [точка, соответствующая] точке K . Если бы планета была неподвижна в той же [точке эпицикла], она была бы видима в M , ее видимое движение — по величине угла KEM в направлении последовательности [знаков зодиака]. Но она движется и в нижней части эпицикла, видимое [движение] ус-
коряется и, отходя [назад], достигает [точки] P . Его движение не мнует M , так чтобы получился видимый угол меньше, чем угол KEM ,

* См. рис. 200.

то есть как угол XEM , и получается, что движение за сутки в направлении последовательности [знаков зодиака] равно величине угла KEX . Ясно, что угол XEM недостает до угла KEM и из составления⁷² двух движений получается только замедление⁷³ в прямолинейном направлении, либо получается угол⁷⁴, равный [углу], получившемуся из движения центра, то есть как угол MEO , и планета будет видна на линии EOK ⁷⁵. Угол KEM переходит в угол MEO и стояние будет видно во вчерашнем месте, либо появится угол, превосходящий центральный угол такой как угол MEZ . Поэтому планета будет видна на линии EZ , угол MEO перейдет в угол MEK до тех пор, пока он не превзойдет угол OEZ — избыток движения в сторону против последовательности [знаков зодиака]. Поэтому для него будет иметь место попятное движение.

1282 Что касается представления этого⁷⁶ на орбите апогея, то, когда планета движется по ее окружности, это получается || при помощи предыдущих букв, если перенести их с эпицикла на эту орбиту. Предположим, что центр орбиты апогея движется по окружности AHC круга, подобного [эклиптике] в последовательности [знаков зодиака] от A к H подобно движению Солнца*. Пусть планета движется по орбите апогея

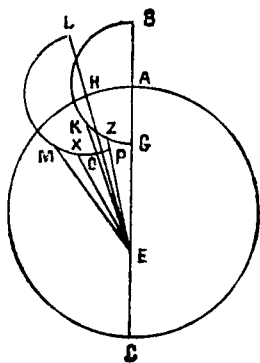


Рис. 200.

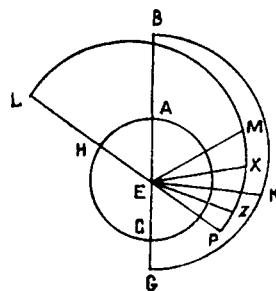


Рис. 201.

против последовательности [знаков зодиака] движением аномалии. Предположим, что в заданный момент времени она в K , превзошла среднее расстояние и находится в направлении перигея в области ускорения, а положение орбиты апогея в следующий день — это LMP , и точка M на ней — это K в предыдущем дне. Если планета была бы неподвижна, то орбита апогея движением своего центра перенесла бы ее из точки K в [точку] M на величину угла KEM , но она движется в направлении P . Поэтому то, что видимо при ее движении, например, угол MEX — это

* См. рис. 201.

его прямое движение на величину угла KEX , а если то, что видимо, например, угол MEK , то стояние будет на линии EK , а если это угол MEZ , то центр движения на ней будет в стороне, противоположной этой на величину угла KEM . Угол KEM и $[MEK$ взаимно уничтожаются] и угол KEZ остается ее попятным движением против последовательности знаков зодиака. Этого достаточно для представления.

Если это известно при обеих [гипотезах], то ограничимся одной из них и рассмотрим движение аномалии планеты на нем, то есть на эпицикле.

Мы утверждаем, что в том, что получилось для пяти планет, нет расстояний и движений. || Ни для одной из них полудиаметр эпицикла не относился к ее наименьшему расстоянию как среднее движение к движению аномалии, но первое отношение было в их совокупности больше последнего, а именно: отношение AG к EG больше, чем отношение средней [планеты] к аномалии*. Поэтому возможно, что на эпицикле получается такая же линия, как линия EFH . Половина HF на ней относится к FE как средняя [планета] к аномалии, а это задано. 1283

Отложим около [отрезка] FE ⁷⁷ две равные дуги — FM и FK . Это — движение аномалии за два равных промежутка времени. Соединим H с M , H с K , E с M и E с K . Упомянем положения для каждой из них.

Мы говорим: что касается M , которая находится перед линией, проведенной в данном отношении, то из того, что мы сообщили в третьей книге о Серене⁷⁸, известно, что отношение дуги, которая на EM в круге, описанном около треугольника HEM , к дуге, которая на MN , то есть меньшей из них, больше отношения хорды EM к хорде MN ; EH больше суммы MN и ME , а HF больше MN . Поэтому несомненно, что остаток EF ⁷⁹ меньше ME . Отношение HF к FE больше отношения MN к ME , а оно больше отношения дуги MN к дуге ME . Поэтому отношение HF к FH подавно больше отношения угла MEH к углу MNE . То же самое имеет место и при делении пополам двух предыдущих [величин], находящихся в некотором отношении, то есть половины линии FH и угла MEH . Поэтому отношение половины FH к FE больше отношения половины угла MEH к углу MNE , || то есть отношения всего угла MEH к половине угла MNE , а это центральный угол MAF . Тогда угол, 1284

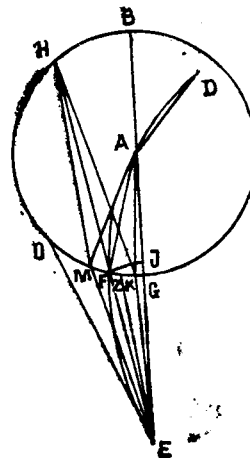


Рис. 202.

* См. рис. 202.

отношение которого к углу MAF таково же, как данное отношение, больше угла MEH .

Пусть, следовательно, угол FEO — для средней [планеты], а угол MAF — для аномалии. Тогда, если планета дойдет от M до F , центр эпицикла передвинется в O , так что если угол FEM исчезнет как общий для обоих, останется угол MEO для его движения в последовательности [знаков зодиака] в прямолинейном направлении. Что касается того, что произойдет с точкой K после линии данного отношения, то EF больше EK ; следовательно, отношение HF к FE меньше отношения угла KEH к углу KHE . Подобно тому, как в предыдущем случае, ясно, что отношение половины FH к FE меньше отношения угла HEK к углу FAK . Поэтому угол, отношение которого к углу FAK равно данному отношению, меньше угла KEH .

Возьмем угол KEZ . Тогда отношение угла KEZ к углу FAK для аномалии равно данному отношению, а угол KEZ — для средней [планеты]. Следовательно, в момент движения планеты F к K против последовательности [знаков зодиака] центр эпицикла возвращается в последовательности [знаков зодиака] на угол KEZ . Он исчезает при совпадении, и остается при его движении против последовательности [знаков зодиака] угол FEZ . Это, следовательно, и есть || попятное движение планеты.

Если прямое и обратное движения имеют место по обе стороны от F , то она представляет собой точку стоянки при попятном движении. Соответствующая ей [точка] в другой половине эпицикла— это точка стояния при прямом [движении], точка G — между ними в перигее эпицикла— половине попятного движения, подобно тому, как B между ними в апогее— половине прямого [движения].

Если в том, что мы упомянули, хотя бы для одной планеты AG относилась к GE , как средняя [планета] к движению по аномалии при стоянии, она останавливалась бы в G без попятного движения, так что прямое [движение] окружало бы G с двух сторон. Если для него оказывается, что отношение AG к GE меньше отношения средней [планеты] к аномалии, то стояние исчезло бы также и из G .

Что касается определения точки стояния и расстояния ее от перигея эпицикла, то, поскольку произведение HE на EF известно, оно равно произведению IE на EG , а они обе известны. HF относится к FE , как удвоенная долгота к аномалии, а произведение аномалии на удвоенную долготу относится к квадрату удвоенной долготы, как произведение HE на EF к квадрату HF . Отсюда квадрат HF известен и отношение HF к FE известно. Поэтому FE известна. Точно также, если мы будем считать FH единицей, а FE — вещью⁸⁰ и умножим HE , сумму единицы и вещи, на вещь EF , то получится вещь и квадрат⁸¹, равные числу. Это и

есть произведение BE на EG . Согласно правилу для первого сложного [случая]⁸² в искусстве алгебры⁸³ вещь EF известна. Отношение HF к ней || известно. Поэтому [HF также] известна.

1286

Опишем около треугольника EAF круг, отложим на нем дугу FAD ⁸⁴, равную дуге FE , соединим A с D и опустим перпендикуляр FI на BE . Тогда квадрат EF , который стал известен, будет равен квадрату полу-диаметра FA эпицикла и произведению EA на AD согласно утверждению о ломаной линии в круге⁸⁵, поэтому AD известна. Если вычтешь из нее AE , останется удвоенная AI , а AF quadriрует ее и IF , поэтому перпендикуляр IF известен. Но он равен величине полудиаметра деферента и относится к полудиаметру эпицикла в его масштабе, как он же к полному синусу. Поэтому, если произвести преобразование, то синус дуги GF будет расстоянием места стояния от перигея эпицикла, а оно известно. Его дополнение⁸⁶ BHF — это первое стояние. Расстояние точки, соответствующей точке F от B , равно ему. Поэтому дополнение первого стояния — второе стояние. Это и есть то, что мы ставили целью определить. Так как EG различна для [разных] градусов круга, то при определении FG нужно, чтобы для каждого из них [условие] совпадало подобно изложенному выше. Действие повторяется несколько раз, когда планета при движении попадает в [точку] стояния, как это бывает обычно в вещах, связанных с движением, пока дело не приблизится к правильному⁸⁷.

Что касается определения градусов попятного движения и его дней, то FE относится к FI , если обе они в одном масштабе — полудиаметре деферента, как синус прямого угла I к синусу угла FEI , а угол FEI известен по своему синусу и является половиной градусов попятного движения, если центр эпицикла неподвижен. Если же учесть его движение, || то возьмем от аномалии FG величину в необходимом отношении, а именно: умножим дугу FG на долготу планеты для известного промежутка времени, разделим произведение на его аномалию за этот промежуток времени, в частном получится этот искомый градус. Вычтем ее из угла FEI . Останутся градусы половины попятного движения от первого положения до противостояния со средним положением Солнца.

1287

Раздел второй

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТОЯНИЙ, ПОПЯТНОГО И ПРЯМОГО ДВИЖЕНИЯ

[Если] уже вычислены стояния планет в каждом из расстояний — самом близком, самом далеком и среднем между ними, то для определения всех расстояний, имеющих избыток над средним и недостаток до него, действуют методом использования уравнений. Они помещены

в таблицах для облегчения действия. Если войти с исправленным аргументом в две строки его числа, то против них в столбце этой планеты [будет] первое стояние для попятного движения в соответствии с тем, чего требует ее положение, то есть расстояние ее центра эпицикла от Земли. Если при этом измерить исправленную аномалию, узнают положение планеты в его движении. Если эта аномалия недостает до первого положения, то планета движется прямо. Если разделить разность между ними на движение аномалии за день, в частном получится то, что останется, — число дней попятного движения. Если аномалия соответствует первому стоянию, то стояние соответствует [положению, переходящему в] попятное движение. В этом случае нет аргумента *замана*, то есть разности между *заманами* прямого и попятного движения, и при этом получается движение вокруг этого стояния в градусах прямого движения. Поэтому эти несколько дней называются стоянием.

1288 Если же аномалия превышает || первое положение и не достигает его дополнения, то есть второго положения, планета будет возвращаться.

Если разделить разность между ними на движение аномалии за день, в частном получатся дни попятного движения. Если вычтешь первое стояние из трехсот шестидесяти и разделить аномалию с учетом остатка, узнают случай его движения, так как, если оно недостает до второго стояния, планета будет возвращаться. В частном от деления разности между ними на аномалию за день получится то, что останется — в направлении прямого [движения], а если превосходит, то получится из этого то, что истекло из его прямого движения.

Вот эти таблицы⁸⁸.

1289

|| Таблицы стояний планет

Строки числа		Сатурн		Юпитер		Марс		Венера		Меркурий	
		граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты
1	359	112	45	124	5	157	28	165	51	147	14
2	358	112	45	124	5	157	28	165	51	147	14
3	357	112	45	124	5	157	28	165	51	147	14
4	356	112	45	124	5	157	29	165	51	147	14
5	355	112	45	124	6	157	29	165	52	147	13
6	354	112	45	124	6	157	29	165	52	147	13
7	353	112	46	124	6	157	30	165	52	147	12
8	352	112	46	124	6	157	31	165	52	147	11
9	351	112	46	124	6	157	31	165	53	147	11
10	350	112	46	124	6	157	32	165	53	147	10
11	349	112	46	124	7	157	33	165	53	147	9

Строки числа		Сатурн		Юпитер		Марс		Венера		Меркурий	
		граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты
12	348	112	46	124	7	157	34	165	53	147	8
13	347	112	47	124	7	157	35	165	54	147	7
14	346	112	47	124	8	157	36	165	54	147	6
15	345	112	47	124	8	157	37	165	54	147	5
16	344	112	48	124	8	157	38	165	54	147	4
17	343	112	48	124	9	157	39	165	54	147	3
18	342	112	48	124	9	157	41	165	55	147	1
19	341	112	49	124	9	157	42	165	55	146	59
20	340	112	49	124	10	157	44	165	56	146	57
21	339	112	50	124	10	157	45	165	56	146	57
22	338	112	50	124	11	157	46	165	56	146	54
23	337	112	51	124	11	157	48	165	57	146	52
24	336	112	51	124	12	157	50	165	57	146	51
25	335	112	52	124	12	157	51	165	58	146	49
26	334	112	52	124	13	157	53	165	58	146	46
27	333	112	53	124	14	157	54	165	59	146	45
28	332	112	53	124	14	157	56	165	59	146	43
29	331	112	53	124	15	157	58	166	0	146	41
30	330	112	54	124	16	158	2	166	0	146	39
31	329	112	54	124	16	158	5	166	1	146	37
32	328	112	55	124	17	158	7	166	1	146	35
33	327	112	56	124	18	158	9	166	2	146	32
34	326	112	56	124	19	158	12	166	3	146	30
35	325	112	57	124	20	158	15	166	3	146	27
36	324	112	58	124	21	158	18	166	4	146	25
37	323	112	58	124	21	158	21	166	5	146	22
38	322	112	59	124	22	158	23	166	5	146	20
39	321	113	0	124	23	158	26	166	6	146	18
40	320	113	1	124	24	158	28	166	7	146	15
41	319	113	2	124	25	158	31	166	8	146	13
42	318	113	3	124	26	158	34	166	9	146	11
43	317	113	3	124	27	158	37	166	10	146	8
44	316	113	4	124	28	158	41	166	11	146	6
45	315	113	5	124	29	158	44	166	12	146	3
46	314	113	6	124	30	158	48	166	13	146	1
47	313	113	7	124	31	158	51	166	14	145	58
48	312	113	8	124	32	158	55	166	15	145	55
49	311	113	9	124	33	158	58	166	16	145	52
50	310	113	10	124	34	159	2	166	17	145	49
51	309	113	12	124	35	159	5	166	18	145	46
52	308	113	13	124	36	159	9	166	19	145	44
53	307	113	14	124	37	159	13	166	20	145	41
54	306	113	15	124	39	159	17	166	22	145	39
55	305	113	16	124	40	159	21	166	23	145	36
56	304	113	18	124	42	159	25	166	24	145	34

1290

1291

1292

Строки числа		Сатурн		Юпитер		Марс		Венера		Меркурий	
		граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты
57	303	113	19	124	43	159	30	166	25	145	31
58	302	113	20	124	44	159	34	166	27	145	28
59	301	113	21	124	46	159	38	166	28	145	25
60	300	113	22	124	47	159	42	166	29	145	27
1293 61	299	113	24	124	49	159	46	166	30	145	20
62	298	113	25	124	50	159	51	166	31	145	18
63	297	113	26	124	52	159	56	166	32	145	15
64	296	113	27	124	53	160	0	166	33	145	13
65	295	113	28	124	54	160	5	166	34	145	10
66	294	113	29	124	54	160	10	166	35	145	8
67	293	113	31	124	57	160	14	166	37	145	6
68	292	113	32	124	58	160	19	166	38	145	5
69	291	113	33	124	59	160	24	166	39	145	3
70	290	113	34	125	1	160	29	166	40	145	2
71	289	113	35	125	2	160	34	166	41	145	0
72	288	113	36	125	3	160	39	166	42	144	58
73	287	113	38	125	5	160	44	166	43	144	57
74	286	113	39	125	6	160	49	166	45	144	56
75	285	113	41	125	8	160	55	166	46	144	55
76	284	113	42	125	9	161	0	166	47	144	54
77	283	113	43	125	11	161	5	166	48	144	53
1294 78	282	113	44	125	12	161	10	166	50	144	52
79	281	113	46	125	17	161	16	166	52	144	51
80	280	113	47	125	16	161	22	166	58	144	50
81	279	113	49	125	17	161	27	166	55	144	49
82	278	113	50	125	19	161	33	166	56	144	48
83	277	113	51	125	21	161	39	166	57	144	47
84	276	113	53	125	22	161	44	166	58	144	46
85	275	113	55	125	24	161	50	167	0	144	45
86	274	113	56	125	26	161	56	167	1	144	44
87	283	113	57	125	27	162	1	167	3	144	43
88	282	113	58	125	29	162	7	167	4	144	42
89	271	113	59	125	31	162	13	167	5	144	41
90	270	114	1	125	32	162	18	167	7	144	40
1295 91	269	114	2	125	34	162	24	167	8	144	40
92	268	114	4	125	35	162	30	167	9	144	39
93	267	114	5	125	37	162	36	167	11	144	38
94	266	114	7	125	39	162	42	167	12	144	37
95	265	114	9	125	40	162	48	167	13	144	37
96	264	114	10	125	41	162	54	167	0	144	36
97	263	114	12	125	43	163	1	167	16	144	36
98	262	114	13	125	45	163	7	167	17	144	35
99	261	114	14	125	46	163	13	167	18	144	35
100	260	114	15	125	48	163	49	167	19	144	35
101	259	114	16	125	50	163	25	167	20	144	34
102	258	114	18	125	51	163	31	167	21	144	33

Строки числа		Сатурн		Юпитер		Марс		Венера		Меркурий	
		граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты
103	257	114	19	125	53	163	33	167	23	144	33
104	256	114	21	125	54	163	44	167	24	144	32
105	255	114	22	125	55	163	50	167	20	144	32
106	254	114	24	125	57	163	56	167	26	144	31
107	253	114	25	125	59	164	3	167	27	144	31
108	252	114	27	126	0	164	9	167	28	144	31
109	251	114	28	126	2	164	16	167	30	144	30
110	250	114	30	126	3	164	22	167	31	144	30
111	249	114	31	126	5	164	28	167	32	144	30
112	248	114	33	126	7	164	35	167	33	144	30
113	247	114	34	126	9	164	41	167	34	144	30
114	246	114	35	126	10	164	46	167	35	144	30
115	245	114	37	126	12	164	54	167	37	144	30
116	244	114	38	126	13	165	0	167	38	144	30
117	243	114	39	126	14	165	6	167	39	144	30
118	242	114	41	126	16	165	13	167	41	144	30
119	241	114	42	126	17	165	39	167	42	144	30
120	240	114	43	126	19	165	25	167	43	144	29
121	239	114	45	126	20	165	32	167	45	144	29
122	238	114	46	126	22	165	38	167	46	144	29
123	237	114	48	126	23	165	44	167	47	144	29
124	236	114	49	126	24	165	51	167	48	144	29
125	235	114	50	126	26	165	17	167	49	144	29
126	234	114	51	126	28	166	3	167	50	144	29
127	233	114	53	126	30	166	9	167	51	144	29
128	232	114	54	126	31	166	15	167	52	144	29
129	231	114	55	126	32	166	21	167	53	144	29
130	230	114	56	126	34	166	26	167	54	144	30
131	229	114	57	126	35	166	32	167	55	144	30
132	228	114	58	126	36	166	37	167	56	144	30
133	227	115	0	126	38	166	42	167	57	144	30
134	226	115	1	126	39	166	48	167	58	144	30
135	225	115	2	126	40	166	53	167	59	144	30
136	224	115	3	126	42	166	59	168	0	144	31
137	223	115	4	126	43	167	4	168	1	144	31
138	222	115	5	126	44	167	10	168	1	144	31
139	221	115	6	126	45	167	15	168	2	144	31
140	220	115	7	126	46	167	20	168	3	144	32
141	219	115	8	126	48	167	25	168	4	144	32
142	218	115	9	126	49	167	29	168	4	144	33
143	217	115	10	126	50	167	34	168	5	144	33
144	216	115	11	126	51	167	39	168	6	144	33
145	215	115	12	126	52	167	43	168	6	144	33
146	214	115	13	126	53	167	48	168	7	144	34
147	213	115	14	126	54	167	52	168	8	144	34
148	212	115	15	126	55	167	56	168	8	144	34

1296

1297

1298

Строки числа	Сатурн		Юпитер		Марс		Венера		Меркурий		
	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	граду- сы	мину- ты	
149	211	115	16	126	56	167	58	168	9	144	34
150	210	115	17	126	57	167	4	168	10	144	34
151	209	115	17	126	58	168	8	168	10	144	35
152	208	115	18	126	59	168	12	168	11	144	35
153	207	115	19	127	0	168	16	168	12	144	36
154	206	115	20	127	1	168	20	168	13	144	36
155	205	115	20	127	2	168	24	168	13	144	36
156	204	115	21	127	2	168	28	168	14	144	37
157	203	115	22	127	3	168	31	168	14	144	37
158	202	115	22	127	4	168	34	168	15	144	37
159	201	115	23	127	4	168	37	168	15	144	37
160	200	115	24	127	5	168	40	168	16	144	38
161	199	115	24	127	6	168	43	168	16	144	38
162	198	115	25	127	6	168	46	168	17	144	38
163	197	115	25	127	7	168	48	168	17	144	38
164	196	115	26	127	6	168	51	168	17	144	38
165	195	115	26	127	7	168	58	168	18	144	39
166	194	115	27	127	7	168	55	168	18	144	39
167	193	115	27	127	8	168	57	168	18	144	39
168	192	115	27	127	8	168	59	168	19	144	39
169	191	115	28	127	8	169	0	168	19	144	39
170	190	115	28	127	9	169	2	168	19	144	39
171	189	115	28	127	9	169	3	168	19	144	39
172	188	115	28	127	9	169	5	168	20	144	40
173	187	115	29	127	9	169	6	168	20	144	40
174	186	115	29	127	10	169	7	168	20	144	40
175	185	115	29	127	10	169	8	168	20	144	40
176	184	115	29	127	10	169	8	168	20	144	40
177	183	115	29	127	10	169	9	168	20	144	40
178	182	115	29	127	11	169	9	168	21	144	40
179	181	115	29	127	11	169	9	168	21	144	40
180	180	115	29	127	11	169	9	168	21	144	40

1301

|| Глава шестая

О РАССТОЯНИЯХ ПЛАНЕТ И ИХ ОБЪЕМАХ

Раздел первый

ОБ ИХ РАССТОЯНИЯХ ОТ ЗЕМЛИ ПО ВЫСОТЕ⁸⁹

Путь для того, чтобы узнать, какой из двух заданных объектов более удален, состоит в том, что более отдаленный закрывается более близким, либо из-за того, что более близкий за счет параллакса про-

черчивает более широкую линию, чем более удаленный, либо благодаря замедлению более удаленного, если движения обоих равны по расстоянию. Что касается Солнца и Луны, то мы уже закончили [рассказ] о них обоих, и их расстояние от Земли получилось согласно одному из этих возможных случаев. Что касается планет, то мы уже упоминали закрытие более близким более удаленного [при выводе о том], что Луна ближе всех [к Земле], так как она затмевает их, когда проходит перед ними. Еще не была видна ни одна из них так, чтобы она проходила перед Луной. Отсюда получается, что Меркурий выше ее, но ниже всех остальных, и Венера выше Луны и Меркурия; вместе с тем, все они ниже верхних [планет].

Далее, Марс — ниже всех трех [верхних планет], Сатурн — выше всех из них, Юпитер находится между ними, а неподвижные звезды — выше всех их.

Отсюда определяется порядок, хотя и еще не величина, расстояний. Допускается, что Солнце — под всеми планетами. Нет ничего ниже его, кроме Луны, допускается также, что некоторые светила бывают между Солнцем и Луной.

Что касается индийцев, то они в этом вопросе придерживаются равенства движений и утверждают, что все планеты движутся одним [движением] в отношении расстояния и проходят за равные времена равные расстояния по протяженности, а замедление и ускорение для них имеют место по причине их удаленности и близости на [суточных] кругах, по которым они обращаются.

Диаметры относятся друг к другу как соответствующие окружности, а расстояния, проходимые планетами в течение данного промежутка времени, — как отношение их оборотов за промежуток времени, называемый «мировыми днями». Если это известно для одной из планет, то таким же образом оно становится известным для остальных. Индийцы установили, что это известно для Луны. Пулиса⁹⁰ пользовался в мировых днях [подразделением] на восходные дни, часть [восходных дней] в них у него равна 1 577 917 800, а оборотов Луны за этот [период] — 57 753 336. Если умножить [их] на градусы оборота, а затем на шестьдесят, получатся минуты⁹¹ движения Луны за весь этот промежуток времени. Они согласны в том, что расстояние, [соответствующее] каждой минуте в суточном круге Луны, — пятнадцать *йоджан*⁹². Это название соответствует восьми нашим милям, то есть тридцати двум тысячам локтей⁹³. Число движения Луны при этой упомянутой величине, то есть когда минуты умножены на пятнадцать, — 18 712 080 864 000. Это движение каждой планеты. Если разделить это число на обороты планеты за данный промежуток времени, получится средняя величина его [суточного] круга в его орбите, измеренная упомянутым масшта-

бом. Оборотов Сатурна по этой орбите у него — 146 564, оборотов Юпитера — 364 220, оборотов Марса — 2 296 824, оборотов Венеры — 7 033 388, оборотов Меркурия — 17 937 000. Таким образом, оборот известен, следовательно, известен и диаметр, потому что у него отношение оборота к диаметру — отношение 3927 к 1250⁹⁴. Это отношение недалеко от употребляемого согласно мнению Архимеда⁹⁵, и диаметр Земли у [него] в соответствии с упомянутой величиной — 1600⁹⁶. Если бы этот метод сопровождался каким-нибудь доказательством, то я привел бы много из его задач и результатов, однако его принципы весьма слабы. Это потому, что обороты || центров эпициклов верхних [планет] происходят согласно тому, что они упоминают, а обороты двух нижних [планет] отличаются от них тем, что они равны оборотам Солнца.

Из равенства оборотов центров эпициклов этих двух планет оборотам Солнца по одному [суточному] кругу, по которому они предполагаются, необходимо следует, что это сумма оборотов аномалии и оборотов Солнца. Если выполнить это действие, то для верхних [планет] необходимо [прежде] суммирование оборотов их аномалий и оборотов центров этих эпициклов, затем использование их. Это также избавило [Пулису] от наличия доли единицы в [суточном] круге Луны — семи тысяч двести миль. Если обратиться к имеющемуся результату, то никакое сообщение о методе достижения этого и сообщения о тех, кто занимался этим, не имеется. [Здесь] достаточно того, что мы указали о методе [древних]. Мы изложим это полностью в другой книге, если этому намерению будет сопутствовать удача.

Что касается способа [определения] этого с помощью параллакса, то для планет, у которых отсутствует параллакс, этот способ закрыт.

Что касается греков, то они предполагали, что в эфире нет пространства, лишённого действия. Отсюда следует, что сферы, связанные с планетами, касаются друг друга, то есть я имею в виду, что верхний край сферы, необходимой для движения планеты, касается нижнего края сферы [другой] планеты. Это противоположно тому, к чему приводит мнение индийцев, в силу которого сферы отходят друг от друга. А это нуждается в чем-то среднем⁹⁷ и присоединяющем их одну к другой, чтобы они двигались вместе первым движением. От этого они переходят к приближению искомого, так как, когда они выражали самое близкое расстояние Луны и самое дальнее из них через полудиаметр Земли, разность между ними — это толщина ее сферы⁹⁸ в том же масштабе. Но самое дальнее расстояние Луны — || это самое близкое расстояние Меркурия. Его отношение к самому дальнему расстоянию, имеющему место для него в апогее эпицикла апогея его орбиты, экванта движения, известно. Поэтому его самое дальнее расстояние также

известно, а это — самое близкое расстояние Венеры. Ее самое дальнее расстояние, так же в случае Меркурия, известно. Если сделать это для Марса самым близким расстоянием, то оно не охватило бы его расстояния, вытекающего из разности расстояний Солнца и Луны. Поэтому оно характеризуется только сферами этих двух светил. Сильно мнение о том, что далекое расстояние Венеры близко по величине к самому близкому расстоянию Солнца. Поэтому остается действовать в соответствии с этим обстоятельством, особенно это берется приблизительно в силу того, что расстояние планеты берется для центра ее шара, а не до конца ее шара, так как круглая форма тела планеты нуждается в расстоянии сверх самого далекого расстояния и меньше самого близкого на величину полудиаметра [планеты]. А с этим избытком получается сфера, заключающая в себе все орбиты, имеющиеся внутри нее. То, что берется из этих расстояний, также не лишено недостатков неточности. Поэтому допускается то, что мы упомянули, о самом дальнем расстоянии Венеры и самом близком расстоянии Солнца.

Далее самое дальнее расстояние для Солнца делают самым близким для Марса и действуют указанным выше способом для него и для тех светил, которые выше него, пока не получится самое дальнее расстояние для Сатурна, которое делают абсолютным расстоянием неподвижных звезд. При этом в полученном не оказывается различий, так что в их расстояниях не допускаются пропуски между Солнцем и Луной и другими светилами. Таким образом, самое дальнее расстояние Солнца является самым близким для Меркурия, и далее таким же образом идет Венера, затем Марс, затем Юпитер, затем Сатурн, затем неподвижные звезды, так до тех пор, пока первое положение будет соответствовать божественной мудрости и прекраснейшим законам природы.

Изложим более подробно эти действия. Для случая Луны || это 1305 уже было изложено достаточно. Напомним это: пусть AB — ее [орбита] апогея с центром D , эксцентричным по отношению к центру Земли E^* . Проведем диаметр, проходящий через них, и эпициклы — вокруг апогея A и перигея B . В соответствии с тем, что получилось у Птолемея, если AE — шестьдесят частей, то AC — $5^{\text{p}}15'$, DE — $10^{\text{p}}19'$, так что полудиаметр AD орбиты апогея — $49^{\text{p}}41'^{99}$, EB — $39^{\text{p}}22'$, EG — $34^{\text{p}}7'$.

Как мы говорили, он определил в известный момент времени расстояние Луны от Земли по ее параллаксу и получил, принимая за единицу полудиаметр Земли, — $39^{\text{p}}45'$. Затем он определил его при помощи этих величин к тому времени и получилось $40^{\text{p}}25'$. Это относится к шестидесяти, как $39^{\text{p}}45'$ к EA в масштабе Земли. Следовательно, при

* См. рис. 203.

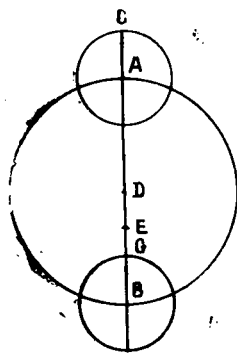


Рис. 203.

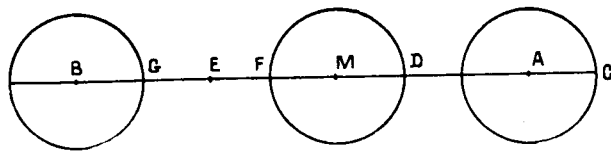


Рис. 204.

этом EA — пятьдесят девять, AC — $5^p10'$, ED — $10^p9'$, EG — $53^p33'$ и, следовательно, EC — $64^p10'$. Но мы упоминали, что [Птолемей] при определении параллакса допустил неточность, а, применяя метод уточнения, мы получаем, что это расстояние превосходит на восемь минут то, что получилось у него. Следова-

тельно, EA — $59^p8'$, наименьшее расстояние — $53^p40'^{100}$, а наибольшее — $64^p18'$. Мы нашли, что AC — $5^p12'$. Если преобразуем это к масштабу, в котором EA — пятьдесят девять частей и восемь минут, то это будет $5^p8'$. Для расстояния между центрами преобразованное расстояние — $10^p42'$. Поэтому самое близкое расстояние — $32^p36'$, а самое дальнее — $64^p16'$. Из расстояния, которое у нас получилось, отбросим единицу, полученную за счет выпуклости Земли.

1306 || Что касается Меркурия, то 'Абд ал-'Азиз ал-Кабиси¹⁰¹ ограничился для него подобным положением Луны, ED [у него] получилось тремя частями в масштабе, в котором AD — шестьдесят [частей], оставшаяся EB — пятьдесят семь, а BG согласно «Альмагесту» — $22^p30'$. Оставшаяся EG — $34^p30'$, это — самое близкое расстояние Меркурия, являющееся самым дальним расстоянием Луны. Ясно, что это — в масштабе Земли [равен] $64^p10'$, полудиаметр орбиты апогея — $151^p36'^{102}$, полудиаметр эпицикла — $41^p50'$, расстояние между центрами — $5^p35'$, и EC — самое дальнее расстояние Меркурия — получается в масштабе Земли 159^p , а отношение самого близкого расстояния к самому дальнему — отношение 385^p к 954^p .

Если исправить эти величины, то самое дальнее расстояние увеличится на одну минуту, и оно становится отношением 550^p к 1363^p , то есть отношением единицы к $2^p28'41''$. Хотя ал-Кабиси не пользовался [этим] отношением, но если бы он преобразовал ED , DA и AC к масштабу Земли, в их сумме получилось бы самое дальнее расстояние. Я не понимаю, как он мог не знать сути дела!

Пусть M — центр круга, вокруг которого вращается центр деферента Меркурия, F — центр орбиты экванта движения, D — центр деферента на самом дальнем расстоянии*. Тогда самое дальнее расстояние Меркурия в этом положении — EC . Поэтому расстояния EF , FM и MD

* См. рис. 204.

равны. Каждое из них — три части, ED — девять частей, DA — шестьдесят, AC — двадцать две с половиной. Тогда EC , наибольшее расстояние Меркурия, — $91^{\text{p}}30'$. Когда центр D достигнет положения F , точка A достигнет точки B , и EB будет самым близким расстоянием на орбите апогея, то есть пятьдесят семью частями. Если мы вычтем из этого полудиаметр эпицикла, останется EG — самое близкое расстояние Меркурия — $34^{\text{p}}30'$. Отношение этих двух расстояний является отношением 23^{p} к 61^{p} , то есть отношением единицы к двум и пятнадцати двадцать третьих единицы. Поэтому, если самое близкое расстояние Меркурия, найденное по Луне, — $64^{\text{p}}10'$, то самое дальнее — $170^{\text{p}}11'$.

Если же мы определим это как $64^{\text{p}}16'$ в силу изложенного выше и отбросим неточность, упомянутую в «Альмагесте», то каждое из расстояний EF , FM и MD будет $2^{\text{p}}59'36''$, а самое дальнее — $170^{\text{p}}23'$. Что касается Птолемея, то в «Книге призм»¹⁰³ он пользуется отношением 34^{p} к 88^{p} , то есть отношением 17^{p} к 44^{p} , так как он прибавляет к среднему расстоянию шесть, а к этой сумме полудиаметр эпицикла, и получает $88^{\text{p}}30'$. Далее он вычитает из среднего расстояния три части, а затем — полудиаметр эпицикла и остается $34^{\text{p}}30'$. От них обоих отбрасывается дробь и применяется то, что остается. Если дробь не отбрасывается, то получится отношение 23^{p} к 59^{p} . Поэтому самое дальнее расстояние, если брать его с дробью, — $164^{\text{p}}36'$, а без дроби — $167^{\text{p}}5'104$. При этом находят странным то, что это отношение, вытекающее из девятой книги «Альмагеста», || противоречит тому, что имеется в его тринадцатой книге о стояниях, то есть там отношение $33^{\text{p}}12'$ к $41^{\text{p}}6'105$ для всех случаев, близкое к тому, что в [«Книге»] призм». Поступим в [случае] Венеры подобно этому. Ее ближайшее расстояние в масштабе Земли — $170^{\text{p}}23'$. Для нее и для всех верхних [планет] ограничиваются предыдущим представлением и тем, что имеется в «Альмагесте», то есть ED — $43^{\text{p}}10'106$, AC — $43^{\text{p}}10'$, так что самое близкое расстояние Венеры — $54^{\text{p}}35'107$, а самое дальнее — $184^{\text{p}}25'108$. Отношение между ними будет как отношение¹⁰⁹ 187^{p} к $1245^{\text{p}}110$.

Это Птолемей взял в «Книге призм», отбросив две дроби, то есть — отношение единицы к шести с половиной¹¹¹. Ал-Баттани в отличие от этого принял отношение 2^{p} к $12^{\text{p}}112$, чтобы совсем избавиться от дроби. Поэтому, если мы установим это, мы будем считать самое близкое расстояние — $164^{\text{p}}37'$, а самое дальнее, согласно ему, — $1095^{\text{p}}52'$. Если же мы будем считать его — $170^{\text{p}}23'$, как я это предполагал и убедился¹¹³ в этом, то самое дальнее расстояние — $1134^{\text{p}}28'114$. Это — самое близкое расстояние Солнца.

Что касается его самого далекого [расстояния], то в соответствии с тем, что [имелось] у Птолемея для расстояния между двумя центрами, если мы примем самое близкое расстояние за $1095^{\text{p}}32'115$, а отно-

шение — за отношение 6901^p к 7499^p , получится $1174^p10'$. Если же это — $1134^p28'$, то при том же отношении получится $1232^p46'$.

Однако наблюдения, проведенные между двумя центрами в [точках] *B* и *E*, показывают, что эти два расстояния относятся как 139^p к 149^p . Поэтому, если самое близкое расстояние — $1134^p28'$, то самое
1309 дальнее — $\parallel 1216^p5'$.

Птолемей не упоминает наблюдения, определившие расстояние Солнца по затмениям, и даты, которые помогли бы узнать положение. Расстояние Солнца, упоминаемое им в любом из положений, берется для него на орбите апогея и в «Альмагесте» он не указал ни на одно из двух его предельных расстояний. Что же касается «Книги призм», то там он упоминает, что самое близкое расстояние Солнца — тысяча сто шестьдесят, а самое дальнее — если прибавить к этому сто. На это указывает и то, что найденное им для [Солнца] расстояние, [равное] тысяче двумстам десяти,— его среднее расстояние.

Пусть самое близкое расстояние Марса $12151^p5'$, расстояние между двумя центрами при соединении — $6^p0'$, полуцикл — $39^p30'$. Поэтому самое близкое расстояние по этим двум [данным] — $14^p30'$, а самое дальнее — $105^p30'^{116}$, они относятся как 29^p к 211^p . Это отношение единицы к семи и восьми двадцать девятым частям единицы¹¹⁷, что меньше половины. Поэтому Птолемей отбросил его и принял семикратное отношение. Если мы не будем отбрасывать эту [величину], то самое дальнее расстояние Марса [будет] $8848^p3'$. Это — самое близкое расстояние Юпитера. Расстояние между центрами при соединении — $2^p15'$, полуцикл — $11^p30'$. Поэтому самое близкое расстояние — $46^p15'$, а самое дальнее — $73^p45'$, они относятся как 37^p к 59^p . Это отношение единицы к единице и тридцати пяти минутам и приблизительно две трети ее. Птолемей переходит отсюда к отношению 23^p к 37^p , так как приближенно это — отношение 23^p к $36^p40'$ и самое дальнее расстояние Юпитера — $14\ 109^p3'$. Это самое близкое расстояние Сатурна. Расстояние между двумя центрами — $3^p25'$, полуцикл — $6^p30'$. Поэтому самое близкое его расстояние — $\parallel 50^p5'$, а
1310 самое дальнее — $69^p55'$, они относятся как 601^p к 839^p , то есть отношение единицы к единице и двадцати трем минутам и трем четвертям их, то есть отношение пяти к шести и пятидесяти восьми минутам и четырем пятым их. Поэтому Птолемей округлил это и принял за отношение пяти к семи. Если мы не будем округлять, то самое дальнее расстояние Сатурна — $19696^p20'^{118}$. Это — расстояние до неподвижных звезд¹¹⁹.

Раздел второй

О ДИАМЕТРАХ ПЛАНЕТ ПО НАБЛЮДЕНИЮ И ОБЪЕМАХ ИХ ТЕЛ

Диаметры видимых светил различаются в зависимости от расстояния от глаза в двух смыслах: во-первых,— в смысле уменьшения и

увеличения наблюдения, а во-вторых — в смысле увеличения размера видимого сегмента сферы при удалении светила и уменьшения его при приближении. Пусть глаз — в E , AB — диаметр Солнца, CE — его расстояние от наблюдателя, HG — диаметр светила на расстоянии DE^* . Первый чертеж — для Луны, когда она находится в одном из затмений Солнца, [то есть] в «пребывании», второй — для двух нижних планет, третий — для трех верхних. Диаметры их всех даны на их средних расстояниях, измеренных диаметром Солнца, находящемся на среднем расстоянии, если Луна при затмении Солнца закрывает его и равна трети его диаметра, то на первом чертеже сумма FA и BK — треть AB . На остальных чертежах — для остальных светил в соответствии с тем, что получил Гиппарх с помощью отверстий двух диоптров и алидады, предназначенной для этого.

Диаметр Меркурия — \parallel треть одной пятой диаметра Солнца, диаметр Венеры — одна десятая его, диаметр Марса — четверть одной пятой его, [диаметр] Юпитера — половина одной шестой его, [диаметр] Сатурна — половина одной девятой его¹²⁰.

Если диаметр Солнца, как было изложено выше, равен полудиаметру Земли, взятому пять с половиной раз, и Меркурий закрывает, например, одну пятнадцатую его, то эта часть его диаметра будет $0^{\circ}20'2''$. Это — FK . Оно относится к расстоянию CE Солнца, у Птолемея 115, как диаметр HG Меркурия к его среднему расстоянию DE , у Птолемея 130¹²¹. Если мы умножим равную¹²² часть диаметра Солнца на среднее расстояние планеты и разделим произведение на расстояние Солнца, в частном получится диаметр планеты. Мы показали на примере Меркурия, что его диаметр, полученный упомянутым путем, — $0^{\circ}2'5''22'''$ ¹²³.

Что касается метода Птолемея, то он сделал диаметр Солнца разделенным на некоторое число частей, считая, что диаметр Земли подразделяется на сто¹²⁴ двадцать таких частей, это запоминаемое в качестве основы. Далее из среднего расстояния планеты возьмем закрываемую часть Солнца, в нашем примере — для Меркурия. Тогда то, что берется для него, — GH . Это — диаметр Меркурия, исходя из запоминаемого в качестве основы. Если мы выразим его в масштабе, в котором диаметр Земли — единица, то это — $0^{\circ}2'5''27'''$.

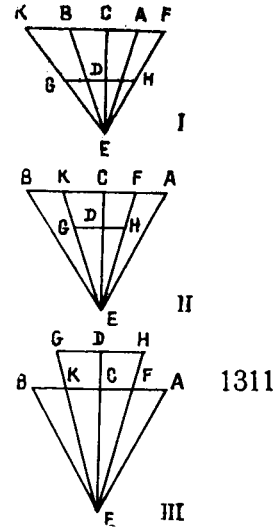


Рис. 205.

I — для Луны; II — для нижних планет; III — для верхних планет.

* См. рис. 205.

Метод ал-Кабиси — в том, что диаметр Солнца на среднем расстоянии стягивает угол величиной $0^{\circ}31'20''$, а то, что стягивает диаметр Меркурия — треть пятых его. Следовательно, диаметр [Меркурия] стягивает $0^{\circ}2'5''$. Это — величина угла *HEG*. Синус его половины относится к синусу его дополнения, то есть угла *DHE*, как диаметр Меркурия *DH* к || его среднему расстоянию *ED* и, следовательно, оно известно.

1312 Что касается неподвижных звезд, то Птолемей упомянул из них только те, которые первой величины, и приравнял их Марсу, считая, что их диаметры составляют одну двадцатую диаметра Солнца.

Абу Джа'фар ал-Хазин¹²⁵ в своей «Книге о расстояниях и телах [светил]» считал, что диаметры тех из них, которые первой величины, — одна семнадцатая диаметра Солнца, тех, которые второй величины, — одна часть из двадцати с четвертью, тех, которые третьей величины, — одна часть из двадцать одного и четырех пятых, тех, которые четвертой [величины], — одна двадцать четвертая, тех, которые пятой величины, — одна часть из двадцати семи с половиной, тех, которые шестой величины, — одна тридцать шестая. Он не опирается ни на себя самого, ни на кого-нибудь другого, и не указывает на способ определения и исследования этого.

Если известен способ определения диаметров светил, то поскольку они шарообразные, на что имеются признаки, хотя и без необходимых доказательств, искусство геометрии уже доказало пропорциональность объемов шаров кубам их диаметров¹²⁶. Если куб диаметра Земли — единица, то куб диаметра каждого светила является долей единицы, 1313 || для нижних планет или кратным ему для Солнца и верхних планет¹²⁷, а в случае шаров будет то же, что и в случае кубов.

Выше в начале речи был изложен метод индийцев [определения] расстояний светил и то, что требовалось по мнению грека Пулисы, когда мы по его книге или книге другого автора рассказывали об отношениях диаметров светил друг к другу¹²⁸. Определение их объемов возможно методом, аналогичным тем, которые мы упомянули. Пулиса говорил, что диаметр Луны — 32, его половина 16 — [диаметр] Венеры, его половина 8 — [диаметр] Юпитера, его половина 4 — [диаметр] Меркурия, его половина 2 — [диаметр] Сатурна, его половина 1 — [диаметр] Марса.

Этот муж привык определять величины одних из них по другим и исследовать их, пытаясь найти порядок и закон в них.

В *зидже* «*Кхандакхадьяка*»¹²⁹ средние величины их: для Марса — $0^{\circ}2'$, Меркурия — $0^{\circ}3'$, Юпитера — $0^{\circ}3'30''$, Венеры — $0^{\circ}4'$, Сатурна — $0^{\circ}2'30''$. Если хотят [определить] их уравнение в [данный] момент времени, умножают каждую из них на полный синус и делят произведение на

расстояние планеты от Земли в масштабе полного синуса, в частном получится величина его диаметра [в данный] момент времени.

Эти величины в «Блеске *зиджей*»¹³⁰ для Марса — 4, Меркурия — 6, Юпитера — 7, Венеры — 8, Сатурна — 5. В «Извлекающем *зидже*»¹³¹, кроме этого, более темным путем устанавливаются ошибки действий людей. Нужно знать, что наибольшая из причин различия этих величин — это различие величины полного синуса у них. У Пулисы он в 3438 минут, у Брахмы¹³² — 3270, в «*Кхандакхадьяке*» — 150, в «Блеске *зиджей*» — || 200, в «Извлекающем *зидже*» — 300. Причина, приводящая к этому, — методы, употреблявшиеся каждым из них в их действиях, откуда вытекает различие. 1314

Глава седьмая

О НАГЛЯДНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ФОРМЫ, ПО КОТОРОЙ ПРОИЗВОДЯТСЯ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ В ИХ СФЕРАХ

Мы уже говорили выше, что обладающие математической наукой¹³³ разъяснили необходимость кругов и движений по ним, это — абстрактные линии. Поэтому мы не обращаем внимания на то, что порождает пересечение тел и мешает движению. Известно, что при этом рассмотрении опускаются обстоятельства первого движения для того, чтобы облегчить наглядное представление остальных движений¹³⁴. Дело в том, что появление следов [светил] для населения Земли ночью и днем, их восхождения и исчезновения, их положения на орбитах и относительно звезд — все это подобно воде, движущей каждый корабль с его пассажирами в том смысле, что она не замечается и не ощущается ими¹³⁵.

Пусть для сфер каждой из пяти планет имеется сфера, подобная эклиптике — первая ее сфера, — это такая сфера, центр которой — [центр] эклиптики. Ее самая верхняя поверхность — внешняя поверхность сферы планеты, а ее самая нижняя — под ней при неизвестной толщине. В этой сфере нуждаются только ради согласия [движений] и порядка, хотя она ни в чем не постижима нашими ощущениями и неизвестна нам. Управитель и устроитель ее лучше всех знает это. Эта подобная сфера движется в восточном направлении движением, равным движению сферы неподвижных [звезд], и вращает все, что внутри нее, но не действует на их собственные движения, ее движение относится к ним как первое движение к ним. Далее, внутри подобной сферы имеется сфера, центр которой эксцентричен по отношению к центру мира и которая касается || подобной [сферы] в [одной] точке. Ее центр — 1315 не в плоскости подобного круга, а в плоскости, проходящей через нее и через точку касания, отмеченную на сфере наклонного подобного кру-

га. Эта эксцентричная сфера обладает толщиной и несет на себе в некотором месте сферу эпицикла, на которой расположена планета. Она всегда вращается при помощи этого движения, приводящим к ускорению и замедлению и прямому и попятному [движениям]. Необходима параллельность диаметра, проходящего через апогей и перигей эпицикла, диаметру, проходящему через центр мира и точку касания на эпицикле этого эксцентричного подобного деферента. Между точкой касания и его центром имеется расстояние, равное расстоянию между двумя центрами, то есть исправленного при движении. Сфера деферента эпицикла движется вокруг своего центра по последовательности [знаков зодиака] и несет на себе эпицикл. Если подобный круг движется при помощи движения сферы неподвижных [звезд], то она несет вместе с собой точку касания сферы, несущей каждую из них. Это — движение апогея. Таков случай Венеры и верхних [планет].

Что же касается Меркурия, то ему свойственно большее [количество] движений, так же как он характеризуется меньшей величиной тела, а многие движения — многими орбитами. Предположим для него подобный круг, как для остальных планет, и пусть он касается сферы [планеты] внутри ее в точке. Она вращается вокруг его центра в направлении против последовательности [знаков зодиака] и называется сферой, вращающей деферент, подобно деференту для эпицикла, как изложено выше, и касается его для его вращения. Деферент вращается по последовательности [знаков зодиака] и несет эпицикл вместе с собой, а вращающая сфера несет его в направлении против последовательности [знаков зодиака]. Центр деферента описывает вокруг центров вращения круг, о котором сказано выше. Необходимо, чтобы центр деферента и исправленная точка среднего движения находились между центром мира и центром вращающей сферы и сохранялась параллельность упомянутого диаметра любого из них. Таковы движения || сфер планет.

Глава восьмая

О РАЗНОВИДНОСТЯХ¹³⁶ ДВИЖЕНИИ¹³⁷, КОТОРЫМИ ПЛАНЕТЫ ОТКЛОНЯЮТСЯ К СЕВЕРУ И ЮГУ

Подобно тому, что для движения планет по долготе один вид в соответствии с положениями на эклипике зависит от их орбит апогеев, а другой в соответствии с расстояниями между планетой и Солнцем — от орбит эпициклов, так же обстоит дело и для широты, отличающейся для нижних планет.

Что касается широты, происходящей от наклонных орбит, то она не отличается по величине, как указано выше о Луне. А именно: на-

клонная орбита для каждой из них пересекает эклиптику подобно восходящему и нисходящему узлам и удаляется от него в двух других местах, причем граница этого удаления по величине у [различных] планет различна. У верхних [планет] она постоянна и не изменяется. Их положение на эклиптике изменяется при перемещении апогея, так как при этом перемещении перемещаются *джаузахирь*, у двух [нижних] планет он не неподвижен, имеется и движение наклонной орбиты около диаметра, соединяющего оба узла. При этом иногда она приближается к плоскости эклиптики, затем отклоняется от него к северу и к югу, отходя от него до определенного предела, а при возвращении от него достигает другого предела с другой стороны. Будем называть диаметр, соединяющий узлы, первым диаметром наклонной орбиты, а диаметр, соединяющий две [наиболее] удаленные точки,— вторым диаметром. Точно так же будем называть диаметр эпицикла, проходящий через его апогей и перигей,— первым диаметром, а другой, перпендикулярный ему,— вторым диаметром. Известно, что северная половина наклонной орбиты у верхних [планет] всегда северная, а южная — всегда южная. Но у двух нижних [планет] не так, так как северная половина [наклонной орбиты], когда отклонение достигает предела к северу, отходит от нее, || а угол пересечения продолжает уменьшаться до тех пор, пока не исчезнет, и плоскость наклонной орбиты совпадает с 1317 плоскостью эклиптики. Затем наклонная орбита переходит в южную сторону и северная половина наклонной орбиты становится южной. Угол пересечения начинает увеличиваться за счет увеличения склонения до его предела на юге. Затем наклонная орбита возвращается от него к первому положению. В этом положении склонение наклонной орбиты постоянно у верхних планет и перемещается и изменяется у двух нижних.

Что касается наклона эпицикла, то он подразделяется на два вида по отношению к обоим его диаметрам; причем тот, который появляется за счет движения первого диаметра,— общий для них. Что же касается второго диаметра, то у верхних [планет] он неподвижен по положению и параллелен плоскости эклиптики, а у двух нижних [планет] он движется по окружности двух малых кругов, перпендикулярных плоскости наклона. Это движение называется изгибом¹³⁸. Широта, получающаяся при этом, тоже относится к нему.

Что касается определения движений и положений, то апогей светил действительно [движутся] вокруг мест предела удаленности наклона в северном направлении.

Что касается Сатурна, то его апогей удален от предела удаленности по последовательности [знаков зодиака] на величину пятидесяти градусов, у Юпитера — против последовательности [знаков зодиака]

на величину двадцати градусов; у Марса и Венеры апогей [находится] в месте, удаленном к северу, а у Меркурия — в месте, удаленном к югу.

Если центр эпицикла у верхних [планет] достигает положения [предельной] удаленности к северу, то первый диаметр эпицикла предельно отклонен, его верхний конец — в южной [части] наклонной плоскости, а нижний — в северной [части]. Период движения этого диаметра у верхних [планет] равен времени оборота центра эпицикла по его деференту. Если центры его эпициклов достигают южной удаленности, то этот диаметр также будет в пределе своего отклонения, но будет обратное изложенному, то есть, если верхний конец — в северной [части] 1318 [части] плоскости наклона, || а нижний — в южной ее [части], то склонение его необходимо будет отсутствовать при достижении центром эпицикла каждого из двух узлов.

Что касается движения диаметров у двух нижних [планет], то их обороты совершаются за солнечный год, являющийся периодом вращения центра эпицикла на деферент при наблюдении. Это будет так, если иметь в виду, что [движение] наблюдается длительно, имеет направление Солнца. [При этом] оборот Меркурия в орбите апогея отличен от [оборота] Венеры, так что обороты по этим двум орбитам различны по началам и концам, то есть предел наклона первого диаметра эпицикла — при нахождении центра эпицикла на орбите, то есть в первом из двух его узлов.

Что касается того, что в *голове*, то у Венеры его верхний конец в конце его удаления от наклонной плоскости на север, а в *хвосте* же — в конце, удаленном от него на юг. Такое же положение у Меркурия, но с переменной направления, то есть в *голове* — в конце, удаленном от нее в сторону южного наклона, а в *хвосте* — в сторону северного. Если центр эпицикла достигает предела удаления наклона с обеих сторон, то склонение этого диаметра прекращается и центр накладывается на второй диаметр наклонной [орбиты].

Что касается второго диаметра эпицикла, то его положение отличается от [положения] его первого диаметра. Его предел наклона — в апогее и перигее, а отсутствие [наклона] — в узлах. Если центр эпицикла достигает апогея, то этот конец второго диаметра эпицикла, направленный по последовательности [знаков зодиака] — в пределе его наклона, которое для Венеры северное, а для Меркурия — южное. Если он достигает перигея, — это конец, который направлен по последовательности [знаков зодиака] — в пределе его наклона. Для Венеры этот [конец] на юге, а для Меркурия — на севере. Если конец диаметра был 1319 || направлен в сторону последовательности [знаков зодиака], а конец другого диаметра — в сторону, противоположную этой, то мы ограничимся упоминанием о первом из этих случаев. При отсутствии наклона

у первого диаметра эпицикла при достижении его центром апогея второй диаметр будет наклонен к эклиптике для Венеры — на север, а для Меркурия — на юг, так что центр [эпицикла] совпадает с этим положением и берется наклонная плоскость, ближайшая к плоскости эклиптики, до тех пор, пока это не дополнится при достижении центром [эпицикла] узла. В это время эти две плоскости совпадают.

Затем, при определении центра от узла, они отдаляются друг от друга и полудиаметр, который [ранее] был наклонен к северу эклиптики, переходит к югу и продолжает удаляться. При этом получается, что центр эпицикла Венеры всегда будет на севере от эклиптики, а центр эпицикла Меркурия — всегда на юге от эклиптики. Величины пределов наклонов, которые получились у Птолемея [следующие]: для наклонной орбиты — два с половиной градуса, для Сатурна и Юпитера — один с половиной градуса, для Марса — градус — у этих планет указанные [величины] не возрастают и не убывают, для Венеры — одна шестая градуса, для Меркурия — три четверти градуса — у этих [планет] указанные [величины] не возрастают, однако, они убывают до тех пор, пока не исчезнут, [затем] опять возвращаются [к первоначальной].

Что касается наклонов первых диаметров эпициклов [планет], то их предел в апогее: для Сатурна — тринадцать градусов, для Юпитера — три и половина одной десятой градуса, для Марса — половина, одна пятая и одна шестая градуса; в перигее: для Сатурна — три и одна десятая градуса, для Юпитера — четверть и одна шестая градуса, для Марса — половина, треть и одна десятая градуса.

Что касается предела перигея эпицикла в апогее, то для Сатурна это — три градуса и одна пятая, для Юпитера — половина и три пятых градуса, для Марса — три градуса с третью. А предел наклона перигея эпицикла в перигее для Сатурна — половина и половина || 1320 одной шестой градуса, для Юпитера — треть, одна пятая и одна десятая градуса, для Марса — шесть градусов, одна десятая и одна шестая одной десятой. Что же касается двух нижних планет, то для них предел наклона апогея в узлах для Венеры — градус и три десятых, для Меркурия — четыре градуса и одна десятая. Широта планеты составляется из всех этих движений. После этих подготовительных сведений теперь мы упомянем способ, которым Птолемей подразделил их.

Глава девятая

РАССКАЗ О МЕТОДЕ ПТОЛЕМЕЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ДВУХ ВИДОВ ШИРОТЫ

Если определить из найденного Птолемеем¹³⁹ то, что мы привели выше о способе движения, то ясно, что если центр эпицикла Венеры и

Меркурия на двух концах второго диаметра на орбите апогея, то оба они будут в двух концах первого диаметра на эпицикле. Оба они будут иметь одну и ту же величину широты. Эта широта — предел удаления наклонной орбиты при совпадении первых диаметров эпицикла. Обе эти планеты оказываются на нем при помощи второго диаметра орбиты апогея и центр эпицикла на нем. Для Венеры эта величина — одна шестая градуса всегда к северу, для Меркурия — половина и четверть градуса всегда к югу.

Если она на наибольшем из двух расстояний от Солнца, то обе они приблизительно на втором диаметре на эпицикле, то есть в пределе своего отклонения, и на наклонной орбите появляется один из двух его концов с одной стороны, а другой — с другой. Сумма обеих широт планеты, одна из которых — по последовательности [знаков зодиака], а другая — против [их] последовательности — приблизительно пять градусов. Для Венеры она не отличается в апогее и перигее, а для Меркурия она отличается в них на величину половины градуса. || Широта 1321 одного конца, следовательно, — два градуса с половиной. Это широта изгиба на кругах широт. Если центр эпицикла этих двух планет в двух узлах, то есть приблизительно на среднем расстоянии, то первый диаметр на эпицикле — в пределе своего отклонения.

Если обе планеты в апогее эпицикла, то широта Венеры в ее стороне один градус, а Меркурия — градус и три четверти; а если они в перигее, то широта Венеры — шесть градусов, одна пятая и одна шестая, а широта Меркурия — четыре градуса и половина одной шестой. Широты наклонной орбиты у этих двух планет отличаются от широты эпицикла весьма легким методом. Для верхних планет это не так и ясны только соответствия в концах обоих диаметров, перемещающиеся на каждой из обеих орбит.

Марс превосходит две остальные [планеты] по легкости [определения]. Если второй диаметр в его орбите апогея и проходит через центр E и одновременно через предел удаления на наклонной орбите, то различие между его широтой в апогее и перигее [эпицикла] очевидно.

Пусть круг $ABCD$ — круг широты, ограниченный наибольшей удаленностью на наклонной орбите, AC — общая часть¹⁴⁰ между его плоскостью и плоскостью эклиптики, BD — ее общая часть между его плоскостью и наклонной плоскостью*, то есть [в случае] Марса [этот круг] 1322 проходит через апогей. Тогда [Марс], следовательно, [в точке] D . Угол AED для каждой планеты задан по величине. У верхних из них он не изменяется по величине. || Первый из двух диаметров эпицикла у них BD , B и D — пределы наклона. Его апогей — в направлении плоскости

* См. рис. 206.

эклиптики. Пусть его положение в апогее — FGK , в перигее — LHM , а апогей эпицикла в апогее и перигее — F и M . В них верхние [планеты]—«сгорающие», они находятся в противостоянии со средним положением Солнца в двух перигеях эпицикла K и M . При этом наблюдение широты в апогее эпицикла возможно из-за того, что планету в ней не видно.

Что касается [нахождения их] при противостоянии, то в точке K от широты Марса при этом находится четыре градуса с третью, это — величина угла AEK , а в [точке] L — семь градусов, это — угол CEL . Если величина угла изучается зрительно, для двух равных дуг, находящихся на равном расстоянии от апогея эпицикла и от перигея, я нашел, что для Марса в промежутке между обоими положениями это отношение пяти к девяти. Это отношение угла GEK к углу HEL при равенстве углов AEG и CEH . Разность между углами AEK и CEL — два градуса с третью. Следовательно, это — разность углов GEK и HEL . Поэтому разность обоих углов относится к одному из них, как разность двух чисел отношения, то есть четыре, к числу, соответствующему этому углу в отношении. В соответствии с этим угол GEK у Марса получается равным трем градусам с третью, а угол HEL — шести градусам, так что остается удаленность наклонной орбиты Марса, отвлеченная от всего другого, — один градус. Что касается Сатурна и Юпитера, то, так как в их широтах при имеющихся противостояниях с || апогеем и перигеем нет различия в ощущении, Птолемей стал исследовать их с другой стороны — он наблюдал их широту в начале восхода и конце заката. Для Сатурна получились два градуса, а для Юпитера — один градус. Он считал это для апогея [эпицикла], так как ее положение видимо и не бывает скрытым. Безусловно, эта величина [равна] углу AEK . Оно свободно наблюдается при противостоянии, когда нет различия в этом в апогее и перигее, и превосходит другие положения. [Птолемей] нашел, что для Сатурна [этот угол] — три градуса, а для Юпитера — два градуса. Упомянутое выше отношение, полученное последовательным подбором для Сатурна, — отношение восемнадцати к двадцати трем, у Юпитера — отношение двадцати девяти к сорока трем. Угол KGE в направлении перигея эпицикла таков же, как угол FGD в направлении [его] апогея. Поэтому две дуги на эпицикле равны. Отношение угла FEG к углу GEK — отношение, полученное последовательным подбором, и угол FEG для Сатурна приблизительно — тридцать четыре минуты, а для Юпитера больше этого на две минуты. Выделяется угол AED — у

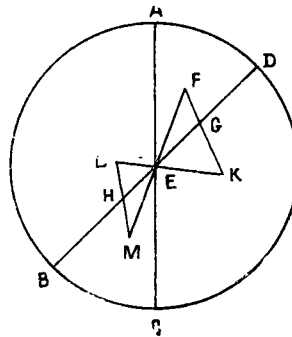


Рис. 206.

Сатурна — два градуса с третью и одной десятой, а у Юпитера — градус и две пятых. Этим путем выделяют более простые широты планет из более сложных, получаемых наблюдением.

Глава десятая

О ТАБЛИЦАХ ШИРОТ ПЛАНЕТ И ПОЛЬЗОВАНИИ ИМИ

Если мы хотим определить широты верхних планет, то возьмем аргумент какой-нибудь из них и какую угодно ее аномалию, оба уравненные. Затем прибавим к аргументу Сатурна пятьдесят градусов и вычтем из долготы Юпитера двадцать градусов, а то, что для Марса, 1324 оставим в том же положении. Возьмем для этого || аргумента то, что против него в двух строках чисел общего столбца. Затем возьмем для уравненной аномалии, если этот аргумент меньше девяноста или больше двухсот семидесяти, то, что против нее в северном из обоих столбцов этой планеты, а если этот аргумент больше девяноста и меньше двухсот семидесяти, то, что против этого в южном столбце, умножим это на взятое из общего столбца. Получится широта этой планеты в стороне его столбца.

Если мы хотим [узнать] широту одной из двух нижних [планет], то возьмем для ее уравненной аномалии то, что против нее из ее наклона и отклонения и запомним оба. [Затем] запишем отклонение Меркурия в двух местах. Умножим одно из них на шесть минут и прибавим к другому месту, если ее уравненный аргумент больше девяноста и меньше двухсот семидесяти, и вычтем его из другого места, если этот уравненный аргумент противоположен. Получится отклонение Меркурия, уравненное с помощью одной десятой. Далее прибавим к уравненному аргументу для Венеры девяносто градусов, а для Меркурия — двести семьдесят, прибавим при этом общий столбец, умножим это на наклон, запоминаемый для планеты, получится первая широта от первого диаметра на эпицикле. Если аргумент, к которому прибавляется, меньше девяноста или больше двухсот семидесяти, и аномалия также, то эта широта южная, а если аномалия противоположна этому, то она северная. Если аргумент вместе с избытком больше девяноста и меньше двухсот семидесяти, и аномалия также, то она южная, а если аномалия противоположна [аргументу], то широта северная. Далее вернемся к уравненной аномалии. || Оставим ее для Венеры, как она есть, а для Меркурия прибавим к ней сто восемьдесят и возьмем для этого 1325 общий столбец и запомним это. Затем умножим это на запоминаемое отклонение для Венеры и исправленное с помощью одной десятой для Меркурия. Получится северная широта наклона, а если аномалия боль-

ше ста восьмидесяти, то она — южная. Если аргумент больше девяноста и меньше двухсот семидесяти, а аномалия меньше ста восьмидесяти градусов, то она южная, а если аномалия противоположна этому, то она северная. Далее, умножим общий столбец, который мы запомнили, на равное себе, а произведение в случае Венеры умножим на десять минут, а в случае Меркурия — на сорок пять минут. Получится широта орбиты апогея, для Венеры всегда северная, а для Меркурия всегда южная. Затем составим широту планеты из этих трех широт, сложив их, если они — в одной стороне, их сумма будет широтой этой планеты в этой стороне. Если же их стороны различны, то сложим две в одной стороне и возьмем разность между этой суммой и третьей широтой, получится широта планеты в стороне большей [широты], у которой имеется избыток над другой [стороной]¹⁴¹.

Что касается подъема и спуска в [определенную] сторону, то это не длится непрерывно по одному закону из-за того, что широты складываются из нескольких вещей, различных по величине. Способ [определения] этого таков: если составить широту планеты для трех дней перед заданным моментом времени и так же после него, то мы узнаем отсюда подъем планеты к северу и ее спуск к югу по увеличению широты в три последовательных момента времени, спуска ее к северу и подъема ее к югу по уменьшению широты в них.

|| Таблица широт планет¹⁴²

1326

Строка числа	Сатурн				Юпитер				Марс				Венера				Меркурий				Общий		
	север		юг		север		юг		север		юг		наклон		откло- нение		наклон		откло- нение				
	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	минуты	секунды	
1	359	2	3	2	1	1	6	1	4	0	7	0	3	1	2	0	1	1	45	0	1	59	58
2	358	2	3	2	1	1	6	1	4	0	7	0	3	1	2	0	2	1	45	0	3	59	55
3	357	2	3	2	1	1	6	1	4	0	7	0	3	1	2	0	4	1	45	0	5	59	51
4	356	2	4	2	1	1	6	1	4	0	7	0	3	1	2	0	5	1	45	0	7	59	47
5	355	2	4	2	2	1	7	1	5	0	8	0	3	1	2	0	7	1	45	0	9	59	42
6	354	2	4	2	2	1	7	1	5	0	8	0	4	1	2	0	8	1	45	0	11	59	36
7	353	2	4	2	2	1	7	1	5	0	8	0	4	1	1	0	10	1	44	0	12	59	29
8	352	2	5	2	2	1	7	1	5	0	8	0	4	1	1	0	11	1	44	0	14	59	21
9	351	2	5	2	2	1	7	1	5	0	8	0	4	1	1	0	13	1	44	0	16	59	12
10	350	2	5	2	2	1	7	1	5	0	9	0	4	1	1	0	14	1	44	0	18	59	1
11	349	2	5	2	2	1	7	1	5	0	9	0	4	1	1	0	15	1	44	0	20	58	49
12	348	2	5	2	3	1	8	1	6	0	9	0	4	1	1	0	16	1	44	0	22	58	36
13	347	2	5	2	3	1	8	1	6	0	9	0	5	1	0	0	18	1	43	0	24	58	23

1327

Строка числа	Сатурн				Юпитер				Марс				Венера				Меркурий				Общий			
	север		юг		север		юг		север		юг		наклон		откло- нение		наклон		откло- нение					
	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	минуты	секунды		
14	346	2	6	2	3	1	8	1	6	0	10	0	5	1	0	0	19	1	43	0	26	58	9	
15	345	2	6	2	3	1	8	1	6	0	10	0	5	1	0	0	20	1	43	0	28	57	53	
16	344	2	6	2	3	1	8	1	6	0	10	0	5	1	0	0	22	1	43	0	30	57	36	
17	343	2	6	2	3	1	8	1	6	0	10	0	5	1	0	0	24	1	43	0	31	57	19	
18	342	2	6	2	3	1	8	1	6	0	11	0	5	1	0	0	25	1	43	0	33	57	0	
19	341	2	6	2	4	1	9	1	7	0	11	0	5	0	59	0	27	1	42	0	35	56	39	
20	340	2	7	2	4	1	9	1	7	0	11	0	6	0	59	0	28	1	42	0	37	56	17	
21	339	2	7	2	4	1	9	1	7	0	12	0	6	0	59	0	30	1	42	0	38	55	54	
1328	22	338	2	7	2	4	1	9	1	7	0	12	0	6	0	59	0	31	1	41	0	40	55	29
23	337	2	7	2	4	1	9	1	7	0	12	0	6	0	59	0	32	1	41	0	42	55	8	
24	336	2	7	2	4	1	9	1	7	0	13	0	6	0	59	0	33	1	40	0	44	54	36	
25	335	2	7	2	5	1	10	1	8	0	13	0	1	0	58	0	35	1	40	0	46	54	11	
26	334	2	8	2	5	1	10	1	8	0	13	0	1	0	58	0	36	1	39	0	48	53	46	
27	333	2	8	2	5	1	10	1	8	0	13	0	1	0	58	0	37	1	39	0	49	53	21	
28	332	2	8	2	5	1	10	1	8	0	14	0	1	0	58	0	38	1	38	0	51	52	55	
29	331	2	8	2	5	1	10	1	8	0	14	0	1	0	57	0	39	1	37	0	53	52	28	
1329	30	330	2	8	2	5	1	10	1	8	0	14	0	1	0	57	0	41	1	36	0	55	52	0
31	329	2	9	2	6	1	11	1	9	0	14	0	8	0	57	0	43	1	35	0	57	51	30	
32	328	2	9	2	6	1	11	1	9	0	14	0	8	0	56	0	44	1	34	0	59	50	55	
33	327	2	9	2	6	1	11	1	9	0	14	0	8	0	56	0	45	1	33	1	1	50	19	
34	326	2	9	2	6	1	11	1	9	0	15	0	9	0	56	0	46	1	32	1	3	49	41	
35	325	2	10	2	7	1	11	1	9	0	15	0	9	0	55	0	47	1	31	1	5	49	3	
36	324	2	10	2	7	1	11	1	9	0	15	0	9	0	55	0	49	1	30	1	7	48	24	
37	323	2	10	2	7	1	12	1	10	0	16	0	10	0	54	0	50	1	29	1	8	47	45	
38	322	2	10	2	7	1	12	1	10	0	16	0	10	0	54	0	52	1	27	1	10	47	5	
1330	39	321	2	10	2	7	1	12	1	10	0	16	0	11	0	53	0	53	1	26	1	11	46	25
40	320	2	10	2	8	1	12	1	10	0	17	0	11	0	52	0	54	1	25	1	13	45	45	
41	319	2	11	2	8	1	12	1	10	0	17	0	12	0	52	0	55	1	24	1	14	45	5	
42	318	2	11	2	8	1	12	1	10	0	18	0	12	0	51	0	57	1	23	1	16	44	25	
43	317	2	11	2	9	1	13	1	11	0	18	0	13	0	50	0	58	1	21	1	17	43	42	
44	316	2	11	2	9	1	13	1	11	0	19	0	13	0	50	0	0	1	20	1	19	43	0	
45	315	2	11	2	9	1	13	1	11	0	19	0	14	0	49	0	1	1	19	1	21	42	14	
46	314	2	12	2	10	1	13	1	11	0	20	0	14	0	48	0	3	1	18	1	23	41	32	
47	313	2	12	2	10	1	13	1	11	0	20	0	15	0	47	0	4	1	17	1	25	40	47	
48	312	2	12	2	10	1	13	1	11	0	21	0	15	0	46	0	5	1	16	1	26	40	0	
49	311	2	12	2	11	1	14	1	12	0	21	0	16	0	46	0	7	1	14	1	28	39	13	
50	310	2	13	2	11	1	14	1	12	0	22	0	16	0	45	0	8	1	13	1	29	38	25	
51	309	2	13	2	11	1	14	1	12	0	22	0	17	0	44	0	10	1	12	1	31	37	32	
1331	52	308	2	13	2	12	1	14	1	12	0	23	0	17	0	43	1	11	1	11	1	32	36	49
53	307	2	14	2	12	1	14	1	13	0	23	0	18	0	42	1	12	1	10	1	34	36	1	
54	306	2	14	2	12	1	14	1	13	0	24	0	18	0	41	1	13	1	8	1	35	35	12	

Строка числа	Сатурн				Юпитер				Марс				Венера				Меркурий				Общий		
	север		юг		север		юг		север		юг		наклон		откло- нение		наклон		откло- нение				
	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	минуты	секунды	
55	305	2	14	2	13	1	15	1	13	0	24	0	19	0	40	1	14	1	6	1	37	34	22
56	304	2	15	2	13	1	15	1	14	0	25	0	20	0	39	1	16	1	5	1	35	33	31
57	303	2	15	2	14	1	15	1	14	0	26	0	20	0	38	1	17	1	3	1	40	32	39
58	302	2	15	2	14	1	15	1	15	0	26	0	21	0	37	1	18	1	2	1	42	31	47
59	301	2	16	2	15	1	16	1	15	0	27	0	21	0	36	1	19	1	0	1	43	30	14
60	300	2	16	2	15	1	16	1	16	0	25	0	22	0	35	1	20	0	59	1	44	30	0
61	299	2	16	2	15	1	16	1	16	0	28	0	22	0	34	1	22	0	57	1	46	29	6
62	298	2	16	2	16	1	17	1	17	0	29	0	24	0	33	1	23	0	56	1	47	28	11
63	297	2	17	2	16	1	17	1	17	0	30	0	24	0	32	1	24	0	54	1	48	27	15
64	296	2	17	2	17	1	17	1	17	0	30	0	25	0	31	1	26	0	53	1	49	26	19
65	295	2	18	2	17	1	18	1	18	0	31	0	26	0	30	1	27	0	51	1	50	25	22
66	294	2	18	2	18	1	18	1	18	0	32	0	26	0	29	1	28	0	49	1	52	24	24
67	293	2	18	2	18	1	18	1	18	0	32	0	27	0	28	1	31	0	47	1	53	23	24
68	292	2	19	2	19	1	19	1	19	0	33	0	28	0	27	1	31	0	46	1	55	22	24
69	291	2	19	2	19	1	19	1	19	0	34	0	28	0	26	1	32	0	44	1	56	21	24
70	290	2	20	2	20	1	20	1	20	0	34	0	29	0	25	1	33	0	42	1	57	20	24
71	289	2	20	2	20	1	20	1	20	0	35	0	29	0	24	1	34	0	40	1	53	19	24
72	288	2	21	2	21	1	21	1	21	0	36	0	30	0	23	1	35	0	38	2	0	18	24
73	287	2	21	2	21	2	21	1	21	0	36	0	31	0	22	1	37	0	36	2	1	17	24
74	286	2	22	2	22	1	22	1	22	0	37	0	32	0	21	1	38	0	34	2	3	16	24
75	285	2	22	2	22	1	22	1	22	0	38	0	33	0	20	1	39	0	32	2	4	15	24
76	284	2	23	2	23	1	23	1	23	0	39	0	34	0	19	1	40	0	30	2	5	14	24
77	283	2	23	2	23	1	23	1	23	0	40	0	35	0	18	1	41	0	28	2	6	13	24
78	282	2	23	2	24	1	24	1	24	0	41	0	36	0	16	1	42	0	26	2	1	12	24
79	281	2	24	2	24	1	24	1	25	0	41	0	37	0	15	1	44	0	24	2	9	11	24
80	280	2	25	2	25	1	25	1	25	0	42	0	38	0	13	1	45	0	22	2	10	10	24
81	279	2	25	2	25	1	25	1	26	0	43	0	39	0	12	1	47	0	20	2	11	9	24
82	278	2	26	2	26	1	26	1	26	0	44	0	40	0	10	1	48	0	18	2	12	8	24
83	277	2	26	2	26	1	26	1	26	0	45	0	41	0	9	1	49	0	16	2	13	7	24
84	276	2	27	2	27	1	27	1	27	0	46	0	42	0	8	1	50	0	13	2	14	6	24
85	275	2	27	2	27	1	27	1	27	0	47	0	43	0	6	1	52	0	11	2	15	5	22
86	274	2	28	2	28	1	28	1	28	0	48	0	45	0	5	1	53	0	9	2	16	4	19
87	273	2	28	2	28	1	28	1	28	0	49	0	46	0	3	1	54	0	7	2	17	3	15
88	272	2	29	2	29	1	29	1	29	0	50	0	47	0	2	1	55	0	5	2	18	2	11
89	271	2	29	2	29	1	29	1	29	0	51	0	48	0	1	1	56	0	3	2	19	1	6
90	270	2	30	2	30	1	30	1	30	0	52	0	49	0	0	1	57	0	0	2	20	0	0
91	269	2	30	2	30	1	30	1	30	0	58	0	50	0	1	1	58	0	3	2	21	1	5
92	268	2	31	2	31	1	31	1	31	0	54	0	51	0	3	1	59	0	6	2	22	2	9
93	267	2	31	2	31	1	31	1	31	0	55	0	52	0	5	2	0	0	8	2	23	3	12
94	266	2	32	2	32	1	32	1	32	0	56	0	54	0	7	2	1	0	10	2	23	4	16
95	265	2	32	2	32	1	32	1	32	0	58	0	55	0	9	2	2	0	13	2	24	5	20
96	264	2	33	2	33	1	33	1	33	0	59	0	56	0	10	2	3	0	15	2	25	6	22

1332

1333

1334

1335

Строка числа	Сатурн				Юпитер				Марс				Венера				Меркурий				Общий		
	север		юг		север		юг		север		юг		наклон		откло- нение		наклон		откло- нение				
	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	минуты	секунды	
97	263	2	33	2	33	1	33	1	33	1	1	0	57	0	12	2	4	0	18	2	25	7	23
98	262	2	34	2	34	1	34	1	34	1	2	0	58	0	13	2	5	0	20	2	26	8	24
99	261	2	34	2	34	1	34	1	34	1	3	1	0	0	15	2	6	0	23	2	27	9	24
100	260	2	35	2	35	1	35	1	35	1	4	1	1	0	17	2	7	0	26	2	27	10	24
101	259	2	35	2	35	1	35	1	35	1	5	1	2	0	18	2	8	0	28	2	28	11	24
102	258	2	36	2	36	1	36	1	36	1	6	1	4	0	20	2	9	0	31	2	28	12	24
103	257	2	36	2	36	1	36	1	36	1	8	1	5	0	22	2	10	0	34	2	28	13	24
104	256	2	37	2	37	1	37	1	37	1	9	1	7	0	24	2	11	0	37	2	29	14	24
105	255	2	37	2	37	1	37	1	37	1	10	1	8	0	26	2	12	0	40	2	29	15	24
106	254	2	38	2	38	1	38	1	38	1	12	1	10	0	28	2	13	0	43	2	29	16	24
107	253	2	38	2	38	1	38	1	38	1	13	1	12	0	30	2	14	0	45	2	29	17	24
108	252	2	39	2	39	1	39	1	39	1	14	1	13	0	32	2	15	0	48	2	29	18	24
109	251	2	39	2	39	1	39	1	39	1	16	1	15	0	34	2	16	0	51	2	29	19	24
110	250	2	40	2	40	1	40	1	40	1	17	1	17	0	36	2	17	0	54	2	30	20	24
111	249	2	40	2	40	1	40	1	40	1	18	1	18	0	38	2	17	0	57	2	30	21	24
112	248	2	41	2	41	1	41	1	41	1	20	1	20	0	40	2	18	1	0	2	30	22	24
113	247	2	41	2	41	1	41	1	41	1	21	1	22	0	42	2	19	1	3	2	30	23	23
114	246	2	42	2	42	1	42	1	42	1	23	1	24	0	44	2	20	1	6	2	30	24	22
115	245	2	42	2	42	1	42	1	42	1	25	1	26	0	46	2	20	1	9	2	30	25	21
116	244	2	43	2	43	1	43	1	43	1	26	1	28	0	48	2	21	1	12	2	30	26	17
117	243	2	43	2	43	1	43	1	43	1	28	1	30	0	50	2	22	1	16	2	30	27	12
118	242	2	44	2	44	1	44	1	44	1	30	1	33	0	53	2	22	1	19	2	30	28	8
119	241	2	44	2	44	1	44	1	44	1	35	1	35	0	57	2	23	1	22	2	29	29	4
120	240	2	45	2	45	1	45	1	45	1	37	1	37	0	59	2	24	1	25	2	29	30	0
121	239	2	45	2	45	1	45	1	45	1	36	1	39	1	2	2	24	1	28	2	29	30	52
122	238	2	46	2	46	1	46	1	46	1	38	1	41	1	5	2	25	1	32	2	28	31	44
123	237	2	46	2	46	1	46	1	46	1	41	1	44	1	8	2	26	1	35	2	28	32	36
124	236	2	47	2	47	1	47	1	47	1	43	1	46	1	11	2	26	1	38	2	27	33	29
125	235	2	47	2	47	1	47	1	47	1	46	1	49	1	14	2	27	1	42	2	26	34	21
126	234	2	48	2	48	1	47	1	48	1	48	1	51	1	18	2	27	1	45	2	25	35	12
127	233	2	48	2	48	1	48	1	48	1	50	1	54	1	21	2	28	1	48	2	24	35	12
128	232	2	48	2	48	1	48	1	48	1	52	1	57	1	25	2	28	1	52	2	24	36	49
129	231	2	49	2	49	1	49	1	49	1	54	2	0	1	28	2	29	1	55	2	23	37	36
130	230	2	49	2	50	1	49	1	50	1	56	2	4	1	31	2	29	1	58	2	22	38	24
131	229	2	50	2	50	1	50	1	50	1	58	2	7	1	35	2	30	2	3	2	21	39	12
132	228	2	50	2	51	1	50	1	51	2	1	2	10	1	38	2	30	2	6	2	20	40	0
133	227	2	51	2	52	1	51	1	51	2	4	2	14	1	41	2	30	2	9	2	19	40	44
134	226	2	51	2	52	1	51	1	52	2	6	2	17	1	45	2	30	2	13	2	18	41	28
135	225	2	52	2	53	1	51	1	53	2	9	2	20	1	48	2	30	2	16	2	16	42	12
136	224	2	52	2	53	1	52	1	53	2	11	2	24	1	51	2	30	2	20	2	14	42	56
137	223	2	53	2	54	1	52	1	54	2	13	2	28	1	55	2	30	2	23	2	13	43	40
138	222	2	53	2	54	1	52	1	54	2	16	2	32	1	59	2	30	2	27	2	11	44	24

Строка числа	Сатурн				Юпитер				Марс				Венера				Меркурий				Общий		
	север		юг		север		юг		север		юг		наклон		откло- нение		наклон		откло- нение				
	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	минуты	секунды	
139	221	2	53	2	54	1	53	1	54	2	18	2	36	2	3	2	29	2	30	2	10	45	40
140	220	2	54	2	55	1	53	1	55	2	21	2	40	2	7	2	29	2	34	2	8	45	12
141	219	2	54	2	55	1	53	1	55	2	25	2	44	2	11	2	29	2	37	2	6	46	36
142	218	2	54	2	56	1	54	1	56	2	28	2	48	2	15	2	29	2	40	2	4	47	14
143	217	2	55	2	56	1	54	1	56	2	31	2	52	2	19	2	28	2	44	2	2	47	50
144	216	2	55	2	56	1	55	1	57	2	34	2	56	2	23	2	28	2	47	2	0	48	24
145	215	2	56	2	57	1	55	1	57	2	33	3	1	2	28	2	27	2	50	1	57	49	0
146	214	2	56	2	57	1	56	1	58	2	40	3	7	2	35	2	27	2	54	1	55	49	36
147	213	2	56	2	57	1	56	1	58	2	44	3	12	2	43	2	26	2	57	1	53	50	12
148	212	2	57	2	58	1	57	1	59	2	46	3	17	2	48	2	25	3	0	1	50	50	45
149	211	2	57	2	58	1	57	1	59	2	50	3	23	2	55	2	24	3	4	1	48	51	26
150	210	2	57	2	58	1	58	2	0	2	54	3	29	3	3	2	22	3	1	1	46	51	16
151	209	2	58	2	59	1	58	2	0	2	57	3	35	3	8	2	21	3	10	1	43	52	25
152	208	2	58	2	59	1	59	2	1	3	1	3	41	3	15	2	20	3	14	1	41	52	15
153	207	2	58	2	59	1	59	2	1	3	5	3	46	3	23	2	18	3	17	1	38	53	12
154	206	2	58	3	0	1	59	2	2	3	8	3	42	2	28	2	16	3	20	1	35	53	40
155	205	2	59	3	0	2	0	2	2	3	12	4	0	3	36	2	14	3	23	1	32	54	8
156	204	2	59	3	0	2	0	2	3	3	16	4	9	3	44	2	12	3	26	1	29	54	36
157	203	2	59	3	1	2	0	2	3	3	19	4	17	3	49	2	9	3	29	1	26	55	5
158	202	2	59	3	1	2	1	2	4	3	23	4	25	3	57	2	7	3	31	1	23	55	33
159	201	2	59	3	1	2	1	2	4	3	27	4	32	4	5	2	4	3	34	1	20	56	0
160	200	3	0	3	2	2	1	2	4	3	30	4	39	4	10	2	1	3	36	1	16	56	22
161	199	3	0	3	2	2	2	2	5	3	34	4	47	4	18	1	58	3	39	1	13	56	42
162	198	3	0	3	2	2	2	2	5	3	38	4	55	4	26	1	55	3	42	1	10	57	0
163	197	3	0	3	2	2	2	2	5	3	41	5	4	4	31	1	51	3	44	1	6	57	16
164	196	3	0	3	2	2	2	2	6	3	45	5	13	4	38	1	47	3	46	1	3	57	32
165	195	3	0	3	2	2	2	2	6	3	49	5	23	4	49	1	42	3	48	0	59	57	43
166	194	3	0	3	3	2	3	2	6	3	52	5	33	4	55	1	37	3	50	0	5	58	5
167	193	3	1	3	3	2	3	2	6	3	56	5	43	5	4	1	32	3	52	0	51	58	21
168	192	3	1	3	3	2	3	2	6	4	0	5	53	5	13	1	27	3	54	0	58	58	36
169	191	3	1	3	3	2	3	2	7	4	3	6	2	5	19	1	21	3	55	0	44	58	50
170	190	3	1	3	3	2	3	2	7	4	6	6	12	5	27	1	15	3	56	0	40	59	52
171	189	3	1	3	3	2	3	2	7	4	10	6	21	5	36	1	9	3	58	0	36	59	12
172	188	3	1	3	4	2	3	2	7	4	12	6	25	5	41	1	2	3	59	0	32	59	21
173	187	3	2	3	4	2	3	2	7	4	13	6	31	5	46	0	1	4	1	0	28	59	29
174	186	3	2	3	4	2	4	2	7	4	15	6	36	5	52	0	2	4	2	0	24	59	36
175	185	3	2	3	4	2	4	2	8	4	16	6	41	5	57	0	2	4	2	0	20	59	40
176	184	3	2	3	4	2	4	2	8	4	17	6	46	6	4	0	3	4	3	0	16	59	44
177	183	3	2	3	4	2	4	2	8	4	18	6	51	6	7	0	3	4	3	0	12	59	48
178	182	3	2	3	5	2	4	2	8	4	19	6	56	6	12	0	4	4	4	0	8	59	53
179	181	3	2	3	5	2	4	2	8	4	20	6	1	6	17	0	4	4	4	0	4	59	57
180	180	3	2	3	5	2	4	2	8	4	21	6	7	6	22	0	5	4	5	0	0	60	0

1340

1341

1342

1343

1344

|| Глава одиннадцатая

О ПОЯВЛЕНИИ ПЛАНЕТ И ИХ ИСЧЕЗНОВЕНИИ

Раздел первый

О ПРЕДЕЛЕ УДАЛЕНИЯ ВЕНЕРЫ И МЕРКУРИЯ ОТ СОЛНЦА

Поскольку центр эпицикла каждой из этих двух планет [Венеры и Меркурия] имеет то же направление, что и положение среднего Солнца, то для них невозможно, чтобы они были удалены от Солнца более, чем на величину угла зрения, стягивающего полудиаметр эпицикла, в каждую из двух сторон от Солнца, относящейся к вечеру и утру. Так как расстояния центра эпицикла от Земли на орбите апогея различно, то упомянутый угол изменяется, и поэтому предел удаления от Солнца различен. А именно: он уменьшается в апогее и увеличивается в перигее. Это указывает на необходимый предел уравнения на эпицикле. Если его центр находится один раз в апогее, а другой раз в перигее, то в них обоих определяется предел уравнения подобно тому, как он определялся для Луны в моменты соединения и квадратуры. Остановимся на наименьшей из величин этого удаления и наибольшей из них.

