

ДЖОН НОРТ

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ И КОСМОЛОГИИ



Джон Норт
Космос. Иллюстрированная
история астрономии
и космологии

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=54775087

*Космос Иллюстрированная история астрономии и космологии: Новое
литературное обозрение; Москва; 2020
ISBN 978-5-4448-1387-4*

Аннотация

Подобно нашим далеким предкам, мы до сих пор смотрим на звезды в надежде понять, как возникла и развивается Вселенная, исчезнет ли она, каково в ней место и предназначение человечества. Британский историк науки Джон Норт (1934–2008) написал книгу, которая позволяет узнать все об истории астрономии и космологии – от наблюдений первобытных людей до открытий недавнего времени. Норт проводит прямую линию от работы великих астрономов прошлого до достижений современной науки, дополняя свой рассказ прекрасными познавательными иллюстрациями. «Космос» – книга энциклопедического охвата, написанная с подлинной страстью, необходимое чтение для всех, кто задумывался о загадках мироздания. Джон Норт был заслуженным профессором Гронингенского университета

(Нидерланды). Автор многих книг, включая «Мерило Вселенной: История современной космологии», «Секрет посла: Гольбейн и мир Возрождения», «Часовщик Бога: Ричард Уоллингфордский и изобретение времени» и других.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРОВ И БЛАГОДАРНОСТИ	10
ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ	14
ПРЕДИСЛОВИЕ К НАСТОЯЩЕМУ ИЗДАНИЮ	17
ВВЕДЕНИЕ	22
1	29
ПАЛЕОЛИТИЧЕСКИЕ СИМВОЛЫ	29
АСТРОНОМИЯ В ЕВРОПЕ В ЭПОХУ НЕОЛИТА, БРОНЗОВОГО И ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКОВ	36
РАННИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМОРЬЕ	64
НАБЛЮДЕНИЕ СОЛНЦЕСТОЯНИЙ В СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ	72
2	76
ОРИЕНТАЦИЯ И ПИРАМИДЫ	79
СОЛЯРНЫЕ И ЛУННЫЕ РИТУАЛЫ	85
КАЛЕНДАРЬ	93
ЗВЕЗДЫ. ДНЕВНЫЕ И НОЧНЫЕ ЧАСЫ	96
ЕГИПЕТ, ГРЕЦИЯ И РИМ	107
3	118
МЕСОПОТАМСКАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ	118

ВАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ ВРЕМЕН ДИНАСТИИ ХАММУРАПИ	121
ПЛАНЕТНЫЕ ДВИЖЕНИЯ: ОТСТУПЛЕНИЕ	133
РЕЛИГИЯ И АСТРОЛОГИЯ	140
ВАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ В АССИРИЙСКИЙ ПЕРИОД	144
ВАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ В ПЕРИОД НЕЗАВИСИМОСТИ И ПЕРСИДСКОГО ПРАВЛЕНИЯ	153
ВАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ В ПЕРИОД СЕЛЕВКИДОВ	165
ДВА ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ ПЛАНЕТНЫХ ДВИЖЕНИЙ: НЕИСТОРИЧЕСКОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ	180
ВАВИЛОНСКАЯ ПЛАНЕТНАЯ ТЕОРИЯ	195
4	200
АСТРОНОМИЯ ВО ВРЕМЕНА ГОМЕРА И ГЕСИОДА	200
КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗЗРЕНИЯ В VI В. ДО Н. Э	204
ГРЕЧЕСКИЕ КАЛЕНДАРНЫЕ ЦИКЛЫ	210
ДРЕВНИЕ ГРЕКИ И НЕБЕСНАЯ СФЕРА	215
ГОМОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЕВДОКСА	218
КОСМОЛОГИЯ АРИСТОТЕЛЯ	236

Конец ознакомительного фрагмента.

Джон Норт
Космос Иллюстрированная
история астрономии
и космологии



Фронтиспис к «Рудольфовым таблицам» (1627 г.) Иоганна Кеплера, символизирующий историю астрономии. На нем представлен храм Урании, где расположились Гиппарх, Коперник, Тихо Браге и Птолемей с различными инструментами. На карте (внизу по центру) изображен остров Вен, где работал Тихо Браге. Обратите внимание на телескоп Кеплера (вверху слева) и диаграмму Кеплера, на которую имперский орел изрыгает золото. Кеплер производит расчеты при свете свечи (панно слева внизу), а справа внизу работают печатники. Наследники Тихо Браге забраковали первоначальный эскиз, на котором Тихо был изображен без горностаевой мантии и королевского медальона.

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРОВ И БЛАГОДАРНОСТИ

В предлагаемой книге Джона Норта «Космос» уже есть два авторских предисловия, но невозможно не написать еще одно, посвященное не столько книге, сколько ее переводу. Потребность во всеобъемлющем обзоре истории астрономии, который мог бы служить как приятным заполнением досуга, так и пособием для профессиональной подготовки историков науки, ощущается в России давно. Несмотря на обилие издаваемой астрономической литературы, мало кто решается взяться за последовательное описание многовековой истории этой одной из самых древних наук.

Последним проектом, сопоставимым как по хронологическому охвату, так и по качеству исторических изысканий, было издание перевода «Истории астрономии» Антони Паннекука, осуществленное издательством «Наука» в 1966 г. Эта книга сохраняет свое значение по сей день, но стоит ли говорить, что за истекшие полвека астрономия пополнилась множеством новых открытий как в изучении небесных явлений, так и в уяснении своего прошлого. К тому же, будучи изданной в советское время, книга искреннего марксиста Паннекука несет в себе следы идеологии, весьма специфично интерпретировавшей процесс исторического развития.

Редакторам перевода было ясно, что такая важная и ответственная книга, как «Космос» Дж. Норта, не может быть издана без привлечения широкого круга экспертов. Современная история астрономии разделилась на множество самостоятельных дисциплин, детально изучающих такие области, как палеоастрономия, астрономия Месопотамии, Китая, Индии, арабского Востока. Совершенно особых подходов требует изучение интеллектуальных практик Средневековья и раннего Нового времени. Наконец, со времени выхода книги на английском языке (2008) в астрономическом мире случились события, не упомянутые или недостаточно полно освещенные Нортom, что восполняется сносками в последних главах книги. Подробный библиографический обзор, размещенный в конце книги, содержит несколько технических неточностей. Например, за прошедшие годы журнал *Journal for the History of Astronomy* сменил своего издателя. Мы не сочли нужным снабжать комментариями эти второстепенные изменения, ограничившись обновлением ссылок только на интернет-ресурсы.

Трудно найти книгу по истории астрономии, не считая энциклопедий и словарей, где автор оперировал бы таким количеством имен. Джон Норт упоминает более 1600 астрономов и других исторических персонажей, некоторые из которых появляются в русскоязычной литературе впервые. Именно они вызвали особые сложности. Кроме того, необходимо было сделать выбор написания имен, уже упоминав-

шихся на русском языке, но со значительными расхождениями. Например, фамилию дяди Николая Коперника, которую мы в этом издании пишем, как Ваченроде, можно встретить как минимум в семи различных редакциях. При выборе того или иного варианта написания мы опирались на существующие словари иностранных фамилий и на традиции, сформировавшиеся в профессиональной литературе.

Мы считаем своим долгом высказать искреннюю благодарность всем специалистам, так или иначе способствовавшим выходу в свет настоящего издания. При ближайшем рассмотрении оказалось невозможным разделить по главам зоны ответственности уважаемых экспертов, каждый из которых в том или ином виде нашел возможным улучшить перевод своими поправками и рекомендациями. Самое непосредственное и живое участие в подготовке русскоязычной версии предлагаемой книги принимали: сотрудники Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга доктор физ.-мат. наук Ю. Н. Ефремов, доктор физ.-мат. наук О. С. Сажина, доктор физ.-мат. наук Н. Н. Самусь; сотрудники Института астрономии Российской академии наук доктор физ.-мат. наук А. В. Багров, доктор физ.-мат. наук О. Ю. Малков; сотрудники Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова Российской академии наук кандидат физ.-мат. наук Д. А. Баяк, кандидат физ.-мат. наук Г. Е. Куртик; профессор Иркутского государственного университета С. А. Язев; заведующий планетарием Центрально-

го дома российской армии Д. В. Мацнев; профессор Национального университета Цинхуа (Тайвань) А. К. Волков; доктор физ.-мат. наук А. А. Гурштейн.

Книга Джона Норта – фундаментальный труд, который будет служить специалистам и любителям астрономии десятилетия. Практика издания больших книг показывает, что несмотря на все усилия в окончательном варианте текста могут оставаться некоторые недосмотры. Мы будем благодарны, если читатель, обнаружив неточности или опечатки, известит нас об этом. Сообщить о своих замечаниях можно будет на сайте: www.historyofastronomy.ru. Там же будут публиковаться исправления.

Константин Иванов, Михаил Шевченко

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

1993

Не будет преувеличением сказать, что астрономия как точная наука существует уже более пяти тысячелетий. В течение всего этого времени она глубоко затрагивала человеческие интересы. Написание ее истории открывает перед нами неисчислимое количество проблем. Мы начнем с периода, допускающего только косвенные суждения, проникнем во времена, бóльшая часть свидетельств о которых считается утраченной, и закончим последними десятилетиями века, удостоившего астрономов беспрецедентным вниманием и щедрыми источниками финансирования. Любое взятое наугад столетие Эллинистического периода – золотого века астрономии – оставило нам считанное количество текстов. В противоположность этому, сегодня каждый год публикуется более 20 000 астрономических статей, а количество астрономов, поставивших свои имена под их заголовками, насчитывает порядка 40 000 за пятилетний период.

Если начало этой истории представляет собой беглый набросок, то ее окончание, по необходимости, является, ско-

рее, силуэтом, сущность которого с равным успехом определяется как тем, что он в себя включает, так и остающимся вовне. Темп изложения постепенно ускоряется, и количество страниц, посвященных дюжине недавних важнейших книг, может составить лишь малую долю того, что приводится в начале в виде перечисления разрозненных и с современной точки зрения весьма тривиальных доктрин. Это не случайно. Я пытался писать книгу, исходя, отчасти, из интеллектуальных проблем, встававших перед новыми поколениями астрономов, отчасти – из рациональных и социальных последствий их работ, так что к моменту, когда я достиг XX в., возникла нужда прибегнуть к определенным ухищрениям. Увы, конструкция гироскопа для космических ракет, который в Античности явился бы технологическим чудом, пройдет абсолютно незамеченной, равно как и сотни людей, причастных к его созданию. То же самое относится к теоретической стороне дела. Не существует другого пути к пониманию Эйнштейна, Эддингтона и Хокинга, кроме изучения их собственных научных работ.

Это книга по истории, и она ни в коей мере не может служить заменой астрономическим трудам, хотя я был бы не в обиде, если бы мне удалось довести значение упомянутого выше списка когорты единомышленников, составленного за пять лет, до сорока тысяч и одного. Это история, а история обычно пишется если не для историков, то по меньшей мере для читателей с историческим складом ума. Конечно, ни

один профессиональный историк никогда не признает, что он полностью удовлетворен всеобщей историей, но, с другой стороны, вряд ли стоит писать историю, способную удовлетворять исключительно профессиональных историков.

Книга обязана своим существованием интуиции моей жены Мэрион Норт. Она убеждала меня в ее полезности, и именно ей принадлежит решающее открытие в области сотворения времени для ее написания, а именно – ценить любую золотую жилу в расщелинах факультетской администрации.

ПРЕДИСЛОВИЕ К НАСТОЯЩЕМУ ИЗДАНИЮ

Текст настоящей книги включает большую часть ее первого издания, но с некоторыми перестановками, а также с добавлением многих существенных фрагментов. Наиболее заметные изменения касаются иллюстраций – их количество увеличено до более чем двух сотен. Большая часть нового текстового материала затрагивает последние астрономические достижения, но в свете последних исторических исследований также потребовались незначительные коррективы. В соответствии с духом серии, в которой книга вышла в первый раз, она в целом следует хронологическому порядку и охватывает весь период времени рассматриваемого предмета. Затрагивая астрономию многих разных культур на протяжении очень длительного исторического периода, она ставит нас перед важной дилеммой. Определения астрономии и космологии менялись со временем и варьировались от культуры к культуре. Все невероятно запуталось бы, если бы я, составляя столь широкий обзор, постоянно менял культурные аспекты. Моя позиция является результатом развития западной науки, которую я от случая к случаю негласно использовал в качестве стандартного противопоставления (хотя и без малейшего намерения использовать ее как

инструмент переосмысления в отношении не западных идей или осуждения человеческих ценностей других культур).

Некоторые культуры я проигнорировал – не потому, что они не обладают ценностью или не представляют исторического интереса, но так как они не встраиваются в структуру книги. В отдельных случаях подобные упущения носят лишь внешний характер. В книге нет главы, посвященной иудейской астрономии, имевшей огромное значение на различных исторических этапах – как правило, в традициях людей, с которыми иудеи находились в непосредственном контакте. (В качестве важного наглядного примера можно привести иудеев средневековой Испании, и именно в этом контексте они представлены в книге.) С другой стороны, я ничего не говорю о многочисленных африканских культурах (очевидным исключением является Египет) или об аборигенах Австралии, маори, полинезийцах и бесчисленных народностях 13 000 островов и 300 этнических группах Индо-Малайского архипелага. В общем и целом эту же участь разделяют коренное население Северной Америки и некоторые другие народы. Во всех этих случаях теоретически было бы возможно проследить признаки их знакомства с обычными небесными явлениями, прежде всего связанными с Солнцем, Луной и звездами. Вероятнее всего, эти явления идентифицировались посредством названий или посредством использования аналогий со знакомыми объектами, но в их суровом социуме нет мифотворчества, прочно замыкаемого небом. Исто-

рия Африки существенно осложняется отсутствием ранних письменных свидетельств и вмешательством со стороны исламской и европейской цивилизаций. Европейскую и африканскую предысторию, как я подозреваю, можно сомкнуть, используя в качестве посредника примитивные астрономические практики, но, чтобы сделать это, пришлось бы написать книгу совершенно другого рода. Подобный материал плохо встраивается в общий план книги из-за почти полного отсутствия явных признаков теоретического элемента, превращающего миф в науку. Действительно, традиционные полинезийские представления о небе содержат некоторые теоретические компоненты, выходящие за пределы мифологии: их мореплаватели, имевшие жизненно важное значение для обитателей многих тысяч островов, разбросанных на огромном протяжении Тихого океана, использовали звезды в качестве подспорья. Однако до сих пор не слишком понятно, как они это делали, и предлагаемая книга – не место для обстоятельного разбора соперничающих исторических интерпретаций. Краткость нуждается в определенном догматизме, и многие вездливые авторы найдут немало поводов подискутировать над некоторыми спорными вещами.

Данная книга не требует от читателя углубленного астрономического знания, и мы выражаем надежду, что она будет более или менее самодостаточной – не для всякого, но для тех, кто пожелает ее прочесть. Там, где я обсуждаю последние события, можно обнаружить малознакомые

физические законы, и в некоторых последних главах материал естественным образом усложняется. Соответствующие фрагменты можно пропустить, а потом наверстать упущенное, обратившись, например, к работам из приведенного в конце пространного библиографического обзора. В тексте нет сносок, но, опять же, приводимая в конце библиография призвана указать путь ко многим источникам с более детальной информацией. В случаях, когда количество исторических работ за последние годы ускоренно росло, было невозможно составить по-настоящему всеобъемлющую библиографию; и здесь можно заметить явный уклон в сторону источников, доступных на английском языке.

Я всячески использовал опыт, приобретенный в ходе перевода первого издания этой книги на польский, немецкий и испанский языки, и хотел бы поблагодарить Эдуарда Н. Хааса, Джеймса Моррисона, Гастона Фишера и Райнера Сенгерлинга за любезно предоставленные мне исправления, внесенные ими в издания на соответствующих языках. Я особенно признателен Ноелу Свердлову за настоятельные рекомендации подготовить это новое издание, а также Оуэну Гингеричу, Джулио Самсо и анонимному рецензенту за их проникательные комментарии и общие критические замечания. Наконец, принимая во внимание мои предыдущие высказывания относительно экспоненциального роста числа людей, вовлекаемых в астрономию и космологию в последние десятилетия, я выражаю надежду на снисхождение спе-

циалистов, чьи исследования не были упомянуты, поскольку мне не удалось найти для них места. Настоящее исследование представляет собой не более чем серию избранных разделов – как мне кажется, вполне репрезентативных в отношении выбранной тематики, хотя и далеко не полную.

*Джон Норт,
Оксфорд, 2006*

ВВЕДЕНИЕ

Когда производство вычислений требовало не столько электронно-вычислительных мощностей, сколько личных умственных способностей, а числа были окружены большей таинственностью, существовало повсеместное ощущение того, что науки, производящие вычисления с точностью до десятого знака после запятой, несомненно заслуживают называться «точными». Астрономия, как предполагалось, должна в определенном смысле превосходить науки, которые подсчитывали количество лепестков, или получали C как результат сочетания A и B , или предсказывали, что смерть пациента наступит «на этой или на следующей неделе». Если судить с этой узкой точки зрения, астрономия не имела себе равных среди других эмпирических наук на протяжении более чем двух тысячелетий. Однако куда важнее то, что астрономия была точной наукой в течение гораздо более долгого периода времени, поскольку она излагалась в высшей степени логично, на систематической основе, со структурой аргументации, создаваемой по образцу математической, содействуя, время от времени, становлению самой математики. Астрономия и ее сестра геометрия настолько высоко ценились в прошлом, что были приняты в качестве образцов-прототипов для всех эмпирических наук в целом, способствуя обретению ими собственной формы и структуры.

Астрономы испытывают особую гордость в отношении древнего происхождения точности их предмета, однако, скорее, следует говорить не о точности, а о тщательности. Если же говорить именно о точности, то астрономия, пожалуй, не вполне соответствует стандартам высокой надежности. Как-никак, она отличается от большинства других наук по меньшей мере в одном важном аспекте: она изучает объекты, на которые по большей части невозможно воздействовать в целях проведения эксперимента. Астроном наблюдает, анализирует увиденное и выводит законы, связывающие увиденное сегодня с тем, что будет увидено завтра. Даже в наши дни, когда существуют автоматические межпланетные станции, предмет астрономии остается по большей части аналитическим, а не экспериментальным. Несомненно, это качество частично объясняет то, почему астрономия стала первой высоко формализованной наукой.

Мы не можем сказать, как и где это произошло. Ответ будет в значительной степени зависеть от того, насколько широко мы определяем наши понятия. Утверждается, что последовательность отметин в виде лунных серпов, вырезанных на костяных артефактах, обнаруженных в культурах, разбросанных на таких широких временных интервалах, как 36 000 лет до н. э. и 10 000 лет до н. э., представляет собой количество дней в месяце. Продолжительность месяца от новолуния до новолуния составляет примерно двадцать девять с половиной дней, кроме того, даже грубый подсчет,

очевидно, предполагает введение дополнительных дней, когда Луна невидима. Поскольку в одних случаях счет мог производиться от молодого месяца до последнего видимого серпа, а в других до следующего молодого месяца, не следует слишком придираться к тому, что разбиение отметин по группам на найденных фрагментах костей, варьирующееся от 27 до 31, трактуется как свидетельство ведения лунного счета. Количество отметин в группах образует большое разнообразие, которое, как полагают, позволяет судить о разграничении четырех лунных фаз. Свидетельства подобного рода крайне сложно поддаются обработке даже с применением статистических методов. В этом тезисе нет ничего невероятного; действительно, часто кажется, что отметины, выдалбливаемые на указанных костях, внешне напоминают лунный серп; но это единственное, о чем мы можем сказать с полной уверенностью.

Заманчиво рассматривать подсчет лунных дней как первый шаг в направлении небесной математики. Ведение счета дней месяца могло быть полезно любому, кто ценит ночной лунный свет, но помимо этого здесь можно усмотреть очевидную связь с человеческой репродуктивностью. Мы должны остерегаться привнесения в нашу предысторию собственных предубеждений. Примитивный календарь, как часто говорят, предусматривает необходимость подсчета дней, и движение Солнца стало особенно тщательно изучаться, чтобы создать некое подобие календаря для нужд первых

земледельческих обществ. Однако очевидно: сезоны важны и для охотников, и они знали о них задолго до изобретения сельского хозяйства. Можно с большой вероятностью предположить, что солнечные календари – в самом широком смысле неких средств для слежения за сменой сезонов – первоначально не имели ничего общего с подсчетом дней. Скорее всего, они основывались на изменении порядка восхода и захода Солнца над горизонтом в течение года.

Эпоха, когда происходил переход от охоты к земледелию, существенным образом варьируется от одного географического региона к другому. В Юго-Западной Азии оседлые сельскохозяйственные общины существовали уже в восьмом тысячелетии до н. э., и такие же ранние общины могли существовать в Юго-Восточной Азии. Около 4400 г. до н. э. земледелие достигло Британии и внешних пределов Европы, а примерно за тысячу лет до этого оно проникло в Средиземноморье. Не вызывает сомнений, что в то или иное время в разных местах по всему миру разрабатывались какие-то астрономические идеи. Некоторые из них, несомненно, передавались от одного центра к другому, и это не всегда имело отношение к миграции людей. Трудно судить об относительной важности этих тенденций, но похоже, что в четвертом тысячелетии до н. э. в Северной Европе произошли значительные перемены в самой интенсивности, с которой изучалось небо. Свидетельства этих изменений обнаруживает археология. Возможно, время покажет, где еще аналогичные

изменения происходили раньше или параллельно, но те из них, что случились в Северной Европе, достаточно впечатляющи для их использования в качестве отправной точки нашей истории.

Есть все основания для включения в наше рассмотрение указанной ранней европейской активности. Она и правда была научной в том смысле, что сводила все наблюдения к некоему своду правил. Это не означает, что ее побудительные причины совпадали с нашими. У меня нет никаких сомнений в следующем: причины рационализации небесных явлений были преимущественно религиозными или мистическими по своему характеру, и они оставались таковыми вплоть до исторического времени. Большинство народов в ходе своего развития считали Солнце, Луну и звезды живыми и даже наделяли их человеческими качествами. Они рассказывали истории о небесных телах, опираясь в значительной мере на аналогии из человеческой жизни. Утверждают, что в подобных аналогиях можно заметить истоки зарождения науки, но не будем преувеличивать значение этого момента. Астрономия всегда была тесно связана с религией. И та и другая интересовались одними и теми же объектами: Солнце, Луна и звезды обожествлялись во многих сообществах. Для того чтобы всесторонне охарактеризовать союз астрономии с религией, потребовалось бы написать совсем другую книгу, но полное игнорирование этого аспекта в пользу «точной» части науки было бы все равно что принять лес за деревья.

На протяжении всей истории предзнаменования и приметы тщательно изучались как одно из средств предугадывания или даже упреждения сверхъестественных сил, правивших, как тогда представлялось, миром. Не удивительно, что небесные тела входили в число объектов, которым уделялось наибольшее внимание. Они считались божествами отчасти из-за очевидной самостоятельной значимости – особенно Солнце. Их было удобно использовать в качестве материала для предсказаний, поскольку в их поведении наблюдалась определенная регулярность. Здесь, конечно же, первичными являлись магические представления о природе, которые на более позднем этапе привели к осознанию того, что звезды гораздо больше годятся для привнесения систематичности и точности, чем печень овцы, погода и птичья стаи. К примеру, астрология, процветавшая на Ближнем Востоке, одна из первых осознала этот принцип. Возможно, это не полностью объясняет самые первые систематические астрономические теории, но было бы глупо делать вид, что астрономия слишком благородный предмет для пребывания в зависимости от чего-нибудь подобного.

Наука о звездах не сразу превратилась в нечто самостоятельное, но тяга человека к системе и порядку настолько сильна, что со временем астрономия обрела статус мерила самодостаточности. В итоге астрономы порвали если не со всеми, то с большей частью своих прародителей. Чем дальше, тем больше ее изучали как независимую систему объ-

яснений – систему, которую не требуется обосновывать какой-либо полезностью, будь то астрология, навигация или что-то еще, будь то даже ее отношение к божественному сотворению мира. И все же следует признать: по сравнению с научной частью неастрономический контекст зачастую был гораздо более важен для человечества. Надеюсь, я не обошел вниманием эту тему в пользу более формальных научных аспектов, но если я поступил таким образом, то лишь потому, что астрология и космическая религия весьма заурядны, если смотреть на них как на симптоматику условий человеческого существования. С другой стороны, длинный послужной список астрономии почти не имеет параллелей во всей интеллектуальной истории человечества.