Если хотят [узнать удаление] в этот момент времени, определяют для него расстояние центра эпицикла от Земли и наибольшее уравнение в этот момент. При повторении действия неизбежно то, что вытекает из положения центра на орбите апогея, а это — предел удаления, куда планета не попадает, а достигает только расстояния движения центра, и расстояние от Земли изменяется. В это время предел удаления от Солнца не имеет определенной величины, но нуждается в повторении определения этого в другом масштабе.

1345

|| *Раздел второй*

О НАЧАЛЕ ВОСХОДА И ЗАХОДА ПЛАНЕТ

Каждая планета «сгорает» в апогеях своих эпициклов, то есть в середине [времени] их исчезновения. Поскольку центры [эпициклов] верхних планет запаздывают по отношению к движению Солнца, то их движения отстают от его движения в сторону против последовательности знаков зодиака после «сгорания» и предшествуют ему при появлении в лучах, пока они не окажутся на заданных расстояниях от Солнца при наблюдении каждого из них. Поэтому первое их появление утром — при восходе. Они получают названия по месту их появления, иногда их называют восточными или появляющимися при восхождениях, особенно

в стоянках Луны. Их восход продолжает ускоряться, так что в концах ночи планета продолжает быть видимой. Если Солнце восходит и планета видна при его восходе в середине неба между двумя сторонами, то для нее никак не применяется название восхода, если же она проходит это место и наблюдается в концах ночи в стороне запада, то это происходит при замедлении движения. Затем она исчезает и после этого имеет место ее попятное движение так, что достигает середины [исчезновения] при противостоянии с Солнцем, и ее восход наблюдается в стороне запада в обоих концах ночи. Затем ее заходы перестают быть наблюдаемыми, а ее восходы запаздывают каждым вечером. Поэтому она видна в начале ночи в стороне востока, а после этого возвращается к замедлению, прямому движению и появлению. Затем она оказывается в середине неба. Затем, когда она переходит в сторону запада и оказывается в этой стороне в начале ночи, она называется заходящей. Это название установлено для всего, что приближается по вечерам к западу до тех пор, пока не вернется к расстоянию, равному расстоянию, упомянутому при наблюдении. Это будет концом его видимости || по вечерам, началом его исчезновения в лучах и возвращения его к его середине [исчезновения] при «сгорании» 1346

Что касается двух нижних планет, то они имеют общее с верхними в [отношении] «сгорания» в апогее эпицикла, а после этого они обе опережают Солнце по последовательности [знаков зодиака] и запаздывают относительно него при заходах в соответствии с движением аномалии для них обоих на эпицикле до тех пор, пока они не окажутся на нем на расстоянии видимости. Поэтому начало их видимости будет наблюдаться в это время на западе вечером. Такое их положение названо восходом или восхождением ошибочно и неправильно.

Действительно, планета появляется по вечерам и она продолжает увеличиваться, пока не достигнет самого дальнего из ее расстояний от Солнца при наибольшем уравнении. Поэтому, если ее уравнение недостает до этой величины, удаление от Солнца переходит в приближение к нему изо дня в день, пока она возвратится к стоянию и попятному движению, причем она возвращается к расстоянию видимости, а затем скрывается при заходе и исчезновении по вечерам. Тогда она настигает Солнце в перигее эпицикла и «сгорает» в положении, противоположном тому, в которых «сгорают» верхние планеты. При запаздывании относительно Солнца происходит попятное движение в сторону против последовательности [знаков зодиака], а при опережении его при восходе она скрывается в его лучах до тех пор, пока не достигнет расстояния видимости до него. Это и будет началом ее видимости. Появление ее — это ее восход или появление ее по утрам. Нет ничего плохого и в названии «восхождение», так как ее видимость

увеличивается и повышается до тех пор, пока она не достигнет того, что окажется в положении наибольшей удаленности от Солнца после прямого движения. Если ее уравнение уменьшится, то удаленность от Солнца перейдет в приближение к нему, пока она не достигнет расстояния видимости. Конец его и начало исчезновения при этом будут на востоке. Это ошибочно называют заходом и еще более ошибочно — закатом. После этого не будет никакого возвращения \parallel и «сгорания» в апогее эпицикла.

Далее, появление планеты и ее уход различаются в соответствии с её величиной при наблюдении, а также различаются в соответствии с широтой планеты и ее стороной. Они различаются в различных местностях в соответствии с перпендикулярностью эклиптики [к горизонту] или его наклоном в момент достижения планетой расстояния видимости и возвращения, принимая во внимание длительность наблюдения. Птолемей выбрал то место, которое близко к летнему солнцестоянию, из-за прозрачности воздуха при этом в обитаемой четверти по сравнению с мутностью воздуха благодаря парам, оставшимся от весны, вызванным продолжительностью зимы. Из этих мест он выбрал те, которые [лежат] на широте четвертого климата при равноденствии: в них эклиптика расположена в это время между перпендикулярностью и наклоном¹⁴³. Этому следуют халдеи, египтяне и народ Эллады¹⁴⁴, так как они были более внимательны в изучении этих проблем, чем другие. Я уже говорил о расстоянии видимости, которое берется на эклиптике при восхождении начала созвездия Рака, что для Сатурна это четырнадцать градусов и при этом он удаляется от Солнца, для Юпитера — двенадцать градусов и три четверти, для Марса — четырнадцать градусов с половиной. Однако при этом принимается во внимание дуга понижения под обеими дугами эклиптики. Поэтому следует повернуть ее к эклиптике.

Пусть ABC — меридиан, BFD ¹⁴⁵ — половина восточного горизонта, AFC — половина эклиптики, точка F — восходящая*.

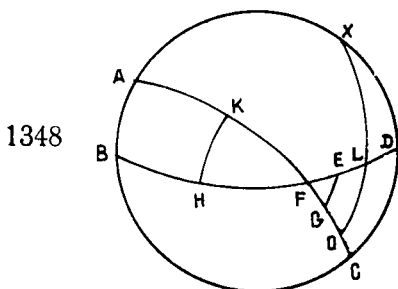


Рис. 207.

* См. рис. 207.

Пусть это — начало Рака, а в нем — планета. Отложим FO ¹⁴⁶, равную градусам, в которых появилась планета. Тогда O — градус Солнца. Проведем к нему из зенита X круг XLO . \parallel Тогда LO — его дуга понижения при восходе планеты F . Угол DFC равен величине дополнения широты климата наблюдения. Его синус относится к синусу прямого угла L , как синус понижения LO к синусу выделенных градусов FO . Поэтому, если мы умножим си-

нус дополнения широты климата наблюдения на синус заданных градусов, получится синус понижения, то есть положение видимости. Так как в этом положении широты Сатурна и Юпитера малы, для них достаточно взять точку F . Получаются положения видимости: для Сатурна — одиннадцать градусов, Юпитера — десять градусов, причем составляется прямолинейный треугольник FLO . Так как для Марса в этом положении величина северной широты одна пятая градуса, то его восхождение происходит в [точке] E . Через нее проводят его круг широты, то есть EG , перпендикулярный к эклиптике. Тогда получится градус G , расстояние BF между ним и началом Рака и OG — градусы эклиптики, в которых имеет место его видимость. Поэтому FO известна. OL получится подобно тому, как мы поступили выше — одиннадцать с половиной¹⁴⁷ градусов.

Если у планеты в H широта южная, HK — ее круг широты, K — ее градус, KO — заданные градусы, KF — известна и FO известна, то действие возвращается к тому, что было раньше.

Подобно этому — для планет Венеры и Меркурия. Обе они — в Раке на горизонте захода, положение видимости Венеры — пять градусов, а для Меркурия — десять градусов.

Затем предполагается, что BFD на предыдущем чертеже — горизонт захода, F — начало знака Рыб, LO — положение видимости Венеры — пять градусов, O — градус || Солнца. В этом положении и расположении северная широта Венеры будет шесть градусов с третью. Отсюда получается дуга FG и определяется расстояние G положения Венеры от Солнца. Это три градуса тридцать восемь минут. Затем предполагают горизонт восхода для утреннего появления. Дуга GO — двадцать четыре минуты. Если движение по долготе — три градуса четырнадцать минут, то движение по аномалии в перигее эцикла — градус с четвертью. Это аргумент приблизительно двух дней. Поэтому Венера [будет] в попятном движении и исчезает приблизительно в течение двух дней. Если предположить, что точка F — начало Девы, то эта широта для Венеры южная. Если поступить так же, как раньше, то получается промежуток времени в шестнадцать дней. Таким образом, если Венера «сгорает» при возвращении в начале Девы, то она исчезает между концом своего движения на запад и началом своего движения на восток на шестнадцать дней. Аналогично этому действие для Меркурия, в положении видимости на горизонте захода, точка F на нем — начало Скорпиона и на горизонте восхода, точка F на нем — начало Тельца. В каждом из этих двух положений широта [Меркурия] южная, больше чем три градуса. Поэтому, если определить при помощи этого и дополнения широты климата наблюдения дугу FK и прибавить к FO , получится расстояние KO [Меркурия] от Солнца в начале наблюдения. В это время оно равно наибольшему его удалению от

Солнца в двух положениях, при которых прекращается видимость вечером в начале Скорпиона и утром в начале Тельца, согласно вычислению и свидетельству этого воочию.

1350

|| Глава двенадцатая

О СОЕДИНЕНИИ ПЛАНЕТ И ЗАКРЫТИИ ОДНИХ ИЗ НИХ ДРУГИМИ

Соединение двух любых планет — это их встреча в одном градусе эклиптики¹⁴⁸. Если совпадают их широты и их стороны, то одно из них закрывает другое. Закрывающее — это более низкое по порядку сфер. Если их широты различны в одной стороне, или различны их стороны, они удалены друг от друга при наблюдении, даже если величины их широт совпадают. Сумма обеих широт не превосходит половину суммы их диаметров. При установлении факта соединения Солнца и Луны момент соединения двух соединяющихся светил и градус, в котором произойдет соединение, ясны.

Если бы у планет не было попятного движения, факт соединения не был бы противоположен факту встречи. Однако вопрос об обоих [соединяющихся светилах], для которых требуется этот смысл, зависит от того, будут ли движения их обоих одновременно прямыми или одновременно попятными или же одно из них прямое, а другое попятное. И в прямом и попятном движении возможно стояние и положение подготовки его положения к переходу, противоположному положению. Возможно, что оно быстрее всего в этот момент времени. Это — самое высшее в расположении сфер. В этой главе нужно сначала рассмотреть, существует движение или нет, попятное ли оно в начале или прямое, и какое из них прекращается при этом. Поэтому исследуется его существование, причем в это время используется все, что было изложено раньше о встрече. Момент этого и градус соединения устанавливаются с помощью *бухтов* их обоих в сутки, или в их минуту, или в час.

Если обе планеты движутся вместе в одну сторону прямым или попятным движением, то при различии их *бухтов* впереди идет более быстрая из них. Если они движутся в разные стороны, то есть по последовательности знаков зодиака и в противоположном ей направлении, то сумма обоих *бухтов* — это возвращение более быстрой. Если
1351 одна из них || движется при помощи одного из двух движений, то другое действует только при помощи *бухта* и не рассматривается прямое [движение] одного из движущихся. Подразделения этого таковы: если обе они движутся прямо и перед ускорением нет попятного дви-

жения, препятствующего путем замедления, то разделим разность между ними для данного промежутка времени на опережение более быстрого, в частном получится разность между данным моментом времени и моментом соединения.

Разность при движении делят на *бухт* одного из обоих светил, в частном получится расстояние положения соединения от его положения. Они оба складываются или вычитаются в соответствии с вопросом о моменте времени и причиной [данного] положения, так что из них обоих получается искомое. Если будут одновременно два попятных движения по последовательности [знаков зодиака] и у них обоих нет прямого движения до того, как одна нагонит другую, то положение их обоих при определении промежутка времени и движения не отличается от положения двух прямых движений. Различие происходит [только] в положении соединения. Поэтому в положении недостатка происходит прибавление, а в положении избытка — вычитание.

Если одна из двух планет движется прямым, а другая — попятным движением и если попятное движение одного из них происходит по последовательности [знаков зодиака], причем достижение прямого [движения] при этом возможно до его выхода из попятного движения и перед прямым движением нет попятного движения до соединения, то в них применяют запаздывание вместо опережения, то есть сумму двух *бухтов* вместо разности между ними, пока не получится промежуток времени и движение. Этим пользуются для [определения] момента времени и градуса, как это вытекает из продолжения и последовательности. Если одна из двух планет допускает возможность соединения, то получится как градус заданного знака зодиака, до которого доходит момент остановки планеты, если градус — само положение этой планеты.

Затем, если знают, как определить широту двух соединяющихся планет в данный момент времени, и если обе они в одной стороне, то берут разность между ними, а если они в противоположных сторонах, то берут сумму. То, что получится в первом [случае], — расстояние между центрами обеих планет в момент соединения при наблюдении глазом. Поэтому тот, кто хочет определить это приблизительно и измерить его в локтях || и пядях, берет из этого для каждого градуса либо локоть, либо две пяди. Если это расстояние меньше одной шестой градуса, то представляет себе, что нижняя из них по порядку затемняет верхнюю из них. При определении этого нуждаются в диаметрах обеих планет, но мнения об этом различны. Примем это предположение во внимание. Мы уже говорили, что диаметр Солнца на среднем расстоянии, когда его движение — $0^{\circ}59'8''20'''$, есть $0^{\circ}32'14''22'''$. Мы уже рассказывали, что думал Гиппарх о закрытии светил.

1352

Отсюда следует, что если Солнце находится на своих средних расстояниях, то диаметр Меркурия в соответствии с этим — $0^{\circ}2'8''57'''$, диаметр Венеры — $0^{\circ}3'13''26'''$, диаметр Марса — $0^{\circ}1'36''43'''$, диаметр Юпитера — $0^{\circ}2'41''12'''$, диаметр Сатурна — $0^{\circ}1'47''28'''$. Если Солнце поднимается к апогею эцикла, то уменьшается, а если оно опускается в направлении перигея, то увеличивается. Если определено его расстояние от Земли, то разность между этим расстоянием и шестьюдесятью предполагаемыми для средних положений относится к шестидесяти, как избыток диаметра планеты в этот упоминаемый нами момент времени над ее средним диаметром, или его недостаток до него, к его среднему диаметру.

Далее, если получена половина [суммы] диаметров обеих планет, она уравнивается с расстоянием между ними. Если же половина [суммы] диаметров меньше расстояния, то разность между ними — это разность между краями обеих планет. Величина этого определяется так, как мы об этом упоминали, или из этого берут для каждого ста шестидесяти одной секунды «палец». Если они равны, то будет касание краев обеих планет и они не различаются. Если половина [суммы] диаметров больше закрытия нижнего, чем верхнего, на величину разности между ней и расстоянием, то способ определения его величины подобен изложенному раньше.

Если довольствоваться описанием двух планет при помощи их движения параллельно друг друга для оценки расстояния до них обеих, то для *заманов* «впадения» получается аналогично тому, что изложено выше о затмениях Солнца и Луны. Я определил при помощи расстояния между обоими светилами широту Луны, а при помощи половины

1353 [суммы] диаметров || — полудиаметры Солнца и Луны.

Далее я уделил внимание градусам *заманов*, используя то, что используют при соединении Солнца и Луны, [их] опережении, запаздывании, или только — *бухт*, для определения момента касания их обоих в момент соединения. То, что приходится на день, является промежутком времени, или его кратным, или его долей. Если же расстояние отсутствует, происходит закрытие одного из двух диаметров другим.

Глава тринадцатая

О ПОКРЫТИИ ПЛАНЕТ ЛУНОЙ

Если планета — в положении Солнца, то в положении Луны используется ее долготный и широтный параллакс до тех пор, пока не узнают с помощью этого время приближения путем наблюдения, как было изложено выше о встрече наблюдаемых объектов с Солнцем. Да-

лее по широте наблюдаемого и широте светила определяется разность между ними. Действие затмения этого во всех случаях не отличается от действия затмения Солнца, затмившаяся планета находится в месте тени Земли. Из действия отклонения затмения Луны известно, что оно начинается в той стороне, где планета касается Луны и входит в нее полностью, и кончается в той стороне, где планета выходит из-за Луны и как будто рождается. Тому, кто постиг в достаточной мере обстоятельства затмений Солнца и Луны, не остается неизвестным образ действий, [изложенный] по методу этой главы при поддержке Аллаха и его помощи.

Окончена десятая книга Канона Мас'уда.

Слава Аллаху, господу миров¹⁴⁹.

КНИГА ОДИННАДЦАТАЯ
КАНОНА МАС'УДА



|| то искусство¹, которым завершается сия книга, по своей сути автономно², поскольку «ценность» свою оно несет лишь в себе. К нему, как правило, склоняются сердца только тех, кто представляет себе наслаждение как спасение от физических мучений, а пользу — лишь в мирских благах.

Если ты не стремишься к этим [благам], ты будешь питать отвращение к этому искусству и его предсказаниям, к его порядкам и его людям. По этой причине древние связали³ события мира с подобными утверждениями и для познания их влияния пошли путями, похожими на нечто убедительное. На данной основе они развили искусство приговоров, рассматривая его как плод⁴, срезанный благодаря их исследованию⁵, и зная, что страстное желание всех заранее узнать о возможностях увеличения добра и устранения ущерба⁶, [как следствия] зла, снижает горячность упрека им и отвращает от них острие опасных ударов [судьбы]. Среди элементов приговоров имеется нечто украшенное новинками вычислений⁷, которое помогло его любителям при рассмотрении того, что они считали допустимым и бесспорным. Поскольку это не сводится к необходимому, то в нем⁸ могут быть разногласия, и [таким образом] развились⁹ различные методы. Эта книга касается большей части их, за исключением того, что было изложено раньше¹⁰.

|| Глава первая

1355

О МЕТОДАХ ЭКВАЛИЗАЦИИ ДОМОВ

Раздел первый

ОБ ИЗВЕСТНОМ МЕТОДЕ

Подобно тому, как эклиптика делится двумя точками пересечения [с небесным экватором] в равноденствиях и двумя точками [наиболь-

шего] удаления [от него] в солнцестояниях на квадранты, а эти квадранты на трети, так что он украшен двенадцатью созвездиями, абсолютно неподвижными по положению, не изменяющимися движением, так и движение делит два круга мира, то есть горизонт и небесный меридиан на постоянно изменяющиеся неравные части. Когда одна из точек равноденствия восходит, одна из точек солнцестояний оказывается на небесном меридиане. Между каждыми двумя кругами [могут] находиться три знака зодиака. Знаки зодиака, соответствующие их началам, называют колышками¹¹, так же как знаки зодиака на эклиптике называют «измененными» и «перевернутыми» по причине времен года и их положений, а знаки зодиака, находящиеся посередине между двумя кругами, — «следующими за колышками», так как первое движение перемещает их к местам колышков, несмотря на их удаление от них. Точно также знаки зодиака средин квадрантов эклиптики называются «неподвижными», а знаки зодиака, предшествующие двум кругам, — «заходящими», так как до этого они были в местах колышков и движение удалило их от них. Соответствующие им на эклиптике называют знаками зодиака, обладающими двумя телами¹². Подобно тому, как те двенадцать [частей] эклиптики называются знаками зодиака, эти двенадцать [частей], определяемые двумя кругами мира, называются «домами»¹³. Они отсчитываются в своих обозначениях от гороскопа¹⁴, то есть второй от него, третий и [так далее] — до двенадцатого. Определение градусов этой || основы их искусства не всегда удается с помощью знаков зодиака при заходе точек равноденствий за круг горизонта во время движения. Причина [этого] — различие того, что [находится] на эклиптике между двумя кругами, так как это или в несколько раз превышает три знака зодиака или недостает до них. Знаки зодиака участвуют в домах, и каждый дом состоит из двух равных или неравных отрезков двух знаков зодиака с двух сторон. Поэтому они вынуждены найти метод их эквализации¹⁵.

МЕТОД ЭКВАЛИЗАЦИИ ДОМОВ

Этот метод, дошедший до нас от них, [излагается] в этой главе. Они устанавливают начало четырех колышков на эклиптике, затем делят то, что [находится] между градусом гороскопа и градусом колышка Земли из градусов соответствия на три равные части. Начало первой части — первый восходящий колышек, против него — начало седьмого, то есть заходящий колышек. Начало второй части — начало второго дома, против него — начало восьмого. Начало третьей части — начала третьего, а против него — начало девятого. Затем они делят также на три равные части [расстояние] от градуса колышка Земли до

градуса заходящего колышка. Начало первой части — начало четвертого дома, против него — начало десятого, начало второй части — начало пятого дома, против него — начало одиннадцатого. Начало третьей части — начало шестого дома, против него — начало двенадцатого. Все дома теперь известны и это более ясно, чем если упоминать доводы этого.

|| ИЗВЕСТНЫЙ МЕТОД, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ДЛЯ ЭКВАЛИЗАЦИИ ДОМОВ 1357

Что касается тех, которые пришли после них, то они сказали, что различие между каждым двумя последовательными колышками в градусах и знаках зодиака происходит из-за их взаимной удаленности друг от друга и причина этого — расстояние. Поэтому два дома между двумя колышками получают из этого различия [части], соответствующие размеру их долей расстояния. Это расстояние в двух избыточных квадрантах, один из которых восточный, от середины неба до гороскопа, а другой — западный, против него — полдень градуса гороскопа, в остальных двух убывающих квадрантах — половина его ночи. Они получали дома с помощью третьей этих [квадрантов]. Поясним это. Пусть круг $ABCD$ — небесный меридиан*, F на нем — полюс небесного экватора, BED — восточный горизонт, AEC — половина эклиптики, E — градус гороскопа, A — градус десятого [дома], C — градус четвертого [дома]. Опишем [малый] круг HEG из полюса F на расстоянии градуса гороскопа. HE ¹⁶ — половина его дневной дуги, то есть *заманы* на расстоянии A от E , а EG — половина его ночной дуги. Если я опишу из полюса F отрезки [малых] кругов, то [отрезок] MX будет равен HE , LK — двум третям ее, IZ — двум третям EG , PO — его трети. Дома получились такие, как мы хотели.

X — начало одиннадцатого дома, L — двенадцатого, I — второго, P — третьего. Соответствующие им — против них. Известно, что эти отрезки — *заманы* подобны соответ-

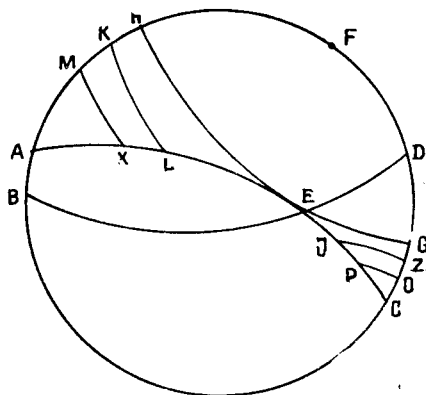


Рис. 208.

BED — восточный горизонт; $ABCD$ — небесный меридиан; F — полюс Мира; AEC — эклиптика; E — градус гороскопа; I — [градус] второго [дома]; P — [градус] третьего [дома]; C — [градус] четвертого [дома]; A — [градус] десятого [дома]; X — [градус] одиннадцатого [дома]; L — [градус] двенадцатого [дома].

* См. рис. 208.

1358 вующим им в дневной и ночной дугах небесного || экватора, образуемых в нем большим кругом, проходящим через точки *F* и *E*. Их части образуют круги склонения, проходящие через начала домов. Начерченные отрезки — восходы на линии [земного] экватора, так как круги склонения относятся к ним. По ним исправили дома, которые были их целью.

Вычисление этого и способ действия с ним — в том, что восхождения градуса гороскопа устанавливаются на линии земного экватора в четырех местах. Берется разность между первым из них и восхождениями градуса гороскопа в [данном] городе и умножается на двадцать минут. Произведение уменьшается на тридцать градусов, если градус имел северное склонение или увеличивается на тридцать градусов, если оно южное, чтобы получить одну шестую ночи восхождения. Она превосходит то, что на втором месте, удвоенное того, что на третьем, и треть удвоенного того, что на четвертом. Затем то, что получилось на третьем месте, помещается на пятом месте и увеличивается на шестьдесят градусов, а также то, что получилось на втором месте, помещается на шестом месте и увеличивается на сто двадцать градусов. То, что собралось на пяти местах, — это восхождения для мест небесных

1359 домов, то есть то, что во втором месте, — это восхождение второго || дома, то, что в третьем, — восхождение третьего дома и т. д. Если каждое будет превращено в дуги прямых восхождений на [земном] экваторе, получится его знак зодиака в его градусах. Если градус десятого дома будет в десятом знаке зодиака от восходящего знака зодиака, то колышки называют «[прочно] стоящими», если он попадает в одиннадцатый знак зодиака, его называют «покосившимся», а если в девятый знак зодиака — «обреченным».

Раздел второй

О ПУТИ, КОТОРЫЙ Я ПРЕДПОЧЕЛ

После того, как я рассмотрел предыдущий метод при всей его легкости и известности, я нашел для этого у индийцев метод, основанный на их положении. Он состоит в том, чтобы не делить один из больших кругов на равные части. Таким образом, неравномерность становится у них другим делением, чем равенство их частей, при котором [имеет] место неравенство восхождений при равенстве знаков зодиака и его градусов соответствия, но их подразделение равно в двух сегментах двух различных кругов. Это похоже на «косой» час¹⁷, который далек от естественного порядка. Далее их подразделяющие круги склонения отличны от двух кругов мира, движущихся и переходящих с места на

место при их постоянстве. Так как расстояние горизонта от небесного меридиана — квадрант круга, не имеющего азимута¹⁸, этот первый квадрант подразделяется на три. Когда через них проводят [линии] из двух полюсов, в которых пересекаются горизонт и небесный меридиан, сфера для каждой местности разделится на двенадцать равных частей, подобно ее разделению для всех местностей знаками зодиака. Эти круги подобны двум кругам мира, образующим колышки. При эквализации первых домов они более удобны из-за их постоянства и соединения их «силы»¹⁹ || с «силой» двух кругов при прохождении через 1360 них эклиптики, так как горизонты широт берутся от горизонта при убывании от широты местности по мере удаления, пока их широты не исчезнут при достижении меридиана, являющегося горизонтом, не имеющим широты²⁰.

Представим себе это²¹ [на чертеже], пусть AEC — круг, не имеющий азимута, перпендикулярный горизонту BED^* . Пусть он разделен на шесть частей точками H, I, K, E, L . Проведем через них из точек B и D круги. Они будут проходить через начала домов. Опустим из полюса мира F на круг DIB дугу большого круга. Это — широта местности FM , горизонтом которой является данный круг. Синус DF широты города относится к синусу FM , как синус прямого угла M к синусу одной шестой круга²², который по величине угла FDM . Если мы умножим синус широты города на синус шестидесяти градусов, получится синус широты круга, || ограничивающего двенадцатый дом. Ему 1361

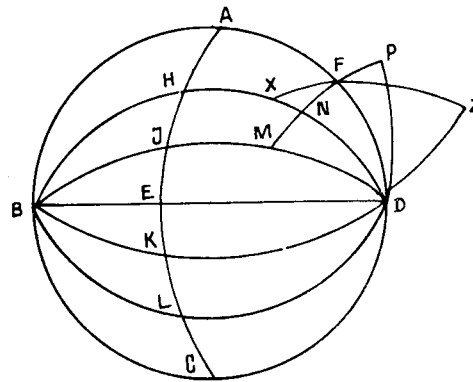


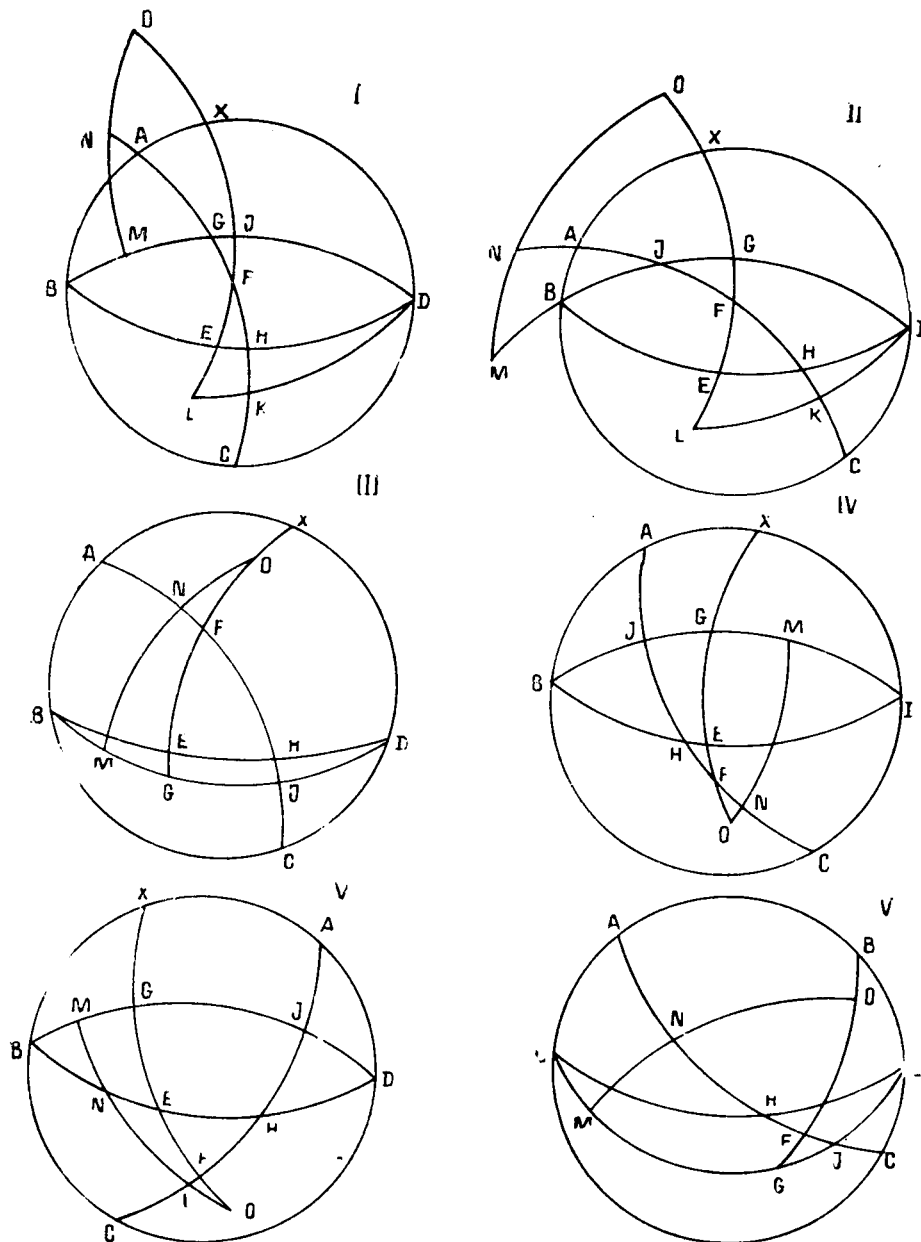
Рис. 209.

равна широта круга, ограничивающего второй дом, то есть BKD , так как его широта — перпендикуляр FZ . Синус DF относится к ее синусу, как синус острого угла Z к синусу угла FDX , равному углу FDM . Поскольку угол N острый, то перпендикуляр FX меньше широты FM горизонта BHD , которой равна широта FP горизонта города. Это и есть то, что мы хотели представить.

Затем, пусть горизонт — BED с полюсом X , XEL — [дуга] круга, не имеющего азимута, AHC — эклиптика. Пусть H — градус гороскопа. Пусть три чертежа будут ограничены [случаями] различия сторон ази-

* См. рис. 209.

мута восхода²⁴, градуса гороскопа и высоты градуса десятого [дома]*. Это [имеет место], если мы предположим, что *D* — северная сторона,



* См. рис. 210.

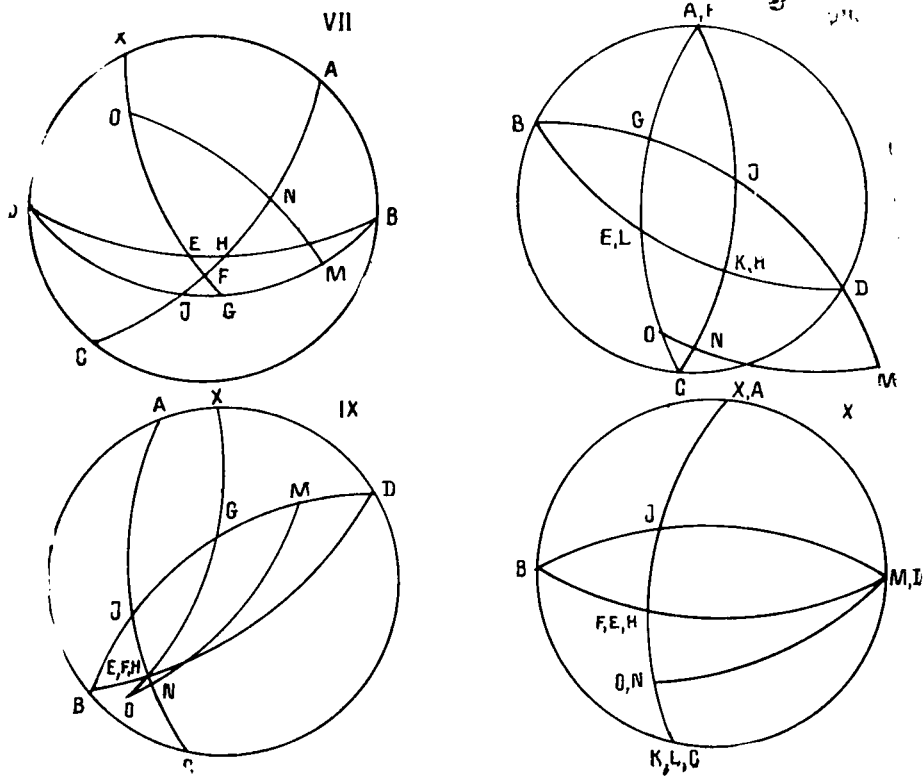


Рис. 210.

тогда EH — азимут восхода в ней, а AB — высота десятого [дома] от юга. Опишем из полюса F на расстоянии стороны вписанного квадрата круг LKD . Синус дополнения HD азимута восхода относится к синусу KD , как синус прямого угла K к синусу угла H , который равен величине дополнения широты климата наблюдения. DK известна, а ее дополнение KL равно величине угла F , синус которого [будет] запоминаемым. Он относится к каждому из синусов углов E и H , как синусы противолежащих им сторон. Треугольник FEN известен по сторонам и, так как FH — [дуга] эклиптики, то это [и есть] запоминаемые градусы и FE — принимаемые во внимание градусы. Если круг, не имеющий азимута, делится на равные части, то основа || второго и двенадцатого 1362 домов — тринадцать градусов, а основа третьего и одиннадцатого домов — шестьдесят градусов. Пусть круг, проходящий через один из домов, — $DIGB$. Известно, что он над Землей, если он проходит через точку F при равенстве градусов, принимаемых во внимание, и [градусов] основы этого дома, а FH — расстояние его начала от градуса горо-

скопа. Если мы вычтем из него запоминаемые градусы, то получим начало одиннадцатого или двенадцатого [домов], в зависимости от того, какой из них был задан. Если же он не проходит через точку F , то основа дома меньше градусов, принимаемых во внимание, как на первом чертеже*, или больше их, как на втором чертеже**. Опíšем около полюса I на расстоянии стороны [вписанного] квадрата дугу ONM между этим кругом [и кругом], не имеющим азимута. Тогда синус OF дополнения FG , являющийся разностью между основой дома и градусами, принимаемыми во внимание, относится к синусу ON , как синус прямого угла N к синусу запоминаемого [угла] F . ON — известна. Синус уравнения FI относится к синусу FG упомянутой разности, как синус квадранта IN к синусу BM дополнения ON . Уравнение известно. Если мы вычтем его на первом чертеже из запоминаемых градусов или прибавим его к ним на втором [чертеже], то получится HI на эклиптике. Если мы вычтем его из градусов гороскопа, мы достигнем этого дома²⁵.

Что касается третьего чертежа***, то он — для второго и третьего [домов] под Землей. Сумма градусов, принимаемых во внимание, с основой дома занимает в нем место разности в том, что было раньше. Разность между его уравнением и запоминаемыми градусами, — такая, что, если прибавить ее к градусу гороскопа, она оканчивается у этого дома.

1363 || Если азимут восхода градуса гороскопа и высота десятого [до-
1364 ма] в одной стороне, || то для домов, которые под Землей, нужны четвертый и пятый чертежи****. Если на них для дуги FG , являющейся суммой FE — градусов, принимаемых во внимание, и EG , основы дома, проведено уравнение FI , из которого отняты запоминаемые градусы, то останется HI . Если из H отнять градус гороскопа, то она окончится у I , начала этого дома и тех домов, что под Землей.

Рассмотрим шестой и седьмой чертежи*****. На них IN — разность между основой дома, то есть EG , и EF — градусами, принимаемыми во внимание. То, что получается из уравнения, прибавляется к запоминаемому градусам, как бы ни была велика основа, и [вычитается из них, когда градусы, принимаемые во внимание, больше]. Получаемое после этого прибавляется к градусу гороскопа и H и [все] заканчивается у начала этого дома. Из подразделений осталось три: первое из них — отсутствие стороны²⁶ у полуденной высоты, являющейся квадрантом

* См. рис. 210, I.

** См. рис. 210, II.

*** См. рис. 210, III.

**** См. рис. 210, IV, V.

***** См. рис. 210, VI, VII.

полного круга. Это изображено на восьмом чертеже*, не обращай при этом внимания на сторону азимута восхода, его синус — запоминаемое, разность в нем — дополнение основы дома. Получаемое уравнение — дополнение расстояния начала дома от градуса гороскопа в стороне дома.

Второе — отсутствие азимута восхода, то есть гороскоп является одной из точек равноденствия. Это изображено на девятом чертеже**. Не обращай внимания при этом на сторону полученной высоты. Разность в нем — это основа, то, что получается из уравнения, — само расстояние на эклиптике от градуса гороскопа. Расстояние второго [дома] от него равно расстоянию двенадцатого, а расстояние третьего — расстоянию одиннадцатого.

Третье — отсутствие стороны у полуденной высоты || и азимута восхода. Здесь широта равна наибольшему склонению, если в нем восходит начало созвездия Весов. Его чертеж — десятый***. Расстояние всех домов друг от друга — тридцать градусов в масштабе основ домов. 1365

|| Абстрактное вычисление этого [таково]: умножим синус дополнения азимута восхода градуса гороскопа на синус дополнения широты климата наблюдения в [данный] момент. Получится первое запоминаемое. Синус дополнения его дуги — это второе запоминаемое. Затем синус азимута восхода делится на второе запоминаемое, в частности получается синус запоминаемых градусов. Умножим его на синус дополнения широты климата наблюдения, получится синус градусов, принимаемых во внимание. Затем умножим синус дополнения градусов, принимаемых во внимание, на второе запоминаемое, получится синус. 1366

Находим по нему дугу, отнимем ее из девяноста и берем синус ее дополнения для деления. Если мы разделим на него синус разности между градусами, принимаемыми во внимание, и тридцатью градусами в частном, получится синус первого уравнения. Если мы разделим на него синус разности между ним и шестидесятью градусами, в частном получится синус второго²⁷ уравнения.

Если градусы, принимаемые во внимание, равны тридцати градусам, исчезает первое уравнение, если же они равны шестидесяти градусам, то исчезает второе уравнение. Если разность для тридцати больше градусов, принимаемых во внимание, мы увеличим запоминаемые градусы на первое уравнение и получится первая сумма, а если мы прибавим также второе уравнение к запоминаемым градусам, то получится вто-

* См. рис. 210, VIII.

** См. рис. 210, IX.

*** См. рис. 210, X.

рая сумма. Если разность для градусов, принимаемых во внимание, больше тридцати, первая сумма будет разностью между запоминаемыми градусами и первым уравнением, а вторая сумма будет суммой запоминаемых градусов и второго уравнения. Если градусы, принимаемые во внимание, равны тридцати, то запоминаемые градусы сами будут в первой и второй суммах и их суммой со вторым уравнением, а если они равны шестидесяти, то запоминаемые [градусы] будут вторым запоминаемым.

1367 || Что же касается первого [запоминаемого], то это разность между ним и первым уравнением. Если градусы, принимаемые во внимание, превышают шестьдесят, первая сумма является разностью между запоминаемым и вторым уравнением, а вторая — разностью между ним и первым уравнением. Затем мы прибавим к градусам, принимаемым во внимание, тридцать градусов и умножим синус дополнения их суммы на второе запоминаемое. Получится синус. Разделим синус указанной суммы на синус дополнения его дуги, в частном получится синус первого [градуса] соответствия.

Точно также прибавим к градусам, принимаемым во внимание, шестьдесят градусов, умножим синус дополнения суммы на второе запоминаемое, получится синус его дуги. Разделим синус этой суммы на синус ее дополнения, в частном получится синус второго [градуса] соответствия. Если градусы, принимаемые во внимание, равны тридцати, умножим синус тридцати градусов на второе запоминаемое, получится синус его дуги. Разделим на синус ее дополнения [этой дуги] синус шестидесяти градусов, в частном получится синус первого [градуса] соответствия. Тогда второй [градус] соответствия — девяносто [градусов].

Если градусы, принимаемые во внимание, равны шестидесяти, то первый [градус] соответствия — девяносто. Мы находим второй [градус] соответствия, так же, как первый, когда градусы, принимаемые во внимание, — тридцать. Если сторона азимута восхода отсутствует, то градус гороскопа — начало Овна или Весов. Умножим синус дополнения высоты градуса середины неба²⁸ на синус шестидесяти градусов, получится синус его дуги. Мы разделим синус тридцати градусов на синус его дополнения градусов, в частном получится синус первой суммы [градусов], которой равняется первый [градус] соответствия.

1368 || Затем умножим также синус дополнения высоты десятого [дома] на синус тридцати градусов, получится синус его дуги. Разделим шестьдесят градусов на синус ее дополнения, в частном получится синус второй суммы [градусов], которому равны второй [градус] соответствия. Если отсутствует сторона полуденной высоты при ее пребывании в девяносто градусов, умножим синус азимута восхода гороскопа на синус тридцати градусов, получится синус. Если же мы разделим синус шести-

десяти градусов на синус дополнения дуги и отнимем дугу того, что получилось из девяноста, то останется первая сумма и ей равняется первый [градус] соответствия. Затем умножим также синус азимута восхода на синус шестидесяти градусов и получится синус его дуги. Разделим синус тридцати градусов на синус его дополнения и отнимем дугу того, что получилось, из девяноста. Останется вторая сумма и ей равняется второй [градус] соответствия.

Если это сделано, рассмотрим тогда также градус гороскопа. Если он имеет северное склонение, вычтем из него первую сумму и закончим у градуса двенадцатого [дома]. Вычтем также из градуса гороскопа вторую сумму и мы закончим у одиннадцатого, прибавим разность между запоминаемыми градусами и первым [градусом] соответствия к градусу гороскопа и закончим у градуса второго [дома], прибавим к нему также разность между запоминаемым и вторым [градусом] соответствия и мы закончим у градуса третьего [дома]. Если градусы, принимаемые во внимание,— тридцать, градус третьего [дома] находится в квадратуре с градусом двенадцатого [дома], и если эти градусы [равны] шестидесяти, то второй [дом будет] в квадратуре с одиннадцатым.

Если градус гороскопа имеет южное склонение, вычтем из него разность между запоминаемым и первым [градусом] соответствия и закончим у двенадцатого [дома]. Вычтем из него также || разность между 1369 запоминаемым и вторым [градусом] соответствия и мы закончим у одиннадцатого [дома]. Затем прибавим первую сумму к градусу гороскопа и закончим у второго [дома]. Прибавим к нему также вторую сумму и закончим у третьего [дома]. Если градусы, принимаемые во внимание,— тридцать, то второй [дом] — в квадратуре с одиннадцатым, а если они — шестидесят, то третий [дом] — в квадратуре с двенадцатым. Если отсутствует сторона азимута восхода или сторона высоты десятого [дома], то суммы будут равны соответствующим им из [градусов] соответствия и мы вычтем обе суммы из градуса гороскопа и прибавим к ним их обе и получатся [градусы соответствующих] домов. Если обе стороны отсутствуют одновременно, это будет при восхождении начала Весов в широте, равной наибольшему склонению, каждый дом по тридцать градусов и градусы домов в их знаках зодиака равны градусу гороскопа в его знаке зодиака.

Тот, кто будет наряду с синусами применять тени²⁹, получит большее облегчение в вычислении.

Глава вторая

О СОВПАДЕНИЯХ МЕСТ

Раздел первый

ОБ АСПЕКТАХ ПЛАНЕТ И ЗНАКОВ ЗОДИАКА

Влияние Луны на изменения мира обоими своими обращениями — восточным за месяц и западным за сутки — вызвало у естествоиспытателей наблюдения за половинами этих обращений и их четвертями. 1370 || Наблюдения показали, что приливы в морях начинаются при достижении Луной горизонта и оканчиваются при достижении ею небесного меридиана. Они обнаружили, что сила прилива увеличивается с усилением света на теле Луны и уменьшается с его ослаблением³⁰. И стало принято полагать относительно времен морских болезней и предостережений о них, что руководствоваться надо положениями Луны в начале болезней и в порядке их течения, [соответствующим им] наподобие звуков³¹, совпадающих на однотипных струнах, равной длины при четном-четном удвоении³² или на одной струне, звучащей на каждом из своих отрезков в соответствии с этими удвоениями.

Они нашли влияние Луны на воду, а Солнца — на воздух, наподобие тому, что искусство музыки³³ говорило о звуках струны³⁴. Эти положения были обнаружены после их соединения в одном знаке зодиака и противостояния в седьмом [знаке], за которым следует квадратура между ними.

Обладающие искусством приговоров [звезд] обозначили знак зодиака [делимой] единицей³⁵, так как эта единица делится, имея в виду [движение] Солнца, и заменили его двумя близкими к нему аспектами — гексагональным и тригональным, находящимся по обе стороны от квадратуры³⁶. Их половины находятся в дангах³⁷ четверти. Подобно тому, как противостояние, доля которого шесть знаков зодиака, измеряет окружность два раза, а квадратура, доля которой — три знака зодиака, измеряет ее четыре раза, точно также тригональный аспект, доля которого — четыре знака зодиака, измеряет ее три раза, а гексагональный аспект, доля которого — два знака зодиака, измеряет ее шесть раз. Эти величины при наблюдениях бывают в порядке последовательности знаков зодиака и в порядке против этой последовательности. Знак зодиака измеряет одну окружность двенадцать раз и является общей 1371 единицей || для всех перечисленных чисел. Планета, если она находится с другой в одном знаке зодиака, называется встретившейся с ней, в одном градусе — соединившейся с ней³⁸, а при равенстве широт в одной стороне — покрывающей. Если она находится в третьем или один-

надцатом знаке зодиака от него, она называется находящейся в гексагональном аспекте, в четвертом или десятом — находящейся в квадратуре, в пятом и девятом — находящейся в тригональном аспекте, в седьмом — противостоящей.

После того, как называли эти аспекты³⁹, они [также] называли и знаки зодиака, находящиеся рядом с ними, то есть второй и двенадцатый, и рядом с противоположным ему, то есть шестой и восьмой, падением⁴⁰ по упомянутой нами причине. Затем они называли тот из этих аспектов, который идет в порядке последовательности знаков зодиака, первым и левым, а тот, который идет в порядке против последовательности, вторым и правым. Что касается причины названий «первый» и «второй», то дело в том, что светило в своем движении стремится к востоку, и луч, находящийся перед ним, более достоин называться первым, а который за ним — вторым. Что касается названий «левый» и «правый», то это дополнительное положение по отношению к смотрящему лицом к лицу на изображение сферы. Последовательность [знаков зодиака] влево от него, а противоположное [направление] — вправо. Такие названия у [аспектов] нередки, хотя среди тех, кто рассуждает о них, [имеются] определенные их имена. При этом люди не имеют в виду падение лучей на свободное место: свет светил распространяется во все стороны, достигая все места светил и в длину и в ширину. Они имеют в виду расстояние, на которых обнаруживается влияние. Расстояния определены для аспектов: это — одна шестая, четверть, треть, половина, две трети, три четверти, пять шестых. Употребляющие их распределили по отношению к ним «силу» и установили это для соединения, противостояния, квадратуры, тригонального и гексагонального аспектов⁴¹. Их разделили по причине совпадения и различия. || Они установили полную «силу»⁴² для противостояния, ее половину — для его половины, «полное совпадение» — для тригонального аспекта и его половину — для его половины⁴³. Это — метод греков и унаследован [ими] в этом вопросе от персов⁴⁴. 1372

Что касается индийцев, то у них нет разногласий относительно тригонального аспекта, квадратуры и противостояния, соединение же они не называют аспектом, хотя его «сила» при его положении остается. Они говорят, что знак зодиака «смотрит» на третий и восьмой от него, а они не «смотрят» на него, а на него «смотрят» шестой и одиннадцатый, он же не «смотрит» на них. Далее они установили аспект и считали от четвертого и одиннадцатого [знака зодиака] четверть аспекта, от пятого и девятого — половину аспекта, от шестого и десятого — три четверти аспекта, от седьмого — дополнение аспекта.

Раздел второй

ОБ ОСТАЛЬНЫХ СОВПАДЕНИЯХ МЕЖДУ НИМИ

Что касается различия между двумя группами [ученых] об аспектах, то об этом уже говорилось. У них [имеются] другие сильные соответствия, хотя и не сходятся об аспектах: это — равные расстояния между данной точкой от точек равноденствий в стороны севера и юга или от данной точки от точек солнцестояний в восходящей и нисходящей половинах. Что касается тех, которые идут от точки равноденствия, то они совпадают по «силе». Места их восходов равны во всех местностях Земли обратно пропорционально дню. Если имеются две планеты — одна в северных знаках зодиака, а другая в южных, и сумма расстояний их мест от начала Овна равна полной окружности, то их градусы совпадают по «силе». || Если к этому положению присоединяется аспект, сила связи укрепляется. Что касается тех, которые идут от точки солнцестояния, то они совпадают по «пути»⁴⁵, то есть их суточный круг один и тот же и день в них не различается.

1373 Восхождения измеряются восхождениями на линии земного экватора, и обратно пропорционально в гордах, обладающих широтами. Если имеется два светила — одно из них в восходящей половине, а другое в нисходящей и сумма расстояний их мест от начала Овна равна половине круга, они имеют градусы, совпадающие по «пути». Если их знаки зодиака «смотрят» друг на друга, то их «сила» удваивается. Причина этого в том, что их [суточные] круги объединены и равны. Об этом говорилось [в главе] о воображении обоих затмений, так что [это] вполне ясно для нас.

Раздел третий

О «ПРИМЫКАНИЯХ» ПЛАНЕТ ПО ДОЛГОТЕ И ШИРОТЕ

Обладающие искусством приговоров звезд положение между двумя планетами, когда их градусы эклиптики между ними составляют полную величину доли аспекта из упомянутых аспектов, называют «примыканием»⁴⁶, того, что перед этим — «отправлением» к нему, а если после этого — «отделением» от него. [Мнения] о начале этого «примыкания» и конце «отделения» сильно расходятся и здесь не стоит упоминать их, кроме одного. Оно [состоит в том, что] при уменьшении доли аспекта «примыкание» равно величине половины суммы тел двух светил, а завершение «отделения» при увеличении доли аспекта равно [величине] половины этой суммы, аналогично применению подобных 1374 [названий] для начала и конца «прояснения». || Я это выделил, упомя-

нужно только затем, чтобы не думали, что под этой суммой подразумевается необходимая величина тела обеих [планет] в аспекте, подобно тому, как это требовало предыдущее искусство⁴⁷. Наоборот, выясняется, что одно из своих положений они именовали телом планеты и, может быть, называли его светом. Это предполагает обстоятельства не небесного искусства, а известного другого искусства⁴⁸. Их слова о теле Солнца указывают на пятнадцать градусов перед ним и на столько же после него. Угол Солнца, под которым оно видно, близок только к пяти шестым того тела, которое они указали для него. Вопрос относительно этих двух положений различен для [направления] последовательности [знаков зодиака] и противоположного [направления]. Дело в том, что «отправление» к «примыканию», если оно в последовательности [знаков зодиака], состоит в повышении доли аспекта, а «отделение» — в недостатке до нее, если же направление против последовательности, «примыкание» — в том, что недостает до доли аспекта, а «отделение» — в том, что превосходит ее.

Далее, это «отправление» к «примыканию» и «отделение» от него имеют место, если более быстрое из двух светил по своему движению находится на более низком круге. Это — виды, называемые «примыканием» и «отделением» по долготе.

Что касается того, что по широте, то при этом принимается во внимание не то, является ли более быстрая по движению [планета] более низкой или более высокой, а то, находятся ли две планеты в соединении или противостоянии, то есть одном диаметре при равенстве их широт. Известно, что в соединении они в одной стороне, так что более низкая из них закрывает более высокую, а в противостоянии они в различных сторонах и положение до этого — «примыкание» по широте к «отправляющейся», а то, что после них, — «отделение» от нее, || при 1375 увеличении ли по широте или при уменьшении по ней, после того, как аспект станет постоянным в своем положении.

Что касается этого «примыкания» в остальных аспектах, то широты двух планет будут или с одной стороны, или с двух сторон. Если они будут с одной стороны и меньшая из них по широте увеличивается по ней и ускоряется, она «примыкает» к большей по широте, а конец их «примыкания» — при равенстве их широт, если это возможно, так как предел широты «примыкающей» [планеты] может уменьшаться от широты другой в ее положении или в ее пределе. Если меньшая из них по широте уменьшается по ней и ускоряется, то она — «отделяющаяся». Если более медленная или более быстрая — самая большая по широте, то это аспект. Если она уменьшается, то она «примыкает» к другой, а если увеличивается, то она — «отделяющаяся». Если их широты — по разные стороны и они уменьшаются, то они «примыкают».

Завершение «примыкания» — либо при одновременном исчезновении их широты, либо, если одна из них раньше сменила сторону, «примыкание» будет при равенстве широт в этих сторонах. Если они увеличиваются по широте по обе стороны, то они — «отделяющиеся» от «примыкания». Если одна из них увеличивается, а другая уменьшается, то это «отправление» к «примыканию», оно возможно при перемене одной из сторон. Если они, например, уменьшились до предела от предела другой, то возможно равенство их широт при уменьшении одной после увеличения и при увеличении другой, и аспект учитывается во время «примыкания». Если этот вид не исчез и взаимодействуют два вида, приобретает совершенство.

Глава третья

О РАССТОЯНИИ ОТ КОЛЫШКОВ

1376 Расстояние — это длина кратчайшей линии⁴⁹ между двумя объектами, удаленными друг от друга. Следовательно, расстояние || светила или точки, взятой на небесном меридиане — это дуга большого [круга], проведенная к ней от [точки] восхождения равноденствия или от [точки] его захождения. Поэтому расстояние светила от горизонта — это его высота, если оно над Землей, и его понижение, если оно под ней.

Люди не хотят [считать] расстоянием все то, что мы упоминали. Они подразумевают под ним [только] то, что находится между светлом и горизонтом или небесным меридианом в направлении первого движения и выражается в *заманах* небесного экватора, относящихся к половине дневной дуги, а иногда превращаются в часы и обычно описываются «косыми» часами. В этом нет необходимости, но причина этого состоит в легкости действий с постоянными отношениями, числа которых одни и те же в течение года.

Пусть $ABCD$ — небесный меридиан, BED — горизонт, данная точка — K , а проходящий через нее малый круг, параллельный небесному экватору AEC , — GKH *. Проведем из полюса E небесного меридиана квадрант EKO , а из зенита X — квадрант XKZ . Тогда KO — расстояние точки K от меридиана, а KZ — ее расстояние от горизонта. Если точка K занимает свое место в известное время, то в силу предыдущего при определении высоты от круга [горизонта] достаточно определить KZ . Проведем из полюса небесного экватора [круги] FKM и FHL . Тогда синус дополнения склонения планеты FK относится к синусу KO , как синус FM квадранта⁵⁰ к синусу MA ⁵¹ — *заманам*, остающимся для

* См. рис. 211.

планеты, пока она не || подойдет к небесному меридиану, и KO известно⁵². То, что называют расстоянием планеты от колышка — это GK или подобная ему AM , если хотят [определить расстояние] до десятого [дома]. Оно относится либо к *заманам* половины дневной дуги над Землей, — это GH или AL , подобная ей, либо к ее часам — это шесть, после того как положит AM от ее начала разделенной на градусы часов. Если хотят [получить] расстояние от горизонта, то его градусы — KH и подобные им ML . Если вычтут часы AM из шести, останутся часы ML , расстояние от гороскопа. Действие [для случая, когда расстояние] под Землей, — такое же как это действие, но с половиной ночной дуги. Самым правильным в этом вопросе будет, если расстояния будут взяты от дневного или ночного меридиана, а не горизонта, тогда действие будет общим и простым.

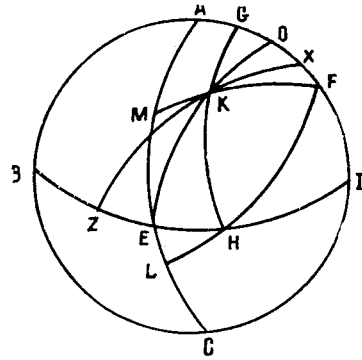


Рис. 211.

1377

Глава четвертая

О ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛУЧЕЙ

Раздел первый

О ДЕЙСТВИИ, ПРИПИСЫВАЕМОМ ПТОЛЕМЕЮ

Что касается аспектов⁵³ и их особенностей, то они были определены выше. Проектирование⁵⁴ лучей светил⁵⁵ я назвал так по [словам] астрологов, о которых я говорил, а не по словам обладающих математической наукой. Однако последние признают это со слов астрологов как нечто достоверное и общепринятое, а затем применяют в своих действиях⁵⁶. || Люди в этом вопросе пошли двумя путями, одни из них — [путем] присоединения необходимого для первого движения к ним с применением *заманов* восхождения, другие — [путем] исключения их. Предпочитается первый [случай]. Причина этого в действии, приписываемом Птолемею, хотя он им не пользовался, а оно было придумано, исходя из его взгляда о «дирекциях»⁵⁷.

1378

Начнем с этого, следуя выражениям его сторонников. Мы утверждаем, что ввиду того, как первое движение, равномерное на небесном экваторе, выражено в *заманах*, форма *заманов* является самой подходящей для них благодаря расположению вписанных равносторонних

30—108

фигур⁵⁸. Эклиптика пересекается с ним только в двух местах. Начало этих фигур может быть установлено, если планета встретится в них, а если нет, то возможно соединение градусов знака зодиака с *заманами* небесного экватора только через посредство между ними, то есть градусы дуги круга склонения, посредничающего между ними и соединяющего эклиптику и небесный экватор самым кратчайшим путем их градусами и *заманами*. Обстоятельства, которые делают необходимым соотнесение светил с населенными пунктами,— это восхождение, захождение и промежуточное положение между ними. Два круга, определяющие эти положения, ощущаются и обладают естественным влиянием, один из них — горизонт, полюсами которого являются зенит и надир, другой — небесный меридиан, проходящий через полюсы горизонта и небесного экватора. Поэтому то, что соответствует в каждый момент времени на эклиптике, называется *колышками*. Мир и его изменения происходят между ними, они — как вершины гор, на которые он опирается.

1379 Что касается того, что между *колышками*, то это удалено от необходимых условий || и является только условностью.

Для определения самых правильных кругов установим начало этих фигур — тех, которые взяты от «силы» двух кругов *колышков*, [определяемых] судьбой, и тех, которые проходят через пересечение небесного меридиана и горизонта. Они и соответствующие им круги предназначены для действий по методу Птолемея. Если светило находится на одном из этих кругов, равные фигуры видны из точки, которой соответствуют точки небесного экватора. Их проекциями является то, что соответствует им на этом круге эклиптики при пересечении его стороной этой фигуры. Известно, что прямые восхождения на [земном] экваторе указывают на них с момента пребывания светила на дневном или ночном меридиане, а восхождения указывают с момента пребывания светила на восточном горизонте. Захождения в [данном] городе, равные восхождениям надира, указывают на них с момента пребывания светила на западном горизонте.

Вычисление этого: если светило находится в градусе четвертого или десятого [дома], возьмем его восхождение на [земном] экваторе и прибавим к ним в случае гексагонального аспекта *шестьдесят заманов*, в случае квадратуры — *девяносто*, а в случае тригонального аспекта — *сто двадцать*. Перейдем от каждой из сумм к дуге восхождения на [земном] экваторе. Получатся «левые» проекции лучей. Если мы уменьшим восхождение светила на [земном] экваторе на то, на что мы раньше увеличивали, и перейдем от каждого остатка к дуге, то получатся «правые» проекции этих лучей. Обе квадратуры находятся в противостоянии, гексагональный аспект в каждой из двух сторон сов-

падает с тригональным аспектом в другой стороне. Если светило находится в градусе восхождения, мы выполним то, что говорилось об увеличении, уменьшении и переходе к дуге для его восхождения в данном городе. Получатся соответственные проекции этих лучей. || Если светило — в градусе заходящего [колышка], мы поступим с градусом гороскопа в восхождении в [данном] городе так, как говорилось выше, затем прибавим к каждому из того, что получено из этого при переходе к дуге, сто восемьдесят градусов и этим проектирование рассматриваемых лучей закончится. 1380

Для исправления этого люди, занимающиеся этими действиями, применяют градус светила во всех его положениях. Если дана широта светила, то они необходимо используют восхождения градуса его прохождения на [земном] экваторе. Если оно на меридиане, то [используют] восхождения градуса его гороскопа в [данном] городе, если же на восточном горизонте — захождения градуса его заходящего [колышка] в [данном] городе, то есть восхождения, соответствующие ему на западном горизонте, чтобы дело шло дальше, как установлено. Так же [поступают], когда светило будет между двумя кругами колышков.

Известно, что восхождение на [земном] экваторе подобно центру и полюсу для восхождений во всех городах, обладающих широтами, поскольку уравнение дня, то есть избыток восхождения, имеет место для градусов согласно расстоянию от небесного меридиана и превышает восхождение на [земном] экваторе или недостает до него. Его величина достигает предела у горизонта. Затем он отходит назад, приближаясь к небесному меридиану, пока не вернется к восхождениям на [земном] экваторе при колышке Земли. Поэтому уравнение дня градуса в его месте между двумя кругами равно величине его расстояния от небесного меридиана. Это расстояние является родом его расстояния восхождения или захождения, то есть для них пределом этого уравнения. Их расстояния — это *заманы*, с которыми дуга вращается до встречи с дневным или ночным меридианом || или до его отхода от них, то есть половины его дневной дуги над Землей и половиной его ночной дуги под ней. Расстояние светила, находящегося между двумя колышками, — это *заманы*, с которыми оно вращалось с тех пор, как оставило дневной или ночной меридиан, или вращается с ним, пока не встретит его. 1381

Это положение изображается так: линия ABC — небесный экватор с полюсом E . NML ⁵⁹ — эклиптика, $AECM$ — небесный меридиан, BG — горизонт*⁶⁰. Предположим, что светило находится в точке K между двумя колышками. Для краткости ограничимся одним видом, полага-

* См. рис. 212.

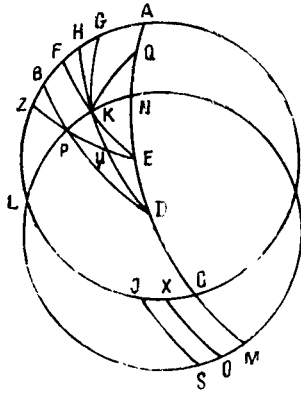


Рис. 212.

ясь на разумение тех, кто найдет правильный путь от него ко всем [видам]. Опишем из полюса F на расстоянии EK [суточный] круг градуса светила. PU в нем — половина его дневной дуги, а PB — его азимут восхода.

Проведем круг EPZ . BZ — уравнение [светила] на этом горизонте. Оно достигает своей самой большой величины, являясь ее расстоянием от небесного меридиана, то есть расстоянием AZ — половины дневной дуги или CZ — половины ночной дуги. Что касается светила K , то его расстояние от небесного меридиана — это KU в [суточном] круге. Проведем [дугу] EKF большого [круга], AF — *заманы* этого рас-

- стояния. Проведем дугу KD большого [круга], ограничивающую вместе с небесным экватором угол, равный величине угла B . Для дополнения широты города пусть «сила» горизонта — BG , D — конец восхождения градуса K в [данном] городе, F — конец его восхождения на [земном] экваторе.
- 1382 GF равна ZB , уравнению \parallel дня, так как это разность между двумя восхождениями. Рассмотрим долю аспекта. Увеличим ее на F — пусть концом на небесном экваторе будет X . Найдем по ней дугу, так как из нее выходит дуга XO , перпендикулярная к небесному экватору. Пусть O — место падения первого луча, то есть проекция луча этого аспекта, если бы светило было на небесном меридиане. Затем увеличим долю этого аспекта также на D , это закончится в L . Если мы проведем из нее дугу LI , как и KD , это будет соответственная дуга, так как у нее «сила» горизонта. I — место падения второго луча, если бы светило было на горизонте. Разность между этими двумя лучами получена из GF — уравнения дня, однако это место — горизонт. Светило поднялось над ним и это уравнение начало убывать при его приближении к небесному экватору. Так как этот круг для этого уравнения принят за начало, то применение расстояния от него — первейшее [действие, однако] не необходимое. Горизонт для нее также является концом. Проведем круг DKN и HF будет величиной уравнения над горизонтом DKN и светилом. То, что делает точка H от луча в этом аспекте, — требуемое, если бы эта точка была известна. Пусть ее результат — X . Основа действий людей в том, что расстояние AF от небесного меридиана относится к AZ , половине дуги дня, как HF к GF и как OX к $\parallel IS$ — расстоянию между двумя лучами. По O известна и точка S . Проектирование требуемого луча известно. Все аспекты аналогичны [этому].
- 1383

Вычисление этого: если светило находится между двумя колышками, и мы нуждаемся в проектировании его лучей на восходе-

ние, посредствующее между восхождениями на [земном] экваторе и восхождением в городе, то поступим с ним так, как было сказано выше о колышках. Суть этого в том, что мы прибавляем к восхождению градуса светила на [земном] экваторе долю аспекта, которую увеличим для гексагонального и тригонального аспектов и квадратуры, если стремимся к левому, либо уменьшим ее, если стремимся к правому. Затем возьмем дугу суммы или остатка восхождений на [земном] экваторе; то, что получится,— первый луч.

Далее возьмем восхождение градуса светила в [данном] городе, если он будет в восходящей половине, то есть от десятого [дома] на восток до четвертого [дома], и поступим с ним как с его восхождением на [земном] экваторе, увеличивая долю аспекта под ним или уменьшая ее и после этого переводя в дугу в восхождениях в [данном] городе, то, что получится,— второй луч. Если же он — в нисходящей половине, то есть от четвертого [дома] к западу до десятого дома, то возьмем восхождение надира его градуса в [данном] городе и поступим так, как с его прямым восхождением. Полученное при переводе в дугу мы увеличим на сто восемьдесят градусов, [это] окончится на втором луче.

Далее возьмем расстояние светила до десятого дома, если оно над Землей, так как восхождение десятого дома на [земном] экваторе вычитается из восхождения градуса светила на нем. Если в четвертом [доме] избыток, то оно восточное, идущее от десятого к восхождению. Вычтем восхождение || светила на [земном] экваторе из восхождения 1384
десятого дома на нем, останется его расстояние от десятого дома. Если светило под Землей, то возьмем его расстояние от четвертого [дома], поставим восхождение четвертого [дома] на место восхождения десятого [дома] и поступим в каждом из двух квадрантов, находящихся под Землей, так, как мы поступали в противоположных квадрантах над Землей. Если получится эта длина, мы умножим ее на разность между первым и вторым лучами, идущими к нам, и разделим произведение на половину дневной дуги градуса светила, если оно над Землей, или на половину ночной дуги, если оно под Землей, получится уравнение луча. Затем посмотрим, если первый луч — перед вторым, то есть ближе к началу Овна, то прибавим уравнение луча к первому лучу, а если первый луч — после второго, то есть дальше от начала Овна, то вычтем уравнение луча из первого луча. То, что получится после сложения или вычитания,— результат проектирования луча светила в этом аспекте.

Исправление [этого метода] в своей основе таково: подобно тому, как для светила между двумя колышками нужны восхождения, промежуточные между двумя его восхождениями, точно так же оно нуждается в этом там, где оно обладает широтой. [Это имеет место] в граду-

се, посредничающем по положению между его двумя градусами — градусом прохождения и градусом восхождения и захождения.

Для вывода [этих проекций] впоследствии будет раздел в главе о дирекциях. Я не знаю препятствий для применения [проекций] при противостоянии или во взятии за образец того, что было взято во всех аспектах в приведенном вычислении, пока не получится противостояние также между первым и вторым || лучами. [Однако] люди этого искусства] единогласно отвергают их. Проектирование лучей применяют люди, следующие вычислениям, таблицам и инструментам. Тех, которые улучшили и исправили их от недостатков, немного. Среди них есть и те, которые ограничились первым и вторым лучами и установлением проектирования луча. Вместе с тем — это одна группа [ученых], хотя по виду и формам их действий они отличаются.

Раздел второй

О МЕТОДЕ ВНИМАТЕЛЬНЫХ

Что касается другой группы [ученых], то они видели в лучах планеты места существований, то есть считали ее аспекты постоянными по положению, как ее тело, не меняющееся по своей сути, это нечто из вопросов первого движения. Эти [лучи] не сдвигают с места ничто, кроме второго движения, при котором приводится в движение тело [планеты]. Когда [ученые] были внимательны к первому движению, они представили лучи каждого аспекта выходящими из тела планеты во все стороны и одной величины, так что [каждый луч] отделяет от шара круглый сегмент. Проектирование лучей планеты имеет место при ее отклонении по широте от эклиптики в момент встречи поверхности этого сегмента с ним.

Пусть планета в [точке] K круга $ABCD$, определяющего его широту относительно эклиптики AEC^* . Пусть его [эклиптическая] широта — AK , например, северная, [суточный] круг BED описан из полюса K на расстоянии шестидесяти градусов, то есть доля гексагонального аспекта, E — проекция луча гексагонального аспекта планеты. Расстояние между ней и градусом планеты A меньше одной шестой окружности, так как угол A || прямой, а угол AKE — острый, KE больше, чем AE . Но KE — доля гексагонального аспекта, поэтому AE меньше ее. Для ее определения опишем из полюса E на расстоянии стороны [вписанного] квадрата круг широты FHG . Продолжим EK по ее окружности до него. Тогда синус FK дополнения широты светила относится к синусу KN — половине полного синуса, как синус FA — квадранта к синусу AG

* См. рис. 213.

гексагонального аспекта. Если мы разделим половину единицы на синус дополнения широты планеты, то в частном получится синус дополнения гексагонального аспекта. Определение AE такое же и для всех аспектов, как и в случае гексагонального аспекта. Опишем из полюса K на расстоянии стороны [вписанного] квадрата круг, проходящий через L , бывшую проекцией луча квадратуры, AL была квадрантом. Подобно этому X — проекция луча тригонального аспекта. Если FX — треть окружности, то XM — одна шестая окружности, поэтому она равна XC^{61} и EA , а AX — дополнению AE . Они не отличаются в противостоянии [в точке] C .

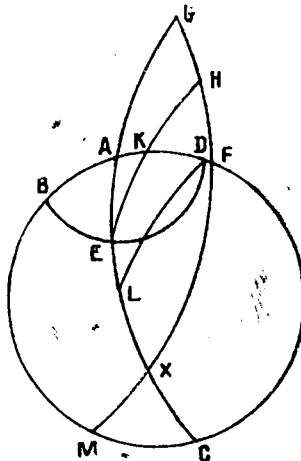


Рис. 213.

1387

Между планетой и [противостоянием C] нет его доли, также как между ним и || каждым аспектом его доли. Я подсчитал это для десяти градусов широты. Планеты не достигают в своем удалении от эклиптики этой величины. Если планета обладает широтой и мы хотим [найти] проекцию ее луча этим методом, поставим ее широту в строке числа и возьмем при нем то, что стоит против нее в первом и втором столбцах. Выравним разность между двумя строками, прибавим первую к ее градусу и вычтем это также из нее — при прибавлении получится ее левый гексагональный аспект, а при вычитании — ее правый. Затем прибавим также второй столбец к ее градусу и вычтем из него — при прибавлении получится ее левый тригональный аспект и при вычитании — ее правый тригональный аспект. Затем увеличим ее градус на девяносто и уменьшим на столько же, получится ее левая квадратура, а при уменьшении — правая. При противостоянии же — увеличение на сто восемьдесят. Вот вычисленная таблица⁶²:

|| Таблица проектирования лучей по мнению Абу-л-Хусайна ас-Суфи⁶³

1388

Градусы	Минуты	Первая таблица				Вторая таблица			
		градусы	минуты	секунды	терции	градусы	минуты	секунды	терции
0	30	59	59	15	35	120	0	4	25
1	0	59	58*	12	20	120	0	17	40
1	30	59	58*	19	9	120	0	40	11
2	0	59	57*	47	8	120	1	12	12

Градусы	Минуты	Первая таблица				Вторая таблица			
		числа широт	градусы	минуты	секунды	терции	градусы	минуты	секунды
2	30	59	57*	5	11	120	1	14	49
3	0	59	56*	21	2	120	2	38	18
3	30	59	55*	16	39	120	3	43	1
4	0	59	54*	8	32	120	4	11	28
4	30	59	53	11	15	120	6	8	45
5	0	59	52	24	2	120	7	35	18
5	30	59	50	47	19	120	9	12	1
6	0	59	49	4	12	120	10	15	48
6	30	59	47	8	17	120	12	11	43
7	0	59	45	4	37	120	14	15	23
7	30	59	42	11	49	120	17	8	11
8	0	59	40	38	59	120	19	21	1
8	30	59	37	15	10	120	22	4	50
9	0	59	35	12	29	120	24	47	31
9	30	59	32	20	14	120	27	39*	6
10	0	59	29	59	19	120	30	0	41

1389

|| Раздел третий

О МЕТОДЕ, КОТОРЫЙ Я ПРЕДПОЧИТАЮ

В этом вопросе я придерживаюсь такого же мнения, чего придерживалась последняя группа, исходя из восхождения и того, что подобно ему. Однако здесь я следую методу, обязывающемуся противостоянием и положениями, которые оно определяет, усиливая затмения Луны и появление верхних планет в серединах их попятного движения.

Примеры этого ясно выражают их истину в том, что диаметрально-противостояние — а это самое большое⁶⁴ сферическое расстояние и самое большое расстояние по хорде — определяет самое ближайшее соединение при затмении. Если мы представим, что Солнце ушло в одну из сторон, то тень Земли, появившаяся в противостоянии, удалится в другую сторону на величину его захода. Круг двух квадратур необходимо пересекает их, это круг, в который попадают все лучи гексагонального и тригонального аспектов при их равных величинах, а также противостояние и две квадратуры в нем.

Чтобы представить это, обратимся к предыдущему чертежу, поскольку в нем есть необходимость. Начертим большой круг, проходящий через тело планеты K^* и через две квадратуры, одна из которых

* См. рис. 214.

L^{65} . Через O пройдет ее противостояние, на самом деле диаметрально противоположное. Отложим KG — [одну] шестую окружности и KH — треть ее. Известно, что для планеты, уходящей от эклиптики по широте, необходимо быть \parallel отнесенной к нему в месте круга широты, так как ее широта — самое близкое расстояние планеты от него. Ушла ли точка G от эклиптики или находится на нем, все равно проведем через нее из полюса F эклиптики круг FGE . E — проекция луча гексагонального аспекта планеты из него, GE — широта гексагонального аспекта в стороне K , в которой широта планеты. В случае, когда угол E прямой, EL меньше, чем GL , а остаток AE больше, чем KG . Однако KG — одна шестая окружности, а AE больше ее. Отсюда ясно, что AX меньше, чем треть окружности, так как OH больше, чем одна шестая. Что касается определения величины AE гексагонального аспекта, то синус GL тридцати градусов относится к синусу широты GE гексагонального аспекта, как синус квадранта к синусу AK широты планеты. GE известна. Синус его дополнения GF относится к синусу FK — дополнению широты планеты, как синус GL к синусу дополнения гексагонального аспекта.

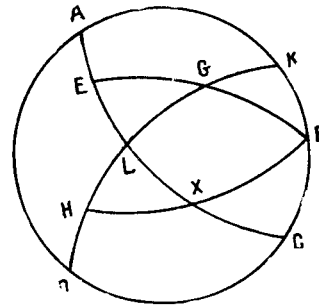


Рис. 214.

1390

Его вычисление таково: возьмем половину синуса широты планеты и синус широты гексагонального аспекта. Разделим пополам синус дополнения широты планеты, получится синус широты гексагонального аспекта. Половину синуса дополнения широты планеты разделим на синус дополнения широты гексагонального аспекта. Вычтем дугу того, что получилось в частном, останется величина гексагонального аспекта. Синус FG дополнения широты гексагонального аспекта относится к синусу GK , то есть шестидесяти градусов, как синус квадранта FE к синусу AE гексагонального аспекта. Его вычисление таково: \parallel разделим всегда $0^{\circ}51'57''41'''29IV$ на синус дополнения широты гексагонального аспекта, в частном получится дуга гексагонального аспекта. Я вычислил это также до десяти градусов широты по указанной мною выше причине. Кто хочет действовать с этим, поставит широту в ее строку и возьмет то, что против нее в первом столбце и во втором. Затем прибавит первое к градусу планеты, а также вычтет из него. При сложении получится левый гексагональный аспект планеты, а в противостоянии к ней — правый тригональный [аспект]. При вычитании получится ее правый гексагональный аспект, а в противостоянии к ней — левый тригональный. Что касается второго столбца, то это широта гексагонального аспекта в стороне широты планеты и широта тригональ-

1391

ного аспекта в противоположной стороне. Широта противостояния равна широте в противоположной ей стороне, но не широте для квадратур. Они находятся прибавлением девяноста градусов к градусу планеты и вычитанием их из него. Вот эта таблица⁶⁷:

1392

|| Таблица проектирования лучей согласно моему мнению

Градусы	Минуты	Первая таблица				Вторая таблица			
		градусы	минуты	секунды	терции	градусы	минуты	секунды	терции
0	30	60	0	5*	30	0	15	0	0
1	0	60	0	13*	47	0	29	59	56
1	30	60	0	30	51	0	44	59	46*
2	0	60	0	54	32	0	59	59	28
2	30	60	1	25	22	1	14	58	16*
3	0	60	2	2	18	1	29	58	9
3	30	60	2	46	23	1	44	57	5
4	0	60	3	22	13	1	59	55	37
4	30	60	5	6	9	2	14	53	36
5	0	60	6	13	6	2	29*	51	25
5	30	60	6	51	12	2	44	48	36
6	0	60	8	9	46	2	59*	45	52
6	30	60	9	34	15*	3	14	40	48
7	0	60	11	6	24	3	29	36	29
7	30	60	12	45	54	3	44	25*	44
8	0	60	14	31	0	3	59*	24	12
8	30	60	16	23	43	4	14	17	51*
9	0	60	18	32*	29	4	29	9	20
9	30	60	20	28	32*	4	44	1	28
10	0	60	33	41	52	4	58	11	21

|| Глава пятая

1393

О ДЕЙСТВИЯХ [С] ДИРЕКЦИИИ

ОБ ИЗВЕСТНОМ МЕТОДЕ ЭТОГО

Обладающие искусством приговоров [звезд] отмечают какую-либо планету или место на эклипике в [качестве] ориентира и устанавливают путем уподобления и сравнения то, что между одной планетой и другой, или между ее лучом или тем, что подобно этому, в *заманах* и в частях *заманов*. Они называют действие по получению этих *заманов*

дирекцией⁶⁸, выражая этим, что мы направляем такую-то планету к такой-то, к ней относится то-то и то-то в [заманах и] частях заманов, [а также в] годах, месяцах и днях.

Для упрощения выражения будем называть первую из [планет] предшествующей, так как по первому движению она предшествует, а другую, к которой она подходит,— последующей. [Может быть], из их слов и действий покажется, что дирекция относится к предшествующей и заканчивается у последующей, но это не так. Смысл этого противоположен такому представлению: он состоит в том, что последующая⁶⁹ при первом движении достигает места предшествующей. Поскольку они не различаются в круге предшествующей, то, если этот [круг]— дневной или ночной меридиан, заманы дирекции— это то восхождение на [земном] экваторе, которое между этим кругом и последующей. Если этот [круг]— горизонт, то заманы [дирекции]— это то восхождение в [данном] городе, которое между ними обоими. Если предшествующая на восточной половине, то [заманы дирекции]— это восхождение [в городе под горизонтом]⁷⁰. Если она на его западной половине, то необходимо определить [заманы] между двумя колышками. [Это] будет восхождением круга, проходящего || через предшествующую и полюсы 1394 круга, не имеющего азимута. Его восхождение [под горизонтом] определяется по образцу того, что [говорилось] раньше о действиях проектирования лучей восхождениями, «смешанными»⁷¹ из восхождений колышков, поскольку это действие заимствовано из действия дирекции. В нем также разность между восхождениями на [земном] экваторе и восхождениями круга предшествующей относится к разности между восхождениями на [земном] экваторе и восхождениями в [данном] городе или захождениями в нем, как расстояние предшествующей от меридиана к половине его дневной дуги над Землей или половине его ночной дуги под Землей.

Вычисление этого: определяется расстояние предшествующей от небесного меридиана, если она над Землей, против восхождения десятого [дома] на [земном] экваторе от ее восхождения на нем, когда она в восточном квадранте, а ее отражение— в западном [квадранте], либо определяется расстояние предшествующей от ночного меридиана, если она под Землей, против восхождения четвертого [дома] на [земном] экваторе, от ее восхождения на нем, когда она в восточном квадранте, а ее отражение⁷²— в западном. Затем вычитают восхождение градуса предшествующей— из восхождения градусов последующей, оба— на [земном] экваторе, остаются первые заманы. Поступим также с их восхождениями в [данном] городе, если предшествующее— в восходящей половине, или с их захождениями, если она в нисходящей половине, то есть при захождениях имеются в виду восхождение

1395 противоположных им градусов, остаются вторые *заманы*. Затем умножаем разность между этими двумя *заманами* на расстояние предшествующего и делим суммы на половину ее дневной дуги, если она над Землей или половину ее ночной дуги, если она под Землей, в частном получится || уравнение. Прибавим его к первым *заманам*, если они меньше вторых, и вычтем его из них, если они больше вторых. Получится требуемое расстояние избытка или недостатка *заманов* сдвига.

Улучшение этого: если мы стремимся улучшить это подобно тому, как мы стремились к этому, говоря о проектировании лучей, при удалении планеты от эклиптики по широте, нужно принимать во внимание тело предшествующей без градуса, в котором она восходит. Если она — на дневном или ночном меридиане, разделим их, воспользовавшись восхождением на [земном] экваторе или возьмем разность между градусами прохождения предшествующей и последующей, получатся *заманы* дирекции. Если предшествующая на восточном горизонте, *заманы* дирекции те, которые между восхождением в [данном] городе, являющимся градусами их восхождений, а на западном горизонте — те, которые между восхождением в [данном] городе и противоположными градусами их захождений. Аналогично этому восхождения между колышками — «смешанные» из восхождений. Действие с ними таково: определяется расстояние градуса прохождения предшествующего от колышка середины неба или Земли восхождением на [земном] экваторе. Первые *заманы* при них — также между градусами прохождения предшествующей и последующей. Вторые *заманы* — при восхождениях градусов их восхождений в [данном] городе, если предшествующая — в восходящей половине, и между восхождениями противоположных градусов их захождений, если предшествующая — в нисходящей половине. Для уравнений и условий избытка и недостатка возьмем за образец то, что было выше, пока не получатся *заманы* дирекции после того, как при этом будет использована половина дневной дуги предшествующей, данному дню и половина ночной дуги, идущей за этим днем для градуса данных суток.

1396

|| Раздел второй

О «СМЕШЕНИИ» ГРАДУСОВ С ПОМОЩЬЮ ВОСХОЖДЕНИЙ И ПОЛЬЗОВАНИИ ИМИ

Величины, изменяющиеся по отношению к двум последовательным колышкам,обладают в результате этого изменения долей⁷³ в соответст-

вни с их расстояниями от них, если они попадают между двумя кругами, ограничивающими их, а значит, и их восхождения. О них говорилось достаточно, что является законом для подобного им, которое может иметь два вида.

Один из этих видов ограничен своей величиной и отсутствием величины либо в начале, либо в конце. Это подобно высоте, которая начинается с отсутствия на горизонте и достигает своей [наибольшей] величины на небесном меридиане. Таково же, например, азимутальное расстояние, взятое от небесного меридиана, которое начинается от одного из своих пределов на востоке горизонта и кончается отсутствием на небесном меридиане. Аналогично положение с уравнением дня.

Второй вид меняется между двумя колышками при двух величинах. Он превышает меньшую из них или недостает до большей в соответствии с попаданием на [тот или иной] колышек. Это подобно дневной дуге. Она вместе с азимутом восхода имеет различные размеры в горизонтах, имеющих широты, и постоянна в умеренной величине на небесном меридиане. Подобно азимуту восхода она возвращается к склонению в середине неба. Между ними широта⁷⁴ меньше, чем азимут восхода, и больше, чем склонение, так как оно находится на круге, то есть на горизонте широты, меньшей широты города.

В этом искусстве ввиду сильной необходимости используют градусы восхождения и прохождения. Если они использовали один из них как длину расстояния между колышками, переход к другой при достижении колышка является толчком без || постепенного подъема по степеням, а это не желательно в методе аспекта. 1397

Что касается определения градуса «смешанного» из двух упомянутых промежуточных градусов по аналогии с тем, что говорилось относительно проектирования луча и дирекции, то он следующий: получают половину дневной дуги тела планеты, без нее для ее градуса. Затем умножают разность между градусом прохождения и градусом гороскопа в восходящей половине или между ним и градусом захода в нисходящей половине, на длину градуса ее прохождения в десятом [доме] над Землей, делят произведение на половину дневной дуги планеты или [умножают] на длину градуса ее прохождения от четвертого [дома] под Землей и делят произведение на половину ночной дуги. В частном получится уравнение градуса.

Затем смотрят: если градус прохождения — до градуса гороскопа или захода, какой из них применялся, прибавляют к градусу прохождения уравнения градуса, а если против, то вычитают его из него. Получится градус планеты в соответствии с его местонахождением между колышками. Аналогично этому — перемещение «силы», которое у планеты в двух колышках.

|| Раздел третий

О МЕТОДЕ, КОТОРЫЙ Я ПРЕДПОЧИТАЮ В ВОПРОСЕ О ДИРЕКЦИЯХ

Для того, кто нашел прямые восхождения широт, ограниченных широтой его города, упомянутое действие сводится от сложного к простому и освобождается от тех натяжек и приближений, которые имелись в нем, хотя их величина и мала.

Пусть для этого $ABCD$ — небесный меридиан с полюсом E . BED — 1398 горизонт с полюсом X , AEC — небесный экватор с || полюсом F^* . K —

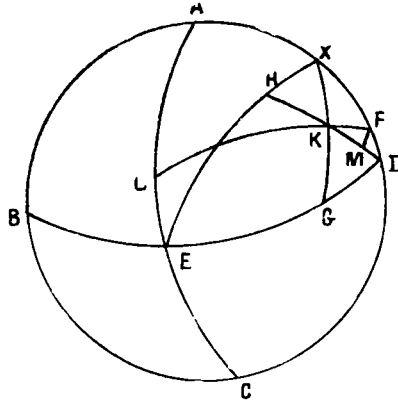


Рис. 215.

место предшествующей планеты между двумя колышками, круг ее расстояния от небесного экватора — FKL . Этим она становится известной по положению в данный момент времени. Проведем через нее круг ее высоты XKG , чтобы найти ее азимут EG ⁷⁵. Проведем XHE — круг, не имеющий азимута. Известно, что, если известен азимут EG , то синус EG относится к синусу GX , то есть квадранта, как синус HK к синусу дополнения KX высоты предшествующей [планеты]. KH становится известной и синус DK дополнения KH

относится к синусу KG , как синус DH , то есть квадранта, к синусу EH . EH известна, это величина угла EDH . Угол XDH известен, так как он — его дополнение. Его синус относится к синусу прямого угла M , как синус FM , перпендикулярной DH , к синусу DF — широте города. FM — широта места, горизонт которого DKH . Если он в восходящей половине, то она в стороне широты города и поэтому здесь применяются прямые восхождения, а если он в нисходящей половине, то FM — широта того же места в стороне, противоположной широте города. Поэтому здесь применяются захождения в этом городе, они равны восхождениям там. Тогда, либо [нужно] определить восхождения и захождения между предшествующей в горизонте DKH , || либо восхождение, [которое] возможно для промежуточных широт. Отсюда получатся *заманы* дирекции, которые мы хотели получить.

Вычисление этого таково: определим высоту предшествующей и его азимут данного момента времени, затем умножим синус азимута

* См. рис. 215.

на синус дополнения высоты, получится синус, по которому мы найдем дугу. Разделим синус высоты на синус ее дополнения. По частному от деления найдем дугу. Умножим синус ее дополнения на синус широты города, получится синус широты круга дирекции. Это и есть горизонт, по которому направлена предшествующая своим восхождением или захождением⁷⁶.

|| Раздел четвертый

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДИРЕКЦИИ

Пусть нам задан известный момент времени и мы хотим узнать, где закончилась дирекция предшествующей [планеты] в этот момент. Мы взяли для каждого полного солнечного года из установленного промежутка времени один *заман*, а для оставшихся месяцев, дней и их долей — [дробь] одного *замана*, определенного как шестьдесят минут, то есть мы переводим оставшиеся дни года и их дроби до последнего их вида в минуты суток и то, что за ними⁷⁷. Умножим их на шестьдесят минут, которые соответствуют одному *заману*, разделим произведение на величину года, в частном получатся минуты требуемых добавлений *заманов*. Проще, если для оставшихся [дней] до [полного] солнечного года определить аргумент Солнца и его апогей. Умножим их сумму на десять минут и также получатся минуты *заманов*, добавляемых к их дополнению. Если они получатся, прибавим их к восхождению градуса прохождения предшествующей [планеты] на || [земном] экваторе, найдем по сумме дугу, получится первая дуга. Затем мы прибавим то, что мы прибавили к восхождению градуса прохождения, также к восхождению градуса восхождения в городе, если он в восходящей половине, и найдем по сумме дугу на прямом восхождении в [данном] городе, получится вторая дуга. Если же он в нисходящей половине, прибавим это превышение к восхождению надира градуса, противоположного ее захождению в [этом] городе, найдем по сумме дугу и прибавим к ней сто восемьдесят градусов, получится вторая дуга. 1400.

Затем умножим разность между ней и первой дугой на расстояние предшествующей от десятого [дома], разделим произведение на половину ее дневной дуги, если она над Землей, и на половину ее ночной дуги, если она под ней, получится уравнение. Прибавим его к первой дуге, если она меньше второй, и вычтем его из нее, если она больше. То, что получится после прибавления и вычитания, — место, которого достигнет предшествующая [планета] при дирекции, то есть место эклиптики, которого она достигнет при первом движении. Далее ясно, что первая дуга требуется, если предшествующая на дневном или ноч-

ном меридиане, тогда вторая не нужна, если же требуется вторая дуга, когда она на горизонте, то не нуждаются в первой.

В этой таблице против прошедших дней поставлено среднее [положение] Солнца и его аргумент для одного замана, составляющие четыре пропорциональных числа с дробями градуса дирекции и сутками и их дробями⁷⁸:

1401||

Дни года	Их доля в солнечных сутках			Их доля в заманах			Дни года	Их доля в солнечных сутках			Их доля в заманах		
	сутки	минуты	секунды	заманы	минуты	секунды		сутки	минуты	секунды	заманы	минуты	секунды
1	0	59	8	0	0	10	35	34	29	51	0	5	45
2	1	58	16	0	0	20	36	35	29	0	0	5	55
3	2	57	24*	0	0	30	37	36	28	8	0	6	5
4	3	56	33	0	0	40	38	37	27	16	0	6	14
5	4	55	41	0	0	49	39	38	26	25	0	6	24
6	5	54	50	0	0	59	40	39	25	33	0	6	24
7	6	53	58	0	1	9	41	40	24	41	0	6	44
8	7	53	6	0	1	19	42	41	23	50	0	6	54
9	8	52	15	0	1	29	43	42	22	58	0	7	4
10	9	51	23	0	1	39	44	43	22	6	0	7	14
11	10	50	31	0	1	48	45	44	21	15	0	7	24
12	11	49	40	0	1	58	46	45	20	23	0	7	33
13	12	48	48	0	2	8	47	46	19	31	0	7	43
14	13	47	56	0	2	18	48	47	18	40	0	7	53
15	14	47	5	0	2	28	49	48	17	48	0	8	3
16	15	46	13	0	2	37	50	49	16	56	0	8	13
17	16	45	21	0	2	47	51	50	16	5	0	8	23
18	17	44	30	0	2	57	52	51	15	13	0	8	32
19	18	43	38	0	3	7	53	52	14	21	0	8	42
20	19	42	47	0	3	17	54	53	13	30	0	8	52
21	20	41	55	0	3	27	55	54	12	38	0	9	2
22	21	41	3	0	3	37	56	55	11	47	0	9	12
23	22	40	11	0	3	46	57	56	10	55	0	9	22
24	23	39	20	0	3	56	58	57	10	3	0	9	32
25	24	38	28	0	4	6	59	58	9	12	0	9	41
26	25	37	36	0	4	16	60	59	8	20	0	9	51
27	26	36	45	0	4	26	61	60	7	29	0	10	1
28	27	35	53	0	4	36	62	61	6	37	0	10	11
29	28	35	2	0	4	46	63	62	5	45	0	10	21
30	29	34	10	0	4	56	64	63	4	54	0	10	31
31	30	33	18	0	5	5	65	64	4	2	0	10	41
32	31	32	27	0	5	15	66	65	3	10	0	10	50
33	32	31	35	0	5	25	67	66	2	19	0	11	0
34	33	30	43	0	5	35	68	67	1	27	0	11	10

1402||

1403||

Дни года	Их доля в солнечных сутках			Их доля в заманах			Дни года	Их доля в солнечных сутках			Их доля в заманах		
	сутки	минуты	секунды	заманы	минуты	секунды		сутки	минуты	секунды	заманы	минуты	секунды
69	67	0	35	0	11	20	111	109	24	27	0	18	14
70	68	59	44	0	11	30	112	110	23	34	0	18	26
71	69	58	52	0	11	40	113	111	22	43	0	18	34
72	70	58	0	0	11	50	114	112	21	51	0	18	43
73	71	57	9	0	11	59	115	113	21	0	0	18	53
74	72	56	17	0	12	9	116	114	20	8	0	19	3
75	73	54	25	0	12	19	117	115	19	17	0	19	13
76	74	54	34	0	12	29	118	116	18	25	0	19	28
77	75	53	42	0	12	39	119	117	17	34	0	19	33
78	76	52	50	0	12	49	120	118	16	41	0	19	43
79	77	51	59	0	12	59	121	119	15	50	0	19*	52
80	78	51	7	0	13	9	122	120	14	58	0	20	2
81	79	50	15	0	13	18	123	121	14	6	0	20	12
82	80	49	24	0	13	28	124	122	13	15	0	20	22
83	81	48	32	0	13	18	125	123	12	23	0	20	32
84	82	43	40	0	13	48	126	124	11	31	0	20	42
85	83	46	49	0	13	58	127	125	10	40	0	20	52
86	84	45	57	0	14	8	128	126	9	48	0	21	1
87	85	45	6	0	14	18	129	127	8	56	0	21	11*
88	86	44	14	0	14	27	130	128	8	5	0	21	21
89	87	43	22	0	14	17	131	129	7	13	0	21	31
90	88	42	31	0	14	47	132	130	6	21	0	21	41
91	89	41	39	0	14	57	133	130	6	21	0	21	41
92	90	40	47	0	15	7	134	132	4	38	0	22	1
93	91	39	56	0	15	17	135	133	3	46	0	22	11*
94	92	39	4	0	15	26	136	134	2	55	0	22	20
95	93	38	12	0	15	36	137	135	2	3	0	22	30
96	94	37	21	0	15	46	138	136	1	11	0	22	40
97	95	36	29	0	15	56	139	137	0	20	0	22	50
98	96	35	38	0	16	6	140	137	59	28	0	23	0
99	97	34	46	0	16	16	141	138	58	36	0	23	9
100	98	33	54	0	16	26	142	139	57	45	0	23	19
101	99	33	3	0	16	35	143	140	56	53	0	23	29
102	100	32	11	0	16	45	144	141	56	2	0	23	39
103	101	31	19	0	16	55	145	142	55	10	0	23	49
104	102	30	28	0	17	5	146	143	54	18	0	23	59
105	103	29	36*	0	17	15	147	144	13	26	0	24	9
106	104	28	44	0	17	24	148	145	52	35	0	24	18
107	105	27	54	0	17	34	149	146	51	43	0	24	28
108	106	27	1	0	17	44	150	147	50	51	0	24	38
109	107	26	9	0	17	54	151	148	50	0	0	24	48
110	108	25	18	0	18	4	152	149	49	8	0	24	58

1404

1405

Дни года	Их доля в солнечных сутках			Их доля в замахах			Дни года	Их доля в солнеч- ных сутках			Их доля в замахах			
	сутки	минуты	секунды	замахи	минуты	секунды		сутки	минуты	секунды	замахи	минуты	секунды	
1406	153	150	48	16	0	25	8	195	192	12	7	0	32	2
	154	151	47	25	0	25	18	196	193	11	15	0	32	12
	155	152	46	33*	0	25	28	197	194	10	24	0	32	22
	156	153	45	41	0	25	38	198	195	9	32	0	32	31
	157	154	44	50	0	25	47	199	196	8	40	0	32	41
	158	155	43	58	0	25	57	200	197	7	49	0	32	51
	159	156	43	6	0	26*	7	201	198	6	54	0	33	1
	160	157	42	15	0	26	17	202	199	6	6	0	38	11
	161	158	41	23	0	26	27	203	200	5	14	0	33	21
	162	159	40	31	0	26*	37	204	201	4	22	0	33	31
	163	159	40	31	0	26	46	205	202	3	31	0	33	41
	164	161	38	48	0	26	56	206	203	2	39	0	33	50
	165	162	37	56	0	27	6	207	204	1	47	0	34	0
	166	163	37	5	0	27	16	208	205	0	56	0	34	10
1407	167	164	36	13*	0	27	26	209	206*	0	4	0	34	20
	168	165	35	21	0	27	36	210	206	59*	12	0	34	30
	169	166	34	30	0	27	46	211	207	58	21	0	34	39
	170	167	33	38	0	27	56	212	208	57	29	0	34	49
	171	168	32	46	0	28	5	213	209	56	38	0	34	59
	172	169	31	55	0	28	15	214	210	55	46	0	35*	9
	173	170	31	3	0	28	25	215	211	54	54	0	35	19
	174	171	30	12	0	28	35	216	212	54	3	0	35	29
	175	172	29	20	0	28	45	217	213	53	11	0	35	39
	176	173	28	29	0	28	55	218	214	52	19	0	35	48
	177	174	27	37	0	29	4	219	215	51	28	0	35	58
	178	175	26	45	0	29	14*	220	216	50	37	0	36	8
	179	176	25	54	0	29	24	221	217	49	44	0	36	18
	180	177	25	2	0	29	34	222	218	48	53*	0	36	38
	181	178	24	10	0	29	44	223	219	48	1	0	36	38
	182	179	23	19	0	29	54	224	220	47	9	0	36	48
	183	180	22	27	0	30	3	225	221	46	18	0	36	58
	184	181	21	35	0	30	13	226	222	45	26	0	37	7
1408	185	182	20	45	0	30	23	227	223	44	34	0	37	17
	186	183	19	52	0	30	33	228	224	43	43	0	37	27
	187	184	19	0	0	30	43	229	225	42	51	0	37	37
	188	185	18	9	0	30	53	230	226	42	0	0	37	47
	189	186	17	17	0	31	3	231	227	41	8	0	37	57
	190	187	16	25	0	31	13	232	228	40	16	0	36	7
	191	188	15	33	0	31	22	233	229	39	25	0	38	16
	192	189	14	42	0	31	32	234	230	38	33	0	38	26
	193	190	13	50	0	31	42	235	231	37	41	0	38	36
	194	191	12	59	0	31	52	236	232	36	50	0	38	46

Дни года	Их доля в солнечных сутках			Их доля в заменах			Дни года	Их доля в солнеч- ных сутках			Их доля в ваменах		
	сутки	минуты	секунды	замены	минуты	секунды		сутки	минуты	секунды	замены	минуты	секунды
237	233	35	58	0	38	56	279	274	59	48	0	45	50
238	234	35	0	0	39	6	280	275	58	56	0	46	0
239	235	34	15	0	39	16	281	276	58*	5	0	46	9
240	236	33	22	0	39	26	282	277	57	13	0	46	19
241	237	32	31	0	39	35	283	278	56	21	0	46	29
242	238	31	40	0	39	45	284	279	55	30	0	46	39
243	239	30	48	0	39	55	285	280	54	58	0	46	49
244	240	29	56	0	40	5	286	281	53	46	0	46	59
245	241	29	5	0	40	15	287	282	52	55	0	47	8
246	242	28	13	0	40	24	288	283	52	3	0	47	18
247	243	27	21	0	40	24	289	284	51	12	0	47	28
248	244	26	30	0	40	44	290	285	50	20	0	47	38
249	245	25	38	0	40	54	291	286	49	29	0	47	48
250	246	24	46	0	41	4	292	287	48	37	0	47	58
251	247	23	55	0	41	14	293	288	47	45	0	48	7
252	248	23	3	0	41	24	294	289	46	54	0	48	17
253	249	22	11	0	41	33	295	290	46	2	0	48	27
254	250	21	20	0	41	43	296	291	45	10	0	48	37
255	251	20	28	0	41	53	297	292	44	19	0	48	47
256	252	19	36	0	42	3	298	293	43	27	0	48	57
257	253	18	45	0	42	13	299	294	42	35	0	49	7
258	254	17	53	0	42	23	300	295	41	43	0	49	17
259	255	17	2	0	42	33	301	296	40	51	0	49	26
260	256	16	10	0	42	43	302	297	40	0	0	49	36
261	257	15	18	0	42	52	303	298	39	8	0	49	46
262	258	14	26	0	43	2	304	299	38	16	0	49	56
263	259	13	35	0	43	12	305	300	37	25	0	50*	6
264	260	12	43	0	43	22	306	301	36	33	0	50	16
265	261	11	51	0	43	32	307	302	35	41	0	50	26
266	262	11	0	0	43	42	308	303	34	50	0	50	35
267	263	10	5	0	43	52	309	304	33	58	0	50	45
268	264	9	16	0	44	1	310	305	33	6	0	50	55
269	265	8	25	0	44	11	311	306	32	15	0	51	5
270	266	7	43	0	44	21	312	307	31	23	0	51	15
271	267	6	41	0	44	20	313	308	30	31	0	51	25
272	268	5	50	0	44	41	314	309	29	40	0	51	35
273	269	4	58	0	44	51	315	310	28	48	0	51	45
274	270	4	6	0	45	1	316	311	27	56	0	51	54
275	271	3	15	0	45	11	317	312	27	5	0	52	4
276	272	2	28	0	45	20	318	313	26	13	0	52	14
277	273	1	31	0	45	30	319	314	25	21	0	52	24
278	274	0	40	0	45	40	320	315	24	30	0	52	34

1409

1410

1411

Дни года	Их доля в солнечных сутках			Их доля в заманах			Дни года	Их доля в солнеч- ных сутках			Их доля в заманах		
	сутки	минуты	секунды	заманы	минуты	секунды		сутки	минуты	секунды	заманы	минуты	секунды
321	316	23	38	0	52	44	343	338	4	42	0	56	21
322	317	22	46	0	52	54	344	339	3	50	0	56	30
323	318	21	55	0	53	3	345	340	2	59	0	56	40
324	319	21	3	0	53	13*	346	341	2	7	0	56	50
325	320	20	12	0	53	23	347	342	1	15	0	57	0
326	321	19	20	0	53	33	348	343	0	24	0	57	10
327	322	18	29	0	53	43*	349	343	59	32	0	57	20
328	323	17	31	0	53	53*	350	344	58	40	0	57	30
329	324	16	45	0	54	3	351	345	57	49	0	57	39
1412 330	325	15	53	0	54	13	352	346	56	57	0	57	49
331	326	15	2	0	54	23	353	347	56	6	0	57	59
332	327	14	20	0	54	33	354	348	55	14	0	58	9
333	328	13	39*	0	54	42	355	349	55	22	0	58	19
334	329	12	27	0	54	52	356	350	53	31	0	58	28
335	330	11	35	0	55	2	357	351	52	39	0	58	38
336	331	10	44	0	55	12	358	352	51	47	0	58	48
337	332	9	52	0	55	22	359	353	50	56	0	58	58
338	333	9	0	0	55	31	360	354	50	4	0	59	8
339	334	8	9	0	55	41	361	355	49	12	0	59	18
340	335	7	17	0	55	51	362	356	48	21	0	59	28
341	336	6	25	0	56	1	363	357	47	29	0	59	37
342	337	5	34	0	56	11	364	358	46	38	0	59	47
							365	359	45	46	0	59	57

1413

|| Раздел пятый

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ «СИЛЫ» В СООТВЕТСТВИИ С «МЕСТАМИ»

Индийцы установили для каждого из семи светил⁷⁹ годы, на которые они указывают, когда находятся в градусе своей «экзальтации»⁸⁰, и на их половины, когда они находятся в градусе своего «падения»⁸¹. Когда оно [светило] покидает градус «экзальтации», эти годы начинают убывать в соответствии с удалением от него, а когда переходит градус «падения», половинные годы увеличиваются в соответствии с удалением от него и приближением к «экзальтации».

Их метод [состоит в следующем]: они берут расстояние светила от градуса его «экзальтации». Если градусы меньше ста восьмидесяти, их вычитают из полного оборота, если же больше, то применяют его, как есть, умножая на эти данные годы и деля произведение на триста

шестьдесят, имеющееся в полном обороте. Получаются года светила относительно «места» его «экзальтации». Клянусь жизнью, этот способ подобен вычислению платы за рытье колодцев, при котором верхний локоть считается за столько-то, нижний — за вдвое большее этого количества, в соответствии с глубиной, а за средние — среднее между ними⁸². Точно так же и с «силами», величины которых установлены на колышках, и на том, что следует за ними, и на уходящих от них. Невозможно, чтобы светило осталось по отношению к ним в одном положении в течение своего пребывания в доме. Если первое движение переносит его в другой дом, его долгота переместится в другое положение без переходов к нему.

Подобно этому — в трех видах чисел, установленных в годах для каждого светила: большее из них, среднее и меньшее.

Знак большего — в колышке, среднего || — в том, что следует за 1414 ним, меньшего — в отходящем от него. Их положения не располагают в градусах дома. Это понял только Абу Бакр Мухаммад ибн 'Омар ибн ал-Фаррухан⁸³. Он указал на необходимость этого, что оправдывается трудностью измерения производимого при отходе от колышка, хотя в остальных случаях выполняется легко. Дело в том, что предел «силы» светила, действующей в основаниях колышков⁸⁴, соответствует положению большего числа. Она постепенно уменьшится от колышка, когда достигнет основания следующего за колышками, получится среднее число.

Далее она уменьшается подобно этому до основания отходящего и получится меньшее число. Затем положение после этого нарушается, так как и большее, и меньшее — на краю конца, в том смысле, что не применяется то, что меньше меньшего, и то, что больше большего. Если от основания отходящего возвращаются к большему числу при увеличении, то в этом доме для светила получают числа величин для среднего, превосходящего его, подобно тому, что получается в градусах колышка и следующего за ним.

Это и выражается удвоением по отношению к отходящему дому, особенно шестому и двенадцатому. Если отходящий определен при предшествующем измерении, то меньшее число станет недействительным в своих началах и исчезнет, а затем разом перейдет в большее число и произойдет возвращение. Поэтому люди считают, что меньшее число исчезает при достижении первого из пяти градусов, имеющих перед колышком, и считается по их совокупности, а затем оно постепенно растет до большего числа. Этот вид также неприемлем. Обладающий искусством предположений⁸⁵ || должен только спросить о двух 14:15 местах, в одном из которых — одно из двух чисел, а в другом — другое. Установлено, что расстояние светил от одного из них относится к

расстоянию между двумя местами как разность между требуемым и его числом в первом месте к разности между двумя числами в нем. Умножим расстояние от первого места на разность между ним и его числом, разделим произведение на разность между двумя местами и частное вычтем из числа, которое в первом месте, если оно больше того, которое во втором месте, и прибавим его, если оно меньше. Получится число, относящееся к светилу в его месте. Что касается основы, которая ставит два числа в *дангах* двух мест, то она относится к основанию, данному в соответствии с тем, что видно.

Глава шестая

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВРЕМЕНИ ДОСТИЖЕНИЯ СВЕТИЛОМ ДАННОГО МЕСТА НА ЭКЛИПТИКЕ

Светило достигает данного места на эклиптике несколькими видами [движения], одно из которых — прямое. В нем участвуют Солнце и Луна, движение которых — прямое. Другой вид — попятное движение, это — особенность пяти планет. Действие определения его времени предшествует действию определения их встреч и противостояний.

Поскольку Солнце и Луна в них движутся вместе, их удаление друг от друга определяется движением каждого из них. Если же движется одна планета, то предполагаемые места стояния и расстояния между ними получаются только в результате ее движения. Поэтому, если делят на его *бухт*, получатся сутки расстояния вместе с минутами 1416 и тем, что следует за ними. Если || место противоположно последовательности [знаков зодиака] от планеты, когда она восходит, то она превышает его. Если сутки расстояния истекают от времени, они оканчиваются ко времени оставления ею этого места.

Если она обладает попятным движением и достигает их при попятном движении, нужно увеличить сутки расстояния на это время, и они окончатся ко времени достижения ею этого места. Если же данное место в последовательности [знаков зодиака] от планеты, то при прямом движении сутки расстояния увеличиваются на это время, и они окончатся ко времени достижения ею его, если ее не задержит и попятное движение. Если же она обладает попятным движением и попятного движения нет до окончания у этого места, то нужно уменьшить сутки расстояния на это время и они окончатся ко времени, когда она покинула его.

Основа этого действия в том, что это расстояние относится к ее *бухту*, как промежуток времени, за который она проходит это расстояние к одним суткам. Если бы *бухты* движения не были различны, дей-

ствие было бы правильным. Но *бухты* постоянно изменяются, и планета необходимо возвращается ко времени, в которое она занимает данное место. Определение ее среднего [положения] и его исправление происходят ко [времени] достижения ею данного места. Если произойдет так, как я хотел, то получится требуемое. Если она придет раньше или опоздает, нужно выполнить с расстоянием то, что было выполнено раньше и после. При определении *бухта* [нужно] повторить действие несколько раз, пока не получится желаемое, а не противоположное. Обладающие приговорами [звезд] ощущают потребность в этом вопросе в четвертях года, в началах знаков зодиака и предполагаемых местах для дуги, как две трети знака Скорпиона и место, противоположное ему.

Далее индийцы нуждаются здесь при перемещениях планет и особенно — Солнца к || знакам зодиака для своих религиозных понятий. Они прибегают к расширению [понятия] времени и преобразованию его из моментов⁸⁶ в определенные промежутки, обладающие началом и концом. 1417

Их действие здесь — это определение половины диаметра Солнца для данного времени и деление его на *бухт*, в частном получают минуты соприкосновения. Затем помещают то, что получилось во время достижения Солнцем начала этого знака зодиака в два места, и вычитают минуты соприкосновения из первого из них и прибавляют их ко второму. Остаток — расстояние входа восточного края Солнца в начало знака зодиака, а сумма — дополнение входа и выхода его западного края из предыдущего знака зодиака. Удвоенные минуты соприкосновения — это время, на которое увеличены *заманы*, так как минуты соприкосновения в этой главе занимают место минут «впадения» в затмения и применяются аналогично тому, что говорилось там.

Глава седьмая

О ПЕРЕМЕНАХ МИРОВЫХ ГОДОВ И ГОДОВ РОЖДЕНИЙ И ИХ МЕСЯЦЕВ

Мы определили год, как возвращение Солнца на эклиптике к своему месту. То, что принимается во всей обитаемой четверти⁸⁷, называется мировым годом. Ему подобен день, начинающийся его гороскопом. Дело в том, что, поскольку население находится в северной половине [Земли], весеннее равноденствие — начало появления Солнца на этой стороне и появление силы его возрастания и роста в ее середине. Поэтому время весеннего равноденствия первой из четырех точек измене-

ния более всего соответствует началу года, относящемуся ко всему миру⁸⁸.

- 1418 Что касается годов рождения⁸⁹, то они сменяются при достижении⁹⁰ Солнцем || места, в котором оно было при их начале. Времена рождений не сильно ограничены, поэтому начала их годов⁹¹ — такие же. Неизвестные сутки подобны началам, так как каждый момент времени в сутках может стать началом суток, известных по величине. Всякий раз, когда Солнце возвращается на свое первоначальное место, заканчивается год рождения и к его годам прибавляется еще год⁹². Источник года мира и года рождений и их месяцев, это — изложенное в предыдущей главе определение времени достижения Солнцем заданного места. Для годов мира это начало знака Овна, а для годов рождений — их места в основе рождения. Методы, применяемые для определения времени преобразования, [подразделяются] на три вида: первый: определяется положение Солнца по отношению к ближайшему полудню и его истинное расстояние от начала Овна или от его места, в котором оно было в основе рождения. Этим определяется время достижения [Солнцем] данного [места] согласно тому, что было раньше. Далее повторяют определение его места по отношению к нему, чтобы оно стало правильным благодаря повторению.

- Второй вид, а он [более] правильный, состоит в том, что уточняют место апогея Солнца для времени «перемены», вычитают из положения Солнца в основе рождений и от круга в годах мира. Остается его уравненный аргумент, по нему определяется его уравнение, подобно тому, как было при сведении истинного к среднему. Это аргумент Солнца в текущем году для времени «перемены». Затем определяется его аргумент для ближайшего дня к «перемене». Если они совпадают, подобно тому, как у нас, то это требуемое время. Если они не совпадают, берут разность между ними и смотрят по таблице, в скольких минутах дня и тем, что за ними движение аргумента равно этой разности, получают
- 1419 минуты расстояния. Если аргумент Солнца для полудня || меньше, чем его аргумент для «перемены», к полудню прибавляются минуты расстояния, а если больше, то они вычитаются из полдня и это заканчивается у времени «перемены».

Третий вид, согласно данным числам, во всех *зиджах* основан на движениях. В нем записывают полные годы рожденного или те, которые между заданным годом из годов мира до того, как желают [найти] его основу, в двух местах. Одно из них умножают на $86^{\circ}41'18''$, а другое — на $0^{\circ}14'26''13'''$. Что касается первого произведения в первом [случае], то следует прибавить его к восхождению градуса гороскопа в городе — по сумме находится дуга. [Затем] из [градусов] соответствия находится градус гороскопа для «перемены» этого года.

Что касается второго произведения, то, если оно превышает время рождения или заданный год, упомянутый нами, его место по персидским месяцам, заканчивается у времени, желаемом «перемены». Последний вид самый легкий, однако он дальше от истины, так как обоснован на том, что дробь года это то, на что мы умножали год на втором месте, или одна шестая того, на что мы умножили год на первом месте. Если бы апогей был неподвижен, как это считал Птолемей, этот путь был бы верен. Однако он движется, как это принято всеми, кроме него, поэтому годы различны. Из-за этого два умноженных числа изменяются. Относительно них это обнаруживается при большом числе умноженных лет. Нужно, чтобы ему предпочитались два первых вида.

|| Что касается «перемены» двенадцати месяцев года, то мы основываем годы мира на восхождении Солнца в знаке зодиака, так как начала месяцев — начала знаков зодиака. Годы же рождений основаны на том, что в их месяцах Солнце проходит полный знак зодиака за каждый месяц, так что начала месяцев получаются в каждом знаке зодиака в виде истинных градусов на основе градусов, минут и того, что за ними. Каждое время известно, прямое восхождение в нем также] известно. Авторы *зиджей* определили для месяцев увеличение восхождений гороскопов в [данном] городе, как мы упоминали о них для годов. Однако положение всех их одно и то же благодаря их измерениям по причине движения апогея. Поэтому мы отказались от их подробного изложения. 1420

Глава восьмая

ОБ ИСТЕЧЕНИЯХ СРОКА РОЖДЕНИЙ, ИХ ОТСЧЕТЕ В ГОДАХ И НАЧАЛАХ

Так же, как дирекции — это поворот последующей [планеты] к месту предыдущей вокруг полюса мира, истечение срока⁹³ — это также поворот предыдущей к месту последующей, но вокруг полюса эклиптики. Подобно тому, как число *заманов* дирекции для каждого из них сходно, возьмут ли год, месяц или день, и сохраняется только сторона движения, а их величины по существу не различаются, так же обстоит дело и в истечениях срока, если доля знака зодиака в них — год или что-нибудь другое. Что касается абсолютного истечения срока, то оно — от данного гороскопа, а если от другого, указанного при этом, то это будет от такого-то дома или от места такой-то планеты. Абсолютное истечение срока при преобразовании второго года во второй знак зодиака от гороскопа обладает || подобными ему градусами, и так же при перемене третьего года в третий знак зодиака и так далее. Од- 1421

нако это истечение срока в действительности не неподвижно в течение года в этом знаке зодиака и градусе, а перемещается от градуса к градусу, от знака зодиака к знаку зодиака в течение дней года. Если возьмут то, что прошло из дней года, умножают на тридцать, делят произведение на $365^{\circ}14'26''13'''$, а затем прибавляют к тому, что получилось в частном — градус места истечения срока для времени «перемены», получится место, которого оно достигло в это время. Это и есть абсолютное истечение срока.

Что касается удвоенного [истечения срока], то это истечение истечения срока. Большая часть звездочетов ошибались в этом, так как они уклонились по примеру Птолемея и вернулись в знак зодиака при «перемене» месяцев года, так что и у них место истечения срока для двенадцатого месяца получилось в двенадцатом [знаке] и в конце года вернулось на то же самое место, что и в прошлом. Однако обычно это место истечения срока перемещалось во второй знак зодиака. Они были вынуждены для этого пренебрегать знаком зодиака, в котором было истечение.

Что касается способа, равного ему, то пусть доля знака зодиака в днях года — одна тринадцатая, а это в соответствии с тем, что говорилось раньше, — $28^{\circ}5'43''36'''$. Поэтому прибавляют величину суток к градусу места истечения года, [получается] знак зодиака. Это делается до достижения, при завершении этого промежутка времени, второго знака зодиака от места истечения года с теми же градусами, и так далее, пока это не сойдется в конце года с местом истечения следующего [года]. Это удвоенное истечение срока будет подобно месяцам из-за близости промежутка времени к ним, а затем они также будут разделены на тринадцать и получится $2^{\circ}9'40''17'''$. Это промежуток времени утроенного истечения срока, так как в нем истечение срока повторяется три раза. Если знаки зодиака будут повернуты от места удвоенного истечения срока при этом промежутке времени, || будет достигнуто утроенное истечение срока и очередность знаков зодиака будет близка к четырем часам. Если за этим последует учетверенное истечение срока, то доля знака зодиака в нем — $0^{\circ}9'58''29'''$, это близко к одной шестой суток. Поворот знаков зодиака в нем — от места утроенного истечения срока. Часы — самое точное, что употребляют при определении времени. Мы определили их и записали для облегчения в таблицу, где нужно прошедшую часть дней года до известного момента времени ввести в строку дней и взять то, что против них, и прибавить каждое по отдельности к градусу места истечения года. Получится для него место истечения каждого данного вида в его знаке зодиака, градусе и том, что за ним. Вот эти таблицы⁹⁴:

1422

II Номер суток в году	Единичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
1	0	0	4	56	0	1	4	4	0	13	52	53	6	0	27	23
2	0	0	9	51	0	2	8	8	0	27	45	45	0	0	54	45
3	0	0	14	46*	0	3	12	12	1	11	38	37	6	1	22	8
4	0	0	19	43	0	4	16	16	1	25	31	30	0	1	49	31
5	0	0	24	39	0	5	20	20	2	9	24	22	6	2	16*	53
6	0	0	29	34	0	6	24	24	2	23	17	15	0	2	44	16
7	0	0	34	30	0	7	28	28	3	7	10	7	6	3	11	39
8	0	0	39	26	0	8	32	32	3	21	3	0	0	3	39	1
9	0	0	44	21	0	9	36	36	4	4	55*	52	6	4	6	24
10	0	0	49	17	0	10	40	40	4	18	48	45	0	4	33	46
11	0	0	54	13	0	11	44	44	5	2*	41	37	6	5	1	9
12	0	0	59	8	0	12*	48	48	5	16	34	30	0	5	28	32
13	0	1	4	4	0	13	52	52	6	0	27	22	6	6*	55	54
14	0	1	9	0	0	14	56	56	6	14	20	15	0	6	23	17
15	0	1	13	56	0	16	1	0	6	28	13	7	6	6	50	40
16	0	1	18	51	0	17	5	4	7	52	6	0	0	7	18	12
17	0	1	23	47	0	18	9	8	7	25	58	52	6	7	45	25
18	0	1	28	43	0	19	13*	12	8	9	51	45	0	8	12	48
19	0	1	33	38	0	20	17	16	8	23	44	37	6	8	40	10
20	0	1	38	34	0	21	21	20	9	7	37	30	0	9	7	33
21	0	1	43	30	0	22	25	24	9	21	30	22	6	9	34	56
22	0	1	48	25	0	23	29	28	10	5	23	15	0	10	2	18
23	0	1	53	21	0	24	33	32	10	19	16	7	6	10	29*	41
24	0	1	58	17	0	25	37	36	11	3	8*	0	0	11	57	3
25	0	2	3	13	0	26	41	40	11	17	1	53	6	11	24	26
26	0	2	8	8	0	27	45	44	0	0	54	46	0	11	51	49
27	0	2	13	4	0	28	50*	49	0	14	46*	38	6	12	19	11
28	0	2	18	0	0	29	54*	53	0	28	40	31	0	12	46	34
29	0	2	22	55	1	0	58*	57	1	12	33	23	6	13	13	57
30	0	2	27	51	1	2	3*	1	1	26	26	16*	0	13	41	19
31	0	2	32	47	1	3	6	5	2	10	19	8	6	14	8	42
32	0	2	37	42	1	4	10	9	2	24	12	0	0	14	36	4
33	0	2	42	38	1	5	14	13	3	8	4	52	6	15	3	23*
34	0	2	47	34	1	6	18	17	3	21	57	45	0	15	30	50
35	0	2	52	30	1	7	22	21	4	5	50	37	6	15	58	12
36	0	2	57	25	1	8	26	25	4	19	43	30	0	16	25	35
37	0	3	2	21	1	9	30	29	5	3	36	20*	6	16	52	18
38	0	3	7	17	1	10	34	33	5	17	29	15	0	17	20	20
39	0	3	12	12	1	11	38	37	6	1	22	7	6	17	47*	43
40	0	3	17	8	1	12	42	41	6	15	15	0	0	18	15*	5
41	0	3	22	4	1	13	46	45	6	29	7	52	6	18	42	28

1423

1424

1425

Номер суток в году	Единичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
42	0	3	26	59	1	14	50	49	7	13	0	45	0	19	9	51
43	0	3	31	55	1	15	54	53	7	26	53	37	6	19	34	13
44	0	3	36	51	1	16	58	57	8	10	46	30	0	20	4	36
45	0	3	41	47	1	18	3	2	8	24	39	22	6	20	31	59*
46	0	3	46	42	1	19	7	6	9	8	32	15*	0	20	59	21
47	0	3	51	37	1	20	11	10	9	22	25	7	6	21	2*	43*
48	0	3	56	33	1	21	15	14	10	6	18*	0	0	21	54	6
49	0	4*	1	29	1	22	19	18	10	20	10	52	6	22	21	29
50	0	4	6	25	1	23	23	22	11	4	3	45	0	22	43	51*
51	0	4	11	20	1	24	27	26	11	17	56	37	6	23	16	14*
52	0	4	16	16	1	25	31	30	0	1	49	30	0	23	43	37
53	0	4	21	12	1	26	35	34	0	15*	42	22	6	24	10	59*
54	0	4	26	7	1	27	39	38	0	29	35	15	0	24	38	22
55	0	4	31	3	1	28	43	42	1	13	28	8	6	25	5	44
56	0	4	35	59*	1	29	47	46	1	27	21	1	0	25	33	7
57	0	4	40	54	2	0	51	50	2	11	13	53*	6	26	0	32
58	0	4	45	50	2	1	55	54	2	25	6*	46	0	26	27	44*
59	0	4	50	46	2	2	59	58	3	8	59	38	6	26	55	16
60	0	4	55	42	2	4	4	2	3	21*	52*	31	0	27	22	39
61	0	5	0	37	2	5	8	6	4	6	48*	23	6	27	50*	1
62	0	5	5	33	2	6	12	10	4	20	38	15	0	28	17*	22
63	0	5	10	29	2	7	16	14	5	4	31	7	6	28	44	47
64	0	5	15	24	2	8	20	18	5	18	24	0	0	29	12	9
65	0	5	20	20	2	9	24	22	6	2	16	52	6	29	39	32
66	0	5	25	16	2	10	28	26	6	16	9	45	1*	0	6	55*
67	0	5	30	11	2	11	32	30	0	2	37	37	0*	0	34	17
68	0	5	35	7	2	12	36	34	7	13	55	30	1*	1	1	39
69	0	5	40	3	2	13	40	38	7	27	48	22	7*	1	29	2
70	0	5	44	59	2	14	44	42	8	11	41	15	1*	1	56	24
71	0	5	49	54	2	15	48	46	8	25	34	7	7*	2	23	47
72	0	5	54	50	2	16	52	50	9	9	27	0	1*	2	51*	10
73	0	5	59	46	2	17	56	54	9	23	19	52	7*	3	18	37
74	0	6	4	41	2	19	0	58*	10	7	12	45*	1*	3	45	55*
75	0	6	9	37	2	20	5	2	10	21	5	36	7*	4	13	18
76	0	6	14	33	2	21	9	6*	11	4	58	30	1*	4	40	41
77	0	6	19	28	2	22	13	10	11	18	51	22	7*	5	8	3
78	0	6	24	24	2	23	17*	14	0	2	44	15	1*	5	35	26
79	0	6	29	20	2	24	21	18	0	16	37	7	7*	6	2	49
80	0	6	34	16	2	25	25	23	0	0	30	0	1*	6	30	11
81	0	6	39	11	2	26	29	27	1	14	22	52	7*	6	57	34
82	0	6	44	7	2	27	33	31	1	28	15	45	1*	7	24	16*

Номер суток в году	Единичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
83	0	6	49	3	2	28	37	34	2	12	8	38	7*	7	52*	19
84	0	6	53	58	2	29	41	39	2	26	1	31	1*	8	19	42
85	0	6	58	54	3	0	45	43	3	11*	54	24	7*	8	47	4
86	0	7	3	50	3	1	49	47	3	23	44*	17	1*	9	14	27
87	0	7	8	46*	3	2	53	51	4	7	40	9	7*	9	41*	49
88	0	7	13	41	3	34*	57	55	4	21	33	2	1*	10	9	12
89	0	7	18	37	3	5	1	59	5	5	25	54	7*	10	36	35
90	0	7	23	33	3	6	6	3	5	19	18*	47	1*	11	3	57*
91	0	7	28	28	3	7	10	7	6	3	11	39	7	11	31	21
92	0	7	33	24	3	8	14	11	6	17	4	31	1	11	58	44
93	0	7	38	20	3	9	18	15	7	0	57	23	7	12	26	6
94	0	7	43	15	3	10	22	19	7	14	50	16	1	12	13	29
95	0	7	48	11	3	11	26	23	7	28	43	8	7	13	20	52
96	0	7	53	7	3	12	30	27	8	62	36	1	1	13	48	14
97	0	7	58*	2	3	13	34	31	8	26	28	53	7	14	15	37*
98	0	8	2	58	3	14	38	35	9	10	21	46	1	14	43	0*
99	0	8	7	54	3	15	42	39	9	24	14	38*	7	15	10	22
100	0	8	12	50	3	16	46	43	10	8	7	31	1	15	37	43
101	0	8	17	45	3	17	50	48	10	22	0	23	7	16	5	7
102	0	8	22	41	3	18	54	52	11	5	53	16	1	16	32	30
103	0	8	27	37*	3	19	58	56	11	19	46	8	7	16	59*	52
104	0	8	32	32	3	21	3	0	0	3	39	1	1	17	27*	15
105	0	8	37	28*	3	22	7	4	0	17	31	53*	7	17	24	38*
106	0	8	42	24*	3	23	11	8	1	1	24	46	1	18	22	0
107	0	8	47	19	3	24	15	12	1	15	17	38	7	18	49	23
108	0	8	52	15	3	25	19	16*	1	29	10	31	1	19	16	45*
109	0	8	57	11	3	26	23	20*	2	13	3	23	7	19	44	8
110	0	9	2	7	3	27	27	24*	2	26	56	16	1	20	11	31
111	0	9	7	2	3	28	31	28*	3	10	49	8	7	20	38	54
112	0	9	11	58	3	29	35	32*	3	24	42	1	1	21	6	19
113	0	9	16	54	4	0	39	36*	4	8	34	53	7	21	33	42
114	0	9	21	49	4	1	43	40*	4	22	27	46	1	22	1	4*
115	0	9	26	45	4	2	47	44	5	6	20	39	7	22	28	27
116	0	9	31	41	4	3	51	48	5	20	13	32	1	22	55	50
117	0	9	36	36	4	4	56*	52	6	4	6	24	7	23	23	12
118	0	9	41	32	4	5	59	56	6	17	59	17	1	23	50	35
119	0	9	46*	28	4	7	4	0	7	1	52	9	7	24	14	58
120	0	9	51	24*	4	8	8*	4	7	15	45	2	1	24	45	19*
121	0	9	56	19	4	9	12	8	7	29	37	54*	7	25	12*	40
122	0	10	1	15	4	10	16	12	8	13	30*	46	1	25	40	2
123	0	10	6	11	4	11	20	16	8	27	23	38	7	26	7	25

1429

1430

1431

Номер суток в году	Единичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
124	0	10	11	6	4	12	24	20	9	11	16	31	1	26	34	48
125	0	10	16	2	4	13	28	24	9	25	9	23	7	27	2	10
126	0	10	20	58	4	14	32	28	10	9	2	16	1	27	23	33
127	0	10	25	53	4	15	36	33	10	22	55*	8	7	27	56	57
128	0	10	30	49	4	16	40	37	11	6	48	1	1	28	24	18
129	0	10	35	45	4	17	44	41	11	20	40	53*	7	28	51	41
130	0	10	40	41	4	18	48	45	0	4	38	46	1	29	19	3
131	0	10	45	36	4	19	52	49	0	18	26	38	7	29	46	26
132	0	10	50	32	4	20	56	53	1	2	19	31	1	0	13	49
133	0	11	55	28*	4	22	0	57	1	16	12	23	7	0	41	11
134	0	11	0	23	4	23	5	1	2	0	5	16	2	1	3	34
135	0	11	5	19	4	24	9	5	2	13	58	8	8	1	35	57*
136	0	11	10	15	4	25	13	9	2	27	51*	1	2	2	3	19
137	0	11	15	10	4	26	17	13	3	51*	43	53*	8	2	30	72*
138	0	11	20	6	4	27	17	3	25	36	46	2	2	58	4	
139	0	11	25	2	4	28	25	21	4	9	29	38	8	3	25	27
140	0	11	29	58	4	29	29	25	4	23	22	31	2	3	52*	50
141	0	11	34	53	5	0	33	29	5	7	15	23	8	4	20	12
142	0	11	39	49	5	1	37	33*	5	21	8	16	2	4	47	35
143	0	11	44	45	5	2	41	37	6	5	1	8	8	5	14	58
144	0	11	49	40	5	3	45	41	6	18	54	1	2	5	42	20
145	0	11	54	36	5	4	49	45	7	2	46	54*	8	6	9	43
146	0	11	59	32	5	5	53	49	7	16	39	46*	2	6	34	5
147	0	12	4	27	5	6	57	53	8	0	32	39	8	7	4	28
148	0	12	9	23	5	8	1	57	8	14	23*	32	2	7	31	51
149	0	12	14	19	5	9	6	1	8	28	19*	23	8	7*	59	13
150	0	12	19	15	5	10	10	5	9	12	11	15	2	8	26	36
151	0	12	24	10	5	11	14	9	9	26	4	9	8	8	13	19*
152	0	12	29	5*	5	12	18	14	10	9	57	1	2	9	21	22
153	0	12	34	1	5	13	22	18	10	23	49	53	8	9	48	44
154	0	12	38	57	5	14	26	22	11	7	42	46	2	10	16	7
155	0	12	43	53	5	15	30	26	11	21	35	38	8	10	43	30
156	0	12	48	48	5	16	34	30	0	20*	28	31	2	11	10	52
157	0	12	53	44	5	17	38	34	0	19	21	23	8	11	38	15
158	0	12	58	40	5	18	42	38	1	3	14	16	2	12	5	38
159	0	13	3	35	5	19	46	42	1	7*	7	8	8	12	33*	0
160	0	13	8	31	5	20	50	46	2	1	0	1	2	13*	0	23
161	0	13	13	27	5	21	54	50	2	10*	52	53*	8	13*	26*	46
162	0	13	18	23	5	22	58	54	2	28*	45	46	2	14*	55	8
163	0	13	23	18	5	24	2	58*	3	12	38	38	8	14	22	31
164	0	13	28	14	5	25	6*	2	3	26	31	31	2	15*	49	54

1432||

1433||

Номер суток в году	Единичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
165	0	13	33	10	5	26	11	6	4	10	24	23	8	15	17	16*
166	0	13	38*	5	5	27	15	10	4	24	16*	16	2	15	44	39
167	0	13	43	1	5	28	19	14	5	8	10	8	8	16	12	1
168	0	13	47	57	5	29	23	18	5	22	3	1	2	16	39	22
169	0	13	52	52	6	0	27	22	6	5	55	54	8	17	6	47
170	0	13	57	48	6	1	31	26	6	19	48	46	2	17	34	9
171	0	14	2	44	6	2	35	30	7	3	41	38	8	18	1	32
172	0	14	7	39	6	3*	39	34	7	17	34	31	2	18	28	55*
173	0	14	12	35	6	4	43	38	8	1	27	23	8	18	57	17
174	0	14	17	31	6	5	47	42	8	15	20	16	2	19	23	40
175	0	14	22	27	6	6	51	46	8	29	13	9	8	19	11	2
176	0	14	27	22	6	7	55	50	9	13	6	2	2	20	18	25
177	0	14	32	15	6	8	59	55	9	26	59*	54	8	20	48	48
178	0	14	37	11*	6	10	3	59	10	10	51	46	2	21	13	10
179	0	14	42	9	6	11	8	3	10	24	44	39	8	21	47	33
180	0	14	47	5	6	12	12	7	11	8	37	32	2	22	7	56*
181	0	14	52	1	6	13	16	11	11	22	30	25	8	22	35	19*
182	0	14	56	53	6	14	20	15	0	6	23	17	2	23	7*	42
183	0	15	1	52	6	15	24	19	0	20	16	9	8	23	30	4
184	0	15	6	48	6	16	28	23	1	4	9	2	2	23	17	27
185	0	15	11	44	6	17	32	27	1	18	1	54*	8	24	24	50
186	0	15	16	39	6	18	36	31	2	1	54	47	2	24	52	12
187	0	15	21	35	6	19	40	35	2	15	47	39	8	25	19	35
188	0	15	26	31	6	20	44	39	2	29	40	32	2	25	47	58*
189	0	15	31	26	6	21	48	43	3	13	33	24	8	26	14	20
190	0	15	36	22	6	22	52	47	3	27	26	17	2	26	41	43
191	0	15	41	18	6	23	56	51	4	11	19	9	8	27	9	5
192	0	15	46	13	6	25	0	55	4	25	12	2	2	27	36	28
193	0	15	51	9	6	26	4	59	5	9	4	54	8	28	3	51
194	0	15	56	5	6	27	9	3	5	22	57	47	2	28	31	13*
195	0	16	1	1	6	28	13	7	6	6	50	39	8	28	58	36
196	0	16	5	56	6	29	17	11	6	20	43	32	2	29	23	59*
197	0	16	10	52	7	0	21	15	7	4	36	24	8	29	53	21
198	0	16	15	48	7	1	25	19	7	18	29	17	3	0	20	42
199	0	16	20	43	7	2	29	23	8	1*	22	9	9	0	48	6
200	0	16	25	29	7	3	33	27	8	16	15	2	3	1	15	29
201	0	16	30	35	7	4	37	31	9	0	7*	54	9	1	42*	51
202	0	16	35	30	7	5	41	36	9	14	0	47	3	2	10	14
203	0	16	40	26	7	6	45	40	9	27	53	40	9	2	37	37
204	0	16	45	22	7	7	49	44	10	11	46	33	3	3*	4	59
205	0	16	50	17	7	8	53	48	10	25	39	26	9	3	32	22

1434

1435

1436

Номер суток в году	Единичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
206	0	16	55	13	7	9	57	52	11	9	30	19	3	3	59	44
207	0	17	0	9	7	11	1	56	11	23	25	11	9	4	27	7
208	0	17	5	5	7	12	6	0	0	7	18	4	3	4	55*	30
209	0	17	10	0	7	13	10	4	0	21	10	56*	9	5	21	53
210	0	17	14	56	7	14	14	8	1	5	3	49	3	5	49	18
211	0	17	19	52	7	15	18	12	1	18	56	40	9	6	16	38
212	0	17	24	47	7	16	22	16	2	2	49	32	3	6	44	0
213	0	17	29	43	7	17	26	20	2	16	42	24	9	7	11	23
214	0	17	34	39	7	18	30	24	3	0	35	17	3	7	38	45
215	0	17	39	35	7	19	34	28	3	14	28	9	9	8	6	8
216	0	17	44	30	7	20	38	32	3*	28	21	2	3	8	33	31
217	0	17	49	26	7	21	42	36	4	12	13	54	9	9	0	53*
218	0	17	54	22	7	22	46	40	4	26	6	47	3	9	28	16
219	0	17	59	17	7	23	50	44	5	9	59	39	9	9	55	39
220	0	18	4	13	7	24	54	48	5	23	52	32	3	10	23	1
221	0	18	9	9	7	25	58	52	6	7	45	24	9	10	50	24
222	0	18	14	4	7	27	2	56	6	21	38	17	3	11	17	47
223	0	18	19	0	7	28	7	0	7	5	31	9	9	11	45	9
224	0	18	23	56	7	29	11	4	7	19	24	2	3	12	12	32
225	0	18	28	52	7	0	15	8	8	3	16	54	9	12	39	55
226	0	18	33	47	8	1	19	12	8	17	9	47	3	13	7	17
227	0	18	38	43*	8	2	23	16*	9	1	2	39	9	13	34	40
228	0	18	43	39	8	3	27	21	9	14	55	32	3	14	2	2
229	0	18	48	34	8	4	31	25	9	28	48	24	9	14	29	25
230	0	18	55	30	8	5	35	29	10	12	41	17	3	14	56	48
231	0	18	58	26	8	6	39	33*	10	26	34	9	9	15	24	10
232	0	19*	3	21	8	7	43	37	11	10	27	2	3	15	51	33
233	0	19*	8	17	8	8	47	41	11	24	19	54	9	16	18	56
234	0	19*	13	13	8	9	51	45	0	8	12	47	3	16	46	18*
235	0	19*	18	9	8	10	55	49	0	22	5	40	9	17	13	41
236	0	19*	23*	4	8	11	59	53	1	5	58	33	3	17	41	4
237	0	19*	28	0	8	13	3	57	1	19*	51	25	9	18	8	26
238	0	19*	32	56	8	14	8	1	2	3	44	18	3	18	35	49
239	0	19*	37	51	8	15	12*	5	2	17	34	10	9	19	3*	11
240	0	19*	42	47	8	16	16*	9	3	1	30	3	3	19	30	34
241	0	19	47	43	8	17	20	13	3	15	22	55	3	19	57	57
242	0	19	52	38	8	18	24	17	3	29	15	47	9	20	25	19
243	0	19	57	34	8	19	28	21	4	13	8	39	3	20	52	42
244	0	20	2	30	8	20	32	25*	4	27	1	32	9	21	9	4
245	0	20	7	26	8	21	26	29	5	10	54	24	3	21	47	27
246	0	20	12	21	8	22	40	33	5	24	47	17	9	22	14	50

Номер суток в году	Едиичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
247	0	20	17	17	8	23	44	37	6	8	40	9	3	22	42	12
248	0	20	22	13	8	24	48	41	6	22	33	2	9	23	9	35
249	0	20	27	9	8	25	52	45	7	6	25	54	3	23	36	58
250	0	20	32	5	8	26	56	49	7	20	18	47	9	24	4	20
251	0	20	37	0*	8	26	50	53	8	24	11	33	3	24	31	43
252	0	20	41	55	8	29	4	57	8	18	4	32	9	24	59*	5
253	0	20	46	51	9	0	9	1	9	1	57	24	3	25	26	28
254	0	20	51	47	9	1	13	5	9	15	50	17	9	25	53	51*
255	0	20	56	43	9	2	17	9	9	29*	43	9	3	26	21	13
256	0	21	1	38	9	3	21	13	10	13	36	2	9	26	48	36
257	0	21	6	33	9	4	25	17	10	27	28	54	3	27	15	59
258	0	21	11	29	9	5	29	21	11	11	21	47	9	27	43	21
259	0	21	16	25	9	6	33	25	11	25	14	39	3	28	10	42
260	0	21	21	21	9	7	37	29	0	9	7	32	9	29	38	6
261	0	21	26	17	9	8	41	33	0	23	0	24	3	29	5	29
262	0	21	31	12	9	9	45	38	1	6	53	17	9	29	32	51
263	0	21	36	8*	9	10	49	42	1	20	46	9	4*	0	0	14
264	0	21	41	3	9	11	53	46	2	4	39	2	10*	0	27	37
265	0	21	45	59	9	12	57	50	2	18	31	55	4*	1*	54*	59
266	0	21	50	55	9	14	1	54	3	2	24	48	10*	1	22*	22
267	0	21*	55	50	9	15	5	58	3	16	17	40	4*	2*	59*	44
268	0	22	0	46	9	16	10	2	4	0	10	33	10*	2	17	7
269	0	22	5	42	9	17	14	6	4	14	3	24	4*	3*	44*	30
270	0	22	10	38	9	18	18	10	4	27	56	16	10*	3	11	52
271	0	22	15*	33	9	19	22*	14	5	11	49	11*	4*	4	39	17
272	0	22	20	29	9	20	26	18	5	25	42	3	4	4	6	40
273	0	22	25	25	9	21	30	22	6	9	34	55	10	4	34	2
274	0	22	30	20	9	22	34	26	6	23	27	48	4	5	1	25
275	0	22	35	17	9	23	38	30	7	7	20	40	10	5	28	48
276	0	22	40	12	9	24	42	34	7	21	13*	33*	4	5	56	10
277	0	22	45	7	9	25	46	38	8	5	6	25	10	6	23	33
278	0	22	50	3	9	26	54	42	8	18	59	18	4	6	50	56
279	0	22	54	59	9	27	55	46	9	2*	52	10	10	7	18	18*
280	0	22	59	55	9	28	58	50	9	16	45	3	4	7	45	41*
281	0	23	4	50	10*	0	2	54	10	0	37	55	10	8	13	3
282	0	23	9	46	10	1	6	58	16	14	30	48	4	8	40	26
283	0	23	14	42	10	2	11	2	10	28	23	40*	10	9	7	49
284	0	23	19	37	10	3	15	6	11	12	16	33	4	9	35	11
285	0	23	24	33	10	4	19	10*	11	26	9	25	10	10	2	34
286	0	23	29	29	10	5	23	14*	0	10	2	18	4	10	29	57
287	0	23	34	24*	10	6	27	18*	0	23	55	10	10	10	57	19

1440

1441

1442

Номер суток в году	Единичное				Удвоенное					Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения					истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	
288	0	23	39	20	10	7	31	22*	1	10*	48	2	4	11	24	42	
289	0	23	44	16	10	8	35	46*	1	21	40	55	10	11	52*	4	
290	0	23	49	12	10	9	39	32*	2	5	33*	48	4	12	19	27	
291	0	23	54	7	10	10	43	34*	2	19	26	40	10	12	46	50	
292	0	23	59	3	10	11	47	39	3	13*	19	33	4	13	17	12	
293	0	24	3	59	10	12	51	43	3	17	12	25	10	13	41	35	
294	0	24	8	54	10	13	55	47	4	1	5	28	4	14	8	18	
295	0	24	13	50	10	14	59	51	4	14	58	11	10	14	36	20	
296	0	24	18	46	10	16	3	55	4	28	51	3	4	15	3	43	
297	0	24	23	41	10	17	8	59	5	12	43	56	10	15	31	5	
298	0	24	28	37	10	18	12	3	5	26	36	49	4	15	58	23	
299	0	24	33	33	10	19	16	7	6	10	29	41	10	16	25	51	
300	0	24	38	21	10	20	20	11	6	24	22	34	4	16	53*	12	
301	0	24	43	24	10	21	24	15	7	8	15	26	10	17	20	36	
302	0	24	48	28	10	22	28	19	7	22	8	18	4	17	47	59	
1443 303	0	24	53	16	10	23	32	23	8	6	1	10	10	18	15	21	
304	0	24	58	11	10	24	36	27	8	19	54	3	4	18	42	42	
305	0	25*	3	7	10	25	40	31	9	3	46	55	10	19	10	6	
306	0	25*	8	3	10	26	44	35	9	17	39	48	4	19	37	29	
307	0	25*	12	58	10	26	48	39	10	1	32	40	10	20	4	51	
308	0	25	17	54	10	28	52	43	10	15	25	33	4	20	32	14	
309	0	25	22	50	10	29	55	47	10	29	18	25	10	20	59	36	
310	0	25	26	46	11	1	0	51	11	13	11	18	4	21	26	59	
311	0	25	32	41	11	2	4	55	11	27	4	10	10	21	54*	22	
312	0	25	37	37	11	3	8	59	0	10	57	3	4	22	21	44	
313	0	25	42	33	11	4	13	3	0	24	49	55	10	22	49	4	
314	0	25	47	28*	11	5	17	7	1	8	42	48	4	23	16	32	
315	0	25	52	24	11	6	21	11	1	22	35	40	10	23	43*	54	
316	0	25	57	20	11	7	25	15	2	6	25	33	4	24	11	18	
1444 317	0	26	2	15	11	8	29	19	2	20	21	25	10	24	38	42*	
318	0	26	7	11	11	9	33	23	3	4	14	18	4	25	6	4	
319	0	26	12	7	11	10	37	27	3	18	7	10	10	25	33	27	
320	0	26	17	3	11	11	41	31	4	2	0	3	4	26	0	50	
321	0	26	21	58	11	12	45	36	4	15	52	55	10	26	28	12	
322	0	26	26	54	11	13	49	40	4	29	45	48	4	26	58	35	
323	0	26	31	50	11	14	53	44	5	13	38	41	10	27	22	28	
324	0	26	36	45	11	15	57	48	5	27	31	34	4	27	50	20	
325	0	26	41	41	11	17	1	52	6	11	24	26	10	28	17	43	
326	0	26	46	37	11	18	5	56	6	25	17	20	4	28*	45	5	
327	0	26	51	32	11	19	10	0	7	9	10	12	10	29	12	28	
328	0	26	56	28	11	20	14	4	7	23	3	5	4	29	39	51*	

Номер суток в году	Единичное				Удвоенное				Утроенное				Учетверенное			
	истечение года				истечение истечения				истечение истечения истечения				истечение истечения истечения истечения			
	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды	знаки зодиака	градусы	минуты	секунды
329	0	27	1	24	11	21	18	8	8	6	55	57*	10*	0	17	13
330	0	27	6	20	11	22	22	12	8	20	48	49	5	0	34*	25
331	0	27	11	15	11	23	26	16	9	4	41	41	11	1	1	56*
332	0	27	16	11	11	24	30	20	9	18	34	33	5	1	29	13
333	0	27	21	7	11	25	34	24	10	2	27	25	11	1	56*	41
334	0	27	26	2	11	26	38	28	10	16	20	18	5	2	24	3
335	0	27	30	58	11	27	42	32	11	0	13	10	11	2	51	26
336	0	27	35	54	11	28	46	36	11	14	6	3	5	3	18	49
337	0	27	40	49	11	29	50	40	11	27	58	55	11	3	46	11
338	0	27	45	44	0	0	54	44	0	11	51	48	5	4	13	34
339	0	27	50	41	0	1	58	48	0	25	44	40	11	4	40	57
340	0	27	55	37	0	3	2	52	1	9	36	33	5	5	8	19
341	0	28	0	32	0	4	6	56	1	23	30	25	11	5	35	42
342	0	28	5	28	0	5	11	0	2	7	23	18	5	6	3	4
343	0	28	10	24	0	6	15	4	2	21	16	10	11	6	30	27
344	0	28	15	19	0	7	19	8	3	5	9	3	5	6	57	50
345	0	28	20	15	0	8	23	12	3	19	1	55	11	7	25	12
346	0	28	25	11	0	9	27	16	4	2	54	48	5	7	52	35
347	0	28	30	6	0	10	31	20	4	16	46	40	11	8	19	58
348	0	28	35	2	0	11	35	24	5	0	40	33	5	8	47	20
349	0	28	39	58	0	12	39	28	5	14	33	25	11	9	14	43
350	0	28	44	54	0	13	43	32	5	28	26	18	5	9	42	5
351	0	28	49	45	0	14	47	37	5	12	19	10	11	10	9	28
352	0	28	54	45	0	15	51	41	6	26	12	3	5	10	36	51
353	0	28	59	41	0	16	55	45	7	10	4	55	11	11	4	13
354	0	29	4	36	0	17	59	49	7	23	57	48	5	11	31	36
355	0	29	9	32	0	19	3	53	8	7	50	40	11	11	58	59
356	0	29	14	28	0	20	7	57	8	21	43	34	5	12	26	21
357	0	29	19	23	0	21	12	1	9	5	36	26	11	12	53	42
358	0	29	24	19	0	24	16	5	9	19	29	10	5	13	21	5
359	0	29	29	15	0	23	20	9	10	3	22	11	11	13	48	28
360	0	29	34	11	0	24	24	13	10	18	15	3	5	14	15	52
361	0	29	39	6	0	25	28	17	11	1	7	57	11	14	43	15
362	0	29	44	2	0	26	32	21	11	15	0	49	5	15	10	38
363	0	29	48	58	0	27	36	25	11	28	53	41	11	15	38	0
364	0	29	53	54	0	28	40	29	0	12	46	34	5	16	5	23
365	0	29	53	49	0	29	44	33	0	26	39	27	11	16	32	45

1445

1446

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗОН В КРУГЕ АПОГЕЯ И В ЭПИЦИКЛЕ И О НЕОБХОДИМОМ ДЛЯ НИХ

Отклонение центра движения от центра видимости делает необходимым в первом делении неравенства расстояний на орбите апогея и на эпицикле, ограничивает их между двумя пределами в этих кругах, это самое дальнее расстояние и самое близкое.

Между ними с обеих сторон имеется среднее, это — первое среднее расстояние, допускающее ускорение. Этими расстояниями каждый из этих двух кругов делится на четыре части, называемые зонами⁹⁵. Первая из них — от самого дальнего расстояния до первого среднего, которое в стороне движения, вторая — от нее до самого близкого расстояния, третья — от нее до второго среднего расстояния и четвертая — то, что осталось, то есть от этого среднего расстояния до самого длинного. Известно, что зоны в круге апогея все по одному образцу в последовательности знаков зодиака от апогея. Что же касается эпициклов, то их первая зона для пяти планет — в последовательности [знаков зодиака], а для Луны — наоборот. Таково мнение тех людей, придерживающихся в вопросе расстояний. Другие же берут это из другого источника. Дело в том, что они считают отклонения центра движения от центра мира **1448** вызванными только || неравномерностью движения. Если ее причина — замедление и ускорение, то одно из них — в апогее, а другое — в перигее, среднее же между ними — среднее положение движения. Круг пересекается этой первой точкой. Начало второй и четвертой зон установили от места наибольшего предела уравнения, которое на круге, подобном [эклиптике], в квадратуре с апогеем⁹⁶.

Для большей ясности примем центр мира за E , а центр круга апогея Солнца за D^* . Проведем через него диаметр $ADEC$. Пусть A — апогей, а C — перигей. Проведем через L , середину ED , хорду BLG , перпендикулярную диаметру. Круг апогея согласно первому мнению разделится на четыре зоны [точками] A , B , C и G . Что касается A , то как известно, это — самое дальнее расстояние, а C — самое близкое; точки B и G , это — средние расстояния по причине равенства DB и EB в равных треугольниках DBL и EBL . DB — среднее арифметическое⁹⁷ между расстояниями EA и EC , а EB равна ей, это первое среднее расстояние, а равная ей GE — второе среднее расстояние. Угол ADB — угол среднего расстояния от апогея с неуравненным аргументом. Это — сумма девяноста градусов и дуги половины синуса наибольшего уравнения. Если мы проведем RZ перпендикулярно диаметру и хорду

* См. рис. 216.