Доисторическая астрономия

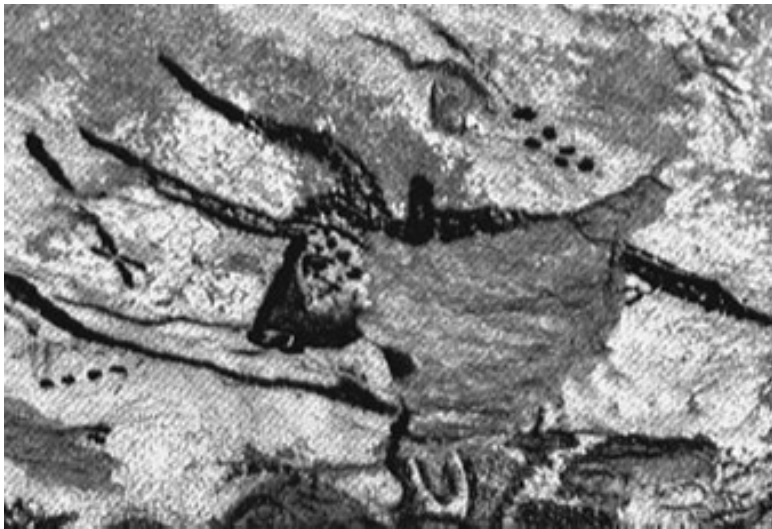
ПАЛЕОЛИТИЧЕСКИЕ СИМВОЛЫ

Есть все основания полагать, что древние люди гораздо лучше нас знали расположение звезд на ночном небе; поэтому нет ничего удивительного в том, что их первые изображения датируются довольно ранним периодом. Одним из наиболее поразительных археологических открытий последних столетий стало обнаружение в высшей степени искусно исполненных наскальных рисунков, в особенности на юго-западе Франции и в Испании. Палеолитическая пещерная живопись была впервые открыта в 1856 г. в пещере Нио. Существовали большие сомнения по поводу происхождения этих рисунков, пока в другом месте не нашли бесспорно подлинные образцы подобных изображений. Пещера Ласкó, обнаруженная детьми в 1940 г., является одной из наиболее значительных палеолитических находок подобного рода. Она представляет собой впечатляющую коллекцию из более чем двух тысяч изображений, в основном животных (лошадей, быков и оленей), возраст которых, согласно радиоуглеродному анализу, составляет порядка семнадцати тысяч лет. Ча-

ще всего изображались быки. Недавно один из таких рисунков вызвал особый интерес благодаря точкам, расположенным вблизи головы и плеч быка (ил. 1).

В отношении смысла этих точек высказывалось множество различных гипотез, и до сих пор ни одна из них не стала общепринятой. Некоторые специалисты утверждают, будто таким образом велся учет убитых животных во время удачной охоты, однако против этого свидетельствует то, что подавляющая масса костей в пещере – очевидно, являющихся остатками рациона древних охотников, – принадлежит скелету оленя. Гораздо более убедительно звучат разнообразные астрономические интерпретации, большинство из которых появилось в конце XX в. Например, точки на плечах быка напоминают по внешнему виду скопление Плеяды или даже наиболее яркие звезды в созвездии Телец; точки на его морде выглядят как скопление Гиады, также находящееся в Тельце. И Плеяды, и Гиады являются звездными скоплениями, легко различимыми в случае, если наблюдатель обладает хорошим зрением. Они привлекают внимание уже тем, что это скопления, а не одиночные звезды, и письменная история сохранила огромное количество упоминаний о них и в литературе, и в других видах искусства. Для обоснования астрономической интерпретации рисунка быка из пещеры Ласко было высказано немало необычных предположений. Рисунок пытались представить не столько как ранний образец зоологических изысканий, сколько как пер-

вый планетарий и даже как свидетельство высокой развитости людей эпохи палеолита. Рисунки животных этого периода исполнены высочайшего мастерства, большинство из них создавалось при сумеречном свете, а поскольку охота часто тоже проходила по ночам, кажется вполне естественным, что звезды и животные изображались вместе на одном рисунке. Включение Плеяд в группу звезд, известных нам как созвездие Телец, то есть бык, – ассоциативно угадываемого в V-образном расположении ярких звезд, предположительно, обозначающих его рога, – само по себе является интересным толкованием данного конкретного изображения. Оно хорошо соотносится с более общим утверждением, согласно которому ночное небо всегда было объектом пристального внимания. Сложно сказать об этом что-то более определенное ввиду недостаточности имеющихся у нас свидетельств.

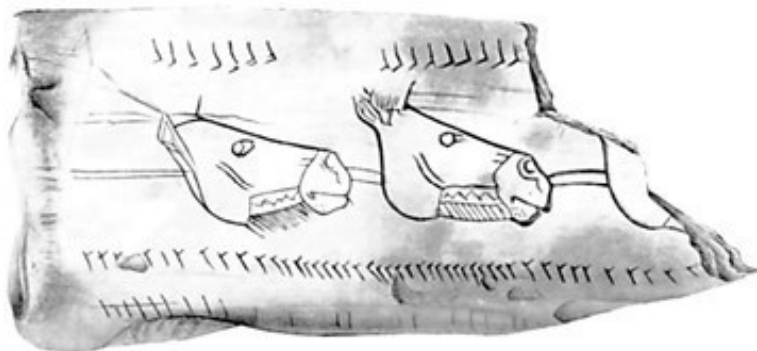


1

На этом примере верхнепалеолитического пещерного искусства представлено одно из многочисленных изображений быков в пещере Ласкó (Франция). Пририсованные точки обычно интерпретируют как звезды. Пещера содержит более двух тысяч изображений, в основном – животных. Метод радиоуглеродного анализа датирует эту коллекцию пятнадцатым тысячелетием до н. э.

Вне всякого сомнения, Солнце и Луна были знакомы древним людям не меньше, чем звезды. Среди сохранившихся артефактов эпохи палеолита можно обнаружить костяные пластины с нацарапанными на них знаками, предположи-

тельно, свидетельствующими о ведении особого рода вычислений; насечки, разбитые по группам из тридцати или около того знаков, дают основание утверждать, что по крайней мере некоторые из этих артефактов использовались для ведения счета лунных дней (ил. 2). Можно предположить, что эти числовые серии каким-то образом связаны с женским менструальным циклом, но для охотников не менее значимым был сам лунный свет. Антропологи установили, что связь между охотой, сексуальными ритуалами и Луной, обнаруживаемая сегодня в Центральной Африке, возникла, скорее всего, не менее сорока тысяч лет назад. И даже если принять за основу гипотезу о связи этих насечек с лунным циклом, сложно высказать более или менее доказуемое предположение о том, как они использовались на самом деле. Имели ли они какое-либо практическое значение или служили только частью ритуала? Само стремление проводить такое различие является отличительной чертой нашей собственной ментальности.



2

Верхнепалеолитическая резьба по кости (период Мадлен, ок. 9000–15 000 лет до н. э.) из Ле-Мас-д’Азиля (Франция). Северные олени, дикие лошади (изображенные на приведенном рисунке) и бизоны – не редкость на подобного рода изображениях; однако на образцах часто встречаются ряды больших и малых отметин – предположительно, точно посчитанных. Они обнаруживаются по всей Европе и далеко за ее пределами – в России и даже в некоторых регионах Африки – и датируются примерно одним и тем же периодом. Костяные пластины подобного рода интерпретируют как охотничьи подсчеты, но Александр Маршак утверждает, что они служили для счета дней, распределенных по месяцам. Обнаженная фигура палеолитической Венеры из Лосселя (находящегося в том же регионе Франции) держит в поднятой руке рог с примерно таким же числом бороздок. Она

не была охотницей, и это подкрепляет догадку о существовании связи между отметинами на роге и менструальным циклом.

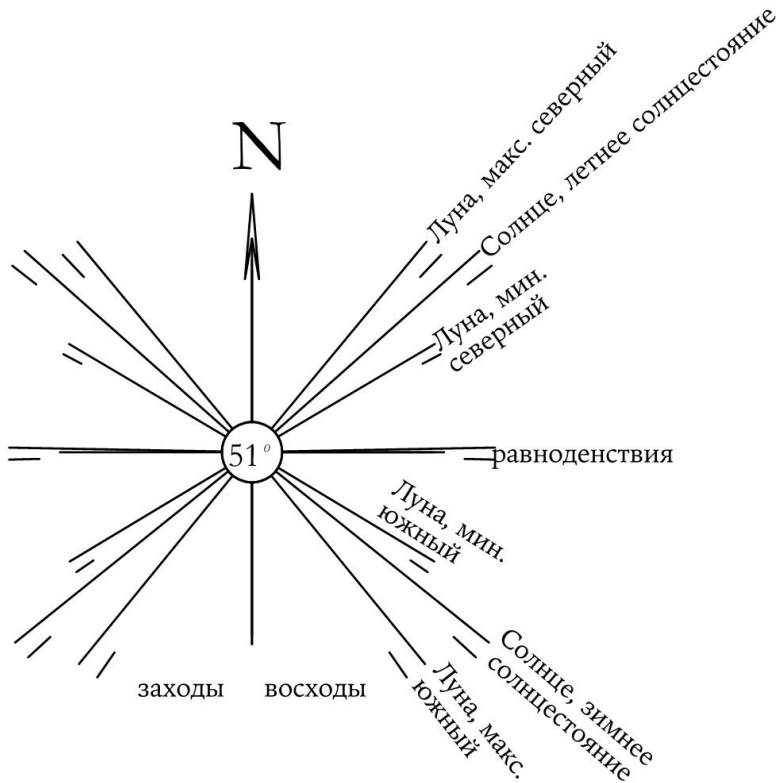
АСТРОНОМИЯ В ЕВРОПЕ В ЭПОХУ НЕОЛИТА, БРОНЗОВОГО И ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКОВ

Изображение групп звезд вряд ли можно назвать астрономией, хотя оно могло заложить традицию изустного пересказа преданий о небе. Ведение счета дней по Луне представляется более интеллектуальным занятием, однако можно ли называть такую деятельность «астрономической» – вопрос спорный. Кажется разумным ограничить это понятие действиями, опирающимися на некую рациональную систему, позволяющую, помимо прочего, осуществлять прогнозирование. Регистрация восходов и заходов Солнца, Луны и звезд на горизонте с помощью каких-либо материальных маркеров, равно как осознание того факта, что этими маркерами можно пользоваться ежедневно (для звезд) или в ходе сезонных изменений (для Солнца), является как раз той деятельностью, которую мы с полным правом можем назвать астрономической в строгом смысле этого слова. Вне всякого сомнения, такая деятельность началась в доисторическую эпоху и продолжалась вплоть до самого последнего времени. Если наблюдать с какого-нибудь выбранного места, то звезды каждый день, из года в год восходят и заходят в одних

и тех же точках горизонта. (Конечно, в определенные сезоны эти восходы и заходы могут быть невидны для нас – это происходит, когда Солнце находится в таком положении относительно звезд, что период их видимости приходится на дневное время суток.) Мы можем легко пренебречь медленным смещением положений звезд, поскольку, когда используются горизонтальные маркеры, оно становится заметным только по истечении одного или двух столетий. С другой стороны, не вызывает сомнений, что осознание постоянства мест восхода и захода звезд, скорее всего, возникло в обществах, ведущих оседлый образ жизни, а не у охотников-собирателей.

Если смотреть из какой-то выбранной точки, то место восхода или захода Солнца на горизонте будет ежедневно меняться. Солнце восходит на востоке и садится на западе только в дни весеннего и осеннего равноденствий. Весной в Северном полушарии, по мере прибавления дня, точки восхода и захода Солнца постепенно продвигаются на север, достигая крайнего положения в день летнего солнцестояния. Затем они начинают смещаться на юг и, минуя положение осеннего равноденствия, достигают максимального отклонения в южном направлении в день зимнего солнцестояния. Затем точки восхода и захода Солнца опять начинают двигаться на север пока не достигнут положения весеннего равноденствия, после чего годовой цикл замыкается (ил. 3). Сам язык, с помощью которого мы описываем эти явления, содержит значимую информацию – например, день, когда име-

ет место равенство дня и ночи называется *равноденствием*. Очевидно, были времена, когда люди этого не знали, однако общее представление о циклическом движении точек восхода и захода, а также их связь с циклами природного развития, определенно, были знакомы людям с самых давних времен. Мы можем судить об этом по множеству доисторических археологических памятников, которые в большинстве своем ориентированы по точкам восхода и захода Солнца в середине лета и середине зимы. Какое значение придавалось такому поведению Солнца – вопрос гораздо более сложный, чем бесспорный факт его материальной фиксации в памятниках. Похоже, в некоторых культурах зимнее солнцестояние каким-то образом увязывалось с идеей смерти или возрождения (см. об этом ниже на с. 337). Как бы то ни было, разгар зимы и разгар лета обладали наибольшей важностью; равноденствия представлялись относительно малозначимыми для наших далеких предков.



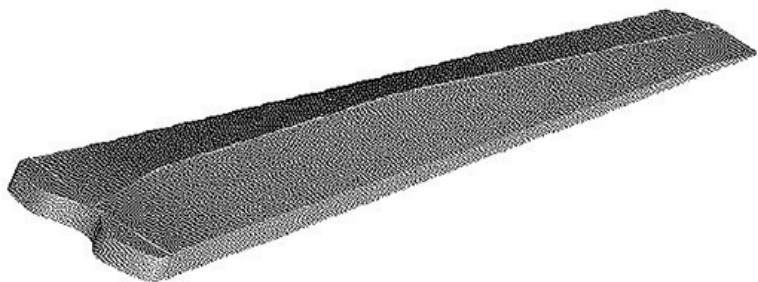
3

Крайние положения восходов и заходов Солнца и Луны на географической широте 51° (Северная Британия) для эпохи 2000 лет до н. э. По понятным соображениям, экстремумы солнечных положений не меняются в течение долгих периодов времени, но крайние положения Луны флуктуируют между верхним и нижним пределами, как показано на

рисунке. Направления зависят от нашего понимания восходов и заходов. В данном случае предполагается, что наблюдались моменты, когда верхний край солнечного или лунного диска появлялся на горизонте, и моменты, когда исчезал последний луч того или другого светила. Помимо этого, направления зависят от высоты местного горизонта, которая не может быть определена с достаточной точностью. На рисунке высота горизонта принята равной нулю. Но даже в этом случае линия равноденствий не в точности совпадает с направлением «восток-запад».

На начальных этапах ориентирования строений по небу направления задавались, похоже, не Солнцем и Луной, а восходами и заходами небольшого числа ярких звезд. По очень грубой оценке, в период с 4500 до примерно 3000 г. до н. э. места погребения людей представляли собой продолговатые могильные холмы – клинообразные места общего захоронения в форме протяженных земляных насыпей с канавами по бокам. Форма насыпей менялась от региона к региону. Можно обнаружить много индивидуальных отличий в холмах, сохранившихся на территории Британии, Ирландии, Северной Франции, Нидерландов, Германии, Дании и Польши; и все же у них есть нечто общее: все они обладают правильной геометрической формой, содержащей по меньшей мере один прямой угол. (См. внешний вид одного из многочисленных типов могильных холмов на ил. 4.) Они никогда не

сооружались в виде беспорядочных земляных нагромождений. Их использование для захоронения умерших предполагало, скорее всего, ритуалы правильного уложения в могилу, но какие?

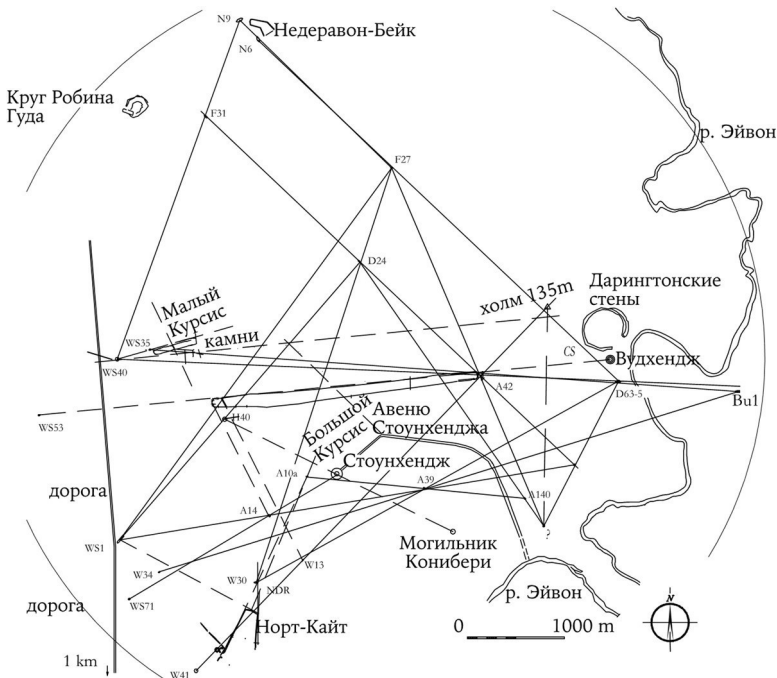


4

Исходная форма продолговатого могильного холма в Хейлтон-Норте (графство Глостершир, Англия) – одного из многих типов английских продолговатых холмов. В данном случае внутренняя структура составлялась из каменных стен, образующих девятнадцать камер, две из которых представляли собой «дома мертвых». При необходимости можно было входить в них через двери, расположенные по бокам. В большинстве случаев дома мертвых располагались в головной части захоронения. Есть все основания полагать, что такие захоронения служили искусственным горизонтом для ритуальных наблюдений восходов и заходов наиболее почитаемых ярких звезд. Эти захоронения были обртыты

траншеями, откуда, скорее всего, и велись указанные ритуальные наблюдения.

Есть все основания полагать, что создание этих памятников имело какое-то отношение к восходам и заходам звезд. Их связь с небом можно видеть уже в тщательном соблюдении правильных геометрических форм во всех трех измерениях при их возведении. Часто бывает очень сложно определить, где и когда та или иная звезда коснется горизонта, особенно если он скрыт за деревьями. Люди неолитического периода преодолевали эту трудность множеством различных способов, всякий раз демонстрируя высокую степень интеллектуальной одаренности и самоотдачи. Обычно продолговатые могильные холмы вписывались в ландшафт таким образом, что если смотреть вдоль склона, то луч зрения наблюдателя, плавно поднимаясь над скрытым местным горизонтом, указывал на какую-либо яркую звезду. Таким образом дальняя (от наблюдателя) сторона пологого холма образовывала искусственный горизонт. Помимо этого, продолговатые могильные холмы могли создавать искусственный горизонт и при наблюдении в перпендикулярном направлении; и это хороший аргумент в пользу возможного проведения наблюдений восходов и заходов из траншей, вырытых вдоль обеих сторон холма. Высота и направление холма подбирались с учетом движения одной из немногих ярких звезд.



5

Расположение продолговатых могильных холмов на равнине Солсбери в окрестностях Стоунхенджа на территории порядка семи километров в ширину. Можно не принимать во внимание стандартные обозначения захоронений (N9, N6 и т. д.), поскольку они даны по названию церковных приходов. Рисунок обнаруживает замечательную особенность могильных холмов: почти все они распределены по трем или четырем направлениям, и каждое из этих

направлений указывает на восходы или заходы нескольких очень ярких звезд. То же самое справедливо для захоронений в соседних регионах, хотя избранные звезды часто различались, поскольку им приписывался тотемный характер. Обратите внимание на очевидную параллельность направлений, особенно в северной области. Она не могла быть достигнута средствами наземных измерений из-за больших пространств, покрытых лесами и другими препятствиями между могильными холмами. При выравнивании двух тройных захоронений по ярким звездам параллельность достигалась автоматически. Заметьте, что не менее пяти направлений проходят через захоронение (A42), расположенное в самом конце Большого рва Стоунхенджа. Сейчас оно полностью разрушено, но его особая важность в те далекие времена не вызывает сомнений, поскольку звездным направлениям придавалась высокая значимость.

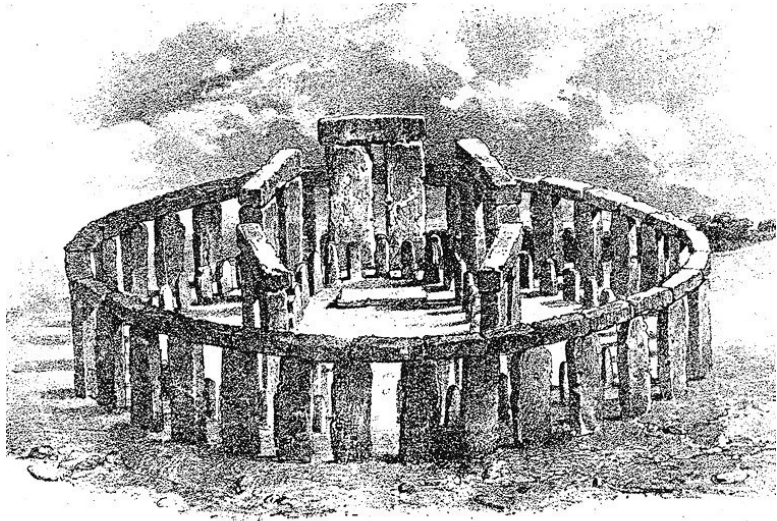
Люди неолитического периода возводили и другие памятники, в основном земляные, тоже обрытые траншеями, часто очень большого размера, руководствуясь аналогичными принципами выравнивания. Одним из примеров может служить большой ров Стоунхенджа, достигающий трех километров в длину, но едва выступающий из почвы в наши дни. Помимо этого, существует множество других вытянутых насыпных сооружений, обрытых канавами.

Мы не можем перечислить здесь все доводы, подтвер-

ждающие практику ритуального наблюдения звезд в неолитический период. Однако есть один пример, столь же простой, сколь и убедительный. На ил. 5 показано расположение продолговатых могильных холмов в области, прилегающей к району Стоунхенджа. Эти вытянутые погребения, вероятнее всего, предшествовали постройке самого Стоунхенджа. Поразительно то, что направления, вдоль которых расположены эти захоронения, указывают на несколько ярчайших звезд. (Сегодня они уже не дают точного совпадения, но разница может быть легко посчитана.) Очевидное совпадение направлений, особенно в северной части, не могло быть достигнуто средствами наземных измерений из-за больших расстояний, да и вряд ли параллельность была самоцелью. Но поскольку холмы последовательно выстраивались в направлении ярких звезд, параллельность обеспечивалась автоматически.

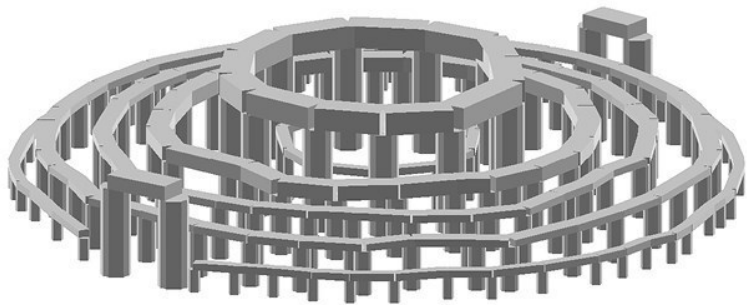
На рубеже третьего тысячелетия до н. э. обнаруживаются явные свидетельства более внимательного отношения к Солнцу и Луне. В Северной Европе постепенно развивается новый стиль возведения кольцевых памятников, сообщающих солнцестояниям конкретное материальное воплощение. Стоунхендж является наиболее ярким образцом кольцевых памятников подобного рода, но было и множество других, изготовленных из бревен, сравнимых с ним по сложности, хотя и не столь грандиозных по инженерному замыслу. Сам Стоунхендж претерпел значительную эволюцию в тече-

ние более чем тысячи лет. Его современный, знакомый нам вид сформировался примерно за столетие до или сразу же после начала второго тысячелетия до н. э. Ил. 6 дает приблизительное представление о том, как выглядел этот памятник в его лучшие времена, а в настоящее время, к сожалению, он находится в плачевном состоянии. В течение почти тысячи лет составляющие его кольца то наращивались, то модифицировались; аналогичная работа велась во многих других регионах Британии и Северной Европы, хотя и не в таком грандиозном масштабе. Кольца, изготовленные из камней, служили более долговечной версией существовавших до этого бревенчатых кольцевых сооружений и в точности воспроизводили их П-образные перемычки (проемы). Стилизованная реконструкция такого бревенчатого памятника изображена на ил. 7. Это были уже не погребения, хотя на их территории обнаруживаются случайные одиночные захоронения. И все же в середине третьего тысячелетия можно встретить привнесенную в надгробную архитектуру технику изготовления кольцевых захоронений, так называемые круговые могильные холмы, которые затем окружались более поздними кольцевыми проемами, ориентированными по направлениям солнцестояний. Эти сооружения успешно функционировали в течение примерно тысячи лет, а в некоторых регионах Европы – гораздо дольше.