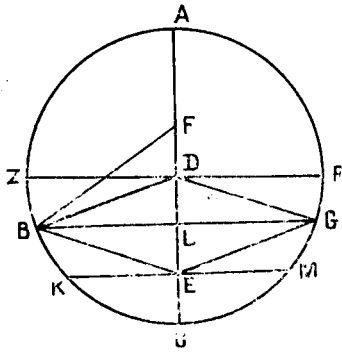


Рис. 216.

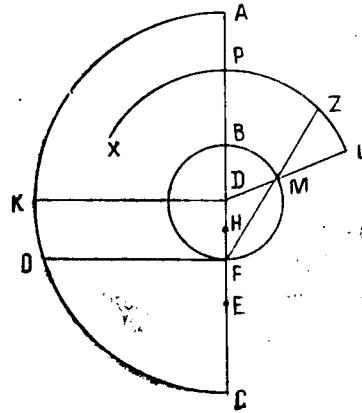


Рис. 217.

KEM — параллельно ей, то AZ — четверть круга и половина DE — синус дуги ZB , наибольшего уравнения. Люди полагали, что B — на середине ZK , а на самом деле это нельзя || полагать по причине равенства DL и LE . Из [расстояния] синусов дуг с равными разностями выясняется, что разность между синусами дуг ZB и ZK меньше синуса дуги ZB ⁹⁸. Так как EL не меньше, чем LD , то дуга ZB меньше дуги KB . Таково положение для Солнца.

1449

Точно таково же оно и в кругах апогеев планет. Если ED — расстояние между центром эклиптики и центром деферента эпицикла⁹⁹, и мы отложим DF , равную DL , то точка F будет точкой экванта движения¹⁰⁰, угол AFB — расстоянием [точки] среднего расстояния от апогея. Очевидно, что ее величина — сумма квадранта и дуг синуса DF одной из них, являющейся половиной синуса наибольшего уравнения, и синуса EL другой, являющейся квадрантом. По мнению Птолемея, для Луны зоны орбиты апогея¹⁰¹ применяются редко. Однако известно, что если центр ее эпицикла на перигее в квадратуре с положением среднего Солнца, то он необходим в квадратуре с апогеем и в октогональном аспекте¹⁰² с положением Солнца, но среднее расстояние понижается от квадратуры апогея на величину дуги половины расстояния между центрами, || то есть $5^{\circ}11'24''$. Поэтому центр эпицикла попадает на это [место], если между ним и положением Солнца одна восьмая окружности и приблизительно половина этой дуги, то есть $46^{\circ}55'42''$.

1450

У Меркурия расстояние апогея деферента от центра [круга], подобного [эклиптике], не сохраняет одну величину. Поэтому положение среднего расстояния у него также колеблется. Это представляется так: A — апогей деферента, расположенный в направлении EFD от центра E эклиптики, центр которого — B , на окружности круга, по которому

движется центр деферента*. Известно, что половина суммы самого дальнего расстояния EA и самого близкого EC [равна] AD , то есть среднему расстоянию. Поэтому ее место — O , так как DF равна FE . Дуга AO известна. Если центр движется из B к M , то апогей будет в L , а точка O — в X . Если центр эпицикла достигнет X , он будет на месте среднего расстояния. PX — это приблизительно половина движения эпицикла. Дуга LP — удвоенное среднее Солнце, поэтому оно само — его середина. Если последовать в этом, как было сказано выше, в проведении перпендикуляра от середины H между B и E , пока K не будет положением среднего расстояния, то это не будет продолжаться при движении центра и FM закончится не у апогея, а в Z . Отсюда ясно, что центр эпицикла доходит до среднего расстояния четыре раза при каждом своем обороте, так как этот оборот удвоенный.

- 1451 || Что касается зон эпицикла по расстояниям, то пусть $ABCD$ имеет центр O , а места его средних расстояний B и D — на пересечении эпицикла с его деферентом, так что расстояние каждого от E — по величине полудиаметра, а полудиаметр [деферента] EO — среднее между расстоянием AE и CE , самым дальним и самым близким**. $ABCD$ — деление на зоны по расстояниям.

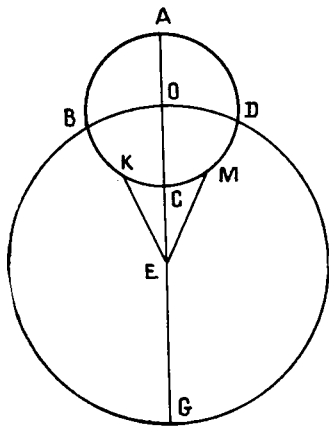


Рис. 218.

Что касается [зон] по движению, то мы проведем касательные EK и EM к эпициклу. K и M — места наибольшего уравнения и начала второй и четвертой зон. Это и есть то, что мы хотели повторить.

Если мы проведем две линии, касательные к кругу, из точки E , это становится похожим на орбиту апогея, так как уравнения установлены для среднего расстояния, являющегося полудиаметром деферента, и центр эпицикла [все время] остается на его окружности. Две линии, ограничивающие

наибольшее уравнение, не изменяются по положению по отношению к его центру.

- 1452 || Что же касается их положения по отношению к центру эклиптики, то оно постоянно изменяется. Нужно установить начало второй зоны для каждой планеты в обоих этих кругах при всех наблюдениях, так как четвертая зона дополняет ее, а первая и третья при начальном обороте и его половине известны. В зонах [орбиты] апогея аргумент

* См. рис. 217.

** См. рис. 218.

светила считается не уравненным и в зонах эцицикла их доли не уравнены. Так как средние расстояния являются полудиаметрами деферента, то нужно, чтобы измерение производилось по отношению к их центрам. Если же место уравнений — в соответствии с точкой экванта движения, то нужно, чтобы превышение зоны над четвертой было дугой четверти синуса, равной расстоянию между центром мира и точкой экванта движения.

Вот эта таблица:

Название светил	Орбита апогея						Эцицикл					
	начало его второй зоны						начало его второй зоны					
	по расстоянию			по движению			по расстоянию			по движению		
	граду-сы	мину-ты	секун-ды	граду-сы	мину-ты	секун-ды	граду-сы	мину-ты	секун-ды	граду-сы	мину-ты	секун-ды
Сатурн	95	7	0	96	42	49	92	11	18	96	13	9
Юпитер	93	51	48	95	8	50	95	29	18	101	3	3
Марс	99	28	14	102	37	39	109	13	5	131	10	23
Солнце	91	29	18	91	19	3	91	29	18	91	19	3
Венера	91	57	28	92	23	57	111	4	18	136	0	31
Меркурий	91	54	0	92	32	0	100	47	25	112	1	23
Луна	95	11	24	100	25	24	92	28	54	94	58	6

|| Укажем на нечто необходимое для зон, что увеличивает [возможность] их применения в искусстве приговоров [звезд]. Это — «увеличение» и «уменьшение», они имеют несколько видов. 1453

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО ДВИЖЕНИЮ

Одно из них — «увеличение» по движению. Дело в том, что движение светила — среднее между замедлением и ускорением, его сделали мериллом для этого вида¹⁰³. Поэтому, если планета становится большей его [по движению], ее называют избыточной по движению, скорой, а если меньшей его — недостаточной по движению, медленной. Надо различать в этих вопросах [планеты] избыточные и увеличивающиеся [по движению]. Дело в том, что для планеты при уменьшении его движения возможны следующие случаи: либо оно идет от замедления и будет увеличиваться по движению скрытно под своей недостаточностью до среднего движения, либо оно идет к замедлению и будет при своей недостаточности до среднего [движения] уменьшающейся по своему движению. Точно также при «увеличении» возможны «возрастания» и «уменьшения»¹⁰⁴. Пусть это сохраняется и после. Во всех случаях имеется предел, который не переходит «увеличения», а также предел

«уменьшения». У Солнца и Луны предел не переходит [в попятное движение], так как заканчивается в замедлении.

1454 Что касается планет, то у них нет при «уменьшении» того, на чем можно было бы остановиться, кроме отсутствия движения. При достижении планетой места стоянки, за которым следует попятное движение в том же направлении, что и прямое [движение], свертывается так же, как при свертывании «уменьшения» и «увеличения», хотя здесь применяются обычные термины. «Увеличение» при попятном движении не похоже на «увеличение» при прямом движении из-за различия сторон, так что ускорение в попятном движении подобно замедлению в прямом
1454 движении. || Это ускорение заканчивается в середине попятного движения подобно тому, как ускорение в прямом движении заканчивается в его середине. Отсутствие движения — общая граница между двумя движениями, противоположными по своим сторонам¹⁰⁵.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО ЧИСЛУ

Среди них — «увеличение» по числу. Оно похоже на «увеличение» по положению, так как две стороны чисел в таблицах удвоенных называются так: первая, спускающаяся сверху, — «увеличением», а вторая, поднимающаяся вверх, — «уменьшением» подобно возвращению к «увеличению» от последнего к первому.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО УРАВНЕНИЮ

Среди них «увеличение» уравнения. Из зон движения характеризуются нечетные зоны, то есть первая и третья. Уравнение в них увеличивается, а в четных — уменьшающееся.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО СЧЕТУ

Среди них — «увеличение» по счету, независимо от аргумента или аномалии, как бы не превышало его уравнение. Оно применяется по традиции¹⁰⁶, но к нему не обращаются по аргументу, основываясь на том, что прибегают к нему только в конце действий эфемерид¹⁰⁷, так что это уравнение аномалии, а не уравнение аргумента. «Увеличение» по числу и по счету противоречит друг другу для Солнца, Луны и в долях планет по причине включения их в круг апогея. Невозможно брать их увеличивающимися иначе, чем уменьшающимися в другом.

1455 Далее они совпадают по отношению к пяти планетам, и если планета увеличивается по отношению к одному из них, она будет || также

увеличиваться по отношению к другому. Точно также по отношению «уменьшения», хотя они связаны с суммой двух орбит. Действительно, разногласие мнений относительно его не умалется в отношении их.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО ВЕЛИЧИНЕ

Среди них — «увеличение» по величине тела при наблюдении¹⁰⁸ по причине близости или удаленности от наблюдателя. Если светило — в апогее [деферента] или апогее эцицикла, оно видно в месте наблюдения самой малой величины, а в перигее [апогея] или перигее эцицикла оно видно в этом месте в своей самой большой величине. Несомненно, что средняя величина — на среднем расстоянии, а далее светило увеличивается по величине в сторону «увеличения» или уменьшается в сторону «уменьшения». При этом «увеличение» начинается от апогея эцицикла, когда светило начинает свое понижение, а «уменьшение» — от перигея эцицикла, когда оно начинает свое повышение. Большей частью без необходимой причины этот вид относят к орбите апогея. Он большей частью очевиден и в эцицикле в середине прямого и попятного движений в силу величины диаметра эцицикла. В действительности это смешивается вместе в обеих орбитах.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО СВЕТУ

Среди них — «увеличение» по свету. Оно связано с увеличением по величине. Если светило при одном из этих «увеличений» увеличивается или возрастает, оно таково же и при другом. Свет¹⁰⁹ у людей вызывает сомнение, так как на расстоянии он кажется большим, чем вблизи. [В действительности] оно [кажется] таким до некоторого предела, при котором все зависит от зрения. К огню светильника присоединяются окружающие частички пара, берущие от него свет и не отличающиеся от него при удалении, на котором зрение не может || отличить 1456 их. Если бы дело было только в ослаблении, оно произошло бы в соответствии с увеличением расстояния в том же отношении в месте, в котором не было бы восприятия только при исчезновении. Это возражение [людей], отошедших от обладателей этих наук.

«Увеличение» света Луны происходит не по этой причине. Фактически это отклонение лучей, идущих от Солнца по направлению к тому, что обращено к нему, так что между ними посредничает нечто, которое называют светом на ней. Среди людей имеются и такие, которые считают, что «увеличение» света Луны происходит от первой ее четверти до второй. Дело в том, что форма ее света достаточно полностью покрывает ее темную часть, то есть видимая часть Луны поровну

делится [светом] на светлую и темную половины, подобно полюсу в этом вопросе. А это может быть [только] в двух ее четвертях. Если свет в теле Луны превосходит темноту, это относят к «увеличению», а если недостает до темноты, это относят к «уменьшению». Среди тех [людей] имеются такие, которые относят его «увеличение» к возрастанию. От полумесяца до полнолуния его называют увеличивающимся, а от полнолуния до ущербного [полумесяца] — уменьшающимся по свету. В сущности дело не так, поскольку это [бывает] по отношению к нам. Суть же его — в том, что, так как тело Луны меньше тела Солнца, весь воспринятый ею свет всегда превосходит темноту. Известно, что когда она ближе всего к Солнцу, она принимает света больше [солнечного]. Возможно, что ее называют увеличивающейся по свету [именно] в этом смысле. При соединении [Луна] ближе к Солнцу в двух местах, одно из них — когда она находится в апогее, а другое — когда находится от Земли в стороне Солнца. При противостоянии Луна ближе всего к Солнцу в двух местах, одно из которых — когда она находится в апогее, другое — когда она находится от Земли в стороне, противоположной стороне Солнца. Если || прибавить к каждому из них свое положение в апогее эпицикла, близость и удаленность достигнут своих пределов.

Далее, если Солнце во время соединения в своем перигее и во время противостояния¹¹⁰ — в своем апогее, то они оба [Солнце и Луна] укрепляются во всех позициях. Измерения показывают, что нельзя упускать из виду эти обстоятельства, ибо закат света [Луны] при ее затмении хотя бы на незначительный промежуток [времени] вызывает порчу во Вселенной.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО ШИРОТЕ

После того, что мы упоминали об «увеличениях», следует еще [«увеличение»] по широте. Это представляется так: пусть среди двух светил одно обладает большей широтой, чем другое. Однако смысл [«большого»] — это и есть «увеличение», которое на севере [бывает] вместе с восходом, а на юге — с заходом.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО СКЛОНЕНИЮ

Среди них «увеличение» по расстоянию от небесного экватора. Оно может быть вместе с «увеличением» по широте, разве только, когда они в одной стороне. В случае же различия их сторон «увеличение» одного из них является «уменьшением» другого.

«УВЕЛИЧЕНИЕ» ПО ВИДАМ СКЛОНЕНИЙ

Это — «увеличение» азимута восхода, когда склонение от небесного экватора возрастает, и они [станут] равны. Это «увеличение» дня — в половине восходящей от круга [экватора] и его «уменьшение» — в половине нисходящей от этого [круга]. Что касается абсолютного «увеличения» дня, то оно [будет] при северном склонении, так как больше среднего дня, а его «уменьшение» [будет] при южном склонении, так как меньше его среднего дня. За этим следует || «увеличение» полуденной высоты, которое связано с восходящей половиной, а его уменьшение — с нисходящей половиной после того, как исключено то, что было у его высоте со стороны севера. «Увеличение» в нем противоположно тому, что мы упоминали, то есть оно — в нисходящей половине, а «увеличение» — в восходящей половине. Это легко представить из того, что было сказано раньше о полуденных высотах. Мы изложили полностью все то, что касается светил по избытку и «увеличению», по недостатку и «уменьшению».

1458

Глава десятая

О ПОДЪЕМЕ ПЛАНЕТ И ИХ ПОНИЖЕНИИ

Раздел первый

О ПРОИСХОЖДЕНИЯХ И ИХ ВИДАХ

Подъем планеты — это ее удаление от центра мира к его краям, а ее понижение — это приближение планеты от краев мира к его центру. Она медленно движется по кругу. Отклонение ее центра от середины обуславливает для планеты различие расстояний. Она иногда приближается, понижаясь, и иногда удаляется, восходя. Итак, когда планета покидает апогей или апогей эцикла, она понижается до тех пор, пока не достигнет перигея [орбиты апогея] или перигея эцикла. Затем она становится поднимающейся в том, что после этого. При этом то, что приходится из этого на орбиту апогея, называют «в шаре»¹¹¹, а то, что на эцикле, — «в тетиве». Причина первого названия — от || арабской транскрипции¹¹² персидского названия шара и телец эфи-
ра¹¹³. Если его шар совершил оборот, то то, что входит в него из низшего мира¹¹⁴, более достойно [быть] абсолютным шаром и подобным вселенной; такова же орбита апогея.

1459

Что касается причины второго названия и распространения выражения «тетива» на эцикле, то оно восходит к упоминавшимся древним, либо по причине их слабого воображения, либо по причине их ог-

раниченного понимания, [заключающегося в том], что планеты [будто бы] связаны с Солнцем веревками — тетивами, расслабляющимися при их подъеме и сгорающими при их попятном движении, так что это сгорание подобно притяжению их Солнцем. Поэтому они описывают планеты в некоторых зонах эпициклов с помощью расслабленности тетивы, и в некоторых зонах с помощью их сжигания. Таким образом, знаком понижения планеты на орбите апогея и эпицикле Луны является превышение средней планеты над ее стоянием, а знаком ее подъема — недостаток средней планеты до стояния. Что касается эпицикла, то знак понижения — недостаток средней планеты до стояния, а знак подъема — превышение средней планеты над стоянием. Что касается позднейших ученых, то они отсчитывают подъем и понижение от среднего расстояния. Они называют планету поднимающейся в первой и четвертой зонах из-за ее превышения этого расстояния и понижающейся в остальных двух зонах из-за ее недостатка до него. Это [выражение] стали [употреблять] и по отношению к избытку, упоминавшемуся в «увеличениях» и в первом методе по отношению к увеличивающемуся в них.

После определения значения подъема и понижения планеты мы скажем: выражение «прохождение»¹¹⁵ применяется в нескольких смыслах. Первое из них — градус прохождения планеты, обладающий шириной меридиана, если она не находится на колюре солнцестояний, о чем достаточно упоминалось выше. Второе прохождение — это соединение с другой планетой, особенно с Юпитером и Сатурном. Это
 1460 || [будет] установлено в следующей главе. Третье — прохождение некоторых [планет] над другими и под ними. Что касается прохождения тех, которые на своей орбите в эфире ниже, под той, орбита которой в нем выше, то оно не выдуманно, так как происходит покрытие и затмение одной [планеты] другой при прохождении одной под ней. Тот, кто не поймет условность представления прохождения одной [планеты] над другой, то это [вызовет] у него испуг и его слуху будет неприятно [слышать] об этом. Ему кажется это противоречивым [в своей] основе и совершенно невозможным совместное прохождение двух планет по одному пути несмотря на неравенство их движений. Тогда, [по его мнению], это якобы вызовет столкновение и сопротивление, либо более быстрая из них врежется в более медленную и развет ее.

Пусть [ему] будет известно, что это «прохождение» соответствует понятиям древних — «подъем», «понижение», ибо когда две планеты, находящиеся в соединении, будут на своих средних расстояниях, говорят, что они проходят по одному пути. Это [верно] для каждой из них [только] по отношению этого расстояния в его орбите, но не абсолютно. Далее это требует, чтобы планета, находящаяся на таком расстоянии, проходила над той, которая под ней, безотносительно к по-

ложению ее сферы по отношению к сфере другой. Если две планеты будут вместе над средним расстоянием, либо под ним, то прохождение той, расстояние которой в это время больше по отношению к его среднему расстоянию, будет выше той, для которой это отношение меньше. Поскольку смысл слова [«прохождение»] разъяснен этими словами, то пусть он не пугается, так как оно связано с зонами расстояний.

Что касается большинства людей, то они, занимаясь этим [вопросом] и исследуя его, толкуют его противоречиво. Одни из них основывают это [понятие] на зонах по движению, так как подъем и понижение [равно] величине синуса наибольшего уравнения, являющегося источником этих зон. || Они не знают, что расстояния — также следствие 1461 этого уравнения. Среди них были и такие, которые не считали нужным применять прохождения, разве только в случае двух планет в одной зоне, и отвергали его в случае различных зон. Среди них были такие, которые рассматривали это также, как половины суммы «сил» двух планет, известных по объему. Были такие, которые разрешали применение соединения, а также других аспектов, противостояниями двух квадратур, двух тригональных аспектов и двух гексагональных аспектов при расположении по порядку их «сил». Все они установили это без причины, объясняя отношение этого подъема и понижения к наибольшему уравнению каждой планеты, как отношение одной части из шести с четвертью, то есть как отношение четырех двадцать пятых¹¹⁶. Взятая ими для этого [отношения величина] различна и они затянули это без пользы, поскольку составили это отношение из отношения трехсот шестидесяти к пятистам и из отношения восьмисот к трем тысячам шестистам¹¹⁷. Если отказаться от слишком больших чисел при необходимости составления приемлемых отношений, то оно было бы составлено из отношения восемнадцати к двадцати пяти и из отношения двух к девяти.

Что касается Абу Ма'шара¹¹⁸, то он пользовался этим отношением для планет, так как мы упомянули. Для Луны и Солнца он пользовался отношением восьми к двадцати пяти. Таким образом он дошел до такой [величины], что [теперь] для планет потребуется уравнение, которое вызовет такую эксцентricность деферента, которая выйдет за пределы таблиц, так как это [уравнение] кратно принятым [в таблицах]. Он оперировал со всеми уравнениями и для орбиты апогея, и для эцикла так, как мы упоминали: брал из них при упомянутом отношении этот объем и называл один из видов || хордами апогея, а другой — 1462 хордами полудиаметра. Во время использования он поступал подобно этому и с уравнением планеты в том из ее двух видов, которое было искомым для него. Он брал разность между полученным им самим для обоих [видов]. Это было величиной подъема и понижения.

Что касается тех, что были раньше него, как Омар ибн ал-Фаррухан¹¹⁹, Машаллах¹²⁰ и подобные им, то они получали два уравнения двух планет, находили их подъем и понижение, брали разность между двумя уравнениями при их составлении в подъеме или понижении и сумму двух уравнений при их различии и делили полученное на долю деления. Требуемое у них получается из величины подъема и понижения. Доля деления у них — то, что получается в частном от деления большего из синусов их двух уравнений на меньший. В действиях Машаллаха обнаруживается запутанность и то, что он не пользуется прохождением Солнца и трех верхних планет.

Что касается книги Ибн Базйара¹²¹, то он пользуется прохождением всех планет без исключения. Мы уже упоминали об апогее Солнца. Если апогей Марса больше его приблизительно на знак зодиака с третью, апогей Юпитера — на два знака зодиака с двумя третями, апогей Сатурна — на пять знаков зодиака с третью, а их движение — одно и то же, то встречи двух апогеев у них не будет. Среднее расстояние то, что вытекает из апогея. Поэтому встречи двух из них также не будет. Тем самым отрицается то, что упоминали о соответствии двух соединенных [планет] на одном пути орбиты апогея. Подобное положение 1463 было у индийцев. Движение апогеев, || хотя оно различно у них, однако их места не удалены, как мы упоминали, на большое расстояние. Они исходят от замедления, так что встреча двух апогеев исключается, поскольку апогей Луны с одним из них пуст в этих периодах, известия о которых упомянуты, и в кратных им [периодах] и в том, что не подобно им. Объединение двух средних расстояний возможно только при сближении самых удаленных.

Что же касается [апогея] эпицикла и его зон, то для них такого исключения нет. То, что требуется [как] допустимое для эпицикла и его зон исходя из их основ, это необходимость вычислить расстояние тела планеты до Земли в масштабе, в котором среднее расстояние — единица, и взять разность между ними. Если эта [разность или избыток] принадлежит расстоянию планеты, то эта величина ее подъема, если он принадлежит среднему расстоянию, то это общая величина понижения [планеты] без подразделения на орбиту апогея и эпицикл¹²².

Раздел второй

О ТРЕХ ВИДАХ ПОДНЯТИЯ

Действительно, имеется шесть сторон, так как они — пределы движений по измерениям тела¹²³. Измерений три — это длина, ширина и высота, а их концов вдвое больше¹²⁴. Планеты движутся по долготе пря-

мым и попятным движением, по широте — на север и юг, а по высоте — поднимаются и понижаются. Одни из них поднимаются над другими по отношению к каждой из них, согласно условиям терминологии людей этого искусства. Что касается поднятия по долготе, то оно относится к населенным пунктам, так как окружность эклиптики, да и весь эфир — верх, не имеющий низа, хотя низ низов направлен в нем к его середине. Действительно, наличие верха и низа в населенных пунктах [только] относительно к их жителям, так что зенит будет высшей вершиной. || Что же касается диаметрально противоположного ему надира, то это 1464- низкое для них. Поэтому десятый дом¹²⁵ установлен там, где зенит на небе, по причине его близости к нему, а четвертый — у колышка Земли, так как Земля — это, как известно, самое низкое. Планета, находящаяся на небесном меридиане, [будет] в колышке середины неба, в это время она поднята над этим населенным пунктом. Может быть, эта «сила» дана тому, что находится в одиннадцатом доме, так как он примыкает к десятому и остается позади его.

Известно, что поднятие того, что в десятом [доме], включает то, что понижается от него к горизонту в обе стороны. Если [планета] поднялась над гороскопом, то [она поднялась] также и над седьмым [домом]. Однако по обычаю допускается упомянуть гороскоп по двум соображениям: одно из них — последовательность [знаков зодиака], то есть способ, в котором происходит движение планеты. Второе — указания домов и их особенности относятся к гороскопу и десятому [дому] — месту его владыки¹²⁶ — не владыки седьмого или другого [дома]. Поэтому это частное утверждение сделано здесь общим¹²⁷. Говорят, что каждая планета, поднимающаяся над планетой, находящейся в четвертом знаке зодиака от нее, то есть отстоящая, где бы это ни было, — на горизонте какого-либо населенного пункта. Опережающая же находящаяся в десятом знаке зодиака является ее владыкой. Однако если мы сделаем это утверждение общим, оно превысит свою основу. Ранее, говоря об эквализации домов, мы подчеркнули, что положение колышков при нахождении десятого дома в десятом знаке зодиака не постоянно и, действительно, колышки иногда отходят и заходят. Если мы хотим получить картину этого положения для данного момента времени в населенном пункте, в котором знаем широту круга направления, на котором находится отстающая планета, прежде мы установим || ее 1465: градус в градусе места гороскопа на горизонте этой широты и вычтем из него [градус] десятого дома. Если опережающая планета была в области этого дома, то она в это время поднимается над отстающей, если же она отошла от него или зашла, то этого не будет.

Что касается подъема по широте, то это перемещение к северу, то есть подъем к зенитам людей населенной [четверти], если более откло-

нена к северу от двух планет, находящихся в соединении,— то поднятая. Из этого положения ясно, что планета с северной широтой абсолютно поднята над южной, а также над не имеющей широты. Если же они находятся в одной стороне, то большая по северной широте поднята над меньшей по ней; меньшая по южной широте поднята над большей по ней, а не имеющая широты, несомненно, поднята над имеющей южную широту. Индийцы пользуются только этим видом. Они называют соединение двух планет «течением между ними», пока расстояние на глаз меньше локтя¹²⁸, то есть одного градуса. Один локоть равен двум пядям¹²⁹, а пядь — двенадцати пальцам¹³⁰, как диаметр Солнца и Луны при наблюдении, это приблизительно половина градуса. Если расстояние превышает локоть, то уходит от них признак войны, успеха и победы в нем¹³¹, поднятый по широте. Однако они поступали вопреки этому по отношению к Венере: они считали ее южную сторону северной стороной всех остальных планет и если она будет на юге, то у них она поднята над не имеющей широты и северной, если у нее нет широты, то она поднята над северной, а если она стала северной, то поднята над той, которая больше ее по широте и проникновению на север. Некоторые считают это расстоянием планеты от небесного экватора. Против него нет возражений, || кроме соответствия широты длине восточного движения, при котором имеет место поднятие по долготе.

1466 Что касается поднятия по высоте, то это то, о чем говорилось раньше в прохождениях. Здесь отметим одну вещь: они установили частное от деления на долю деления каждого градуса города, подобно тому, как они установили это для одного *замана* этой дирекции. Это частное составлено из градусов круга. Они получили разность между двумя уравнениями или их сумму в градусах круга. Тогда расстояние между двумя центрами получается по синусу наибольшего уравнения. Точно также [получается] и полудиаметр эпицикла. Иногда синусы разбивают согласно применяемому отношению между диаметром сторон и окружностью¹³². Это — от персов. Величина полного синуса¹³³ в *зидже Шахи*¹³⁴ — две части с половиной. Здесь уместно определить расстояние планеты и взять разность между ней и средним расстоянием, которое считается единицей. Это будет величина подъема и понижения.

Далее это же действие выполняют для другой планеты, пока для нее не получится такое же, что и для первой: их [расстояния] сложим, если у них различные качества и одна из них — над средним расстоянием, а другая под ним; возьмем разность между их [расстояниями], если они совпадают в подъеме над средним расстоянием или в понижении от него. Тогда то, что получится, является искомым в масштабе [упомянутой] единицы. Однако нам нужно здесь получить искомое в масштабе большого круга, чтобы равенство соответствовало всему оп-

ределенному в нем, так же как при действии с дирекцией. Этот результат, полученный в масштабе единицы, относится к единице, как иско-
мое к полудиаметру в масштабе, при котором круг — триста шестьде-
сят, а полудиаметр при этом пятьдесят семь градусов и три одиннад-
цатых || единицы¹³⁵. Поэтому полученный результат от последнего раз-
ряда умножается на шестьсот тридцать, являющемся частью полуди-
аметра. Произведение делится на одиннадцать и записывается по ли-
ниям в соответствии с разрядами, по которым понижался результат. В
частном получаются градусы и то, что следует за ними. Эта величина
поднятия выражается и в *заманах*. Далее действие подобно тому, что
рассматривают в другом искусстве. 1467

Глава одиннадцатая

УПОМИНАНИЕ О СОЕДИНЕНИЯХ ВЕРХНИХ ПЛАНЕТ

Если указания на процессы изменений в мире суть конфигурации
светил при их сближении и удалении друг от друга, то указания и то,
что они означают, должны быть подобны по [своим] категориям. Указа-
ния на частные процессы, как и все частное, случаются часто, указа-
ния же на общие процессы, как и все общее, случаются редко, как
редки и значительны сами эти процессы. На этих [частных указаниях,
основано искусство предсказаний явлений погоды и изменений наибо-
лее общих обстоятельств в течение месяца по указаниям соединения
Солнца и Луны и их противостояний, а еще более общее для еще бо-
лее длительного по своему существованию, чем обстоятельство времен
года и циклов пахоты и приплода [скота], определяются по указаниям
перемен годов¹³⁶. Поскольку положения государств, царств и царей бо-
лее предпочтительны, чем эти, и более продолжительны и общи для
народов, и о них предсказывают по планете самой высокой по своему
месту самой близкой к сфере неподвижных [звезд], то есть по Сатурну.
Образование форм может быть только между двумя планетами — меж-
ду ними и самым близким к нему, то есть Юпитером. Я опираюсь на
самую маленькую по существованию из этих форм, это соединение и
противостояние, они установлены как указатели для этих преврат-
ностей.

|| Основа этого правила создана персами. Они указали, что проме-
жуток времени между двумя их соединениями — двадцать лет, а в гра-
дусах зодиака — двести сорок два градуса с половиной. Поэтому мес-
то каждого соединения переходит пределы тригонального аспекта
предыдущего соединения только на два с половиной градуса, а это

измеряет знак зодиака двенадцать раз. Известно, что, если соединение будет в начале знака зодиака, последующие за ним соединения повторятся в треугольнике этого знака зодиака¹³⁷, пока не закончатся двенадцать соединений. Последнее из них будет в конце пятого знака зодиака от знака зодиака первого соединения, после чего оно перейдет в треугольник, следующий за первым. Первое соединение, которое во втором знаке зодиака от первого предыдущего, подобно тому, что мы упоминали. Так будет в течение двухсот сорока лет. Известно, что полное прохождение ими четырех треугольников и возвращение соединения туда, где оно предполагалось сначала, происходит в течение девятисот шестидесяти лет.

После установления этого промежутка времени между двумя соединениями назвали малым соединением, лучше, если скажут, годами малого соединения. Подобно этому назвали переход в треугольнике средним соединением, лучше сказать, годами среднего соединения, так как слово «соединение» относится к самой встрече, а здесь имеют в виду только одно из соединений. Его назвали также прохождением — по причине перехода и перемены его года и перемены прохождения. Совокупность сорока восьми соединений назвали большим соединением для дополнения подразделений и прославления природы. Их подобные не используются, в гороскопах полагаются только на среднее из них. Для 1469 всех, кто изучил это искусство, ясно, что основа || того, что мы рассказали о среднем движении, и того, что выполняется для определения положений планет, Солнца и Луны,— без истинной видимости. После того, как [персы] определили здесь двенадцатиричность соединений, их распределение на треугольнике, разделение соединений на средние и два крайних вида со всеми определениями, они глотали горечь в отрицании души и взошли на крутой склон путем нарушения основы. Стали придерживаться тут среднего пути, так как противоречие не повиновалось им ни в чем. Истина не следует за причудой. Затем, если бы они постыдились самих себя, если только был у них стыд, а его нет ни у кого из них, то они не изменили бы для пути планет.

Дело в том, что средние движения, которые в *зиджах* персов требуют между двумя соединениями промежутка времени в девятнадцать персидских лет и триста двадцать шесть дней, в солнечных годах меньше приблизительно на пять дней. Расстояние между двумя соединениями — восемь знаков зодиака, два градуса и пятьдесят две минуты. Соединение в одном треугольнике — приблизительно десять с половиной раз. «Альмагест» не уходит от него далеко, согласно ему промежуток времени между двумя соединениями меньше на восемь дней, избыток превышает две минуты. Количество соединений в треугольнике — десять раз с третью. Промежуток времени по циклам «Синдхинда»¹³⁸ меньше

того, что в «Альмагесте», на семь дней, избыток меньше на двадцать девять минут. Количество соединений в треугольнике — двенадцать раз и приблизительно две пятых.

Я упомянул об этом только для того, чтобы это было для наблюдателя защитой от нелепостей и выдумок и он не занимался бы двенадцатью в соединении и его возвращении к первому треугольнику. || Истинное движение требует постоянства этого числа в своем положении. 1470
Может быть, через него произойдет переход до его полного окончания, может быть, соединение вернется в тот треугольник, из которого оно перешло раз или два, если оно было в последних знаках зодиака. Уравнение двух планет в их орбитах различно и [наблюдатель] не обращает [внимания] на разделение соединений, а, наоборот, сравнивает их положения и выдвигает подобное им в качестве доводов для приближения к желанной цели в этом искусстве.

Здесь соединения другого вида — соединение Марса с Сатурном в знаке Рака. Особо отличили этот знак зодиака по причине астрологического смысла этих двух планет в нем. Каждые двадцать восемь лет и приблизительно месяц с половиной они чередуются с избытком приблизительно в восемь градусов при среднем движении между местами двух соединений. Возможно, что в этом знаке зодиака два раза подряд в среднем они находятся два года, причем первый из них — в начале знака Рака, затем Марс делает оборот и встречает Сатурн, не отходит от него и соединяется с ним в другой раз. Если мы предположим, что Солнце было с ними вначале, то избавимся от уравнения аномалии и второе их соединение произойдет приблизительно при двадцати пяти градусах и среднем движении. Уравнение аномалии относительно двух положений невелик и подобен положению относительно Солнца, что уменьшает неравномерность уравнения аномалии.

Далее астрологические соображения, выделившие этот знак зодиака из других, делают необходимым взять из этих двух соединений последнее. Что касается остальных соединений Марса с Сатурном и Юпитером, то они не применяются в важных делах, хотя нужны в том, что ниже их¹³⁹, || подобно тому, как не пользуются взаимным расположением нижних планет вместе с верхними и взаимным расположением некоторых из них с другими. Впрочем, соединение Венеры и Юпитера в знаке Рыб, особенно в конце его, было дополнительно для соединения Сатурна и Марса в знаке Рака при всех недостатках тех понятий¹⁴⁰. Что касается подражания этому образцу, то это соединение Венеры и Юпитера в знаке Девы¹⁴¹. Мы уже говорили, что они воздержались от использования прохождения нижних [планет], а здесь — именно это. 1471

Глава двенадцатая

О ТЫСЯЧАХ И ОЧЕРЕДНОСТИ ВРЕМЕН

Это последняя из глав этой книги. Она содержит понятия, которые не приводят ни к чему из-за их отклонения от путей доказательства, но мы вернемся к достоверной истине, от которой эти [понятия] удалены и в которую нет входа для обозрения и этой очередности. Если они — как окончания предшествующего, то они не похожи на них, разве только от известного начала окончания от известного времени рождения. Что касается того, что здесь, то начало может быть общим и естественным или частным и местным. Общее — это только начало мира или начало того, что заменяет начало мира, как, например, заменяет Ной Адама, да будет мир над ними обоими, в отцовстве человечества, поскольку кончились на нем те, кто был до него, и осталось только» потомство, происходящее от одного него¹⁴².

Начало мира, когда оно было неизвестно во времени — умы стали расходиться относительно его начала, не руководствуясь каким-нибудь объяснением. Это объяснение может заключаться лишь в том, что начало мира — мгновение и что ему обязательно соответствует гороскоп, но нельзя постичь, каков промежуток времени между нами и началом мира. Если желают, чтобы это начало стало известным по своему месту [во времени], то ум отступит от сего, будучи бессильным, и оставит это только преданиям, в которых можно поставить на одном 1472 месте равными || правду и ложь, подобно откровению, ниспосланному через ниспосланного пророка, или мысли, измышленной лжепророком. Что касается древних ниспосланных книг, то я уже описал несоответствие в них, являющееся заменами и измышлениями, так что вера в них споткнулась и ушла от них, это равносильно тому, что принес Заратустра, глава магов¹⁴³ в своих предупреждениях и притязаниях, и прекращается желание разобрать что-либо из них. Что касается «Корана»¹⁴⁴, то он не сказал об этом ничего, кроме того, что ясный ум выполняет только требование начала, но, отчаявшись понять это, решил скрыть его конец. В отношении всеобщих начал мы остановились в подобии того, к чему склоняются разговоры индийцев, разветвляющиеся слухи от них и подобное им. От этого отделились только упоминания о светилах и их движениях, опирающиеся также на сообщения, первое из которых нельзя принять без другого, особенно при их расхождениях о них и различии того, что видели воочию и их следствий. Если бы я стал глух или молчалив к ним, то поистине распространились бы во времени запахи убеждения, нет очевидной истины ради нашего знания, что эти периоды — абсолютная общность, приобретен-

ная от частичного, не ставшего истинным. Что касается частичных начал, то аналогично они начинаются от соединения, до которого были соединения или предположенное время, которому предшествовали времена. Его выделение при начале стало близко к форме и похоже на условность. Формы в подобии этих форм нуждаются в том, что делает их необходимым. Если они не сопровождаются ничем из этого, с ними остаются только чистая условность и принятие этого без критики и без усердия исправить || что-либо в них.

1473

Во всяком случае, я расскажу об этом искусстве то, что я узнал из их методов и услышал из их речей.

Я утверждаю, что персы называют тысячелетия именами своих великих и знаменитых [людей], бывших в их началах, как например, эпоха Каюмарса, Хушанга, Джама, Бевараспа, Афридуна¹⁴⁵, а затем Заратуштры, пророка их религии магов. Они их называют тысячелетиями¹⁴⁶. Заратуштра сообщил им, что время, прошедшее от [времени], когда завертелся небесный свод, до его выхода [с проповедью] в тридцатом году царя Виштаспа¹⁴⁷ в Балхе, исчисляется тремя тысячами лет. По мнению персов, семь планет и два узла¹⁴⁸ чередуются годами, числа которых даны, [если] известны фирдарии¹⁴⁹. Их согласие основывается на том, что от фирдария Юпитера прошло двадцать пять лет, от гибели Ануширвана¹⁵⁰ прошло четыре года, осталось от них восемь. Затем следует фирдария Меркурия — тринадцать лет, затем Сатурна — одиннадцать лет, затем хвоста — два года, затем Марса — семь, Венеры — восемь, Солнца — десять, Луны — девять, головы — три и они возвращаются к Юпитеру через последовательность знаков зодиака, отнесенных к самым благородным, в течение семидесяти пяти лет.

Вышеуказанное время упомянуто единственно из-за согласия звездочетов [персов] относительно него с уточнением *зиджа Шахрийаран*, известного как *зидж Шахи*¹⁵¹. Они записали в него сумму смены. Ее смысл состоит в том, что до него прошло время — три тысячелетия и из четвертого — восемьсот || пятьдесят один год, для которых засвидетельствовано приблизительно существование в конце абан-маха¹⁵². Если встреча — при семидесяти пяти циклах, то вычтут из них пятьдесят один оборот и останется двадцать шесть лет, в которых начинается фирдария Солнца и завершается четырьмя прошедшими от фирдарии Юпитера. От этого времени до начала царствования Йездигерда — семьдесят шесть лет, из которых двадцать три после царя Ануширвана. Затем Хурмуз — двенадцать, Парвиз — тридцать семь и Шируйе и женщины — четыре года¹⁵³. Время, прошедшее от фирдарии Юпитера до начала царствования Йездигерда, — семьдесят пять лет.

1474

Хотя причина этого неизвестна, это — основа, так как все они согласны с этим. Нужно не обращать внимания на то, что нарушает не-

обходимость этого. По поводу этого было много споров. Персы весьма расходились при малочисленности результатов и выпадения прозвища «Кисра»¹⁵⁴ на Ануширвана и Парвиза, хотя оно — общее для всех царей персов. Год румов ближе к истине, чем отвлеченный год персов. Если мы перенесем эту основу к эре Александра, будет разумнее отбросить из полных лет его эры пятнадцать и разделить остаток на семьдесят пять. Получатся отброшенные обороты, ненужные и то, что останется, начнется незакончившимся оборотом Солнца, затем Луны, а после них — в порядке их благородства. Для каждого года отбрасывается его фирдария и то, что не заканчивается, это время, прошедшее от фирдарии, у которого заканчиваются [промежутки времени].

1475 Что касается Абу Ма'шара, то по его мнению эти очередности имеют много видов, основанных на годах мира у него в «Книге тысяч»¹⁵⁵. Здесь изложены основы того, что распространено || и используется людьми. Годы мира у него — триста шестьдесят тысяч [лет], то есть: 131 493 240 суток. Из них время, прошедшее до начала четырехсотого года Йездигерда: 67 255 853. Величина года у него: 365°15'32"24''' [сутки], поэтому прошедшие годы — 184 131 [год] и 348°4'56"36''' [суток]. Этим пользуются, так как рассматриваемые здесь вопросы основаны на этом, хотя некоторые люди обычно следовали рассматриваемым им вопросам, а затем пользовались днями мира. Годы Абу Ма'шара известны как мнение индийцев, а именно: как дни «Синдхинда». Мы не повторяем этого изложения и не выходим за пределы того, что у Абу Ма'шара.

Мы говорим, что от начала дней мира перечислены направления и окончания равенства в градусах, согласно разрядам счета в числах — единицам, десяткам, сотням и тысячам. Каждому градусу ставится в соответствие тысяча лет. Это называют великим делением. Известно, что оборот этого деления в днях мира — один раз. Если мы хотим [узнать] место, которого оно достигло во времени, которое мы установили по эре Йездигерда, мы разделим прошедшие дни на дни тысячи лет, то есть 365 259. В частном получатся градусы, и то, что за ними. Отложим их из начала Овна. Мы закончим в Весах при 4°17'55"2'''. Это — место великого деления.

1476 Затем каждому градусу ставится в соответствие сто лет. Это называется большим делением. Его оборот в днях мира — десять раз. Для его получения разделим прошедшие дни на дни ста лет, то есть 36 525°54'. В частном получатся || градусы и то, что за ними. Отложим их как обороты, большое деление будет в знаке Тельца при 11°19'10"8'''.

Затем каждому градусу ставится в соответствие десять лет, это среднее деление. Его оборот в днях мира — сто раз.

Если мы хотим [узнать] его место, разделим прошедшие дни на дни

трех тысяч шестисот лет, то есть оборот этого деления, то есть $1314932^{\text{p}}5'26''$, в частном получатся полные отброшенные обороты. Умножим остаток на двенадцать и разделим произведение на делитель. В частном получатся знаки зодиака. Умножим остаток градусов на тридцать, а для минут — на шестьдесят, пока они не окажутся против своего знака. Если мы выполним это, средняя доля окажется в созвездии Тельца при $23^{\circ}11'43''3'''$.

Затем каждому градусу ставится в соответствие год. Это называется малым делением. Если мы разделим прошедшие дни на величину года у него, получатся годы, о которых говорилось выше. Если мы отложим их обороты, останется 21, и, таким образом, малое деление окажется в знаке Девы при $21^{\circ}57'10''36'''$. Известно, что его оборот в днях мира — тысяча раз. После этого мы опишем также окончания при каждом из видов деления в четырех разрядах.

Первое из них — великое окончание для каждого знака зодиака в тысячу лет. Если мы разделим прошедшие дни на дни двенадцати тысяч лет, то есть 4 383 108, получится пятнадцать отброшенных оборотов. Окончание после определения знаков зодиака, градусов и т. п. из остатков — в знаке Льва при $3^{\circ}17'30''36'''$. Его оборот в днях мира — тридцать раз.

|| Второе — большое окончание для каждого знака зодиака в сто ¹⁴⁷⁷ лет. Если мы разделим прошедшие дни на дни ста двадцати лет, соответствующие обороту этого окончания, то есть $438310^{\text{p}}48'$, в частном получатся отброшенные обороты. Окончание, определенное из остатков, окажется в созвездии Девы при $9^{\circ}35'9''11'''$. Его оборот в днях мира — триста раз.

Третье — среднее окончание для каждого знака зодиака в десять лет. Если мы разделим прошедшие дни на дни ста двадцати лет, соответствующие обороту окончания, то есть $43831^{\text{p}}98'$, в частном получатся обороты, а затем знаки зодиака и градусы. Среднее окончание окажется в созвездии Девы при $5^{\circ}11'31''47'''$. Его оборот в днях мира — три тысячи раз.

Четвертое окончание — малое для каждого знака зодиака в год и то, что мы упоминали из прошедших лет, как число знаков зодиака. Если мы отбросим его обороты при делении на двенадцать, малое окончание окажется в созвездии Рака при $28^{\circ}35'17''47'''50^{\text{IV}}$. Его оборот в днях мира — тридцать тысяч раз.

Аналогично по четырем разрядам расположены фирдарии.

Первая из них — великая фирдария. Она для каждого знака зодиака и для каждой планеты в триста шестьдесят лет. Это ее деление на них. Если мы разделим прошедшие дни на дни триста шестидесяти лет, то есть $131493^{\text{p}}14'24''$, в частном получится 511. Это — знаки зо-

диака. Если отбросить от них обороты, останется семь. Первый вид великой фирдарии был в знаке Скорпиона и достигал $14^{\circ}19'46''$; из ее годов прошел 171 [год] $348^{\circ}20'16''$ [суток]. Второй вид ее получается из делений при отбрасывании недель. Поэтому великая фирдария для Сатурна прошла из ее годов 171 [год] $348^{\circ}20'16''$ [суток].

1478 || Вторая — большая фирдария. Ее оборот в семьдесят восемь лет делится между знаками зодиака от двенадцати, убывая по одному, пока доля знака Рыб не будет одним годом. Для его определения разделим прошедшие годы на семьдесят восемь, в частном получится то, что заканчивается из оборотов этой фирдарии,— 2360. Останется пятьдесят один. Когда мы отбросим из них для каждого знака зодиака его долю, эта фирдария будет в Деве. Из ее годов прошел 1 [год] $348^{\circ}7'56''$ [суток].

Третья — средняя фирдария для каждого [подвижного] светила и каждого узла — семьдесят пять лет в порядке их благородства, отнесенных к нему, начиная от созвездия Овна, я имею в виду Солнце, «сила» которого возвышается в нем. Если мы разделим прошедшие годы на семьдесят пять, в частном получится 2455. Если мы разделим на девять, то есть число подвижных светил и двух узлов, останется семь, отсчитываемые от знака Овна по их благородству. Она закончится в Стрельце. Средняя фирдария для Марса — по причине Козерога, прошло из ее годов 6 [лет] $348^{\circ}16'$ [суток].

Четвертая — малая фирдария. Здесь семьдесят пять лет делятся между обладающими благородством в порядке их знаков зодиака для каждого года его фирдарий, о которых речь шла выше, по мнению персов. Начало в них при имеющем среднюю фирдарию. Если мы хотим это на нашем примере, то малая фирдария будет у Марса, имеющего среднюю. Дело в том, что его годы еще не закончились, из них $0^{\circ}17'11''16'''$. При их окончании малая фирдария переместится к Венере на восемь лет, а затем вернется к Солнцу, как было сказано выше.

1479 || Абу Ма'шар упомянул и пятое направление для соучастников в фирдарии. Оно [состоит] в том, что делят его года между семью подвижными светилами поровну. Каждому светилу дается из него одна седьмая. Начинают в первой седьмой для светила, имеющего самую малую фирдарию, во второй — для того, чье благородство следует за ним, а голова и хвост обходятся, так как они не имеют ничего общего с благородством. Если мы сделаем это на нашем примере, то имеющий самую малую фирдарию — Марс, одна седьмая его годов — один год, его соучастник — Сатурн. Прошедшее время его соучастия — 0 [лет] $348^{\circ}4'16''$ [суток]. Мы занимались этим искусством только для того, чтобы предшествующий руководствовался им в том, чего от него желают.

Упомянем также то, что имеется об этом у индийцев. Мы утверждаем, что число триста шестьдесят для величин годов распространено у них в любом действии, так как они делят солнечный год на триста шестьдесят солнечных суток, причем каждый день превышает по величине восходные сутки, а лунный год они делят на триста шестьдесят лунных суток, каждые из которых меньше по величине, чем восходные. Каждую минуту дня они делят на триста шестьдесят вздохов дыхания человека¹⁵⁶. Ангельский год¹⁵⁷ они составляют из трехсот шестидесяти человеческих лет. Так как это число среднее между солнечным и лунным годами, оно превышает среднее только приблизительно на одну шестую суток¹⁵⁸.

Так как дело у них таково, они пользуются этим в очередностях в восходных сутках, основанных на своих эрах. Если перевести это к эре Йездигерда, действие сведется к определению владыки года, что при неполном годе от годов эры Йездигерда отбрасывается || четыреста [лет], а то, что останется, переводится в дни до требуемого дня, [затем] сумма увеличивается на 1506, результат делится на триста шестьдесят и запоминается остаток от частного. То же, что получилось в частном, уменьшается на три и произведение увеличивается на единицу. Запоминают то, что останется, не большее семи, получится название для владыки года, считая от воскресенья. Владыка дня, в котором это кончается, и есть владыка года. Запомненный остаток — это то, что прошло от его дней рождения, и их дополнение до трехсот шестидесяти — остаток от него. Что касается числа увеличения, то это прошедшие дни до времени этой основы от первой очереди Солнца и других после нее. Каждый оборот, в котором возвращение очередности к Солнцу равно полному числу, где главные дроби от половины до одной десятой¹⁵⁹, равен 2520, так как это произведение трехсот шестидесяти на число подвижных светил. Частное от деления — число очередностей. Но от дней перемены, если разделить их на недели, остается три, при которых происходит переход от светила к светилу. Поэтому число очередностей умножается на три. Это переход к четвертому путем оставления двух в промежутке, то есть порядок владык дней недели. Что касается порядка сфер [подвижных] светил, то это [отсчитывается] от каждого светила к третьему, от него вниз¹⁶⁰.

Что касается увеличения на единицу, то для того, чтобы получить число для владыки неполной очередности, это то, что требуется. Что касается их действий, относящихся к владыке месяца, то они, по причине трехсот шестидесяти, установили его в тридцать дней, и после перехода к эре Йездигерда их действие требует, чтобы дата, переведенная в сутки после четырехсот, была увеличена на то, на что было увеличено для определения владыки || года, сумма разделена на тридцать и

1480

запомнен остаток. Затем удвоенное частное от деления увеличено на единицу. Сумма разделена на недели и остаток не больше семи. Это — половина дня владыки месяца. От его рождения прошло столько дней, каков запомненный остаток. Его дополнение до тридцати — это то, что осталось от него. Что касается удвоенного частного, являющегося числом месяцев, то это по причине того, что осталось от тридцати, когда было разделено на недели. Поэтому и два и увеличение на единицу, как было упомянуто — для того, чтобы дробь стала числом. Возьмем это в качестве примера для времени, которое мы установили, когда владыкой года была Венера. Оно приближено к шестидесяти шести дням. Владыка месяца — Марс с шести дней. Владыка дня и часа известен у них в неделе. Кто хорошо знает изложенное выше, для него не скрыто подобное действие, когда он определил свой предмет данным и своим способом.

Когда я достиг этого места в этом сочинении, наступило время закончить его восславлением Аллаха, единственного справедливого, обладающего милостью и силой, равной для всех творений при правильном руководстве и хлебе насущном, ожидаемым от избытка его щедрости, а также провозглашением долголетия царю [Мас'уду], великому господину, пособнику халифа Аллаха, защитнику веры Аллаха, хранителю рабов Аллаха, мстителю врагам Аллаха, продолжения и расширения ему, его памяти — прославление и увековечение, его мнениям — успех и правильное направление, а его временам — победа и поддержка, чтобы его приказы владели уздами сердец и поводами замыслов, чтобы все его времена были отмечены знаками побед и радостных вестей, чтобы прибегали к его помощи, окружая его и то, что перед ним, и чтобы было дано ему большое число возглашающих радостные вести в его 1482 войске. Победа только от Аллаха. Кому || помогает Аллах, нет над тем победителя. Приверженцы Аллаха — побеждающие. Исход — для чистых.

Закончилась одиннадцатая книга «Канона Мас'уда», а с ее окончанием и все сочинение. Слава Аллаху, господу миров, да благословит Аллах своего посланника Мухаммада и вместе с ним весь его род¹⁶¹.

КОММЕНТАРИИ

ПРИМЕЧАНИЯ К КНИГЕ ШЕСТОЙ

¹ «Первое движение» — видимое суточное движение небесной сферы [см. прим. 19 к I книге]. Здесь Беруни имеет в виду сферическую астрономию, изложенную в IV и отчасти в V книгах «Канона Мас'уда». К неподвижным кругам небесной сферы относятся горизонт и его параллели, небесный экватор и его параллели, а к кругам, принимающим участие в «первом движении», — эклиптика и ее параллели [см. прим. 27, 29 и 83 к I книге].

Беруни вслед за античными астрономами понимал под «небесными сферами» тела, ограниченные парами концентричных сфер, и считал, что орбиты планет расположены «в толще» соответственных «небесных сфер».

² Этот вопрос рассмотрен в 25-й главе IV книги «Канона Мас'уда» [ч. I, стр. 402—406].

³ Меридиан — большой круг небесной сферы, проходящий через зенит и полюсы мира [см. прим. 29 к I книге]. Здесь имеются в виду меридианы различных городов, углы между которыми равны разностям их долгот.

⁴ В *T* вместо «полдень» (نصف النهار) написано «меридиан» (فلك نصف النهار).

⁵ В *A*, *B* и *T* — بلدتان — «два города». Мы читаем — بلد ثان — «другой город». Под временным «расстоянием» здесь имеется в виду разность между данным временем и полднем.

⁶ *Заманы* — градусы небесного и земного экваторов, см. прим. 101 к I книге.

⁷ Так в *T*. — منها; в *A* и *B* — فيها. Минута суток — 1/60 суток, т. е. 24 обычные минуты («минуты часа»).

⁸ «Уравнение» — (تعديل) — поправка, ср. прим. 100 к I книге. Здесь «уравнение» — разность долгот двух городов, которую следует прибавить ко времени в первом городе или отнять от этого времени для получения времени во втором городе. Здесь Беруни определяет местное время в Газне и Александрии по времени в Багдаде.

⁹ Так в *A* и *B* — البعد; в *T* — البلد.

¹⁰ «Прямые часы» — 1/24 суток, в отличие от «косых часов» — 1/12 светлого или темного времени, см. прим. 136 и 139 к I книге.

¹¹ Конъект. В *T* — 1^h 12' 24".

¹² Конъект. В *T* — 0^h 12' 24".

¹³ Мы переводим словом «параллель» термин مدار — буквально «то, по чему происходит вращение». «Параллель этого дня» — параллель, по которой происходит

видимое движение Солнца в данный день. Склонение точки небесной сферы — ее сферическое расстояние от небесного экватора.

¹⁴ Так в A и B — $أول$; в T — $أول$.

¹⁵ «Обитаемая часть Земли» — Ойкумена, которую на средневековом Востоке считали половиной северного полушария земного шара.

¹⁶ Так в A и B — $بينها وبينها$; в T — $منها$.

¹⁷ Градус — здесь $جزء$, буквально «часть»; здесь $33^\circ + \frac{10}{3} + \frac{10}{4} = 33\frac{70}{12} = 33^\circ 35'$.

¹⁸ Кольцо — см. прим. 5 к IV книге, «*Яминиево кольцо*» ($لحلقة الميمنية$) — названо Беруни в честь султана Махмуда Газнави, прозванного Ямин ад-Даула («Десница государства»), по аналогии с «Фахриевым секстантом», названным Ходженди в честь буидского султана Фахр ал-Даулы (см. прим. 28 к IV книге).

¹⁹ Так в A и B — $الدقائق$; в T — $الدقائق$.

²⁰ 409—410 гг. хиджры — 1018—1019 гг. н. э.

²¹ Фарсах — ок. 6 км; эту меру длины называли также фарсанг (отсюда греческая мера длины *parasangēs*).

²² Трапеция — $منحرف$, буквально «косой» (четырёхугольник).

²³ В силу теоремы Птолемея $AB \cdot GH = AG \cdot HB + AH \cdot GB$, т. е. $AB^2 = AG^2 + AH \cdot GB$.

²⁴ Об ас-Суфи см. прим. 25 к IV книге.

²⁵ Если на рис. 87 дуга $AB = \rho$ — расстояние между городами A и B , дуги $AC = \varphi_A$ и $BD = \varphi_B$ — широты этих городов, а дуга $CD = \theta_B - \theta_A$ — разность долгот этих городов, то правило Беруни для определения разности долгот между городами A и B по их широтам φ и φ_B и расстоянию ρ можно записать в виде

$$\sin \frac{\theta_B - \theta_A}{2} = \sqrt{\frac{\sin^2 \left(\frac{\rho}{2R} \right) - \sin^2 \frac{\varphi_B - \varphi_A}{2}}{\cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_B}},$$

где R — радиус земного шара.

Вывод этого правила основан на том, что отрезки AG и BH равны хорде разности $\varphi_B - \varphi_A$, т. е. $2R \sin \frac{\varphi_B - \varphi_A}{2}$, отрезки AB и GH равны хорде дуги $\frac{\rho}{R}$ т. е. $2R \sin \frac{\rho}{2R}$, отрезок CD равен хорде разности $\theta_B - \theta_A$, т. е. $2R \sin \frac{\theta_B - \theta_A}{2}$, а отрезки AH и GB соответственно равны

$$AH = CD \cos \varphi_A = 2R \sin \frac{\theta_B - \theta_A}{2} \cdot \cos \varphi_A,$$

$$GB = CD \cos \varphi_B = 2R \sin \frac{\theta_B - \theta_A}{2} \cdot \cos \varphi_B.$$

Поэтому в силу указанного в прим. 23 следствия из теоремы Птолемея

$$\sin^2 \frac{\rho}{2R} = \sin^2 \frac{\varphi_B - \varphi_A}{2} + \sin^2 \frac{\theta_B - \theta_A}{2} \cdot \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_B,$$

откуда и вытекает указанное правило.

²⁶ Об Океаносе см. прим. 195 к IV книге.

²⁷ О Ширджане см. прим. 373 к V книге

²⁸ О Зерендже см. прим. 396 к V книге.

²⁹ О Бусте см. прим. 403 к V книге.

³⁰ О Рее см. прим. 568 к V книге.

³¹ О Харави см. прим. 109 к I книге.

³² Так в A и B, в T — $34^{\circ}35'$. О Ходженди см. прим. 28 к IV книге.

- ³³ Об ал-Джурджани [Гургандж, Ургенч] см. прим. 710 к V книге. О наблюдениях в ал-Джурджани Беруни говорит в I главе IV книги. «Шахское кольцо» — инструмент, по-видимому, являющийся прототипом «Наминиева кольца» [см. прим. 18], названный в честь государя Хорезма, носившего титул «хорезмшаха» [ср. название посвященного хорезмшаху сочинения учителя Беруни Абу Насра Мансура ибн 'Ирака «Шахский Альмагест», см. Геодезия, стр. 314, прим. 620 и 621].

³⁴ Так в A; в B и T — $94^{\circ}19'17''$.

³⁵ Об «Альмагесте» см. прим. 21 к I книге. «Треть и половина часа» — $\frac{5}{6}$ часа, т. е. 50 минут (в T вместо «треть часа» — «три часа», в A — правильная запись. Эта цифра указана в VI-ой главе IV книги «Альмагеста» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. I, 1963, стр. 219). Если считать долготу Багдада равной 70° , то долгота Александрии равна $57^{\circ}30'$, так как $\frac{5}{6}$ часа соответствует $12^{\circ}30'$ долготы.

Широта Александрии в A — ج ل , что можно прочесть как $30^{\circ}58'$ (ل نج) так и $30^{\circ}18'$ (ل يج), а в T — $30^{\circ}18'$.

³⁶ Так в A и B, в T — $30^{\circ}18'$.

³⁷ Ракка — город в Сирии.

³⁸ Мухаммад 'Абд-ал-'Азиз ал-Хашими — астроном, работавший в Ракке в первой половине X в. Указанное здесь вычисление произведено им в 932 г.

³⁹ Беруни в «Геодезии» указывает, что разность долгот Багдада и Ракки, найденная ал-Хашими, равна $7^{\circ}5'$ (см. Геодезия, стр. 204).

⁴⁰ Об ал-Баттани см. прим. 95 ко II книге.

⁴¹ Так в A; в C — $0^{\circ}6'6''54'''$, в B — $0^{\circ}6'5''43'''$.

⁴² Миля — см. прим. 74 к I книге.

⁴³ Так в A и B; в T — $0^{\circ}11'38''14'''$.

⁴⁴ Так в A и B; в T — $0^{\circ}5'17''40'''$.

⁴⁵ Так в A и B; в T — $0^{\circ}8'32''9'''$.

⁴⁶ Так в A и B; в T — $11^{\circ}45'14'''$.

⁴⁷ *Шай' салих* (شئ صالح) — непереводимое арабское выражение, означающее определенную небольшую величину (если *шай'* — «вещь», — играет роль современного *x*, то *шай' салих* — играет роль современного *e*).

⁴⁸ Беруни имеет в виду свои наблюдения равноденствий в Газне: наблюдение осеннего равноденствия 10 пауни 1767 г. Набонассара, т. е. в сентябре 1019 г., о котором он сообщает в «Геодезии» [см. Геодезия, стр. 269], и наблюдение весеннего равноденствия весной того же года, о котором Беруни сообщает ниже (см. прим. 273 к этой книге). Оба эти наблюдения, несомненно, относятся к наблюдениям с помощью «Наминиева кольца» или «Шахского кольца», о которых Беруни упоминал выше [см. прим. 18 и 33 к этой книге].

⁴⁹ Цифры в таблице, обозначенные звездочкой, исправлены по A и B.

⁵⁰ Имеется в виду 1-ая глава III книги «Альмагеста» — «О продолжительности годового промежутка времени» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. I, стр. 130—148).

⁵¹ Линия равноденствия — линия на плоскости горизонта, перпендикулярная к линии полудня, т. е. проходящая в направлении восток—запад.

⁵² «Круг, не имеющий азимута», или «круг начала азимутов» — круг, высекаемый из небесной сферы вертикальной плоскостью, пересекающей плоскость горизонта по линии равноденствия. Плоскость небесного экватора в данном городе составляет с плоскостью «круга, не имеющего азимута», угол, равный широте этого города, а с плоскостью горизонта — угол, равный дополнению этой широты до 90°. В дни весеннего и осеннего равноденствий суточное движение Солнца совершается по самому небесному экватору, а не по его параллели, расположенной выше или ниже его.

⁵³ Об Архимеде см. прим. 13 к III книге. О наблюдениях Архимеда известно только из «Альмагеста» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 133).

⁵⁴ О Гиппархе см. прим. 170 к I книге. О наблюдениях Гиппарха см.: Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 135.

⁵⁵ Этот инструмент описан Беруни в «Геодезии» [см. Геодезия, стр. 113]. Наблюдаются положения основания гномона в моменты, когда он не отбрасывает тени. Пренебрегая радиусом Земли и, тем более, длиной гномона по сравнению с расстоянием от Земли до Солнца, можно считать полусферу, о которой говорит Беруни, концентричной с видимой орбитой Солнца. Поэтому три положения, занимаемые основаниями гномона, определяют круг, плоскость которого параллельна плоскости суточного круга Солнца, поэтому центр этого круга изображает полюс мира. Основание гномона здесь — *مرکز*, буквально, «место втыкания», тем же словом обозначается центр круга [«место втыкания» острия циркуля].

⁵⁶ 24 мурдада 385 г. Йездигерда — 6 августа 1017 г. [об эре Йездигерда см. прим. 159 к I книге].

⁵⁷ Так в A; в T — 0°17' (*یزو*).

⁵⁸ 25 абана 385 г. Йездигерда — 8 ноября 1017 г.

⁵⁹ 4 раджаба 407 г. хиджры — 7 декабря 1016 г.

⁶⁰ Так в A и B; в T — 23°1' (*كج ا*).

⁶¹ 7 мухаррама 407 г. хиджры — 16 июня 1016 г.

⁶² «То, что следует за секундами» — терции, кварты и дальнейшие шестидесятеричные дроби (см. прим. 88 к I книге).

⁶³ 28 зу-л-хиджжи 406 г. хиджры = 28 хурдада 385 г. Йездигерда — 7 июня 1016 г. Замбаз — 28 число месяца по персидскому календарю (см. ч. I, стр. 101).

⁶⁴ 15 мухаррама 407 г. хиджры = 14 тира 385 г. Йездигерда — 24 июня 1016 г. Гуш — 14 число месяца по персидскому календарю (см. т. I, стр. 101).

⁶⁵ Так в A и B; в T — 3'14" (*ج بد*).

⁶⁶ 6 тира 385 г. Йездигерда = 8 фаменота 1764 г. Набонассара — 10 июня 1017 г. (об эре Набонассара см. прим. 160 к I книге).

⁶⁷ Итерация — *تدرج*, от *درجۃ* — «ступень».

⁶⁸ Об эфире см. прим. 17 к I книге.

⁶⁹ Материя — здесь *جرم* — буквально, «тело».

⁷⁰ Представление о том, что «вечное движение» должно обязательно совершаться по кругам и быть равномерным, общепринято в античной философии.

⁷¹ Эфир называли пятой сущностью в отличие от четырех земных элементов — огня, воздуха, земли и воды (от латинского выражения *quinta essentia* — «пятая сущность» — происходит наш термин «квинтэссенция»).

⁷² То, что Беруни связывает вращение вокруг точки с силой ее (قوة), представляет собой один из элементов идеи закона всемирного тяготения, в общем виде открытого Ньютоном в XVII в.

⁷³ Апогей — здесь أفيجيون — транскрипция греческого слова ἀπογειον [от apo — «от», gē — «Земля»], а перигей — здесь أفريجيون — транскрипция греческого слова perigeon [от peri — «около» и gē]. В дальнейшем мы переводим терминами «апогей» и «перигей» применяемые Беруни термины أوج — транскрипцию санскритского слова *аудж* и حضيض — арабское слово, обозначающее «нижний предел». В настоящее время употребляется также общий термин для апогея и перигея — «апсида» [от греческого *apsis* — «свод»]. В частности, линия, соединяющая апогей и перигей, называется «линией апсид». Орбита апогея — فلك الأوج.

⁷⁴ Эпицикл — فلك التدوير (буквально «орбита приведения во вращение»); слово «эпицикл» происходит от греческих слов *epi* — «на» и *kuklos* — «круг».

⁷⁵ Деферент — فلك الحامل, дословно «несущая орбита» — наш термин происходит от латинского слова *deferens* — «несущий».

⁷⁶ Эксцентрическая и эпициклическая гипотезы движения Солнца изложены в 3-й главе III книги «Альмагеста» «О предположениях, касающихся равномерного кругового движения» (*Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 148—165*).

⁷⁷ Этот круг, концентричный с эклипстикой, называют «парэклиптикой», от греческих слов *peri* — «подле» и «эклиптика».

⁷⁸ Мы переводим термином «аргумент» слово حصه, буквально означающее «доля». Слово *argumentum*, буквально, «предмет изложения, довод, доказательство» было введено в этом смысле средневековыми европейскими переводчиками арабских *зиджей* на латынь. О слове «уравнение» см. прим. 8 к этой книге; в данном случае речь идет о так называемом «уравнении центра». Птолемей называл эту поправку, которую следует прибавить к среднему положению светила или отнять от него для получения истинного положения этого светила, *prostaphairesis*, от слов *prosthesis* — «прибавление» и *aphairesis* — «отнятие». Наш термин «уравнение» является переводом латинского слова *aequatio*, которым средневековые переводчики *зиджей* перевели арабский термин تعديل.

⁷⁹ «Бесконечно переменна» — سيال الى ما لا ينتهي, дословно «текуче до бесконечности». Этот термин Беруни интересен в свете возникшей в XVII в. математики переменных величин (ср. термин Ньютона «флюэнта», буквально «текущая» и современный термин «текущая переменная»).

⁸⁰ Мы переводим словами «апогей эпицикла» термин ذروة — буквально «верхушка», а словами «перигей эпицикла» термин سفلى, имеющий противоположное значение.

⁸¹ Поясним совпадение видимого движения Солнца при эксцентрической и эпициклической гипотезах. На рис. 1, б за деферент принята концентричная орбита с центром в центре мира. Пусть *F* — центр мира, *E* — центр эксцентра, *A* и *P* — соответственно апогей и перигей эксцентричной орбиты, *S* — Солнце, $\bar{\lambda}$ — средняя долгота Солнца (средний аргумент), λ — его истинная долгота (уравненный аргумент), θ — уравнение Солнца, α — аномалия Солнца. Рис. 1, а и б наглядно показывают совпадение λ , $\bar{\lambda}$ и θ при обеих гипотезах.

⁸² Об ал-Хазине см. прим. 349 ко II книге.

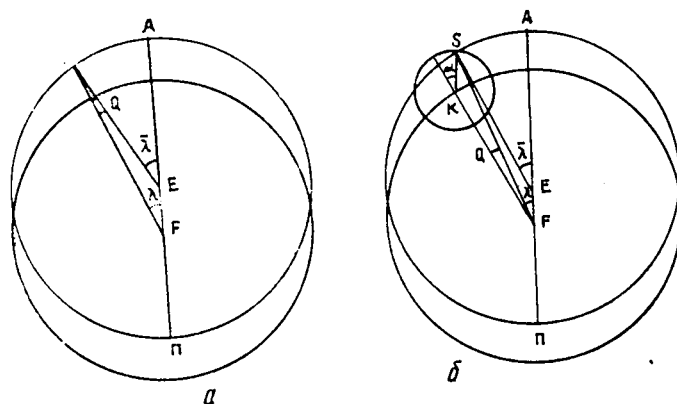


Рис. 1.

⁸³ 12 урдибихшта 245 г. Йездигерда — 22 апреля 877 г.

⁸⁴ Мухаммад ибн Исхак Серахси — астроном IX в. из Серахса в Хорасане.

⁸⁵ 29 рамадана 259 г. хиджры — 13 тира 242 г. Йездигерда — 29 июля 873 г. (тир — 13 число персидского месяца).

⁸⁶ Абу-л-'Аббас Ираншахри — философ, историк и астроном IX в. из Нишапура в Хорасане. Указание Беруни о том, что ал-Ираншахри наблюдал солнечное затмение в 873 г., — единственная известная нам дата, относящаяся к жизни этого ученого.

⁸⁷ Так в А (وجوه) в Т — وجود — «сущего».

⁸⁸ «Наглядное представление» (تصور) движения сфер, определяющих видимое движение Солнца, — своего рода мысленное моделирование этих сфер с помощью материальных сфер, на пересечение которых не обращается внимания.

⁸⁹ На рис. 2 изображены рассматриваемые Беруни два случая непересечения эксцентричной орбиты и парэклиптики: на рис. 2, а первый круг меньше второго и апогей А «не переходит во внешнюю сторону» парэклиптики. На рис. 2, б первый круг

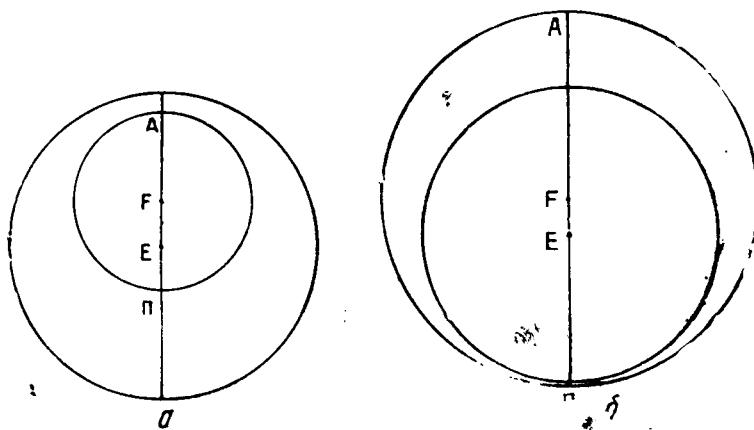


Рис. 2.

больше второго и перигей P «не переходит во внутреннюю сторону» парэклиптики. Случай равенства этих кругов изображен на рис. 1, а.

⁹⁰ «Книга призм» (كتاب المنشورات) приписываемая Беруни Птолемию, на самом деле — арабская обработка «Изображения» (Hypotyposis) Прокла Диадоха (410—485).

⁹¹ Представление о движении светил «по трубам» в толще небесных сфер заимствовано у Анаксимандра (см.: И. Д. Рожанский. Анаксагор. У истоков античной науки, М., 1972, стр. 54). Мы переводим словом «призма» термин منشور — «опиленный», перевод греческого prismata. Однако здесь под «призмой» имеется в виду не призма в нашем понимании, а «опиленная сфера», полученная из сферы удалением от нее частей, не содержащих траекторий светил.

⁹² Доводы Птолея о сферичности неба приведены во 2-ой главе I книги «Канона Мас'уда» (ч. I, стр. 62—66).

⁹³ Под «подобием расстояний и частей на сфере» имеется в виду совместимость любой сферической фигуры с конгруэнтной ей фигурой в другом месте сферы с помощью ее вращений.

⁹⁴ Под «вместимостью» сферы и окружности имеется в виду их изопериметрическое свойство, т. е. то, что круг — максимальная по площади плоская фигура с данным периметром, а сфера — максимальное по объему тело с поверхностью данной площади.

⁹⁵ Дополняя «призму» эфиром до сферы, Беруни возвращается к сферичности мира.

⁹⁶ В этих словах Беруни отражаются споры между сторонниками геоцентрической и гелиоцентрической систем, каждая из которых получается из другой путем «наделения неподвижностью того, что по своей природе обладает движением», ср. прим. 12 к X книге.

⁹⁷ «Шестая категория» — шестая сущность помимо четырех элементов и эфира, см. прим. 79 к этой книге.

⁹⁸ О халифе Ма'муне см. прим. 72 к I книге.

⁹⁹ О Галене см. прим. 68 к I книге.

¹⁰⁰ В этой таблице приведены наблюдения Гиппарха 162, 159, 158, 147, 146 и 143 г. до н. э., наблюдения Птолея 132 и 139 г. н. э., наблюдения Яхйи ибн Абу Мансура (см. прим. 16 к IV книге) 829 г., анонимные наблюдения 830, 831, 842, 843 г., наблюдения ал-Мекки (см. прим. 21 к IV книге) 851 г., наблюдения братьев Бану Муса (см. прим. 24 к IV книге) 859 г., наблюдения ал-Баттани (см. прим. 95 ко II книге) 382 г., наблюдения Ибн 'Исмы (см. прим. 22 к IV книге) 388 г., наблюдения Суфи (см. прим. 25 к IV книге) 970 и 971 г., наблюдения Абу-л-Вафы (см. прим. 72 ко II книге) 974 г. и наблюдения самого Беруни 1016, 1019 и 1020 г. О «Книге о солнечном годе» см. прим. 159 к этой книге; о Халиде Мерверруди см. прим. 19 к IV книге. Долгота Балха в T указана ошибочно равной $21^{\circ}0'$ (وكا).

¹⁰¹ О Метоне и Евктемоне см. прим. 166 и 167 к I книге.

¹⁰² 316 г. Набонассара — 432 г. до н. э.

¹⁰³ В тексте أثينية — Афинийа.

¹⁰⁴ В тексте أثيناس — Афинас, здесь Беруни приводит арабскую транскрипцию греческого произношения Афин.

¹⁰⁵ Киклады (قولا دس) — острова в Эгейском море.

¹⁰⁶ Так в A и B , в T — $315^{\circ}19'52''44'''20^{IV}$.

¹⁰⁷ Беруни имеет в виду наблюдение 16 июня 1016 г. (см. прим. 61).

- ¹⁰⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — 1763 [лет] $5^p 55' 42'' 12'''$.
- ¹⁰⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — 958 (٩٥٨).
- ¹¹⁰ Об Аристархе см. прим. 168 к I книге.
- ¹¹¹ 468 г. Набонассара — 280 г. до н. э.
- ¹¹² Так в *A* и *B*, в *T* — 542 (٥٤٢).
- ¹¹³ 887 г. Набонассара — 139 г. н. э.
- ¹¹⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — 581.
- ¹¹⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — 877 [лет] $7^p 0' 13'' 37''' 2^{IV}$.
- ¹¹⁶ Так в *T*, в *A* и *B* — 219.
- ¹¹⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — 876 [лет] $7^p 5' 54'' 49''' 52^{IV}$.
- ¹¹⁸ Назиф ибн Йемен, по происхождению грек, христианский священник, ум. ок. 990, астроном, математик, врач, работал в Багдаде.
- ¹¹⁹ Об Абу Сахле Кухи см. прим. 69 к III книге.
- ¹²⁰ 16 хазирана 1299 г. селевкидской эры — 16 июня 988 г.
- ¹²¹ О Хабаше ал-Хасибе Мервази см. прим. 101 к IV книге.
- ¹²² Здесь перевод сделан по *A* и *B* — *يقتضى*, в *T* — *مقتضى*.
- ¹²³ Так в *T* — *لب*, *ك*; в *A* — *كب*, *ك*; в *B* — *كب*, *ي*.
- ¹²⁴ О Ходженди см. прим. 28 к IV книге.
- ¹²⁵ Секстант (*سدس*, буквально «одна шестая») — астрономический инструмент, основной частью которого является дуга окружности вертикального круга, равная одной шестой окружности. Здесь, по-видимому, имеется в виду знаменитый Фахриев секстант — прототип главного инструмента обсерватории Улугбека.
- ¹²⁶ 1743 г. эры Набонассара — 994 г. н. э.
- ¹²⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — 23 215-х (٢٣ من ٢١٥).
- ¹²⁸ 483-й год после смерти Александра (323 г. до н. э.) — 139 г. н. э.
- ¹²⁹ 3-й год царствования римского императора Пия Антонина (здесь *انط [ذ] ينس*) — 141 г. н. э.
- ¹³⁰ 17-й год царствования римского императора Адриана — 134 г. н. э.
- ¹³¹ Так в *A* и *B* — *الخريفين*, в *T* — *الخريفين* — «двух осеней».
- ¹³² 80-й год Набонассара — 132 г. н. э.
- ¹³³ Квадрант (*ربع*), буквально «четверть» — астрономический инструмент, представляющий собой четверть круга.
- ¹³⁴ 14 первой джумады 410 г. хиджры = 10 абана 388 г. Йездигерда = 17 зула 1330 г. селевкидской эры — 17 сентября 1019 г. н. э. Абан — 10-е число месяца по персидскому календарю.
- ¹³⁵ Об алидаде см. прим. 6 к IV книге.
- ¹³⁶ *Зидж* Ма'муна — посвященный халифу Ма'муну (см. прим. 72 к I книге) *зидж*, написанный Мухаммадом ал-Хорезми (см. прим. 163 к I книге).
- ¹³⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $19^{\circ} 25'$.
- ¹³⁸ Эклиптическая долгота Солнца здесь задается указанием знака зодиака и градусов этого знака (см. прим. 89 и 90 к I книге); начало Девы — 150° , здесь Дева называется *سنبله* («колос»).
- ¹³⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ} 46' 42''$.
- ¹⁴⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ} 11' 42''$; начало Весов — 180° .
- ¹⁴¹ Абу-л-Хасан ас-Самири — астроном X в., работал в Багдаде.
- ¹⁴² «Город мира» (*مدينة السلام*) — одно из названий Багдада.

¹⁴³ 500 лет до Иездигерда — 132 г. н. э.

¹⁴⁴ Так в A и B , в T — неверно — 344 856 000; $3\,448\,659\,000^\circ = 9\,579\,600\cdot360^\circ$.

¹⁴⁵ Так в T — 319 320, в A и B — 319 330; $319\,320 = 887\cdot360$.

¹⁴⁶ Так в A и B , в T — $0^\circ 53' 8'' 20''' 58^{IV} 21^{V} 33^{VI}$.

¹⁴⁷ Так в T — بوجود , в A и B — وجوده .

¹⁴⁸ Если в случае сегмента ABC Беруни употребляет слово «сегмент» (قطعة) в том же смысле, что и мы, то в случае «сегмента» ADB он употребляет это слово и для пересечения двух сегментов.

¹⁴⁹ Так в T — هز (EG), в A и B вместо этого написано هو (т. е. он). Ошибка объясняется сходством букв ه и و .

¹⁵⁰ Здесь словом «квадрирует» мы переводим слово ويقوى , которое означает «равна в квадратах», в данном случае $EF^2 = EG^2 + GF^2$.

¹⁵¹ Так в A и B , в T — $0^\circ 54' 24'' 36''' 26^{IV}$.

¹⁵² Здесь Беруни представляет себе орбиту Солнца — круг ABC , касающийся круга, подобного эклиптике, в точке апогея.

¹⁵³ Так в A и B , в T — $27^\circ 7' 38''$.

¹⁵⁴ Если обозначить дугу AB через α , а дугу BC — через β , то эксцентриситет «орбиты апогея», т. е. расстояние $\varepsilon = EF$, согласно Беруни, может быть выражен формулой

$$\varepsilon = \sqrt{\cos^2 \frac{\alpha + \beta}{2} + \sin^2 \frac{\alpha - \beta}{2}},$$

а долгота λ_A апогея Солнца — формулой

$$\sin \lambda_A = \frac{\sin \frac{\alpha - \beta}{2}}{\sqrt{\cos^2 \frac{\alpha + \beta}{2} + \sin^2 \frac{\alpha - \beta}{2}}}.$$

Этот метод описан Беруни в «Хронологии» (см.: Хронология, стр. 182—183) как «метод древних при вычислении апогея».

¹⁵⁵ Так в A и B , в T — $27^\circ 7' 38''$.

¹⁵⁶ Об ал-Хазине и Халиде Мерверруди см. прим. 349 ко II книге и прим. 19 к IV книге. 'Али ибн 'Иса ал-Харрани, называемый также ал-Астурлаби («мастер астрологии») — багдадский астроном IX в., выходец из сабиев. О Синде ибн 'Али см. прим. 18 к IV книге.

¹⁵⁷ 212 г. Иездигерда — 844 г. н. э.

¹⁵⁸ Так в A и B , в T — $0^\circ 2' 19'' 11''' 23^{IV}$.

¹⁵⁹ «Книга о Солнечном годе» (كتاب سنة الشمس) в средние века была хорошо известна в Западной Европе под названием De anno solis как сочинение Сабита ибн Курры. Имеется английский перевод: Thābit ben Qurra, On the Solar year and on the motion of eighth sphere, transl. and comm; O. Neugebauer, Proceedings of American Philosophical Society, v. 106 (1962), p. 264—299.

¹⁶⁰ 201 г. Иездигерда — 833 г. н. э.

¹⁶¹ Так в A и B , в T — $2^\circ 1' 57'' 6'''$.

¹⁶² Так в A и B , в T — $1^\circ 13' 14'' 11'''$.

¹⁶³ 251 г. Иездигерда — 883 г. н. э.

¹⁶⁴ 257 г. Иездигерда — 889 г. н. э.

¹⁶⁵ Так в A и B , в $T - 1^{\circ}55'0''50'''$.

¹⁶⁶ Так в A и B , в $T - 83^{\circ}11'1''1'''$.

¹⁶⁷ 343 г. Йездигерда — 975 г. н. э.

¹⁶⁸ Так в A и B , в $T - 84^{\circ}34'45''50'''$.

¹⁶⁹ 385 г. Йездигерда — 1017 г. н. э.

¹⁷⁰ Так в A и B , в $T - 93^{\circ}8'$.

¹⁷¹ Так в A и B , в $T - 2^{\circ}24'24''27'''39^{IV}$.

¹⁷² Так в A и B , в $T - 1^{\circ}59'55''47'''$.

¹⁷³ Здесь используется 13 предложение «Начал» Евклида (см.: Евклид, Начала, т. 1, 1948, стр. 77), в силу которого $AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2AC \cdot CF$, что равносильно соотношению

$$\frac{AB^2 - BC^2}{AC} = AC - 2CF = 2AF - AC,$$

откуда

$$AF = \frac{1}{2} \left(\frac{AB^2 - BC^2}{AC} + AC \right).$$

¹⁷⁴ Так в A и B , в $T - 0^{\circ}19'46''36'''16^{IV}$.

¹⁷⁵ Здесь используется «предпосылка Архимеда» (см. прим. 14 к III книге), в силу которой $AG = GF + FK$, а с другой стороны $AG = GC = GF + FC$.

¹⁷⁶ «Полный синус» (جيب كامل) — то же, что наибольший синус, т. е. радиус круга (см. прим. 89 к III книге).

¹⁷⁷ Этот метод определения апогея Солнца и эксцентриситета ϵ его эксцентричной орбиты был предложен Беруни в его книге «Метод исследования движения Солнца» (طريق إلى تحقيق حركة الشمس) и воспроизведен им в его «Хордах» [Хорды, стр. 122—123]. Две «внешних» линии GC и CF названы так потому, что они выходят за пределы круга $AEFK$. Здесь используется 12 предложение «Начал» Евклида [см. Евклид, Начала, т. 1, стр. 76], в силу которого $CE^2 = EF^2 + CF^2 + 2FC \cdot FG$.

¹⁷⁸ Так в A и B , в $T - 1^{\circ}17'54''1'''$.

¹⁷⁹ Так в A и B , в $T - 4^{\circ}46'59''21'''$.

¹⁸⁰ Здесь Беруни переходит от начал времен года, когда Солнце находится в началах знаков Овна, Рака, Весов и Козерога, так называемых «поворотных знаков зодиака» (два из них определяют равноденствие, а два — солнцестояния, называемые по-арабски منقلب — «поворот»; наше слово «тропик» происходит от греческого слова $\tau\rho\upsilon\pi\acute{\omicron}\varsigma$, также означающего «поворот»), в которых склонение δ Солнца равно нулю или своему максимальному значению ϵ , к точкам, в которых приращение $\Delta\delta$ и, следовательно, производная $\frac{d\delta}{d\lambda}$ больше, чем в точках солнцестояний, в которых они равны 0, и меньше, чем в точках равноденствий, в которых они максимальны.

¹⁸¹ «Постоянные знаки зодиака» — знаки Тельца, Льва, Скорпиона и Водолея, находящиеся в серединах времен года (знаки зодиака, находящиеся в концах времен года, — знаки Близнецов, Девы, Стрельца и Рыб — назывались «двухтелесными», так как два из них — Близнецы и Рыбы состоят из двух фигур, а Стрелец изображался в виде вооруженного луком кентавра).

¹⁸² 299 г. Йездигерда — 931 г. н. э.

¹⁸³ Так в A и B , в $T - 94^{\circ}98'20''$.

¹⁸⁴ Так в A и B , в $T - 18^{\circ}35'50''$.

- 185 Так в *A* и *B*, в *T* — $16^{\circ}23'22''40'''$.
- 186 201 г. Йездигерда — 833 г. н. э. — год смерти ая-Ма'муна.
- 187 Так в *A* и *B*, в *T* — $185^{\circ}16'40''$.
- 188 3 дая 200 г., 5 фарвардина 201 г. и 9 тира 201 г. Йездигерда — 17 декабря 832 г., 19 марта 833 г. и 22 июня 833 г. н. э.
- 189 Беруни проводит вычисления эксцентриситета «орбиты апогея» Солнца и долготы апогея в «абсолютном времени», а также и в «приведенном времени», вычисленным по одному из применявшихся в его время календарей.
- 190 Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}2'4'38''40'''$.
- 191 Так в *A* и *B*, в *T* — $81^{\circ}1'50''37'''$.
- 192 Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}2'8'19''27'''$.
- 193 Так в *A* и *B*, в *T* — $81^{\circ}4'27''40'''$.
- 194 345 г. Йездигерда — 973 г. н. э.
- 195 Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}2'5'11''17'''$.
- 196 О Сагани см. прим. 26 к IV книге.
- 197 355 г. Йездигерда — 983 г. н. э.
- 198 Так в *A* и *B*, в *T* — $91^{\circ}46'40''6'''$. Здесь буквенное обозначение последней цифры „و“ следует читать как союз «и».
- 199 Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}2'6'33''17'''$.
- 200 Так в *A* и *B*, в *T* — $109^{\circ}22'42''$.
- 201 Так в *A* и *B*, в *T* — $109^{\circ}34'48''$.
- 202 Так в *A* и *B*, в *T* — $43^{\circ}11'1''$.
- 203 Так в *B* и *T*, в *A* — $0^{\circ}2'0'27''$, что является расстоянием между центрами для нисходящей половины эклиптики.
- 204 Так в *A* и *B*, в *T* — $82^{\circ}14'13''$.
- 205 Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}2'10''20'''$.
- 206 Так в *A* и *B*, в *T* — $83^{\circ}4'38''$.
- 207 Так в *A* и *B*, в *T* — $90^{\circ}17'50''$.
- 208 Так в *A* и *B*, в *T* — $48^{\circ}20'$.
- 209 Так в *A* и *B* — يخرج , в *T* — يحتاج .
- 210 Так в *B*, в *A* и *B* — $0^{\circ}2'10''53'''$.
- 211 Так в *A* и *T*, в *B* — $81^{\circ}38'19''$.
- 212 Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}2'10''23'''$.
- 213 Так в *A* и *B*, в *T* — $81^{\circ}38'19''$.
- 214 Так в *A* и *B*, в *T* — $93^{\circ}16'40''$.
- 215 Так в *A* и *B*, в *T* — $93^{\circ}33'$.
- 216 22 урдибихишта 385 г. Йездигерда — 2 мая 1017 г. н. э.
- 217 Так в *A* и *B* — لا يتساوى , в *T* ошибочно — يساوى .
- 218 Этому вопросу посвящена I глава III книги «Альмагеста» «Длина года» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 130—148). Беруни называет солнечным годом так называемый «тропический год» — промежуток времени между двумя одноименными равноденствиями или солнцестояниями (от слова «тропик», см. прим. 180 к этой книге), равный в настоящее время 365,2422 суткам, т. е. 365 суткам 5 часам 48 минутам 46 секундам, длина тропического года медленно изменяется вследствие прецессии (см. прим. 27 к IX книге), в настоящее время его длина уменьшается на 0,54 секунды за 100 лет. Здесь упоминается также введенный Птолемеем

«сидерический» или «звездный» год — промежуток времени между двумя одинаковыми положениями Солнца относительно неподвижных звезд, равный 365,2564 суткам, т. е. 365 суткам 6 часам 9 минутам 10 секундам; длина сидерического года постоянна: название «сидерический» происходит от греческого слова *sidēros* — «железо» и объясняется «железным» постоянством длины этого года.

²¹⁹ Здесь Беруни приводит полемику астронома, «выступающего от имени Гиппарха», с астрономом, выступающим от имени Птолемея.

²²⁰ Так в *T* — نقلر, в *A* и *B* ошибочно — نقرر.

²²¹ Квадратура (تربيع) двух светил — различие их эклиптических долгот на 90°. Здесь имеется в виду точка эклиптики, соответствующая точке *C* эксцентричного круга, расположенная на четверти эклиптики от ее точки, соответствующей точке *A* апогея. По существу здесь решена задача на максимум «уравнения», т. е. угла, стороны которого соединяют точку эксцентричного круга с центрами этого круга и эклиптики.

²²² Этот вывод, как отметили В. Гартнер и М. Шрам (W. Hartner, M. Schramm, *Al-Bīrūnī and the Theory of the Solar Apogee: an example of originality in Arabic Science*, «Scientific Change», ed. A. C. Crombie, London, 1963, pp. 206—218; в этой статье на стр. 211—213 дан английский перевод части 8 главы VI книги «Канона Мас'уда»), представляет собой одно из первых в мировой научной литературе исследований неравномерного движения вблизи точек максимума и минимума скорости. Исследование Беруни этого вопроса является развитием исследования Сабита ибн Курры в его «Книге о замедлении и ускорении движения по эклиптике в соответствии с ее расположением относительно эксцентричного круга» (см.: O. Schirmer, *Studien zur Astronomie der Araber*, Sitzungsberichte der Phys.-med. Sozietät in Erlangen, Bd. 58, 1926, стр. 33—38).

²²³ Здесь Беруни воспроизводит доказательство Сабита ибн Курры того, что истинная скорость видимого движения Солнца по эклиптике равна средней скорости в точках максимального «уравнения» (см.: O. Schirmer, *Studien*, стр. 37—38). Это, по-видимому, первый в мировой научной литературе случай указания истинной скорости неравномерного движения в точке.

²²⁴ О термине «последовательный подбор» (إستقر) см. прим. 55 к III книге.

²²⁵ Рисунок взят по *T*, в рисунках *A* и *B* линия *HE* отсутствует.

²²⁶ Во всех использованных нами рукописях здесь *EF* (هط); что не соответствует смыслу текста.

²²⁷ *Баб ат-тибн* («Сенные ворота») — квартал средневекового Багдада, см. Jacut's *geographisches Wörterbuch*, herausg. F. Wüstenfeld, Bd. I, Leipzig, 1886, стр. 443.

²²⁸ *Биркат Залзал* (в *A*, *B* и *T* *Тирка Залал*) — квартал средневекового Багдада, см. Jacut's *geographisches Wörterbuch*, Bd. I, стр. 592.

²²⁹ Об ан-Найризи см. прим. 71 ко II книге.

²³⁰ *Зидж* ан-Найризи был посвящен багдадскому халифу ал-Мутадиду биллах (см. прим. 110 ко II книге).

²³¹ Симак Безоружный (سماك الاءزل) — Слика, звезда α созвездия Девы, см. прим. 187 к IX книге.

²³² 21 тира 378 г. Йездигерда — 2 июня 1010 г.; рам — 21-й день месяца (см. стр. 101 I книги).

²³³ Тимохарис (Timocharis, у Беруни طموخارس) — александрийский астроном III в. до н. э. (ср. прим. 116 ко II книге).

²³⁴ Начало урдибихишта 926 г. до Йездигерда=454 г. Набонассара — апрель 293 г. до н. э.

²³⁵ Так в A и B , в T — 275970.

²³⁶ Так в A и B , в T — $17^{\circ}3'$.

²³⁷ Сердце Льва (قلب الأسد) — Регул, звезда α созвездия Льва, см. прим. 185 к IX книге.

²³⁸ 761 г. Йездигерда — 128 г. до н. э.

²³⁹ Так в A и B , в T — во множественном числе الكواكب.

²⁴⁰ 343 г. Йездигерда — 975 г. н. э.

²⁴¹ Так в A и B , в T — неверно — مائة و خمسين و أربعين.

²⁴² Так в A и B , в T — $16^{\circ}33'30''$.

²⁴³ Так в A , B и T , но в T в сноске приведена цифра 5 277 209 199.

²⁴⁴ Так в A и T , в B — 128 409.

²⁴⁵ Так в A и B , в T — $0^{\circ}19'8''12'''53^{IV}21^{V}32^{VI}$.

²⁴⁶ Здесь Беруни строит треугольник DBK , получаемый из треугольника ABC гомотетией с центром B и коэффициентом $\frac{1}{2}$, и пользуясь тем, что все расстояния в треугольнике DBK в два раза короче расстояний между соответственными точками треугольника ABC .

²⁴⁷ Так (بد) в A и B , в T — دى.

²⁴⁸ Так (بد) в A и B , в T — دى.

²⁴⁹ Так (بك) в A и B , в T — كى.

²⁵⁰ Так в T , в A и B — $0^{\circ}42'20''3'''12^{IV}$.

²⁵¹ Так (القاعدة) в A и B , в T — نصف القاعدة (половина основания), что тоже верно, если рассматривать основание треугольника ABC , половина которого равна DK . Но так как равенство $DK \cdot KL + BK^2 = BD^2$ (см. прим. 255) выведено для треугольника DBK , то тут имеется в виду его основание DK .

²⁵² Здесь в A и B — DL (دل) в T — BL (بل). Однако ни то, ни другое, кроме DH , согласно предпосылке Архимеда (см. прим. 255), не равно половине суммы DK с KL . Поэтому в переводе нами принята DH .

²⁵³ Так в A и B , в T — $1^{\circ}59'3''22'''$.

²⁵⁴ Так в A и B , в T — $0^{\circ}45'59''21'''36^{IV}$.

²⁵⁵ Предлагаемый здесь метод определения эксцентриситета EF эксцентричной орбиты по трем наблюдениям A , B и C основан на построении гомотетичного треугольника DBK (см. прим. 246), стороны которого известны. Так как дуга BKL по построению равна дуге BD , то, применяя к ломаной DKL , вписанной в круг DBK , предпосылку Архимеда (см. прим. 175) и опуская высоту BX треугольника DBK на его основание DK , Беруни получает, что $DH = XK + KL$, а из следствия из предпосылки Архимеда, доказанной в I главе III книги, он находит, что $BD^2 = DK \cdot KL + BK^2$, откуда $KL = \frac{BD^2 - BK^2}{DK}$. Поэтому $DH = \frac{DK + KL}{2}$. $XZ = DH - \frac{1}{2}DK$. С другой стороны, проводя радиус HM круга DBK , параллельный стороне DK , и опуская на него равные перпендикуляры KO и HZ , он находит, что $HZ = MO$ из соотношения $MO(OH + HM) = OK^2$. Тогда $EF = 2XH = 2\sqrt{XZ^2 + HZ^2}$.

²⁵⁶ 1 тира 385 г. Йездигерда — 10 июня 1017 г. н. э.

²⁵⁷ Так в A и B , в T — $24^{\circ}13'$.

²⁵⁸ Так в A и B , в $T - 24^{\circ}20'13''1'''$.

²⁵⁹ 4 михра 385 г. Йездигерда — 12 сентября 1017 г. н. э.

²⁶⁰ Определение эксцентриситета эксцентричной орбиты и апогея Солнца по трем наблюдениям, из которых два — в диаметрально противоположных точках эллиптики, рассматривалось Беруни в «Хордах» (стр. 122—123). Здесь определение эксцентриситета $\varepsilon = EF$ и эклиптической долготы апогея $\lambda_A = \angle EFC$ по наблюдениям в точках A, B, C эксцентричного круга, из которых точки A и C соответствуют диаметрально противоположным точкам эллиптики, состоит в следующем: известны хорды эксцентричного круга $a = AC$ и $b = BC$ и углы $\alpha = \angle AEB$ (откуда $\angle ACB = \frac{\alpha}{2}$) и $\gamma = \angle BFC$. Поэтому в масштабе радиуса эксцентричного круга $a = 2 \cos \angle EAC$ и $EC = \sin \angle EAC = \sqrt{1 - \frac{a^2}{4}}$. CF определяется по теореме синусов из треугольника BCF :

$$CF = b \frac{\sin \left(\frac{\alpha}{2} + \gamma \right)}{\sin \gamma}.$$

Поэтому

$$FG = \frac{a}{2} - CF, \quad EF = \sqrt{FG^2 + EG^2}, \quad \sin \lambda_A = \frac{EC}{EF}.$$

²⁶¹ Определение Беруни эксцентриситета $\varepsilon = EF$ и эклиптической долготы $\lambda = \angle MFE$ по трем наблюдениям в трех произвольных точках эксцентричного круга состоит в следующем: известны дуги эксцентричного круга $\overset{\frown}{AB}$ и $\overset{\frown}{BC}$ и углы $\angle AFB$ и $\angle BDC$. По дугам определяются «первая половина» $\angle ADB = \frac{AB}{2}$ и «вторая половина» $\angle BDC = \frac{BC}{2}$, а затем «первая разность» $\angle FAD = \angle AFB - \angle ADB$ и «вторая разность» $\angle FCD = \angle BFC - \angle BDC$. Далее в масштабе отрезка FD находятся «первая хорда» DA и «вторая хорда» DC по теореме синусов из треугольников ADF и CDF :

$$DA = FD \frac{\sin \angle AFD}{\sin \angle FAD} = FD \frac{\sin \angle AFB}{\sin \angle FAD},$$

$$DC = FD \frac{\sin \angle CFD}{\sin \angle FCD} = FD \frac{\sin \angle CFD}{\sin \angle DCG}.$$

Далее находятся углы $\angle GDC = \frac{\overset{\frown}{AB} + \overset{\frown}{BC}}{2}$ и $\angle DCG = 90^\circ - \frac{\overset{\frown}{AB} + \overset{\frown}{BC}}{2}$. Линии синусов этих углов в указанном масштабе равны

$$\sin \angle GDC = FD \cdot \frac{CG}{CD},$$

$$\sin \angle DCG = FD \cdot \frac{DG}{CD}.$$

Отсюда Беруни находит $CG, DG, CA = AD - DG$ и $AC = \sqrt{CG^2 + GA^2}$ в масштабе отрезка FD , откуда, зная отрезок AC в масштабе радиуса эксцентричного круга, Беруни находит отрезок FD в этом масштабе. Далее по теореме синусов для треугольника ADF находится хорда $AD = FD \frac{\sin \angle DFA}{\sin \angle DAF}$, откуда находится дуга $\overset{\frown}{AD}$, дуга $\overset{\frown}{DB} = \overset{\frown}{AD} + \overset{\frown}{AB}$, а по ней хорда DB . Далее находится отрезок $MF = \frac{DB}{2} - FD$ и

отрезок $ME = \frac{1}{2} \sin(\angle DAB - 180^\circ)$. По двум последним отрезкам из прямоугольного треугольника EFM находятся эксцентриситет $FE = \sqrt{FM^2 + ME^2}$ и $\sin \lambda_A = \frac{EM}{FE}$.

²⁶² Так в T (جيبها), в B — «его аргумент» (حصتها), в A — جميعها.

²⁶³ Беруни пользуется соотношениями, вытекающими из свойств прямоугольных треугольников EFG и EBG на рис. 106: в обоих треугольниках прямые углы G , в треугольнике EBG гипотенуза равна 1 (рассмотрение ведется в масштабе радиуса эксцентричной орбиты), а угол, противолежащий катету EG , — уравнение θ , в треугольнике EFG гипотенуза — эксцентриситет $e = EF$, а угол, противолежащий катету EG , — истинный аргумент μ . Представляя катет GE в виде произведения гипотенузы на синус противолежащего угла в обоих треугольниках, получим соотношение

$$\sin \theta = e \cdot \sin \mu.$$

Заметим, что для максимального уравнения θ_{\max} , имеющего место при $\mu = 90^\circ$, это соотношение дает

$$\sin \theta_{\max} = e.$$

Связь между истинным аргументом μ , средним аргументом $\bar{\mu}$, равным углу AEB , и уравнением θ выражается формулой

$$\mu = \bar{\mu} \pm \theta.$$

²⁶⁴ Связь между эклиптической долготой λ Солнца, его истинным аргументом μ и эклиптической долготой апогея λ_A выражается соотношением

$$\mu = \lambda - \lambda_A.$$

Аналогичным соотношением

$$\bar{\mu} = \bar{\lambda} - \lambda_A$$

выражается связь между «средним Солнцем» $\bar{\lambda}$, средним аргументом $\bar{\mu}$ и эклиптической долготой апогея λ_A .

²⁶⁵ Так в A и B , в T — $86^\circ 38' 15'' 2''' 31^{IV}$.

²⁶⁶ Так (بطك) в A и B , в T — طك — неверно.

²⁶⁷ Так в A и B , в T — $1^\circ 53' 20' 10'''$.

²⁶⁸ Так в A и B , в T — $109^\circ 48' 47'' 35''' 46^{IV}$.

²⁶⁹ Так в A и B , в T — $0^\circ 59' 8'' 40''' 7^{IV} 59^V 33^V$.

²⁷⁰ Так в A и B , в T — 1 322 059 239.

²⁷¹ Так в A и B , в T — 3 498 890 777.

²⁷² 1 фарвардина 400 г. Йездигерда — 15 марта 1032 г. н. э.

²⁷³ Упоминаемое здесь наблюдение, несомненно, одно из «наилучших наблюдений Солнца в Газне», о которых Беруни сообщал выше (см. прим. 48 к этой книге). Под «возвращением царя на свой трон... в Газне» Беруни имеет в виду восшествие на трон султана Мас'уда в октябре 1030 г. Беруни называет это событие «возвращением», так как Мас'уд объявил себя султаном в апреле 1030 г., сразу же после смерти султана Махмуда, но с апреля по октябрь султаном был его младший брат Мухаммад, занявший трон по завещанию отца. Так как ниже Беруни говорит, что между упомянутым им наблюдением Солнца и «возвращением царя» прошло 11 солнечных лет и 175 суток, это наблюдение было наблюдением весеннего равноденствия весной 1019 г.

²⁷⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — $266^{\circ}40'5''13''40^{IV}$.

²⁷⁵ Так (ذكره) в *A* и *B*, в *T* — وضعته «я поместил его».

²⁷⁶ Глава о подразделении уравнения и уточнении положения Солнца — X глава этой книги. Два градуса прибавляются для того, чтобы уравнение Солнца всегда было положительным.

²⁷⁷ Науруз — день нового года по персидскому календарю (см. прим. 7 ко II книге), приходящийся на день весеннего равноденствия.

²⁷⁸ В таблицах приводятся значения аргумента Солнца и долготы его апогея объединенных годов (السنون المجموعه) т. е. годов от 400 до 820 г. Пездигерда через 30, и приращения этих значений для подробных годов (السنون المبسوطة), т. е. годов от 1- до 30-го, для 12 месяцев по персидскому календарю и для минут суток от 1- до 60-й, повышая последние значения от 1- до 30-й минуты на шестидесятеричный разряд, мы получаем приращения этих значений для дней месяца от 1- до 30-го. Таблицы аргумента Солнца являются уточнением таблицы, помещенной во 2 главе III книги «Альмагеста» «Таблицы средних движений Солнца» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 149—151). Цифры в таблицах, обозначенные звездочкой, исправлены нами по *A* и *B* и при помощи вычислений.

²⁷⁹ Эта последняя строка таблицы, соответствующая Фарвардину следующего года, приведена в *A* и отсутствует в *B* и *T*.

²⁸⁰ Эфемериды — تقويم، буквально «установление положения», а также «исправление» и «положение». Этот же термин обозначает календарь. Наш термин «эфемериды» происходит от греческого слова ephēmeris — «дневник, запись на каждый день» (от слов epi — «на» и hēmera — «день»).

²⁸¹ Так в *A* и *B* (هبط), в *T* — ошибочно *EMF* (طمه).

²⁸² Так в *A* и *B* (بصفه), в *T* — «его середина» (نصفه).

²⁸³ Излагаемой здесь теории Беруни посвятил специальный раздел трактата «Хорды» (см. арабское издание, стр. 108—224; в русское издание этот раздел не включен). Здесь Беруни приводит 15 методов вычисления уравнения Солнца, из которых 8 принадлежат ему самому (см.: E. S. Kennedy, A. Murrwa, Birūnī on the Solar equation, Journal of Near Eastern Studies, vol. 17, 1958, стр. 112—121).

Здесь Беруни указывает на зависимость уравнения θ от среднего аргумента $\bar{\mu}$ в виде

$$\sin \theta = \frac{\varepsilon \sin \bar{\mu}}{\sqrt{(1 + \varepsilon \cos \bar{\mu})^2 + (\varepsilon \sin \bar{\mu})^2}},$$

равносильную зависимости

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\varepsilon \sin \bar{\mu}}{1 + \varepsilon \cos \bar{\mu}}$$

«Абстрактное вычисление» (حساب مجرد) — абстрактная формулировка алгоритма вычисления уравнения Солнца, равносильная приведенной нами формуле для $\sin \theta$.

Указанную зависимость нетрудно вывести из чертежа Беруни (рис. 106): здесь угол EBF — уравнение θ , угол AEB — средний аргумент $\bar{\mu}$, отрезок EF — эксцентриситет ε , радиус EB эксцентричной орбиты равен 1. В силу теоремы синусов для треугольника EBF получаем

$$\frac{1}{\sin(\bar{\mu} - \theta)} = \frac{\varepsilon}{\sin \theta},$$

т. е.

$$\sin \theta = \varepsilon (\sin \bar{\mu} \cos \theta - \sin \theta \cos \bar{\mu}),$$

откуда вытекают указанные нами выражения $\operatorname{tg} \theta$ и $\sin \theta$.

²⁸⁴ В этой таблице дана табличная запись функции

$$2^\circ - \theta = 2^\circ - \operatorname{arctg} \frac{\varepsilon \sin \bar{\mu}}{1 + \varepsilon \cos \bar{\mu}},$$

выражающей зависимость уравнения Солнца θ от его среднего аргумента $\bar{\mu}$. В качестве параметра в выражение этой функции входит эксцентриситет ε эксцентричной орбиты Солнца в масштабе радиуса этой орбиты, равный $0^p 2' 23'' 38''' 33^{IV}$. О прибавлении 2° см. прим. 276 к этой книге. Подробнее об этой таблице см.: З. Г. Джалова, Учение Беруни о движении Солнца, в сб.: Историко-астрономические исследования, вып. 12, М., Изд-во «Наука», 1975.

Цифры в таблице, обозначенные звездочкой, исправлены нами по *A* и *B* при помощи вычисления.

²⁸⁵ Имеются в виду солнечные часы, описанные в XI главе IV книги (стр. 351—353).

²⁸⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — более распространенная формулировка.

ПРИМЕЧАНИЯ К КНИГЕ СЕДЬМОЙ

¹ Так в *T* и *B* (تعالى), в *A* пропущено.

² Здесь Солнце и Луна противопоставляются планетам, обладающим «величиной замедления», которая приводит к их попятному движению.

³ Здесь излагается точка зрения Птолемея, считавшего апогей Солнца неподвижным, а апогей Луны — движущимся.

⁴ Стрела (سهم) тени — ось прямого кругового конуса, форму которого имеет тень Земли.

⁵ Параллакс (اختلاف المنظر), дословно «различие видения») — изменение видимого положения небесного тела при изменении точки зрения (греческое слово paralaxis — «различие»).

⁶ Затмение Луны происходит при попадании в конус земной тени (см. рис. 3, где *S* — Солнце, *T* — Земля, *L* — Луна) и поэтому в отличие от солнечного затмения,

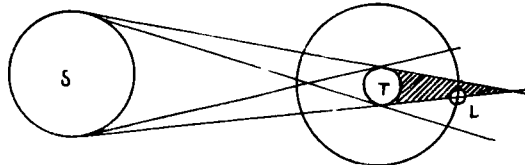


Рис. 3.

происходящего при загромождении Солнца Луной, лунное затмение видно совершенно одинаково на всем земном полушарии, обращенном к Луне, и для всех точек Земли начинается в один и тот же момент. По местным часам каждой точки Земли этот момент будет находиться в разное время суток в зависимости от долготы местности, что и лежит в

основе определения разности долгот с помощью наблюдения лунных затмений (см. прим. 2 к V книге). Условие наступления лунного затмения состоит в том, что Луна находится в точке эклиптики, диаметрально противоположной положению Солнца. Этим и объясняется то, что данные о положении Солнца и Луны, получаемые в момент лунного затмения, более точны, чем результаты измерений с помощью инструментов, дающих менее точный результат вследствие параллактического смещения Луны.

⁷ Мы переводим термином «аномалия» слово خاصّة, буквально означающее «особенность» (слово аномалия, от греческого anōmalia — «неровность», «неравномерность») было введено в этом смысле средневековыми европейскими переводчиками *з и д ж е й*.

⁸ Беруни называет месяцем (شهر) так называемый «синодический месяц», т. е. промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны (от слова synodos — «собрание, соединение»), равный 29,530588 суткам, т. е. 29 суткам 12 часам 44 минутам 2,8 секундам.

⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — 28 879 950 000.

¹⁰ Халдеи (كلدانيون) — вавилонские жрецы — первоначально название одного из народов, вошедших в состав Вавилона. Многие выводы в «Альмагесте» опираются на наблюдения вавилонских жрецов, сведения о которых попали в Александрию в эллинистическую эпоху.

¹¹ «Книга грека Паулисы» (كتاب بولس انموانائي) — книга александрийского астронома Паулоса (Павла), бежавшего от преследований христианских фанатиков в Индию; она изложена в «Пулиса-сиддханте». В «Индии» Беруни различает грека Паулису и Пулису — автора сиддханты: «Пулиса говорит в своей «Сиддханте»: грек Паулиса упоминает в одном месте, что Земля шарообразна, а в другом месте, что она плоская» (Индия, стр. 247).

¹² Буквально «два [главных] светила» (النيران), см. прим. 20 к I книге.

¹³ Буквально «краткая книга» (المقالة المفصورة). Здесь имеются в виду 4—8 главы VI книги «Канона Мас'уда».

¹⁴ Так в *A* и *B* (لللمة), в *T* это слово опущено.

¹⁵ Здесь имеются в виду затмения 19 марта 721 г. до н. э., 8 марта и 1 сентября 720 г. до н. э., т. е. в 1 и 2 годах царствования вавилонского царя Мардокепада (см. прим. 174 ко II книге и Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 219 и 220).

¹⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $29^{\circ} 31' 50'' 8''' 20^{IV} 13^V$.

¹⁷ В «Альмагесте» величина среднего суточного движения Луны по долготе $1^{\circ} 10' 34'' 58''' 33^{IV} 30^V 30^{VI}$, число дней солнечного месяца по Гиппарху $29^{\circ} 31' 50'' 8''' 20^{IV}$ (см. Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 203).

¹⁸ Эра Набонассара началась в 747 г. до н. э. (см. прим. 160 к I книге). Дай — один из персидских месяцев (см.: Канон Мас'уда, ч. I, стр. 101), «украденные дни» — 5 или 6 дней, добавляющиеся к 12 персидским месяцам, каждый из которых содержит по 30 дней после 8-го месяца (абана).

¹⁹ О минутах суток см. прим. 7 к VI книге.

²⁰ Здесь Беруни пользуется так называемой простой гипотезой Птолемея о движении Луны, согласно которой Луна движется по эпициклу с центром, обращающимся вокруг Земли по деференту, концентричному с эклиптической, или, что равносильно этому, по эксцентричному с эклиптической кругу — «орбите апогея», эксцентриситет которого равен радиусу эпицикла. Вначале Беруни рассматривает первый вариант этой гипотезы, затем второй. Ввиду того, что в дальнейшем Беруни перейдет к более точной гипотезе Птолемея, представляющей собой комбинацию эпициклической и эксцентрической гипотез. Здесь он большей частью рассматривает эпициклическую гипотезу (рис. 4), где λ — истинная долгота Луны, $\bar{\lambda}$ — ее средняя долгота («средняя Луна»), θ — «уравнение», α — аномалия.

²¹ Даты затмений, приведенные Беруни, искажены, по-видимому, переписчиками рукописей, что видно из их

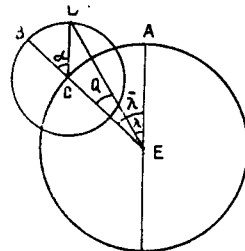


Рис. 4.

несоответствия приведенным Беруни длинам промежутков времени между затмениями. Тот факт, что эти промежутки времени весьма близки к указанным Птолемеем промежуткам времени между затмениями, упомянутыми в прим. 15 к этой книге (354 суток 2 часа 34 минуты между первыми двумя затмениями, см.: Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 221), ясно показывает, что Беруни имеет в виду те же три затмения. Заметим, что по Птолемею избытки долгот «средней Луны» соответственно равны $345^{\circ}51'$ и $170^{\circ}7'$, а избытки аномалий — соответственно $306^{\circ}25'$ и $150^{\circ}16'$.

²² В *T* вместо этого слова (التام) ошибочно «восьмое» (الثامن).

²³ Так в *A* и *B*, в *T* — 26 [лет] $28^{\text{P}}27'33''17'''11^{\text{IV}}$ [дней].

²⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — $168^{\circ}15'19''22'''$.

²⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $227^{\text{P}}33'57''35'''57^{\text{IV}}$ [дней].

²⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $158^{\circ}2'12''18'''7^{\text{IV}}$.

²⁷ Так в *T*, в *A* и *B* — $345^{\circ}50'17''27'''$.

²⁸ Так в *T*, в *A* и *B* — $3^{\circ}15'56''5'''$.

²⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\text{P}}3'5''25'''8^{\text{IV}}7^{\text{V}}$

³⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $110^{\circ}28'23''53'''$. Здесь Беруни, следуя Птолемею, объясняет движение Луны при помощи одной аномалии (см. рис. 4) и для определения положения Луны и ее аномалии берет данные ее наблюдения в двух группах по три затмения (три затмения, о которых сообщал Птолемей, и три затмения, которые он наблюдал лично). См. главу 6 IV книги «Альмагеста» «Определение первой или простой аномалии движения Луны» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 218—234).

³¹ Конъект. в *T* الثاني, мы читаем: الاول

³² Так (اد) в *B* и *T*, в *A* — *AC* (اج).

³³ Так (وز) в *B* и *T*, в *A* — ошибочно هو.

³⁴ Так (بدج) в *A* и *B*, в *T* — ошибочно يدج.

³⁵ Так (هج) в *A* и *B*, в *T* — *EC* (هج).

³⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $13^{\circ}34'13''$.

³⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}0'7''18'''4^{\text{IV}}$.

³⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $1^{\text{P}}15'29''39'''20^{\text{IV}}$.

³⁹ Плоскость (مسطح) — здесь произведение двух линий (см. прим. 74 к III книге).

⁴⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $48^{\circ}37'42''3'''34^{\text{IV}}$.

⁴¹ О составном отношении см. прим. 127 к III книге.

⁴² 14 раби' II 393 г. хиджры — 20 февраля 1003 г. н. э.

⁴³ «Два Сириуса» — Сириус, звезда α Большого Пса («Йеменский», т. е. южный Сириус) и Процион, звезда α Малого Пса («Сирийский», т. е. северный Сириус), см. прим. 209 и 211 к IX книге.

⁴⁴ 6 исфандармаза 1751 г. Набонассара — 19 февраля 1003 г. н. э. Здесь и далее в своих вычислениях Беруни год принимает равным 365,27 суткам.

⁴⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $146^{\circ}17'28''43'''$.

⁴⁶ 13 шаввала 393 г. хиджры — 15 августа 1003 г. н. э.

⁴⁷ Два Орла (النسران) — Вега, звезда α Лиры («Падающий Орел») и

Альгаир, звезда α Орла («Летающий Орел»); Шеголь (*العيقوق*) — Капелла, звезда α Возничего, см. прим. 151, 157 и 167 к IX книге.

⁴⁸ 2 шахривара 1751 г. Набонассара — 14 августа 1003 г. н. э.

⁴⁹ Так в А и В, в Т — 1750 [лет] $241^{\circ} 30' 48'' 13'''$ [суток].

⁵⁰ Так в А и В, в Т — $326^{\circ} 38' 16'' 18'''$.

⁵¹ 14 рамадана 394 г. хиджры — 5 июля 1004 г. н. э.

⁵² Так в А и В, в Т — $36^{\circ} 32'$. 22 тира 1752 г. Набонассара — 4 июля 1004 г.

⁵³ Так в А и В, в Т — 1751 [год] $201^{\circ} 17' 37'' 19''' 1^{IV}$ [суток].

⁵⁴ Так в А и В, в Т — $217^{\circ} 44' 7'' 20'''$.

⁵⁵ Так в А и В, в Т — 0 [лет] $176^{\circ} 11' 42'' 31''' 18^{IV}$ [суток].

⁵⁶ Так в А и В, в Т — неправильная запись: *يد ، كج ، يد ، مع* , что объ-

ясняется сходством букв *ق* и *م* в начале слова.

⁵⁷ Так в А и В, в Т — $121^{\circ} 37' 3'' 5'''$.

⁵⁸ Так в А и В, в Т — $5^{\circ} 8' 47'' 22''' 10^{IV}$.

⁵⁹ Более точное значение — $325^{\circ} 23' 6'' 17''' 2^{IV}$.

⁶⁰ Так в А и В, в Т — $321^{\circ} 24' 10'' 22'''$.

⁶¹ Так в А и В, в Т — $282^{\circ} 16' 27'' 20'''$.

⁶² Так в А и В, в Т — $0^{\circ} 18' 58'' 45''' 52^{IV}$.

⁶³ Так в А и В, в Т — $0^{\circ} 42' 29'' 30''' 48^{IV}$.

⁶⁴ Так в А и В, в Т — $0^{\circ} 3' 19'' 4''' 13^{IV}$.

⁶⁵ Так в А и В, в Т — $11^{\circ} 16' 19'' 20'''$.

⁶⁶ Так в А и В, в Т — $11^{\circ} 17' 33'' 23''' 34^{VI}$.

⁶⁷ Так в Т, в А и В — $45^{\circ} 10' 46'' 6'''$.

⁶⁸ Так в А и В, в Т — $779^{\circ} 4' 18'' 13'''$.

⁶⁹ Так в А и В, в Т — $321^{\circ} 29' 43'' 7''' 19^{IV}$.

⁷⁰ Так в А и В, в Т — $628118^{\circ} 56' 50'' 26''' 47^{IV}$.

⁷¹ Так в А и В, в Т — $261^{\circ} 17' 43'' 39''' 33^{IZ}$.

⁷² Так в А и В, в Т — 23029.

⁷³ Беруни имеет в виду то, что Птолемей получил сведения о древних вавилонских затмениях из сочинений вавилонских астрономов эллинистической эпохи, писавших на греческом языке, т. е. эти сведения дошли до него из вторых рук.

⁷⁴ *Ошай' салихе*, см. прим. 47 к VI книге.

⁷⁵ Узел (*عقدة*) — точка пересечения орбиты Луны или планеты с эклиптической; орбита Луны составляет с эклипстикой угол около 5° .

⁷⁶ «Впадение» (*سقوط*) — начальная фаза затмения.

⁷⁷ В рассматриваемое время в Вавилоне половина ночной дуги была равна $6\frac{1}{2} \cdot 15^{\circ} = 93^{\circ}$. Заманы «косого» часа этой дуги равны $93^{\circ} : 6 = 15^{\circ} 30'$.

⁷⁸ О текущем моменте (*الدائر*) см. прим. 159 к IV книге.

⁷⁹ Так в А (*المعدل التعديل*) в Т — *المعدل للتعديل* — «уравни-

вающий уравнение».

⁸⁰ В А, В и Т $3^h 4'$ (*ح د*). Мы читаем в соответствии с контекстом $3^h 30'$

(*ح ل*).

- ⁸¹ Так в *A* и *B*, в *T* — $5^{\circ} 8' 29'' 4''' 16^{IV}$.
⁸² Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ} 0' 38'' 44''' 50^{IV}$.
⁸³ Так в *A* и *B*, в *T* — $17^{\circ} 7' 25'' 34''' 43^{IV} 40^V 37^{VI} 54^{VII}$.
⁸⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — $89^{\circ} 24' 30'' 55''' 43^{IV} 4^V$.
⁸⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ} 47' 59'' 5''' 37^{IV}$.
⁸⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ} 37' 36'' 5''' 34^{IV}$.
⁸⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ} 12' 31'' 15''' 29^{IV}$.
⁸⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ} 5' 41'' 45''' 17^{IV}$.
⁸⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $4^{\circ} 38' 5'' 38'''$.
⁹⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ} 76' 5'' 17''' 16^{IV} 31^V 59^{VI} 2^{VII}$.
⁹¹ Так в *A* и *B*, в *T* — $219523^{\circ} 6' 19'' 51''' 48^{IV}$.
⁹² Так в *A* и *B*, в *T* — $27^{\circ} 7' 13'' 38''' 54^{IV} 33^V 40^{VI}$.
⁹³ Так в *A* и *B*, в *T* — вместо начального 147 (قمز) ошибочно هز (т.е. 5.7).

⁹⁴ Таблицы среднего движения и аномалии Луны являются уточнением таблиц, помещенных в 3 главе IV книги «Альмагеста» «Таблицы средних движений Луны» (Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, т. 1, стр. 206, 208, 210).

Беруни не приводит здесь таблиц перехода от аномалии Луны к ее уравнению θ , равному разности «средней Луны» λ и ее истинного положения λ , так как делает это ниже для «уравненной аномалии» (см. прим. 218 и 219 к этой книге).

Цифры в таблице, отмеченные звездочкой, исправлены нами по *A* и *B* или при помощи вычисления.

⁹⁵ Так в *A* и *B* — و في, в *T* — و .

⁹⁶ «Частицы» (جزؤيات) движения — термин, отражающий атомистические представления о пространстве, времени и движении (см. прим. 63 к VIII книге). Здесь, говоря о «частицах» движения, Беруни имеет в виду свои инфинитезимальные исследования движения Солнца (см. прим. 222 к VI книге).

⁹⁷ Конъект. В *T* حمل — «Овен».

⁹⁸ Так в *A* и *B* (غائبين), в *T* — عائدين .

⁹⁹ Названия восходящего и нисходящего узлов Луны «голова» (رأس) и «хвост» (ذنب) связаны с античным представлением о голове и хвосте дракона, пожирающего Солнце во время затмения (так как видимое движение Солнца совершается по эклиптике, то солнечные затмения могут произойти только в точках пересечения эклиптики с орбитой Луны).

Так как лунные узлы движутся в направлении, обратном движению Солнца и Луны, то Беруни, как и все астрономы средневекового Востока, считает долготу восходящего узла в направлении, обратном последовательности знаков зодиака, т. е. в направлении, противоположном принятому в современной небесной механике, так что «движение по широте» имеет вид $L + \bar{\Omega}$, где L — долгота в орбите, т. е. расстояние Луны от узла или аргумент широты, $\bar{\Omega} = -\Omega$ (где Ω — долгота восходящего узла).

Рис. 118 Беруни может быть более наглядно представлен в виде рис. 5, где *AB* — дуга эклиптики, *AC* — дуга лунной орбиты с полюсом *G*, *A* — первоначальное положение «головы», *K* — предельное положение «головы». Дуга *AK* — перемещение восходящего узла по эклиптике, *F* — промежуточное положение «головы». *GD* — круг, по которому движется полюс *G*, *BCEG* — большой круг.

¹⁰⁰ Так (ز د) в *A* и *B*, в *T* — GB (زب).

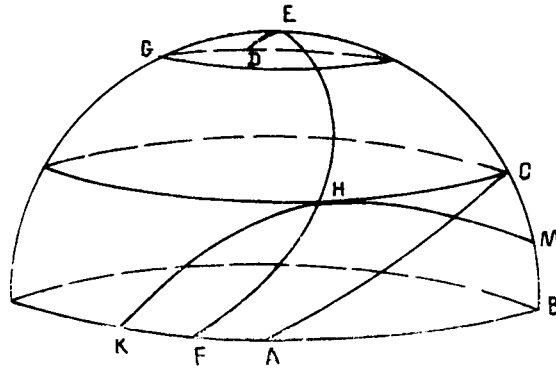


Рис. 5.

¹⁰¹ Так (ج د) в А и В, в Т — GC (ج ز).

¹⁰² Так в А и В, в Т — 766.

¹⁰³ Так в А и В, в Т — 18 756.

¹⁰⁴ Так в А и В, в Т — 5498.

¹⁰⁵ Так в А и В, в Т — $38^{\text{p}} 41' 13'' 1''' 20^{\text{IV}}$.

¹⁰⁶ Конъект в А и В — $58' 51'' 53''' 28^{\text{IV}} 0^{\text{V}} 38^{\text{VI}}$, в Т — $38^{\text{p}} 51' 13'' 18''' 5^{\text{IV}} 38^{\text{V}}$.

¹⁰⁷ Так в А и В, в Т — $64177^{\text{p}} 1' 38'' 38''' 3^{\text{IV}} 20^{\text{V}}$.

¹⁰⁸ Так в А и В, в Т — $0^{\circ} 0' 0'' 0''' 46^{\text{IV}} 42^{\text{V}} 27^{\text{VI}}$.

¹⁰⁹ Здесь излагается содержание II главы IV книги «Альмагеста» «О периодах лунных движений» (Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 194—203).

¹¹⁰ Здесь Беруни указывает, что при определении движения Луны по широте по ее затмениям надо учитывать, что при одной и той же величине широты величина тени Луны может быть различной. Величина тени зависит от расстояния Луны от апогея ее эпицикла (если придерживаться эпициклической гипотезы), т. е. от расстояния Луны от Земли. Наибольшая тень — при положении Луны в апогее эпицикла (когда Луна ближе всего к Земле) и уменьшается по мере движения Луны по эпициклу к его апогею (причем учитывается перемещение узла лунной орбиты). Это подробное объяснение утверждения Птолемея, что «возвращение затмений сохраняет только равенство периодов по времени и по долготе, но не по величине и одинаковости затмений, по которым определяется широта» (Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 197). Таким образом, для суждения об истинном возвращении по широте необходимо, чтобы для двух затмений величина затмения была одной и той же и расстояния Луны от апогея эпицикла были бы одинаковыми.

¹¹¹ Так в А и В, в Т — $104^{\circ} 3' 18''$.

¹¹² Так в А и В, в Т — 871 [год] $7^{\text{p}} 56' 27'' 28''' 38^{\text{IV}} 7^{\text{V}}$ [суток].

¹¹³ О термине «палец» см. прим. 125 к III книге. Здесь «пальцы» — мера величины затмения, равная $1/12$ диаметра Солнца или Луны.

¹¹⁴ Так в А и В (أدرنا), в Т — ار دنا, «мы хотели».

¹¹⁵ Здесь и далее Беруни в своем изложении придерживается схемы Птолемея, но проводит собственные вычисления для перемещения Луны по широте, сравнивая их с приведенными в 9 главе IV книги «Альмагеста» «Об исправлении средних дви-

жений Луны по широте и об их эпохе» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 237—244). Если известны данные наблюдений двух затмений, разделенных большим промежутком времени, и они были равны величине затмения для равных расстояний Луны от апогеев их эпициклов, то их широты также равны и, следовательно, по средним фазам затмений можно получить эпоху периодических изменений широты, т. е. за промежуток времени между указанными затмениями движение Луны содержит целое число оборотов по широте. Если же Луна в обоих затмениях находится на различном расстоянии от апогея эпицикла, это дает возможность определить среднее движение Луны по широте за указанный промежуток времени, а следовательно, и среднее годовое, месячное и суточное движение Луны по долготе.

¹¹⁶ Конъект. В *A* и *B* $133^{\circ}36'29''58'''5^{\text{V}}$, в *T* — $133^{\circ}56'29''58'''5^{\text{IV}}$.

¹¹⁷ В самом деле, если учесть, что Беруни имеет в виду (см. стр. 758 по *T*) лунный месяц, равный $29^{\text{P}}31'50''8'''9^{\text{IV}20^{\text{V}}}$ суткам, то 7606 таких месяцев равно $224609^{\text{P}}41'33''51'''9^{\text{V}20^{\text{V}}}$ суткам. При округлении секунд получаем $224609^{\text{P}}41'34'''$ суток. В *A* и *B* приводится $224659^{\text{P}}41'34'''$, в *T* — $224639^{\text{P}}41'34'''$.

¹¹⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $350^{\circ}27'33''18'''27^{\text{IV}16^{\text{V}}56^{\text{VI}}2^{\text{VII}}}$.

¹¹⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $67^{\circ}12'34''12'''28^{\text{IV}43^{\text{V}}}$.

¹²⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $13^{\circ}13'45''39'''30^{\text{IV}46^{\text{V}}14^{\text{VI}}}$.

¹²¹ Так в *A* и *B*, в *T* — $167^{\circ}34'37''27'''52^{\text{IV}}$.

¹²² Так в *T*, в *A* и *B* — $0^{\circ}0'14''39'''47^{\text{IV}}$.

¹²³ Так в *T*, в *A* и *B* — $0^{\circ}6'36''31'''25^{\text{IV}}$.

¹²⁴ Так (د ب ه) в *A* и *B*, в *T* — ز ب ه .

¹²⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $47^{\circ}10'21''$.

¹²⁶ Так в *A*, в *B* — $10^{\circ}16'32''30'''54^{\text{V}28^{\text{V}}30^{\text{VI}}}$, в *T* — $10^{\circ}16'32''30'''14^{\text{IV}55^{\text{V}}54^{\text{VI}}}$
²⁸^{VII}³⁰^{VIII}.

¹²⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $1^{\circ}6'56''32'''30^{\text{IV}54^{\text{V}}15^{\text{VI}}14^{\text{VII}}28^{\text{VIII}}30^{\text{IX}}$.

¹²⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $18^{\circ}45'4''37'''46^{\text{IV}14^{\text{V}}30^{\text{VI}}35^{\text{VII}}30^{\text{VIII}}$.

¹²⁹ Так (ر ل ح) в *A* и *B*, в *T* — $15^{\circ}4'38''$.

¹³⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ}50'16''55'''7^{\text{IV}57^{\text{V}}}$.

¹³¹ Так в *A* и *B*, в *T* — $1^{\circ}1'$.

¹³² Так (ر س ط) в *A* и *B*, в *T* — وسط , буквально «середина».

¹³³ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}3'10''37'''23^{\text{IV}3^{\text{V}}27^{\text{VI}37^{\text{V}}11^{\text{VIII}}}$.

¹³⁴ Об ал-Баттани см. прим. 95 ко II книге. Имеется в виду затмение 901 г.

¹³⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ}4'43''22'''30^{\text{IV}30^{\text{V}}36^{\text{VI}}}$.

¹³⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $314^{\circ}27'4''51'''44^{\text{IV}7^{\text{V}}}$.

¹³⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $319^{\circ}27'20''45'''$.

¹³⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $49^{\circ}28'59''25'''$.

¹³⁹ О Балхе см. прим. 644 к V книге. Дата затмения, наблюдавшегося Беруни, — 10 мая 1029 г.

¹⁴⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $73^{\text{P}}37'17''18'''51^{\text{IV}53^{\text{V}}}$.

¹⁴¹ Так в *A* и *B*, в *T* — $158^{\circ}4'6''16'''58^{\text{IV}43^{\text{V}}}$.

¹⁴² Так в *A* и *B*, в *T* — $121^{\circ}52'12''42'''$.

¹⁴³ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\text{P}}33'13''54'''48^{\text{IV}18^{\text{V}}16^{\text{VI}}}$.

¹⁴⁴ Так в *T*, в *A* и *B* — $169^{\circ}32'19''2'''18^{\text{IV}29^{\text{V}}}$.

¹⁴⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — 138 806.

¹⁴⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $345^{\circ}9'53''14'''$ $3^{IV}59^V$ $16^{VI}6^{VII}7^{VIII}35^{IX}48^X$.

¹⁴⁷ Так (٩٣) в *A* и *B*, в *T* — 13 (١٣).

¹⁴⁸ Так (مثل), *A* и *B*, в *T* — ميل — „наклон“.

¹⁴⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ}3'10''37'''$ $59^{IV}47^V$ $54^{VI}3^{VII}5^{VIII}30^{IX}43^X$.

¹⁵⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ}56'32''47'''$ $48^{IV}49^V$ $24^{VI}47^{VII}36^{VIII}0^{IX}25^X$ 27^{XI} .

¹⁵¹ Цифры в таблице, обозначенные звездочкой, исправлены нами по *A* и *B* или при помощи вычисления.

¹⁵² Здесь в *A* — يعثر , в *B* — يعبر , в *T* — يتغير , мы следуем *B*.

¹⁵³ Здесь Беруни описывает в общих чертах метод последовательных приближений для описания неравномерного движения.

¹⁵⁴ Здесь, как и в других местах, Беруни называет градусы эклиптики — درجات , а градусы остальных кругов небесной сферы — أجزاء — буквально «части». Определение склонений градусов эклиптики и «широт градусов» проводилось Беруни с помощью теорем сферической тригонометрии во 2 главе IV книги (см. прим. 52 и 55 к IV книге).

¹⁵⁵ О Хабаше ал-Хасибе см. прим. 101 к IV книге. $4 \cdot \frac{1^{\circ}}{2} + \frac{1^{\circ}}{6} + \frac{1^{\circ}}{10} = 4^{\circ}46'$.

¹⁵⁶ О братьях Бану Муса см. прим. 24 к IV книге.

¹⁵⁷ О Сулаймане ибн 'Исме Самарканди см. прим. 22 к IV книге.

¹⁵⁸ Об Йахйя ибн Абу Мансуре см. прим. 16 к IV книге.

¹⁵⁹ Трикветр или тройной жезл — зат аш-шубатайн, дословно «обладающие двумя ветвями». Этот инструмент описан Птолемеем в 12 главе V книги «Альмагеста» — «Об устройстве параллактического инструмента» (Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 295—299).

¹⁶⁰ О диоптрах см. прим. 7 к IV книге.

¹⁶¹ О глиняных угломерных инструментах см. прим. 9 к IV книге.

¹⁶² О Халиде Мерверудди см. прим. 19 к IV книге.

¹⁶³ При определении широты Луны нужно учитывать два фактора: параллакс Луны и «различие градуса прохождения» (и «градуса» светила), т. е. расстояние между точкой эклиптики, через которую проходит круг склонения, и точкой эклиптики, через которую проходит круг широты светила. Параллакс Луны обращается в нуль, когда Луна находится в зените, а «различие градуса прохождения» (и «градуса») Луны обращается в нуль, когда Луна находится на колюре солнцестояний («круге, проходящем через четыре полюса»). При выполнении этих условий оба фактора не влияют на величину широты Луны, полученную путем наблюдения, т. е. это — оптимальные условия для получения максимальной широты Луны. В случае, когда Луна находится в зените, а четыре круга — небесный меридиан, эклиптика, горизонт и «наклонная орбита Луны» проходят через точки равноденствия, колюр солнцестояний, совпадающий с небесным меридианом, является общим перпендикуляром для всех этих четырех кругов и максимальная широта Луны равна разности между широтой местности (расстоянием между зенитом и небесным экватором) и «наибольшим склонением» (углом между небесным экватором и эклиптикой).

¹⁶⁴ Птолемей определил величину максимальной широты Луны с помощью трикветра в главе об этом инструменте (см. прим. 159; Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 299) как разность между высотой Солнца во время солнцестояния и зенитным расстоянием Луны.

¹⁶⁵ В «Пулиса-сиддханте» и «Сурья-сиддханте» для максимальной широты Луны приводилось значение $4^{\circ}30'$ (см. Varāha-Mihira, Pañca Siddhāntika, ed. by G. Thibaut and S. Dvivedi, 2nd ed., Lahore, 1930, III, 31; IX, 6).

¹⁶⁶ Об ан-Найризи см. прим. 71 ко II книге.

¹⁶⁷ 239 г. Йездигерда — 871 г. н. э.

¹⁶⁸ Так в *A*, в *B* и *T* — $4^{\circ}41'$.

¹⁶⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — 217.

¹⁷⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $59^{\circ}27'54''38'''$.

¹⁷¹ При определении величины максимальной широты Луны Беруни следует методу Птолемея (см. прим. 164).

Для определения произвольной широты Луны на наклонной орбите Беруни вводит аргумент широты расстояния Луны на этой орбите от восходящего узла. Он указывает, что таблица широт Луны аналогична таблице склонений градусов, где аргумент широты соответствует восхождению, и таблице широт градусов эклиптики, где аргументу широты Луны соответствует долгота градуса эклиптики, т. е. эта таблица выражает ту же функциональную зависимость.

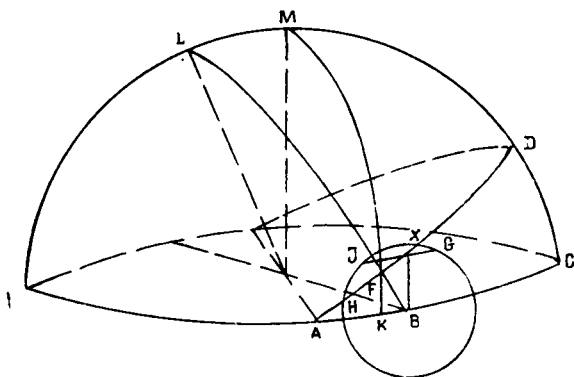


Рис. 6.

время затмения, *B* — точка эклиптики, диаметрально противоположная положению Солнца во время затмения, *F* — положение Луны в момент середины затмения, $FK = \beta$ — широта Луны, $AF = \omega$ — аргумент широты, т. е. $\omega = \lambda - \lambda_{\odot}$, где λ_{\odot} — долгота восходящего узла лунной орбиты, а λ — истинная долгота Луны на ее орбите.

¹⁷⁴ Конъюкт. Так (J) в *A* и *B*, в *T* — J (EL).

¹⁷⁵ Правила Беруни определения расстояния *BK* от центра *B* круга тени до *K* — положения Луны в момент затмения равносильны следующим формулам. Обозначим: расстояние *AB* центра затмения до узла *A* через ρ , расстояние *FA* до узла по наклонной орбите через ω , широту *FK* Луны в момент затмения — через β , наибольшую широту *DC* Луны — через β_{\max} . Из сферической теоремы Пифагора для сферического треугольника *AFK* вытекает равенство

$$\cos \rho = \cos \omega \cdot \cos \beta_{\max}$$

а, применяя сферическую теорему синусов к парам сферических треугольников *ABK* и *ADC*, *AFK* и *FDM*, мы получим соответственные пропорции

$$\frac{\cos \omega}{\sin \beta} = \frac{1}{\sin \beta_{\max}} \cdot \frac{\cos \omega}{\sin AK} = \frac{\cos \beta}{\cos \rho_{\max}}$$

Поэтому

$$\sin AK = \frac{\cos \omega \cdot \cos \beta_{\max}}{\cos \beta} = \frac{\sqrt{\cos^2 \beta_{\max} - \cos^2 \rho}}{\sqrt{1 - \cos^2 \rho \operatorname{tg}^2 \beta_{\max}}}.$$

¹⁷⁶ Неравенство (اختلاف) Луны — отклонение движения Луны от равномерного.

¹⁷⁷ Беруни дает следующее правило определения величины лунного месяца на основе простой гипотезы движения Луны (см. прим. 20). Средняя величина лунного месяца равна

$$\bar{M} = \frac{360^\circ}{\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S},$$

где $\bar{\lambda}_L$ — средняя долгота Луны;
 $\bar{\lambda}_S$ — средняя долгота Солнца.

Разность $\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S$ называют средней суточной величиной элонгации Луны (от латинского слова elongatio — «удаление»). Величина \bar{M} среднего лунного месяца получается, если оперировать средними долготами Солнца и Луны, т. е. если считать движения Солнца и Луны равномерными. Далее Беруни указывает, что в действительности движение Солнца и Луны неравномерное, т. е. каждое из светил испытывает на своей орбите ускорение и замедление, а при переходе от ускоренного движения к замедленному их неравномерные движения становятся равными равномерным (см. прим. 222, 223 к VI книге). В соответствии с этим Беруни рассматривает величину лунного месяца

$$M = \frac{360^\circ}{\lambda_L - \lambda_S},$$

где λ_S и λ_L — истинные долготы Солнца и Луны.

Величину $\lambda_L - \lambda_S$ называют истинной суточной величиной элонгации Луны. Далее Беруни определяет условие, при котором величина лунного месяца максимальна, минимальна и принимает среднее значение. Для этого он рассматривает знаменатель выражения M . Лунный месяц самый короткий при максимуме знаменателя M , когда λ_L максимальна, а λ_S минимальна, т. е. при ускоренном движении Солнца и замедленном движении Луны. Это условие выполняется, когда Солнце в середине месяца окажется в апогее своей эксцентрической орбиты (согласно эксцентрической гипотезе), а Луна — в перигее своего эпицикла (согласно эпициклической гипотезе). Лунный месяц самый длинный при минимуме знаменателя M , когда λ_L минимальна, а λ_S максимальна, т. е. когда движение Солнца ускоренное, а Луны — замедленное. Это выполняется, когда Солнце в середине месяца окажется в перигее своей эксцентрической орбиты, а Луна — в апогее своего эпицикла.

Наконец, средней величины лунный месяц достигает при средней величине знаменателя ($\lambda_L - \lambda_S = \bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S$), т. е. когда Солнце в середине месяца попадает в одну из точек максимума его уравнения, а Луна — в одну из точек касания своего радиуса — вектора к эпициклу (т. е. в точку максимума своего уравнения).

¹⁷⁸ Под равенством движений Беруни имеет в виду равенство средних скоростей на дугах.

¹⁷⁹ Соединение (اجتماع) или (مجامعة) Солнца и Луны — совпадение эклиптических долгот этих светил. Противостояние (استقبال) или (مقابلة) Солнца и Луны — различие их эклиптических долгот на 180° . В настоящее время применяется так же общий термин для обозначения соединения и противостояния Солнца и Луны — «сизигия» Солнца и Луны (греческое слово *syzygia* от *syn* — «с», *zygon* — «ярмо», означает «сопряжение»).

¹⁸⁰ О квадратуре двух светил см. прим. 221 к VI книге.

¹⁸¹ Неравенство неравенства (اختلاف الاختلاف) — двойное неравенство Луны. Здесь Беруни переходит к изложению более точной гипотезы движения Луны Птолемея, необходимой для объяснения отклонений долгот Луны по простой гипотезе Птолемея, достигающих максимума в квадратурах Луны с Солнцем. Это отклонение, которое можно было бы объяснить изменением радиуса эпицикла Луны в зависимости от элонгации Луны, Птолемей объясняет тем, что центр деферента Луны (по терминологии Беруни «орбита апогея») вращается по небольшому кругу вокруг центра мира в сторону, противоположную направлению движения Солнца и Луны со скоростью, равной скорости движения «средней Луны» относительно «среднего Солнца».

¹⁸² Имеются в виду наблюдения Гиппарха 2 мая и 7 июля 127 г. до н. э. (см. Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 271 и 274).

¹⁸³ Так в *A* и *B*, в *T* — $128^\circ 35'$.

¹⁸⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^\circ 17' 47''$.

¹⁸⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $39^\circ 23' 12''$.

¹⁸⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $2^\circ 17' 8''$.

¹⁸⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $47^\circ 15'$.

¹⁸⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $260^\circ 29'$.

¹⁸⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $2^\circ 38' 11''$.

¹⁹⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $49^\circ 10'$.

¹⁹¹ Так в *A* и *B*, в *T* — $68^\circ 50'$.

¹⁹² Так в *A* и *B*, в *T* — $200^\circ 19' 40''$.

¹⁹³ Так в *A* и *B*, в *T* — $200^\circ 27' 20''$.

¹⁹⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — $47^\circ 19'$.

¹⁹⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $326^\circ 26'$.

¹⁹⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $68^\circ 44'$.

¹⁹⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $68^\circ 0'$.

¹⁹⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $5^\circ 15'$.

¹⁹⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^p 8^l 8^{ll} 48^{lll} 52^{lv}$.

²⁰⁰ Конические сечения (قَطْوَعُ المَحْرُوط) — эллипсы, параболы и гиперболы (см. прим. 113 и 114 к IV книге), цилиндрические сечения (قَطْوَعُ الاسطوانة) — эллипсы. Выражение «круглая вытянутая фигура» (شكل مدور مستطيل) здесь означает более общую фигуру овальной формы.

²⁰¹ Под эллипсом (قطع ناقص) Беруни здесь имеет в виду часть плоскости, ограниченную эллипсом, а то, что мы называем эллипсом, он называет «контуром эллипса» (محيط قطع ناقص).

²⁰² «Два центра» (مرکزان) эллипса — его фокусы. Термин «фокус» (латинское слово *focus* — «огонь, очаг») был введен И. Кеплером в «Оптической части астрономии» (1604), обобщившим понятия «эллипс» и «гипербола» термином «место зажигания огня», которым называли фокус параболы авторы классических сочинений по оптике Ибн ал-Хайсам и польский ученый XIII в. Витело («Оптика» Витело являлась обработкой «Книги оптики» Ибн ал-Хайсама, а книга Кеплера имела подзаголовок «Дополнения к Витело»).

²⁰³ Доказывая, что $EA + FE = 2AG > EL + FL = 2EL$, Беруни опроверг лишь только предположение о том, что он описывает эллипс с фокусами E и F , и не опроверг предположения о том, что центр эпицикла Луны описывает эллипс, фокусами которого служат две другие точки диаметра AH , симметричные относительно диаметра M .

²⁰⁴ Здесь Беруни излагает вторую поправку Птолемея к первоначальной теории движения Луны, объясняющую отклонение наблюдаемых долгот Луны от предсказываемых по этой теории при элонгации, близких к 45° . Согласно этой поправке следует измерять аномалию, определяющую положение Луны на эпицикле, не от точки K на рис. 127 Беруни, лежащей на прямой EC , соединяющей центры деферента и эпицикла, а от точки M , лежащей на прямой FC , соединяющей центр эпицикла C с точкой F , противоположной точке E круга, по которому вращается центр деферента. Точка M называется «средним апогеем эпицикла»; «истинным апогеем эпицикла» называется не показанная на чертеже Беруни точка пересечения эпицикла с прямой GC , соединяющей центр эпицикла с центром мира.

²⁰⁵ Армилярная сфера — ذات الحلق' дословно, «обладающее кольцами» (по латыни *armilla* — «кольцо»). Этот инструмент описан Птолемеем в 1 главе V книги «Альмагеста» «Об устройстве астролябии» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 254—258).

²⁰⁵ Об алидаде см. прим. 6 к IV книге.

²⁰⁷ Об астролябии см. прим. 8 к IV книге. Беруни применяет термин «астролябия» (اسطرلاب) в том же смысле, что и мы, в отличие от Птолемея, называвшего астролябией армилярную сферу (см. прим. 205).

²⁰⁸ Линия кульминации (خط الزوال) — то же, что линия меридиана.

²⁰⁹ «Линия середины неба» (خط وسط السماء) — часть линии меридиана, находящаяся над горизонтом; «градус середины неба» — точка пересечения эклиптики с меридианом.

²¹⁰ В этой главе Беруни приводит таблицу, прототипом которой является таблица, приведенная Птолемеем в 8 главе V книги (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 286). В «строке числа» этой таблицы — аргументы приведенных в ней функциональных закономерностей, различных для разных столбцов. В 1-м столбце приведено уравнение аномалии в функции от средней элонгации Луны $\eta = \bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S$ в соответствии с более точной гипотезой Птолемея, в этом случае в «строку числа» подставляется средняя элонгация. В 3-м столбце приведено «уравнение центра» Луны в функции от уравненной аномалии, т. е. в этом случае в «строку числа» подставляется уравненная аномалия, во 2- и 4-м столбцах — величины, произведение которых дает величину, прибавляемую к «уравнению центра» для того, чтобы получить «второе уравнение», причем первая из этих величин дана в функции средней элонгации, а вторая — в функции уравненной аномалии, 5-й столбец служит для определения третьего уравнения Луны (см. прим. 221 к этой книге).

²¹¹ Так в T , в A и B — $0^p 49' 8'' 35''' 42^{IV}$.

²¹² Так в A и B , в T — $0^o 49' 8'' 13''' 38^{IV}$.

²¹³ Так в A и B , в $T - 0^{\circ}45'23''54'''39^{IV}$.

²¹⁴ Так в A и B , в $T - 0^{\circ}14'20''46'''58^{IV}$.

²¹⁵ Так в A и B , в $T - 111^{\circ}12'46''40'''$.

²¹⁶ Линия, численно равная (مساوی بالعدد) полному синусу, — принятая за 1. Так как дальше Беруни говорит о линиях, выражаемых частями этой линии, тем самым он пользуется расширением понятия числа, произведенным в III книге (см. прим. 84 к III книге).

²¹⁷ Об эфемеридах светил см. прим. 280 к VI книге.

²¹⁸ Функциональная зависимость, указанная в 1-м столбце «таблицы уравнения Луны», выражающая зависимость уравнения аномалии γ от средней элонгации η , может быть получена следующим образом: пусть центр эписцикла C обращается по «орбите апогея» с центром E (рис. 7). Обозначим центр мира через G , а точку, симметричную точке E относительно точки G , через F . Будем считать радиус «орбиты апогея» EC за 1, обозначим эксцентриситет этой орбиты в масштабе ее радиуса, равный длинам отрезков EG и GF , через ϵ .

Угол CGE равен двойной средней элонгации 2η , обозначим углы ECG и GCF — соответственно через γ_1 и γ_2 . Тогда в силу теоремы синусов для треугольников ECG и ECF получаем пропорции

$$\frac{\sin \gamma_1}{\epsilon} = \frac{\sin 2\eta}{1}, \quad \frac{\sin (\gamma_1 + \gamma_2)}{2\epsilon} = \frac{\sin (2\eta - \gamma_2)}{1},$$

т. е. соотношения

$$\sin \gamma_1 = \epsilon \sin 2\eta$$

и

$$\sin (\gamma_1 + \gamma_2) = 2\epsilon \sin (2\eta - \gamma_2),$$

откуда находим зависимость между уравнением аномалии $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$ от η в виде

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{4\epsilon \sin 2\eta (\epsilon \cos 2\eta + \sqrt{1 - \epsilon^2 \sin^2 2\eta})}{1 - 2\epsilon \cos 2\eta \sqrt{1 - \epsilon^2 \sin^2 2\eta} - 2\epsilon^2 \sin^2 2\eta}.$$

Беруни помещает в 1-м столбце «таблицы уравнения Луны» значения $\gamma + 15^{\circ}$, а вместо средней элонгации $\eta = \bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S$ пользуется разностью $(\bar{\lambda}_L - 5^{\circ}) - (\bar{\lambda}_S - 2^{\circ}) = \eta - 3^{\circ}$, чем объясняется смещение нулевых значений γ (т. е. значений 15° в таблице Беруни) на 3° по сравнению с $90, 180, 270$ и 360° , когда нулевые значения γ должны достигаться по приведенной нами формуле.

²¹⁹ В 3-м столбце «таблицы уравнения Луны» приведена зависимость «уравнения центра» Луны θ , равного углу CGL на рис. 7, где L — положение Луны в данный момент, от уравненной аномалии $\alpha' = \alpha \pm \gamma$, равной углу LCM . Из треугольников, изображенных на рис. 7, находится выражение уравнения θ через уравненную аномалию α' и радиус эписцикла r . Беруни помещает в 3-м столбце не сами значения θ , а разности $5^{\circ} - \theta$.

²²⁰ В 4-м столбце этой таблицы приведена зависимость разности $\theta'_n - \theta'_A$ значений второго уравнения Луны для ее положений в эписцикле в предположении, что центр эписцикла находится в апогее и перигее эксцентричной орбиты в функции от уравненной аномалии, во 2-м столбце приведены отношения

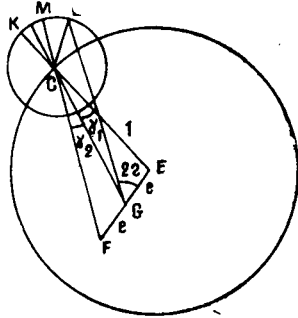


Рис. 7.

$$\frac{\theta'_{\max} - \theta'_{A\max}}{\theta''_{\max} - \theta'_{A\max}},$$

где $\theta'_{A\max}$, θ'_{\max} и θ'_{\max} — максимумы второго уравнения Луны в случаях, когда центр эллипса находится, соответственно, в апогее и перигее эксцентричной орбиты и в данной точке этой орбиты в функции от средней элонгации η . Перемножая значения, помещенные во 2- и 4-м столбцах, и прибавляя произведение к значению θ , помещенному в 3-м столбце, Беруни получает второе уравнение Луны θ' , которое при прибавлении его к ее средней долготе дает истинную долготу в наклонной орбите.

Знаменатель этой дроби — постоянная величина, равная

$$7\frac{2^\circ}{3} - 5^\circ = 2\frac{2^\circ}{3}.$$

²²¹ Здесь Беруни вводит величину, которой нет в таблицах Птолемея, — третье уравнение Луны θ'' . Им, как он замечает, Птолемей пренебрег в силу его малости. Пусть O — точка весеннего равноденствия, A — восходящий узел лунной орбиты («голова»), OAB — эклиптика, AD — наклонная орбита Луны, составляющая с эклиптикой угол i , $DB = \beta$ — широта Луны, $\Omega = OA$ — долгота восходящего узла (рис. 8). Тогда, если L — долгота Луны на наклонной орбите, λ_L — ее долгота на эклиптике, $\Omega = -\Omega$ — аргумент широты, то третье уравнение Луны будет иметь вид

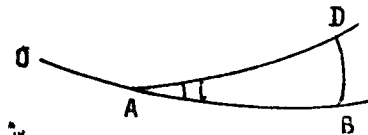


Рис. 8.

$$\theta'' = (1 - \Omega) \pm (\lambda_L - \Omega)$$

причем

$$\cos(\lambda - \Omega) = \frac{\cos(L - \Omega)}{\cos \beta}, \quad \sin \beta = \sin i \cdot \sin(L - \Omega).$$

Складывая полученную из первых четырех столбцов таблицы истинную долготу Луны в наклонной орбите с долготой восходящего узла, находят аргумент широты, а по нему из 5-го столбца таблицы третье уравнение θ'' для перехода от средней долготы Луны на «орбите апогея» $\bar{\lambda}_L$ к истинной долготе Луны на эклиптике λ_L по правилу

$$\lambda_L = \bar{\lambda}_L \pm \theta''.$$

²²² Об «абстрактном вычислении» см. прим. 283 к VI книге. Отметим близость формулировки алгоритма Беруни для определения истинной долготы Луны с современными формулировками алгоритмов в терминах «адресов ячеек».

²²³ Цифры в таблице, обозначенные звездочкой, исправлены нами по A и B путем вычисления.

²²⁴ Мы переводим здесь словом «сфера» два термина *فلك* (фалак) — «небесная сфера» и *كرة* (кура) — «сфера, шар». В предложении «сфера Луны — это сфера» первое слово «сфера» — *فلك*, а второе — *كرة*. Оба эти термина у Беруни обозначают полную сферу определенной толщины, т. е. тело, ограниченное двумя концентричными сферами.

Здесь, как и в случае движения Солнца (см. прим. 88 к VI книге), Беруни говорит о «наглядном представлении» (تصوير) движений сфер, определяющих движение Луны.

²²⁵ Поясом (منطقة) сферы, вращающейся вокруг двух полюсов, называется большой круг, высекаемый из сферы диаметральной плоскостью, перпендикулярной диаметру, соединяющему полюсы.

²²⁶ Точка, симметричная центру деферента,— так называемый центр экванта (см. прим. 17 к X книге), из которой движение центра эпицикла по деференту представляется равномерным.

²²⁷ О параллаксе см. прим. 5 к этой книге.

²²⁸ Указанная дата 883 г. эры Набонассара — 8 мая 137 г. н. э.

²²⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — $4^{\circ}59'18''$.

²³⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $1^{\circ}7'27''$.

²³¹ Слово «число» (عدد) здесь снова в обобщенном смысле. Под «расстоянием до Луны, измеренным по прямой» имеется в виду результат измерения этого расстояния какими-нибудь мерами, меньшими полудиаметра Земли.

²³² Так в *A* и *B*, в *T* — $73^{\circ}13'15''$.

²³³ «Подобные и равные треугольники» — конгруэнтные треугольники, см. прим. 15 к III книге.

²³⁴ Так (بط). в *A* и *B*, в *T* — *F* (ط).

²³⁵ Так (ب ;) в *A* и *B*, в *T* — *DB* (دب).

²³⁶ Конъект. В *T* — تلوير عند.

²³⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — слово «расстояние» (بعد) опущено.

²³⁸ Беруни определяет расстояние Луны от Земли, следуя 13 главе V книги «Альмагеста» «Об определении расстояний Луны» (Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 299—305). Это определение происходит следующим образом: если ϵ — эксцентриситет «орбиты апогея», $\bar{\lambda}_S$ и $\bar{\lambda}_L$ — средние долготы Солнца и Луны, то в обозначениях рис. 134 Беруни

$$HB = \sqrt{R^2 - \epsilon^2 \cos^2 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S)},$$

$$BE = BH - EH = \sqrt{R^2 - \epsilon^2 \cos^2 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S)} \pm \epsilon \sin 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S) = a$$

(„запоминаемое“). Здесь знак „+“ берется при $2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S) < 90^{\circ}$ и $2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S) > 270^{\circ}$, а знак „-“ при $90^{\circ} < 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S) < 270^{\circ}$. *BF*, *GB* определяются из треугольника *BFG*:

$$BF = BE - FE = a - \epsilon \sin 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S),$$

$$BG = \sqrt{[a - \epsilon \sin 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S)]^2 + \epsilon^2 \cos^2 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S)} = b$$

$\sin F\hat{B}G = \sin K\hat{M} = \sin \alpha'$, где α' — уравнение аномалии, т. е. первое уравнение. Следовательно,

$$\sin \alpha' = \frac{BF}{BG} = \frac{\epsilon \cos 2(\bar{\lambda}_L - \bar{\lambda}_S)}{b},$$

где $\alpha = \bar{\alpha} + \alpha'$ — исправленная аномалия.

Если r — радиус эпицикла Луны, то расстояние Луны от Земли

$$EL = \sqrt{EX^2 + XL^2},$$

где

$$EX = EZ \pm BX = a \pm r \cos \alpha, \quad LX = r \sin \alpha.$$

Поэтому

$$EL = \sqrt{(a \pm r \cos \alpha)^2 + r^2 \sin^2 \alpha}.$$

²³⁹ Так в A и B (واحد), в T — نأخذ — «берем».

²⁴⁰ Так в A и B , в T — $48^p 53' 52'' 6'''$.

²⁴¹ Здесь в A и B — فيخرج به, в T — فيخرج : به — «и получится 15».

Мы переводим по A и B .

²⁴² Так в A и B (كان به: دي يد لاج), в T — كان: يه دي يد لاج — «будет [равен] $15^p 5' 10'' 14''' 38^{IV}$ », что неверно, ибо в этом случае сумма была бы равна $74^p 47' 34'' 43''' 38^{IV}$, вопреки последующим вычислениям Беруни.

²⁴³ Приведем более наглядные чертежи, чем рис. 138, I, II Беруни (рис. 9, а, б), где ADC — горизонт, ABC — эклиптика, CHL — наклонная орбита Луны, F — полюс

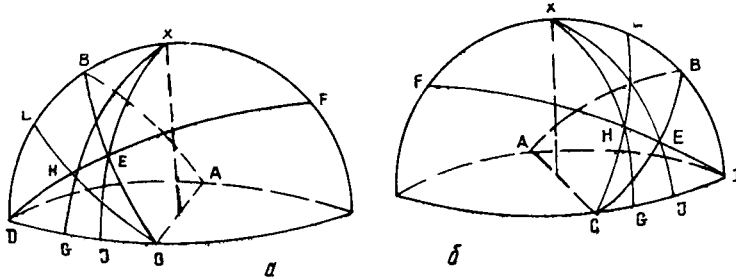


Рис. 9.