6

Приблизительная реконструкция общего вида наиболее крупных элементов памятника Стоунхенджа, как они выглядели к концу третьего тысячелетия до н. э. (по Э. Х. Стоуну, 1924)



7

Схематичная версия внешнего вида бревенчатого памятника Даррингтон-Уоллз-хендж (южное кольцо), восстановленного по размерам и глубине лунок, обнаруженных во время раскопок. Если идти со стороны протекающей неподалеку реки Эйвон (см. ил. 5) через проход, проделанный в насыпи со рвом, то можно выйти на главный вход (на рисунке он показан слева). Обследуя горизонт, можно заметить, что он искусственно возведен в виде громадной кольцевой насыпи, размером 0,5 километра в поперечнике, а потому его высота практически одинакова. Бревенчатые памятники подобного типа были распространены повсюду, и именно они создали контекст, в котором стало возможным появление в неолитическую эпоху каменных кольцевых памятников, подобных Стоунхенджу.

Перечисленные этапы развития доисторической астроно-

мии важны для нас, поскольку они свидетельствуют о раннем союзе, возникшем между астрономией и геометрией. Например, ключом к пониманию кольцевых памятников является их сложная трехмерная структура. В горизонтальной проекции они могут выглядеть как концентрические круги или кольца из столбов, которые мы можем обвести правильным овалом. Однако их вертикальная проекция не менее важна, чем горизонтальная, и только совокупность ракурсов во всех трех измерениях позволяет нам достичь полного понимания. Существует огромное количество различных вариантов кольцевых памятников, но в каждом из них луч зрения в направлении крайних солнечных положений (в день летнего и зимнего солнцестояний) отмечен особым «окном», позволяющим поймать изображение Солнца посредством как минимум двух колонн – дальней и ближней или двух проемов, также дальнего и ближнего. В дни солнцестояний наблюдались не произвольные части солнечного диска, но (как правило) его верхний край в тот момент, когда первые лучи Солнца появлялись на восходе, и последняя угасающая вспышка во время заката.

Таким образом, указанная балочная структура перемишек может рассматриваться как искусственный горизонт, похожий на те, что были у продолговатых могильных холмов и других земляных сооружений, существовавших до этого. Наблюдения производились из тщательно подготовленных мест, зачастую расположенных в кольцевой траншее,

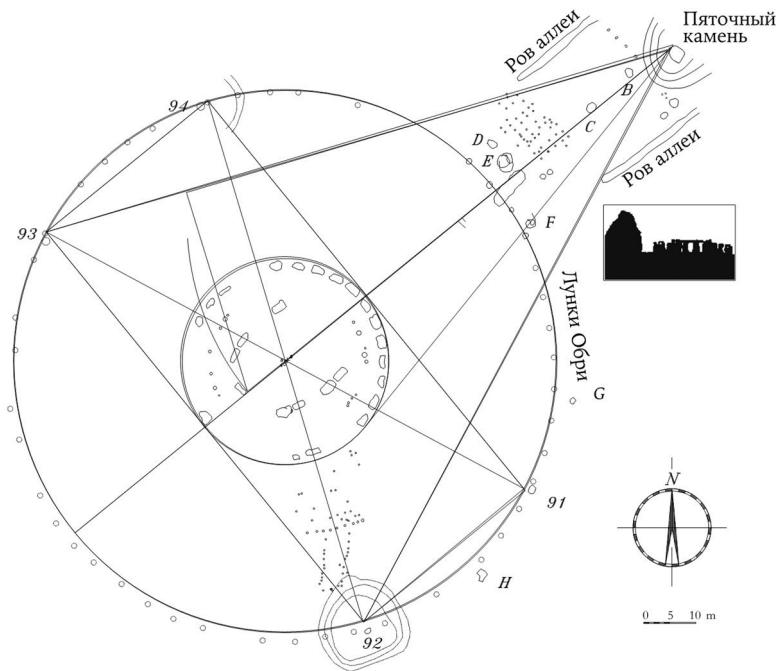
окружающей памятник, но иногда и с насыпи, идущей по краю траншеи. Согласно расхожей версии, наблюдения летних солнцестояний в Стоунхендже производились из центра в направлении так называемого Пяточного камня. Однако это, скорее всего, не так. Позиция наблюдателя находилась на самом Пяточном камне, вне сакрального пространства, и главный праздник приходился на закат Солнца в день зимнего солнцестояния, наблюдаемый сквозь узкий центральный коридор (ил. 8). Стоунхендж представляет собой каркас, внутри которого лучи могли наблюдаться в самых разных направлениях, как и в предшествовавших ему бревенчатых памятниках, однако вся совокупность тщательно разрабатываемых предыдущих планировок была лишь подготовительным этапом к тому, чтобы возвести прочное строение на фоне неба, рассматриваемого с правильно подобранной позиции, и Пяточный камень как раз и являлся таким местом. Созерцание последних лучей заходящего зимнего Солнца, наблюдаемого на фоне огромного темного сооружения, наверняка представлялось очень грустным зрелищем. Однако именно оно служило кульминацией детально проработанного ритуала, в котором Пяточный камень располагался в начале широкой аллеи таким образом, чтобы вид исчезающего Солнца в день зимнего солнцестояния точно попадал в окно, находящееся в центре памятника. Безусловно, в каком-то смысле это можно было назвать «вычислением», хотя оно не вполне совпадало с привычным для нас пониманием слова

«астрономический» и не требовало ничего, кроме нескольких шаблонных диаграмм, снабженных устным комментарием. При проектировании часто использовалась стандартная единица длины, причем не только для горизонтальных измерений, но и для определения высоты столбов или камней. Ее размер был выведен Александром Томом из промеров относительно позднего каменного памятника; он назвал эту единицу *мегалитическим ярдом* (МЯ), хотя ее начали использовать задолго до эпохи крупных мегалитических (каменных) памятников. Есть основания полагать, что угловая высота Солнца над горизонтом определялась через отношение этих единиц. В Вудхендже, находящемся неподалеку от Стоунхенджа, располагается памятник, в состав которого входило шесть овалов из бревенчатых столбов, давно истлевших и не сохранившихся до наших дней. Вид этого памятника можно довольно точно восстановить по уцелевшим лункам, и, похоже, что наиболее оптимальный угол для наблюдения восхода Солнца в день зимнего солнцестояния составлял здесь отношение высоты к длине как один к шестнадцати. Сохранились свидетельства существования нескольких других простых соотношений, предназначенных для тех же целей.

Некоторые памятники содержат явные свидетельства интереса к Луне как к объекту наблюдения. Характер движения Луны имеет некоторое сходство с движением Солнца, но крайние положения ее восхода и захода определяются несколькими циклами, наиболее важным из которых яв-

ляется, конечно, месячный цикл. Не углубляясь в детали, можно сказать, что каждый месяц она достигает некоторых крайних точек, а эти положения могут рассматриваться как объект наблюдения со своими собственными движениями вдоль горизонта. Последние, в свою очередь, также достигают предельных точек. Вот эти-то абсолютные крайние отклонения, скорее всего, и привлекали интерес доисторических наблюдателей. Строго говоря, их нельзя назвать «абсолютными», поскольку они тоже меняют положение и могут рассматриваться как объекты наблюдения еще более высокого уровня, со своими собственными экстремумами (ил. 3). Высказывалось предположение, что людям бронзового века, начавшегося примерно в конце третьего тысячелетия до н. э., был известен даже этот третий уровень флуктуирующего движения. В Бретани, Британии и Ирландии существует более семисот зарегистрированных каменных рядов, или аллей, часть из которых ориентирована по звездам, другая – по Солнцу, а некоторые – по Луне. В Нидерландах, где камни встречаются редко, были найдены аналогичные ряды линий, состоявших из деревянных столбов. Поражающие воображение повторяющиеся ряды в Карнаке (Бретань) имеют много общего с такими же сооружениями в Шотландии, удаленными на расстояние более чем в тысячу километров; еще один пример, хотя и не столь впечатляющий, можно найти в Дартмуре, в Западной Англии, находящейся еще дальше от Карнака. Александр Том в мельчайших деталях изучил Карнак-

ский регион и показал, каким образом линии визирования различных курганов и менгиров могли указывать на крайние положения Луны; некоторые из этих линий простираются вплоть до залива и морских бухт на юге департамента Морбиан. В центре этой протяженной системы находится огромный камень под названием «Великий разбитый менгир» («Le Grand Menhir Brisé») – сегодня расколотый на мелкие части, как и следует из его названия.



Геометрический план Стоунхенджа, построенный по нанесенным на карту сохранившимся камням. Ключ к пониманию памятника содержится в Пяточном камне. Если смотреть вдоль луча зрения, проходящего через Пяточный камень и центр памятника, то можно увидеть лучи заходящего Солнца в разгар зимы, освещающего силуэты других конструкций памятника со стороны центра. Как деревянные, так и каменные кольцевые памятники обладали каркасной структурой, легко пропускающей лучи любого направления, однако обычно существовало лишь несколько точек наблюдения, с которых эти памятники выглядели как величественные сооружения. Пяточный камень являлся как раз такой точкой. Рисунок на врезке отображает современный вид силуэта памятника, наблюдаемого с Пяточного камня, однако он не передает полного впечатления, поскольку многие столбы утрачены. Периферийное кольцо помечает положение так называемых лунок Обри (названных по имени их первооткрывателя Джона Обри), как-то связанных с первой фазой строительства памятника (ок. 3000 лет до н. э.). Четыре малых камня на периферийном кольце (так называемые «опорные камни»), изображенные на рисунке в углах большого прямоугольника, служили для определения крайних положений восхода и захода Луны.

Не вызывает сомнений, что крайние положения точек вос-

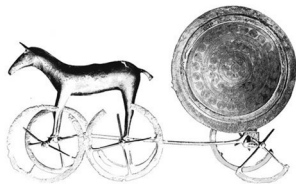
хода и захода Луны довольно точно регистрировались, в том числе посредством более компактных ориентиров; это делалось не столько для создания более или менее сложной календарной системы, сколько по ритуальным и религиозным соображениям. Религиозная составляющая имела первостепенное значение. В Вудхендже нашли могилу трехлетней девочки; ее рассеченные останки, предположительно, свидетельствуют о ритуальном жертвоприношении. Три главных радиуса этого памятника проходят, как оказалось, через центр могилы ребенка. Линия восхода Солнца в день летнего солнцестояния образует прямой угол с могилой; линия восхода Солнца в день зимнего солнцестояния расположена почти под прямым углом к первому радиусу; а линия крайнего положения захода Луны на севере проходит в направлении, строго противоположном (в горизонтальной проекции) радиусу зимнего солнцестояния. Человек, владеющий азами астрономического знания, может заподозрить в этом какую-то ошибку; действительно, разве могут линии, указывающие на восходы и заходы Солнца и Луны, образовывать на широте Вудхенджа одинаковые направления? Ответ заключается в том, что если при возведении памятника подобрать соответствующие *высоты* искусственного горизонта, то направления (азимуты) радиусов могут быть приведены в точное соответствие. Именно это и сделали строители Вудхенджа, старательно приспособив постройку к могиле сакральной жертвы.

Можно очень долго рассказывать об интеллектуальных достижениях людей, живших на севере Европы в неолитический и бронзовый периоды. Мы много знаем об их чисто астрономических и геометрических открытиях, но не о том, как они использовали свои представления о небе в социальной и религиозной жизни. Среди звезд, привлекавших наибольшее внимание, были Денеб, место захода которого довольно точно совпадает с направлением на север; Ригель, находящийся в нижней части современного созвездия Орион; и Альдебаран, долгое время ассоциировавшийся с глазом Тельца. Жертвоприношения быков, вполне вероятно, как-то связывали с восходами и заходами Альдебарана. Мы не можем сказать с определенностью, всегда ли созвездие Телец воспринималось в виде быка. Возможно, что ранняя форма этого созвездия, вырезанная на склоне известнякового холма в местечке Уффингтон на севере Англии, предвосхитила его форму, дошедшую до наших дней. «Уффингтонскую белую лошадь» сложно отнести к какому-либо биологическому виду, но взошедшая над ней звезда Альдебаран, изображенная в виде расположенной неподалеку изогнутой тропинки, позволяет сделать это с достаточной определенностью. Другая меловая фигура этого периода вырезана на южном склоне холма в Уилмингтоне (Восточный Суссекс); она изображает человека и, похоже, соответствует нашему созвездию Орион, который, если смотреть на него из заданной точки к северу от изображения, будет шагать по склону,

образуемому естественным горизонтом, по мере суточного движения небосвода.

Эти феномены рано или поздно заставляют задаться следующим вопросом. Точки восхода звезд меняются очень медленно, но в большинстве случаев это изменение становится заметным по истечении одного или двух столетий. Причиной является так называемое предварение равноденствий (прецессия), открытое – правда, в другой системе представлений – Гиппархом во II в. до н. э. На многих неолитических урочищах религиозные обряды проводились в течение более чем тысячи лет, и, несомненно, указанное медленное смещение должны были рано или поздно заметить. Это, конечно, не дает нам основания утверждать, что предварение равноденствий открыли, а тем более рассчитали в неолитический период. В начале XX в. имело популярность «пан-вавилонское» движение, и многие его последователи желали приписать указанное открытие культуре, существовавшей задолго до Гиппарха. Действительно, идея до-гиппархового обнаружения прецессии восходит к сочинениям по истории астрономии времен эпохи Просвещения. В конце XVIII в. такие авторы, как Жан Сильвен Байи и Шарль Франсуа Дюпюи, пытались показать, что все религии, и в особенности христианство, уходят своими корнями в астрономию, или, скорее, в астрономическое мифотворчество. Однако нет никаких свидетельств, подтверждающих идею, согласно которой кто-то, живший до Гиппарха, во-первых, заметил

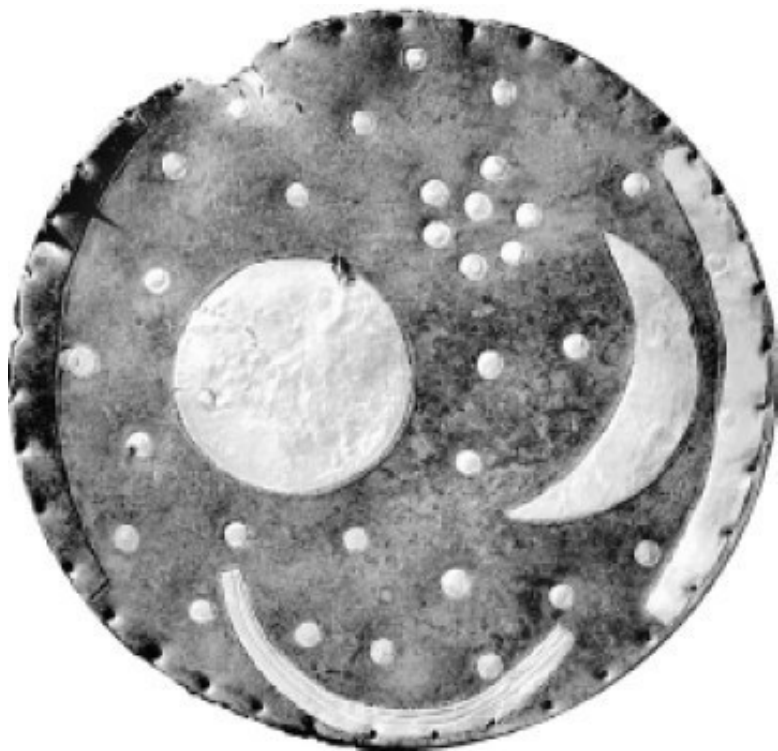
медленное смещение звездных положений и, во-вторых, точно описал его с использованием астрономической системы координат. Как мы покажем ниже, Гиппарх открыл приращение эклиптической долготы звезд при сохраняющейся эклиптической широте.



9

Одна из сторон Трудхольмского диска (справа дается изображение диска, водруженного на модель конной колесницы), датируемого примерно XIV в. до н. э. Обратная сторона выглядит очень похоже, но бо́льшая ее часть покрыта слоем золота с впечатанным в него орнаментом. Полная длина находки около 60 сантиметров. Укажем на одну замечательную технологическую особенность: колеса и оси

изготовлены целиком из бронзы, а лошадь и то, что, предположительно, является солнечным диском, содержат глиняную сердцевину. Модель была обнаружена в 1902 г. крестьянином во время распахки осушенного болота в Трундхольме (Дания). В настоящее время эта находка является экспонатом Национального музея в Копенгагене.



Диск из Небры (Германия). Время происхождения ок. 1600 г. до н. э. Сделан из бронзы с золотыми вставками (светлые области), имеет примерно 32 сантиметра в диаметре. Отсутствующая слева золотая полоска зеркально повторяла правую. Эти две дуги дают хорошее совпадение с дугами горизонта, покрываемыми восходами и заходами Солнца в ходе годового движения в том месте, где был найден диск. Очевидна его связь с некоторыми верованиями, так или иначе соотносившимися с небом; изображения Солнца и звезд легко отождествляются. Серп может обозначать Луну или Солнце во время затмения.

Сделано немало попыток реконструкции системы верований людей, живших на севере Европы и создавших эти удивительные астрономические памятники. Они основывались преимущественно на сохранившихся артефактах, но также и на более поздних письменных источниках – например, римских летописях о друидах и ранней скандинавской литературе. Эти попытки столь же многочисленны, сколь и неочевидны, но скандинавский материал часто бывает интересен сам по себе. Есть множество свидетельств, указывающих на существование культов Солнца и Луны, и не все они однозначно выводятся из ориентации и планировки больших памятников. Одной из наиболее интересных находок, сделанной в 1902 г. в Трудхольме (о. Зеландия, Да-

ния) и относящейся к бронзовому веку, является конная повозка с диском, датируемая примерно XIV в. до н. э. (ил. 9). Ее связь с соляной символикой очевидна. Несколько примитивных наскальных рисунков в Швеции, относящихся к тому же периоду, также содержат изображение Солнца, увлекаемого лошадьми. Сравнимое по значимости открытие из той же эпохи сделано в Германии; находка представляет собой бронзовый диск диаметром 32 сантиметра, покрытый золотыми вставками, некоторым образом связанными с небом (ил. 10). Его нашли неподалеку от Небры, точнее в поселке Миттельберг, на небольшом холме в Цигельродском лесу между Халле и Эрфуртом в конце XX в. Он известен сегодня как диск из Небры. Скорее всего, он был найден в яме, оставшейся на месте укрепленного района периода бронзового века, первоначально огороженного и окруженного сложной системой оборонительных рвов. Сложно сказать что-то более определенное об обстоятельствах его обнаружения, поскольку его обнаружили черные копатели, и детали истории этой находки ретроспективно восстановили благодаря операции внедрения, проведенной археологом, которому предложили купить этот диск.

Форма золотых вставок на диске из Небры допускает три способа толкования. Точки, их число равно 32, скорее всего, обозначают звезды и, возможно, включают Плеяды, состоящие из семи звезд. Легко отождествляются Солнце и серповидная Луна, хотя золотой серп может в такой же мере обо-

значать солнечный диск во время затмения. Высказывались даже предположения, что и серп, и полный круг являются изображениями Луны, несмотря на то что они изготовлены из золота. Третий тип фигур – золотые дуги по краю диска (одна утрачена) – с высокой долей вероятности обозначают горизонт, на котором наблюдались сезонные изменения восходов и заходов Солнца. (Сравните ил. 3 с боковыми украшениями на ил. 10. Можно заметить довольно точное совпадение диапазонов восхода и захода на широте Миттельберга, не сильно отличающейся от широты Стоунхенджа, хотя у нас нет возможности учесть высоту горизонта.) Кроме того, имеются углубления, идущие по краю диска, также нуждающиеся в объяснении, – или не нуждающиеся, если они сделаны исключительно в декоративных целях. По поводу диска из Небры высказана масса экстравагантных гипотез. Одни имели целью доказать некоторое его превосходство над достижениями Древнего Египта; другие – что он предвосхитил технические приемы, используемые в вавилонском календаре. Нижнюю кольцевую дугу интерпретировали как Солнечную лодку, частично по аналогии с наскальными рисунками в Северной Европе, но также с учетом египетской символики. Датированный XVI в. до н. э., он, вне всякого сомнения, обладает столь же древним происхождением, как и солярные памятники, где систематически наблюдались восходы и заходы Солнца и Луны; но, похоже, он всего лишь подтверждает факты, известные задолго до его обнаружения, а именно

что люди Северной Европы, жившие в эпоху бронзового века, с серьезнейшим вниманием относились к небесным явлениям.

РАННИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМОРЬЕ

То же самое справедливо в отношении людей, живших в южных регионах Европы и в Средиземноморье, хотя у них были совсем другие традиции, и сохранившиеся памятники гораздо сложнее интерпретировать. Если возникает догадка об использовании звезд, то обычно бывает трудно определить метод их наблюдения. Например, наблюдатели, возможно, регистрировали восходы или заходы звезд (эти горизонтальные направления не меняются от ночи к ночи), прислонившись спиной к ровной стене или мегалиту. При проверке таких гипотез точность измерений настолько мала, что редко бывает убедительной, за исключением случаев, когда возможно применить статистические расчеты. Хороший пример преодоления такого рода затруднений – 452 башни *нураги* в Сардинии (часто образующие башенные комплексы), построенные во втором тысячелетии до н. э. из больших, в основном необработанных камней и до сих пор возвышающиеся над местностью. По поводу каждой из этих башен в отдельности нельзя сказать ничего определенного, однако после статистической обработки становится ясно: входы и коридоры большинства башен сориентированы по

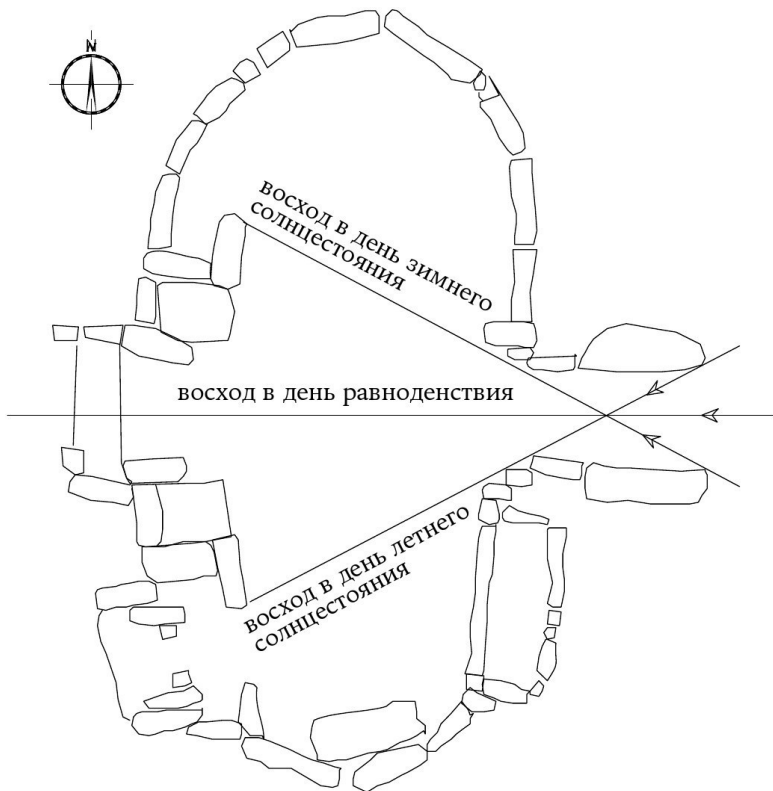
Солнцу и, возможно, по Луне. Кроме того, особое внимание уделялось звездам α и β Кентавра, а также созвездию Южный Крест. Высказывалось предположение, также основанное на обработке статистических данных, будто народ, живший в чуть более поздний период и построивший святилища *таула* на острове Менорка, ориентировал их по тем же звездам. Т-образные мегалиты на Менорке, составленные из огромных камней, воздвигнутых на массивные колонны еще большего размера, тщательно обработаны, но каждый из них в отдельности не позволяет произвести каких-либо точных измерений.

Ситуация становится проще, когда памятник изготовлен из обтесанных камней, задающих правильные направления на Солнце в дни солнцестояний так, чтобы пространство внутри постройки освещалось через специально проделанные для этого проемы. Прекрасный пример подобного рода можно найти в Ньюгрейндже (Ирландия). Он представляет собой большой могильный курган размером примерно 75 метров в ширину и 9 метров в высоту. Памятник обладает внутренней структурой и окружен каменной стеной, имеющей проход на юго-восточной стороне. Проход был вскоре завален, но, даже будучи заваленным, он мог пропускать свет через щель, оставшуюся в его верхней части. В день зимнего солнцестояния (а также в течение нескольких дней до и после него) лучи восходящего Солнца попадали в щель и, пройдя через коридор длиной примерно 19 метров, освещали

широкий центральный зал, где покоились останки усопших. Не самое приятное зрелище для тех, кто еще полон жизни, если не принимать во внимание, что речь идет о древнейшей истории, порядка трех тысяч лет до н. э.

Такие освещенные проходы, вполне вероятно, существовали повсеместно. Например, на средиземноморском острове Мальта находятся удивительные мегалитические памятники, относящиеся к тому же периоду, но выстроенные в абсолютно другом архитектурном стиле – изысканные дверные проемы, ведущие через коридоры внутрь овальных залов; отдельным залам старательно придавалась форма клеверного листа. Ориентация дверных проемов послужила основанием для множества соображений по поводу их астрономического предназначения. Некоторые из них, похоже, ориентированы на восходы или заходы Солнца в дни солнцестояний, но есть и нетривиальные постройки, не столь однотипные, как монокоридорный памятник в Ньюгрейндже. Примером может служить план храмового комплекса Мнайдра, изображенный на ил. 11. К сожалению, большая часть камней, образующих его верхний уровень, утрачена, однако самый грандиозный из всех мальтийских неолитических храмовых комплексов в Хаджар-Ким (ил. 12), разделенный на шесть секций, возможно, позволял наблюдать крайние южные (а может быть, и северные) направления точек восхода и захода Луны. Причина особого интереса к этим памятникам заключается в том, что на фрагменте известня-

ковой плиты, найденном в Таль-Кади, происхождение которого, как и остальных упомянутых здесь мальтийских храмов, датируется (с точностью до столетия) 2900 г. до н. э., сохранились начертания заведомо астрономических символов (ил. 13). Фрагмент разделен на пять секторов, четыре из них содержат изображения звезд с несколькими короткими штрихами, а пятый – одиночное изображение серпа, предположительно лунного. Если бы не образы ночного неба, то можно предположить, что это часть простейших полукруглых солнечных часов; хотя не представляет труда поискать более веское научное обоснование. Так как с тем же успехом справедливо утверждение об исключительно символическом предназначении этого фрагмента, равно как и многих других артефактов, обнаруженных на удивительных мегалитических памятниках Мальты и соседнего острова Гозо.



11

План неолитического храмового комплекса Мнайдра неподалеку от г. Кренди (Мальта). Время постройки ок. 2850 г. до н. э. Первые раскопки этого храма были произведены в 1836 г. Лучи восходящего Солнца озаряют центральный зал ежедневно, но только раз в квартал (возможно, что

и в некоторые другие дни) они освещают строго заданные места каменного экрана. В дни солнцестояний пробившийся тонкий луч едва касается края одной из двух крупных боковых плит, стоящих на входе. В дни равноденствий обе стороны дверного проема залиты светом. (На основе плана, составленного Крисом Микаллефом.)

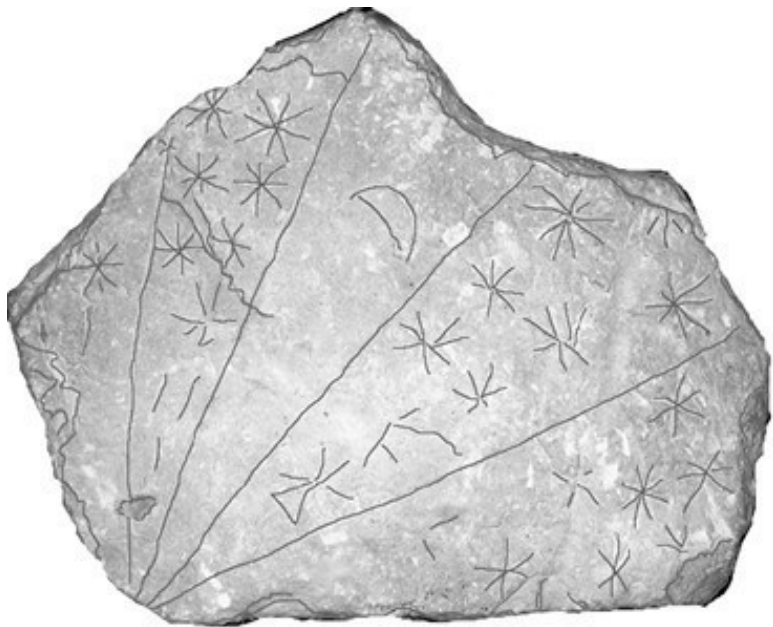


12

Уникальная стилистика мегалитического строительства на Гозо и Мальте хорошо иллюстрируется памятником Хаджар-Ким, хотя его сложная, многосекционная планировка не может быть оценена по достоинству только по внешнему виду. На территории строения обнаружены следы единственного захоронения – могилы ребенка – вероятно, никак не связанного с сакральными функциями памятника. Изображенный храм является третьим по счету на этой

стоянке и датируется временем ок. 2900 г. до н. э. Некоторые из семи предыдущих входов, по всей видимости, были ориентированы по лунным направлениям.

Доисторическая эпоха перенасыщена символами, многие из которых, несомненно, имеют отношение к Солнцу и Луне, однако бóльшая их часть может быть интерпретирована иначе, и новоявленный культ Фрейда нисколько не облегчает ситуацию. Даже попытка опереться на античную литературу чревата осложнениями. Например, греческие свидетельства о культуре Северной Европы получены из третьих или четвертых рук. Римские завоеватели описывали то, что находили, но в категориях собственного опыта. Средневековые скандинавские источники, во многом близкие к доисторическому периоду, часто бывают засорены предубеждениями враждебной им христианской культуры. И конечно же, все эти литературные источники представляют собой лишь очень поздние толкования реально происходившего во втором, третьем и четвертом тысячелетиях до начала христианской эры.



13

Фрагмент известняковой пластины из небольшого памятника Таль-Кадди, неподалеку от Бурмаррада (Мальта). Размеры: 29×24×5 сантиметров. Поскольку поверхность подверглась эрозии, звезды и лунный серп на приведенном рисунке отретушированы для достижения большей контрастности. (Не вполне соответствует истинному масштабу.)

НАБЛЮДЕНИЕ СОЛНЦЕСТОЯНИЙ В СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ

У Европы нет монополии на неолитические памятники, и с течением времени количество подобных находок во всем мире будет только увеличиваться. В 2006 г. археологи обнаружили древнюю каменную постройку в муниципалитете Калсуэни, расположенном в 390 километрах от Макапы – столицы штата Амапа в Северной Бразилии. Если судить по найденной керамике, то, по предварительной оценке, этому памятнику должно быть не менее двух тысяч лет. Располагаясь на вершине холма и являясь, предположительно, древним храмом, он состоит из 127 больших гранитных камней, образующих три ровных круга. Самый большой камень достигает трех метров в высоту. Этот памятник сравнивали со Стоунхенджем, хотя он значительно моложе и спроектирован по совершенно другому принципу. Единственное, что объединяет этот памятник со Стоунхенджем и многими другими европейскими доисторическими постройками, – это его ориентация по зимнему солнцестоянию. В одном из камней было намеренно проделано отверстие для наблюдения Солнца в эти дни года.



14

Глиняное скульптурное изображение сердитого лица из южного храма на холме Буэна Виста в перуанских Андах. Предполагается, что хмурый вид вызван созерцанием заходящего Солнца в день зимнего солнцестояния. Обнаруженные поблизости органические остатки позволяют датировать его временем ок. 2200 г. до н. э.

Сразу же после открытия на Атлантическом побережье Южной Америки столь неожиданных для такого раннего периода видов деятельности анонсировали обнаружение еще более древнего астрономически ориентированного памятника в перуанских Андах. Он представляет собой каменную пирамиду десятиметровой высоты, первоначально оштукатуренную и покрашенную в красный и белый цвета. находка датируется 2200 г. до н. э., то есть тремя тысячелетиями раньше появления инков и по меньшей мере восемью столе-

тиями раньше времени постройки известных нам памятников подобного типа в Америке. Пирамиду возвели на платформе таким образом, что, наблюдая через специально сделанное небольшое окно, можно было видеть скульптуру головы высотой 2,4 метра, высеченную на горном кряже в 60 метрах от пирамиды и находящуюся в створе с ущельем в далеких холмах. Эта визирная линия направлена на точку восхода Солнца в день летнего солнцестояния. Описанный объект располагается на выжженном скалистом склоне холма под названием Буэна-Виста, примерно в 40 километрах от побережья, в долине реки Чильон, на севере от Лимы. Еще одно сооружение в том же районе включает в себя массивную глиняную скульптуру с насупленным лицом в окружении двух животных (ил. 14). Этот хмурый взгляд устремлен в направлении захода Солнца в день зимнего солнцестояния.

Невозможно поверить, что с течением времени мы не обнаружим других следов проявления доисторического интереса к небу на обширных и еще не до конца исследованных просторах Южной Америки. Северная Америка не обнаруживает ничего, сравнимого по пышности и великолепию. Астрономические исследования на северном континенте сосредоточены в основном на доисторическом юго-западе и культуре Пуэбло, существовавшей уже в близкий нам исторический период. Последняя известна по этнографическим отчетам Александра М. Стефена, детально описавшего в конце XIX в. горизонтный календарь, используе-

мый индейцами Хопи. Ключ к его разгадке можно обнаружить в наскальном искусстве, особенно широко представленном в Калифорнии, хотя предложенные интерпретации, разумеется, продолжают оставаться открытыми для обсуждения. Существует категория памятников не столь грандиозных и долговечных. К ним относится Магическое колесо Биг-Хорн, возможно, более известное как «Американский Стоунхендж» (благодаря заголовку в журнале Time за 1984 г.), расположенное выше лесной зоны на Магической горе в штате Вайоминг. «Колесо» представляет собой большое кольцо, составленное из маленьких камней и разделенное на сектора 27 или 28 «спицами». Оно очень похоже на другие сооружения подобного рода, особенно на расположенные вдоль канадской границы. Из сказанного о его использовании наиболее правдоподобна гипотеза о привязке сооружения к летнему солнцестоянию. Неизвестно даже время его строительства. Утверждалось, что оно было сделано не позднее XVII в., хотя некоторые из этих памятников очевидно древнее. Люди Северной Америки прибегали к помощи неба и поклонялись ему в ходе как земледельческой, так и кочевой жизни. Как и повсюду на земле, они брали символы с неба и включали их в свои религиозные ритуалы, однако их жизненный уклад не понуждал их к выражению своего отношения к астрономии в виде грандиозных каменных памятников. Во всяком случае, даже если такая мысль и приходила им в голову, она не вызывала должного энтузиазма.

2

Древний Египет

Если в Северной Европе для понимания доисторической культуры в целом и астрономии в частности мы были вынуждены опираться только на археологические находки, то в Египте сохранились письменные исторические источники, возвращающие нас к третьему тысячелетию до н. э., то есть к периоду первой активной фазы функционирования Стоунхенджа. Знакомый нам образ Египта датируется третьим или вторым тысячелетием до н. э. Это образ фараонов, пирамид и Сфинкса, сокровищ Тутанхамона и египетских богов – Осириса, Исида, Птаха, Гора, Анубиса и других. Строго регламентированное практическое и религиозное отношение к небу существовало в Египте задолго до указанного времени, хотя мы не найдем здесь специализированных астрономических записей, сравнимых по качеству с текстами, созданными в Месопотамии (Вавилон и Ассирия) позднего периода. Египту пришлось дожидаться персидского завоевания, случившегося в первом тысячелетии до н. э., чтобы возник стимул для развития космологических идей, пришедших с Ближнего Востока.

Более интенсивная деятельность относится к периоду, наступившему после того, как Александр Македонский отво-

евал египетский трон у персиян в 332 г. до н. э. Этот период приходится на династию Птолемеев, по происхождению македонских греков, взявших страну под свой контроль во время войн, расчленивших империю Александра после его смерти в 323 г. Когда это случилось, существовавшая тогда космология являла собой смешение многих представлений – как местных, так и заимствованных, – часть которых можно найти, например, в «Космологии», относящейся к периоду правления Сети I (1318–1304 гг. до н. э.) и Рамсеса IV (1166–1160 гг. до н. э.). Египтяне долгое время мастерски вели счет времени и составляли календари, руководствуясь простейшими астрономическими процедурами. Вне зависимости от того, отмечалось это в текстах или нет, они тоже ориентировали свои постройки по небу, хотя их обычай привязывать все направления к Нилу часто затрудняет современную реконструкцию. В верховье египетского Нила большинство главных направлений храмовых построек ориентированы перпендикулярно к реке, хотя есть и расположенные параллельно ей. Сегодня достоверно установлено, что если река не протекала вблизи древних храмов (а этого, очевидно, не могло быть, если они находились в удаленных от нее оазисах), то применялась, как правило, астрономическая ориентация храмов. Некоторые постройки соотносились с главными сторонами горизонта, в основном с направлением север-юг, а другие, особенно в районе древних Фив, – с точками восхода Солнца в день зимнего солнцестояния. Даже

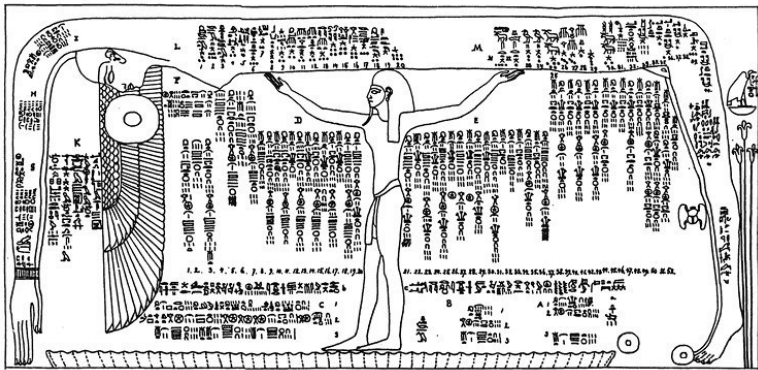
направления, не поддающиеся однозначному объяснению, можно сгруппировать вокруг приоритетных линий, вероятно, указывающих на места восхода или захода звезд или восхода и захода Солнца в значимые дни календаря. Подобная неопределенность связана с важностью даты, приходящейся сегодня примерно на 22 февраля, о чем свидетельствуют все сохранившиеся египетские конструкции, предназначенные для освещения лучами восходящего Солнца внутренних пространств. Подобного рода приспособления существуют в том числе в самом глубоком помещении главного храма Рамсеса II в Абу-Симбеле. При наступлении этой даты скульптурные фигуры Амона-Ра и Ра-Хорахти – солнечных божеств – освещаются солнечными лучами, в то время как фигура Птаха – бога потустороннего мира – остается в темноте.

ОРИЕНТАЦИЯ И ПИРАМИДЫ

В некоторых ранних египетских источниках упоминается о культе, связанном с богом Солнца Ра и более ранним богом-творцом Атумом. Первоначально главным местом отправления культа был храм, находившийся к северу от древней столицы Египта – Мемфиса. Позже этому месту присвоили соответствующее греческое название Гелиополь – «Город Солнца», – но египтянам он был известен под именем Он. (В книге «Бытия» упоминается жрец Потифер из города Он.) В те исторические времена жрецы Гелиополя заложили основы космогонического учения, согласно которому бог Ра-Атум сотворил себя из первичного океана Нуна. Его сыновья стали богами воздуха и воды, и только после них, в третьем поколении, появились Геб (бог земли) и Нут – богиня неба (ил. 15). Пантеон девяти божеств Гелиополя (Великой Эннеады) счастливо завершался Осирисом, Сетом, Исидой и Нефтидой – детьми Геба и Нут.

Культ Ра-Атума прочно утвердился ко времени создания первых великих пирамид (ок. 2800 г. до н. э.). Несмотря на их кажущуюся внешнюю простоту, по всей видимости, существовал какой-то, пока не очень ясный, тип отношений между этими пирамидами, Солнцем и звездами. Архитектором первой великой каменной пирамиды – ступенчатой пирамиды, построенной для фараона Джосера (правившего с 2667

по 2648 г. до н. э.), был Имхотеп, вошедший, кроме прочего, в историю Египта как астроном, маг и целитель. Позже ему стали поклоняться как божеству, и не без основания. Когда он построил свою огромную ступенчатую пирамиду, в мире не существовало ничего подобного, и ее сложная подземная структура отличалась от всех других, построенных его последователями. Однако некоторые из них, в особенности великая пирамида Хуфу из комплекса Гизы, были точнее ориентированы по Солнцу, в том привычном для нас смысле, что их грани задавали четыре главных направления горизонта – в этом они были похожи на многие египетские храмы. Наиболее интересным с точки зрения планировки является храм Осириса в Абидосе. Его реконструкция велась непрерывно с первой по двадцать шестую династию. Изначально вход в храм располагался с южной стороны; при следующих четырех реконструкциях он переместился на север; а при последних трех – на восток.



15

Изображение богини Нут с сопроводительными текстами на потолке саркофага в гробнице Рамсеса IV (Долина царей, Западные Фивы). Выгнутая куполом фигура Нут олицетворяет северное небо, поддерживаемое богом воздуха Шу. Будучи обращена головой на запад, Нут дает начало Солнцу и звездам на востоке. С течением суток они движутся вдоль ее тела.

В Египте всего построено около восьмидесяти фараоновых пирамид, большинство из которых весьма малы и находятся в разрушенном состоянии. Три наиболее известные имеют громадные размеры и входят в комплекс Гизы; они располагаются на западном берегу Северного Нила и принадлежат четвертой династии (ок. 2575–2465 гг. до н. э.). Будучи построенными для фараонов Хуфу, Хафра и Мен-

каура, они часто называются соответствующими греческими именами – Хеопса, Хефрена и Микерина. Четвертую династию основал Снофру (по-гречески – Сорис). Его сын Хуфу – строитель самой известной пирамиды, но и сам Снофру имел множество не менее впечатляющих архитектурных достижений. Он завершил строительство пирамиды в Медуме, предназначенной для его отца Хуни, после чего выстроил неподалеку свою собственную ступенчатую пирамиду. Наиболее ранний образец таких строений находится в Сейле. Обладающая скромными размерами и разрушенная сегодня ступенчатая пирамида в Сейле, по всей видимости, является древнейшей египетской пирамидой, ориентированной по сторонам света. Пирамида в Медуме – наиболее ранняя пирамида с гладкими сторонами: хотя еще при жизни Хуни ее начали строить как ступенчатую, позже Снофру придал ей правильную геометрическую форму, заполнив пространство между ступенями и облицевав ее гладкими каменными плитами.

Будучи незаурядными инженерными сооружениями (великая пирамида Хуфу достигает около 146 метров в высоту), эти пирамиды являют еще и пример удивительно тонкой регулировки размещения в пространстве; безупречная точность их строгой геометрической выверки, поистине, удивительна. Там, где можно с достаточной точностью определить положение исходной кладки, средняя ошибка выравнивания вдоль некоторых граней не превышает нескольких минут ду-

ги. Нивелировка основания каменного фундамента великой пирамиды такова, что средняя разница уровней между северо-западным и юго-восточным углами составляет не более двух-трех сантиметров. Для возведения великой пирамиды понадобилось порядка шести миллионов тонн строительного камня. Зачастую бывает сложнее объяснить экономические предпосылки таких колоссальных предприятий, чем порождаемые ими астрономические вопросы.

Некоторые пирамиды имеют идущие вдоль стен сквозные колодцы, обычно называемые вентиляционными шахтами, однако есть авторы, считающие, что они были направлены на избранные звезды в их верхней кульминации (момент, когда звезда пересекает небесный меридиан к югу от Полюса мира). Входной туннель в пирамиду Хуфу располагается с северной стороны, круто нисходя в направлении центра (в данном случае – подземной камеры) под углом $26^{\circ}31'23''$. Шесть из девяти уцелевших пирамид в Гизе, равно как и две хорошо сохранившиеся пирамиды в Абусире, обладают той же особенностью с разбросом значений в пределах одного градуса. У пирамиды Хафра (Хефрена) этот угол составляет $25^{\circ}55'$. Существует ли какая-нибудь яркая звезда, кульминировавшая на этих высотах в описываемое время? (Географические широты, а следовательно, и высоты будут различаться очень незначительно.) Если да, то какая? Это должна быть *нижняя* (то есть немного севернее Полюса мира) кульминация звезды, так как высота полюса над горизонтом состав-

ляет здесь около 30° . Вблизи Полюса мира есть только одна сравнительно яркая звезда – α Дракона (Тубан), и, похоже, именно она, находясь в нижней кульминации, задавала направление входных тоннелей. Почему звезда наблюдалась именно в *нижней* кульминации? Возможно потому, что созвездие, сегодня известное как Большая Медведица, а в Египте обычно называемое Передняя Нога Быка, располагалось в этот момент почти вертикально. Египтяне различали несколько околополярных созвездий. Самым главным было, вероятно, созвездие Передняя Нога Быка (конечно, не имеющее никакого отношения к нашему Тельцу), но существовали и другие, например Бегемотиха, Крокодил и Причальная Свая.

СОЛЯРНЫЕ И ЛУННЫЕ РИТУАЛЫ

В руинах храма Амона Ра в Карнаке, расположенного на противоположном от Фив берегу Нила, есть коридор, проходящий через центральные постройки с северо-запада на юго-восток и тянущийся более чем на четыреста метров. Центральный внутренний двор и его залы датируются временем Среднего Царства (2052–1756 гг. до н. э.), но наиболее впечатляющие части храма возникли при Тутмосе III (1490–1435 гг. до н. э.), хотя он регулярно достраивался вплоть до начала христианской эры. Велось много споров по поводу значения точных направлений его осей, однако, похоже, и здесь использовался искусственный горизонт, едва возвышающийся над линией дальних холмов, что вполне соответствовало практике, возникшей задолго до этого в Северной Европе. В течение более тысячи лет угасающий диск заходящего Солнца должен был хорошо наблюдаться из этого священного места, и изменения положения осей храма не требовались. Это еще раз доказывает роль религии как побудительной причины для развития основ астрономии.

На протяжении столетий, по мере включения в официальную религию различных местных традиций, пантеон египетских богов непрерывно увеличивался. В результате приписываемые богам черты стали сильно противоречить друг другу. Однако всегда существовала строгая иерархия их вли-

нения, и после XIV в. до н. э. династический бог Амон – «сокрытый бог небес» – постепенно занял положение верховного. (Связь этого бога с Солнцем дала начало имени Амон-Ра.) Когда фараон-еретик Аменхотеп IV вознамерился обратиться народ к вере во что-то более зримое, чем Амон, он остановил свой выбор на Солнечном диске, Атоне, полагая, что тот достоин возвыситься до положения единого истинного бога, и выстроил новую столицу – Амарну, где было широко представлено искусство, прославляющее Солнце (ил. 16). Этот фараон, принадлежавший к восемнадцатой династии и правивший с 1353 по 1336 г. до н. э., взял себе имя Эхнатон – «полезный для Атона». (Его часто называют греческим именем Аменофис.) Когда он построил собственную гробницу в своем новом городе Ахетатоне (в настоящее время – Тель-эль-Амарна), все коридоры и комнаты, ведущие к погребальной камере, располагались вдоль единственной оси, направленной с юго-востока на северо-запад. Этот «чисто» солнечный порядок, напоминавший практику деления погребений на ячейки, возникшую двумя тысячелетиями ранее в Северной Европе, радикально противоречил традиции похорон, поддерживаемой как его предками, так и его потомками. Последние делали коридор со входом в погребальную камеру либо под прямым углом к коридору главного входа, либо главному коридору придавалась зигзагообразная форма – так, чтобы преградить прямой доступ к захоронению.



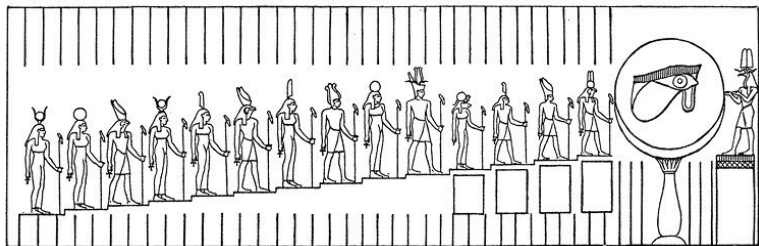
Эхнатон (восемнадцатая династия), совершающий подношение Солнцу. Высота этого небольшого рельефа на известняке всего 32 сантиметра. (В настоящее время находится в Каирском музее.)

Солярная религия Эхнатона в своем наиболее ярком выражении просуществовала недолго, но соответствующие ритуалы продолжали жить в самых разных формах, например в процедурах передачи власти правителям. Нам сильно повезло, что сохранились артефакты этого периода, поскольку они содержат множество подлинных изображений, имеющих отношение к солярному ритуалу, особенно на стенах фараоновой гробницы в Тель-эль-Амарне. Некоторое представление о египетском солярном символизме можно составить по гробнице Тутанхамона – фараона, знакомого нам больше других, поскольку его гробница избежала разграбления. Будучи зятем Эхнатона, он правил с 1333 по 1323 г. до н. э. Стены входного тоннеля к его гробнице и четыре ее камеры ориентированы строго по главным направлениям горизонта. Вход располагается по линии восток-запад. Каждая из четырех камер имела свое ритуальное предназначение согласно тому, что было нарисовано на ее стенах; это, несомненно, хорошо согласовывалось с более ранней традицией. Одна из камер (соответствующая южному направлению) символизировала вечное правление, другая (восточная) – возрож-

дение, третья (западная) – «неизбежный уход в загробный мир», и четвертая (северная) – перерождение тела. Согласно легенде, умерший Осирис после мучительных поисков пути к возрождению возвращается к жизни в образе восходящего Солнца – Ра. Отвечавшим за проведение солярных ритуалов следовало обладать глубоким интуитивным пониманием особенностей движения Солнца, но это можно считать относительно элементарным знанием по сравнению с особенностями движения Луны, которые так и остались не изученными столь же полно, как это было сделано примерно в ту же историческую эпоху в Северной Европе.