эклиптики, X — зенит, FBD — круг широты «климата наблюдения», H — Луна, E — «градус» Луны, $BE = 90^\circ - EC = 90^\circ - \lambda$, где λ — долгота «градуса» Луны, EI — иско- мая высота $h_{гр}$ «градуса» Луны, h — высота Луны, расстояние $BC = 90^\circ - \lambda_E$ извест- но. $EI = h_{гр}$ определяется из треугольника ECI по сферической теореме синусов

$$\frac{\sin EC}{\sin EI} = \frac{\sin BC}{\sin BD} = \frac{1}{\sin BD}.$$

Но $BD = 90^\circ - \varphi'$ где φ' — широта климата наблюдения, $EC = \lambda_E$. Следовательно,

$$\frac{\sin \lambda_E}{\sin h_E} = \frac{1}{\cos \varphi'}$$

и

$$\sin h_E = \sin \lambda_E \cdot \cos \varphi'.$$

$HG = h_n$ — высота Луны определяется следующим образом: из прямоугольного сфе- рического треугольника FHL с прямым углом L по сферической теореме синусов

$$\frac{\sin FE}{\sin EB} = \frac{\sin FH}{\sin HL}, \quad \text{т. е.} \quad \frac{1}{\cos CE} = \frac{\sin FH}{\cos CH}.$$

Но $CE = \lambda_E$, $CH = \lambda_n$, $FH = 90^\circ + \beta$.

Следовательно, $\frac{1}{\cos \lambda_E} = \frac{\cos \beta}{\cos \lambda_H}$, откуда $\cos \lambda_H = \cos \lambda_E \cdot \cos \beta$,

где λ_H — долгота Луны в ее наклонной орбите;
 $\cos \lambda_H$ — „запоминаемое“.

Из треугольника ECH по сферической теореме синусов

$$\frac{\sin CH}{\sin HE} = \frac{\sin CL}{\sin LB} = \frac{1}{\sin LB'}$$

откуда

$$\sin LZ = \frac{\sin HE}{\sin CH} = \frac{\sin \beta}{\sin \lambda_H}$$

²⁴⁴ О «перемешанной пропорции» см. прим. 146 к I книге.

²⁴⁵ Так в A и B , в T — $0^\circ 32' 19'' 25'''$.

²⁴⁶ Более наглядно чертеж 140, а I, II Беруни можно представить в следующем виде:

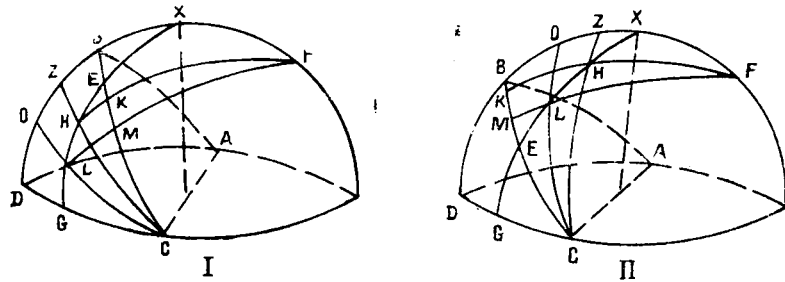


Рис. 10.

Пусть на рис. 10 ABC — эклиптика, CHZ — орбита Луны, CGD — горизонт, X — зенит, F — полюс эклиптики.

Беруни рассматривает два случая:

1. Пусть истинное положение Луны — на эклиптике в точке E . H — видимое положение Луны, K — видимый «градус» Луны. Тогда $EH = \pi$ — полный параллакс Луны, $HK = \pi_\beta$ — видимая широта Луны, совпадающая в этом случае с широтным параллаксом, $EK = \pi_\lambda$ — долготный параллакс, $EG = h_E$ — истинная высота градуса Луны, совпадающая с истинной высотой Луны, $HG = EG - EH = h_E - \pi = h_H$ — видимая высота Луны.

Применяя к треугольнику CEG сферическую теорему Пифагора, мы получаем

$$\cos CE = \cos EG \cdot \cos CG,$$

откуда, если мы обозначим азимут Луны CG через A , а «градус» Луны CE через λ_E , получим

$$\cos A = \frac{\cos \lambda_E}{\cos h_E}.$$

Далее, применяя сферическую теорему синусов к прямоугольным треугольникам EHK и CEG , мы получим

$$\frac{\sin EH}{\sin KH} = \frac{\sin EC}{\sin GC}, \text{ т. е. } \frac{\sin \pi}{\sin \pi_\beta} = \frac{\sin \pi_E}{\sin A},$$

откуда определим широтный параллакс в виде

$$\sin \pi_{\beta} = \frac{\sin \pi \sin A}{\sin \lambda_E}.$$

Далее, применяя ту же теорему, к «прямоугольным треугольникам» EBX и HXZ , мы получим

$$\frac{\sin XE}{\sin EB} = \frac{\sin XH}{\sin HZ},$$

т. е.

$$\frac{\cos EG}{\cos EC} = \frac{\cos HG}{\sin HZ},$$

откуда найдем

$$\sin HZ = \frac{\cos EC \cdot \cos HG}{\cos EG} = \frac{\cos \lambda_E \cos h_n}{\cos h_E}.$$

Применяя ту же теорему к прямоугольным треугольникам FHZ и BFK , мы получим

$$\frac{\sin FH}{\sin HZ} = \frac{\sin KF}{\sin KB},$$

т. е.

$$\frac{\cos HK}{\sin HZ} = \frac{1}{\sin KB},$$

откуда найдем

$$\sin KB = \frac{\sin HZ}{\cos HK} = \frac{\cos \lambda_E \cdot \cos h_n}{\cos \pi_{\beta} \cdot \cos h_E}.$$

Поэтому долготный параллакс $\pi_{\lambda} = EK = KB - EB = KB(90^\circ - \lambda_E)$ известен.

2. В общем случае, когда Луна расположена не на эклиптике, пусть H — истинное положение Луны, L — ее видимое положение, K — градус истинного положения Луны, M — градус ее видимого положения, $HG = h_n$ — истинная высота Луны, $LG = h_L$ — видимая высота Луны, $GH = \beta_n$ — истинная широта Луны, $GL = \beta_L$ — видимая широта Луны. Тогда применяя сферическую теорему синусов к треугольнику FZH , мы получим

$$\frac{\sin FK}{\sin KB} = \frac{\sin FH}{\sin HZ},$$

т. е.

$$\frac{1}{\cos \lambda_K} = \frac{\cos \beta_H}{\sin HZ},$$

$\sin HZ = \cos \lambda_K \cdot \cos \beta_H$ — первое запоминаемое.

Далее, применяя сферическую теорему синусов к прямоугольным треугольникам HXZ и LOX , мы получим

$$\frac{\sin XH}{\sin HZ} = \frac{\sin XL}{\sin LO},$$

т. е.

$$\frac{\cos h_H}{\sin HZ} = \frac{\cos h_L}{\sin LO},$$

откуда найдем

$$\sin LO = \frac{\cos h_L}{\cos h_H} \cdot \sin HZ,$$

где $\sin LO$ — «второе запоминаемое».

Применяя сферическую теорему синусов к прямоугольному треугольнику LGC , получим

$$\frac{\sin LC}{\sin LG} = \frac{\sin CO}{\sin OD},$$

т. е.

$$\frac{\cos LO}{\sin h_L} = \frac{1}{\sin OD},$$

откуда найдем

$$\sin OD = \frac{\sin h_L}{\cos LO}.$$

Наконец, применяя сферическую теорему синусов к прямоугольному треугольнику LMC с прямым углом M , получим

$$\frac{\sin LC}{\sin LM} = \frac{\sin CO}{\sin OB},$$

т. е.

$$\frac{\cos LO}{\sin \beta_L} = \frac{1}{\sin OB},$$

причем $OB = OD - BD = OD - (90^\circ - \varphi')$, где φ' — «широта климата наблюдения». Отсюда $\sin \beta_L = \cos LO \cdot \sin OB$.

Беруни считает β_L равной широтному параллаксу π_β ; на самом деле широтный параллакс $\pi_\beta = LM - HK = \beta_L - \beta_H$, т. е. он равен разности между видимой и истинной широтами Луны. Затем Беруни вычисляет долготный параллакс π_λ : применяя сферическую теорему синусов к прямоугольному треугольнику FOL , мы получаем

$$\frac{\sin FM}{\sin MB} = \frac{\sin FL}{\sin LO}, \text{ т. е. } \frac{1}{\sin MB} = \frac{\cos LM}{\sin LO} \text{ или } \frac{1}{\cos \lambda_M} = \frac{\cos \beta_L}{\sin LO},$$

откуда

$$\sin MB = \cos \lambda_M = \frac{\sin LO}{\cos \beta_L}$$

и

$$\pi_\lambda = KM = MB - KB = \lambda_M - \lambda_K.$$

Если зенит находится на эклиптике, т. е. эклиптика перпендикулярна к горизонту (широта климата наблюдения $BX = \varphi' = 0$), широтный параллакс π_β обращается в 0 и $\pi = \pi_\lambda$.

²⁴⁷ Так в A и B — *كما ان الضياء غير مدرک*, в T — *كما ان الصنائة* — «подобно тому, как искусство постижимо», что в данном случае совершенно не соответствует контексту. Здесь слово *الصنائة* является опиской, объясняемой графическим сходством с *الضياء غير*.

²⁴⁸ О «стреле тени» см. прим. 4.

²⁴⁹ Так в A и B (126) — *فومج نون* (126 [год]), в T — *فومج نون* (126 [год]).

^{86P} 48'56"50''). 127 г. Набонассара — 3 мая 620 г. н. э.

²⁵⁰ Так в A и B (رزه), в T — 7°4'5" (زده).

²⁵¹ Так в *A*, в *B* — 308°7', в *T* — 340°2'.

²⁵² Так в *A* и *B*, в *T* — 22 [года] 166^p 31'39"20'''. 225 г. Набонассара — 11 августа 522 г. до н. э.

²⁵³ Так (١٦٣٥) в *A* и *B*, в *T* — 1630, 1630 г. Набонассара — 2 сентября 889 г. н. э.

²⁵⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — 124°2'.

²⁵⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — 4°43'.

²⁵⁶ *Джуммал* — «суммы» — запись чисел с помощью буквенной нумерации, при которой числовое значение слова равно сумме чисел его букв; применялись, в частности, при записи шестидесятеричных дробей.

²⁵⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — 1648 [год] 43^p 55'10''. 1648 г. Набонассара — 9 апреля 901 г. н. э.

²⁵⁸ Текст искажен:

$$\frac{1}{18} + \frac{1}{36} + \frac{1}{72} = \frac{7}{72} = 0,097; \quad \frac{4}{35} = 0,114.$$

²⁵⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — 0^p17'27"40''.

²⁶⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — 0'28'17''.

²⁶¹ Так в *A* и *B*, в *T* — 0'43'5"2''.

²⁶² Так в *A* и *B*, в *T* — 0^p1'12"37''.

²⁶³ «Образующая конуса» — ضلع المخروط — дословно «ребро конуса».

Эта терминология отражает древнее представление о конусе, как о пирамиде с очень большим числом боковых граней и ребер.

²⁶⁴ «Искусство оптики» — صناعة المناظر, буквально, «искусство видения» — наука оптики.

²⁶⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — 0°38'33"8''.

²⁶⁶ Так в *A* и *B*, в *T* слова «...0^p30'13"0''», а в перигее — 0°36'12"25'', и диаметр Луны в апогее...» (هل بحه وفى السفله لويبه كه فطر القمر فى النروه) опущены.

²⁶⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — 0°2'22"27''.

²⁶⁸ Так в *T*, в *A* и *B* — 8°31'8''.

²⁶⁹ Здесь излагается 15 глава V книги «Альмагеста» «О расстоянии Солнца и о том, что определяется вместе с ним» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. I, стр. 310—312).

²⁷⁰ «Перевертывание отношения» (خلاف النسبة, у Евклида *anapalin logos*, в Западной Европе *inversa ratio*) — переход от отношения $\frac{a}{b}$ к отношению $\frac{b}{a}$, «выделение отношения» (تفصيل النسبة у Евклида *diáiresis logos*, в

Западной Европе *subtractio rationis*) — переход от пропорции $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ к пропорции $\frac{a-b}{b} = \frac{c-d}{d}$ (см. Евклид, Начала, кн. V, определения XIII и XV, перевод Д. Д. Мордухай-Болтовского, т. I, М., 1948, стр. 143—144).

²⁷¹ Так (زد) в *A* и *B*, в *T* — *CD* (جد).

²⁷² Так (سدى) в *A* и *B*, в *T* — *OD, XD, ID* (يد , سد , عد).

²⁷³ Так в *A* и *B*, в *T* — 0^p45'18''.

²⁷⁴ В *T* далее приведены слова: «Да благословит Аллах нашего пророка Мухаммада и весь его род».

ПРИМЕЧАНИЯ К КНИГЕ ВОСЬМОЙ

- ¹ О *бухте*, т. е. пути, пройденном светилом за сутки, см. прим. 108 к I книге; это слово происходит от санскритского слова *bhukti* — «удовлетворение».
- ² В *T* — يحصل, мы читаем по *A* и *B* — لحصل.
- ³ О «минутах суток» см. прим. 7 к VI книге.
- ⁴ Цифры в таблице, обозначенные звездочкой, исправлены нами по *A* и *B* и путем вычисления.
- ⁵ Конъект. В *T* — المتقدم, мы читаем — المقوم.
- ⁶ Точка отклонения (نقطة الانحراف) — центр эксцентричной орбиты.
- ⁷ Так в *A* и *B* — *LE* (له); в *T* — *AE* (of).
- ⁸ Конъект: здесь во всех трех экземплярах ошибочно: مهب (*MEB*). Мы читаем — منب.
- ⁹ Имеются в виду мелкие разряды шестидесятеричных дробей.
- ¹⁰ Мы читаем ملود «приливы» вместо слова مدار в *T*, *A* и *B*.
О влиянии Луны на приливы морей Беруни говорил и в «Геодезии»: «Циркулирует прилив в морях с [движением] Луны» (Геодезия, стр. 102). Под «паром» имеются в виду облака.
- ¹¹ Полуоквадратура — تثمين — расположение двух светил с разностью эклиптических долгот в 45°; здесь в *T* — شمس.
- ¹² Джаузахир (جوزهر) — оба узла лунной орбиты. Об узле см. прим. 75 к VII книге.
- ¹³ О «ночи приговора» — ночи на 15 ша'бана по мусульманскому лунному календарю — см. прим. 438 ко II книге.
- ¹⁴ Здесь в *A* и *B* — الظنون متهمة «подозреваемые обвиняются».
- ¹⁵ О «ночи предопределения» — ночи на 27 рамадана — см. прим. 445 ко II книге.
- ¹⁶ Конъект. В *T* и *A* حضيض.
- ¹⁷ Менелей (Menelaos) — александрийский математик I в. н. э., автор «Сферики», см. прим. 128 к III книге.
- ¹⁸ Имеется в виду 5 предложение III книги «Сферики» Менелая, которое в обработке Ибн 'Ирака гласит: «Во всяких двух прямоугольных треугольниках, каждый

из двух равных углов которых меньше прямого, и [стороны], стягивающие два остальных угла, меньше четверти [окружности], синус суммы двух сторон, ограничивающих острый угол, относится к синусу их разности в одном треугольнике, как синус суммы двух сторон, ограничивающих острый угол, к синусу их разности в другом треугольнике» (M. K g a u s e, Die Sphärik von Menelaos aus Alexandrien in der Verbesserung von Abū Naṣr Maṣṣūr b. 'Alī b. 'Iṣṣāq mit Untersuchungen zur Geschichte des Textes bei den islamischen Mathematiker, Berlin, 1936, стр. 202). В *T* — вместо «третьей книги» написано «второй книги».

¹⁹ Так в *B* и *T* (بد), в *A* — BE (به).

²⁰ Так в *B*, в *T* «между *A* и *G*» (بين از), в *A* фраза «между *A* и *D*» отсутствует.

²¹ О термине «последовательный подбор» см. прим. 55 к III книге и прим. 224 к VI книге.

²² Так в *B* и *T* (از), в *A* — AB (اب).

²³ Так в *A* и *B* (من م), в *T* — ZM (ص م). Описка вызвана графическим сходством предлога من и буквы ص.

²⁴ Так в *A* и *B* (ی), в *T* — IP (ی ف).

²⁵ Единичное отношение (نسبة واحدة) — отношение двух равных величин (*A* : *A*).

²⁶ Так в *A* и *B* (ف), в *T* — B (ب).

²⁷ Конъект: سف, в *A* и *B* (سز), в *T* — X (سی).

²⁸ Idem.

²⁹ Idem.

³⁰ Idem.

³¹ Idem.

³² «Хвост» и «голова» — «хвост и голова Дракона», нисходящий и восходящий узлы лунной орбиты, см. прим. 99 к VII книге.

³³ Так мы читаем. В *A*, *B* и *T* — 21 907 (٢١٩٠٧).

³⁴ «Один из двух узлов *джаузахира*» — один из двух узлов лунной орбиты (см. прим. 12).

³⁵ Так мы читаем. В *A*, *B* и *T* — BD (بد).

³⁶ Правило Беруни нахождения условия наступления лунного затмения сводится к следующему. В прямоугольном сферическом треугольнике *ABC* с прямым углом *C*, углом *A* наклона плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики, равном у Беруни 5°, с известной гипотенузой *AB* нужно определить катеты *BC* и *AC*, называемые Беруни, соответственно, «отклонением тени от наклонной орбиты» и «расстоянием середины затмения от узла».

В силу сферической теоремы синусов получаем пропорцию

$$\frac{\sin AB}{\sin ACB} = \frac{\sin BC}{\sin BAS}$$

или

$$\sin BC = \sin AB \cdot \sin BAS.$$

Так как угол *BAC* — «угол наибольшей широты» равен 5° и гипотенуза *AB* известна, то легко находится расстояние *BC* между центрами земной тени и Луны.

Известно, что для наступления лунного затмения необходимо, чтобы в полнолуние это расстояние было меньше, чем $56'5''$. В настоящее время угол наклона плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики принят равным $5^{\circ}09'$. Следовательно, ошибка Беруни составляет 15%.

Второе правило Беруни, которое можно записать в виде

$$\sin AC = \frac{\cos BC \cdot \sin AB}{\sin 85^{\circ}},$$

определяет условия наступления солнечного затмения. Это правило получается повторным применением сферической теоремы синусов к прямоугольным сферическим треугольникам ABC и CDM , с прямыми углами в точке C . Здесь катет AC прямоугольного сферического треугольника ABC представляет собой долготу Луны относительно узла — Δl .

³⁷ Рыбообразная фигура (شکل سمکي، от سمک — «рыба»), фигура, которую индийцы называют рыбообразной — чечевицеобразная фигура, состоящая из двух конгруэнтных сегментов, меньших полукруга. О «пребывании» и «прояснении» см. прим. 57.

³⁸ О термине «палец» см. прим. 125 к III книге и прим. 113 к VII книге.

³⁹ Птолемей пользовался тем, что малые дуги можно считать отрезками прямых линий, например, при подсчете отношения длины окружности к диаметру, отождествляя дугу в 1° со стягиваемой ею хордой, он подсчитывал в 7 главе VI книги «Альмагеста» «Составление таблиц затмений», как произведение хорды 1° , т. е. $1^{\circ} 2'50''$ (см. прим. 79 к III книге), на $180' = 3$ равно $3^{\circ} 8'30''$ (см. Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, стр. 384 и прим. 85 к III книге). Однако упоминание Беруни здесь и ниже «метода Птолемея» показывает, что Беруни рассматривал это соображение как математический метод. Этот метод впоследствии был положен в основу дифференциального и интегрального исчисления.

⁴⁰ Здесь применяется следствие из предпосылки Архимеда, доказанное в III книге (см. прим. 17 к III книге).

⁴¹ Так в T (ح₀), в $A-HE$ (ح₀), в $B-HD$ (ح₁).

⁴² Так в A и B (ح₁), в $T-AD$ (ح₁).

⁴³ В 5 главе III книги «Об отношении между диаметром и окружностью» Беруни приводит это отношение в виде $114 \frac{954312306}{1628621471}$ (см. прим. 86 к III книге).

⁴⁴ Так в A и B (ح₁), в T — это место искажено.

⁴⁵ Птолемей в 7 главе VI книги «Альмагеста» приводит приближенное значение $\pi = 3^{\circ} 8'30''$ (см. прим. 39) и ссылается на то, что, согласно Архимеду, эта величина содержится между $3 \frac{10}{71}$ и $3 \frac{1}{7}$: это доказывается в 3 предложении «Измерения круга» Архимеда (см. Архимед, Сочинения, перевод И. Н. Веселовского, М., 1962, стр. 267). Здесь речь идет об отношении диаметра к длине окружности, т. е. π , поэтому здесь имеются в виду вытекающие из неравенства Архимеда $3 \frac{10}{71} < \pi < 3 \frac{1}{7}$ неравенства

$$\frac{1}{3 \frac{10}{71}} > \frac{1}{\pi} > \frac{1}{3 \frac{1}{7}}.$$

Если значение для π брать с точностью до четырех знаков после запятой, получится 3,1416.

В A и B вместо 1131 приведена цифра 1931.

⁴⁶ Так в B и T , в A — $57^{\circ}16'36''$.

⁴⁷ Сектор — $قطاع$, от $قطع$ — «сечь, резать» (латинское слово *sector* означает «секущий»).

⁴⁸ Под выражением «площадь дуги» ($تكسير قوس$) имеется в виду площадь сегмента, ограниченного данной дугой и стягивающей ее хордой.

⁴⁹ Так в A и B ($خرج$), в T — DH .

⁵⁰ Здесь сегмент — $قطعة$, от $قطع$ — «сечь, резать» (латинское слово *segmentum* означает «вырезанное»).

⁵¹ Эта задача была решена Беруни в его книге «Полезные вопросы и верные ответы», содержавшей теоретическую аргументацию зиджа ал-Хорезми. Это решение воспроизведено Беруни в «Трактате об определении хорд в круге» (стр. 125—126).

⁵² Цифры в таблице, обозначенные звездочками, исправлены по A и B .

⁵³ Аристотель (*Aristoteles*) — величайший философ античного мира.

⁵⁴ В тексте «он — сын» ($هو ابن$), в арабском языке название Луны относится грамматически к мужскому роду.

⁵⁵ О зиджах см. прим. 1 к III книге.

⁵⁶ «Искусство приговоров» (звезд) — юдициарная астрология, учение о предсказаниях по звездам.

⁵⁷ «Пребывание» ($مكث$) — пребывание Луны в состоянии полного затмения. «Прояснение» ($انجلاء$) — конечная фаза затмения.

⁵⁸ О «впадении» (начальной фазы затмения) см. прим. 76 к VII книге. *Заманы* — градусы небесного экватора, см. прим. 101 к I книге, которые можно рассматривать как 360 доли суток. «Минуты», о которых здесь говорилось, — минуты суток, т. е. 60-е доли суток (см. прим. 7 к VI книге).

⁵⁹ «Основание перпендикуляра» — $مسقط حجر$ — буквально, «место падения камня».

⁶⁰ Конъект. В рукописях BD , мы читаем « BG и BH », что соответствует контексту.

⁶¹ Так в A и B , в T — AB .

⁶² Так в A и B , в T — D .

⁶³ Так в T — $الجزؤ$, в A — $الجدر$, в B — $الجدر$. «Сторонники частицы» $اصحاب الجزؤ$ — атомисты, считавшие, что пространство состоит из неделимых частиц, «сторонники ее отрицания» — большинство математиков, считавшие пространство неограниченно делимым. Спор между этими двумя точками зрения возник еще в древней Греции, где сторонниками атомистического строения пространства был Демокрит и пифагорейцы, а сторонником неограниченной делимости пространства был Аристотель. Этот же принцип разделялся Евклидом, который в 10 предложении I книги (Евклид, Начала, т. I, стр. 24) утверждал, что любой отрезок можно разделить пополам. На средневековом Востоке сторонниками атомизма были мутакаллимы — сторонники калама (см. прим. 42 к I книге) и во многом близкие к неопифагорейцам «Братья чистоты» — авторы известной энциклопедии, написанной в X в. в Басре («самая короткая линия — из двух точек, как ..., затем из трех точек, как ...».

затем из четырех, как , затем из пяти, как», «самая маленькая фигура — из трех частиц, как:., затем из четырех частиц, как: :»; Расайл Ихван ас-Сафа ва Хуллан ал-Вафа, Бейрут, т. I, 1376 х. (1957), стр. 89). С другой стороны, сторонником математического атомизма был Абу Бакр Мухаммад ибн Закарийа Рази, продолжавший многие материалистические традиции Демокрита и оказавший сильное влияние на Беруни: как известно, список своих трудов, так называемый «Фихрист», (Абу Райхон Берунийнинг ўз асарларига ўзи тузган рўйхати, арабчадан А. Расулов таржимаси, «Беруний». Тугилган кунининг 1000 йиллигига, 230—243 бб.) Беруни до- бавил к составленному им списку сочинений Абу Бакра Рази. В своих возражениях на ответы Ибн Сины (980—1037) во время их философской полемики Беруни приводит следующие слова Рази: «Мухаммад ибн Закарийа говорит: «Если для каждой из этих вещей, т. е. частиц тела, имеются две стороны и одна середина, то деление без- гранично, а это невозможно» (Ш а р и п о в А. Д., Малоизвестные страницы переписки между Беруни и Ибн Синой, «Общественные науки в Узбекистане», № 2, 1965, стр. 38—42). В той же полемике с Ибн Синой Беруни спрашивал: «Почему Аристотель считает порочным учение о неделимой частице, тогда как утверждение о делимости тел до бесконечности еще более порочно?» (Беруни и Ибн Сина, Переписка, Таш- жент, 1973, стр. 13).

⁶⁴ Здесь Беруни, говоря языком современной математики, имеет в виду, что различным структурам пространства соответствуют различные типы движений — скачкообразное при атомистической структуре пространства и непрерывное при его непрерывной структуре.

⁶⁵ Так в A и B , в $T - DCF$.

⁶⁶ «Традиционалисты» — جاءوا — буквально, «[приверженцы] начал».

⁶⁷ О «Книге призм» см. прим. 90 к VI книге.

⁶⁸ Об ас-Серахси см. прим. 84 к VI книге.

⁶⁹ Здесь Беруни приводит точное и приближенное выражение площади круга: умножение полудиаметра r на половину окружности $\frac{C}{2} = \pi r$ дает πr^2 , а вычитание $\left(\frac{1}{7} + \frac{1}{14}\right) 2r$ из $(2r)^2 - 3 \frac{1}{7} r^2$.

⁷⁰ Так в T , в A и $B - BMO$.

⁷¹ Найденное Беруни соотношение представляет собой сферическую теорему Пифагора для прямоугольного сферического треугольника BOC с прямым углом C :

$$\cos BO = \cos BC \cdot \cos OC.$$

⁷² Найденное Беруни соотношение представляет собой первую сферическую теорему тангенсов

$$\operatorname{tg} BC = \operatorname{tg} BO \cdot \cos B$$

для того же прямоугольного сферического треугольника BOC .

⁷³ Применяя сферическую теорему синусов к прямоугольному треугольнику ABD с прямым углом D , Беруни получает пропорцию

$$\frac{\sin AB}{\sin D} = \frac{\sin AD}{\sin B},$$

откуда он находит угол ABD . По этому углу и углу OBC он находит угол ABO .

⁷⁴ Абу Йусуф Йа'куб ибн Исхак ал-Кинди (ум. 874) — знаменитый арабский философ и астроном, работал в Багдаде.

⁷⁵ Владелящие [искусством] приговоров звезд (النجوم احكام اصحاب) астрологи (см. прим. 56).

⁷⁶ «Хвосты» (اذناب), видимые вокруг затмеваемого Солнца,— протуберанцы. Беруни разделял мнение древних о том, что атмосфера простиралась до небесных тел.

«Наука физики» (علم طبيعى — буквально, «наука о природе»), перевод греческого термина physikē, от physis — «природа».

⁷⁷ О «косом» часе см. прим. 10 к VI книге.

⁷⁸ О квадратуре см. прим. 221 к VI книге.

⁷⁹ «Книга искусства сферики» — по-видимому, то же, что «Введение в искусство сферики» (см. прим. 41 к V книге).

⁸⁰ Этот вид утренней зари,— по-видимому, зодиакальный свет.

⁸¹ Под выражением «наша секта», несомненно, имеются в виду ученые-астрономы. Интерес к наблюдению молодого месяца связан со значением этого для обрядов мусульманского календаря.

⁸² Абу Исхак Ибрахим ибн Хабиб ал-Фазари — астроном и астролог, работал в Багдаде во второй половине VIII в., составил «Синдхинд» (см. прим. 109 к I книге) и был первым из мусульманских ученых, сконструировав астролябию.

⁸³ Яа'куб ибн Тарик (ум. ок. 800), астроном, по-видимому, иранского происхождения, работал в Багдаде, также как ал-Фазари был переводчиком индийских сочинений.

⁸⁴ О Хорезми см. прим. 163 к I книге.

⁸⁵ О Найризи см. прим. 71 ко II книге.

⁸⁶ Так в A — بعدت, в B — بعد, в T — يغرب.

⁸⁷ Об ал-Баттани см. прим. 95 ко II книге.

⁸⁸ О Хабаше ал-Хасибе см. прим. 101 к IV книге.

⁸⁹ Здесь к сферическому треугольнику ABC применяется сферическая теорема синусов (см. прим. 129 к III книге).

⁹⁰ Здесь Беруни снова называет произведение геометрических величин числом (см. прим. 84 к III книге).

⁹¹ «Тень» (ظل) — здесь то же, что «обращенная тень» в III книге, т. е. линия тангенсов (см. прим. 93 к этой книге).

⁹² Так в B в T, в A — AEC.

⁹³ Это было доказано в III книге (см. прим. 131 к III книге). Здесь «тень дополнения» ظل تمام — то же, что «плоская тень» в III книге, т. е. линия котангенса (см. прим. 91 к этой книге). Применяемые здесь названия тангенса и котангенса значительно ближе к современным (термин cotangens — сокращение слов complementi tangens, т. е. «тангенс дополнения»).

⁹⁴ Паломничество и посты, в мусульманской религии связаны с мусульманским календарем (см. 10 главу II книги).

⁹⁵ Так в A и B, в T — слово فائمه опущено.

⁹⁶ Так мы читаем по A и B (فع) в T — مع «вместе».

⁹⁷ Так в A и B, в T — OC.

⁹⁸ Так в T, в A и B слова «потому, если умножить синус AM...» опущены.

⁹⁹ Переходя к современным обозначениям, правила Беруни можно выразить следующим образом.

К сферическому прямоугольному треугольнику AOM на рис. 167 Беруни с прямым углом O и катетами AO , OM применяется сферическая теорема Пифагора

$$\cos AM = \cos AO \cdot \cos OM,$$

отсюда находится гипотенуза AM , представляющая собой сферическое расстояние от Луны до точки M захода A .

К прямоугольным сферическим треугольникам AOM и ADF применяется сферическая теорема синусов, которая в данном случае записывается в виде пропорции

$$\frac{\sin AM}{\sin MO} = \frac{\sin AF}{\sin FD},$$

где дуга AF — квадрант.

Отсюда из формулы $\sin FD = \frac{\sin MO}{\sin AM}$ находим дугу FD «круга широты климата наблюдения». $FB = DB - FD$ — разность между дополнением DB широты ED климата наблюдения и найденной дугой FD .

Далее, применяя сферическую теорему синусов к сферическим прямоугольным треугольникам AMG и AFB , Беруни получает пропорцию

$$\frac{\sin FB}{\sin FA} = \frac{\sin MG}{\sin AM}.$$

Отсюда по формуле $\sin MG = \sin FB \cdot \sin AM$ находим высоту MG Луны.

Применяя упомянутую теорему к прямоугольным сферическим треугольникам AMG и MEF , получаем пропорцию

$$\frac{\sin ME}{\sin FE} = \frac{\sin AM}{\sin AG}$$

или, преобразовав ее к виду

$$\sin AG = \frac{\sin AM \cdot \sin EF}{\sin ME},$$

отсюда находим «азимут захода», т. е. западный азимут AG Луны.

Учитывая, что «видимая широта» OM Луны — ее эклиптическая широта β , «расстояние AO между градусом Луны O и градусом захода ее A » — это эклиптическая долгота Луны λ , а «широта климата наблюдения» ED — расстояние φ' от эклиптики до зенита E , MG , AG и OH , AH — горизонтальные координаты h_2 , A_2 и h_1 , A_1 , соответственно, Луны и ее градуса, и обозначая сферическое расстояние AM через ρ , последние формулы можно записать в следующем виде:

$$\cos \rho = \cos \lambda \cdot \cos \beta,$$

$$\sin FD = \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}}.$$

Отсюда

$$FD = \arcsin \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}},$$

следовательно,

$$FB = 90^\circ - \left(\varphi' + \arcsin \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}} \right).$$

Зная дугу FB , можно найти высоту Луны h_2 по формуле

$$\sin h_2 = \sin \left[90^\circ - \left(\varphi' + \arcsin \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}} \right) \right] \sin \rho.$$

Подставив значение $\sin \rho$ и упростив, получим:

$$\sin h_2 = \cos \left(\varphi' + \arcsin \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}} \right) \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}$$

или окончательно

$$\sin h_2 = \cos \varphi' \cdot \cos \lambda \cdot \sin \beta - \sin \varphi' \cdot \sin \lambda.$$

Таким образом, зная дугу $EF = 90^\circ - FB$ или

$$EF = \varphi' + \arcsin \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}},$$

можно найти азимут A_2 Луны по следующей формуле:

$$\sin A_2 = \frac{\sin \rho \cdot \sin \left(\varphi' + \arcsin \frac{\sin \lambda}{\sqrt{1 - \cos^2 \lambda \cdot \cos^2 \beta}} \right)}{\cos h_2}.$$

После очевидных преобразований последняя формула примет следующий вид:

$$\sin A_2 = \frac{\sin \varphi' \cdot \cos \lambda \cdot \sin \beta + \cos \varphi' \cdot \sin \lambda}{\cos h_2}.$$

¹⁰⁰ Барбах — в «Индии» Беруни транскрипция названия лунных суток индийцев *barbhu*, от которых индийцы отсчитывают дни месяца (см. Бируни, Индия, стр. 309 и 499), здесь — астрономический инструмент, с помощью которого определяется азимут молодого месяца.

¹⁰¹ Мы переводим здесь словом «стержень» слово *عمود* означающее также «перпендикуляр» и «балку».

¹⁰² Винтовое (движение) — *بندرماذجه*; *نرماذجه* — искажение персидского слова *نرماذگی* — «винт с гайкой» от слов *نر* — «самец» и *ماده* — «самка».

¹⁰³ О локте см. прим. 75 к I книге.

¹⁰⁴ Индийский круг — инструмент, состоящий из круга в горизонтальной плоскости и вертикального шеста в его центре.

¹⁰⁵ Стоянка Луны — *منزل القمر* — от глагола *نزل* спускаться (с верблюда).

Этот термин переводят также «лунная стоянка».

¹⁰⁶ В конце II книги сказано: «Проблема *анва'* и восхождения стоянок [Луны], хотя и подходит к этому месту, перенесена нами в более подходящую для этого главу, находящуюся ниже» (см. прим. 479 ко II книге), а изложению указанного вопроса посвящена 8 глава IX книги «Канона». Возможно, что первоначально этот вопрос излагался не в IX книге, а в конце II книги, и переноса изложение его в IX книгу, Беруни забыл заменить ссылку на это изложение.

¹⁰⁷ Поднять (*رفع*) — перевести в высший шестидесятеричный разряд, в данном случае считая каждые 60 минут 1 градус; от этого глагола происходит слово «поднятые» (см. прим. 49 ко II книге).

¹⁰⁸ «Син с точкой» — буква *шин* ش (читается «ш») «син без точки» — буква *син* س (читается «с»). В первом случае слово читается *ал-бишт*, во-втором — *ал-бист*. Это слово — искажение санскритского термина *viṣṭi* (см. «Индия», стр. 503).

¹⁰⁹ Эта таблица в более полном виде приведена в «Индии» Беруни (см. стр. 499).

¹¹⁰ Здесь — *كستكهن*, мы читаем по «Индии» Беруни (см. стр. 499).

¹¹¹ Конъект: здесь *سبعه سبعه*, мы читаем — *سباع سباع*.

¹¹² Так в *A* и *T*, в *B* выражение *من سبعة* опущено.

¹¹³ Так в *A* и *B* (*بوا*), в *T* — *ب*.

¹¹⁴ Здесь в *A* — *التي يبلوها*, в *B* — *إلى بلعها*, в *T* — *التي يتلوها*.

Мы читаем — *إلى بلوها*. О Балава и других индийских названиях см. «Индия», стр. 498—499.

¹¹⁵ Так в *A* и *B* *المنحوسة*, в *T* — *النجومية*.

¹¹⁶ «Два языка» — санскрит и арабский.

¹¹⁷ «Воображение затмения» — *خيال الكسوف*.

¹¹⁸ Беруни имеет в виду свое сочинение «Воображение индийцами обоих затмений» (см. П. Г. Булгаков, Жизнь и труды Беруни, Ташкент, 1972, стр. 203).

¹¹⁹ О греке Пулисе см. прим. 11 к VII книге.

¹²⁰ Так в *A* и *B* — *البعء*, в *T* — *البهت*.

¹²¹ Так в *A* и *B* — *البعء*, в *T* — *البهت*.

¹²² *Зидж* «Кхандакхадьяка» — (*Khanda — Khādyaka* — «сладости») — сочинения Брахмагупты (см. прим. 125).

¹²³ *Кардаджа* — искажение санскритского слова *крамаджья*, означающее дугу в $3\frac{3}{4}$ градуса.

¹²⁴ *Зидж* — «Карана тилака», так мы читаем, у Беруни *كرد تلك* искажение. Астрономическое сочинение индийского астронома IX в. Виджаянанды.

¹²⁵ Брахмагупта — индийский астроном и математик VI в.

¹²⁶ Имеется в виду сочинение Брахмагупты «Продолжение Кхандакхадьяки» (*Uttara — Khanda — Khādyaka*).

¹²⁷ Так в *A* и *B* (*كافي*), в *T* — *ك؛ اب*.

¹²⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — здесь пропуск.

¹²⁹ Так в *A*, в *B* и *T* — более длинное восхваление Аллаха.

ПРИМЕЧАНИЯ К КНИГЕ ДЕВЯТОЙ

- ¹ Здесь в *A* и *B* дважды повторяется *الابسط*.
- ² В *A* и *B* — *والاولى ما*, в *T* — *فاولى بنا*.
- ³ Мы читаем по *A* и *T* — *لبساطة*, в *B* — *البساطة*.
- ⁴ Так в *A* и *T* — *سئأتى*, буквально, «приведем», в *B* — *سيأتى*.
- ⁵ Здесь глагол *كان* в *T* опущен.
- ⁶ В *A* и *T* — *ما قد بقى*, в *B* — *ما بقى*.
- ⁷ Так в *B* и *T* — *قاربت*, в *A* — *قدرت*.
- ⁸ Так мы переводим выражение *وجدت عنها ووجدت منها* — по *A* и *B*, в *T* — *ووجدت منها*.
- ⁹ Так в *B* и *T* — *بالثبات*, в *A* — *باسم الثابت* — «названием неподвижный».
- ¹⁰ Здесь, как и в других местах, Солнце и Луна называются общим термином — *النيران* — «два (главных) светила», см. прим. 20 к I книге.
- ¹¹ Здесь в *A* — *يتحش*, в *B* — *سحسن*, в *T* — *يتحسن*. Мы читаем — *يختص*.
- ¹² Подвижные светила — *كواكب السيارة* — Солнце, Луна и планеты. Неподвижные звезды — *كواكب الثابتة*.
- ¹³ Так в *T* — *رفع*, в *A* — *وقع*, в *B* — *وقع*.
- ¹⁴ Планеты — *كواكب المنحيرة*, буквально, «блуждающие светила», наш термин «планета» происходит от греческого названия планет *planēta astra* — «блуждающие звезды».
- ¹⁵ О названиях планет см. прим. 20 к I книге.
- ¹⁶ В тексте — *لم يختلف فى المنظر قط*, буквально, «совсем не изменяется при наблюдении».
- ¹⁷ Так в *A* и *B* — *بهاتين*, в *T* — *بهابين*.
- ¹⁸ Здесь Беруни намекает на учение о неподвижности Земли, обсуждавшееся и опровергнутое им во II главе I книги «Канона Мас'уда» (см. ч. 1, стр. 75—85).

¹⁹ О Тимохарисе см. прим. 233 к VI книге. Птолемей упоминает в «Альмагесте» наблюдения Тимохариса в 294, 283 и 272 гг. до н. э. (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, т. II, стр. 22, 24 и 167).

²⁰ Аристилл (Aristyllēs) — александрийский астроном III в. до н. э., сотрудник Тимохариса. Птолемей упоминает в «Альмагесте» наблюдения Аристилла и Тимохариса 296 и 272 гг. до н. э. (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, т. II, стр. 18).

²¹ Агриппа (Agrippa, у Беруни *أغوساس* вместо *أغرباس*) — астроном, работавший в конце I в. н. э. в Вифинии (Малая Азия). Птолемей упоминает его наблюдения 29 ноября 92 г. н. э. (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, т. II, стр. 23).

²² О Менелее см. прим. 17 к VIII книге. Птолемей упоминает астрономические наблюдения «геометра Менелая» в Риме 11 января 98 г. н. э. (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, т. II, стр. 26).

²³ Об Архимеде см. прим. 13 к III книге.

²⁴ О Гиппархе см. прим. 170 к I книге.

²⁵ О Птолемеях см. прим. 22 к I книге.

²⁶ Так в *T* — *كانوا يداونون*, в *A* и *B* — *كانوا يداونون* — «соперничали».

²⁷ Беруни имеет в виду прецессию, открытую Гиппархом. Прецессии посвящены 2 и 3 главы VII книги Птолемея «О том, что сфера неподвижных звезд обладает движением, переводящим ее в себя, в направлении знаков зодиака» и «О том, что движение, переводящее сферу неподвижных звезд в себя в направлении знаков зодиака, совершается вокруг полюса эклиптики» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. II, стр. 12—29). В них изложены упомянутые в прим. 19—22 наблюдения Тимохариса, Аристилла, Агриппы и Менелая, а также Гиппарха и Птолемея.

²⁸ Птолемей указывает неподвижные звезды, расположенные по прямым линиям в I главе VII книги «Альмагеста» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, т. II, стр. 3—12).

²⁹ Пластинка — *صفحة*, так в *B*, в *T* — *صفحة*. Этим термином обозначаются также тимпаны астролябий, см. прим. 8 к IV книге.

³⁰ Вавилоняне — *أهل بابل*, буквально, «народ Вавилона», о халдеях см. прим. 10 к VII книге.

³¹ Так в *A* и *T* — *البطيئة*, в *B* — *الرطوبة*, что не соответствует контексту.

³² В *B* приводится в ед. числе.

³³ Так в *A* и *T* — *وينذكر*, в *B* — *ولم يذكر*.

³⁴ Сердце Льва — Регул, α Льва, см. прим. 185.

³⁵ Варахамира — индийский астроном V—VI вв., автор «Панчасиддхантики» («Пять сиддхант», упоминавшейся нами в прим. 165 к VII книге; в «Панчасиддхантике» изложено содержание «Пулисиддханты» (см. прим. 11 к VII книге) и четырех других сиддхант; об этом сочинении см.: Индия, стр. 162.

³⁶ «Собрание» (*المجموع*) — по-видимому, арабское название вышеупомянутой «Панчасиддхантики» Варахамири, объясняющей пять сиддхант.

³⁷ Здесь чтение условное, в *A* и *B* — *كرل الهوم*, в *T* — *كرك الهرم*.

³⁸ «Дочери погребальных носилок» — звезды α , β , γ , δ , ϵ , ζ , θ созвездий Большой и Малой Медведиц, см. прим. 38 к I книге и прим. 140 к этой книге.

³⁹ «Царь Земли Хадашир», чтение условное, в *A* и *B* — 'حدشير ملك الارض', в *T* — 'حدشر ملك الارمن'; не идентифицирован.

⁴⁰ О стоянках Луны см. прим. 479 ко II книге и прим. 105 к VIII книге. 10 стоянка Луны — «Лоб» находится в созвездии Льва.

⁴¹ «Эра Александра» (см. прим. 28 ко II книге) начинается 1 октября 312 г. до н. э., поэтому время «царя Земли Хадашира» относится к 3226 г. до н. э.

⁴² Здесь указано первое десятилетие VI в. н. э.: «Пять сидхант» (см. прим. 35) закончены в 505 г. н. э.

⁴³ Так мы читаем, в *A* — 'سسقر', в *B* — 'بينشعر', в *T* — 'تبشفر'. Приведенная Беруни дата его жизни соответствует 897 г. н. э. О Виттешваре и его сочинении см. прим. 130 к X книге.

⁴⁴ Так в *T* — 'منجموا', в *B* — 'منجوا', в *A* — отрывок текста, соответствующий нашему переводу от слова «астрономы» до «года Александра», — отсутствует.

⁴⁵ Так в *T* — 'رأيت', в *B* — 'قوايت'.

⁴⁶ Так в *B* — 'الف', в *T* — 'الفا'.

⁴⁷ 1340 г. Александра — 1028 г. н. э.

⁴⁸ 17 стоянка Луны «Корона» находится в созвездии Скорпиона.

⁴⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — 'السباك'. Синд — область в нынешнем Пакистане в среднем и нижнем течении реки Инд (см. прим. 63 к I книге).

⁵⁰ Так мы переводим ذاتية по *T*, в *A* и *B* — 'الثابتة'.

⁵¹ Так в *T* — 'الجثث', в *A* — 'الحبيب', в *B* — 'الحبيب'.

⁵² Так в *A* и *B* — 'عن', в *T* — 'عند'.

⁵³ 'احتوت', в *T* это слово опущено.

⁵⁴ 'كالشعريين', Два Сириуса — Сириус и Процион — звезды α созвездий Большого Пса и Малого Пса, см. прим. 209 и 211.

⁵⁵ Два Орла — Вега и Альтаир — звезды α созвездия Лиры и Орла, см. прим. 151 и 167.

⁵⁶ Об ас-Суфи см. прим. 25 к IV книге. Имеется в виду «Книга о неподвижных звездах» ас-Суфи, указанная в этом примечании.

⁵⁷ Здесь 'نتائج المنجمين', в *B* — 'تاريخ المنجمين' буквально, «дата астрономов», что в данном случае совершенно не соответствует контексту.

⁵⁸ Так в *T* — 'كلال', в *A* и *B* — 'كلاب'.

⁵⁹ Так — 'يفضى' — мы читаем по *A* и *B*, в *T* — 'يقضى'.

⁶⁰ Фармакогнозия (الصيدان) — наука о распознавании лекарств. Этой науке посвящена «Фармакогнозия» Беруни.

⁶¹ Здесь словом «искусство» переведено слово 'فن', имеющее более узкий смысл, чем صناعة.

⁶² Млечный путь — 'مجره' — от «волочить». Наше название Млечного пути — перевод греческого выражения galaxias. Млечный путь представляет собой

скопление звезд, составляющее половину кольцеобразной звездной системы, называемой галактикой (от греческого названия Млечного пути), видимую с Земли, входящей в другую половину галактики.

⁶³ Щетинка (هلبه) — скопление звезд, ныне входящее в созвездие Волосы Вероники.

⁶⁴ Хвост Льва — ذنب الاسد (Занаб ал-Асад) — Денебола (искажение арабского названия), звезда β созвездия Льва, см. прим. 185.

⁶⁵ Об Аристотеле см. прим. 53 к VIII книге. Мысль о том, что Млечный путь принадлежит к «подлунному миру», высказана Аристотелем в его «Метеорологии».

⁶⁶ Кружок из волос (на теле лошади) — الهقعة — туманность λ созвездия Орiona, которую Беруни считал тремя звездами (см. прим. 204); эта туманность считалась 5 стоянкой Луны.

⁶⁷ Так в В — ذكر, в А и Т — ذهب.

⁶⁸ Плеяды (Pleiades) — «дочери Плейоны», у Беруни الثريا — яркое скопление звезд в созвездии Тельца; по греческой легенде Плеяды — семь дочерей Плейоны и Атласа, превращенные в семь звезд. Название η Тельца — Альциона — имя одной из них. Плеяды считались 3 стоянкой Луны.

⁶⁹ «Искусство приговоров» (звезд) — юдициарная астрология. Беруни подробно рассматривает туманности в 460-м вопросе «Каковы положения, опасные для глаза» астрологического раздела своей «Науки о звездах» (см. Наука о звездах, стр. 212—213).

⁷⁰ طول الاجز آن — حلول الآحزان, в В.

⁷¹ Так в А и В — انجم النجم, в Т — الجم المنجم.

⁷² Так в А и В — غير, в Т — عن.

⁷³ Так в А и Т — حاله, в В — حدر.

⁷⁴ Мы читаем لم يوجد, в В; لها وجد, в А и Т; لها يوجد, в В.

⁷⁵ Так в В — سنين, в А и Т — سير.

⁷⁶ «Колюр солнцестояний», в тексте — «круг, проходящий через четыре полюса», о нем см. прим. 85 к I книге.

⁷⁷ Так в А и В, в Т — إلا انّ.

⁷⁸ Т. е. более, чем на 15°.

⁷⁹ Так в А и В — على, в Т — من — «из».

⁸⁰ Козленок (جدى) — староарабское название Полярной звезды, α Малой Медведицы.

⁸¹ Кибла — ориентир, главное направление, чаще всего направление на Мекку. Направление на Киблу определяется из сферического треугольника, вершинами которого служат северный полюс Земли, данный город и Мекка, по географическим координатам данного города и Мекки.

⁸² Так в А и В — بلد, в Т — تلك.

⁸³ Здесь речь идет о более общей задаче определения азимута одного города по отношению ко второму (см. прим. 29 к V книге).

⁸⁴ Фигура халиладжи (شكل هليلجى) — чечевицеобразная фигура, состоящая из двух конгруэнтных сегментов, меньших полукруга (см.: ал-Каши,

Ключ арифметики. Трактат об окружности, перевод Б. А. Розенфельда под ред. В. С. Сегалю и А. П. Юшкевича, М., 1956, стр. 125). Название этой фигуры происходит от слова *халиладж* — арабское название фрукта миробалана (от персидского *халила*), этим же термином иногда называют эллипс; о другом названии этой фигуры «рыбообразная фигура» — см. прим. 37 к VIII книге. В данном случае одна из дуг, ограничивающих фигуру *халиладжи*, образована пятью звездами Малой Медведицы, а другая, симметричная ей, образована «маленькими звездами, которые не наблюдаются». Полярная звезда находится в одной из вершин этой фигуры. Упоминание здесь фигуры *халиладжи*, несомненно, объясняется тем, что дуга, образованная пятью звездами Малой Медведицы, является правильной дугой окружности, меньшей полуокружности. Слова Беруни о «маленьких звездах, которые не наблюдаются», свидетельствуют о его уверенности в том, что в тех участках небосвода, в которых мы не видим звезд, на самом деле также имеются небесные тела.

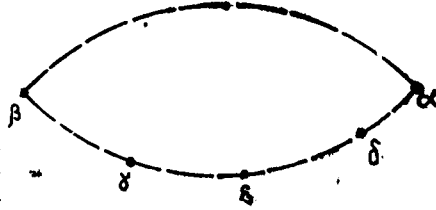


Рис. 11.

На рис. 11 изображена фигура *халиладжи* и пять звезд Малой Медведицы с их современными обозначениями, указанными в прим. 138 к этой книге.

⁸⁵ Так в *A* (فأس الرجا), в *T* — فأس الرجا.

⁸⁶ Так в *A* и *T* — عرض, в *B* — пропуск.

⁸⁷ О Дочерях погребальных носилок см. прим. 38 к I книге.

⁸⁸ Так в *A* — المثوية, в *B* — المثبوتة, в *T* — المثوية.

⁸⁹ «Начало кольца» (مبدأ الحلقة) — полюс эклиптики.

⁹⁰ В *A* здесь перед «из» повторено منها — «из них».

⁹¹ Симак Безоружный — Спика, звезда α созвездия Девы, см. прим. 187. Эта звезда считалась 14 стоянкой Луны.

⁹² Так в *A* и *T*, в *A* — $124^{\circ}26'3''20'''$. 454 г. Набонассара — 29 июня 293 г. н. э.

⁹³ Так в *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ}18'20''19'''20^{IV}$, 886 г. Набонассара — 1 октября 139 г. н. э. Император Пий Антонин вступил на престол в 138 г.

⁹⁴ 317 897 суток — около 871 года, т. е. наблюдение Беруни имело место в 1010 г.

⁹⁵ Так в *A*, в *B* и *T* — $12^{\circ}41'20''8'''$.

⁹⁶ 6 дай-маха 399 г. Йездигерда — 27 декабря 1031 г. н. э.

⁹⁷ О Наурузе, персидском новогоднем празднике, см. прим. 7 ко II книге.

⁹⁸ Беруни сделал это в V главе этой книги в звездном каталоге, где все эклиптические долготы неподвижных звезд увеличены по сравнению с долготами каталога Птолемея (Ptolemaeus, Handbuch der Astronomie, т. II, стр. 32—64) на 13° .

⁹⁹ О термине «зенит» (самт ар-ра'с) см. прим. 28 к I книге.

¹⁰⁰ Надир — здесь самт ар-ридждл, буквально, «направление ноги», другое название этой точки — назир самт ар-ра'с, т. е. «соответствующая зениту», — диаметрально противоположная точка небесной сферы в горизонтальной системе координат. Термин «надир» является транскрипцией арабского слова назир.

¹⁰¹ Так в *A* и *B* — لتثبت, в *T* — لتثبت.

¹⁰² Беруни имеет в виду, что светила наряду с «первым движением» движутся вокруг полюса эклиптики по прецессии.

- ¹⁰³ Так в *B* и *T*.
- ¹⁰⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — *AD*.
- ¹⁰⁵ Здесь Беруни по существу рассматривает касание как предельный случай между пересечением и непересечением.
- ¹⁰⁶ Так в *T*, в *A* и *B* город Газна не упоминается.
- ¹⁰⁷ Так в *B* и *T* — منطقة , в *A* — منطقة .
- ¹⁰⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — *FB*.
- ¹⁰⁹ Так в *A* и *T*, в *B* — *АН*.
- ¹¹⁰ Слова «[является] здесь тем, что происходит у него ночью, и там это происходит над Землей» в *T* опущены.
- ¹¹¹ В *B* — ошибочно *H*.
- ¹¹² «Упрощенное изложение» — القول المجرد .
- ¹¹³ Так в *T*, в *A* и *B* — *ZU*.
- ¹¹⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — *OZD*.
- ¹¹⁵ Так в *A* и *T*, в *B* — ليس .
- ¹¹⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — *OHG*.
- ¹¹⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — *COE*.
- ¹¹⁸ Последнее предложение переведено по *B*.
- ¹¹⁹ Имеется в виду Птолемей, изложивший в 3 главе VII книги «Альмагеста» «О том, что движение неподвижных звезд в направлении последовательности знаков зодиака совершалось также и вокруг полюсов эклиптики» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, т. II, стр.16—29) результаты наблюдений Тимохариса и Аристилла, Гиппарха и собственные.
- ¹²⁰ Здесь мы следуем *A* и *B* — مقبضة , вариант *T* — مقتضية — также может быть принят.
- ¹²¹ Созвездие — صورة , буквально, «образ, картина».
- ¹²² Конъект, в *A* — الممفوق , в *B* — المهوب , в *T* — المتفرق . Мы читаем — المهفوف .
- ¹²³ Бедуины (البدوية) — кочевые арабы.
- ¹²⁴ О Галене см. прим. 68 к I книге.
- ¹²⁵ Об Арате и его книге «Явления» см. прим. 46 к I книге.
- ¹²⁶ О созвездиях Большой и Малой Медведиц см. прим. 138 и 140.
- ¹²⁷ О созвездии Ориона (здесь جبار — «великан») см. прим. 204.
- ¹²⁸ О созвездии Малого Пса (здесь الكلب المقدم — «Предшествующий Пес») см. прим. 211.
- ¹²⁹ О звездах «Плачущий Сириус» (Процион) и «Привязь» (Мирцам) см. прим. 211.
- ¹³⁰ Предпочтительней — قصب , однако, вариант *T* — قضيب — «палка» также допустим.
- ¹³¹ Темперамент (مزج) , буквально, «смещение», как и латинское temperamentum) — астрологическая характеристика звезды, являющейся комбинацией приписываемых ей свойств сухости или влажности и жары или холода.

¹³² Здесь Беруни под словами «это искусство» (هذه الصناعة) понимает *сина'а ат-танджим* (صناعة التنجيم) — общее понятие, охватывающее астрономию и астрологию. Под первой частью «этого искусства» он понимает астрономию, под второй — астрологию.

¹³³ Так в *A* и *B* (ينقص), в *T* — يتفق.

¹³⁴ См. прим. 98 к этой книге.

¹³⁵ *Каф* (ك) и *сад* (ص) — первые буквы слов *кабир* и *сагир* — «большой» и «малый».

¹³⁶ За «основу» (اصل) Беруни выбрал I фарвардина 400 г. Йездигерда, т. е. 15 марта 1032 г. н. э. (см. прим. 272 к VI книге).

¹³⁷ Звездный каталог Беруни в переводе С. А. Красновой и М. М. Рожанской вместе с приложением каталогов наиболее ярких звезд Омара Хайяма и Насираддина ат-Туси и комментариями Б. А. Розенфельда был опубликован в «Историко-астрономических исследованиях» (вып. 8, М., 1962, стр. 83—192). Здесь звездный каталог приведен в том же переводе. В обозначении величин звезд вместо букв *каф* и *сад* мы пишем соответственно русские буквы «б» и «м», а также цифры, исправленные по *A* и *B*, обозначаем звездочкой.

¹³⁸ Малая Медведица — у Беруни *الدبّ الاصغر* — «меньший медведь», перевод птолемеевского *arktos mikra*. Здесь указаны звезды: 1) α (Полярная), 2) δ , 3) ϵ , 4) ζ , 5) η , 6) β (Кохаб), 7) γ . Полярная звезда, находящаяся на полюсе вселенной; о ее названии «Козленок киблы» см. прим. 80 и 81. Звезды β и γ здесь названы староарабским названием «Два теленка» — *фаркадан* (فرقدان). Наше название Малой Медведицы «Кохаб» — искажение арабского слова *каукаб* (كوكب) — «светило» (на эту звезду часто ошибочно переносили одно из названий Полярной звезды — *каукаб шимали* — «северное светило»).

¹³⁹ Вне Малой Медведицы указана звезда 5 этого созвездия.

¹⁴⁰ Большая Медведица — у Беруни *الدبّ الاكبر* — «большой медведь», перевод птолемеевского *arktos megalē*. Здесь указаны звезды: 1) O , 2) A , 3) π^2 , 4) ρ , 5) σ^2 , 6) α , 7) τ , 8) h , 9) v , 10) ϕ , 11) θ , 12) i , 13) κ , 14) e , 15) j , 16) α (Дубхе), 17) β (Мерак), 18) δ (Мегрец), 19) γ (Фекда), 20) λ , 21) μ , 22) ψ , 23) ν , 24) ξ , 25) ϵ , (Алиот), 26) ζ (Мицар), 27) η (Альканд или Бенетнаш). «Дубхе» — искажение арабского слова *дубб* — «медведь», входящего в состав арабского названия созвездия. «Мерак» — искажение арабского слова *марак* — (مراق) — «брюхо». «Мегрец» — искажение арабского слова *маграз* (مغرز) — «начало хвоста». «Фекда» — искажение арабского слова *фахз* (فخذ) — «бедро». «Алиот» — искажение староарабского названия этой звезды *ал-джун* — «Вороной конь». «Мицар» — искажение арабского слова *мизар*, первоначально означавшего передник, закрывающий середину тела, а впоследствии — середину тела или часть тела (в данном случае это слово означает середину хвоста медведицы). «Альканд» и «Бенетнаш» — искажение арабских слов *ал-каид банат на'ш* — «предводитель Дочерей погребальных носилок»: это староарабское название объясняется тем, что арабы считали семь ярких звезд Большой Медведицы изображением похоронной процессии с погребальными носилками и плакальщицами.

¹⁴¹ Звезды, указанные Птолемеем и Беруни, как находящиеся «вне Большой Медведицы», западноевропейские астрономы включили в состав отсутствовавших в древности и средние века созвездий Гончих Псов, Рыси и Малого Льва. Здесь указаны звезды созвездия Гончих Псов: 1) α , 2) δ ; созвездия Рыси: 3) 40 , 4) 38 , 8) 31 ; созвездия Малого Льва: 4) 11 , 5) 8 , 6) 10 .

¹⁴² Дракон — у Беруни ذننين, перевод птолемеевского drakon. Здесь указаны звезды: 1) μ , 2) ν , 3) β , 4) ξ , 5) γ (Этамин), 6) b , 7) c , 8) d , 9) o , 10) π , 11) δ , 12) e , 13) ρ , 14) σ , 15) v , 16) τ , 17) ψ , 18) χ , 19) ϕ , 20) f , 21) ω , 22) g , 23) h , 24) ζ , 25) η , 26) θ , 27) i , 28) i , 29) a (Турбан), 30) κ , 31) λ . «Этамин» — искажение арабского слова ат-тиннин — «дракон». «Тубан» — искажение арабского слова тубан, также означающего дракона.

¹⁴³ Цефей — у Беруни كفاوس (كفاوس) — транскрипция птолемеевского Kêrheus. Цефей (Кефей) — легендарный эфиопский царь, муж Кассиопеи и отец Андромеды. Ниже Беруни называет Цефея мултахиб — «горящий». Здесь указаны звезды: 1) κ , 2) γ , 3) β , 4) α (Альдерамин), 5) η , 6) θ , 7) ξ , 8) i , 9) 2 , 10) ζ , 11) λ . «Альдерамин» — искажение арабских слов аз-зира' ал-йамин — «правая рука».

¹⁴⁴ Вне Цефея (здесь الملتهب — «горящий») указаны звезды μ и δ этого созвездия.

¹⁴⁵ Волопас — у Беруни صائح — «кричащий» и عواص — «воюющий», у Птолемея βοῦτῆς — «пасущий волов». Здесь указаны звезды: 1) κ , 2) i , 3) θ , 4) λ , 5) γ , 6) β , 7) δ , 8) μ , 9) ν , 12) c , 13) ψ , 14) b , 15) ω , 16) e , 17) σ , 18) ρ , 19) ζ , 20) η , 21) τ , 22) v , а также звезды Северной Корона: 10) η , 11) ν . Номер по долготе 22 звезды отсутствует в рукописях.

¹⁴⁶ Коньект: العضايات. Мы читаем العضايات.

¹⁴⁷ Вне Волопаса указан «Симак копыеносец» — ас-симак ар-рамах (المسك الوامع) — Арктур, а Волопаса. Староарабское название «Симак» происходит, по-видимому, от слова самака — «высота». Под копыем имелась в виду небольшая звезда вблизи этой звезды. Звезда называлась так в отличие от Симака безоружного, т. е. Спика. Название «Арктур» происходит от греческого arktouros — «страж медведиц»: первоначально созвездие Волопаса рассматривалось как страж Большой и Малой Медведиц.

¹⁴⁸ Северная Корона, у Беруни — факка (الفكة) — «чаша нищих» (в современном арабском языке это слово обозначает мелкие деньги). Наше название — перевод птолемеевского Stephanos boreios. Здесь указаны звезды: 1) α (Альфакка), 2) β , 3) θ , 4) π , 5) γ , 6) δ , 7) e , 8) i . «Альфакка» — транскрипция арабского названия созвездия ал-факка.

¹⁴⁹ Геркулес, у Беруни — جثى (джаси) — «коленипоклоненный», перевод птолемеевского erigonasi; название «Геркулес» было введено только в XVI в. Здесь указаны звезды: 1) α (Рас Альгете), 2) β , 3) γ , 4) κ , 5) δ , 6) λ , 7) μ , 8) o , 9) ν , 10) ξ , 11) ζ , 12) e , 13) d , 14) c , 15) π , 16) e , 17) ρ , 18) θ , 19) i , 20) x , 21) y , 22) z , 23) η , 24) σ , 25) τ , 26) ϕ , 27) v , 28) χ . «Рас Альгете» — искажение арабских слов ра'с ал-джаси — «голова коленипоклоненного».

¹⁵⁰ Вне Геркулеса указана звезда ω этого созвездия.

¹⁵¹ Лира — у Беруни لوراس (лурас) — транскрипция птолемеевского lura и صنح — «кимвалы». Здесь указаны звезды: 1) α (Вега), 2) e , 3) ζ , 4) δ ,

6) η, 7) θ, 8) β, 9) γ, 10) λ. Беруни называет Вега «Падающим орлом» — *ан-наср а-л-ваки'* (النسر الواقع). «Вега» — искажение слова *ваки'*.

¹⁵² Лебедь — у Беруни — *таир* (طائر) — «птица» — перевод птолемеевского *ornis* — *даджаджа* (دجاجة) — «курица». Здесь указаны звезды: 1) β (Аль-биро), 2) φ, 3) η, 4) γ, 5) α (Денеб), 6) δ (Гиенах), 7) θ, 8) ι, 9) κ, 10) ε, 11) λ, 12) ζ, 13) ν, 14) ξ, 15) ο¹, 16) ο², 17) ω. «Альбиро» — искажение арабской транскрипции птолемеевского названия созвездия. «Денеб» — искажение арабского слова *занаб* (ذنب) — «хвост». «Гиенах» — искажение арабского слова *джанах* (جناح) — «крыло».

¹⁵³ Вне Лебеда указаны звезды: 1) τ и 2) σ этого созвездия.

¹⁵⁴ Кассиопея — у Беруни *Зат ал-кисси* — «обладательница трона», у Птолемея — *Kassiopeia*. Кассиопея — имя легендарной эфиопской царицы. Здесь указаны звезды: 1) ζ, 2) α (Шедар), 3) η, 4) γ, 5) δ (Рукба), 6) ε, 7) ι, 8) θ, 9) φ, 10) σ, 11) κ, 12) β (Каф), 13) ρ. «Шедар» — искажение арабского слова *садр* — «грудь». «Рукба» — транскрипция арабского слова *рукба* — «колени». «Окрашенная рука» (*каф ал-хадиб*) — староарабское название Кассиопеи, — одной из двух звезд, которые считались руками Плеяд. «Каф» — транскрипция арабского слова *каф* — «рука».

¹⁵⁵ Персей — у Беруни *Бир-шаус* — транскрипция птолемеевского *Perseus* — *хамл-рأس الغول* — «несущий голову Горгоны». Персей — легендарный греческий герой, убивший Медузу Горгону и освободивший Андромеду, прикованную ее отцом Цеефом к скале, от морского чудовища. *Ал-гул* (الغول) — перевод греческого слова *Соргō* (Горгона), означающее чудовище женского пола. Здесь указаны звезды: 1) χ, 2) η, 3) γ, 4) θ, 5) τ, 6) ι, 7) α (Мирфак), 8) σ, 9) ψ, 10) ς, 11) κ, 12) β (Альголь), 13) ω, 14) ρ, 15) π, 16) b, 17) λ, 18) c, 19) μ, 20) d, 21) e, 22) ν, 23) ε, 24) ξ, 25) ο, 26) ζ. «Мирфак» — транскрипция арабского слова *мирфак* — «локоть». Это староарабское название объясняется тем, что указанная звезда считалась локтем Плеяд. «Альголь» — искажение слова *ал-гул* — «Горгона».

¹⁵⁶ Вне Персея указаны звезды: 1) f и 3) 16 Персея, 2) 14 Жирафа.

¹⁵⁷ Возничий — у Беруни *Маск ал-анан* («державший поводья») перевод птолемеевского *hēniōchos*. Здесь указаны звезды: 1) δ, 2) ξ, 3) α (Капелла), 4) β (Менкалинан), 5) ν, 6) θ, 7) ε, 8) η, 9) ζ, 10) ι, 11) γ (Нат, эта звезда считается также звездой α Тельца), 12) χ, 13) φ и 14) 2. Беруни называет Капеллу «Шеголем» (*Эиоук*), название «Капелла» — от латинского *capella* — «козочка», объясняющееся тем, что эту звезду представляли в виде козочки на плече у Возничего. «Менкалинан» — искажение арабских слов *манкаб зи-л-анан* (منكب ذي العنان) — «плечо обладателя поводьев». Звезды η и ζ Возничего Беруни называет староарабским названием «Два Ягненка» — *сахлатан* (سخلتان). «Нат» — искажение арабского слова *натх* (نطح) — «рог»; название объясняется тем, что эта звезда находится на роге Тельца.

¹⁵⁸ Змееносец, у Беруни *Ахува-миск ал-хита* — «заclinатель змей, держащий змею»; наше название — перевод птолемеевского *orhīochos*. Здесь указаны звезды: 1) α (Рас Альхаге), 2) β (Цельбальрай), 3) γ, 4) ι, 5) κ, 6) λ, 7) δ, 8) c,

9) μ , 10) ν , 11) τ , 12) η , 13) ξ , 14) A , 15) θ , 16) b , 17) 51, 18) 58, 19) ς , 20) ϕ , 21) χ , 22) ψ , 23) ω , 24) ρ . «Рас Альхаге» — искажение слов *ра'с ал-хавва* (رأس الحوا) — «Голова Заклинателя». «Цельбальрай» — искажение староарабского названия этой звезды *калб ар-ра'й* (كلب الرأى) — «собака пастуха». Это название и название α Змееносца «Пастух» (*ра'й*) тесно связаны со староарабским названием звезд «Козленок», «два Теленка», «два Ягненка», «два Осла» и т. д. (см. прим. 80, 183).

¹⁵⁹ Так в A и B (اجنب إثنين على الرأس), в T — الرأس — «голова».

¹⁶⁰ Так в A и B (اشملهما), в T — متقدم إثنين على المنكب الايمن — «Передняя из двух на правом плече».

¹⁶¹ Так в A и B (العيوق على المنكب الايسر), в T — تاليهما — «Задняя из них».

¹⁶² Так в A и B (المنكب الايمن), в T — متقدم اثنين على المنكب الايسر — «Передняя из двух на левом плече».

¹⁶³ Вне Змееносца указаны звезды: 1) 66, 2) 67, 3) 68, 4) 70, 5) 72 этого созвездия.

¹⁶⁴ Так по A и B (اشمل الكواكب الشرقية على المنكب الايمن), в T — اشمل الثلاثة الشرقية عن (المنكب الايمن). «Северная из трех на восток от правого плеча».

¹⁶⁵ Змея, у Беруни *хиййа ал-хавва* (حيّة الحوا) — «змея Змееносца»; наше название — перевод птолемеевского *orhis*. Здесь указаны звезды: 1) ι , 2) ρ , 3) γ , 4) β , 5) κ , 6) λ , 7) δ , 8) λ , 9) α (Унук-Эльхайя), 10) ϵ , 11) μ , 13) ν , 14) ξ , 15) ω , 16) ς , 17) η , 18) θ и 12) ν Змееносца. «Унук Эльхайя» — искажение арабских слов *'унок ал-хиййа* (عنق الحية) — «шея змеи».

¹⁶⁶ Стрела, у Беруни *сахм* (سهم) — перевод птолемеевского *oistos* — нул (نول) — «ткацкий станок». Здесь указаны звезды: 1) γ , 2) ς , 3) δ , 4) α , 5) β .

¹⁶⁷ Орел, у Беруни *'укаб* (عقاب) — перевод птолемеевского *aetos*. Здесь указаны звезды: 1) τ , 2) β , 3) α (Альтаир), 4) ω , 5) γ , 6) ϕ , 7) μ , 8) σ , 9) ζ . Беруни называет Альтаир «Летающим орлом» — *ан-насрат-та'ир* (النسر الطائر); «Альтаир» — искажение слова *ат-та'ир*.

¹⁶⁸ Вне Орла указаны звезды: 1) η , 2) θ , 3) δ , 4) ι , 5) κ , 6) λ этого созвездия.

¹⁶⁹ Дельфин — у Беруни *дульфин* (دلفين) — транскрипция птолемеевского *delphin*. Здесь указаны звезды: 1) ϵ , 2) ι , 3) κ , 4) β , 5) α , 6) δ , 7) γ , 8) η , 9) ζ , 10) θ .

¹⁷⁰ Так по A и B , в T вместо слова الثاني написано التالي — «следующий».

¹⁷¹ Малый конь — у Беруни *قطعة الفرس* — «передняя часть коня» — перевод птолемеевского *hippos prototē* (созвездие изображалось в виде головы и шеи коня). Здесь указаны звезды: 1) α , 2) β , 3) γ , 4) δ .

¹⁷² Пегас — у Беруни *الفرس المجنح* (крылатый конь), у Птолемея — *hippos* — «конь». Пегас — легендарный крылатый конь, на котором Персей прилетел спасать Андромеду. Здесь указаны звезды: 1) δ (Альферрац; эта звезда считается также звездой α Андромеды), 2) γ (Альгениб), 3) β (Шеат), 4) α (Маркаб), 5) τ , 6) ν , 7) η , 8) θ , 9) λ , 10) μ , 11) ζ , 12) ξ , 13) ρ , 14) τ , 15) ϕ , 16) ν , 17) ϵ , 18) π^2 , 19) ι , 20) κ . «Альферрац» — искажение арабского слова *ал-фарас* (الفرس) — «конь», являющегося сокращением одного из названий этой звезды *сирра ал-фарас* (سرة الفرس) — «Пуп коня». Название объясняется тем, что эта звезда находится на животе Пегаса. «Альгениб» — искажение арабского слова *ал-джаман* — «крыло». «Шеат» — искажение арабского слова *са'ид* (صاعد) — «плечевая часть руки». «Маркаб» — транскрипция арабского слова *маркаб* (مركب) — «седло».

¹⁷³ Так в *A* и *B* (السرة), в *T* — яркая (النيرة).

¹⁷⁴ Андромеда — у Беруни (اندروميذا) — транскрипция птолемеевского *Andromeda*. Андромеда (имя ее по-гречески означает «Не видевшая мужа») — легендарная эфиопская царевна. Согласно легенде, ее мать Кассиопея возбудила гнев морского бога Посейдона, похвалившись, что она красивее морских нимф nereид. Посейдон послал морское чудовище опустошать берега страны Кассиопей, и, чтобы избавиться от бедствий, Цетей был вынужден отдать чудовищу в жертву Андромеду, приковав ее к прибрежной скале. Андромеда была спасена Персеем и стала его женой. Здесь указаны звезды: 1) δ , 2) π , 3) ϵ , 4) σ , 5) ϕ , 6) ρ , 7) ι , 8) κ , 9) λ , 10) ζ , 11) η , 12) β (Мирак), 13) μ , 14) ν , 15) γ (Аламак), 18) ν , 19) τ , 20) ϕ , 21) *A*, 22) ω , 23) θ и звезды созвездия Персея: 16) ϕ и 17) ν . «Мирак» — искажение арабского слова *марак* (مراق) — «брюхо». Название объясняется тем, что эта звезда считалась Брюхом Рыбы — 28 стоянкой Луны.

¹⁷⁵ Треугольник, у Беруни *مثلث* (مثلث), перевод птолемеевского *trigōnōn*. Здесь указаны звезды: 1) α , 2) β , 3) δ , 4) γ .

¹⁷⁶ Овен, у Беруни *كابش* (كباش) — «баран» — перевод птолемеевского *kgios* и (حمل) — *хамаль* — «ягненок». Здесь указаны звезды: 1) γ , 2) β (Шератан), 3) η , 4) ϕ , 5) ι , 6) ν , 7) ϵ , 8) δ , 9) ζ , 10) τ^2 , 11) ρ , 12) σ и 13) μ Кита. «Шератан» — искажение арабского слова *шаратан* (شرطان) — «два знака» — общего названия β и γ Овна; «Два знака» — название 1 стоянки Луны.

¹⁷⁷ Вне Овна указаны звезды: 1) α (Хамаль), 2) ϵ , 3) 39, 4) 35, 5) 33 этого созвездия, Хамаль — транскрипция арабского названия созвездия *хамаль*.

¹⁷⁸ Телец, у Беруни *ساур* (ثور) — «бык», перевод птолемеевского *tauros*. Здесь указаны звезды: 1) *f*, 2) ζ , 3) ξ , 4) θ , 5) ϵ , 6) λ , 7) μ , 8) ν , 9) c^1 , 10) *d*, 11) γ^1 , 12) δ , 13) ϕ , 14) α (Альдебаран), 15) ϵ , 16) i , 17) *m*, 18) l^1 , 19) ζ , 20) τ , 21) ν , 22) κ , 23) A^1 , 24) ω^2 , 25) p , 26) ψ , 27) λ , 28) ϕ , 29) 16, 30) 17, 31) η , 32) 38; звезды 33) и 34) не идентифицированы. «Альдебаран» — транскрипция слова *ад-дабаран* (الدبران) — «идуший вслед» (за Плеядами). Альдебаран — назва-

ние 4 стоянки Луны. Гиады (hyades — по-гречески «дождливые») — скопление звезд в Тельце; греческое название Гиад объясняется тем, что с их восходом начиналась дождливая погода. О Плеядах см. прим. 68.

¹⁷⁹ В *A* и *B* название звезды ζ и строка с данными о звезде τ Тельца отсутствуют.

¹⁸⁰ Вне Тельца указаны звезды: 1) 10, 2) ι , 3) ν , 4) σ , 5) 126, 6) 129, 7) 121, 8) 125, 9) 132, 10) 136, 11) 139 этого созвездия.

¹⁸¹ Близнецы, у Беруни *та в'аман* (توأمان), перевод птолемеевского *didymoi*. Здесь указаны звезды: 1) α (Кастор), 2) β (Поллукс), 3) ϕ , 4) τ , 5) ι , 6) ν , 7) κ , 8) Λ , 9) σ , 10) ϵ , 11) δ , 12) ζ , 13) λ , 14) η , 15) μ , 16) ν , 17) γ (Альхени), 18) ξ . «Кастор» и «Поллукс» — имена легендарных греческих близнецов, сыновей Леды и Зевса. «Альхени» — искажение арабского названия 6 стоянки Луны *ал-хан'а* (الحنعة), состоящей из звезд γ и ξ .

¹⁸² Вне Близнецов указаны звезды: 1) 1, 3) d , 4) 85, 5) g , 6) f этого созвездия, а также звезды: 2) κ Возничего и 7) ξ Рака.

¹⁸³ Рак, у Беруни *саратан* (صسرطان), соответствует птолемеевскому *karqinos*. Здесь указаны звезды: 1) ϵ , 2) η , 3) ϕ , 4) γ , 5) δ , 6) α , 7) ι , 8) μ^2 , 9) β . Беруни называет звезды γ и δ их староарабским названием «Два Осла» — *хамаран* (حمامان).

¹⁸⁴ Вне Рака указаны звезды: 1) σ , 2) κ , 3) ν , 4) ξ этого созвездия.

¹⁸⁵ Лев, у Беруни *асад* (أسد) соответствует птолемеевскому *leontos*. Здесь указаны звезды: 1) κ , 2) γ , 3) μ , 4) ϵ , 5) ζ , 6) ν , 7) η , 8) α , (Регул), 9) Λ , 10) ν , 11) ψ , 12) ξ , 13) σ , 14) π , 15) ρ , 16) i , 17) k , 18) l , 19) b , 20) δ , 21) n , 22) ϕ , 23) ι , 24) σ , 25) τ , 26) ν , 27) β (Денебола). Беруни называет Регул «Царственной» — Малики (ملكى); название «Регул» — от латинского *regulus* — «царек». «Денебола» — искажение слов *занаб ал-асад* (ذنب الأسد) — «хвост льва».

¹⁸⁶ Звезды, указанные Беруни как находящиеся вне Льва, впоследствии частично включены в созвездия Малого Льва и Волос Вероники. Здесь указаны звезда 41 Малого Льва, звезды созвездия Льва: 2) 54, 3) χ , 4) c , 5) d и звезды созвездия Волос Вероники: 6) c , 7) h , 8) k . «Туманный локон» — основная часть созвездия Волос Вероники.

¹⁸⁷ Дева — у Беруни *'азра* (عذرا), соответствует птолемеевскому *parthenos*. Здесь указаны звезды: 1) ν , 2) ξ , 3) σ , 4) π , 5) β , 6) η , 7) γ , 8) 46, 9) ϕ , 10) δ , 11) ρ , 12) d^2 , 13) ϵ , 14) α (Спика); 15) ζ , 16) l , 17) h , 18) m , 19) i , 20) 86, 21) ρ , 22) ι , 23) κ , 24) ϕ , 25) λ , 26) μ . Беруни называет Спика Симаком безоружным — *ас-симак ал-а'зал* (السماك الاعزل), «безоружный» — в отличие от Арктура. Название «Спика» — от латинского слова *spica* — «колос» (созвездие Девы изображалось в виде жницы с колосом в руке). «Симак» — название 14 стоянки Луны.

¹⁸⁸ Вне Девы указаны звезды: 1) χ , 2) ϕ , 3) 49, 4) 53, 5) 61, 6) 89 этого созвездия.