Безусловно, существовало множество лунных мифов. В шестой день лунного месяца устраивалось пиршество в честь Осириса; кроме того, особое значение придавалось полнолунию. Тексты, найденные в некоторых пирамидах, связывали с Луной определенные заболевания. Текст на саркофаге из Дейр эль-Берше содержит посвящение богу Луны Тоту, уступавшему в величии Осирису и Ра. Как и во многих других культурах, Луна в течение долгого времени ассоциировалась с плодородием. Ее серп, похожий на рога крупного рогатого скота, и связь с продолжительностью женского менструального цикла, вне всяких сомнений, усиливали эти ассоциации. Сохранился миф, повествующий о поединке между Гором и Сетом, когда у Гора был украден и поврежден глаз, возвращенный впоследствии на небо в виде Луны. Кража приписывалась Онурису, Тоту или Осирису.

В версии с Тотом ему помогали другие четырнадцать богов, олицетворявшие вместе с ним пятнадцать дней постепенного роста Луны до ее полнолуния (ил. 17); в продолжении мифа перечисляются еще четырнадцать богов, относящихся к убыванию Луны. Известны и другие разновидности этого мифа. В Эдфу рассказывалось, что однажды Гор захватил небо во время полнолуния, это время получило название «союза двух быков». Данное событие также описано в храме Осириса в Абидосе, относящемся ко времени Нового Царства. В более поздних храмах существовал ритуал, когда во время празднования выносились два зеркала, которые уподоблялись Солнцу и Луне. Этот момент, как говорили в Фивах, символизирует возрождение бога Солнца Амона-Ра. Сколь бы роскошной ни представлялась эта мифология, с астрономической точки зрения она не шла ни в какое сравнение с тем, что было сделано в других культурах, относящихся к тому же историческому периоду.



В храмах Эдфу и Дендеры четырнадцать богов растущей Луны восходят по лестничному маршу, состоящему из четырнадцати ступеней. Лестница заканчивается месяцем и символическим изображением Луны в виде левого глаза бога неба Гора. Правый глаз Гора, олицетворявший Солнце, изображался гораздо чаще.

КАЛЕНДАРЬ

Спустя некоторое время после того, как кочевые племена Северной Африки начали крестьянствовать в долине Нила, ими была замечена связь между поведением реки и видимостью звезды Сириус (называемой в Египте Сотис) – ярчайшей на небе. Разлив Нила – имеющий большое значение, поскольку потоки его воды использовались для орошения долины, – почти совпадал с первым восходом Сириуса над горизонтом непосредственно перед восходом Солнца, наступающим после долгого периода невидимости Сириуса. Это событие, известное сегодня как *гелиакический восход*, наступало в середине июля и не имело привязки к какой-либо особенной дате солнечного года. Связь Солнца со сменой сезонов в низких широтах менее очевидна, чем в высоких. Три сезона египтян чаще соотносились с поведением реки, и месяцы, с которых они начинались, назывались «Половодье», «Появление» и «Низкая вода» или «Засуха». Остальные месяцы обозначались по названиям лунных праздников. Похоже, что Солнце считалось значимым для них только как индикатор годового цикла.

Согласование трех взаимосвязанных циклов – звездного, лунного и солнечного – являлось главной задачей египетской астрономии, и вплоть до самого последнего времени это было центральной астрономической проблемой, имеющей ре-

лигиозное значение. Праздник Сириуса/Сотис более или менее соответствовал солнечному году, состоящему из $365\frac{1}{4}$ дня, однако двенадцать месяцев, продолжительность которых составляла 29 или 30 дней, давали в сумме приблизительно 354 дня. В силу этого, не позднее чем в середине третьего тысячелетия, египтяне разработали одно из наиболее ранних известных нам календарных правил: если гелиакический восход Сириуса/Сотис приходился на двенадцатый месяц, то к обычному году прибавлялся еще один («високосный») месяц Тот, названный по имени лунного божества.

Календарь продолжал совершенствоваться по мере постепенного улучшения организации египетского общества. Была установлена продолжительность года в 365 дней, а «месяцы» приведены к стандарту по 30 дней каждый и разбиты на три «недели» по десять дней. Система, происхождение которой датируется приблизительно XXIX или XXX в. до н. э., обладает множеством преимуществ. Неделя – десятидневная она или семидневная – результат конвенционального соглашения и не имеет прямого отношения к астрономии, хотя то, что называлось «месяцем», содержало в себе очевидную неточность. Те, для кого видимый образ Луны является объектом религиозного поклонения, не обнаружат здесь источника детальной информации о ней. Главная проблема, которую решает этот календарь, – проблема бухгалтерского учета, и в этом отношении астрономы часто выражали признательность за его хронологическую простоту. В част-

ности, египетский год, состоящий из 365 дней, был привлекателен для них тем, что он упрощал перевод долгих периодов времени в суточные интервалы. Даже Коперник, следовавший греко-египетской традиции, использовал египетский год в своих астрономических таблицах.

Конечно, не все астрономы обладали бухгалтерским складом ума. К тому же новый календарь вызывал неизбежные затруднения, поскольку небольшая ошибка в длительности года накапливалась, что приводило к смещению сезонов. Но это относительный пустяк по сравнению с недостаточной точностью лунного календаря. Был введен еще один лунный год для соблюдения соответствия с гражданским годом. К середине третьего тысячелетия до н. э. были выработаны новые правила интеркаляции, и в течение более двух тысячелетий в Египте одновременно использовались все три календаря.

ЗВЕЗДЫ. ДНЕВНЫЕ И НОЧНЫЕ ЧАСЫ

Желание египтян поделить ночь на более короткие интервалы, особым образом сочетающиеся с их гражданским календарем, легло в основу современного деления суток на 24 часа. Каждое общество, в котором производятся ночные ритуальные действия, будет стремиться изобрести способы определения ночного времени. Египтяне оставили множество описаний того, как бог Солнца Ра совершает между закатом и восходом переход через потусторонний мир на своей ночной лодке, и этапы этого пути размечались в соответствии с движением звезд. Для понимания принципов выстраивания этой разметки мы должны вновь вернуться к календарю.

Ключевым понятием египетского календаря был гелиакический восход – первое утреннее появление звезды после периода, в течение которого она находилась над горизонтом только в дневное время суток. Любая яркая звезда могла быть выбрана для фиксации какой-либо календарной даты, и мы уже видели, что Сириус/Сотис был наиболее важным маркером среди остальных. В каждый следующий день после своего гелиакического восхода звезда будет восходить чуть раньше Солнца, чем в предыдущий, до тех пор пока не наступит гелиакический восход следующей подходящей звез-

ды-маркера, после чего отсчет может быть начат заново. Кто должен выбирать эти звезды и по какому принципу? Решение было простым и прямолинейным. Мы видели, что гражданский календарь делил год на тридцать шесть «недель», по десять дней в каждой. Таким образом, наблюдались тридцать шесть звезд или созвездий, гелиакический восход которых отмечал начало каждой из тридцати шести недель. (Они, похоже, выбирались по принципу максимального сходства с Сириусом/Сотис – период невидимости каждой составлял примерно семьдесят дней в году.)

Теперь забудем причины отбора этих звезд, то есть критерии, имеющие отношение к делению года, – *календарные* причины. У нас просто есть тридцать шесть звезд или групп звезд, которым сознательно придается очень большое значение, и каждую ночь они восходят друг за другом через приблизительно равные интервалы времени. Каждая из них совершает полный оборот примерно за одни солнечные сутки, поэтому можно предположить, что за ночь взойдут в среднем восемнадцать из тридцати шести звезд, но на деле проблема осложняется несколькими обстоятельствами. В течение преобладающей части сумерек большинство звезд продолжает оставаться невидимыми (под ночью понимался период полной темноты). Выбранные календарные звезды располагаются к югу от небесного экватора. Это означает, что они поднимаются над горизонтом на юго-востоке. (На деле они образуют пояс, параллельный кругу движения Солн-

да среди звезд – эклиптике, располагаясь к югу от него.) Но продолжительность ночей неодинакова: на широте Египта самая длинная зимняя ночь почти в полтора раза дольше самой короткой летней ночи. В общем, не углубляясь в теоретические детали, можно сказать, что бо́льшая часть ночей в году не может быть разделена с помощью этих звезд на двенадцать равных частей. Тем не менее *в конечном счете решили, что деление должно осуществляться именно таким образом.* Доказательством этого факта – такого способа деления ночи – являются диаграммы на внутренней стороне крышки саркофага, относящегося к одиннадцатой династии (XXII в. до н. э.).

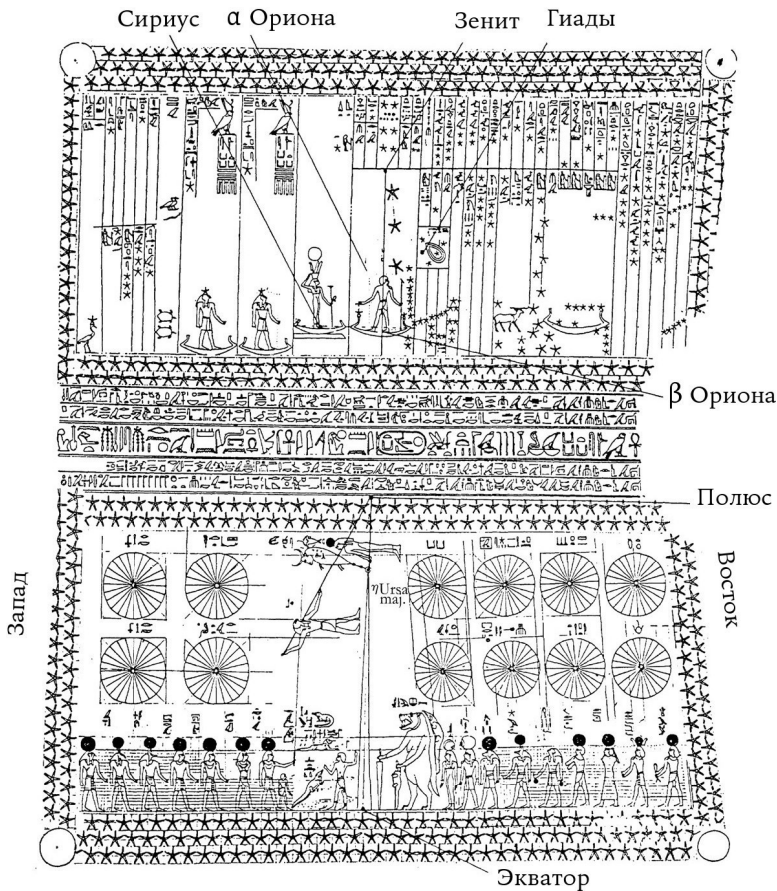
Светлое время суток также делилось на двенадцать часов. Число временных отрезков было взято по аналогии с числом ночных часов. Таким образом, мир обрел двадцатичетырехчасовые сутки. Даже дерзкие проекты Французской революции не смогли поменять эту систему на, казалось бы, более рациональную – основанную, в сущности, на количестве пальцев.

Обычно считают, что крышки саркофагов представляют собой сокращенную версию изображений на потолках гробниц фараонов, начиная со Среднего царства и далее. И те и другие сложно описать в двух словах, тем более осуществить их сравнение, однако потолки слишком важны, чтобы обойти их стороной, поскольку они сохранили множество примеров простейшего небесного картографирования.

Древнейший из них находится в недостроенной гробнице Сенмута – визиря царицы Хатшепсут (ил. 18). Она располагается в Долине царей в западных Фивах и датируется примерно 1473 г. до н. э. По всей видимости, гробница содержит самые древние из всех известных нам изображений, которые по праву можно охарактеризовать как схему небес с идентифицируемыми элементами. На ил. 19 несколько изображений созвездий, взятых из этой гробницы, сравниваются с аналогичными изображениями, изготовленными почти два столетия спустя. Последние взяты из подземного кенотафа Сети I; аналогичные изображения можно найти в кенотафе Рамсеса IV и более поздних правителей.

Египет обладал стойкими традициями. Почти тысяча лет разделяет изображения на потолке гробницы Сети и знаменитый папирус Карлсберг I, по сути являющийся комментарием к ним. Кроме того, этот погребальный текст содержит инструкции по изготовлению солнечных часов с четырьмя делениями на основании (ил. 20). Другое такое приспособление времен Тутмоса III (1490–1436 гг. до н. э.) имеет пять делений. Трудно сказать, насколько хорошо люди древности понимали порядок изменения продолжительности дня и ночи, однако это понимание, несомненно, должно было углубиться с изобретением водяных часов. Их первые прототипы датируются временем Аменхотепа III (1397–1360 гг. до н. э.), однако в календарных расчетах они стали применяться уже во время правления Аменхотепа I (1545–1525 гг. до

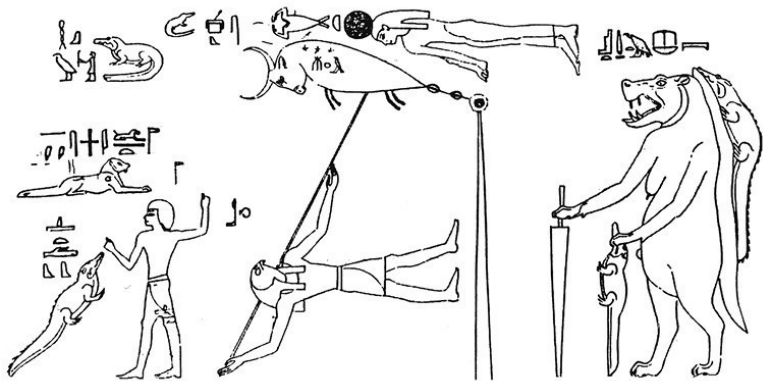
н. э.), и, как следует из надписи в гробнице, относящейся к этому раннему периоду, тогда же предприняли первую известную нам попытку найти отношение продолжительностей самой длинной и самой короткой ночей. Полученное отношение (14 к 12) нельзя назвать точным, однако примечательна сама попытка проведения такого расчета; удивительно, что нам известно имя человека, который ее сделал, – Аменхет.

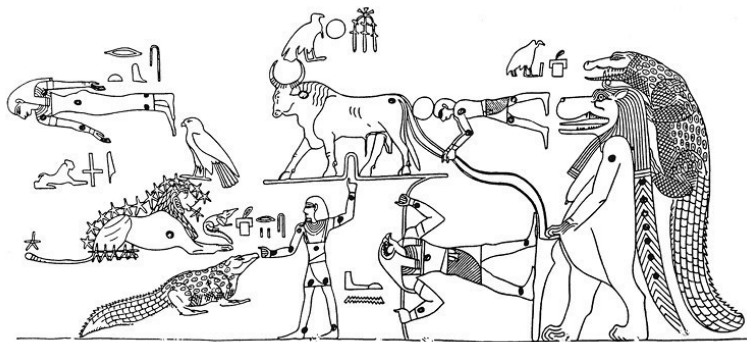


18

Астрономические изображения и надписи на потолке по-
тайной гробницы Сенмута, расположенной неподалеку от
храма Хатшепсут в Дейр эль-Бахри в Западных Фивах. Сен-

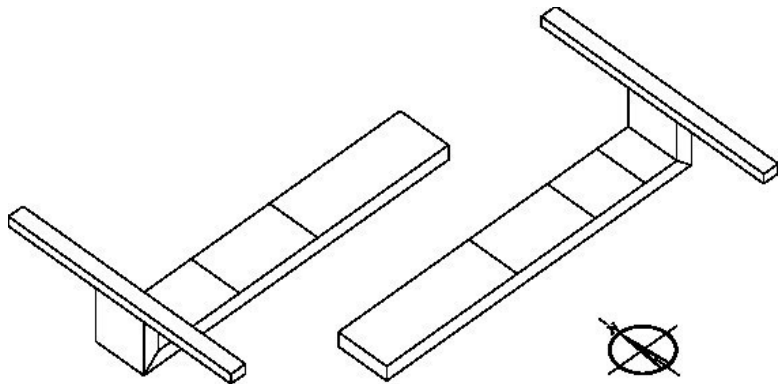
мут был распорядителем комплекса Амон Ра во время правления царицы Хатшепсут и управлял строительством храма. Обнаружен Х. Э. Уэнлоком в 1925–1927 гг. Гробница датируется примерно 1473 г. до н. э. Верхняя половина рисунка отображает южную сторону, а нижняя – северную. Узкие столбцы обозначают деканы, каждый из которых назван по имени одной или нескольких звезд; имеются также изображения богов и планет. Композиция отличается от формы «диагональных часов», изображаемых на саркофагах. Маршалл Кладжетт полагал, что это крайне сложное описание неба является наиболее древней формой представления египетских схем небес.





19

Фрагмент предыдущего потолочного изображения (верхний рисунок) в сравнении с соответствующей частью потолка в Зале К гробницы Сети I (правившего с 1306 по 1290 г. до н. э.), тоже в Западных Фивах (нижний рисунок). Оба фрагмента содержат изображения северных созвездий; поздний вариант более формализован.

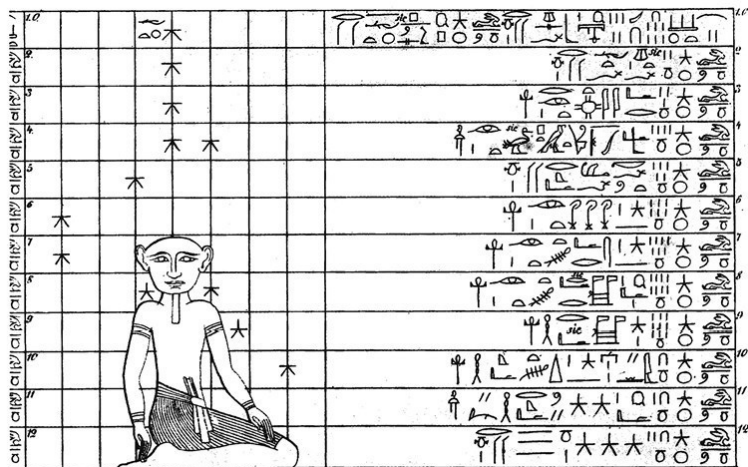


20

Египетские солнечные часы в их утреннем (справа) и полуполуденном (слева) положении. Тень от перекладины указывала время на горизонтальной шкале. Существовало много других разновидностей египетских солнечных часов, некоторые из них значительно сложнее, чем изображенные на рисунке.

Не позднее XV в. до н. э. в Египте осознали, что восходы звезд-деканов являются плохим подспорьем в регулировании гражданской и религиозной жизни. В результате выбрали новую совокупность звезд. Они фиксировались не на горизонте, а в момент пересечения небесного меридиана. И снова у нас нет точного представления о том, как наблюдались звезды во время кульминаций. При визировании каким-то образом использовались голова, уши и плечи сидя-

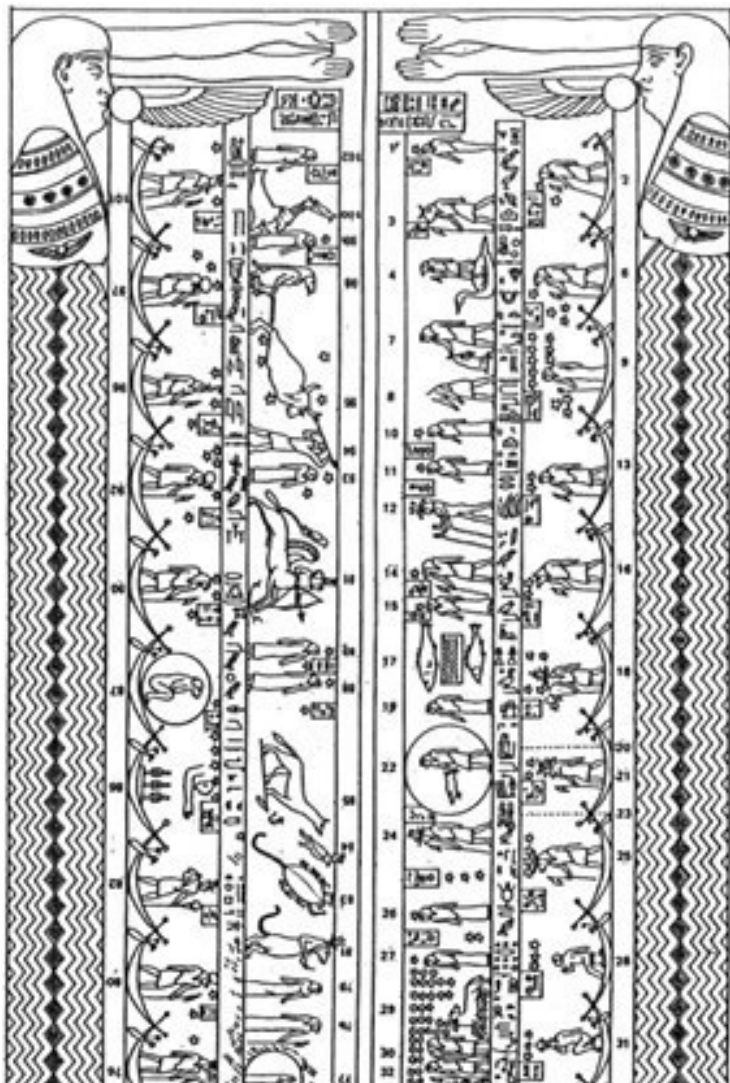
щего человека. Три фараоновы гробницы Рамессидов (ок. 1300–1100 гг. до н. э.) были декорированы двадцатью четырьмя таблицами каждая (по две на месяц), дающими возможность оценивать таким способом количество прошедших часов (ил. 21). Высказывалось предположение, что эти звездные часы были составлены при помощи водяных часов, поскольку на нескольких дошедших до нас водяных часах сохранилась гравировка, имеющая отношение к астрономии.



(двадцатая династия). Каждая панель охватывает ночные часы первого или шестнадцатого дней Луны и четырнадцати последующих дней.

ЕГИПЕТ, ГРЕЦИЯ И РИМ

Несмотря на выдающийся культурный расцвет и длительный период пристального изучения неба, не говоря уже о почитительности, с которой египтяне относились к некоторым небесным объектам (календарь здесь является, скорее, исключением), это, по-видимому, не побудило их найти какое-либо более систематическое объяснение того, что они наблюдали на самом деле. Хотя египтяне и овладели письменностью, они, похоже, не вели систематических записей планетных движений, затмений и других событий, проявляющих себя нерегулярным образом. Им было проще абстрагировать звездные легенды, чем математику звезд. Декорированные памятники, из которых более восьмидесяти могут быть с тем или иным основанием причислены к категории астрономических, содержат изображения мифологических космических божеств, включая богов Солнца и Луны, а также планет, ветров, созвездий, земли, воздуха, неба, сторон горизонта и т. д. Они демонстрируют близкое знакомство с очертаниями созвездий (которые, конечно, не совпадали с нашими). Скорее всего, громадная астрономическая репутация, которой египтяне пользовались почти на всем протяжении последних двух тысячелетий, основывалась на недоразумении, возникшем в период, когда Египтом правила Римская империя.



Схематический эскиз рельефного зодиака, хранящегося в настоящее время в Лувре. Представляет изображение потолка небольшой восточной молельни бога Осириса на крыше храма богини Хатор в Дендере. Приводится по рисунку, взятому из четвертого тома опубликованного отчета С. Л. Ф. Панкука об исследованиях, проведенных во время Египетской кампании Наполеона («Description de l'Égypte... l'expédition de l'armée Française», ок. 1820–1830). Рисунок содержит несколько мелких ошибок. В настоящее время в храме в Дендере имеется гипсовая реплика оригинала.

Римляне причисляли к «египтянам» всех, кто постоянно жил в Египте, называя так в том числе представителей греческой культуры. Когда римские авторы упоминали о египетской астрономии или мифологии, они почти всегда имели в виду эллинский Египет – государство, управляемое префекторами Александра Македонского. Изображения зодиака в египетских храмах и гробницах были эллинскими, хотя в их основе лежали месопотамские модели, введенные в употребление после завоеваний Александра, положившего начало интенсивной эллинизации Египта в IV в. до н. э. Первый известный нам египетский зодиак имеет прямоугольную форму. Он изображен на потолке храма бога Хнума, расположенного неподалеку от Эсны, и датируется примерно 200 г. до н. э. (ил. 22). Его рисованную копию сделали во время наполеоновского похода в Египет. В 1843 г. зодиак раз-

рушили вместе с храмом, каменные блоки которого пошли на строительство канала. Самый известный зодиак, на самом деле являющийся древнейшей версией полного зодиака в привычной нам форме, представлен в парижском Лувре. Он изображен на двух блоках песчаника, извлеченных с помощью пил и пороха из храма богини Хатор в Дендере и вывезенных во время наполеоновского похода. Будучи когда-то частью потолка молельни, расположенной на крыше храма, он датируется примерно 30 г. до н. э. (ил. 23 и 24).



24

Внутренняя звездная карта (около 1,5 метров в диаметре) с потолка из Дендеры, изображенного на предыдущем рисунке. Дополнительный смещенный круг (эклиптика) проходит через знаки зодиака, большинство из которых легко отождествить. Справа от центра располагаются Рыбы, хвосты которых связаны вместе с помощью V-образной веревки. Под ними находятся Овен и Телец. Далее следу-

ют Близнецы, Рак и Лев. (Вопреки частым утверждениям, Рак изображен не в виде жука скарабея.) Затем идет Дева с початком кукурузы; потом Весы и Скорпион. (Лев рядом с Весами относится не к зодиаку, он изображает наше созвездие Кентавр.) Затем Стрелец, Козерог и Водолей. Круг эклиптики и другие вспомогательные линии обнаруживают связь с греческой традицией изображения планисферы (см. об этом в главе 4). Кроме того, на карте изображено несколько характерных египетских созвездий, таких как Передняя Нога Быка (часть Большой Медведицы) и Бежемотиха (Дракон). Другие элементы этой рельефной карты все еще вызывают дискуссии. Она, вне всякого сомнения, содержит планеты, расположенные в тех созвездиях, которым греческие астрологи придавали особое значение. Утверждалось, что четыре вспомогательные женские фигуры, не отождествляемые с созвездиями, являются богинями главных сторон горизонта; согласно другой версии, это четыре изображения богини неба Нут.

Обычно происхождение этих зодиаков устанавливают по изображенным на них созвездиям, таким как наши Козерог и Стрелец, обнаруженным на гораздо более древних вавилонских межевых камнях. И хотя как прямоугольную, так и круглую формы зодиака нашли в Египте, все они, так или иначе, следуют изобразительным формам, появившимся не в египетской и греческой, а в вавилонской астрономии.

При этом мы не должны упускать из виду присутствие в их оформлении менее очевидных египетских элементов. Помимо знаков зодиака и планет, они включают старые деканы и новые египетские звезды и созвездия. Вполне возможно, что деканы уже не использовались для определения ночных часов, но рассматривались как общепринятая форма деления зодиакальных созвездий – на большинство зодиакальных знаков приходится по три декана, хотя некоторые содержат четыре. После переноса в греческий и римский зодиаки деканы преобразовались в десятиградусные сегменты зодиакальных знаков, и в таком виде они вошли в греческую (эллинистическую), римскую, византийскую, индийскую, исламскую и западную астрологию (в западной астрологии их часто называют «ликами»).

Если сузить фокус и сосредоточиться только на математическом и теоретическом развитии, то в качестве примера можно взять календарные системы, рассматривая их как часть крайне устойчивой национальной традиции. Не вызывает удивления то, что примерно в IV в. до н. э. египтяне узнали о существовании 25-летнего лунного цикла. Он был равен 25 египетским годам (то есть в точности 9125 дням), содержащим 309 месяцев (синодических месяцев – от новолуния до новолуния). Это прекрасное приближение давало ошибку всего в одни сутки примерно за пятьсот лет. Данный параметр вполне можно поставить в один ряд с более широким спектром параметров, полученных астронома-

ми-математиками из Месопотамии. Насколько оригинально обсуждаемое открытие? Начиная с VI в. до н. э. – времени господства персов в Египте – египтяне адаптировали вавилонские лунные месяцы к своему гражданскому календарю, и, возможно, указанное обстоятельство каким-то образом подтолкнуло их к объяснению результата этого вычисления, обращающего на себя внимание в силу редкости такого рода совпадений.

В поздний период Римской империи египетское превосходство в астрономии надежно обеспечивалось репутацией одного человека – Клавдия Птолемея, величайшего астронома Античности. Птолемей, о нем мы расскажем более подробно в главе 4, жил в Александрии во II в. н. э. и был римским гражданином. Спустя определенное время политическая история Египта претерпела еще одну масштабную трансформацию, результатом которой стало основание в 330 г. новой столицы империи, восточного двойника Рима, – Константинополя. После этого Александрия постепенно теряет позиции главного интеллектуального центра мира, говорящего по-гречески. После смерти Феодосия в 395 г. Рим окончательно раскалывается на Восточную и Западную империи, а спустя пятнадцать лет римская столица отдается на разграбление вестготам. Однако за сто лет до этого Египет подвергли широкой христианизации, в результате чего обновленная «египетская» астрономия разделилась на два разных направления. Ее ассимиляция интеллектуальной куль-

турой Константинополя дала не столь потрясающие результаты, как ее миграция в южном направлении, когда коптская литература, используя греческую письменность в национальных египетских диалектах, распространила поверхностный пересказ астрономического знания вплоть до Эфиопии. И в том и в другом случае это была, по сути, эллинская астрономия, обязанная своим появлением не столько Древнему Египту, сколько Древней Месопотамии.

3

Месопотамия

МЕСОПОТАМСКАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ

Пути развития астрономии в Месопотамии, по крайней мере в течение того долгого периода, о котором мы можем судить по письменным источникам, настолько радикально отличались от всего сделанного египтянами до этого, а греками и индусами – после, что кажется вполне естественным провести различие между ними. Поступая таким образом, мы рискуем сыграть на руку ошибочному убеждению о якобы простоте и монолитности этих культур в своей основе. Вопросы общего космологического значения – составная часть мифологий всех народов, при этом они обладают необозримым количеством местных различий. Несовпадение языков является естественным препятствием для взаимопроникновения идей, и на Ближнем Востоке говорили на многих языках, но чувство гордости и ощущение идентичности населявших его народов были настолько сильны, что даже соседние города, говорившие на одном языке, часто поклонялись различным планетным божествам. При та-

ких обстоятельствах и ограничениях, налагаемых объемом книги, можно лишь кратко охарактеризовать этот регион, но есть как минимум одно положение, о котором нужно постоянно помнить. Все современные науки, использующие математические методы, находятся в долгу у вавилонских астрономов, особенно тех, кто жил в период, начавшийся в V или VI в. до н. э., и стал свидетелем расцвета месопотамских достижений. А если так, то за всеми различиями мы должны найти нечто, свойственное месопотамской астрономической практике как единому целому.

В VI в. до н. э. Вавилон на короткое время обрел независимость после долгих лет подчинения ассирийцам. С падением Ассирийской империи вавилоняне начали работу по возрождению своего утраченного величия, которым они обладали за тысячу лет до этого, когда ими правил Хаммурапи (примерно в 1792–1750 гг. до н. э.). Однако мощь персов росла не менее стремительно, и в 539 г. до н. э. Кир Великий нанес сокрушительное поражение Набониду – последнему вавилонскому царю. Многие знакомы с последствиями этих событий по библейскому описанию освобождения израильтян, покоренных Вавилоном после того как Навуходоносор II разрушил Иерусалим.

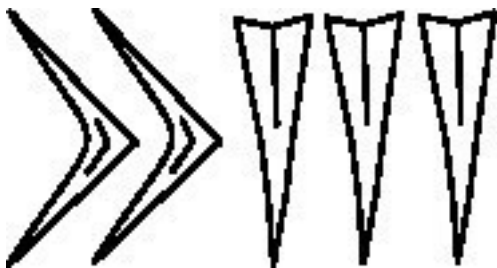
Наконец, Персидская империя была разгромлена Александром Великим, что привело к значительному упрочению связей с греческой культурой. Александр вошел в Вавилон в 331 г. до н. э. После его смерти в 323 г. и распада импе-

рии Вавилон пришел в упадок в результате перипетий, случившихся во время правления Селевка – наиболее способного политического преемника Александра, основавшего новую династию. Селевк создал условия для устойчивого притока греческой иммиграции в эту новую греческую и македонскую империю в Азии. Когда мы говорим о «греческой учености» в широком смысле, то начиная с этого времени мы должны принимать во внимание не только города-государства Балканского полуострова и окружающих его островов, но также широкий культурный регион Средней Азии, не говоря уже об Александрии и эллинизированном Египте.

Имея в виду эти события, представляется полезным разграничить четыре исторических периода: первый – это династия Хаммурапи и все, что было до нее; второй – ассирийский период (1000–612 гг. до н. э.); третий – период независимости (612–539 гг. до н. э.) с последующим подчинением Персии (539–331 гг. до н. э.); и последний – период Селевкидов (331–247 гг. до н. э.).

ВАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ ВРЕМЕН ДИНАСТИИ ХАММУРАПИ

В течение последних полутора столетий археологи раскопали несколько месопотамских храмов с характерными массивными ступенчатыми башнями, известными как *зиккураты*. Например, в Уруке обнаружен комплекс, постройка которого восходит к четвертому тысячелетию, а в древнем шумерском городе Эриду отдельные строения вполне можно отнести к пятому тысячелетию до н. э. Древнейшие записи обнаружены в этих храмах и, судя по всему, именно в них была сосредоточена политическая власть. Они владели большей частью пахотных земель и играли ведущую роль в управлении ирригацией. Хотя остается неясным механизм связи религиозной властной элиты с властью светских правителей, нет никаких сомнений в том, что крайне сложный бюрократический аппарат вырос и окреп внутри духовенства. Не позднее чем в третьем тысячелетии до н. э. шумеры изобрели клинописный шрифт – способ письма, когда знаки выдавливаются с помощью клинообразной палочки – стила – на мягкой глине, которая затем выставляется на солнце для просушки. Вавилоняне, относящиеся к семитским народностям, использовали эту технику и адаптировали ее к своему языку посредством комбинирования фонетической орфографии с шумерскими идеограммами.



25

Клинописная форма записи числа 23

Они также переняли шумерскую систему счисления, и это имело неопределимое научное значение, поскольку в ней использовалась позиционная форма записи, подобная используемой в нашей современной системе (в отличие от римских чисел). Различие заключается в том, что мы работаем с десятичной системой, а у них основание равнялось шестидесяти. Эта шестидесятеричная система появилась в третьем тысячелетии. Числа до 60 записывались обычным образом, наподобие римских цифр, по принципу повторения клинообразных знаков для десятков и вертикальных штрихов для единиц. (См., например, запись числа 23 на ил. 25.) После 60 знаки разделялись пробелами. Если заменить пробелы запятыми, то, например, число 2,9,14 будет означать:

$$2 \times 60^2 + 9 \times 60^1 + 14$$

Сложности в этой системе могут возникать, когда такая же последовательность чисел используется для дробей. Это свойственно и нашему десятичному представлению, где употребление последовательности 3546 может в равной мере означать и 3546, и 345,6, и 35,46 и т. д. Возникает потребность в каком-нибудь пунктуационном знаке, чтобы отделить дробную часть от целой, и современные авторы договорились употреблять в этом случае точку с запятой. Так, последовательность чисел 2,7,17;52,13 может теперь быть использована для представления шестидесятеричного числа:

$$2 \times 60^2 + 7 \times 60^1 + 17 \times 1 + 52 \times 1/60 + 13 \times 1/60^2$$

Вероятно, перевод нашего десятичного представления в столь мощную систему, как вавилонская, может показаться неудобным, однако такая комбинированная форма записи не должна вызывать слишком серьезных затруднений, поскольку мы пользуемся вавилонским наследием всякий раз, когда записываем время в часах, минутах и секундах или углы – в градусах, минутах и секундах и т. д. Характеризуя их систему как «мощную», мы имеем в виду то, что число 60 имеет много простых множителей. (Счет по пальцам,

определяемый эволюционным развитием, был бы совместим с этой системой, окажись мы обладателями 12 или даже 30 пальцев.)

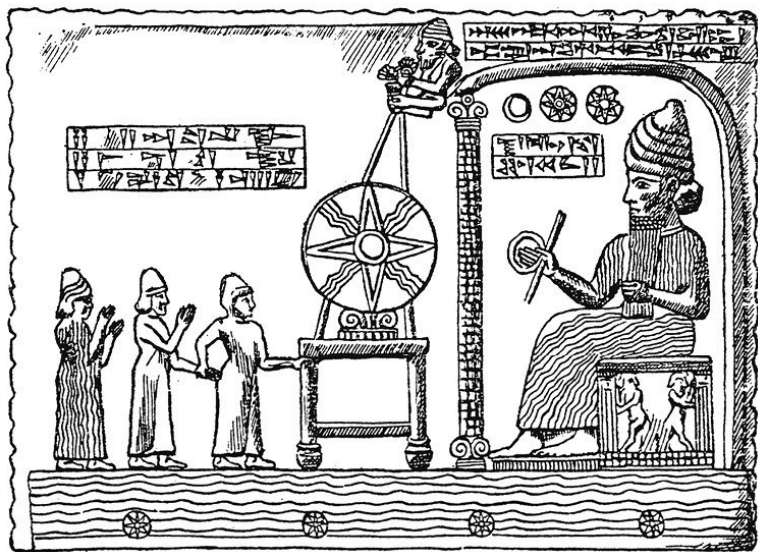
Шумеры, а вслед за ними и вавилоняне, искусно применяли эту систему счисления. Для упрощения расчетов они придумали одно из наиболее полезных научных изобретений, а именно – таблицы чисел. Они располагали таблицами умножения, таблицами для взаимно обратных величин, для площадей и даже для квадратных корней. Вавилоняне были экспертами в проведении вычислений, которые мы без тени смущения можем назвать алгебраическими. Они умели решать линейные и квадратные уравнения, и даже частные случаи уравнений с более высокими степенями. Они доказывали алгебраические формулы геометрически, делая это почти так же, как мы, если иметь в виду греческую традицию. Такие технические приемы широко использовались в период первой вавилонской династии, начавшейся с правления Хаммурапи, «законодателя», и длившейся три столетия. (Эта династия прекратила свое существование не позже 1531 г. и, по мнению некоторых специалистов, не ранее 1651 г.) Все свидетельства указывают на относительную многочисленность образованных жрецов, являвшихся первоклассными экспертами в области арифметики, и этот факт крайне важен для подаренного ими миру типа астрономии.

Самый ранний письменный период месопотамской истории свидетельствует об огромном разнообразии местных

культов, распространявшихся по мере изменения политической власти и передававшихся от древнейших шумерских народов вплоть до их семитских преемников. Многие боги не имели никакого отношения к небу, но в городе Уре почитали местное божество по имени Син – бога Луны; в городах Ларса и Сиппар чтили Шамаша – бога Солнца (ил. 26); а в некоторых других поклонялись богине Иштар, позже отождествляемой с планетой Венерой, но сначала, по всей видимости, олицетворявшей плодородие. В самом Вавилоне, после того как Хаммурапи объединил всех богов городов-государств в единый пантеон, хранили верность Мардуку – богу, наделенному превосходством верховного «Творца». Вавилонский миф о сотворении мира «Энума элиш» («Когда наверху») ежегодно декламировался в четвертый день новогоднего праздника, проводимого в Вавилоне во время первых двенадцати дней месяца нисан. Он повествует о том, как бог Мардук возвысился до царствования над другими богами, победив силы хаоса, персонифицированные в богине моря Тиамат. Затем он, по преданию, создал мир и построил город Вавилон, сделав его земным обиталищем богов.

Не всех богов можно каким-либо образом идентифицировать со звездами: трое высших – Ану, Энлиль и Эа – соответствовали небу, земле и воде. Однако есть все основания полагать, что древние вавилонские боги были, по преимуществу, *космическими* в той или иной своей ипостаси. Проявление глубокого интереса к космическим вопросам напрямую

следует из дошедших до нас древнейших литературных произведений. Вавилонский эпос о Гильгамеше содержит косвенные упоминания о ритуальных наблюдениях Солнца, Луны и планет над вершинами далеких гор.



26

Верхняя часть «Таблички бога Солнца» из Сиппара (в настоящее время хранится в Британском музее). В пространном клинописном тексте, расположенном под этим изображением (отсутствующем на приведенной иллюстрации), Набу-апла-иддин описывает, как он реставрировал древнее изображение бога Солнца и его храм (ок. 870 г. до н. э.).

На иллюстрации царя подводят к алтарю, на котором покоится солнечный диск Шамаша.

Потрясенный смертью своего друга, Гильгамеш отправляется в путешествие и приходит к горе Машу, «Чьи вершины небесного свода достигают, / Чьи основания нижней части преисподней достигают». Там он возносит молитву Луне (Сину), прося у нее защиты. В этих горах находились ворота, через них Солнце отправлялось в свое дневное путешествие. Ворота стерегли два человека-скорпиона – муж и жена, они впустили Гильгамеша. Он шел одиннадцать часов в абсолютной темноте, а на двенадцатом увидел свет, появившийся у выхода по другую сторону гор, где он попал в прекрасный сад с растениями из драгоценных камней. Гильгамеш отыскал цветок, дарующий бессмертие, но его утащила и проглотила змея, которая, сбросив кожу, обновила свою жизнь – аллегория, предположительно, относящаяся к движению Солнца. Считалось, будто Солнце, как змея, обладает властью обновлять свою жизнь, но Гильгамешу было отказано в такой возможности. В целом печальный посыл всего этого эпического произведения понятен: человек смертен.



27

Еще в пятом тысячелетии до н. э. торговцы с берегов Тигра и Евфрата накладывали на глину оттиски для опечатывания дверей, сосудов и других емкостей. После XXXV в. до н. э. были в ходу искусно гравированные цилиндрические печати, которые прокатывали по глине, чтобы оставить на ней отпечаток. На рисунке изображен оттиск, оставленный печатью, относящейся к Аккадской династии (третье тысячелетие). Он содержит довольно распространенное изображение, связанное с эпосом о Гильгамеше (в настоящее время хранится в Британском музее). На рисунке бог Солнца Шамаш, которого можно узнать по исходящим от плеч лучам и пиле в руке, поднимается из седловины, образуемой двумя вершинами горы Машу.

Месопотамские цилиндрические печати (гравированные цилиндры, размером с колпачок от ручки; ими прокатыва-

ли по мягкой глине и на ней оставалось какое-либо изображение) подтверждают догадку, что отдельные элементы этой истории были хорошо известны. На них часто изображается бог Солнца, ступивший в горный проход между двумя воротными столбами, и иногда потрясающий ключом от ворот. На воротах сидят львы – распространенный атрибут Солнца, а от плеч божества исходят солнечные лучи. В окрестностях Вавилона нет гор, которые можно увидеть из долины Тигра; небольшие горы, откуда мог прийти культ поклонения богу Солнца, есть на востоке – в Эламе (в районе города Сузы) или в гористой местности, простирающейся к северо-западу от Вавилона, на территории современной Турции. Бог Солнца изображался с пилой, и, если не поднимался, опираясь на собственные руки, то стоял, опершись одной ногой на гору (ил. 27). Как видно из более поздних изображений (ок. 1800 г. до н. э.), горы были заменены на структуры, больше похожие на пни, что лучше соответствовало особенностям вновь освоенных территорий. Это указывает на важность местных обстоятельств. Они частично влияли как на мифологию, так и, в равной степени, на религиозные техники наблюдений за небом.

При Хаммурапи унифицировали не только пантеон, но и календарь, и месяцам присвоили вавилонские названия. Поскольку продолжительность месяца близка, но не равна в точности 29,5 суткам, и поскольку количество месяцев в солнечном году не является целым числом (оно равно при-

мерно 12,4), любой календарь, предполагающий их совместное использование, нуждался в правилах интеркаляции. Такие правила были установлены, и, согласно им, месяц должен содержать 29 либо 30 дней, а год – 12 либо 13 месяцев. Хотя они далеки от совершенства, и их применение не носило универсального характера, этими правилами продолжали пользоваться вплоть до 528 г. до н. э. На протяжении всей истории встречаются примеры тесных отношений между календарем и культурой; каждая династия – или, в других случаях, каждая религия или религиозная секта – стремится использовать собственный календарь. Поэтому особый интерес представляет обнаружение письма Хаммурапи, в котором он сообщает адресату о своем решении вставить в календарь дополнительный месяц. В письме указывалось, что это распространяется и на сбор налогов. Ухищрение, похоже, не имеющее параллелей в современной истории.

Вавилонян очень часто, и не всегда из лучших побуждений, причисляли к астрологам. Смысл, обычно вкладываемый в это слово, появился в относительно поздний период и в гораздо большей степени обязан греческому влиянию; однако не вызывает сомнений, что большинство вавилонских предсказаний самого раннего периода носило космический характер. Конечно, далеко не все предзнаменования являлись астральными. Например, созвездия, Солнце, Луна и Венера были так или иначе связаны с богами, но существовало и множество земных божеств. До нас дошла

очень большая серия предзнаменований – всего около семи тысяч, – содержащая многие тысячи самых разных явлений, каждое из которых могло стать предметом толкования. Эта серия известна по ее начальным словам как «Энума Ану Энлиль...» (Когда боги Ану и Энлиль...). Предзнаменования дошли до нас в табличках, относящихся ко времени, когда Вавилоном правили касситы (приблизительно 1500–1250 гг. до н. э.), но многие из них с большой вероятностью скопированы с более ранних источников, включая Аккадскую династию (около 2300 г. до н. э.). Даже за несколько столетий до начала новой эры существовал класс людей, известных как «писцы Энума Ану Энлиль». Многие из предзнаменований учитывали астрологическое значение положений и появлений планеты Венеры. Шестьдесят третья табличка этой серии на деле представляет собой наиболее важный из всех ранних астрономических документов, поскольку в ней содержится описание методов расчета появления и исчезновения Венеры и астрологические интерпретации этих событий.

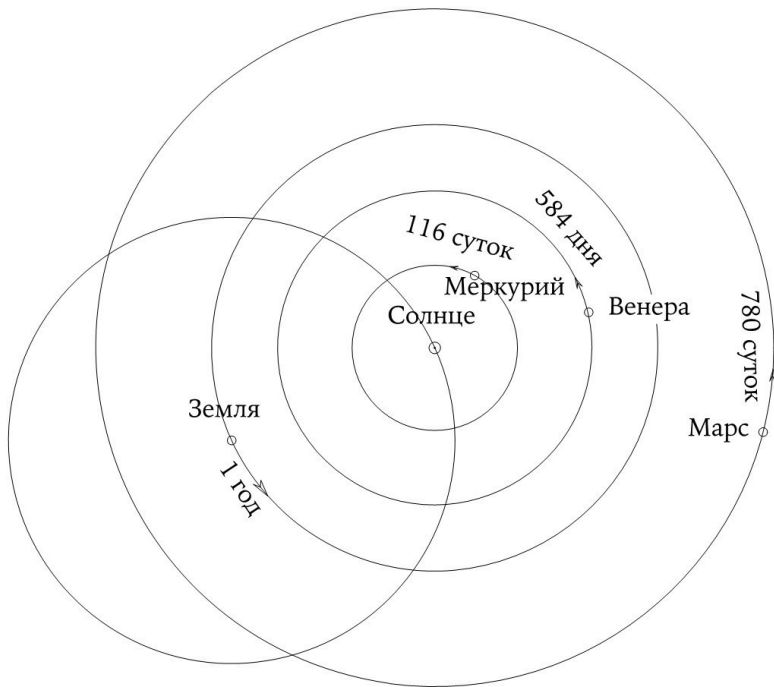
Таблички с материалами наблюдений Венеры (их различные сохранившиеся копии) связывают с эпохой царя Амми-цадуки, чье правление началось спустя 146 лет после начала правления Хаммурапи. В главе 2 мы ввели понятие гелиакических восходов и заходов неподвижных звезд. В табличках Амми-цадуки приведен практически полный перечень гелиакических восходов и заходов планеты Венера за 21 год, и к каждому из этих событий прилагались астрологи-

ческие толкования, касающиеся перемен в климате и ратных делах, голода и эпидемий, судеб царей и наций.

ПЛАНЕТНЫЕ ДВИЖЕНИЯ: ОТСТУПЛЕНИЕ

Прежде чем начать обсуждать эти знаменитые таблички, мы должны сделать отступление для объяснения рассматриваемых в них движений с современной точки зрения. Хотя это и не соответствует древним представлениям о данном предмете, но чтобы вспомнить особенности этих движений, полезно рассмотреть их, располагая Солнце в центре планетной системы. Общий принцип обращения вокруг Солнца всех планет, видимых невооруженным глазом, останется прежним: если смотреть на Солнечную систему со стороны северной части неба, то планеты будут двигаться против часовой стрелки. (Речь идет о долгопериодическом движении, не имеющем ничего общего с мнимым суточным движением – восходами и заходами, происходящими в результате вращения Земли вокруг своей оси. Ил. 28 иллюстрирует излагаемые здесь базовые положения.) Безусловно, планета, наблюдаемая с какого-либо места в Северном полушарии Земли, будет ежедневно вставать и садиться, но если в течение долгого времени наблюдать ее движение на фоне неподвижных звезд, то *в большинстве случаев* она будет медленно смещаться влево, в сторону, противоположную суточному движению. Тогда каждый следующий день она будет восходить чуть позже, чем в предыдущий. Это же справедли-

во и для Солнца, поскольку, после минутного размышления, станет понятно: если Земля обращается вокруг Солнца против часовой стрелки, то и Солнце, наблюдаемое с Земли, будет обращаться вокруг нас тоже против часовой стрелки. Этот тип движения на фоне звезд называют «прямым». Забегая вперед, скажем, что именно поэтому положения планет и звезд «по долготе», записанные в эклиптических, или экваториальных, координатах, будут систематически увеличиваться.