¹⁸⁹ Весы — у Беруни *мизан* (میزان); у Птолемея *chelai* — «клешни» (созвездие рассматривалось как продолжение созвездия Скорпиона). Здесь указаны звезды: 1) α , 2) μ , 3) β , 4) δ , 5) ι , 6) ν , 7) γ , 8) ϕ .

¹⁹⁰ Вне Весов указаны звезды: 1) 37, 2) 48, 4) λ , 5) 41 и 6) κ этого созвездия и звезды созвездия Скорпиона: 3) ξ , 7) γ , 8) $2H$, 9) O .

¹⁹¹ Скорпион — у Беруни 'акраб (عقرب) соответствует птолемеевскому skorpios. Здесь указаны звезды: 1) β (Акраб), 2) δ, 3) π, 4) ρ, 5) ν, 6) ω, 7) σ, 8) α (Антарес), 9) τ, 10) c², 11) d, 12) ε, 13) μ, 14) ζ², 15) ζ¹, 16) η, 17) θ, 18) ι, 19) κ, 20) λ, 21) υ. «Акраб» — транскрипция названия созвездия 'ақраб. Беруни называет Антарес «Сердцем Скорпиона» *калб ал-акраб* (قلب العقرب), что объясняется красным цветом этой звезды. Наше название «Антарес» от греческого anta — «вместо» и Agēs — «Марс», также объясняется красным цветом этой звезды, сходным с цветом Марса.

¹⁹² Вне Скорпиона указаны звезды: 1) γ Телескопа, 2) d Змееносца и 3) 3 Стрельца.

¹⁹³ Стрелец — у Беруни *рами* (رامي) — «стрелок», соответствует птолемеевскому toxotēs и *кауc* (قوس) — «лук»; созвездие Стрельца изображалось в виде кентавра с луком. Здесь указаны звезды: 1) γ, 2) δ, 3) ε, 4) λ, 5) μ, 6) σ, 7) ν, 8) φ, 9) ξ, 10) ο, 11) π, 12) d, 13) ρ, 14) υ, 15) l, 16) g, 17) 57, 18) x, 19) h, 20) ψ, 21) τ, 22) ζ, 23) β, 24) α (Альрами), 25) η, 26) θ, 27) ι, 28) ω, 29) A, 30) b, 31) c. «Альрами» — искажение арабского названия созвездия *ар-рами*.

¹⁹⁴ Так в A и B, в T описка — الفرس — «конь» вместо القوس.

¹⁹⁵ В A и B название звезды λ Стрельца не приводится, так как часть столбца с названием звезд 4), 5), 6), 7), оказалась передвинутой на одну строку вверх и название звезды ξ приводится дважды, как 8) и 9) звезды Стрельца.

¹⁹⁶ В A и B эта звезда названа дважды, как 8) и 9) звезды.

¹⁹⁷ Козерог — у Беруни *ал-джадй* (الجدي) — «козленок», у Птолемея — aigakegōs — «обладающий рогами козы»; созвездие Козерога изображалось мифическим зверем — козой с рыбьим хвостом. Здесь указаны звезды: 1) α, 2) ν, 3) β, 4) ξ, 5) ο, 6) π, 7) ρ, 8) σ, 9) τ, 10) υ, 11) ψ, 12) ω, 13) A, 14) ζ, 15) b, 16) φ, 17) χ, 18) η, 19) θ, 20) ι, 21) ε, 22) κ, 23) γ, 24) δ, 25) 42, 26) μ, 27) λ, 28) c¹.

¹⁹⁸ Водолей — у Беруни *сакиб ал-ма'* (ساكب الماء) соответствует птолемеевскому hydrochoos и *далв* (دلو) — «ведро». Здесь указаны звезды: 1) d, 2) α (Садалмелек), 3) ο, 4) β, 5) ξ, 6) ν, 7) μ, 8) ε, 9) γ, 10) π, 11) ζ, 12) η, 13) θ, 14) ρ, 15) σ, 16) ι, 17) e, 18) δ, 19) τ, 20) f, 21) g², 21) g¹, 23) κ, 24) λ, 25) h, 26) φ, 27) χ, 28) ψ¹, 29) ψ², 30) 94, 31) ω¹, 32) ω², 33) A, 34) i¹, 35) i², 36) b¹, 37) b², 38) b³, 39) c¹, 40) c², 41) c³ и 42) α Южной Рыбы (Фомальгаут). Наше название α Водолея «Садалмелек» — искажение арабских слов *са'д ал-мулк* (سعد الملك) — «счастье государства», являющихся одним из названий этой звезды. Заметим, что 23, 24 и 25 стоянки Луны, находящиеся в созвездии Водолея, называются «Счастье глотающего» — *са'д була'* (سعد بلاع); «Счастье счастливых» — *са'д ас-су'уд* — (سعد السعود) и «Счастье палаток» — *са'д ал-ахбийя* (سعد الاخبية). «Фомальгаут» — искажение слов *фумм ал-хут* (فم الحوت) — «рот рыбы Хут».

¹⁹⁹ Вне Водолея указаны звезды созвездия Кита: 1) 2, 2) 6, 3) 7.

²⁰⁰ Рыбы — у Беруни *самакатан* (سمكتان) — «две рыбы». Наше название — перевод птолемеевского ichthyes. Здесь указаны звезды: 1) β, 2) γ, 3) b, 4) θ, 5) ι, 6) κ, 7) λ, 8) ω, 9) b, 10) 51, 11) δ, 12) ε, 13) ζ, 14) e, 15) f, 16) μ, 17) ν, 18) ξ, 19) α, 20) ο, 21) π, 22) η, 23) ρ, 24) g, 25) τ, 26) h, 27) k, 28) i, 29) ψ¹, 30) ψ², 31) ψ³, 32) υ, 33) φ, 34) χ.

²⁰¹ على هامتها .

²⁰² Вне рыб указаны звезды: 1) 27, 2) 29, 3) 30, 4) 33 этого созвездия.

²⁰³ Кит, у Беруни *кайтус* (قيطس) — «кит», транскрипция птолемеевского *kētōs* и *саб' ал-бахр* (سبع البحر) — «морской зверь». Созвездие Кита изображалось мифическим морским чудовищем с двумя передними лапами и раздвоенным рыбьим хвостом, передняя часть туловища которого отдаленно напоминала Льва. Здесь указаны звезды: 1) λ, 2) α, 3) γ, 4) δ, 5) ν, 6) μ, 7) ξ, 8) ρ, 9) σ, 10) ε, 11) π, 12) τ, 13) υ, 14) ζ, 15) φ, 16) η, 17) φ⁴, 18) φ³, 19) φ², 20) φ¹, 21) ι, 22) β (Денеб Кейтос или Дифда). «Денеб кейтос» и «Дифда» — искажения арабских слов *занаб кайтус* (ذنب قيطس) — «хвост кита» и *дифда* (دفع) — «лягушка». Последнее происходит от староарабского названия этой звезды «Вторая лягушка».

²⁰⁴ Орион, — у Беруни *джаббар* (جبار) — «великан» и *джауза* (جوزا) — слово, которое мы переводим как «сопряженный». Последнее слово, обозначающее черно-белого ягненка, употребляется также как название созвездия Близнецов и показывает, что это созвездие изображалось «двойным человеком». У Птолемея созвездие называлось *Огїбн* по имени мифического стрелка, убитого Артемидой за то, что он вызвал ее на состязание в метании диска. Здесь указаны звезды: 1—3) λ, 4) α (Бетельгейзе), 5) γ (Беллатрикс), 6) Α, 7) μ, 8) κ, 9) ξ, 10) ν, 11) ρ², 12) ρ¹, 13) χ¹, 14) χ², 15) ω, 16) η², 17) η¹, 18) ψ², 19) 15, 20) 11, 21) ο, 22) π¹, 23) π², 24) π³, 25) π⁴, 26) π⁵, 27) π⁶, 28) δ (Мантака), 29) ε, 30) ζ, 31) η, 32) Σ, 33) φ, 34) ι, 35) δ, 36) υ, 37) β (Ригель), 38) τ, 39) σ, 40) κ. «Бетельгейзе» — искажение слов *байт ал-джауза* (بيت الجوزا) — «подмышка Сопряженного». Название «Беллатрикс» — от латинского *Bellatrix* — «вонительница». Звезда получила это название потому, что в средние века считалась покровительницей воинов. «Мантака» — транскрипция арабского слова *мантака* (منطقة) — «пояс». «Ригель» — искажение арабского слова *риджл* (رجل) — «нога». Название «Третья нога» (الرجل الثلاثة), по-видимому, связано с представлением об Орионе, как о «двойном человеке».

²⁰⁵ Так в *A* и *B* (نير), в *T* — بين — «между».

²⁰⁶ Эридан, у Беруни — *нахр* (نهر) — «река», соответствует птолемеевскому *rotamos*; Эридан — древнее название реки По, а также одно из имен мифического сына Солнца Фазтона, который согласно легенде упал на землю и утонул в реке По. Здесь указаны звезды: 1) λ, 2) β, 3) ψ, 4) ω, 5) μ, 6) ν, 7) ξ, 8) ο², 9) ο¹, 10) γ, 11) π, 12) δ, 13) ε, 14) ζ, 15) ρ², 16) ρ³, 17) η, 18) τ¹, 19) τ², 20) τ³, 21) τ⁴, 22) τ⁵, 23) τ⁶, 24) τ⁷, 25) τ⁸, 26) τ⁹, 27) υ¹, 28) υ², 29) υ³, 30) υ⁴, 31) υ⁵, 32) g, 33) h, 34) α (Ахернар). «Ахернар» — искажение слов *ахир ан-нахр* (آخر النهر) — «конец реки». Номера 33—34 по долготе звезд отсутствуют в рукописях.

²⁰⁷ Для последних звезд созвездия Реки в этом столбце данные не приводятся.

²⁰⁸ Заяц, у Беруни *арнаб* (ارناب), перевод птолемеевского *lagōs*. Здесь указаны звезды: 1) ι, 2) κ, 3) ν, 4) λ, 5) μ, 6) 2, 7) α (Арнеб), 8) β, 9) δ, 10) γ, 11) ζ, 12) η. «Арнеб» — искажение арабского слова *арнаб* — «заяц».

²⁰⁹ Большой Пес — у Беруни *الكلب الأكبر* у Птолемея *κῶβ* — «пес».

Здесь указаны звезды: 1) α (Сириус), 2) φ, 3) μ, 4) γ, 5) ι, 6) π, 7) ν³, 8) ν², 9) β, 10) ξ¹, 11) ξ², 12) ο², 13) ο¹, 14) δ, 15) ε, 16) κ, 17) ζ, 18) η. Сириус у Беруни *аш-ши'ра ал-йаманиййа (الشعرا اليمنية)* — «Йеменский Сириус».

Эта звезда называлась Йеменским, т. е. южным, Сириусом, в отличие от Проциона, называвшегося Сирийским, т. е. северным Сириусом. Слово «Сириус» обычно производят от греческого *seirios* — «знойный», но наличие в арабском названии этой звезды специфического семитического звука *е* (*'a'ayn*), отсутствующего у греков, указывает на то, что оно происходит от народов Древнего Востока, скорее всего от вавилонян или финикийян.

²¹⁰ Звезды, указанные здесь как находящиеся вне Большого Пса, впоследствии включены в созвездия Единорога и Голубя. Здесь указаны звезды: 1) 19 Единорога, звезды созвездия Голубя: 2) φ, 3) κ, 4) δ, 6) μ, 7) λ, 8) γ, 9) β, 10) α, 11) ε и звезда 5) λ Большого Пса. Номер по долготе 11 звезды отсутствует в рукописях.

²¹¹ Малый Пес, у Беруни *الكلب المقدم* — «предшествующий пес», соответствует птолемеевскому *ροκυον* (это созвездие находится перед созвездием Большого Пса). Здесь указаны звезды: 1) β (Мирцам), 2) α (Процион). «Мирцам» — искажение арабского слова *мирзам (مرزم)* — «привязь». Беруни называет Процион «Плачущим Сириусом» *аш-ши'ра ал-гумайса (الشعرا الغميصه)* (ее называли также Сирийским Сириусом). Название «плачущий» объясняется тем, что эта звезда значительно тусклее Сириуса — самой яркой из неподвижных звезд. Название «Процион» — от греческого названия этого созвездия. Номера по долготе обеих звезд отсутствуют в рукописях.

²¹² Корабль Арго, у Беруни *сафина (سفينة)* — «корабль», у Птолемея *Argō*. Созвездие названо по имени легендарного корабля аргонавтов. В настоящее время оно разделено на созвездия Кормы, Парусов, Компаса и Киля. Здесь указаны звезды созвездия Кормы: 1) *e*, 2) *ι*, 3) *ξ*, 4) *ο*, 5) *π*, 6) *κ*, 7) *ρ*, 8) *τ*, 9) *ι*, 10) *χ*, 11) *θ*, 12) *π*, 13) *f*, 14) *α*, 15) *c*, 16) *b*, 17) *ζ*, 20) *h*¹, 21) *h*², 33) *σ*, 34) *P*, 37) *ο*, 43) *v*, 45) *τ*, звезды созвездия Парусов: 22) *d*, 23) *a*, 24) *b*, 25) *D*, 26) *C*, 31) *λ*, 32) *ψ*, 35) *γ*, 38) *δ*, 40) *κ*, 41) *N*, звезды созвездия Компаса: 27) *β*, 28) *α*, 29) *γ*, 30) *δ*, звезды созвездия Киля: 36) *χ*, 39) *f*, 44) *α* (Канопус) и звезда 42) η Голубя; звезды 18) и 19) не идентифицированы. Номера по долготе 1—8 звезд отсутствуют.

²¹³ Так по *A* и *B*, в *T* — *اشمل ثلاثة قرب الدؤل* — «самая северная из трех около мачты».

²¹⁴ Так по *A* и *B*, в *T* — *اوسطها* — «средняя из них».

²¹⁵ Так по *A* и *B*, в *T* — *اجبها* — «самая южная из них».

²¹⁶ Так по *A* и *B*, в *T* — *اشمل مقترنين تحت تلك* — «северная из двух близких друг к другу под этой».

²¹⁷ Так по *A* и *B*, в *T* — *منقلم اثنين تحت هذا النير* — «передняя из двух под этой яркой».

²¹⁸ Так по *A* и *B*, в *T* — *تاليهما* — «задняя из них».

²¹⁹ Так по *A* и *B*, в *T* — *تحت* — «под».

²²⁰ Так мы переводим по *T*, в *A* и *B* описка — *سكينة* вместо *سفينة*.

²²¹ Гидра, у Беруни *шуджа'* — شجاع, соответствует птолемеевскому hydros. Здесь указаны звезды: 1) σ , 2) δ , 3) ϵ , 4) η , 5) ζ , 6) ω , 7) θ , 8) τ^2 , 9) ι , 10) τ^1 , 11) 29, 12) α (Альфард), 13) κ , 14) ν^1 , 15) ν^2 , 16) μ , 17) ϕ , 18) ν , 20) χ^1 , 21) ξ , 22) \omicron , 23) β , 24) γ , 25) π и звезда 19) β Чаша. «Альфард» — транскрипция слова *ал-фард* (الفرد) — «одинокая».

²²² Звезды, указанные здесь как находящиеся вне Гидры, впоследствии включены в созвездия Единорога и Секстанта. Здесь указаны звезды: 1) 30 Единорога и 2) α Секстанта.

²²³ Чаша, у Беруни *батый'а* (باطية), соответствует птолемеевскому krater. Здесь указаны звезды: 1) α , 2) γ , 3) δ , 4) ζ , 5) ϵ , 6) η , 7) θ .

²²⁴ Ворон, у Беруни *гураб* (غراب), соответствует птолемеевскому когах. Здесь указаны звезды: 1) α , 2) ϵ , 3) ζ , 4) γ , 5) δ , 6) η , 7) β .

²²⁵ Центавр (кентавр), у Беруни *кантаурис* (قنطورس) транскрипция птолемеевского kentauros. Здесь указаны звезды созвездия Центавра: 1) g , 2) h , 3) i , 4) k , 5) ι , 6) θ , 7) ψ , 8) d , 9) a , 10) c^1 , 11) b , 12) ν , 13) μ , 14) ϕ , 15) χ , 16) η , 17) κ , 18) ζ , 19) ν^2 , 20) ν^1 , 21) ω , 22) f , 23) γ , 24) τ , 25) σ , 26) δ , 27) ρ , 28) M , 29) ϵ , 30) Q , 35) α , 36) β и звезды созвездия Южного Креста: 31) γ , 32) β , 33) δ , 34) α (эти четыре звезды, расположенные в виде четырехугольника, в настоящее время считаются основными звездами созвездия Южного Креста), 37) μ .

²²⁶ Так в T — ظهر الفرس, в A и B название звезды 23) по T .

²²⁷ Так в T — تالى ثلاثة عن القطب, в A и B название звезды 24) по T .

²²⁸ Так в T — اوسطها, в A и B название звезды 25) по T .

²²⁹ Так в T , в A и B — название звезды 26) по T .

²³⁰ В A и B название звезды 27) по T .

²³¹ Так в T — تاليهما, в A и B название звезды 28) по T .

²³² Так в T — صدر الفرس, в A и B название звезды 29) по T .

²³³ Так в T — متقدم اثنين تحت البطن, в A и B название звезды 30) по T .

²³⁴ Так в T — الرجل اليمنى ما بين, в A и B — неверно, تاليهما.

²³⁵ В A и B — الكعب الايمن — «правое заднее копыто».

²³⁶ Так в T , в A и B — الكعب الايسر — «левое заднее копыто».

²³⁷ Так в B , в A и T — المؤخرة الخارج تحت اليد اليمنى.

²³⁸ Волк, у Беруни *субеж* — سبع, соответствует птолемеевскому thèrion.

Созвездие изображалось в виде зверя, которого душит Центавр. Здесь указаны звезды: 1) β , 2) α , 3) δ , 4) γ , 5) ϵ , 6) λ , 7) π , 8) μ , 9) κ , 10) ζ , 11) ρ , 12) ι , 13) τ , 14) η , 15) θ , 16) χ , 17) ξ , 18) i , 19) f .

²³⁹ الكتفى, в B — الكفى, в данном случае «лапа».

²⁴⁰ Так в A и T , в B — تاليهما وسطا — «следующая из них по середине».

²⁴¹ Так в A и B (لم نجده), в T — 4 м (ص).

²⁴² Так в A и B , в T — لم نجده.

²⁴³ Жертвенник, у Беруни *миджмара* (مجمرة) соответствует птолемеевскому thymiatêrion. Здесь указаны звезды: 1) σ 2) ϕ , 3) α , 4) ϵ^1 5) γ , 6) β , 7) ζ .

²⁴⁴ Южная Корона, у Беруни *иклил* (إكليل) — «корона». Наше название — перевод птолемеевского *stephanos potios*. Здесь указаны звезды: 2) η , 3) θ , 4) ζ , 5) δ , 6) β , 7) α , 8) γ , 9) ϵ , 10) ν , 11) λ , 12) κ , 13) ϕ и звезда 1) δ Телескопа.

²⁴⁵ Конъект: *كبير* вместо *كثير*.

²⁴⁶ Южная рыба, у Беруни *ал-хут* (الحوث) — «рыба хут». Наше название — перевод птолемеевского *ihtys potios*. Здесь указаны звезды: 1) α , 2) β , 3) γ , 4) δ , 5) ϵ , 6) μ , 7) ζ , 8) λ , 9) η , 10) ϕ , 11) ι . Номер по долготе 11 звезды отсутствует в рукописях.

²⁴⁷ Звезды, указанные здесь как находящиеся вне Южной Рыбы, впоследствии были включены в созвездия Микроскопа. Здесь указаны звезды созвездия Микроскопа: 1) α , 2) γ , 3) ϵ , 4) δ . Звезды 5) и 6) Беруни не идентифицированы. Величины звезд этого созвездия по Птолемею в *B* не приведены.

²⁴⁸ «Сгорание» — *إحتراق*.

²⁴⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — во множественном числе.

²⁵⁰ Беруни здесь имеет в виду явление астрономической рефракции, т. е. преломление световых лучей при прохождении ими земной атмосферы. Это явление он объясняет «отходом» луча из-за «мельчайших частиц» (هباآت), буквально, «мельчайшей пыли» атмосферы.

²⁵¹ «Опережающая квадратура» — положение звезды на 90° впереди Солнца на эклиптике в направлении их видимого движения в отличие от «запаздывающей квадратуры» — положения звезды на 90° позади Солнца.

²⁵² Об ал-Баттани см. прим. 95 к II книге.

²⁵³ О *барбахе* см. прим. 100 к VIII книге.

²⁵⁴ Так в *A* и *B* *مع*, в *T* — *من* — «от».

²⁵⁵ Так в *A* и *B* *بإستحصافاً*, в *T* — *بإستحصاء*.

²⁵⁶ Сочинение Птолемея «Книга о восхождениях светил и *анва'*» не сохранилась. Об *анва'* см. прим. 319.

²⁵⁷ О созвездиях Стрелы и Дельфина см. прим. 166 и 169, о Плеядах — прим. 68.

²⁵⁸ Так мы читаем, в *A* и *B* здесь пропуск, в *T* — *GHC*.

²⁵⁹ Конъект. Так — *زب* — мы читаем вместо *دب*.

²⁶⁰ Перейдя к современным обозначениям, правила Беруни можно свести к следующим формулам.

К прямоугольным сферическим треугольникам *BGH* и *FEH*, с прямыми углами, соответственно, в точках *B* и *E*, применяя сферическую теорему синусов, получим пропорции:

$$\frac{\sin GH}{\sin GB} = \frac{1}{\sin H}, \quad \frac{\sin HF}{\sin FE} = \frac{1}{\sin H},$$

откуда

$$\frac{\sin GH}{\sin GB} = \frac{\sin HF}{\sin FE}.$$

Если мы обозначим понижение *FE* Солнца через *h*, дугу эклиптики, являющуюся «расстоянием между серединой неба и восхождением», *GH* — через λ_1 , «полуденную

высоту» GB — через h_1 , дуги эклиптики HF и GF , соответственно, через λ и λ_2 , то последнюю пропорцию можно переписать в виде

$$\frac{\sin \lambda_1}{\sin h_1} = \frac{\sin \lambda}{\sin h},$$

откуда

$$\lambda = \arcsin \left(\sin h \cdot \frac{\sin \lambda_1}{\sin h_1} \right).$$

Так как, вообще говоря, $GF = GH \pm HF$, то

$$\lambda_2 = \lambda_1 \pm \lambda = \lambda_1 \pm \arcsin \left(\sin h \cdot \frac{\sin \lambda_1}{\sin h_1} \right),$$

где знак плюс соответствует случаю, рассмотренному на рис. 178, а знак минус — случаю захода Солнца, когда точка F находится между G и H .

²⁶¹ Так в A и B , в T — EK .

²⁶² В A и B — MO (مع).

²⁶³ В A точка K — между точкой E и кругом высоты.

²⁶⁴ $من$ в T это слово опущено.

²⁶⁵ Конъект. В A и B — $\{ \Delta \lambda \}$, в T — $\{ \Delta \lambda \}$. Мы читаем — $\{ \Delta \lambda \}$.

²⁶⁶ Здесь метод Птолемея, состоящий в замене малых дуг хордами (см. прим. 39 к VIII книге), применяется для малых сферических треугольников. Здесь к прямоугольному сферическому треугольнику DBE с прямым углом B , гипотенузой DE и острым углом E , применяется плоская теорема синусов. Угол E — «дополнение широты климата наблюдения» — $90^\circ - \varphi'$, гипотенуза DE — «градус соответствия», т. е. дуга на эклиптике, катет DB — «понижение», т. е. дуга круга высоты. Так как Птолемей рассматривает малый треугольник, то обозначим дуги эклиптики и круга высоты, соответственно, через $\Delta\lambda$ и Δh . В силу теоремы синусов для плоского треугольника DBE имеет место пропорция

$$\frac{ED}{\sin B} = \frac{DB}{\sin E},$$

т. е. в наших обозначениях

$$\Delta h = \Delta\lambda \cdot \cos \varphi'.$$

²⁶⁷ Здесь также малые сферические треугольники BDE и EKN рассматриваются, как плоские треугольники, и к ним применяется плоская теорема синусов. В треугольнике EKN угол N — прямой, угол E — «дополнение широты климата наблюдения» (см. прим. 266), т. е. $90^\circ - \varphi'$, а угол N — его дополнение, т. е. φ' , катет HK — эклиптическая широта, которую мы обозначим через $\Delta\beta$. Тогда в силу теоремы синусов для треугольника EKN имеет место пропорция

$$\frac{HK}{\sin E} = \frac{KE}{\sin N},$$

т. е.

$$KE = \Delta\beta \cdot \operatorname{tg} \varphi'.$$

Обозначим дуги эклиптики KE и DK , соответственно, через λ_1 и λ_2 . Тогда

$$\Delta\lambda = DE = DK \pm EK = \lambda_2 \pm \lambda_1 = \lambda_2 \pm \Delta\beta \cdot \operatorname{tg} \varphi';$$

дуга λ_2 известна по наблюдению. Далее, из треугольника BDE находится понижение DB , равное

$$\Delta h = (\lambda_2 \pm \Delta\beta \cdot \operatorname{tg} \varphi') \cos \varphi'.$$

²⁶⁸ Так в A и B , в T — KH .

²⁶⁹ В T здесь пропуск.

²⁷⁰ Альмукантарат — المقنطرة , (*а л-мукантара*), буквально «сводчатая» — малый круг небесной сферы, проходящий через светило параллельно плоскости горизонта.

²⁷¹ Т. е.

$$\frac{\sin \delta}{\cos \varphi} = \sin \theta.$$

Об этом см. прим. 123 к IV книге.

²⁷² *Накшатра* — نكشتر , см. Индия, стр. 313.

²⁷³ $360^\circ : 27 = 40^\circ : 3 = 13 \frac{1}{3}$; $13 \frac{1}{3} \cdot 60 = 800$.

²⁷⁴ «Мельчайшие частицы» — هباة , буквально, «мельчайшая пыль» (ср. прим. 250). Представление о делении эклиптики на «мельчайшие частицы» связано с атомистическими представлениями о пространстве (см. прим. 63 к VIII книге).

²⁷⁵ Мы переводим словом «астрологический» слово احكامية , прилагательное от слова احكام — «приговоры» (звезд), см. прим. 69.

²⁷⁶ Так в A и B , в T — в единственном числе.

²⁷⁷ «Восхождение» — طلوع — восхождение светила по отношению к годовому движению Солнца в отличие от его восхода (تشریف) в видимом суточном движении небесной сферы.

²⁷⁸ Так в A и B — فثبوت , в T — فينوب .

²⁷⁹ Два знака (الشرتان) — звезды β и γ Овна; см. прим. 176.

²⁸⁰ Брюшко (البطين) — звезды δ , ϵ и ρ Овна. Название объясняется тем, что эти звезды находятся на брюхе Овна, а уменьшительное — что эта стоянка меньше 28 стоянки — Чрева Рыбы (см. прим. 305).

²⁸¹ Альдебаран — α Тельца; см. прим. 178.

²⁸² Кружок из волос — λ , φ' , φ'' Ориона. Орион здесь назван «великаном»; см. прим. 204.

²⁸³ *Хан'а* — الهنة — буквально, «отметка на шее верблюда», звезды γ и ξ Близнецов; см. прим. 181.

²⁸⁴ Локоть (الذراع) — звезды α и β Близнецов (Кастор и Поллукс, см. прим. 181). Название «Локоть» объясняется тем, что эти звезды рассматривались, как вытянутая лапа арабского созвездия Льва, включающего в себя, кроме греческого созвездия Льва, также созвездия Рака, Близнецов, Лиры, Орла и Малого Пса. Поджатой лапой того же Льва считались Прочион и Мирцам — α и β Малого Пса.

²⁸⁵ Разброс (الثررة) — звезды γ , δ и ϵ Рака.

²⁸⁶ Глаз — الطرف — звезды η Рака и λ Льва.

²⁸⁷ Лоб (Льва) — الجمهة — звезды α (Регул), γ , η и ζ Льва.

²⁸⁸ Брус — الزبرة — звезды δ и η Льва.

- ²⁸⁹ Поворот — *الصرفة* — звезда β Льва (Денебола).
- ²⁹⁰ Лающие — *العواء* — звезды β , γ , ϵ и η Девы. Название объясняется тем, что арабы считали эти звезды собаками, бегущими вслед за арабским Львом (см. прим. 284).
- ²⁹¹ Симак — *السماك* — Симак Безоружный, т. е. звезда α Девы (Слика, см. прим. 187).
- ²⁹² Завеса — *الغفر* — буквально, «покрывающая», ι , κ и λ Девы.
- ²⁹³ Две клешни — *الزبائين* — звезды α , β Весов. Название происходит от птолемеевского названия созвездия Весов — «Клешни».
- ²⁹⁴ Корона — *الاكليل* — β (Акраб), δ и π Скорпиона.
- ²⁹⁵ Сердце — *القلب* — Сердце Скорпиона, т. е. звезда α Скорпиона (Антарес, см. прим. 191).
- ²⁹⁶ Жало — *الشولة* — т. е. поднятая часть хвоста Скорпиона, λ и ν Скорпиона.
- ²⁹⁷ Страусы — *النعام* — звезды γ , δ , ϵ , η , ζ , σ , τ и ϕ Стрельца.
- ²⁹⁸ Просвет между бровями — *البلدة* — участок без звезд около звезды π Стрельца.
- ²⁹⁹ Счастье режущего — *سعد الذابج* — звезды α , ν и β Козерога, звезда ν считалась овцой, которую режут.
- ³⁰⁰ Счастье Глотающего — *سعد بلع* — звезды ϵ , μ и ν Водолея.
- ³⁰¹ Счастье счастлих — *سعد السهود* — звезды β и ξ Водолея и ϵ Козерога.
- ³⁰² Счастье палаток — *سعد الاخيمة* — звезды γ , η , ξ и π Водолея.
- ³⁰³ Первое горлышко — *الفرغ الاول* — звезды α и β Пегаса.
- ³⁰⁴ Второе горлышко — *الفرغ الثاني* — звезды γ и δ Пегаса.
- ³⁰⁶ Брюхо — *بطن الحوت* — Мирак — звезда β Андромеды.
- ³⁰⁶ Падающий Орел — звезда α Лиры (Вега), см. прим. 151.
- ³⁰⁷ Бухт Луны — суточное продвижение Луны; см. прим. 1 к VIII книге.
- ³⁰⁸ Аналогичная таблица с указаниями долгот и широт индийских стоянок Луны приведена Беруни в «Индии» (Индия, стр. 417—418); ср. эти названия с индийскими названиями месяцев.
- ³⁰⁹ О Брахмагупте см. прим. 125 к VIII книге.
- ³¹⁰ О Локоне см. прим. 186.
- ³¹¹ Ромб — *معين* — звезды α , δ , ϵ , η созвездия Ворона, составляющие ромб.
- ³¹² Аорта — *النياط* — звезды σ и τ Скорпиона, находящиеся по обе стороны от Антареса (Сердце Скорпиона).
- ³¹³ «Страусы, переходящие [реку]» — *التعام الواردة* — звезды γ , δ , ϵ и η Стрельца, «страусы, выходящие [из реки]» — *التعام الصادرة* — звезды ζ , σ , τ и ϕ Стрельца. Под рекой здесь имеется в виду Млечный путь. В T четверка цифр 1, 2, 3, 25 и 6, 8, 21, 22 ошибочно поставлены в предыдущие клетки.

³¹⁴ Так в *A* и *B*, в *T* стоянка *A* биджит имеет номер 0, а следующие стоянки — номера от 22 до 27.

³¹⁵ Льянная нить — خيط الكتان — звезды, соединяющие переднюю и заднюю из Рыб.

³¹⁶ Ввиду того, что суточное время определяется Солнцем, восхождение различных неподвижных звезд происходит в разное время года в различное время суток. Это позволяет определять времена года и связанные с ними метеорологические явления по восхождениям и заходам различных групп неподвижных звезд и, в частности, по восхождениям и заходам стоянок Луны.

³¹⁷ «Заходящая» — آفل, «захождение» — أفول и سقوط по отношению к годичному движению Солнца в отличие от его захода (تغريب) в видимом суточном движении небесной сферы (см. прим. 277).

³¹⁸ *Барих*, от بارح, мн. ч. بوارح (*баварих*) — буквально, «истекший», здесь это слово обозначает ветреную погоду и связываемое с такой погодой захождение стоянки Луны.

³¹⁹ *Ан ва'* — انوا', мн. ч. от نوا' (*нау*), буквально, «буря», здесь это слово обозначает дождливую погоду и связываемое с такой погодой восхождение стоянки Луны.

³²⁰ «Ведро» — الدلو — звезды α , β , γ и δ Пегаса, расположенные в виде трапеции; эти четыре звезды составляют 26 и 27 стоянки Луны.

³²¹ Газеленок — الرشاء — другое название звезды β Андромеды (Брюхо Рыбы), составляющей 28 стоянку Луны.

³²² Цитата из «Корана» (76 стих 28 суры) приведена в переводе И. Ю. Крачковского.

³²³ Абу Ма'шар Джа'фар ал-Балхи (ум. 886), уроженец Балха, астроном и астролог, работавший в Багдаде, был известен в средневековой Европе под именем Albitasag.

³²⁴ Имеются в виду фазы Луны — новолуние, полнолуние и две четверти.

³²⁵ 22 нисана 1330 г. Александра — 22 апреля 1017 г. н. э.

³²⁶ Аналогичная, но более подробная таблица приведена в «Хронологии» Беруни (Хронология, стр. 398—400).

³²⁷ Так в *A* и *B* — بالففر قد, в *T* — الففر قد اناك — буквально, «теленки приносят тебе плоды».

³²⁸ Так в *A* и *B* (قال الكسائي), в *T* слово قال опущено. Ал-Киса'и — иранский филолог, цитируемый Беруни в «Фармакогнозии» (Фармакогнозия, стр. 195 и 403).

³²⁹ Так в *A* и *B* — فى النرة, в *T* — فى النرة.

³³⁰ Три «Выпадения горящего угля» и «дни старухи» — знаменательные дни сирейцев (см. часть I, стр. 242—244 и более подробно — раздел о шубате (феврале) в главе о знаменательных днях румов в Хронологии, стр. 275—280).

³³¹ *Адиты* — (عاد) — мифическое племя великанов, об уничтожении которого рассказывается в «Коране» (62—63 стихи 11 суры, 12—15 стихи 41 суры, 18—20 стихи 54 суры, 4—8 стихи 69 суры).

³³² Мухаммад ибн Кунаса ал-Асади — автор сочинения о стоянках Луны и *ан ва'*, неоднократно цитируемый Беруни в Хронологии.

³³³ О Катрабе сведений не сохранилось.

³³⁴ Об ан-Насре ибн Шамиле сведений не сохранилось.

³³⁵ Так в *A* и *B* (سهيل), в *T* — سيل.

³³⁶ Так в *A* и *T* (الدواي), в *B* — الدفای, это название звезды не идентифицировано.

³³⁷ Так в *A* и *B* (لسهيل), в *T* — لتسهيل.

³³⁸ Гиппократ (Hippokratēs ок. 460—377 до н. э.) — древнегреческий ученый, знаменитый главным образом как врач.

³³⁹ Пересекающий العيبور — одно из названий Сириуса (Сириус как бы пересекает Млечный путь): о «двух Сириусах» (Сириусе и Прокционе) см. прим. 209 и 211.

³⁴⁰ Так в *A*, в *T* добавлено: «и молитва за его пророка Мухаммеда и весь его род».

ПРИМЕЧАНИЯ К КНИГЕ ДЕСЯТОЙ

1 —

¹ Так в *A* и *B* — *اولا*, в *T* — *لولا* буквально, «если бы не...».

² Так в *A* и *B* — *إشتمال*, в *T* — *الشمال*.

³ О термине «движущиеся светила», объединяющем Солнце, Луну и пять планет, см. прим. 11.

⁴ Так в *A* и *B* — *وحدانية*, в *T* — *وجدانية*.

⁵ Так в *A* и *B* — *الفتها*, в *T* — *القتها*.

⁶ О термине «апогей» — *فلك الاوج* и «орбита апогея» — *فلك الاوج* см. прим. 77—79 к VI книге.

⁷ О термине «эпицикл» — *فلك التدوير* см. прим. 74 к VI книге.

⁸ Так в *A* и *B* — *تعالى*, в *T* — *يقال*.

⁹ Имеется в виду Аллах. Беруни видит «обнаружение мудрости» Аллаха в связи с движением планет по эпициклам со средним движением Солнца, указывающий на то, что планетные движения в излагаемой Беруни геоцентрической системе Птолемея объясняются приспособлением существовавшей до Птолемея (по-видимому, принадлежащей Аристарху Самосскому, см. прим. 168 к I книге) гелиоцентрической системы к догме о неподвижности Земли.

¹⁰ Планета находится в апогее или перигее эпицикла в том случае, когда планета, Солнце и Земля находятся на одной прямой; в случае нижних планет (Меркурия и Венеры) при обоих этих положениях при наблюдении с Земли происходит соединение планеты с Солнцем, т. е. «сгорание» (*إحراق*) планеты, в случае верхних планет (Марса, Юпитера и Сатурна) в одном из таких положений происходит соединение планеты с Солнцем, а в другом — их противостояние.

¹¹ О названиях планет Меркурия (*عطارد*), Венеры (*زهرة*), Марса (*مريخ*) Юпитера (*مشتري*) и Сатурна (*زحل*) см. прим. 20 к I книге.

¹² Под сохранением направлений центров эпициклов и Солнца имеется в виду совпадение отрезков, соединяющих центры эпициклов с планетами, и отрезков, соединяющих Землю с Солнцем — в случае нижних планет, и параллельности этих отрезков — в случае верхних планет. Первый случай, как показал О. Нейгебауэр (О. Нейгебауэр, Точные науки в древности, перевод Е. В. Гохман, под ред. А. П. Юшкевича, М., 1968, стр. 128), может быть получен из гелиоцентрической картины вращения нижней планеты *P* вокруг Солнца *S* (рис. 12, *a*) при остановлении Земли *E* (рис. 12 *b*), второй случай может быть получен из гелиоцентрической картины вращения верхней планеты *P* вокруг Солнца *S* (рис. 13, *a*) при остановке Земли *E*, дополнении тре-

угольника SEP до параллелограмма и представлении планеты, движущейся по эписциклу с центром C , вращающимся вокруг Солнца S (рис. 13, б).

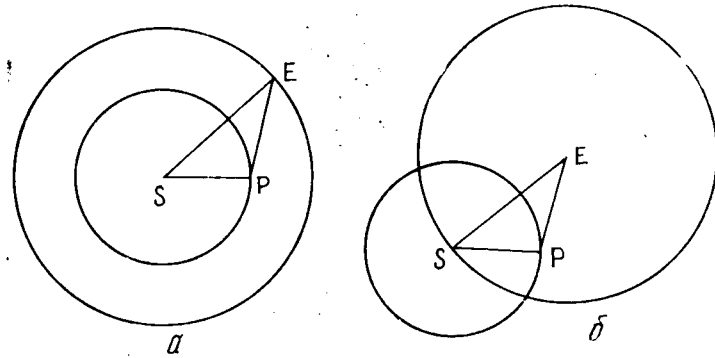


Рис. 12.

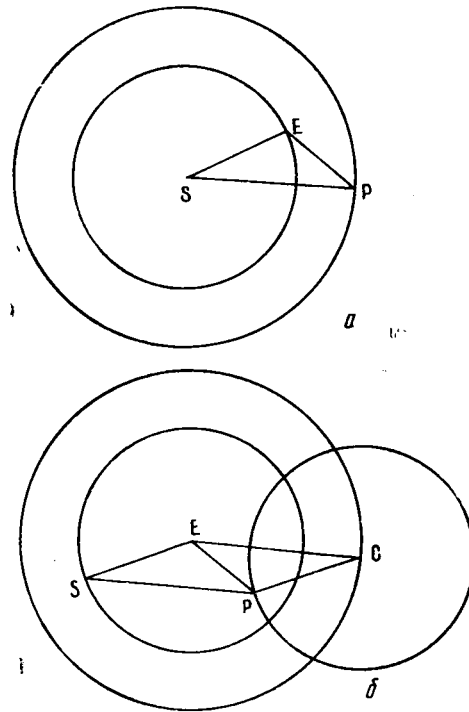


Рис. 13.

¹³ Связь Солнца, Луны и планет с названиями дней недели состоит в том, что каждому из этих семи светил, как указывает Беруни в 272 и 390 вопросах своей «Книги вразумления начаткам науки о звездах» (стр. 128, 182) посвящен один день недели: Солнцу — воскресенье, Луне — понедельник, Марсу — вторник, Меркурию — среда, Юпитеру — четверг, Венере — пятница, Сатурну — суббота. На этом основаны

названия дней недели у индийцев и древних римлян, а также ряда дней недели у французов (lundi, mardi, mercredi, vendredi, samedi), немцев (Sonntag, Montag) и англичан (sunday, monday, saturday).

¹⁴ «Вне этого искусства» — вне астрономии; по-видимому, Беруни имеет в виду философию.

¹⁵ О размерах Марса и Венеры см. прим. 120.

¹⁶ О термине «деферент» — *فلك الحامل* см. прим. 75 к VI книге.

¹⁷ Точка экванта движения — *نقطة استواء المسير* — буквально, «точка равенства движения». Впоследствии при переводе мы ограничимся словом «эквант» от латинского *aequans* — «уравнивающий». Перевод этого или другого термина, применяемого Беруни, — *نقطة تعديل المسير* — «точка уравнивания движения». Идея экванта предложена Птолемеем в 5 главе IX книги «Альмагеста» «Основные положения относительно гипотезы о пяти планетах» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. II, стр. 119—122).

¹⁸ Слова Беруни «движение центра эпицикла каждой из двух нижних [планет] равно движению тела Солнца» означают совпадение центра эпицикла Меркурия и Венеры со средним Солнцем, т. е. совпадение радиуса-вектора этого центра эпицикла с вектором \overline{ES} (рис. 12, б). Слова Беруни «движение каждой из трех верхних планет по окружности ее эпицикла аналогично равно сумме движений центра ее эпицикла и движения Солнца» означают, что радиус-вектор \overline{EP} Марса, Юпитера или Сатурна равен векторной сумме $\overline{EC} + \overline{ES}$ радиусов векторов \overline{EC} центра эпицикла и \overline{ES} Солнца (рис. 12, б).

¹⁹ Так в *A* и *B*, в *T* — слово «центр» (*مركز*) опущено.

²⁰ Здесь кончается текст, подготовленный М. Краузе по рукописи библиотеки Велиэдина. В хайдарабадском издании приводится колофон этой рукописи с указанием, что она переписана Абу 'Али Мухаммадом ибн Хусейном ибн Фатиком ал-Касани в среду 24 рамазана (год не указан). Дальнейший текст этого издания напечатан по берлинской рукописи с поправками по рукописи библиотеки Джаруллы.

²¹ О терминах «квадратура» (*تربيع*) и «тригональный аспект» (*تثليث*) см. прим. 221 к VI книге.

²² Так в *A*, в *B* и *T* — $0^{\circ}10'24''$.

²³ Так в *B* и *T*, в *A* — $0^{\circ}17'$.

²⁴ Так в *A* (*فلك الدوير*), в *T* — слово *فلك* опущено.

²⁵ Так в *T*, в *A* — *ABC*.

²⁶ Так в *T*, в *A* — *AE*.

²⁷ Беруни имеет в виду таблицы аномалии планет, помещенные в 11 главе XI книги «Альмагеста» «Таблицы вычисления точной долготы пяти планет» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. II, стр. 261—265).

²⁸ О халифе ал-Ма'муне см. прим. 72 к I книге.

²⁹ Об ал-Баттани см. прим. 95 ко II книге.

³⁰ Беруни имеет в виду I фарвардина 400 г. Йездигерда, т. е. 15 марта 1031 г. н. э., принятое им за «основу» при составлении таблиц движения Солнца и планет. Об эре Йездигерда см. прим. 159 к I книге.

³¹ Так в *A* и *B*, в *T* — $289^{\circ}30'$.

³² Об эре Набонассара см. прим. 160 к I книге, 24 день XII месяца 883 г. Набонассара — 14 февраля 136 г. н. э.

³³ Так мы читаем по *A* и *B*, в *T* — $7^{\circ}4'20''$.

³⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — 885.

- ³⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $20^{\circ}52'55''40'''$.
- ³⁶ 20 — день III месяца 885 г. Набонассара — 16 мая 138 г. н. э.
- ³⁷ Так в *A*, в *B* и *T* — $10^{\circ}10'25''40'''$.
- ³⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $29^{\circ}31'40''56''' 8^{IV} 7^{V} 40^{VI}$.
- ³⁹ Так в *A*, в *B* — $0^{\circ}4'59''17''' 45^{IV} 21^{V} 34^{VI} 9^{VII} 3^{VIII} 4^{IX}$, в *T* — $0^{\circ}4'59''17''' 45^{IV} 25^{V}$
³⁴ $VI 4^{VII} 4^{VIII}$.
- ⁴⁰ 12 — день XI месяца 886 г. Набонассара — 3 января 139 г. н. э.
- ⁴¹ Так в *B* и *T*, в *A* — 896.
- ⁴² Так в *A* и *B*, в *T* — последняя шестидесятеричная дробь равна 37^{IX} .
- ⁴³ Беруни имеет в виду таблицы средних движений пяти планет, помещенные в 4 главе IX книги «Альмагеста» «Таблицы средних движений пяти планет по долготе и аномалии» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. II, стр. 104—118).
- ⁴⁴ 28 — день IV месяца 879 г. Набонассара — 23 июня 131 г. н. э.
- ⁴⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $10^{\circ}8'$.
- ⁴⁶ 1 — день IX месяца 883 г. Набонассара — 24 октября 135 г. н. э.
- ⁴⁷ Так в *A*, в *B* — $0^{\circ}56'19''$, в *T* — $8^{\circ}57'19''$.
- ⁴⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $269^{\circ}57'19''$.
- ⁴⁹ 20 — день VIII месяца 882 г. Набонассара — 13 октября 134 г. н. э.
- ⁵⁰ Так в *A*, в *B* и *T* — $6^{\circ}16'$.
- ⁵¹ 19 — день VIII месяца 876 г. Набонассара — 12 октября 128 г. н. э.
- ⁵² Так в *A* и *B*, в *T* — 952.
- ⁵³ Так в *A* и *B*, в *T* — $280^{\circ}15'$.
- ⁵⁴ Так в *A*, в *B* — $280^{\circ}3'12''$, в *T* — $280^{\circ}3'45''$.
- ⁵⁵ 15 — день I месяца 884 г. Набонассара — 11 марта 136 г. н. э.
- ⁵⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $1^{\circ}16'$.
- ⁵⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $299^{\circ}0'27''$.
- ⁵⁸ Так в *A*, в *B* и *T* — $13^{\circ}4'42''46'''$.
- ⁵⁹ В действительности, если сложить ранее приведенное значение апогея Сатурна $241^{\circ}59'32''$ с $13^{\circ}2'22''8'''$, получится $255^{\circ}1'54''8'''$.
- ⁶⁰ Здесь и в следующих двух цифрах сумма получена неточная.
- ⁶¹ Об Йахйа ибн Абу Мансуре см. прим. 16 к IV книге.
- ⁶² О Хабаше ал-Хасибе ал-Мервази см. прим. 101 к IV книге.
- ⁶³ *Зидж Шахи* زیج الشاهی، زیج شاهسی — персидский *зидж*, написанный в сасанидскую эпоху (см. E. S. Kennedy, The Sasanien Astronomical Handbuch Zīj-i Shāh and the Astrological Doctrine of Transit, Journal of the American Oriental Society, т. 78 (1958), стр. 246—262). Однако, возможно также, что *зидж* посвящен одному из хорезмшахов, см. прим. 33 к VI книге.
- ⁶⁴ *Зидж* Мухаммада ал-Баттани — «Сабейский *зидж*» (زیج الصابی).
- ⁶⁵ Об эфемеридах см. прим. 280 к VI книге.
- ⁶⁶ Следующие далее таблицы являются обработкой таблиц Птолемея, указанных в прим. 27 и 43. Здесь звездочками обозначены цифры, исправленные по *A* и *B*, а также при помощи вычисления.
- ⁶⁷ Так в *B* — «فموضوعة» в *T* — «فموفوضة», в *A* — здесь пропуск.
- ⁶⁸ «تخرق» — буквально, «сгорает». Мы читаем — «تخرق».
- ⁶⁹ Об ал-Кинди см. прим. 74 к VIII книге.
- ⁷⁰ Беруни имеет в виду I главу XII книги «Альмагеста» «О предварительных положениях, касающихся прямых и попятных движений» (Ptolemäus, Handbuch

der Astronomie, Bd. II, стр. 267—277), где понятие движения объясняется, исходя из эпициклической и эксцентрической гипотез.

⁷¹ Так в *A* и *B*, в *T* — *AEC*.

⁷² تركب — так в *T*, в *A* и *B* — ترك, буквально, «оставление».

⁷³ Так в *T* — البطوء و النظر, в *A* и *B* — النظر — «взгляд».

⁷⁴ Так в *A* и *B* — زاوية, в *T* это слово опущено.

⁷⁵ Так в *T*, в *A* и *B* — *МОК*.

⁷⁶ تصور ذلك в *T* эти слова опущены.

⁷⁷ Так в *A* и *B* — (طه), в *T* — *F* (ط).

⁷⁸ О Серене см. прим. 78 к III книге.

⁷⁹ Так в *T*, в *A* и *B* — *EK*.

⁸⁰ О «вещи» — неизвестной в алгебраических уравнениях см. прим. 51 к III книге.

⁸¹ О квадрате неизвестной (مال) см. прим. 52 к III книге.

⁸² Три сложных случая — три трехчленных квадратных уравнения: $x^2 + px = q$, $x^2 + q = px$, $x^2 = px + q$. Здесь имеется в виду правило решения первого из этих типов,

выражаемое нашей формулой $x = \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 + q} - \frac{p}{2}$ (простые случаи — двухчленные уравнения $x = q$, $x^2 = px$, $x^2 = q$). Эти шесть случаев и правила их решения были впервые сформулированы в алгебраическом трактате ал-Хорезми, указанном в прим. 163 к I книге.

⁸³ «Искусство алгебры» (صناعة الجبر و المقابلة) — алгебра, см. прим. 53 к III книге.

⁸⁴ Так мы читаем. В *T* — *FAG*, в *A* и *B* — *FAE*.

⁸⁵ Беруни имеет в виду «предпосылку Архимеда» (см. прим. 14 к III книге).

⁸⁶ «Дополнение» — здесь تامة — т. е. «дополнение до 180°». Следует отметить, что Беруни понятия, соответствующие нашим терминам «дополнение до 90°», «дополнение до 270°» и «дополнение до 360°» передает словами تكملة و متمم و تمام.

⁸⁷ Слова Беруни о том, что обычно в «вещах, связанных с движением», можно решить задачу только методом последовательных приближений, указывают на то, что здесь он имеет в виду функциональные зависимости, не выражаемые с помощью известных ему точных алгебраических отношений.

⁸⁸ Следующие далее таблицы являются уточнением таблиц, помещенных в 8 главе XII книги «Альмагеста» «Таблица стояний» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. II, стр. 314—315; у Птолемея шаг аргумента — 6°, у Беруни — 1°).

⁸⁹ Заголовок раздела в *T* не выделен, а приводится как начальная фраза в первом предложении.

⁹⁰ О Пулисе см. прим. 11 к VII книге.

⁹¹ Слово «минуты» — دقائق — в *A* и *B* опущено.

⁹² Йоджана, у Беруни جوژن (здесь جوژن) — индийская мера длины, равная иногда 4, иногда 8 км и более.

⁹³ Об арабской миле и локте см. прим. 74 и 75 к I книге. Слова Беруни о том, что 1 йоджана = 8 арабским милям = 32000 локтей, показывают, что здесь йоджана — около 16 км.

⁹⁴ Здесь Беруни приводит приближенное значение числа л, равное $\frac{3927}{1250} = 3,1416$, предложенное Пулисой.

⁹⁵ Об Архимеде и значении л, принятом им, см. прим. 45 к VIII книге.

- ⁹⁶ Т. е. 1600 йоджан.
- ⁹⁷ مواسط — так в *A* и *B*, в *T* — описка — مواسك.
- ⁹⁸ Под «толщиной сферы» (ثخن كورة) имеется в виду толщина сферического кольца, в котором расположены деферент и эпициклы планеты.
- ⁹⁹ В *T* здесь описка — $49^{\circ}49'$.
- ¹⁰⁰ Так в *A* и *B*, в *T* — $33^{\circ}40'$.
- ¹⁰¹ Абу-с-Сакур 'Абд ал-'Азиз ибн 'Осман ибн 'Али ал-Кабиси, известный в Европе под именем Alcabicius — астролог, работавший в конце X в. в Багдаде при дворе буидского султана Сейф ад-Даулы.
- ¹⁰² Так в *A* и *B* — نيالو, в *T* описка — نيالو.
- ¹⁰³ О «книге призм» см. прим. 90 к VI книге.
- ¹⁰⁴ Так в *A* и *B*, в *T* — $166^{\circ}5'$.
- ¹⁰⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $91^{\circ}6'$.
- ¹⁰⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $1^{\circ}15'$.
- ¹⁰⁷ Так в *A* и *B*, в *T* — $15^{\circ}5'$.
- ¹⁰⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $104^{\circ}25'$.
- ¹⁰⁹ Так в *A* и *B* вместо نسبة написано تسعة — «девять».
- ¹¹⁰ Так в *T*, в *A* и *B* — 2245.
- ¹¹¹ $187 : 1245 = 1 : 6 \frac{123}{187}$; последнее число больше $6 \frac{1}{2}$ на $\frac{59}{374}$.
- ¹¹² Так мы читаем; в *A* и *B* — 2 к 13, в *T* — 2 к $10^{\circ}2'$. Отсюда следует, что ал-Баттани знаменатель дроби принял равным 2245.
- ¹¹³ «Убедился». Этим словом мы переводим выражение — أتيمت فيه ففسى ; в *A* и *B* вместо أتيمت приведено слово أتيمت, буквально, «я полагаю».
- ¹¹⁴ Так в *T*, в *A* — 1134° , в *B* — 9134° .
- ¹¹⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — $1055^{\circ}52'$.
- ¹¹⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — $85^{\circ}30'$.
- ¹¹⁷ Т. е. $\frac{29}{211} = \frac{1}{7 + \frac{8}{29}}$.
- ¹¹⁸ Так в *A* и *B*, в *T* — $19\ 666^{\circ}20'$.
- ¹¹⁹ Сравним округленные максимальные радиусы планетных сфер по Беруни (считая диаметр Земли равным 12757 км) и большие полуоси орбит Луны, Земли и пяти планет по современным данным:

Светила	По Беруни		По современным данным
	в земном масштабе	км	
Луна	64	816448	384400
Меркурий	170	2168690	57800000
Венера	1134	14466428	108100000
Солнце	1233	15729381	149500000
Марс	8843	112873836	227706000
Юпитер	14109	205502513	777600000
Сатурн	19666	251261872	1426100000

Таким образом, расстояние Луны от Земли у Беруни преувеличено, а расстояние Солнца и планет значительно преуменьшено.

¹²⁰ Сравним диаметры Солнца и пяти планет в масштабе, равном диаметру Земли по Беруни и современным данным:

Светило	По Беруни	По современным данным
Солнце	$\frac{9}{4} = 2,25$	109,0
Меркурий	$\frac{1}{15} \cdot \frac{9}{4} = 0,15$	0,37
Венера	$\frac{1}{10} \cdot \frac{9}{4} = 0,225$	0,97
Марс	$\frac{1}{20} \cdot \frac{9}{4} = 0,1125$	0,54
Юпитер	$\frac{1}{12} \cdot \frac{9}{4} = 0,1875$	11,14
Сатурн	$\frac{1}{18} \cdot \frac{9}{4} = 0,125$	9,4

¹²¹ В *A* и *B* значения *CE* и *DE* приводятся соответственно равными 130 и 115.

¹²² Так в *A* и *B* — المستوی, в *T* — المستور буквально, «закрытый».

¹²³ Так в *A* и *B*, в *T* — $0^{\circ} 2' 27''$.

¹²⁴ В рукописях — مائتى — «двести», мы читаем — مائة .

¹²⁵ Об ал-Хазине см. прим. 349 ко II книге.

¹²⁶ Здесь имеется в виду 18 предложение XII книги «Начал» Евклида (Е в к л и д, Начала, т. III, стр. 103), сформулированное в форме, аналогичной 2 предложению той же книги (Е в к л и д, Начала, т. III, стр. 64).

¹²⁷ Доля (جزء) единицы — дробь вида $\frac{1}{n}$; *n* здесь не обязательно целое число; кратное (مثال) — здесь число больше единицы, также не обязательно целое. Здесь, в отличие от значений диаметров верхних планет, приведенных в таблице в прим. 120, указывается, что эти диаметры больше диаметра Земли.

¹²⁸ Учение индийцев об отношениях диаметров светил изложено Беруни в 55 главе «Индии» (стр. 399—405). Слова от «...что требовалось» до «друг к другу» в *A* отсутствуют.

¹²⁹ О зидже «Кхандакхадьяка» см. прим. 122 к VIII книге.

¹³⁰ «Блеск зиджей» — у Беруни, غرة الزيجات — сочинение астронома Виджаянандинда «Карана-тилака» в обработке Беруни (см. Индия, стр. 164; П. Г. Булгаков. Жизнь и труды Беруни, стр. 387).

¹³¹ «Извлеченный зидж» (الزيج المستخرج) — по-видимому, то же самое, что и «Карана-сара» астронома Виттешвары, сына Бхадатты, из города Нагарануры, о котором Беруни упоминает в XIV главе «Индии» (стр. 164) и приводит арабский перевод названия его труда, совпадающий с упомянутым здесь.

¹³² Брахма — по-видимому, Брахмагупта (см. прим. 125 к VIII книге).

¹³³ Здесь «математическая наука» — علم الرياضى.

¹³⁴ Здесь, как и в случае движения Солнца и Луны (см. прим. 88 к VI книге и прим. 224 — к VII), Беруни говорит о «наглядном представлении» (تصور) движений сфер, определяющих видимое движение планет.

¹³⁵ Сравнение Земли и ее населения с кораблем и его пассажирами, увлекаемом течением воды, но не замечающим этого движения, указывает на весьма интересные размышления Беруни об относительности движения.

¹³⁶ «Разновидности» — в тексте أختصاص، буквально, «наказание», что не соответствует контексту. Мы читаем أختصاص.

¹³⁷ Так в *A* и *B* — والحركات *T* — الكواكب.

¹³⁸ «Изгиб» — الالتواء.

¹³⁹ Здесь имеется в виду 3 глава XIII книги «Альмагеста» «О величине наклонов и отклонений для каждой планеты» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. II, стр. 334—342).

¹⁴⁰ Так мы читаем — الفصل، в *T* — الفضل.

¹⁴¹ Здесь по существу производится сложение трех слагаемых разных знаков.

¹⁴² Таблица является уточнением «Таблицы для определения широты», помещенной в 5 главе XIII книги «Альмагеста» (Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. II, стр. 376—377): у Птолемея шаг аргумента — 6°, у Беруни — 1°.

¹⁴³ О климатах см. прим. 97, 99 к V книге. Для IV климата широта φ местности равна 33—39°, поэтому максимальный наклон эклиптики к горизонту (в день равноденствия) $\varphi + \epsilon$ около 80°.

¹⁴⁴ О халдеях см. прим. 10 к VII книге. Эллада — собственное название Греции.

¹⁴⁵ Так в *A* и *B*, в *T* — *BFL*.

¹⁴⁶ Так в *B* и *T*, в *A* — *FMO*.

¹⁴⁷ Дуги *FO* и *OL* — «выделенный градус» и «понижение» — в прямоугольном сферическом треугольнике *FLO* с прямым углом *L* и острым углом *LFO*, являющемся дополнением широты климата наблюдения, представляют собой гипотенузу и катет. Применяя сферическую теорему синусов к указанному треугольнику, получим пропорцию

$$\frac{\sin DFC}{\sin LO} = \frac{\sin OLF}{\sin FO}$$

Обозначим через φ' широту климата наблюдения, через λ — дугу *FO* эклиптики, *h* — дугу *LO* круга высоты, тогда получим

$$\sin h = \sin \lambda \cdot \cos \varphi'.$$

¹⁴⁸ Здесь и далее словом «соединение» переводится слово (قران) أقران, а равнозначный ему для Солнца и Луны и неравнозначный для планет термин اجتماع، переводившийся до сих пор как «соединение» (см. прим. 179 к VII книге), переводится словом «встреча».

¹⁴⁹ Так в *A*. В *T* добавлено «и молитва за его пророка Мухаммада и весь его род».

ПРИМЕЧАНИЯ К КНИГЕ ОДИННАДЦАТОЙ

¹ «Это искусство» здесь — астрология (см. прим. 132 к IX книге). Разоблачительная характеристика «этого искусства», к которому «как правило, склоняются сердца только тех, кто представляет себе... пользу лишь в мирских благах», так что тот, кто не стремится к этим благам, будет питать «отвращение к этому искусству, его предсказаниям, его порядкам и его людям», указывает на резко отрицательное отношение Беруни к астрологическим предсказаниям. Говоря об астрологах и их учении, он употребляет только местоимения третьего лица, тем самым проводя строгую границу между собой, т. е. астрономом, и астрологами. Беруни излагает догмы астрологов в «Науке о звездах», в конце которой фактически дается полное разоблачение антинаучных методов астрологов (Наука о звездах, стр. 257—259). Беруни осуждает «низменные и навреднейшие для всех нравы» астрологов также в «Геодезии» (Геодезия, стр. 81). Разоблачению астрологов посвящено и недошедшее до нас сочинение Беруни «Предостережение против искусства обмана, коим является предсказание по звездам» (П. Г. Булгаков, Жизнь и труды Беруни, стр. 87).

² «Автономно» — على أستغنا .

³ Так в T — رجز , в A и B — زجر — «гадать».

⁴ Представление об астрологии, как о практически полезном плоде астрономической науки восходит к эллинистической эпохе. Одно из наиболее популярных астрологических руководств этой эпохи, представляющем собой обработку «Четырехкнижия» Птолемея, называлось «Плод» (Kagros). Арабский перевод «Плода», именовавшийся «Книга «Плод» о науке и звездах» и считавшийся сочинением Птолемея, был весьма популярен на средневековом Востоке и даже в XIII в. обрабатывался Насираддином ат-Туси.

⁵ Так в T — لتتبعهم^١ , в A и B — لشغيفهم .

⁶ Так в T — مقصلات , в A и B — مقصدات .

⁷ Беруни принадлежит усовершенствование ряда астрологических методов, например, метод эквализации домов (см. прим. 20).

⁸ Так в A — فيه , в B и T — منه .

⁹ Так в T — فافتنت^١ , в A и B — فافتت .

¹⁰ Один из астрологических вопросов — определение «колышков» по восхождению и по широте местности — был рассмотрен в 23 и 24 главах IV книги.

¹¹ О «колышках», т. е. точках пересечения эклиптики с небесным экватором и горизонтом, см. прим. 175 к IV книге. Верхний из первых двух из них называется «колышком середины неба» («середина неба» — небесный меридиан, нижний — «колышком Земли», вторые два — соответственно «восходящим» и «заходящим» колышками». В европейской литературе «восходящий колышек» называется «гороскопом» (см. прим. 177 к IV книге).

¹² Знаки зодиака, «обладающие двумя телами» — **بروج ذوات بدنين** — перевод греческого *disōta* — созвездия Близнецов, Стрельца и Рыб, состоящие из двух «тел» — двух Близнецов, человека и коня, составляющих вооруженного луком кентавра — Стрельца, и двух Рыб, связанных шелковой нитью. Так как эти знаки зодиака находятся в квадратуре (под углом 90°), астрологи присоединили к ним 4-й знак зодиака — Деву, расположенную между Близнецами и Стрельцом. Эти четыре знака зодиака образуют один из трех «квадратов», два другие — «поворотные» (*tropika*) знаки зодиака — Овен, Рак, Весы и Козерог, соответствующие точкам равноденствия и солнцестояний, и «телесные» (*sterea*) знаки зодиака — Телец, Лев, Скорпион и Водолей. Об аналогичном делении знаков зодиака на треугольники и шестиугольники см. прим. 36.

¹³ О домах см. прим. 179 к IV книге. В европейской литературе 12 домов имеют названия: 1) «гороскоп» (*Horoskopos, Horoskopus*) или «восход» (*Anatolē, Ortus*); 2) «нижние ворота» (*Anaphora, Porta inferna*); 3) «богиня» (*Thea, Dea*); 4) «подземный» (*Hypogeion, Hypocheum*); 5) «счастье» (*Agathē tychē, Bona fortuna*); 6) «несчастье» (*Kakē tychē, Mala fortuna*); 7) «заход» (*Dysis, Occasus*); 8) «верхние ворота» (*Epikataphora, Porta superna*); 9) «бог» (*Theos, Deus*); 10) «середина неба» (*Mesourania, Medium Coelum*); 11) «добрый демон» (*Agathodaimon, Bonus daemon*); 12) «злой демон» (*Kakodaimon, Malus daemon*). Начала «гороскопа», «захода», «подземного» и «средины неба» совпадают с соответственными колышками. Названия домов связаны с их ролью при астрологических предсказаниях. Для такого предсказания находятся «колышки» для момента рождения данного лица и соответственные дома. Далее определяется, в каком доме в этот момент находятся Солнце, Луна и пять планет, и в соответствии с астрологическими характеристиками этих светил и домов, в которых они находятся, делаются выводы о судьбе данного лица. Обычно дома изображаются в виде схемы (рис. 14), на которой указаны номера домов и характеристики их влияния.

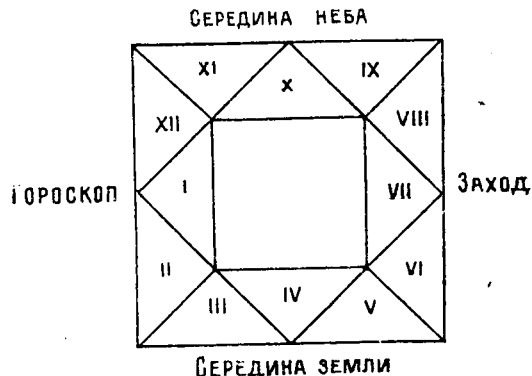


Рис. 14.

I — Жизнь; *II* — Богатство; *III* — Братья; *IV* — Родители; *V* — Дети; *VI* — Здоровье; *VII* — Браки; *VIII* — Смерть; *IX* — Странствия; *X* — Почести; *XI* — Друзья; *XII* — Враги.

¹⁴ О «гороскопе» (**طالع** — «восходящий») — восходящем колышке и *I* доме — см. прим. 175, 177, 179 к IV книге.

¹⁵ Эквализация (تسوية — от مساو — «равный», то же, что латинское aequalis) — деление эклиптики на 12 астрологических домов с помощью деления некоторых дуг на равные части.

¹⁶ Так в *A* и *B*, в *T* — *HEG*.

¹⁷ О «косом» часе см. прим. 139 к I книге.

¹⁸ Под расстоянием между двумя пересекающимися большими кругами Беруни понимает дугу большого круга, по которому осуществляется максимальное расстояние между их точками (см. прим. 80 и 81 к I книге). Этот большой круг является общим перпендикуляром двух данных больших кругов. Точки пересечения данных кругов — полюсы этого перпендикулярного круга. В случае, когда данные большие круги — горизонт и небесный меридиан, этот круг является первым вертикалом, характеризующимся нулевым значением азимута.

¹⁹ «Сила» — قوة. Это слово означает также «возможность», «потенция».

²⁰ Метод эквализации домов, который ниже предлагает Беруни, состоит в том, что первый вертикал делится на 12 равных частей, 6 из которых находятся над горизонтом, а 6 — под ним, а затем точки деления первого вертикала проектируются на эклиптику кругами склонений, т. е. большими кругами, проходящими через полюс мира. Этот способ эквализации был принят астрологами Западной Европы (см. например: Сефариа, Астрология, перевод А. В. Трояновского, СПб., 1912, стр. 36).

²¹ Так в *A* и *B* — لنصور, в *T* — لتصور — «чтобы представить».

²² الدور, в *T* — во мн. числе.

²³ Так в *T*, в *A* и *B* — *BKE*.

²⁴ Азимут восхода — سعة مشرق, см. прим. 123 к IV книге.

²⁵ Правила Беруни определения «запоминаемых градусов» *FH* и «градусов, принимаемых во внимание», *FE* сводятся к простым математическим зависимостям. На рис. 210 рассматриваются эклиптическая и горизонтальная системы сферических координат. Вначале Беруни рассматривает прямоугольный сферический треугольник *KHD* с прямым углом *K*, катетами *HK* и *KD*, с углом *H*, равным «дополнению широты климата наблюдения», т. е. $90^\circ - \varphi'$ и гипотенузой *HD*, равной дополнению азимута восхода $90^\circ - \theta$. Применяя к указанному треугольнику сферическую теорему синусов, получим пропорцию

$$\frac{\sin HD}{\sin KD} = \frac{\sin K}{\sin H}.$$

Отсюда находим *KD* — дополнение эклиптической широты градуса *K*, т. е. $90^\circ - \beta$ по следующей формуле

$$\cos \beta = \cos \theta \cdot \cos \varphi'.$$

Так как дуга *LK* — дополнение дуги *KD*, то она и есть эклиптическая широта градуса *K*, т. е. β , измеряющаяся углом *F*. Поэтому

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta \cdot \cos^2 \varphi'}.$$

Применив сферическую теорему синусов к прямоугольному сферическому треугольнику *FEH* с прямым углом *E*, катетом *FE* — «градусами, принимаемыми во внимание», т. е. дугой *h* круга высоты, гипотенузой *FH* — «запоминаемыми градусами», т. е. дугой эклиптики λ , и катетом *EH* — азимутом восхода θ , получим пропорции

$$\frac{\sin F}{\sin EH} = \frac{\sin E}{\sin FH} = \frac{\sin H}{\sin FE}.$$

откуда найдем дуги FH , т. е. λ , и FE , т. е. h , по формулам

$$\sin \lambda = \frac{\sin \theta}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta \cdot \cos^2 \varphi'}},$$

$$\sin h = \frac{\sin \theta \cos \varphi'}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta \cdot \cos^2 \varphi'}}.$$

²⁶ Так как «сторона» у Беруни играет роль знака, то «отсутствие стороны» у рассматриваемой величины означает равенство этой величины нулю.

²⁷ Так в A и B , в T — «первого».

²⁸ «Градус середины неба» — градус пересечения эклиптики с небесным меридианом.

«Второе запоминаемое», — «синус дополнения его дуги», т. е.

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta \cdot \cos^2 \varphi'}, \text{ синус „запоминаемых градусов“ —}$$

$$\sin \lambda = \frac{\sin \theta}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta \cos^2 \varphi'}}, \text{ синус „градусов, принимаемых во внимание“, —}$$

$\sin h = \frac{\sin \theta \cdot \cos \varphi'}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta \cos^2 \varphi'}}$, то синус, полученный в результате умножения синуса дополнения „градусов, принимаемых во внимание“, на „второе запоминаемое“, будет $\sin a = \cos h \sin \beta$, где

$$\cos h = \frac{\sin \varphi'}{\sqrt{1 - \cos^2 a \cos \varphi'}}$$

и т. д.

²⁹ Тень — в зависимости от контекста — тангенс или котангенс, в данном случае и тангенс и котангенс; см. прим. 105 к III книге.

³⁰ Здесь Беруни снова говорит о влиянии Луны на приливы (см. прим. 10 к VIII книге).

³¹ Звуки — أصوات буквально, «голоса».

³² «Четно-четное удвоение» — многократное удвоение (в «Книге вразумления начаткам науки о звездах» Беруни называет четно-четными числами вида 2^n , см. Наука о звездах, стр. 39).

³³ «Искусство музыки» — صناعة الموسيقى, слово موسيقى — транскрипция греческого musikē, означающего искусство вообще и, в частности, музыку. Слово «искусство» здесь, как и в других местах, употребляется в значении «наука».

³⁴ Имеется в виду пифагорейское учение о влиянии сочетаний длин струн на благозвучие или неблагозвучие звуков, которое пифагорейцы неправоммерно обобщили на благоприятное и неблагоприятное влияние на земные события движения небесных тел.

³⁵ В первом случае «единица» — وحدة — делимая единица непрерывных величин (см. прим. 84 к III книге), во втором — واحد — обычная единица, у которой, тем не менее, подчеркивается делимость (أنكسار).

³⁶ Здесь гексагональный аспект (تسدیس), квадратура (تربیع) и тригональный аспект (تثلثیث) — те расположения светил, разности эклиптических долгот которых равны соответственно $1/6$, $1/4$ и $1/3$ окружности, т. е. 60, 90 и

120° (см. прим. 221 к VI книге), а расположение светил в знаках зодиака, имеющих указанные расстояния. Аналогичное двойное словоупотребление имеет место и для «противостояния».

Заметим, что термины *таслис*, *тарби'* и *тасдис* образованы из числительных *саласа* (3) *арба'а* (4) и *садаса* (6) по одному правилу. Применяемые нами термины «тригональный аспект» и «гексагональный аспект» происходят от греческих слов *trigōnos* — «треугольник» и *hexagōnos* — «шестиугольник».

³⁷ Данг, у Беруни — *ذینک* (зинг), слово среднеперсидского (пехлевийского или сасанидского) происхождения, чаще встречается в арабизированной форме *دانق* (даник). Первоначальный смысл — «зерно», «штука» (при счете), позже — название 1/6 динара, употреблявшееся в значении дроби 1/6 (от него происходит русское слово «деньги», первоначально означавшее 1/6 алтына, т. е. 1/2 копейки, и узбекское «танга», означавшее 1/6 сума). Половина трети окружности больше половины четверти на $1/2(1/3 - 1/4) = 1/6 \cdot 1/4$, т. е. половина одной шестой окружности, меньше половины четверти на $1/2(1/4 - 1/6) = 1/24 = 1/6 \cdot 1/4$, т. е. в обоих случаях разность между половинами является дангом четверти.

³⁸ Словам «соединение» (*افتد ان*) и «встреча» (*اجتماع*) придается новый конкретный смысл. Первое обозначает совпадение градусов двух светил, второе — совпадение только знаков зодиака, в которых они находятся. Таким образом, в этом случае вместо двойного словоупотребления для аспектов (см. прим. 37) имеет место однозначность.

³⁹ «Аспект» — *نظر* — буквально, «взгляд», как и латинское *aspectus*. Помимо противостояния квадратуры, тригонального и гексагонального аспектов, понимаемых в более узком и более широком смысле (см. прим. 37), применяются (только в узком смысле) также аспекты, соответствующие углам 30, 40, 45, 72, 135, 144 и 150° (1/12, 1/9, 1/8, 1/5, 3/8, 2/5 и 2/12 окружности).

⁴⁰ Падение — *سقوط* — расположение светил в соседних знаках зодиака или в знаках зодиака, соседних с противоположными.

⁴¹ Астрологи связывали с различными аспектами различную «силу» воздействия светил, см. прим. 45. Представление о «силе» воздействия небесных светил на земные события, в целом антинаучное, сыграло положительную роль в подготовке учения о всемирном тяготении.

⁴² Так в *A* и *B* — *القوة*, в *T* — *الفرد*.

⁴³ Так в *A*, в *T* пропущены слова «для его половины».

⁴⁴ Под «персами», по-видимому, подразумеваются древние вавилоняне, астрология которых достигла расцвета в эпоху персидского завоевания, а после завоеваний Александра Македонского существенно повлияла на астрологию эллинистических стран.

⁴⁵ Беруни называет знаки зодиака «совпадающими по «силе» (*فى القوة*), если они вращаются по равным малым кругам — один по северному, другой по южному, и «совпадающими по «пути» (*فى الطريقة*), если они вращаются по одному и тому же малому кругу. Таким образом, «совпадают по «силе» Телец с Рыбами, Близнецы с Водолеем, Рак с Козерогом, Лев со Стрельцом, Девы со Скорпионом, а «совпадают по «пути» Овен с Весами, Телец с Девой, Близнецы со Львом, Стрелец с Водолеем и Скорпион с Рыбами. Совпадению знаков зодиака «по силе» и «по пути» посвящен 377 вопрос «Науки о звездах» (стр. 176—177). Противопоставление совпадения знаков зодиака по «силе» и «пути» является далеким предшественником про-

тивопоставления «обобщенных импульсов» и «обобщенных координат» современной механики и физики.

⁴⁶ «Примыкание» — الأتصال: если две планеты находятся в аспекте и их градусы в знаках зодиака равны, то та, орбита которой ниже, называется «примыкающей» (по долготе) к той, орбита которой выше. Примыканию и отделению (الانصراف) посвящен 489 вопрос «Науки о звездах» (стр. 238).

⁴⁷ «Предыдущее искусство» — астрономия, в отличие от «этого искусства» — астрологии (см. прим. 1).

⁴⁸ «Небесное искусство» — астрология, «другое искусство» — астрономия.

⁴⁹ О расстоянии (بعد) и длине линий (مسافة) см. прим. 80 к I книге, а о сферическом расстоянии двух точек сферы и точки сферы от большого круга на ней — прим. 81 к I книге.

⁵⁰ Так в A и B — الربيع, в T — الرابع — четвертый.

⁵¹ Так в A и B , в T — A .

⁵² Обозначив дополнение склонения FK через $90^\circ - \delta$, дугу небесного экватора AM через $\Delta\alpha$, найдем KO , т. е. расстояние ρ , по следствию из сферических теорем синусов для сферических треугольников FKO и FMA , которое выражено в виде пропорции

$$\frac{\sin FK}{\sin KO} = \frac{\sin FM}{\sin MA},$$

т. е.

$$\frac{\cos \delta}{\sin \rho} = \frac{1}{\sin \Delta\alpha},$$

или

$$\sin \rho = \cos \delta \cdot \sin \Delta\alpha.$$

⁵³ Аспект — مناظر — обычно употребляется в значении оптики.

⁵⁴ «Проектирование» — مطارح, от طرح — «бросать», в Западной Европе — projectiones, от projecto — «бросаю вперед». «Проектирование лучей» — مطارح الشعاعات — перевод птолемеевского термина — aktinobolia, от aktis — «луч» и bolē — «бросание», в Западной Европе — projectio radiorum.

⁵⁵ В T описка, вместо شعاعات الكواكب написано شاعات الكواكب.

⁵⁶ К развитию математиками идей проектирования лучей относятся теория проекций и, в конечном счете, проективная геометрия.

⁵⁷ О «дирекции» см. прим. 68.

⁵⁸ Равносторонние фигуры — الاشكال المتساوية الاضلاع — буквально, «фигуры с равными сторонами», т. е. правильные многоугольники.

⁵⁹ Так в B , в A и T — M .

⁶⁰ Так в A , B и T , но дуга BG в данном случае является дугой небесного экватора.

⁶¹ Так в A и B , в T — XH .

⁶² В таблице звездочками обозначены цифры, исправленные нами.

⁶³ Об ас-Суфи см. прим. 25 к IV книге.

⁶⁴ В рукописях اطوال, мы читаем اطول.

⁶⁵ Рисунок исправлен по *A* и *B*. В *T* буквы *L* и *E*, *F* и *K* переставлены.

⁶⁶ Конъект: в *T* слово «угол» — زاوية — опущено.

⁶⁷ Цифры, обозначенные звездочкой, исправлены по *A* и *B*.

⁶⁸ Дирекция — تسيير (tasyir) от *sayyara* — «приводить в движение», перевод птолемеевского термина *arphesis* — «пускание», в Западной Европе *digestio* — астрологическая операция, с помощью которой светилу ставится в соответствие дуга небесного экватора, один из концов которой — проекция светила с помощью большого круга на небесный экватор из его полюса.

⁶⁹ В рукописях الاول — «первый», мы читаем التالي.

⁷⁰ Так мы переводим слово مغاربه.

⁷¹ «Смешанный» — ممزوج «смещение» — مزج — переход от двух точек круга небесной сферы к точке того же круга, находящейся между ними, по закону, напоминающему переход от точек подвеса двух кругов к точке подвеса их суммы.

⁷² Отражение انعكاس — здесь диаметрально противоположная точка орбиты планеты.

⁷³ Мы читаем خط по *A*, в *B* и *T* — «линия».

⁷⁴ Так в *A* и *B*, в *T* это слово опущено.

⁷⁵ *Idem*.