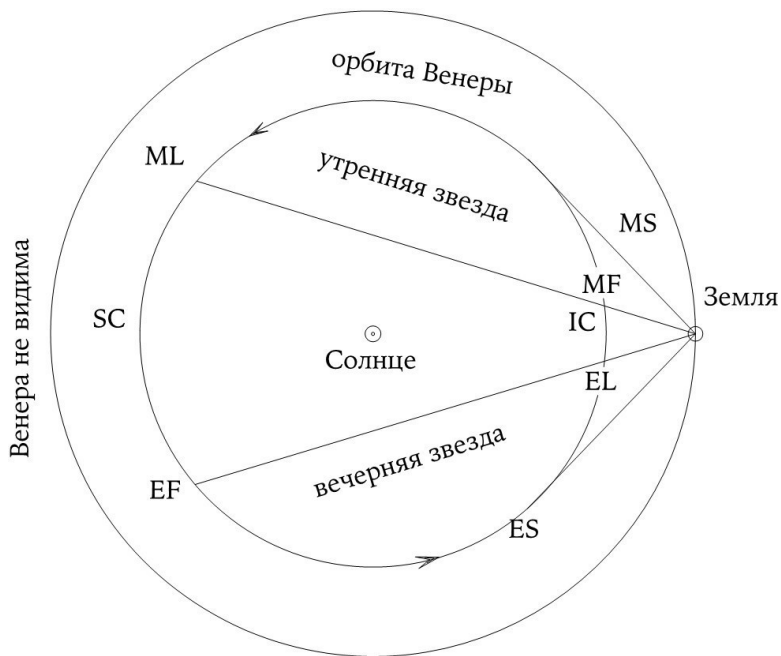
28

С чисто геометрической точки зрения Солнечную систему можно рассматривать и как гелиоцентрическую, и как геоцентрическую, хотя и не с такими принятыми в древности геометрическими допущениями. Земля, как и остальные планеты, обращается вокруг Солнца, мало чем отличаясь от них в этом смысле. (Для простоты здесь изображены только четыре орбиты, причем все они предполагаются круговыми.) Мы можем без ущерба для всей конфи-

гурации связать неподвижный центр этой системы с Землей. Можно предположить далее, что Солнце обращается вокруг Земли (также в направлении, противоположном движению часовой стрелки, как это показано на рисунке), а все другие планеты следуют за ним, и в центрах их орбит расположено Солнце.

Обычно планеты движутся относительно звезд в прямом направлении, но иногда они начинают двигаться в противоположную сторону. Такое движение называют «попятным». Венера находится ближе к Солнцу, чем мы, и поэтому может располагаться между нами и Солнцем, или по другую сторону от него. Когда Венера находится за Солнцем, она движется в прямом направлении, поскольку ее собственное прямое движение складывается с прямым движением Солнца. Однако, когда она приближается к нам, у нее появляется попятное движение (перемещение слева направо, если наблюдать с севера), так как при наблюдении с Земли оно оказывается более быстрым, чем прямое движение Солнца (справа налево). Есть положения, когда она будет казаться неподвижной для земного наблюдателя. На ил. 29 они помечены точками *MS* и *ES* (предполагается, что линия, соединяющая Солнце с Землей, неподвижна). В первой точке стояния планета видна утром, непосредственно перед рассветом, но вечером она зайдет за горизонт раньше Солнца, и потому будет невидима. Когда Венера находится в другой точке стояния *ES*, она

видна только по вечерам, после заката, а утром взойдет после Солнца, скрытая его лучами.



29

Конфигурации Венеры, нижней планеты (то есть планеты, находящейся внутри орбиты Земли). Соотношение относительных размеров орбит на рисунке близко к реальному. Меркурий – другая нижняя планета – движется аналогично.

Приближаясь к верхнему соединению, помеченному на рисунке точкой *SC*, или нижнему соединению, *IC*, Венера становится невидимой, поскольку и в том и в другом случае ее затмят солнечные лучи. Чтобы стать доступной наблюдению, она должна находиться на расстоянии примерно 10° от Солнца. (Величина этого угла зависит от многих факторов, но у нас пока нет нужды вдаваться в эти подробности.) На рисунке точки *MF* и *ML* обозначают положения, когда Венера наблюдается *первый* и *последний* раз в виде *утренней звезды*; а *EF* и *EL* – точки ее *первого* и *последнего* появления в виде *вечерней звезды*.

Полный цикл движения Венеры относительно Солнца длится 584 дня. Период, в течение которого она остается невидимой, зависит от нескольких факторов, таких как географическая широта и время года. По очень грубой оценке, дюжина недель невидимости в верхнем соединении и две недели в нижнем – вполне приемлемое приближение.

В числе планет, известных до открытия в XVIII в. Урана, есть еще одна, тоже расположенная между нами и Солнцем и движущаяся примерно так же, как Венера. Это – Меркурий. Орбиты верхних планет (до Урана были известны только Марс, Юпитер и Сатурн) располагаются за пределами орбиты Земли, поэтому они ведут себя иначе. Например, их можно наблюдать в полночь высоко над головой, что, очевидно, совершенно исключено для Меркурия и Венеры; однако у них равным образом могут быть попятные движения,

и они в свою очередь имеют периоды невидимости, наступающие, когда их угловое расстояние от Солнца в соединении невелико.

Первые и последние появления планет вызывали у вавилонян огромный интерес. По-видимому, они стали обращать на это внимание после того, как установилась традиция наблюдения гелиакических восходов неподвижных звезд. Эти наблюдения имели огромное значение для выработки теорий, позволяющих предсказывать положения планет, поскольку они задавали точки отсчета, относительно которых можно определять положение планеты в тот или иной момент времени.

РЕЛИГИЯ И АСТРОЛОГИЯ

В табличках с информацией о наблюдении Венеры времен Амми-цадуки приведены годы, месяцы и номера дней, когда планета достигает положений *EL*, *MF*, *ML* и *EF* в течение примерно 21-летнего периода. Поэтому в конечном счете должно было выясниться, и действительно выяснилось, что последовательность этих событий почти в точности повторяется через каждые восемь лет (точнее, через каждые 99 вавилонских месяцев, за вычетом 4 дней). Это стало ясно после пяти полных циклов с четырьмя указанными событиями. Мы можем самостоятельно убедиться в справедливости этого тождества, вытекающего из равенства синодического периода Венеры (времени, затрачиваемого на один оборот вокруг Солнца относительно линии, соединяющей Солнце с Землей) 583,92 суток; пять таких периодов образуют 2919,6 суток, в то время как 8 лет, по 365,25 суток каждый, дают нам 2922,0 суток. Впоследствии астрономы извлекли много пользы из этого близкого тождества, осознав, что после первых восьми лет наблюдений будет нетрудно довольно точно рассчитать эфемериды Венеры, поскольку ее координаты почти в точности повторяются в те же дни (солнечного) календаря. Похожие циклические соотношения существуют у всех планет, но они не столь просты, как в приведенном случае.

Одна из версий этих табличек отчетливо демонстрирует, что в ней мы имеем дело не просто с последовательностью необработанных наблюдений, а с данными, складывающимися в узнаваемую схему. Например, периоды невидимости всегда указываются равными либо трем месяцам, либо семи дням, а даты разбиты по группам с равными интервалами, повторяющимися от группы к группе. (Например, планета покидает одно положение *MF* на второй день первого месяца и переходит в следующее положение *EF* на третий день второго месяца, затем в следующее положение *MF* на четвертый день третьего месяца и т. д.) Это служит наглядным подтверждением учета периодичности явлений, а это является крайне важной вехой в истории научной астрономии. К большому сожалению, мы не можем точно датировать эту табличку. Она была изготовлена не позже разгрома Мидасом библиотеки Ашшурбанапала в 612 г. до н. э., но вполне может быть отнесена к VIII или IX в.

Точная последовательность дат, содержащаяся в исходных табличках Амми-цадуки, позволила Б. Л. Ван дер Вардену датировать их, в результате чего он отверг две из трех вавилонских хронологий, пользовавшихся доверием историков. В его хронологии династии Хаммурапи отводятся 1830–1531 гг. до н. э., где его собственное правление приходится на 1728–1685 гг. до н. э., а правление Амми-цадуки – на 1582–1562 гг. до н. э. В целом же вопрос продолжает оставаться в высшей степени неопределенным. Часть затрудне-

ний связана с тем, что по религиозным и астрологическим соображениям венерианские таблички неоднократно переписывались в течение нескольких столетий. И даже их косвенная причастность к Амми-цадуке признавалась не всегда и не всеми. Как уже упоминалось, планета Венера отождествлялась с богиней Иштар, а календарь, по которому отмечались ее появления, основывался на движениях Солнца и Луны, а они, в свою очередь, были связаны с богами Шамашем и Сином. В те далекие времена астрологические и религиозные мотивы были неотделимы друг от друга. Считалось, что почитаемые божества, появляясь на небе, способны оказывать влияние на происходящее в делах любви, вражды и других формах человеческого поведения. («Когда Венера стоит высоко, соитие будет особенно приятным...» и т. д.) Третий аспект описываемых затруднений заключается в следующем. Как только стало возможным научное предсказание планетных положений, предугадывание событий по планетам стало следовать естественному порядку вещей. Конечно, всегда находились те, кто верил в их божественную силу. С течением времени эта религиозная вера утратила свое былое значение или вовсе исчезла, но она оставила после себя веру в возможность осуществления предсказаний с опорой только на планетные положения. Астрология без религии могла стать более научной, однако в каком-то смысле она одновременно стала менее рациональной, сделав человеческие действия зависимыми уже не от богов, обладавших челове-

ческими качествами, а только от небесных объектов. В период классической Античности, затем в Средние века и позже астрологи напряженно трудились над тем, чтобы восстановить отдельные элементы утраченной рациональности, изобретая теории небесных влияний.

БАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ В АССИРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Хетты разгромили Вавилон в 1530 г. до н. э., но вскоре он вошел в состав империи касситов. Этот период завершился около 1160 г. до н. э., и в течение всего этого времени астрономические традиции постепенно укреплялись. Именно в этот период составлен список предзнаменований *Эну-ма Ану Энлиль* – серия табличек, уже упоминавшаяся нами ранее в связи с сохранившимися табличками с материалами наблюдений Венеры времен Амми-цадуки. Вавилон уже обладал репутацией просвещенного города: еще до начала ассирийского господства ассирийцы использовали вавилонский диалект в своих произведениях. Были дополнены звездные списки, связывающие наступление нового месяца с гелиакическими восходами звезд. Их часто ошибочно называют «астролябиями», но они более известны по их ассирийскому названию «три звезды в каждом». Они обычно содержат по 36 звезд: 12 «звезд Ану», расположенных вблизи небесного экватора, «12 звезд Эа» – к югу от него, и «12 звезд Энлиля» – к северу. (В них, отметим, время от времени встречаются названия планет. Это странно, поскольку гелиакические восходы планет происходят не в одни и те же дни.) Возможно, согласно одной из современных точек зрения, «пути» трех богов не опоясывали все небо, а отмеча-

ли сектора восточного горизонта, где восходили эти звезды. Известные нам образцы «трех звезд в каждом» происходят из Вавилона, Ашшура, Ниневии и Урука. Часть этих особых табличек имела прямоугольную форму, но обнаружены и круглые, напоминавшие по внешнему виду мишень для игры в «дротики», разделенную на двенадцать секторов.

Некоторые цифры на двух таких табличках (одной прямоугольной и одной круглой) были интерпретированы как свидетельство деления вавилонянами дневного времени суток на двенадцать равных частей. То же самое они проделывали с ночью. (Сравните это со сказанным выше, на с. 57, о делении ночи и дня на двенадцать частей египтянами.) Строго говоря, такой способ деления устанавливает зависимость между продолжительностью часа и временем года. Это считалось обычной практикой во всем ближневосточном регионе, а впоследствии – и во всей Европе. Греческий историк Геродот сообщает нам, что греки переняли свой двенадцатичасовой день от вавилонян. Этот способ счета времени стал общепринятым, несмотря на свое, по всей видимости, сугубо астрономическое происхождение. С другой стороны, существовал метод «равных часов», точно отмеряемых, например, по суточному вращению небес или при помощи клепсидр. Однако даже при использовании клепсидр существовала потребность в неравных, сезонных часах, поскольку были найдены глиняные таблички с таблицами, в которых указывалось количество воды, расходуемой в течение одной ноч-

ной стражи, с разбивкой всего года на пятидневные интервалы. (Ночь делилась на три стражи.) Призма из слоновой кости, найденная в Ниневии (время происхождения VIII в. до н. э. или позже) и хранящаяся сегодня в Британском музее, показывает, что перевод между этими двумя системами счета времени, в которых использовались равные и сезонные часы, впоследствии являлся одной из задач, решаемых астрономией. Вавилонские астрономы пользовались 12-часовой системой двойных часов (*беру*), каждый из них делился на 30 частей (*уш*), то есть один *уш* равнялся четырем нашим минутам.

Из «трех звезд в каждом» развилась другая традиция. Ее следы мы находим в серии двухсторонних глиняных табличек, содержащих текст, представляющий собой астрономо-астрологический компендиум, известный как МУЛ.А-ПИН. Эта серия, как известно, была составлена из текстовых фрагментов, написанных в разные столетия, древнейший из дошедших до нас датируется VII в. до н. э. Заглавие, переводимое как «Плуг», просто воспроизводит начальные слова из списка звезд и созвездий, с них и начинается этот текст. Похоже, что набор базовых сведений изложен только в первых двух табличках. По клинописным знакам сохранившихся фрагментов можно составить полное представление о содержании первой таблички и восстановить большую часть второй. Вероятно, они включают выборку из наиболее существенных вавилонских астрономических представлений

и заканчиваются небесными знаменами, взятыми целиком из начала первого тысячелетия до н. э. Современные ученые исследовали эту подборку текстов множеством разных способов; некоторые трактовали ее как серии астрономических комментариев, составленных для различных целей, другие – как набор абстрактных схем для составления предсказаний, не более. Вне зависимости от сделанных ими выводов, они обнаружили высокую степень астрономической компетенции, поскольку временами складывается впечатление, будто эти таблицы составлены для устранения противоречия, возникавшего в случае, если наблюдаемые на небе события не соответствовали предсказанному.

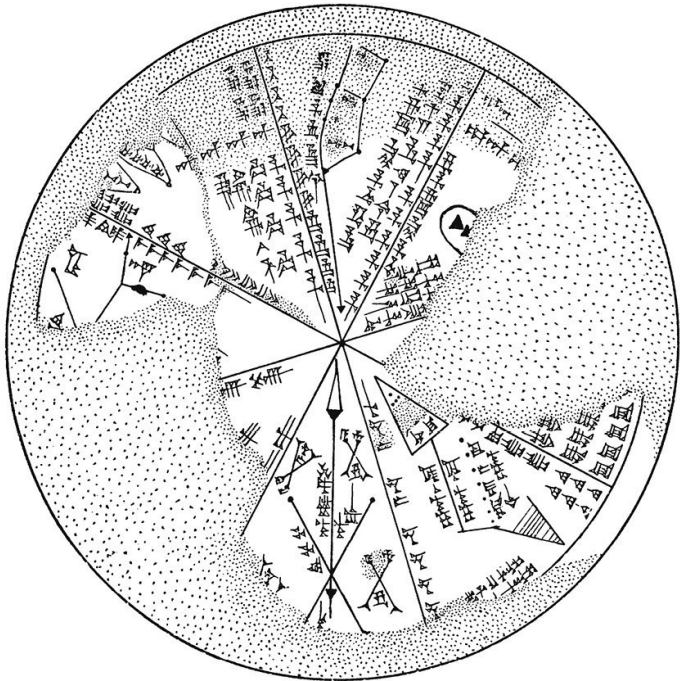
Были усовершенствованы прежние списки «звезд Эа, Ану и Энлиля»; составлены списки звезд с восходами, совпадающими с заходами других звезд, и для некоторых из них указан период невидимости. Таблички позволяют составить представление о названиях и структуре созвездий, используемых вавилонянами, и заимствованных в отдельных случаях у шумеров. Они не всегда совпадают с нашими, хотя в итоге благодаря посредничеству греков мы переняли бóльшую часть из них. Например, АПИН, если подразумевать под этим словом плуг, соответствует нашему созвездию Треугольник с включением в него звезды γ Андромеды. Шумерские названия созвездий Телец, Лев и Скорпион дошли до наших дней, хотя и с небольшими изменениями. Изготовление карты звездного неба – вещь вполне заурядная, и один

из ранних образцов, взятый из библиотеки Ашшурбанапала в Ниневии, несмотря на отсутствие нескольких фрагментов, отображает девять или десять узнаваемых групп звезд (ил. 30).

В реальной жизни восходы и заходы звезд в пустыне происходят не столь безукоризненно, как в голливудских фильмах об Аравии. Если на высоких широтах фактором, ощутимо влияющим на качество наблюдений, являются водяные пары (наряду с другими типами атмосферной абсорбции), то ближневосточный горизонт часто бывает скрыт за атмосферной турбулентностью и пылью. Ассирийские записи показывают, что первое появление молодой Луны часто регистрировалось, когда она была уже высоко над горизонтом. Поскольку наблюдения восходов очень часто бывали неточны, а в отдельных случаях им мешали строения, в табличках МУЛ.АПИН приводился список вспомогательных звезд (*зикпу*-звезд), кульминировавших (пересекавших меридиан) одновременно с восходом более фундаментальных звезд. Под «фундаментальными звездами» мы понимаем звезды, по восходу которых велся счет времени и рассчитывался календарь. Указанный список *зикпу*-звезд важен с научной точки зрения, поскольку он представляет собой шаг в направлении более надежного измерения времени. Например, сохранились отчеты о наблюдении лунных затмений, относящиеся ко времени не позднее VII в. до н. э., когда время определялось по кульминациям *зикпу*-звезд с внесе-

нием небольших дополнительных уточнений, определяемых по водяным часам. (Как уже упоминалось, единицей измерения времени был *ум*, соответствующий нашим 4 минутам.)

Серия МУЛ.АПИИ не пользовалась зодиакальными знаками как средством деления пути Солнца среди звезд на двенадцать частей, но она оперировала в целом схожей системой, поскольку в ней приводится список созвездий на пути *Луны*. Похоже, речь идет о восемнадцати созвездиях, носящих имена богов, встречаемых Луной на своем пути, а не появившихся позже двенадцати знаках зодиака. Конечно, путь Луны по небу более или менее совпадает с солнечным – расхождение составляет всего лишь пять градусов, или около того, – поэтому короткий список является частью более длинного. Из текста становится ясно, что пути движения Солнца, Луны и пяти планет рассматривались как схожие. Невзирая на существование способа деления неба на двенадцать частей, солнечный год к этому времени, определенно, делился на двенадцать месяцев.



30

Рисованная копия фрагментов карты звездного неба из библиотеки в Ниневии, основателем которой считают Ашшурбанапала, последнего из великих ассирийских царей, правившего в 668–627 гг. до н. э. На этом глиняном диске приведены клинописные названия и схематические изображения звезд и созвездий (звезды соединены линиями, как на современных картах). Против часовой стрелки снизу: Сири-

ус (Стрела), Пегас и Андромеда (Поле и Плуг), Овен, Пляды, Близнецы, Гидра с Вороном и Девой, Весы. Следует отметить, что небо разделено на восемь частей. (Британский музей, табличка К 8538, скопировано Леонардом Кингом [1912], исправлено Иоганном Кохом [1989].)

Другим примером того, как серия МУЛ.АПИИ может свидетельствовать о возрастающем значении математики в астрономии, является список времен, когда тень от вертикального стержня (гномона) высотой в один локоть достигает 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 или 10 локтей в длину в разные сезоны. И снова мы имеем здесь дело не с отчетом о наблюдениях в строгом смысле этого слова, а скорее с результатом некой рационализации, воплощенным в перечислении твердо установленных правил, задающих соразмерность между временем восхода Солнца и длиной тени. Проще говоря, хотя этот перечень и несовершенен, он научен в буквальном смысле этого слова, и какую бы часть этих табличек мы ни взяли, мы найдем там систематическое приведение наблюдательных данных к какому-либо рациональному порядку. Например, они содержат правила расчета времени восхода и захода Луны в зависимости от ее фазы. (Так, в новолуние она садится почти одновременно с заходом Солнца; затем ее заходы происходят с задержкой на одну пятнадцатую часть ночи в каждый следующий день; а после пятнадцатой ночи приводятся аналогичные правила, но уже для ее восходов.)

Похожие правила оставались в ходу еще в эпоху Римской империи. Будучи основанным на арифметических процедурах, этот материал имел высокое практическое значение. Одна из простейших схем включения в календарь дополнительных дней основывается на определении даты первого месяца в году, когда Луна проходит через Плеяды. Согласно этому правилу, в «идеальный год» это случается в первый день. Если же это случается в третий день, то надлежит произвести интеркаляцию.

Для сравнения, процедуры, применяемые в отношении планет, были значительно примитивнее, и даже теория Луны, содержащаяся в этой работе, чрезмерно проста по сравнению с возможными достижениями того времени, когда изготовлялись копии многих из сохранившихся табличек. Они имеют давнюю историю, но, вероятно, созданы где-то на широте Ниневии в начале первого тысячелетия. Вне зависимости от точности содержащейся в них информации, они свидетельствуют о глубокой заинтересованности в разработке теоретических основ астрономии.

БАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ В ПЕРИОД НЕЗАВИСИМОСТИ И ПЕРСИДСКОГО ПРАВЛЕНИЯ

Похоже, что в течение всего периода, пришедшегося на падение Ассирийской империи, возрождение вавилонского наследия при халдейском правлении, а затем персидское завоевание, интеллектуальная жизнь и религиозные искания были столь же насыщены, как и прежде. Клинописные тексты продолжали писаться на шумерском и аккадском языках, хотя в гражданской жизни и тот и другой уступили место арамейскому языку и алфавиту. Предзнаменования стали использоваться для предсказаний, осуществляемых в новом стиле – на основе гороскопов, то есть на сопоставлении с небесами того, что считалось важным в данный момент – начало путешествия, сражение, чье-либо рождение и т. д. Проводились систематические наблюдения планет, а также Луны и затмений – не спорадически, а без каких-либо значительных перерывов – вплоть до окончания эпохи Селевкидов. Описания затмений удивительно подробны и включают как числовые, так и другие характеристики, иногда даже направление дующего ветра. Записи, которые считались особенно важными, хранились в текстах селевкидских архивов. Их можно разделить на две главные катего-

рии – то, что Абрахам Закс назвал «астрономическими дневниками», и (встречающиеся гораздо реже) подборки данных, содержащие наблюдения какого-либо отдельного астрономического явления за несколько лет.

Дневники (наиболее ранние из них датируются 652 г. до н. э.) содержат описание многих «значимых» событий самого разного толка – положений планет по отношению к неподвижным звездам, погодных условий, солнечных гало, землетрясений, эпидемий, уровней воды и даже рыночных цен. Угловые расстояния определялись в «пальцах» и «локтях» (по 24 пальца в каждом); те же единицы использовались для измерения длины. В случаях, когда при интерпретации данных наблюдения можно было сопоставить локти с градусами, один локоть оказывался равным примерно 2,2 градуса, но при вычислениях обычно используют величину 2 градуса.

Собрания наблюдений доказали свое огромную значимость позднее спустя долгое время. В частности, александрийский астроном Птолемей выбрал год восшествия на трон Набонасара (747 г. до н. э.) как точку отсчета своего календаря, главным образом потому, что имевшиеся в его распоряжении давние наблюдения начинались именно с этого времени. Некоторые доступные сегодня данные по затмениям восходят к 731 г. до н. э. Они включают также лунные и солнечные затмения, распределенные по 18-летним периодам, наблюдения Юпитера (12-летние периоды), Венеры (8-летние периоды, их механизм рассмотрен выше) и другие

данные, касающиеся Меркурия и Сатурна. С течением времени добавилась более детальная информация, например записи о соединениях с неподвижными звездами и удалениях от них. Регистрация периодичности движения планет также являлась нововведением; хотя она и была известна задолго до этого, но не фиксировалась в явном виде даже в текстах МУЛ.АПИН. Эти записи широко использовались как вспомогательное средство для прогнозирования – короткие периоды для приблизительных прикидок и более длительные периоды в том случае, если требовалась бóльшая точность.