⁷⁶ Правило Беруни определения дуги *FM* — «широты места, по горизонту которого направлена предшествующая планета», сводится к следующему. К прямоугольным сферическим треугольникам *EGX* и *HKX* применяем сферическую теорему синусов и получаем пропорцию

$$\frac{\sin EG}{\sin GX} = \frac{\sin HK}{\sin KX}.$$

Так как *EG* — азимут *A* предшествующей планеты *K*, дуга *KX* — дополнение высоты $90^\circ - h$ и *GX* — квадрант, то отсюда находим дугу *HK* горизонта предшествующей по формуле

$$\sin HK = \sin A \cdot \cos h.$$

Применяя ту же теорему к прямоугольным сферическим треугольникам *EDH* и *GKD*, получим пропорцию

$$\frac{\sin DK}{\sin KG} = \frac{\sin DH}{\sin EH}.$$

Так как здесь *DK* — дополнение дуги *HK*, *KG* — высота *h* планеты *K*, угол *M* — прямой, то высоту *EH* точки *H* находим по формуле

$$\sin EH = \sqrt{\frac{\sin h}{1 - \sin^2 A \cdot \cos^2 h}}.$$

Применяя сферическую теорему синусов к прямоугольному сферическому треугольнику *MFD* с прямым углом *M*, катетом *MF*, равным «широте места, горизонт которой *DHK*», и гипотенузой *FD*, равной широте φ места, горизонт которого *BED*, найдем пропорцию

$$\frac{\sin FM}{\sin D} = \frac{\sin DF}{\sin M}.$$

Подставляя значения дуги DF , углов D и M , найдем FM по следующей формуле:

$$\frac{\sin FM}{\sin L} = \cos EH,$$

или

$$\sin FM = \frac{\sin \varphi \cdot \cos h \cdot \cos A}{\sqrt{1 - \sin^2 A \cdot \cos^2 h}}.$$

⁷⁷ О минутах суток см. прим. 135 к I книге, «то, что следует за ними» — секунды, терции и т. д. суток.

⁷⁸ Цифры, обозначенные в таблице звездочками, исправлены нами.

⁷⁹ Семь светил — Солнце, Луна и пять планет.

⁸⁰ «Экзальтация» (شرف) планеты — градус эклиптики, с которым связывалось наиболее сильное астрологическое влияние планеты.

⁸¹ «Падение» (هبوط) планеты — градус эклиптики, диаметрально противоположный градусу «экзальтации» планеты, с которым связывалось наиболее слабое ее астрологическое влияние.

⁸² Здесь имеется в виду «взвешенная сумма», при которой некоторое слагаемое берется с определенным коэффициентом («весом»).

⁸³ Абу Бакр Мухаммад ибн 'Омар ибн ал-Фаррухан ат-Табари — астроном и астролог, сын Омара ибн Фаррухана ат-Табари (см. прим. 119).

⁸⁴ «Основание» колышка — مركز, то же слово, что «центр» (буквально — «место втыкания», от ركز — «втыкать», в значении центра — место втыкания ножки циркуля); тот же смысл имеет и греческое название колышков kentra (см. прим. 175 к IV книге).

⁸⁵ Искусство предположений — صناعة التقدير — «искусство определения судьбы», более общее «искусство», включающее в себя «искусство приговоров звезд». В Западной Европе соответствующий термин ars conjectandum впоследствии стал названием теории вероятностей.

⁸⁶ Моменты — здесь الانات мн. ч. от слова الان — «теперь». Этот термин применялся Аристотелем при изложении атомистических взглядов на время («время слагается из отдельных теперь» — см. Аристотель, Физика, перевод В. П. Карпова, М., 1935, стр. 144).

⁸⁷ Об «обитаемой четверти» Земли см. прим. 15 к IV книге.

⁸⁸ Перемена года — تحویل السنة. В Западной Европе revolutio anni — момент, когда Солнце пересекает точку весеннего равноденствия. Это принятое астрологами начало года совпадает с персидским Новым годом — Наурузом.

⁸⁹ Перемена годов рождений — تحویل سنی الموالد. В Западной Европе revolutio nativitatum — момент, когда Солнце находится в той же точке эклиптики, что и в час рождения лица, для которого составляется астрологическое предсказание.

⁹⁰ В T — بلوغ — «достижение» в A и B — طلوع.

⁹¹ В A и B — سببها — «их причины».

⁹² В A и B вместо سنة написано منه.

⁹³ «Истечение срока» — إنتهاء.

⁹⁴ Цифры в таблице, обозначенные звездочками, исправлены нами по *A* и *B* или путем вычисления.

⁹⁵ Мы переводим словом «зона» термин *نطاق* (ср. *منطقة* — «пояс»).

⁹⁶ Об изменении скорости видимого движения на круге, подобном эклиптике, см. прим. 222—223 к VI книге.

⁹⁷ Среднее арифметическое — *واسطه عددية*, дословно — «числовое среднее».

⁹⁸ Здесь Беруни формулирует неравенство $\sin 2\alpha - \sin \alpha < \sin \alpha$, так как дуга $ZK < \frac{\pi}{2}$, при этом имеется в виду условие $0 < 2\pi < \frac{\pi}{2}$ или $0 < \alpha < \frac{\pi}{4}$. При этих условиях

$$\sin 2\alpha - \sin \alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha - \sin \alpha = \sin \alpha (2 \cos \alpha - 1),$$

но

$$1 > \cos \alpha > \frac{\sqrt{2}}{2},$$

откуда

$$1 > 2 \cos \alpha - 1 > \sqrt{2} - 1.$$

⁹⁹ О деференте и эпицикле см. прим. 74 и 75 к VI книге.

¹⁰⁰ О точке экванта см. прим. 17 к книге X.

¹⁰¹ Мы читаем (*أوج*) по сноске в *T* (в тексте *البروج*), что в дальнейшем подтверждается контекстом.

¹⁰² Об октогональном аспекте см. прим. 36, 39. Слово *тасмин* образовано из числительного *самана* (8) по тому же правилу, что и *таслис*, *тарби'* и *тасдис*.

¹⁰³ Здесь, как и выше, Беруни называет движением *مسير* — скорость; «мерило» — *معيار* — движения — средняя скорость видимого движения светила, которой мгновенная скорость видимого движения светила равна на границе между ускоренным и замедленным движением (см. прим. 223 к VI книге).

¹⁰⁴ Четыре случая, различаемые здесь Беруни, могут быть охарактеризованы в терминах производных дуги φ по времени: 1) $\varphi' < 0$, $\varphi'' > 0$, 2) $\varphi' < 0$, $\varphi'' < 0$, 3) $\varphi' > 0$, $\varphi'' > 0$, 4) $\varphi' > 0$, $\varphi'' < 0$.

¹⁰⁵ «Отсутствие движения» — точка, в которой скорость равна нулю. «Окончание ускорения» — точка, в которой равно нулю ускорение.

¹⁰⁶ Здесь *رسم*, буквально, «обряд».

¹⁰⁷ Об эфемеридах см. прим. 280 к VI книге.

¹⁰⁸ Конъект: в *A*, *B* и *T* — *المنظم*, мы читаем — *المنظر*.

¹⁰⁹ Конъект: в *A*, *B* и *T* — *لبرج*, мы читаем — *والسراج* что подтверждается контекстом.

¹¹⁰ Конъект: в *A*, *B* и *T* — *الامتلاء*, мы читаем — *الاستقبال*.

¹¹¹ Мы читаем — *جوى*, в *A*, *B* и *T* — *جرى*. Слово *جوى* (джуй) в смысле сферы применялось Беруни в I книге (см. ч. I, стр. 87 и прим. 82).

¹¹² Словами «арабская транскрипция» мы переводим термин *تعريب*, буквально, «арабизация».

¹¹³ Тельца эфира, согласно античным представлениям,— шарообразные. Об эфире см. прим. 17 к I книге.

¹¹⁴ О «низшем мире» см. прим. 16 к I книге.

¹¹⁵ Прохождение — ممر . Этому вопросу посвящен специальный трактат Беруни «Подготовка надежной основы для уточнения понятия прохождения», см. П. Г. Булгаков, Жизнь и труды Беруни, стр. 295—296.

¹¹⁶ Имеется в виду отношение $1:6\frac{1}{4} = \frac{4}{25}$.

¹¹⁷ О составном отношении см. прим. 127 к III книге

$$\frac{4}{25} = \frac{18}{25} \cdot \frac{2}{9} = \frac{360}{500} \cdot \frac{800}{3600}.$$

¹¹⁸ Об Абу Ма'шаре ал-Балхи см. прим. 323 к IX книге.

¹¹⁹ 'Омар ибн ал-Фаррухан ат-Табари, один из первых астрологов стран ислама, живший во второй половине VIII в., известный также как переводчик с персидского.

¹²⁰ Машаллах (Маша'аллах ибн Асари ал-Басри) — мусульманское имя астролога Мессехаллы, работавшего при дворе аббасидских халифов в Багдаде.

¹²¹ Мухаммад ибн 'Абдаллах ибн 'Омар ибн Базйар — астролог IX в., осуществлявший переписку с Абу Ма'шаром. Базйар — персидское имя («друг сокола»). Книга Базйара — «Книга соединений [планет]», о ней упоминает Беруни в Хронологии (стр. 32).

¹²² Условия Беруни можно выразить в следующем виде: пусть a — истинное расстояние планеты до Земли, b — среднее расстояние, Δa — подъем и Δb — понижение планеты, тогда $a-b=\Delta a$, если $a>b$, $b-a=\Delta b$, если $b>a$.

¹²³ «Измерения» — اقيطار , буквально, диаметры. «Стороны» — جهات — измерения с направлениями, их столько же, сколько граней куба, т. е. 6. Поэтому длина — طول — ширина — عرض — и высота — سمك — с учетом сторон образуют декартову систему координат в пространстве.

¹²⁴ Слово «длина» — طول — обозначает и эклиптическую долготу, «ширина» — عرض — и эклиптическую широту. Таким образом, здесь долгота, широта и высота образуют сферическую систему координат в пространстве.

¹²⁵ Конъект: в A , B и T — الوتد — «колышек», поскольку колышков четыре (см. ч. I, стр. 397), мы читаем البيت , что соответствует дальнейшему контексту.

¹²⁶ Владыка (سلطان) — султан — планета, самая сильная по своему астрологическому влиянию среди планет, ограниченная пространственными или временными рамками («владыка дома», «владыка года» и т. д.).

¹²⁷ Частное понятие — جزئية , общее понятие — كلمية . Взаимное отношение между частными и общими понятиями (универсалиями) было одним из важнейших вопросов и античной, и средневековой философии.

¹²⁸ О локте (ذراع) см. прим. 75 и 77 к I книге.

¹²⁹ Пядь (شبر) — мера длины, равная 22,5 см.

¹³⁰ «Палец» (صبع), с одной стороны, мера длины, равная 2,078 см (дюйм), с другой — мера диска Солнца и Луны (см. прим. 113 к VII книге).

¹³¹ Термин «признак войны, успеха и победы в нем» связан с представлениями астрологов о влиянии расположения светил на земные события.

¹³² Об отношении длины окружности к диаметру (π) см. прим. 86 к III книге.

¹³³ О «полном синусе» (радиусе) см. прим. 89, 90 к III книге.

¹³⁴ О *зидже Шахи* см. прим. 63 к X книге.

¹³⁵ $57 \frac{3^\circ}{11}$ — так называемый радиан (дуга окружности, длина которой равна радиусу круга).

¹³⁶ В 515 вопросе «Науки о звездах» (стр. 248—249) Беруни указывает четыре вида астрологических предсказаний: относящихся к «превратностям мира», к судьбе династий и сект, к судьбе отдельных личностей и к событиям в жизни людей. Здесь имеются в виду различные виды этих предсказаний.

¹³⁷ «Треугольники знаков зодиака» тройки знаков зодиака, находящихся в тригональном аспекте (под углом 120°), аналогичны «квадратам» (см. прим. 7): Овен — Лев — Стрелец, Телец — Дева — Козерог, Близнецы — Весы — Водолей и Рак — Скорпион — Рыбы. Астрологи связывали эти «треугольники», соответственно, со стихиями огня, земли, воздуха и воды (см. прим. 17 к I книге). Первый и третий треугольник, а также второй и четвертый, составляют два «шестиугольника знаков зодиака» — шестерки знаков зодиака, находящиеся в гексагональном аспекте (под углом 60°), называемые астрологами, соответственно, мужскими и женскими знаками зодиака.

¹³⁸ О «Синдхинде» см. прим. 154 к I книге.

¹³⁹ О термине «астрологический» см. прим. 275 к IX книге. Марс и Сатурн считались астрологами планетами, предвещавшими несчастье, а их встреча в знаке Рака — особенно зловещей.

¹⁴⁰ Венера и Юпитер считались астрологами планетами, предвещавшими счастье, а их встреча в знаке Рыб — особенно благоприятной.

¹⁴¹ Встреча Венеры и Юпитера в знаке Девы считалась менее благоприятной, чем в знаке Рыб.

¹⁴² О библейских праотцах Адаме и Ное см. прим. 139 ко II книге. Беруни имеет в виду библейскую легенду о том, что во времена Ноя он и его семья были единственными людьми.

¹⁴³ О магах и Заратуштре (Зороастре) см. прим. 127 и 171 к I книге.

¹⁴⁴ В «Коране» имеются утверждения о небесных знаменьях, например, «Из Его знамений — день и ночь, Солнце и Луна» (Коран, Разъяснение, 37).

¹⁴⁵ Каюмарс — Хушанг — Джам или Джемшид, Беварасп — или Даххак, Афридун — легендарные цари Ирана (см. Хронология, стр. 113—116); о двух последних см. прим. 173 ко II книге.

¹⁴⁶ Тысячелетия — *ал-хазарат* — арабская форма множественного числа от персидского слова *хазара* — «тысячелетие».

¹⁴⁷ Виштасп — царь Ирана, при котором Заратуштра основал религию магов (см. Хронология, стр. 205). Это же имя носил отец ахеменидского царя Ирана Дария I (522—486 гг. до н. э.).

¹⁴⁸ Два узла — *голова* и *хвост* (дракона) — точки пересечения лунной орбиты с эклиптической (см. прим. 99 к VII книге).

¹⁴⁹ Фирдария (*فرداریا*) — искажение греческого слова *periōdion* — «обход», откуда наше слово «период».

¹⁵⁰ Ануширван (Хусрау I, 531—579) — иранский царь из династии Сасанидов (см. прим. 208 ко II книге).

¹⁵¹ О *Зидже Шахи* см. прим. 63 к X книге; *Шахрийаран* по-персидски — «цари».

¹⁵² Абан-мах — месяц иранского солнечного календаря, соответствующий концу декабря и началу января.

*108

¹⁵³ Йездигерд I (399—421), Хурмуз (или Хурмузд) IV (579—590), Парвиз (Хусрау II, 590—623), Шируйе (Ардашир III, 628—629), женщина Азармидухт (630—632) — иранские цари из династии Сасанидов (см. прим. 208 ко II книге).

¹⁵⁴ Кисра — арабская форма имени Хусрау. Это имя, бывшее личным именем Хусрау I Ануширвана и Хусрау II Парвиза, было также титулом всех персидских царей династии Сасанидов («хосроев»).

¹⁵⁵ «Книга тысяч» Абу Ма'шара не сохранилась.

¹⁵⁶ О «вздохах дыхания человека» см. прим. 77 к I книге.

¹⁵⁷ Об «ангельском» или «божественном» годе — см. прим. 152 к I книге.

¹⁵⁸ См. прим. 132 к I книге.

¹⁵⁹ «Главные дроби» — (رؤوس الكسور) — дроби вида $1/n$ от $1/2$ до $1/10$, кроме $1/2$ (нисф), образуемые по одному закону (сулс, руб', хумс, судс, суб', сумн, тус', ушр).

¹⁶⁰ Здесь имеется в виду соответствие между Солнцем, Луной и планетами и днями недели.

¹⁶¹ Последние слова в *T* приведены по парижской рукописи, где добавлено: «Переписал ее Абу Галиб ибн Абу 'Али в городе Исфагане в конце месяца рамадана в 501 году хиджры» (т. е. в апреле-мае 1107 г.).

Рукопись *A* переписана в Багдаде в месяце раби' I в 507 г. хиджры, т. е. в августе-сентябре 1113 г.

Рукопись *B* переписана Абу-л-Фатхом Наср ад-Дином ибн Мухаммадом ибн Хибаталлахом весной 562 г. хиджры, т. е. весной 1168 г.

О колофоне рукописи стамбульской библиотеки Велиэдина см. прим. 20 к X книге. На этой рукописи имеется надпись одного из владельцев, относящаяся к 536 г. хиджры, т. е. 1141/42 г., откуда видно, что она переписана до этого года.

ПРИЛОЖЕНИЯ

УКАЗАТЕЛЬ
СИГЛОВ И БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ СОКРАЩЕНИЙ

1. Сиглы

- A* — كتاب القانون المسعودى لابی الريحان البيرونى
рук. Br. Mus. 1997 (Or); фотокопия.
- B* — كتاب القانون المسعودى لابی الريحان البيرونى
рук. Berl. (Ahlw.) 5667; фотокопия.
- T* — كتاب القانون المسعودى للحكيم ... البيرونى ج ١ — ٣، دائرة المعارف العثمانية، حيدرآباد، ١٩٥٤ — ١٩٥٦.

2. Библиографические сокращения

- Аристотель* — Аристотель, Физика, перевод В. П. Карпова, М., 1937.
- Беруни, Хорды* — Абу-р-Райхан ал-Бируни, Трактат об определении хорд в круге при помощи ломаной линии, вписанной в него, перевод С. А. Красновой и Л. А. Карповой, примечания Б. А. Розенфельда и С. А. Карповой, Сб.: Из истории науки и техники в странах Востока, вып. 3, М., 1963.
- Булгаков, Жизнь и труды* — П. Г. Булгаков, Жизнь и труды Беруни, Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1972.
- Геодезия* — Абу Райхан Бируни, Избранные произведения, т. III, Определение границ мест для уточнения расстояний между населенными пунктами [«Геодезия»]; исследование, перевод и примечания П. Г. Булгакова, Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1966.
- Евклид, Начала* — Евклид, Начала, перевод и комментарии Д. Д. Мордухай-Болтовского, т. I—III, М.—Л., 1948—1950.
- Индия* — Абу Райхан Бируни, Избранные произведения, т. II [«Индия»], перевод А. Б. Халидова и Ю. Н. Завадовского под редакцией В. И. Беляева, комментарии В. Г. Эрмана и А. Б. Халидова, Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1963.
- ал-Кашш* — ал-Кашш, Ключ арифметики. Трактат об окружности, перевод Б. А. Розенфельда под ред. В. С. Сегаля и А. П. Юшкевича, М., 1956.
- Канон Мас'уда, ч. I* — Абу Райхан Беруни. Избранные произведения, т. V, часть первая, кн. I—V, Вступит. статья, перевод и примечания П. Г. Булгакова и Б. А. Розенфельда при участии М. М. Рожанской (перевод и примечания) и А. Ахмедова (примечания), Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1973.
- Нейгебауэр* — О. Нейгебауэр. Точные науки в древности, перевод Е. В. Гохман, под ред. А. П. Юшкевича, М., 1968.

- Фахристон** — Абу Райхон Берунийнинг ўз асарларига ўзи тузган рўяхати, арабчадан А. Расулов таржимаси, «Беруний. Туғилган кунининг 1000 йиллигига», Тошкент, ЎзССР «Фан» нашриёти, 1973.
- Фармакогнозия** — Абу Райхан Беруни, Избранные произведения, т. IV, Фармакогнозия в медицине (Китаб ас-сайдана фи-т-тибб), Исследование, перевод, примечания и указатели У. И. Каримова, Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1973.
- Шарипов, Малоизвестные страницы** — Малоизвестные страницы переписки между Беруни и Ибн Синой, «Общественные науки в Узбекистане», № 1, 1965.
- Энциклопедия «Братьев чистоты»** —
رسائل أخوان الصفا و خلوان الوفا، بيروت، ج ١، ١٣٧٦ (١٩٥٧).
Biruni — A l-Bīrūnī, On Transits, transl. by M. Saffouri and A. Ifram with a commentary by E. S. Kennedy, Beirut, 1959.
- Varāha* — *Mihira*, Panca Siddhāntika, ed. by G. Thibaut and S. Dvivedi, 2nd ed., Lahore, 1930.
- W. Hartner, M. Schramm, Al-Bīrūnī and the Solar Apogee: an example of originality in Arabic Science, «Scientific Change», ed. A. C. Crombie, London, 1963.
- E. S. Kennedy, The Sasanien Astronomical Handbuch Zīj-i Shāh and the Astrological Doctrine of Transit, Journal of the American Oriental Society, vol. 78 (1958).
- E. S. Kennedy, A. Muruwa, Bīrūnī on the Solar equation, Journal of Near Eastern Studies, vol. 17, 1958.
- Наука о звездах** — Wright R., The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology by Abu'l-Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Bīrūnī. Written in Chazna, 1029 A. D. Reproduced from Brit. Mus. Ms. Or 8349. The translation facing the Text by R. Ramsay Wright. London, 1934.
- Thabit ben Qurra, On the Solar year and on the motion of eighth sphere, transl. and comm. O. Neugebauer, Proceedings of American Philosophical Society, vol. 106 (1962).
- «Сферика Менелая в обработке Ибн Ирака»** — M. Krause, Die Sphäric von Menelaos aus Alexandrien in der Verbesserung von Abū Nasr Mansur b. 'Alī b. 'Irāq mit Untersuchungen zur Geschichte des Textes bei den islamischen Mathematiker, Berlin, 1936.
- O. Schirmer* — O. Schirmer, Studien zur Astronomie der Araber, Sitzungsberichte der Phys. — Med. Sozietät in Erlangen, Bd. 58. 1926.
- Jacut* — Jacut's geographisches Wörterbuch herausg. F. Wüstenfeld, Bd. I. Leipzig, 1886.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН СОБСТВЕННЫХ

- *Абд ал-'Азиз ал-Кабиси — 420, 424.
 Абу-л-'Аббас ан-Найризи — 58, 59, 119, 120, 225, 226.
 Абу-л-'Аббас ал-Ираншахри — 29, 170.
 Абу Бакр Мухаммад ибн 'Омар ибн ал-Фаррухан — 492.
 Абу-л-Вафа ал-Бузджани — 35, 44, 47, 48, 57, 58, 60.
 Абу Джа'фар ал-Хазин — 28, 29, 44, 56, 424.
 Абу Йусуф ал-Кинди — 220, 407.
 Абу Ма'шар ал-Кинди — 220, 407.
 Абу Ма'шар ал-Балхи — 339, 492, 512, 513, 515.
 Абу Махмуд ал-Ходженди — 15, 37.
 Абу-р-Райхан ал-Беруни — 35.
 Абу Сахл ал-Кухи — 37.
 Абу-л-Фадл ал-Харави — 15.
 Абу Хамид ас-Сагани — 47, 48, 58.
 Абу-л-Хасан ас-Самири — 41.
 Абу-л-Хусейн ас-Суфи — 14, 35, 252, 253, 267, 273 — 323, 471, 472.
 Агриппа — 250.
 Адам — 511.
 Адриан — 38, 39.
 Александр Македонский — 37—39, 251, 259, 339, 513.
 'Али ибн 'Иса ал-Харрани — 44.
 Антонин — 38, 39, 257.
 Ануширван — 512, 513.
 Арат — 266.
 Аристотель — 208, 253.
 Аристарх — 36, 37.
 Аристилл — 250.
 Архимед — 19, 250, 418.
 Афридун — 511.
 Ахмед ибн Муса ибн Шакир (см. также Бану Муса) — 35, 117, 119, 127.
 Бану Муса — 35, 117, 119, 127.
 Бевараси — 511.
 Брахмагупта — 239, 240, 243, 244, 335, 339.
 Варахамира — 251.
 Виттешвара — 251.
 Виштасп — 511.
 Гален — 33, 266, 331.
 Гиппарх — 19, 33, 34, 39, 41, 43, 49, 50, 53, 60, 65, 89 — 92, 99, 106, 110, 111, 113, 126, 251, 255, 288, 294, 422, 443.
 Гиппократ — 344.
 Джам — 511.
 Евктемон — 36.
 Заратуштра — 510, 511.
 Ибн Базйар — 483.
 Йа'куб ибн Тарик — 225.
 Йахйа ибн Абу Мансур — 34, 117, 372.
 Йездигерд — 19, 22, 29, 40, 44, 46, 47, 49, 59, 60, 62, 67—69, 81, 101, 114—116, 119, 257, 369, 373, 376, 381, 387, 393, 400, 511—513, 516, 517.
 Катраб — 343.
 Каюмарс — 511.
 ал-Кинди см. Абу Йусуф ал-Кинди.
 ал-Киса'и — 342.
 Кунаса ал-Асади — 343.
 ал-Ма'мун, халиф — 33, 34, 46, 47, 59, 369.
 Мас'уд, Газневид — 517.
 Машаллах — 754.
 Менелай — 190, 250.
 Метон — 36—38.
 Мухаммад ибн 'Али ал-Мекки — 35.
 Мухаммад 'Абд ал-'Азиз ал-Хашими — 16.
 Мухаммад ибн Джабир ал-Баттани — 16, 35, 44, 57, 112, 114, 119, 165, 168, 170, 226—228, 324, 369, 372, 421.
 Мухаммад ибн Исхак ас-Серахси — 29, 216.
 Мухаммад ибн Муса ибн Шакир (см. также Бану Муса) — 35, 117, 119, 127.
 Мухаммад ибн Муса ал-Хорезми — 225, 228.

- Муса ибн Шакир — 35.
- Набонассар I (Бухтунассар) — 23, 36, 39, 42, 59, 91, 92, 101, 149, 257, 369.
- Назиф ибн Йемен — 37.
- ан-Наср ибн Шамил — 343.
- Ной — 511.
- Парвиз — 572.
- Птолемей — 18, 19, 24, 25, 27—34, 36—44, 46, 54, 57, 59, 62, 65, 67, 87—93, 97, 106, 108, 110, 111, 114, 117, 118, 123, 124, 126, 127, 129, 130, 133, 134, 137, 138, 150, 164—166, 169, 171, 172, 184, 191, 192, 198, 199, 206, 207, 210, 211, 216, 217, 221, 223, 230, 250, 253, 254, 257, 273, 324—328, 348, 352, 354—359, 361, 365, 367, 369—372, 407, 418—426, 429, 440, 475, 507.
- Пулиса — 89, 237—240, 242, 244—246, 417, 418, 424, 425.
- Сабит ибн Курра — 35, 44.
- Серен Фивский — 409.
- Сулейман ибн 'Исма ас-Самарканди — 35, 44, 47, 57, 117.
- Синд ибн 'Али — 44.
- Тимохарис — 59, 60, 250, 257.
- ал-Фазари — 225.
- Хабаш ал-Хасиб — 37, 117, 118, 228, 229, 231, 372.
- Халид ибн 'Абдалмалик ал-Мерверруди — 35, 44, 118.
- Хурмуз — 512.
- Хушанг — 512.
- Шируе — 512.

УКАЗАТЕЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ЭТНИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ

- "Адиты — 342.
 Александрия — 12, 13, 18, 34, 36, 39, 41, 59, 109, 110, 118, 149, 150, 257.
 Арабы — 233, 253, 256, 266, 332, 333, 335, 337, 342—344, 481.
 Афины — 36.
 Баб ат-тибн — 58.
 Багдад — 12—16, 18, 34, 35, 37, 44, 47, 58, 100, 119.
 Балх — 18, 35, 44, 113, 511.
 Бедуины — 266.
 Биркат Залзал — 58.
 Буст — 15.
 Вавилон — 16, 91, 100, 108.
 Вавилоняне — 89, 90, 100, 164, 234, 251, 329.
 Газна — 12, 13, 15—18, 34—36, 40, 48, 62, 66—69, 81, 91, 97, 98, 108, 110—114, 119, 149, 164, 165, 257, 261, 369, 370.
 Город Мира см. Багдад.
 Греки — 40, 89, 250, 251, 266, 329, 418, 424, 440, 462.
 Дамаск — 18, 33, 35, 118.
 Дейдер Марран — 33.
 Джурджан — 18, 97.
 ал-Джурджания — 15, 18, 20, 22, 35, 36, 45, 49, 62, 98.
 Древние египтяне — 41, 89, 329, 440.
 Египет — 329.
 Земля Хадашир — 251.
 Зерендж — 15.
 Индийцы — 29, 65, 77, 89, 90, 100, 106, 117—119, 177, 205, 209, 225, 229, 233, 234, 236, 237, 246, 251, 256, 257, 332—337, 343, 417, 418, 452, 464, 466, 483, 488, 510, 519.
 Индия — 89.
 Кааба — 255, 337.
 Кашмир — 251.
 Керман — 15.
 Киклады — 36.
 Копты — 34, 35, 38, 39.
 Кушайрии (арабское племя) — 343.
 Море Океанос (Окружающее море) — 14.
 Народ Кашмира — 251.
 Народ Эллады см. Греки.
 Нишапур — 18, 29, 35.
 Персы — 35, 476, 502, 508, 510, 512, 513.
 Ракка — 16, 18, 35, 44, 112.
 Рей — 15, 18, 37.
 Родос, остров — 34, 39.
 Самарра — 18, 35.
 Сиджистан — 15.
 Синд — 251.
 Сирия — 329.
 Халдеи — 89, 251, 440.
 Хорезм — 15, 37, 40, 45, 48, 98.
 Шаммасийа — 34, 46—48.
 Шираз — 13—15, 18, 35.
 Ширджан — 15.
 Эллада — 329, 440.

УКАЗАТЕЛЬ НАЗВАНИЙ СОЧИНЕНИЙ, УПОМИНАЕМЫХ БЕРУНИ

- «Альмагест» Птолемея — 16, 18, 24, 31, 36, 37, 58, 106, 107, 127, 151, 152, 224, 252, 253, 267, 366, 369, 370, 420, 422, 472, 473, 510.
- «Блеск зиджей» — 425.
- Зидж* «Извлеченный» Виттешвары — 251.
- Зиджи* индийцев — 236.
- Зидж* «Карана-тилака» Виджаянандина — 238, 239.
- Зидж* «Кхандакхадьяка» Брахмагупты — 238, 240, 424, 425.
- Зидж ал-Маъмуна* — 40, 62, 63.
- «*Зидж ал-Му'тадида*» Найризи — 58, 59.
- Зидж ал-Баттани* — 165, 324, 372.
- Зиджи* персов — 510.
- Зидж* Хабаша ал-Хасиб — 37, 117, 372.
- Зидж Шахи* — 372, 511, 512.
- Зидж Шахрийаран* см. *Зидж Шахи*.
- «Извлекающий *зидж*» — 425.
- «Канон Мас'уда» — 11, 83, 85, 106, 173, 177, 246, 344, 369, 445, 446, 519.
- «Книга искусства сферики» — Птолемея — 221.
- «Книга о восхождениях неподвижных [звезд] и *анва'*» Птолемея — 36, 326.
- «Книга призм» Птолемея — 31, 216, 421, 422.
- «Книга о расстояниях и телах светил» ал-Хазина — 424.
- «Книга о солнечном годе» Сабита ибн Курры — 35, 44, 47, 48, 57.
- «Книга тысяч» Абу Ма'шара — 512.
- «Книга явлений» Арата — 266.
- Комментарий Абу Джа'фара ал-Хазина на «Альмагест» Птолемея — 44.
- Комментарий Найризи на «Альмагест» Птолемея — 58, 119.
- Коран — 512.
- «Синдхинд» — 507, 510.
- «Собрание» Варахамхиры — 251.
- «Сферика» Менелая — 190.

УКАЗАТЕЛЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

- Абдиджит* — 336.
 Абсолютная долгота — 366.
 Абсолютное понижение светила (Солнца) — 330—332.
 Азимут — 21, 159, 160, 231, 237, 256.
 Азимут восхода — 259, 260, 330—332, 453, 459.
 Азимут восхода абсолютного понижения — 330.
 Азимут восхода градуса восхода светила — 330.
 Азимут высоты светила — 20.
 Азимут захода равноденствия — 20, 232.
 Азимут захода светила — 231, 232, 259, 260.
 Азимут новой Луны — 231, 232.
Азудово кольцо — 14.
 Алиада — 131—133.
 Альдебаран — 289, 333, 335, 338, 340—342, 344.
 Альмукантарат — 331.
Анва — 326, 337—344.
Андромеда — 286, 334.
 Аномалия (Луны, планет) — 90, 92, 94, 97—99, 101—104, 108—113, 122, 126, 127, 130, 134, 136—138, 149, 151, 164, 168, 178, 194, 226, 350—352, 355—357, 362, 363, 366—368, 370, 373, 393, 394, 399, 400, 409—412, 432, 433, 502, 503.
Анурадха — 336.
Аорта — 336.
 Апогей (Солнца, Луны) — 24, 25, 27, 30, 32, 38, 41—46, 48—59, 61, 62, 64—74, 80, 81, 87, 88, 90, 91, 105, 123, 125, 126, 128—130, 134, 135, 138—140, 147, 169—171, 173, 178, 181, 183, 189, 195, 196, 200, 226, 267, 349—357, 361—363, 367, 370—373, 410, 418, 429—436, 438, 490, 509—513.
 Апогей деферента — 350—352, 508.
 Апогей эпицикла — 26, 92, 94, 95, 107, 108, 111, 123, 130, 133—136, 149, 163, 169—171, 173, 175, 181, 183, 184, 186, 188, 189, 194—196, 216, 224, 228, 229, 348—350, 352, 356, 358, 366, 367, 410, 418, 419, 430—432, 438—445, 508—510.
 Аргумент апогея (Солнца) — 68—75, 81—83, 90, 134, 136, 138, 178, 370, 373.
 Аргумент времени — 225.
 Аргумент *замана* — 412.
 Аргумент опережения Луны — 229.
 Аргумент уравнения — 51, 53, 75, 76, 195, 372, 373, 432, 433.
 Аргумент широты — 110, 138, 139, 198, 203, 214.
Ардра — 335.
 Армилярная сфера — 130.
 Аспект гексагональный — 460—477, 508.
 Аспект октогональный — 504.
 Аспекты планет — 355, 460—476, 508.
 Аспект тригональный — 355, 460—476, 508.
 Астролябия — 131.
Ашвини — 335.
Ашлеша — 335.

Бава — 235.
Балава — 235.
Банидж — 235.
Барбах — 231, 232, 325.
Барих — 337—342.
 Близнецы — 22, 43, 45, 46, 226, 239, 240, 270, 291, 292, 333, 341, 355.
Большая Медведица — 266, 268—270.
Большой Пес — 312—313.
Брус — 333, 335, 340—343.
Брюшко — 333, 335, 338, 340, 341.
Брюхо Рыбы — 334, 338, 341, 343.
Бухт светила — 177, 178, 182—184, 202, 237, 238, 242—246, 334, 441—443, 497, 498.
Бхарани — 335.

Великан — 307, 309.
Венера — 220, 250, 348, 349, 352, 356—359, 369—372, 393—400, 417—426, 428—433, 438—446, 498, 508—519.
Верблюжата — 342.
 Весы — 40, 59, 66, 67, 227, 251, 297, 334, 354, 456, 457, 513.
Вишак — 336.

- Вишты* — 235.
 Вогнутая сфера — 36.
Водолей (Ведро) — 46, 47, 200, 300, 304, 334, 336, 338, 340, 343, 355.
 Возвращение аномалии — 89, 90, 407.
 Возвращение по долготе — 32, 49, 50, 89, 105, 106, 332, 407.
 Возвращение по широте — 89, 105, 106, 107, 109.
 Возвращения Луны — 89, 105, 106, 122, 124, 332.
Ворон — 317, 318, 336.
 Восход Луны — 100, 119, 120, 159, 210, 211, 214, 215, 218, 332.
 Восход светила (планеты) — 258, 261, 324—333, 337, 348, 438—441, 487.
 Восход Солнца — 38—40, 214—218, 222, 224, 236, 254, 324, 325, 348, 438, 439.
 Восход стоянки (Солнца, Луны) — 337, 338.
 Восходящий узел — 111—114, 119, 138, 149, 191, 210, 246, 425.
 Восхождение градуса восхода (Солнца, Луны) — 221, 225, 226.
 Восхождение градуса гороскопа — 451.
 Восхождение градуса захода светила (Солнца, Луны) — 225, 229.
 Восхождение начала *Весов* — 227, 462.
 Восхождение начала Рака — 440.
 Восхождение на линии земного экватора — 42, 80—82, 229, 230.
 Восхождение стоянок — 337, 339, 340.
Воющий см. *Кричащий*.
 «Впадение» в затмение — 100, 212, 213, 246.
 «Впадение». *Заманы* «впадения» — 100, 211, 215, 218, 444, 488.
 «Впадение». Минуты «впадения» — 100, 212, 246, 488.
 «Впадение», Часы «впадения» — 100, 212.
 Время, абсолютное — 47.
 Время, приведенное — 47.
 Вторая аномалия (Луны) — 93—96, 169.
 Второе (восточное) движение — 107, 187, 250, 255, 337, 347.
Второе горлышко — 334, 338, 341.
 Второе уравнение (Солнца, Луны) — 65, 92—94, 98, 101, 109, 110, 112—115.
 Высота градуса знака зодиака — 49.
 Высота градуса Луны — 119, 149, 156—161, 230.
 Высота градуса прохождения светила (Солнца) — 230.
 Высота градуса середины неба — 328, 330, 331.
 Высота кульминирующего светила (Солнца) — 261, 262, 328.
 Высота новой Луны — 231, 232.
 Высота светила — 19, 20, 97, 118, 255, 258.
 Высота Солнца для данного момента — 19, 20, 220, 223.
Газеленок — 338, 340—342.
Гара — 235.
 Гексагональный аспект см. Аспект гексагональный.
Гиады — 289.
Гидра — 316—318.
Глаз — 333, 340, 341.
Гневные — 341, 342.
 Год лунный — 13, 332.
 Год солнечный — 33, 36, 37, 42, 49, 53, 332, 369, 428, 509.
Голова — 105—107, 110, 111, 118, 138, 139, 200, 220, 242, 244, 428, 511.
Горгона — 278, 279.
 Горизонт восхода — 441, 442, 450.
 Горизонт захода — 441, 442.
 Горизонт видимый — 11, 33, 80, 118, 132, 153, 156, 159, 162, 173, 200, 210, 211, 214, 216, 219, 222—231, 252, 254, 258, 259, 261, 264, 324, 325, 327.
 Горизонт истинный — 131, 132, 154, 210, 260, 262, 323, 325, 327—331, 337, 440, 450—467, 505.
 Градус восхода светила — 157, 221, 328—331, 452.
 Градус гороскопа — 450—462.
 Градус захода светила — 221, 223, 226, 228—230, 325, 327, 328, 331.
 Градус прохождения светила — 118, 228, 324, 481, 509.
 Градусы, запоминаемые — 453—462.
 Градусы попятного движения — 407—412.
 Градусы, принимаемые во внимание — 456—461.
 Градус светила (Солнца, Луны) — 19, 133, 156, 157, 197, 221, 224, 225, 229—231, 241, 330—332.
 Градус середины неба — 133, 229, 328, 330, 331, 461.
 Градусы соответствия — 227, 329—331, 454, 460—462.
Давай — 344.
Два Горлышка — 344.
Два знака — 333—335, 339, 340.
Два Орла — 97, 252.
Два Осла — 291, 333.
Два Симака см. *Симак*.
Безоружный и *Симак Копьеносец*.
Два Сириуса — 97, 252, 344.
Два Теленка — 268.
Два Ягненка — 280.
Две Клешни — 334.
Движение аномалии — 89, 92, 95, 99, 101, 105, 191, 193, 194, 356, 364, 369, 408, 409, 410, 439, 441.
Движение апогея — 31, 41—44, 49, 50, 54, 56, 58—60, 65, 66, 68, 72, 73, 81, 87, 88, 90, 123, 125, 252, 354, 355, 371, 425, 426, 504.
 Движение аргумента — 81, 82.
 Движение восходящего узла — 111—116, 148, 152, 194.
 Движение долготы — 89, 101, 107, 110—

- 112, 114, 122, 149, 194, 347, 363, 366, 441.
 Движение Луны — 11, 80, 87—91, 100, 101, 105—108, 122, 124, 148, 155, 168, 169, 194, 195, 233, 238, 239, 350, 364, 410.
 Движение светил (планет) — 11, 13, 23, 27, 69, 90, 123, 177, 210, 257, 261, 347—368, 407.
 Движение Солнца — 11, 22, 24, 27, 29, 32, 41, 53, 67, 79, 87, 99, 105, 122—125, 171, 194, 195, 231, 352, 408, 438.
 Движение широты — 105—111, 113—115, 122, 148, 149, 164, 165, 195, 199, 347.
 Движение эпицикла — 30, 31, 40, 183.
 Дева — 39, 62, 200, 201, 295, 296, 333, 334, 441, 503, 514.
 Дельфин — 284, 326, 337.
 Держащий поводья (*Возничий*) — 279.
 Деферент — 24, 28, 30, 135, 249, 349—351, 355—359, 361, 366—369, 407, 408, 411, 428, 492, 500.
 Деферент центра деферента — 350, 351.
 Джаузахир — 187, 203, 225.
 Джебшхта — 336, 474, 478, 484—486, 501.
 Долгота апогея — 44—49, 58, 66, 68, 69, 81, 82, 90, 355.
 Долгота географическая — 11, 13, 15—17, 34, 35, 37, 39.
 Долгота (светила) — 30, 154, 156, 267, 273—323, 326, 328, 333, 347, 350, 355, 357, 360, 361, 410.
 «Домá» — 449—515.
 Дочери погребальных носилок — 251, 252, 256.
 Дракон — 270.
 Дуга дня (дневная дуга) — 100, 229, 261, 452, 481.
 Дуга ночи (ночная дуга) — 100, 452.
 Дуга «понижения» — 326, 327, 329, 547.
 Дуга текущего момента — 100.
 Дхаништха — 336.
 Жало — 334, 341, 343.
 Жертвенник — 321.
 Завеса — 334, 339, 340.
 Заклинатель змей (*Змееносец*) — 280—282.
 Заккрытие светил — 441, 445, 499, 504.
 Заманы — 11—18, 20—22, 79—82, 97, 107, 199, 212—214, 221, 224—228, 243—245, 356, 412, 444, 447, 457—498.
 «Запаздывание» времени — 12, 13, 243.
 Запаздывающая квадратура — 324.
 Затмение Луны — 16, 17, 24, 88, 89, 92, 94, 95, 97, 98, 100, 107—112, 120, 124, 163—168, 177, 184—195, 202—217, 221, 237, 241, 245, 258, 444, 445, 489.
 Затмение Луны. «Пальцы затмения» — 108, 111, 113, 165—167, 205—207, 215, 220.
 Затмение Солнца — 17, 29, 88, 155, 162, 170, 172, 177, 185—199, 216—220, 237, 241, 242, 420, 444, 445.
 Затмения древнеавилонские — 90—100, 101, 107, 109—115, 122, 164.
 Заход градуса светила (Солнца, Луны) — 225, 292, 295.
 Заход Луны — 119, 120, 159, 210, 211, 214, 219, 224, 225, 227—229, 231.
 Заход светила (Солнца) — 186, 187, 215—219, 222, 224—228, 254, 258, 261, 324, 325, 330, 348, 438—441.
 Заход стоянки (Солнца, Луны) — 335.
 Захождение стоянок — 335—337.
 Заяц — 311.
 Звезды вечновидимые — 258, 259, 261—265, 267.
 Звезды вечноневидимые — 258—261, 264.
 Звезды неподвижные — 49, 58—60, 89, 97, 122, 249—259, 265, 267, 323, 325, 326, 329, 332—334, 337, 347—349, 354, 370, 417, 419, 422, 447, 509.
 Зверь (*Волк*) — 320.
 Земля — 13, 19, 24, 27—41, 75, 88, 132, 134, 135, 148—154, 156—159, 162—173, 181, 184, 186—189, 191—196, 208, 209, 215, 221, 222, 224, 227, 230, 232, 237, 258, 260, 261, 323, 325, 326, 337, 348, 412, 416—420, 422—432, 438—440, 445, 453—455, 467, 468, 470—479, 507, 508.
 Земля — место Земли во Вселенной — 88, 107, 108, 112, 134, 148, 152, 162, 171, 172.
 Зенит — 19, 118, 119, 150, 153, 154, 156—159, 162, 181, 184, 224, 258, 260, 327, 440, 479, 481, 507, 508.
 Змея — 282.
 Знаки зодиака — 26, 46, 58, 66, 87, 92, 95, 105, 106, 109, 125, 148, 149, 153, 155, 156, 164, 177, 178, 181, 184, 185, 194, 195, 209, 211, 217, 226, 229, 230, 232, 237, 242, 245, 246, 250, 255, 257, 273—324, 326, 327, 330, 332, 347, 349, 350, 353, 354, 407—411, 426—428, 438, 439.
 Зоны орбиты апогея — 502—504.
 Зоны эпицикла — 500, 502—509.
 Избыток уравнения — 126—128.
 Изумленный Скорпион — 342.
 Индийский круг — 232.
 Исправленная аномалия — 153, 165, 350, 369, 411.
 Исправленная долгота (планеты) — 350, 351, 369.
 Истинное восхождение Солнца — 80—83.
 Истинное движение Луны — 91, 92, 122, 177, 182, 239.
 Истинное движение Солнца — 66, 81, 177, 181, 239.
 Истинное положение Луны — 92, 94, 97—99, 108, 110—112, 117, 119, 122, 125—127, 136—139, 147, 148, 165, 178, 237, 242, 244—246.
 Истинное положение Солнца — 51, 62, 76, 80, 81, 91, 119, 125—127, 129, 164, 165, 178, 184, 195, 237, 242, 244, 245, 372.

- Истинный апогей — 136.
 Истинный аргумент (Солнца, планеты) — 65—67, 74, 76, 127, 372, 411.
 «Исчезновение» (в затмении) — 105, 214, 324.
- Иаминиево кольцо* — 13.
Иеменский Сириус — 312.
Иоджаны — 417.
- Кардаджа* — 238—240, 242—246.
Каулава — 235.
 Квадрант — 36, 134, 138, 157, 161, 189, 190, 214, 260.
 Квадратура — 124—128, 157, 159, 161, 185, 189, 221, 355, 460, 485, 486, 522.
Кинстухна — 235.
Кисточка — 343.
Кит, Морской зверь — 306, 310.
Козерог — 226, 300, 334, 520.
Козленок — 255, 256, 268.
Коленопреклоненный (Геркулес) — 273 — 276.
Кольшек — 132, 447—451, 467, 479, 481, 484, 712, 757.
 Кольшек восходящего градуса (восходящий кольшек) — 450—452.
 Кольшек заходящего градуса (заходящий кольшек) — 450—452.
 Кольшек Земли — 450—452, 513.
 Кольшек середины неба — 450—452, 513.
 Колюр солнцестояний см. Круг, проходящий через четыре полюса.
Корабль Арго — 313.
Корона — 334, 336, 340—342.
Коса из волос — 254.
 Косой час см. Час косой.
Криттика — 335.
Кричащий (Волопас) — 273, 274.
 Круг абсолютного понижения — 326.
 Круг высоты — 150, 153—155, 157—159, 184, 227, 231, 232, 324—327, 330.
 Круг, не имеющий азимута — 18, 20, 150, 450—453, 485.
 Круг, подобный эклиптике — 24—28, 30, 31, 72, 87, 105, 125, 193, 195, 196, 359, 361, 364, 365, 412, 417, 501.
 Круг понижения светила (Солнца) — 325, 326, 329, 331.
 Круг, проходящий через четыре полюса — 118, 132, 255, 260, 502.
 Круг склонения — 450, 478.
 Круг тени — 88, 100, 165.
 Круг широты — 138, 139, 149, 152—156, 158, 165, 181, 191, 237, 430, 443, 438, 489, 495.
 Круг экванта движения — 359, 361—366, 418, 420.
Кружок из волос — 254, 255, 333, 340, 342, 343.
Крылатый Конь (Пегас) — 285.
Лающие — 333, 338, 340, 341.
- Лев* — 19, 46, 47, 49, 60, 61, 226, 251, 257, 272, 279, 293, 294, 333.
Летящий Орел — 283, 336.
 Линия затмений — 194.
 Линия кульминации — 132.
 Линия равноденствия — 18, 19, 73, 259, 331.
Лира (Кимвалы) — 276.
- Лоб* — 333, 335, 340, 341, 343.
Лоб Льва — 343.
Локоп — 335.
Локоть — 333, 335, 340, 341.
 Луна — 11, 17, 24, 27—29, 39, 48, 50, 80, 87—91, 95, 98, 107—113, 117—120, 122, 126, 128—130, 132, 134, 136, 137, 149, 151, 153, 154, 156, 158, 161—173, 177—222, 226, 230—246, 249—257, 266, 339, 347, 349, 354, 355, 369, 407, 417—426, 438, 443, 445—447, 467, 492—513.
 Лунные сутки см. Сутки лунные.
Льняная нить — 336.
- Магха* — 335.
 Малая Медведица — 255, 256, 266, 268, 269.
Малый Конь — 284.
Малый Пес — 266, 313.
Малый Скорпион — 342.
Марс — 250, 348, 349, 359, 369, 371, 373, 387—393, 414, 417—432, 446, 504—518.
- Меридиан земной — 11, 13—15, 33, 149, 150.
 Меридиан небесный — 19—21, 33, 40, 80, 117, 118, 131, 132, 190, 195, 198, 223, 254, 259, 261, 323—325, 327, 329, 330, 448, 450, 451, 492, 508, 510.
 Меркурий — 220, 250, 348—351, 353—358, 370—373, 400, 410, 417—433, 438—441, 444, 504, 511.
 Месяц лунного года — 89, 91, 99, 148, 194.
 Минута суток — 11, 12, 15—17, 20, 33, 36, 37, 41, 49, 58, 68, 69, 81, 82, 91, 97, 100, 178, 182, 184, 202, 212, 225, 242.
Миргаширша — 335.
 Млечный путь — 253, 254.
Мяукающий — 342.
- Нага* — 235.
 Надир — 258, 481.
 Наибольшее склонение см. Склонение наибольшее.
 Наибольшее уравнение см. Уравнение наибольшее.
 Наибольшая широта Луны — 105, 106, 117—120, 138, 148, 164, 166, 192, 203, 230, 241.
Накшатра — 332, 335, 336.
Нау'с. Анва'.
 Небесная сфера (небо) — 19, 30, 31, 130, 131, 237, 266, 323.
 Небесный экватор см. Экватор небесный.
 Неподвижные звезды см. Звезды неподвижные.
 Неравенство Луны — 89, 90, 122, 124, 126.

- Неравенство неравенства Луны — 122, 124.
 Нисходящий узел — 111, 112, 191—195, 209, 414.
 Обладательница Трона (Кассиопея) — 277.
 Обороты головы — 106.
 Обороты (Луны) по широте — 106, 109, 110, 112, 122.
 Обороты по аномалии — 89, 99, 124, 418.
 Обороты по долготе — 32, 33, 41, 42, 49, 89, 90, 107, 110, 125, 163, 369, 418.
 Овен — 54, 61, 76, 81, 138, 139, 169, 227, 233, 238, 240, 241, 287, 333, 354, 374, 458, 511, 513.
 Одинокaя — 316.
 Окрашенная рука — 278.
 Октогональный аспект см. Аспект октогональный.
 Опережающая квадратура — 324.
 «Опережение» времени — 12, 243.
 Опережение Луны — 178, 215, 227, 229.
 Орбита апогея — 24—31, 42, 49—54, 56, 59, 60, 62, 64—67, 72, 78—80, 82, 87, 90, 91, 95, 105, 123—125, 128—130, 134, 148, 151—153, 159, 183, 193, 331, 347, 350, 358, 365, 407, 408, 420, 421, 428, 500, 502, 509.
 Орбиты Луны наклонная — 105—107, 109, 112, 116, 117, 119, 120, 125, 137, 138, 148, 149, 152, 156, 164, 189, 190—193, 196, 199, 203, 210, 212—215, 218, 239, 240, 245, 246, 427, 428.
 Орбита светила — 23, 31, 42, 349.
 Орел — 282—284.
 Орион — 266, 307, 333.
 Ось мира — 255.
 Падающий Орел — 276, 334, 336.
 Параллакс — 88, 118, 119, 149, 150, 155, 160—162, 172, 173, 181, 184, 192—195, 197—199, 201, 215, 217, 219, 225—227, 229, 230, 250, 416, 418—420.
 Параллакс долготный — 149, 152, 155, 156, 158—162, 181, 184, 185, 192, 225, 229, 232, 447.
 Параллакс полный — 151—156, 158—162, 175, 184, 192, 215, 216, 229—231.
 Параллакс широтный — 149, 152, 156, 159—161, 181, 184, 192, 193, 195—199, 201, 225, 229—232, 447.
 Параллель суточная см. Суточная параллель.
 Пегас см. Крылатый Конь.
 Первая аномалия (Луны) — 93, 95, 169.
 Первое горлышко — 334, 341, 342.
 Первое (западное) движение — 11, 107, 187, 250, 255, 257, 259, 261, 262, 325, 347, 418, 482.
 Первое уравнение (Луны) — 92, 94, 95, 98, 101, 110—145.
 Пересекающийся см. Два Сириуса.
 Перигей — 24, 30, 50, 52, 53, 55, 76, 80, 105, 123, 127, 135, 136, 159, 170, 173, 181, 188, 191—195, 201, 202, 229, 230, 351, 355—357, 360, 362, 364, 408, 430, 431, 438, 504.
 Перигей деферента — 349, 350, 367, 368.
 Перигей эпицикла — 92, 123, 150, 163, 169, 173, 175, 181, 184, 186, 188, 191, 193, 195—198, 226, 228, 229, 348—350, 358, 359, 365, 366, 410, 411, 419, 429—432, 438—441, 447, 450.
 Персей, несущий голову Горгоны — 278, 279, 334.
 Планеты (их движение) — 27, 28, 49, 50, 59, 83, 220, 225, 250, 253, 329, 347—355, 357—360, 366—372, 407—410, 412, 413, 416—420, 422, 426, 427, 429—432, 438—447, 476, 477, 481—509.
 Плачущий Сириус — 266, 313.
 Плеяды — 254, 255, 290, 326, 333, 335, 338—344.
 Поворот — 333, 335, 338, 340, 341, 343.
 Подъем планеты — 482—508.
 Покрытие Луной звезд [Планет] — 417, 447.
 Полуденная высота — 19, 20, 23, 259, 260, 328, 331.
 Полуденная высота градуса Луны — 119.
 Полуденная высота (Солнца, Луны) — 19, 20, 22, 49.
 Полуденная линия — 117.
 Полуденный круг см. Меридиан.
 Полюс мира — 19, 23, 132, 150, 255, 256, 258, 261, 328, 449, 451.
 Полюс эклиптики — 105, 106, 121, 132, 138, 152, 153, 155, 156, 181, 202, 203, 218, 229, 254, 256, 257, 261, 263.
 Понижение планеты — 501—507.
 Понижение Солнца — 228, 258, 325—328.
 «Пребывание» в затмении — 107, 163, 204, 205, 210, 212—214, 215, 429.
 «Пребывание». Заманы «пребывания» — 107, 212—214, 215.
 «Пребывание». Минуты пребывания — 212.
 «Пребывание». Часы пребывания — 212.
 Привязь — 266.
 «Примыкания» планет — 347, 459—461.
 Пристально смотрящий — 342.
 Проектирование лучей светил — 465, 467, 475, 476.
 Просвет между бровями — 334, 341.
 Противостояние — 91, 124, 125, 128, 129, 163, 164, 181, 182, 184, 186, 187, 189, 190, 194, 195, 202, 212, 213, 244, 339, 348, 359—364, 369—371, 432, 438, 502.
 Противостояния точки — 120, 164.
 Прохождение планет — 502—505.
 «Прояснение» (в затмении Луны) — 204, 205, 210—217, 237, 246.
 Прямое восхождение — 79, 190.
 Прямой час см. Час прямой.
 Птица (Курица, Лебедь) — 276, 277.
 Пунарвасу — 335.

- Пурва-ашадха* — 336.
Пурва-бхадрапада — 336.
Пурва-пхалгуни — 335.
Пушья — 335.
 Пятая сущность (категория) — 23, 31.
- Разброс* — 333, 335, 340, 341.
 Равноденствий момент — 18, 19, 38—40, 42, 46, 58, 66, 67, 72, 233, 339.
 Равноденствий точки — 22, 32, 33, 38—40, 42, 43, 45, 55—57, 72, 73, 109, 118, 241, 254, 265, 343, 449, 450, 455, 461.
 Разделение полного параллакса — 154.
Рак — 22, 54, 60, 132, 169, 226, 292, 293, 333, 336, 442, 443, 509—513.
Расплавленная — 295.
 «Расстояние» временное — 11, 12, 122.
 Расстояние между центрами (эксцентриситет) — 28, 43—49, 54, 55, 61, 63—66, 77, 91, 127, 129, 134, 151, 152, 164, 368, 370, 420, 422.
Ревати — 336.
Река (Эридан) — 309—311.
Рохини — 335.
Рыбы — 81, 299, 304—306, 336, 442, 443, 771.
 Рыбообразная фигура — 204, 205, 207.
- Самуы* — 344.
 Сатурн — 250, 348, 349, 369—410, 416—432, 439, 440, 445, 501—515.
Свати — 336.
 Светила — 11, 24, 25, 27, 31, 58, 88, 178, 179, 183, 185—187, 192—198, 209, 210, 217—219, 221—228, 235, 237, 240, 241, 249, 267, 348—350, 352, 353, 359, 364, 369, 417—419, 424.
 Светила, мерцающие — 253, 254.
 «Сгорание» звезды [планет] — 323, 324, 348—354, 359, 369, 431, 439—443, 506.
Сердце — 298, 334, 341.
Сердце Льва — 60, 251, 255, 257, 372.
Сердце Скорпиона — 298, 342.
 «Сила» — 24, 31, 452, 461, 470, 484, 505, 507.
Симак см. *Симак Безоружный*.
Симак Безоружный — 59, 257, 336, 338, 340—342, 344.
Симак Копьеносец — 274, 344.
Сириус — 341.
 Склонение градуса светила — 117, 118, 149, 237, 238, 240, 254.
 Склонение наибольшее — 21, 118, 132, 153, 256, 257, 259—265, 267, 268, 455, 458.
 Склонение светила (Солнца) — 13, 19—22, 32, 42, 46, 58, 117, 218, 149, 200, 203, 237—240, 243—245, 261, 264, 330.
Скорпион — 20, 61, 266, 296, 298, 334, 336, 342, 444, 484, 513.
 Соединение светил — 50, 118, 123—125, 128, 129, 179, 181—183, 187, 189—191, 193, 196—201, 217, 235, 237, 339, 340, 371, 445, 446, 503, 505, 507.
- Соединение светил — видимое — 179, 181—183, 189, 192, 211, 217—219, 241, 324.
 Соединение светил — истинное — 179—185, 189, 192, 194—196, 237.
 Соединение светил — среднее — 179, 181, 182, 189, 192—195, 234, 237.
 Солнце — 17, 19, 20, 22—32, 36, 38—41, 47—50, 53, 55, 56, 62, 64—68, 73, 74, 76, 80, 82, 87—91, 97, 101, 106—108, 110, 114, 119, 120, 122—124, 126, 128, 130, 133, 134, 136, 137, 151, 153, 159, 162—164, 167—173, 178, 204, 208, 209, 214, 217—231, 234, 237, 238, 241—246, 249—252, 266, 323, 333, 337, 339, 347—350, 367—370, 407, 417—432, 438—447, 460, 466, 484, 485, 497, 499, 501—511.
 Солнечные затмения см. Затмение Солнца.
 Солнцестояний точки — 21, 22, 40, 42, 45, 54—57, 118, 119, 149, 259—264, 441, 449.
 Солнцестояния момент — 18, 20—23, 36, 39, 40, 42, 46, 58, 240, 343.
 Среднее восхождение Солнца — 80—82.
 Среднее движение (Солнца) 32, 38, 42, 43, 49, 50, 53, 54, 58, 60, 62, 65, 73, 80—82, 90, 92, 130, 181, 182, 194, 348, 350, 366, 367, 369, 370.
 Среднее движение Луны — 95, 96, 109, 110, 112, 125, 149, 182.
 Средний апогей — 130, 135, 136, 350, 364, 366.
 Средний аргумент — 25, 26, 28, 65—68, 74—76, 81, 83, 110.
 Среднее положение Солнца см. Среднее Солнце.
 Среднее Солнце — 30, 49, 55, 58, 65, 66, 73, 80, 81, 90, 91, 127, 137—139, 182, 183, 234, 239, 248, 353—355, 357—360, 365—369, 411, 431, 438, 499.
 Средняя аномалия — 130, 350.
 Средняя долгота (планеты) — 350, 351, 366.
 Средняя Луна — 90—92, 97—99, 101—104, 108—113, 116, 122, 126, 129, 136—139, 147, 165, 178, 182, 239.
 Средняя планета — 350, 369—375, 409—411, 502.
 Стоянки Луны — 233, 236, 251, 332—334, 342, 439.
 Стоянки планет — 408, 409, 505.
 Стоянки Солнца — 337, 338.
Страусы — 334, 341.
Страусы, выходящие из реки — 336.
Страусы, переходящие реку — 336.
Стрела (Ткацкий станок) — 283, 326.
 Стрела тени — 88, 108, 163, 157, 168, 170—172, 188, 189, 209.
Стрелец — 226, 239, 240, 299, 321, 334, 336.
 Сутки восходные — 233, 236, 417.
 Сутки лунные — 233—236.
 Сутки солнечные — 38—40, 43, 89, 111, 122, 182, 233, 236, 412.
 Сутки стояночные — 233.
 Суточная параллель светила (Солнца) — 13,

- 237, 241, 242, 256, 258, 260—262, 417, 418.
 Суточный круг см. Суточная параллель светила.
Сухейль — 326, 342, 343, 345, 346.
Счастье глотающего — 334, 341.
Счастье палаток — 334, 341.
Счастье режущего — 334, 341, 342.
 Счастье счастливых — 334, 341.
 Сфера Земли — 30, 150, 152, 163.
 Сфера Луны — 30, 58, 148, 149, 153, 167, 168, 237, 418, 419.
 Сферы светил — 11, 23, 30—32, 49, 58, 131, 153, 168, 186, 188, 223, 225, 237, 242, 251, 253, 347, 349, 418, 422—428, 444, 452.
Тайтила — 235.
Телец — 46, 47, 49, 56, 266, 280, 288, 290, 333, 336, 441, 512.
 Точки равноденствий см. Равноденствий точки.
 Точка экванта движения — 350, 351, 355, 356, 359, 363, 499.
Треугольник — 287.
 Тригональный аспект см. Аспект тригональный.
 Трикувтр — 117, 118, 169.
 Туманности — 250, 251, 256.
 Узлы, лунные — 100, 105, 107, 111—113, 119—121, 155, 164, 190—196, 198, 203, 213, 214, 218, 220, 238, 428—432.
 Уравнение абсолютное — 74.
 Уравнение аномалии — 26, 111, 113, 130, 134, 135, 137, 183, 351, 367, 373, 438, 499.
 Уравнение аргумента — 25, 66, 75, 372, 373, 499.
 Уравнение времени — 11—13, 42, 49, 68, 81, 82, 90, 182, 255, 424.
 Уравнение долготы (планеты) — 350, 351, 355, 364, 368.
 Уравнение захода Луны — 229, 230.
 Уравнение Луны — 101, 108—111, 124—127, 133, 139, 140, 147—149, 181, 189, 190, 193, 195, 201—203, 226—229, 237.
 Уравнение наибольшее — 42—45, 50, 51, 53, 54, 56, 61, 62, 65, 66, 74—76, 124—127, 135, 136, 159, 183, 192, 193, 201, 354, 368, 369, 438—440, 500, 502, 503.
 Уравнение (на круге, подобном эклиптике) — 25, 26, 66, 67, 73.
 Уравнение планеты — 359, 367—369, 373, 380, 386, 394, 401, 411, 440, 503, 504, 509.
 Уравнение Солнца — 25—28, 52, 66, 75—77, 81, 124, 129, 134, 172, 181, 193—195, 198, 200, 202, 355, 366, 371, 372.
 Уравнение уравнения — 367.
 Уравнение эпицикла — 124, 135, 136, 184, 368.
 Уравненная аномалия — 130, 135—137, 139, 152, 165, 183, 226, 227, 372, 373, 432, 433.
 Уравненная тень — 202.
 Уравненная широта — 237.
 Уравненное понижение — 332, 333.
 Уравненный аргумент — 25, 26, 28, 71, 75, 76, 372, 373, 432, 433, 488.
 Уравненный бухт — 178.
 Уравненный градус — 226, 277.
Утгара-ашадха — 336.
Утгара бхадрапада — 336.
Утгара-пхалгуни — 336.
 Фазы Луны — 90, 185—188, 339.
Хан'а — 333, 340, 341.
Хаста — 336.
Хвост — 105, 107, 199, 200, 220, 242, 289, 428, 510.
Хвост Льва — 253.
Царственная — 293.
Пентавр — 318, 320.
 Центр деферента — 349—351, 357.
 Центр деферента центра деферента — 351.
 Центр мира (вселенной) — 23—27, 42, 50, 52, 54, 55, 57, 61—65, 67, 73, 87, 88, 107, 118, 124, 125, 129, 148, 149, 151, 154, 159, 183, 214, 348—350, 355, 357—359, 362—364, 422, 500—502.
 Центр орбиты апогея — 24—28, 31, 45, 50, 52, 54, 55, 57, 61—63, 65, 67, 72, 73, 105, 124, 125, 129, 148, 159, 183, 348, 352, 372, 408.
 Центр эклиптики см. Центр мира.
 Центр эпицикла — 24, 26, 28, 30, 87, 92, 107, 112, 113, 124—129, 134—136, 151, 183, 191, 194, 195, 348, 349, 355—358, 361, 366—368, 407, 410—412, 418, 426—429, 438, 502.
Цефей (Горящий) — 272, 273.
 Час косою — 221.
 Час прямой — 11, 12, 16, 37.
Чатушпада — 235.
Чаша — 317.
Чаша нищих (Северная Корона) — 274.
Читра — 336.
Шай' салих — 100.
Шакуни — 235.
Шатабхиадж — 336.
Шахское кольцо — 15.
 Широта географическая — 13—16, 18—20, 22, 34, 40, 58, 80, 118, 119, 132, 149, 153, 195, 198, 199, 224, 225, 252, 255, 256, 258, 261—263, 329, 331, 452, 453.
 Широта климата наблюдения — 153, 155—159, 161, 162, 181, 184, 185, 192, 200, 229—232, 328, 329, 433, 434, 452, 456.
 Широта Луны — 89, 105, 107, 108, 113, 116—121, 137, 149, 154—157, 159, 161,

- 162, 164, 184, 186, 188, 189, 191—193, 198, 202, 203, 209, 212, 213, 217, 225, 226, 229, 231, 232, 237—239, 241, 245, 438.
- Широта (планеты) — 347, 427, 429—439, 466.
- Широта светила (градуса светила) — 89, 119, 132, 133, 156, 238, 250, 256, 257, 260, 273, 323, 325, 328, 333, 427.
- Шравана* — 336.
- Шеголь* — 97, 279, 280.
- Щетинка* — 253.
- Эквализация «домов» — 449 — 453.
- Экватор земной — 13, 41, 80, 81, 188, 190, 201, 226, 230, 258, 259, 451, 452, 468.
- Экватор небесный — 17—19, 80, 132, 133, 188, 225—227, 236, 238, 255, 259—261, 330—332, 449—451, 465 — 467, 500, 502.
- Эклиптика — 18, 22, 24, 30, 32, 33, 38, 40, 41, 47, 48, 50, 53—55, 57, 60, 62—65, 73, 87—89, 91, 105—107, 109, 110, 116, 120, 123, 124, 130, 132, 133, 137—139, 148, 149, 153—156, 159, 161—165, 175, 184—186, 188—192, 198, 199, 203, 204, 209—212, 218, 223, 225, 239, 231, 232, 237—241, 245, 250, 255, 259, 262, 266, 327—330, 332, 343, 350, 355, 359, 361—363, 407, 425, 429, 430, 452—454, 461, 470, 472, 503.
- Эксцентричная орбита см. Орбита апогея.
- Эпицикл — 24, 25, 27, 30—32, 87, 91—96, 98, 99, 101, 105, 109, 112, 123, 125, 127, 133, 135, 136, 148, 149, 151—154, 164, 165, 183, 193, 195, 196, 224, 227, 228, 350—362, 364, 367—369, 407—411, 421—432, 438—501.
- Эфемериды Луны — 137, 138, 184, 226.
- Эфемериды планет — 366, 372, 499.
- Эфемериды Солнца — 72, 81.
- Эфир — 23, 24, 31, 149, 501—503.
- Южная Корона* — 321.
- Южная Рыба (Рыба Хут)* — 304.
- Юпитер — 250, 348, 349, 369—373, 380—387, 410, 416—432, 441—449, 498, 500—513.
- Ягненок см. Овен.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Астрономические книги Канона Мас'уда	7
Книга шестая Канона Мас'уда	
<i>Глава первая.</i> О переводе времени от одного города к другому	11
<i>Глава вторая.</i> Об уточнении долготы Газны и Александрии.	13
<i>Глава третья.</i> О способе установления времен равноденствий, солнцестояний и других мест, заданных на эклиптике.	18
<i>Глава четвертая.</i> О необходимости эксцентричных орбит и о способе их изображения на сфере Солнца.	23
<i>Глава пятая.</i> О наглядном представлении движения на сферах, о которых предполагается, что они пересекаются	29
<i>Глава шестая.</i> О среднем движении Солнца согласно методу, которым его определил Птолемей.	32
Раздел	37
<i>Глава седьмая.</i> О том, что апогей Солнца подвижен.	42
<i>Глава восьмая.</i> О величине движения апогея.	50
<i>Глава девятая.</i> Об уточнении среднего Солнца и установлении его основы.	66
Определение аргумента [долготы] апогея для каждого момента времени	69
<i>Глава десятая.</i> О подразделении уравнения и эфемерид Солнца.	73
<i>Глава одиннадцатая.</i> Об уравнении времени и переходе от неравных дней к равным средним	80
Книга седьмая Канона Мас'уда	
<i>Глава первая.</i> Упоминание о движениях Луны и изложение мнений о ее равномерном и неравномерном движении.	87
<i>Глава вторая.</i> О приближенном выражении двух движений Луны по аналогии с тем, что имеет место для Солнца.	90
<i>Глава третья.</i> Об уточнении обонх движений Луны.	91
<i>Глава четвертая.</i> О движении Луны по широте	105
Раздел первый	
Напоминание об этом движении и его уточнение	105
Раздел второй	
О положении восходящего узла и уточнении его движения	111
<i>Глава пятая.</i> О широте Луны.	116

<i>Глава шестая.</i> О значении предыдущих возвращений.	121
<i>Глава седьмая.</i> О неравенстве неравенства Луны	124
Раздел первый	
О причине наличия у Луны орбиты апогея и об определении расстояния между ее центром и центром мира.	124
Раздел второй	
Об отклонении диаметра эцикла и симметричной точки	128
<i>Глава восьмая.</i> Об обстоятельствах уравнения Луны.	133
Раздел первый	
Объяснение того, что [содержится] в каждом столбце.	133
Раздел второй	
О действии [определения] эфемерид Луны с помощью нашей таблицы.	137
<i>Глава девятая.</i> О способе наглядного представления упомянутых движений на сферах Луны, находящихся на ее сфере.	148
<i>Глава десятая.</i> О параллаксе Луны по долготе и широте между ее вычисленными и видимыми двумя положениями.	149
Определение расстояния Луны от Земли.	151
Определение высоты градуса Луны и ее высоты по ее широте.	156
Определение полного параллакса.	158
Разделение полного параллакса на широтный и долготный	159
<i>Глава одиннадцатая.</i> О параллаксе Луны.	162
Раздел первый	
Об определении диаметров Солнца и Луны и тени Земли	162
Раздел второй	
О расстоянии Солнца от Земли.	171

Книга восьмая Канона Мас'уда

<i>Глава первая.</i> О бухте Солнца и Луны и определении опережения и запаздывания.	177
<i>Глава вторая.</i> О соединениях Солнца и Луны, их противостояниях и остальных случаях их взаимных расположений.	181
<i>Глава третья.</i> О свойствах затмений [Солнца и Луны], их виде, различии между ними и о фазах света Луны перед противостоянием и после него.	185
<i>Глава четвертая.</i> О тени Луны и определении ее видов.	188
<i>Глава пятая.</i> О пределах, за которыми затмение невозможно.	189
<i>Глава шестая.</i> Об определении видимых диаметров Солнца и Луны и диаметра тени.	202
<i>Глава седьмая.</i> О вычислении затмения Луны	203
Раздел первый	
О величине затмеваемой [части Луны] и ее площади	203
Раздел второй	
О различии цветов затмений Луны.	208
Раздел третий	
Об отклонении затмения Луны и его форме.	210
<i>Глава восьмая.</i> О временах затмения Луны.	211
Раздел первый	
Об абсолютных временах затмения	211
Раздел второй	
О случаях затмения Луны вблизи восхода и захода	214

<i>Глава девятая.</i> О вычислении затмения Солнца.	216
Раздел первый	
О величине затмеваемой [части] и ее площади	216
Раздел второй	
Об отклонении затмения Солнца и изображении этого	217
<i>Глава десятая.</i> О временах затмения Солнца	218
Раздел первый	
Об его абсолютных временах.	218
Раздел второй	
О временах затмения Солнца, если они имеют место около восхода и захода.	219
<i>Глава одиннадцатая.</i> О том, что упоминается о цветах затмения Солнца.	220
<i>Глава двенадцатая.</i> О видах света Луны и часах ее свечения.	221
<i>Глава тринадцатая.</i> О временах появления угренней зари и исчезновения вечерней зари.	222
<i>Глава четырнадцатая.</i> О наблюдении молодого месяца	223
Раздел первый	
О возможности его наблюдения, невозможности этого и необходимости в этом	223
Раздел второй	
Об азимуте новой Луны, ее дуге и установлении барбаха для этого	231
<i>Глава пятнадцатая.</i> О стоянках Луны, ее положении в них и о днях стоянок.	233
<i>Глава шестнадцатая.</i> О лунных сутках.	234
Раздел первый	
О половинах лунных суток.	234
Раздел второй	
О перекрытиях суток и их общих частях	236
<i>Глава семнадцатая.</i> О «воображении» обоих затмений.	236
Раздел первый	
О совпадении [суточных] кругов Солнца и Луны.	237
Раздел второй	
О равенстве [суточных] кругов Солнца и Луны.	241

Книга девятая Канона Мас'уда

<i>Глава первая.</i> О классификации светящихся тел	249
Раздел первый	
О различии между неподвижными и подвижными светилами	249
Раздел второй	
О причине того, что неподвижные звезды называются неподвижными.	250
<i>Глава вторая.</i> О подразделении неподвижных звезд на отдельные группы.	252
Раздел первый	
Напоминание об их различии по величине	252
Раздел второй	
О туманностях и Млечном пути.	253
<i>Глава третья.</i> О движении неподвижных звезд.	254
Раздел первый	
О том, что все они движутся вокруг полюсов эклиптики	254

Раздел второй	
О положении светила, находящегося на полюсе одного из двух движений.	255
Раздел третий	
Об уточнении движения неподвижных звезд.	257
<i>Глава четвертая.</i> О подразделении неподвижных звезд согласно местам жительства на земле.	258
Раздел первый	
Об их положениях и названиях на широтах различных городов.	258
Раздел второй	
О том, что из этих положений изменяется с течением времени, и определение того, какое изменение в них возможно и какое невозможно.	259
<i>Глава пятая.</i> О перечислении неподвижных звезд.	265
Раздел первый	
О созвездиях, которые содержат их [в себе].	265
Раздел второй	
Об установлении положений неподвижных звезд в таблицах.	267
<i>Глава шестая.</i> О положении неподвижных звезд относительно Солнца.	323
<i>Глава седьмая.</i> О восходах и заходах [неподвижных] звезд.	325
Абстрактное вычисление этого	331
<i>Глава восьмая.</i> О стоянках Луны и их звездах у арабов и индийцев.	332
<i>Глава девятая.</i> Об <i>анва'</i> и <i>барихах</i> по учению арабов	337

Книга десятая Канона Мас'уда

<i>Глава первая.</i> Об изложении обстоятельств пяти планет, их движений и названиях орбит.	347
<i>Глава вторая.</i> О методе, с помощью которого Птолемей установил положения апогеев и эпициклов двух нижних планет и движения в них.	352
Раздел первый	
Об апогсе и его передвижении	352
Раздел второй	
О величине отклонения центра движения от центра мира.	354
Раздел третий	
Об определении полудиаметра эпицикла и уточнении его аномалии.	355
<i>Глава третья.</i> О методе, которым пользовался Птолемей для верхних планет, подобном тому, которым он пользовался для двух нижних.	358
Раздел первый	
О способе, который подходит к этой цели.	358
Раздел второй	
Об определении размера эпицикла.	364
<i>Глава четвертая.</i> О помещенном в таблицах и о [вычислении] эфемерид планет по ним	366
Указания об эфемеридах пяти планет	372
<i>Глава пятая.</i> О блужданиях пяти планет	407
Раздел первый	
О способе [определения] попятных движений, имеющих у планет, и определении их стояний.	407
Раздел второй	
Об определении стояний, попятного и прямого движения.	411

<i>Глава шестая.</i> О расстояниях планет и их объемах	416
Раздел первый	
Об их расстояниях от Земли по высоте	416
Раздел второй	
О диаметрах планет по наблюдению и объемах их тел.	422
<i>Глава седьмая.</i> О наглядном представлении формы, по которой производятся движения планет в их сферах.	425
<i>Глава восьмая.</i> О разновидностях движений, которыми планеты отклоняются к северу и югу.	426
<i>Глава девятая.</i> Рассказ о методе Птолемея разделения двух видов широты.	429
<i>Глава десятая.</i> О таблицах широт планет и пользовании ими	432
<i>Глава одиннадцатая.</i> О появлении планет и их исчезновении.	438
Раздел первый.	
О пределе удаления Венеры и Меркурия от Солнца.	438
Раздел второй	
О начале восхода и захода планет	438
<i>Глава двенадцатая.</i> О соединении планет и закрытии одних из них другими.	442
<i>Глава тринадцатая.</i> О покрытии планет Луной.	444

Книга одиннадцатая Канона Мас'уда

<i>Глава первая.</i> О методах эквализации домов	449
Раздел первый	
Об известном методе	449
Метод эквализации домов	450
Известный метод, применяемый для эквализации домов	451
Раздел второй	
О пути, который я предпочел.	452
<i>Глава вторая.</i> О совпадениях мест.	460
Раздел первый	
Об аспектах планет и знаков зодиака.	460
Раздел второй	
Об остальных совпадениях между ними	462
Раздел третий	
О «примыканиях» планет по долготе и широте	462
<i>Глава третья.</i> О расстоянии от колышков.	464
<i>Глава четвертая.</i> О проектировании лучей.	465
Раздел первый	
О действии, приписываемом Птолемею	465
Раздел второй	
О методе внимательных.	470
Раздел третий	
О методе, который я предпочитаю	472
<i>Глава пятая.</i> О действиях [с] дирекцией.	474
Раздел первый	
О методе, который я предпочитаю	474
Раздел второй	
О «смещении» градусов с помощью восхождений и пользовании ими.	476
Раздел третий	
О методе, который я предпочитаю в вопросе о дирекциях	478

Раздел четвертый	
Об определении предельных значений дирекций.	479
Раздел пятый	
О распределении «силы» в соответствии с «местами»	484
<i>Глава шестая.</i> Об определении времени достижения светилом данного места на эклиптике.	486
<i>Глава седьмая.</i> О переменах мировых годов и годов рождений и их месяцев.	487
<i>Глава восьмая.</i> Об истечениях срока рождений, их отсчете в годах и началах.	489
<i>Глава девятая.</i> Об определении зон в круге апогея и в эпицикле и о необходимом для них	500
«Увеличение» по движению.	503
«Увеличение» по числу.	504
«Увеличение» по уравнению.	504
«Увеличение» по счету.	504
«Увеличение» по величине	505
«Увеличение» по свету	505
«Увеличение» по широте	506
«Увеличение» по склонению	506
«Увеличение» по видам склонений.	507
<i>Глава десятая.</i> О подъеме планет и их понижении	507
Раздел первый	
О происхождениях и их видах	507
Раздел второй	
О трех видах поднятия	510
<i>Глава одиннадцатая.</i> Упоминание о соединениях верхних планет.	513
<i>Глава двенадцатая.</i> О тысячах и очередности времен.	516
Комментарии.	523
Примечания к книге шестой.	525
Примечания к книге седьмой.	542
Примечания к книге восьмой.	562
Примечания к книге девятой.	571
Примечания к книге десятой	593
Примечания к книге одиннадцатой.	601
Приложения.	613
Указатель сиглов и библиографических сокращений	615
Указатель имен собственных	617
Указатель географических и этнических названий	619
Указатель названий сочинений, упоминаемых Беруни	620
Указатель астрономических терминов	621

Абу Райхан Беруни
ИЗБРАННЫЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ
Том V
Часть вторая

*Утверждено к печати
Ученым советом Института востоковедения,
Отделением истории, языкознания и литературоведения
АН УзССР*

Редактор *А. Михерева*
Художник *И. Икрамов*
Технический редактор *В. Тарахович*
Корректор *Н. В. Хазова*

Слано в набор 22/IV-76 г. Подписано к печати 31/VIII-76 г. Формат 84×108^{1/16}. Бумага тип. № 1. Бум. л. 19,875. Печ. л. 66,78. Уч.-изд. 39,5.-Изд. № 1669. Тираж 3000. Цена 4 р 46 к. Заказ.

Типография издательства „Фан“ УзССР. Ташкент, проспект М. Горького, 79.
Адрес издательства: г. Ташкент, ул. Гоголя, 70

Беруни Абу Райхан.
Избранные произведения. Т.,
«Фан», 1976.
(АН УзССР. Ин-т востоковедения
им. Абу Райхана Беруни).
Т. 5. Канон Мас'уда, ч. 2, кн. VI—XI.
Перевод и примечания Б. Розен-
фельда и А. Ахмедова. Отв. ред.
С. Х. Сираждинов и Г. П. Матвиевская.
1976. 636 с.