18-летний солнечный и лунный период имел огромное значение в позднейшей истории календаря. Вавилоняне открыли период, по истечении которого цикл затмений начинает воспроизводиться примерно в том же порядке не только по характеру прохождения, но и по времени суток. Они обнаружили, что это случается каждые 18 лет или, точнее, $6585\frac{1}{2}$ суток (18,03 года), образующие целое число (223) *синодических месяцев* (от новолуния до новолуния). Им повезло с этим открытием, поскольку, используя современную техническую терминологию, время суток, когда случается затмение, существенным образом зависит от движения Луны «в аномалии». *Аномалистический месяц* отсчитывается от перигея до перигея (*перигей* – ближайшая к Земле точка лунной орбиты), и получается, что 223 синодических месяца приблизительно равны 239 аномалистическим месяцам.

Сейчас самое время ввести представление о *дракониче-*

ском месяце, который измеряется относительно узлов лунной орбиты – точек на небе, где пути Солнца и Луны пересекаются. Если принять во внимание причины обоих видов затмений, становится очевидным, что для наступления затмения Солнце и Луна должны одновременно находиться вблизи узлов. (Луна может отклоняться от солнечной траектории примерно на пять градусов, а видимые угловые размеры обоих объектов составляют только около половины градуса. Угловые размеры земной тени на расстоянии лунной орбиты, в которую Луна вступает во время лунного затмения, – около $84'$.) Здесь опять 223 синодических месяца равны примерно 242 драконическим месяцам, и это целочисленное совпадение является условием столь хорошего соответствия 18-летнего периода для расчета затмений.

Некоторые современные авторы до сих пор ошибочно называют период из 223 месяцев *саросом*, используя греческое слово, когда-то обозначавшее гораздо более долгий вавилонский период времени (3600 лет). Современное использование этого слова имеет долгую и путаную историю; оно появилось не ранее чем в X в. н. э. и известно нам по энциклопедии Суда. Сами древние греки иногда, чтобы избавиться от разницы в $\frac{1}{3}$ дня, брали период из 669 месяцев, так называемый *экселигмос*. Он также был известен ранее вавилонянам.

223-месячный период, как иногда полагают, использовался главным образом для приведения в соответствие солнечного и лунного календарей, однако его астрономическая

ценность, очевидно, заключалась не только в этом. В долгосрочной перспективе он мог помочь отыскать фундаментальные астрономические периоды, относящиеся к движению Солнца и Луны, от которых так сильно зависит точная теория планетных движений. Тем не менее самые первые попытки использования 223-месячного периода связаны с определением дат возможных затмений, без какой-либо гарантии наступления затмения в действительности. Вероятнее всего, он сначала использовался для лунных затмений, и лишь спустя какое-то время – для солнечных. Согласно открытию вавилонян, затмения должны происходить через каждые 6 месяцев, но иногда случаются через пять. Предположим, что в одном 223-месячном периоде содержится x 6-месячных интервалов и y 5-месячных. Тогда $6x + 5y = 223$. Это уравнение имеет единственное решение, в котором x равен 33, а y – 5. Табличные схемы с датами возможных лунных затмений, включающие в себя эти числа, составлены вавилонянами не позднее 575 г. до н. э., но самые ранние известные нам описания затмений были начаты в 747 г. до н. э., и они уже содержали предсказанные затмения. В более поздние периоды существовали предсказания затмений с указанием времени дня или ночи, когда, предположительно, должно начаться затмение.

Желающие оценить точность упомянутых выше соотношений, связанных с 223-месячным периодом, могут использовать указанные современные значения для продолжи-

тельностью трех типов месяцев, а именно – синодического (29,5306 суток), аномалистического (27,5546 суток) и драконического (27,2122 суток). Для справки на будущее, есть еще один, четвертый тип месяца – *сидерический*, определяемый как период обращения Луны относительно звезд при наблюдении с Земли; он имеет численное значение 27,3217 суток. (Все сутки считаются сутками солнечного года.) Однако рассматривая 223-месячный период с современной точки зрения и принимая во внимание то, что ни одно периодическое соотношение такого рода не может быть точным, мы упускаем из виду следующее: схема, воспроизводящая себя через целое количество дней, относилась к области желаемого, но не действительного. Оперирование округленными значениями также замалчивает тот факт, что отдельные месяцы немного различаются по продолжительности, в результате чего реальная длина 223-месячных периодов превышает целое количество дней на небольшую переменную величину (колеблющуюся между 6 и 9 часами). Существуют две известные нам вавилонские схемы моделирования продолжительности 223-месячного периода, свидетельствующие о выдающихся достижениях тех, кто занимался их разработкой.

По сравнению с этими открытиями, отыскание периодичностей, требуемых для лунно-солнечного календаря (объединяющего месяцы в годы), должно представляться относительно тривиальной задачей, и тем не менее она была одной из тех, которые относились к вопросам высочайшей важно-

сти во всех ближневосточных религиях, в Древней Греции, а затем – в исламском и христианском мирах. Ко времени VI в. до н. э. вавилоняне использовали 8-летний период (99 синодических месяцев), а затем 27-летний период (334 месяца), но гораздо чаще употреблялся период, устанавливающий равенство между 19 годами и 235 месяцами. Безукоризненность этого соотношения может быть легко проверена с помощью приближенного значения продолжительности синодического месяца, приведенного выше, однако, совершая проверку, мы можем легко упустить один очень важный момент. Что в данном случае мы должны выбрать в качестве продолжительности года?

Если взять 365,25 суток, то расхождение составит около 0,06 суток. Число 365,25, как мы знаем, само является приближенным, и тут мы снова должны учитывать различие между двумя способами определения единицы времени, в данном случае – солнечного года. По аналогии с лунным месяцем можно ввести понятие *сидерического года*, измеряемого по движению Солнца относительно неподвижных звезд. Согласно наиболее общеупотребительному астрономическому определению, по крайней мере после греков, год измеряется иначе (*тропический год*) – по повторяющемуся прохождению Солнца через точки равноденствий или солнцестояний. Сегодня отсчет обычно производится от момента прохождения Солнцем весеннего равноденствия – в высшей степени абстрактной точки, которая позже стала использо-

ваться в качестве точки отсчета в астрономической системе координат – *точки весны* (или «Головы Овна»). Она образуется пересечением эклиптики и небесного экватора, и в день весеннего равноденствия Солнце проходит через эту точку при движении с юга на север.

Почему указанные два способа определения года дают неодинаковый результат? Причина этого была обнаружена и убедительно объяснена только во II в. до н. э. греческим астрономом Гиппархом. Рассматривая вопрос в долгой перспективе, можно сказать, что это расхождение является следствием непостоянства ориентации земной оси в пространстве. В результате точка весны – точка отсчета, задаваемая положением земной оси, – перемещается на фоне звезд. Поэтому продолжительность года, рассматриваемая как интервал между повторными прохождениями Солнца через точку весны – то есть тропический год – отличается от сидерического года. Первый насчитывает (сегодня) 365,2422 солнечных суток, а сидерический год – 365,2564 солнечных суток.

Разница крайне мала, но вавилонская астрономия была очень точной, и несколько циклических соотношений, упоминаемых вавилонянами, дают возможность убедиться в том, что они получены с использованием *сидерического года*. Поскольку древнегреческие астрономы обычно пользовались *тропическим годом*, мы имеем здесь дело с одним из нескольких фундаментальных расхождений в подходах, при-

меняемых указанными двумя влиятельными группами астрономов.

Если это справедливо для Солнца и Луны, то в равной степени справедливо и для планет: существуют простые периодические соотношения, найденные вавилонянами задолго до нашей эры. Мы уже видели на примере Венеры: за 5 циклов изменения своего положения на небе относительно Солнца (на это у нее уходит ровно 8 лет) она снова возвращается в исходное положение относительно звезд. Вводя обозначение [5ц, 8в, 8л], мы можем утверждать, что некоторые из соотношений такого типа (во всяком случае, перечисленные ниже) использовались задолго до того, как их письменно зафиксировали при Селевкидах: для Меркурия это [145ц, 46в, 46л], для Марса [37ц, 42в, 79л] и [22ц, 25в, 47л], для Юпитера [76ц, 7в, 83л] и [65ц, 6в, 71л], наконец, для Сатурна [57ц, 2в, 59л]. То, как использовались эти периоды, объясняется в текстах особого типа, названных Заксом «целевыми-годовыми текстами».

Указанные соотношения не точны, и знавшие об этом вавилоняне использовали вспомогательные правила для их корректировки. Например, Венера после пяти обращений вокруг Солнца отстает в своем восьмилетнем цикле движения относительно звезд на $2\frac{1}{2}$ градуса. Соображения такого рода вели к установлению более длительных периодических зависимостей. Если говорить о Венере, то поскольку ее отставание составляет $1/144$ часть окружности, то через 720

циклов изменения своего положения на небе относительно Солнца ($720 = 144 \times 5$) она совершит также целое число полных оборотов, и это составит 1151 солнечный год ($8 \times 144 - 1$).

Кроме того, имелись аналогичным образом полученные долгопериодические зависимости для других планет; результатом особого тщания, с которым рассчитывались эти длительные периоды, стало появление, по сути, самостоятельно-го астрономического раздела, нашедшего широкое применение от Индии на востоке до (в более скромной форме) Греции на западе. Согласно одному преданию (рассказанному римским философом Сенекой), вавилонянин Беросс – жрец бога Бела и основатель астрономической школы на греческом острове Кос (III в. до н. э.) учил, что когда все планеты выстроятся в соединении в последнем градусе Рака, то наступит сначала мировой пожар, а затем – всемирный потоп. Здесь мы тоже наблюдаем своего рода идею периодичности. С учетом выяснившегося характера периодичностей, повторение планетных влияний легко становится частью религиозной и астрологической догмы и хорошо сочетается с представлением, будто вся история вообще и даже само человеческое бытие есть не что иное, как периодический феномен. Нужно сделать только одно – найти интервал времени, после которого история повторяется, то есть отыскать наименьшее общее кратное всех долгих планетных периодов. Для получения простого ответа задача была слишком трудна. В от-

дельных вариантах предания о жреце бога Бела указывалось число лет с большим количеством нулей, например 2 160 000 (600 × 3600). Введенный гораздо позже индуистский временной период под названием *махаюга* является всего лишь удвоенным значением указанного числа, а это ясно демонстрирует его связь с вавилонским времяисчислением. Когда греки предложили свою идею «Великого года», они тоже, как правило, предлагали большие числа, кратные 360.

Число 360, известное нам как количество градусов в окружности, является своего рода фирменным знаком Вавилона. К началу V в. до н. э. у вавилонян уже существовали задатки координатной системы, поскольку они начали делить зодиак на двенадцать «знаков» одинаковой длины, называя их именами созвездий или значимых групп звезд – Овен, Телец (или Плеяды), Близнецы, Рак и т. д. Однако и тогда, и в более поздние времена существовал риск перепутать знаки с созвездиями из-за сходства их названий. Со временем вероятность ошибки еще более возросла, поскольку прецессионное смещение полностью вывело звезды за пределы их первоначальных зодиакальных знаков. По этой причине вавилонская система координат, задаваемая относительно отдельных звезд, а не точки весны, была далека от совершенства, хотя их выбор понятен: звезды вполне наблюдаемы, а точка весны – нет.

Эти системы отличались друг от друга, но хорошей иллюстрацией того, что эти отличия часто не принимались во вни-

мание, является общее для всех вавилонян утверждение, согласно которому точка весны находится в 8° Овна. Это замечание просочилось во второразрядную средневековую астрономию, а когда утратился контекст его употребления, оно окончательно потеряло всякий смысл. (Позже оно приобрело новое значение в контексте теории приливов и отливов, к чему мы вернемся в главе 8.)

Первый греческий текст, где использовались градусные астрономические обозначения, написал Гипсикл в середине II в. до н. э. (Более ранние авторы определяли угол в долях окружности или квадранта.) Вавилонские градусы ввел в употребление Гиппарх, самый влиятельный астроном до Птолемея. Однако Страбон, живший столетием позже, утверждает, что Эратосфен пользовался делением окружности на шестьдесят равных частей.

БАВИЛОНСКАЯ АСТРОНОМИЯ В ПЕРИОД СЕЛЕВКИДОВ

Введение системы небесных координат – в данном случае деление зодиака на двенадцать знаков по тридцать градусов в каждом – имело громадное значение для развития математической астрономии. Точные планетные периоды могли быть получены и без нее – из наблюдений, осуществляемых в течение долгого времени, однако такая система имела существенное значение для анализа нюансов планетного движения. Мотивы проведения такого анализа должны были быть в той или иной мере рациональными, хотя они имели много общего с религией и астрологическими предсказаниями.

Древняя месопотамская звездная религия поощряла только примитивную астрологию простых предзнаменований. В других ближневосточных религиях, таких как орфизм и митраизм, поддерживалась чуть более развитая зодиакальная астрология, и с расширением Персидской империи некоторые из этих верований получили распространение в римской и греческой цивилизациях. Из всех восточных религий зороастризм заслуживает того, чтобы сказать о нем подробнее. Эта религиозная доктрина, приписываемая пророку Зороастре (или Заратустре), постепенно стала господствующей религией в Иране, и по сей день имеются изолированные об-

щины, практикующие ее в этой стране и в Индии. Доктрина основана на моральном дуализме добрых и злых начал и имеет много общего с древнейшими вавилонскими мифами, например с мифом о противостоянии Мардука и Тиамат. Однако ее отношение к астрономии менее очевидно. В своих поздних версиях она способствовала распространению учения о том, что естественное место человеческой души – на небесах, или, точнее, принимая во внимание западные трактовки, на планетных сферах. Были те, кто говорил о связи между зороастрийскими верованиями и ростом числа гороскопов рождения, особенно в Греции. Существовало убеждение: когда душа нисходит с небес (где она жила в согласии с вращением звезд), чтобы вселиться в человеческое тело, она продолжает подчиняться звездам. (Подобные рассуждения можно найти, например, в диалоге «Федр» афинского философа Платона.) Такая философская идея не может исчерпывающе объяснить феноменальный расцвет астрологии в поздний эллинистический период, но как бы то ни было, сам расцвет представляется вполне реальным, а это существенно увеличило спрос на астрономические предсказания. Греки прослышали о Зороастре в V в. до н. э., за столетие до Платона, однако будет небезынтересно узнать, что человеком, в значительной степени ответственным за распространение в Греции зороастрийских философских идей, являлся один из величайших греческих астрономов, живший в одно время с Платоном. Речь идет об Евдоксе Книдском – об этом

ученом мы подробнее поговорим в следующей главе.

Каково бы ни было философское влияние зороастризма, его астрономическое содержание довольно наивно. Существовало определенное число рутинных процедур, в ходе которых использовалось астрономическое знание, например предсказание того, каким будет урожай, по утреннему восходу Луны после первого появления Сириуса; однако нет никаких оснований полагать, что персы всерьез верили в саму *предсказуемость* подобного рода вещей. И даже само астрологическое учение, по всей видимости, оказалось заимствованным. Математическая астрономия, необходимая для практики составления гороскопов, была практически полностью вавилонской. Старейший из известных клинописных гороскопов датируется 410 г. до н. э. Его нашли в одном из вавилонских храмов. В век Платона греки уже отдавали должное «мага́м» или халдеям, и в течение всей классической Античности эти слова употреблялись как синонимы слова «астролог». Тем не менее этот факт не должен (как это часто делалось в прошлом) отрицать блестящие математические достижения вавилонян, легшие в основу греческой астрологии.

Сохранилось более трехсот клинописных табличек этого типа. Многие из них повреждены, другие разбиты на фрагменты, хранящиеся раздельно в музеях разных стран. Сегодня их принято делить на «процедурные тексты» (в которых содержится разъяснение методов расчета) и «эфмери-

ды» (где приведены результаты вычислений для заданного периода времени, подобно тому как это делается в современном «Морском астрономическом ежегоднике»). Количественно эфемериды (в переводе с греческого это слово означает просто «годный на день») в три раза превышают процедурные тексты. Все они были найдены в Вавилоне (при раскопках в 1870–1890 гг.) и Уруке (при раскопках в 1910–1914 гг.), так что даже сегодня мы можем не до конца отдавать себе отчет в том, каковы все достижения этих людей.

Стремление решить проблему Луны, вполне возможно, привело к обнаружению аналогичных решений для планет. Сколько дней в одном месяце? Вавилонский месяц начинался с первого появления тонкого лунного серпа после захода Солнца. Отсчет дней велся также, начиная с вечера. При таком способе определения месяц содержал целое количество дней и, как показывает опыт, их число равно либо 29, либо 30. Но какому из них отдать предпочтение? Сегодня у нас есть общая картина явления – модель, в отношении которой мы можем применить стандартные геометрические процедуры и получить ответ. И даже сегодня это не так уж просто сделать. Не имея предшественников, способных снабдить их такой моделью, вавилоняне должны были действовать в обратном порядке. Для начала попробуем оценить наиболее очевидные трудности, с которыми они столкнулись, путем демонстрации того, как мы сами могли бы провести подобный анализ сегодня.

Начнем с грубого оценочного предположения, что продолжительность месяца равна в точности 30 дням. Солнце движется по зодиаку со скоростью примерно 1° в сутки, поэтому от одного до другого соединения с Луной оно пройдет 30° . Если считать по соединениям, то более быстро движущаяся Луна должна будет пройти 390° , то есть двигаться со скоростью 13° в сутки в течение 30-дневного периода. (Более точное среднее значение этого числа составляет $13,176^\circ$, но скорость Луны может заметно меняться.) Однако для предсказания времени первого появления лунного серпа необходимо принять во внимание несколько факторов:

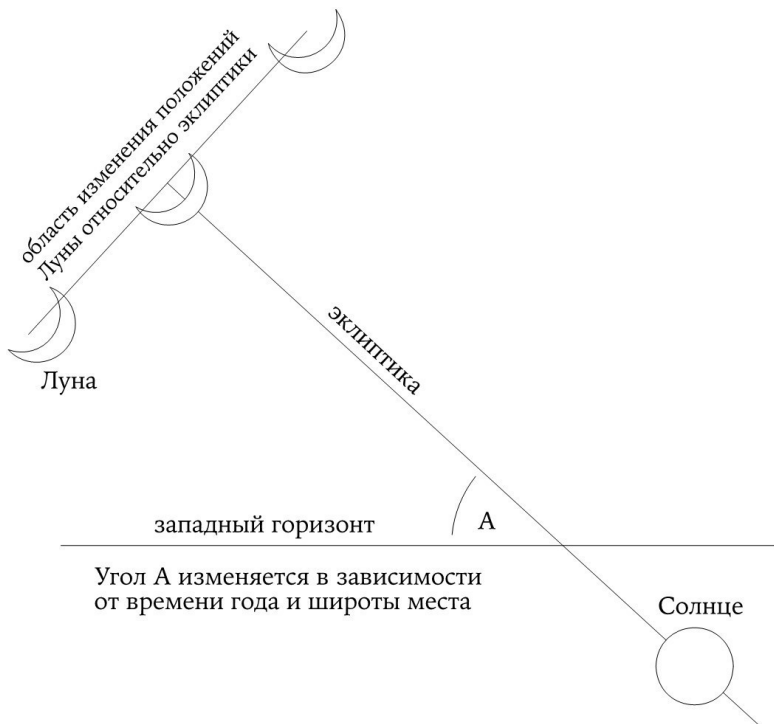
1. Поскольку Солнце обладает высокой яркостью, то два светила должны находиться на заданном минимальном расстоянии друг от друга, иначе лунный серп будет неразличим.

2. Время, за которое Луна преодолет это расстояние, зависит от относительной скорости Луны и Солнца. Среднее значение относительной скорости равно примерно 12° в сутки, однако эта «суточная элонгация» может варьироваться в пределах двух-трех градусов в ту или другую сторону.

3. Критическое расстояние зависит от яркости фона неба, а она в свою очередь зависит от угла между горизонтом и линией, соединяющей заходящее Солнце и лунный серп (см. ил. 31). Это, в свою очередь, определяется несколькими факторами: а) временем года, которое есть не что иное, как другой способ определения положения Солнца на «эклиптике» – годовом пути Солнца, проходящем через сере-

дину пояса зодиака; b) отклонением Луны от этого пути, ее «эклиптической широтой», достигающей 5° ; и c) географическим положением наблюдателя (широтой), определяющей углы пересечения звездами горизонта при восходе и заходе.

Вот, вкратце, описание процедуры, которой мы, вероятно, должны следовать. Самое удивительное заключается в том, что вавилоняне умели каким-то образом определять многие факторы, анализируя свои наблюдения в начале месяца. Они проделывали это, используя только арифметические методы, то есть не прибегая к геометрическим моделям, и если мы воспроизводим здесь их результаты в графической форме, то только потому, что это экономит нам время. (Для получения полного представления о том, как это делалось на самом деле, нужно познакомиться с работой Отто Нейгебауэра «Astronomical Cuneiform Texts», где содержится соответствующий расшифрованный и проанализированный материал.)



31

Первое наблюдение лунного серпа. Солнце находится ниже западного горизонта, линия его спуска не показана. (Она не совпадает с эклиптикой и определяется вращением неба вокруг Полюса мира.) Луна может находиться в пределах чуть более 5° в ту или другую сторону от эклиптики.

Известны две основные системы, посредством которых

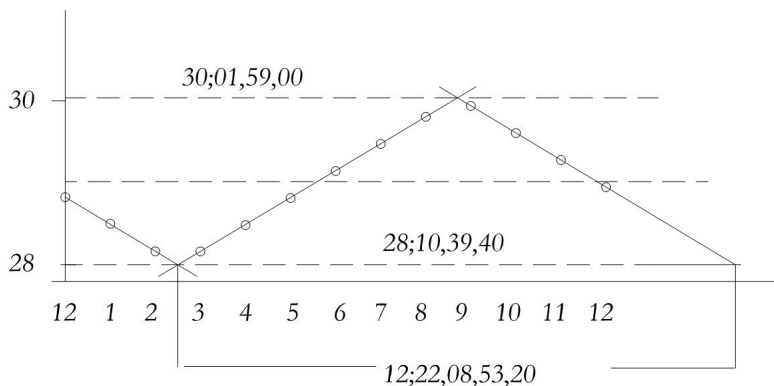
осуществлялось представление различных солнечных, лунных и планетных движений. В первой, называемой «Системой А», предполагалось, что на достаточно большом участке зодиака скорость (например, Солнца) остается постоянной величиной с каким-либо определенным значением, затем происходит изменение значения, и оно снова считается постоянным в течение достаточно продолжительного промежутка времени до момента следующего изменения и т. д. Возникает потребность в правилах перехода. Если представить зависимость скорости от времени графически, то получим кривую, напоминающую по внешнему виду зубчатую стену крепости с бойницами (в общем случае – нерегулярную), которую часто называют «зигзагообразной функцией». «Система Б», на первый взгляд, выглядит более сложно. В ней предполагается, что каждая строка в таблице положений (или чего-либо другого) отличается от предыдущей, но разница образует постоянное положительное либо отрицательное число, исключая те случаи, когда возникает значение, заведомо выходящее за пределы максимума или минимума. Если это случается, направление изменений (увеличение или уменьшение) меняется на противоположное. Если мы построим график по этой таблице значений, он будет иметь неровную пилообразную форму зигзагообразной функции. Система А, как было установлено на практике, является более гибкой, поскольку может быть легко использована с любым количеством шагов различной длины, а это де-

дает ее более точной по сравнению с жесткой конфигурацией Системы Б.

Перемена направлений в зигзагообразных функциях производится в соответствии со строгими правилами, которые легче всего объяснить с помощью ил. 32. На этом рисунке изображен график, построенный по эфемеридам, составленным на 179 г. эры Селевкидов (133–132 гг. до н. э.). По горизонтальной шкале отложена последовательность месяцев (как они тогда понимались), их названия перечислены в первом столбце таблички. Они, как выяснилось, маркируют дни, когда происходило соединение Солнца с Луной. Вертикальная шкала соответствует второй колонке таблички, содержащей шестидесятеричные числа, равные по порядку величины 28 или 29. Следующая колонка таблицы, не отображенная на графике, может быть интерпретирована как перечисление долгот Солнца и Луны в моменты их соединений. Смысл чисел, записанных во второй колонке, стал понятен только после того, как их проанализировали современные ученые. Поскольку оказалось, что вторая колонка содержит разности между соседними записями в третьей колонке, она (вторая колонка), очевидно, должна содержать, как мы сказали бы сейчас, скорости Солнца (изменение долготы в течение месяца). Пользуясь графическим способом объяснения чисто арифметических величин, мы можем сказать: зигзаги, построенные с помощью прямых линий, возникли как аппроксимация вавилонянами определенного процесса,

для отображения которого нам сегодня понадобилась бы по меньшей мере синусоида. И все же это было их выдающимся достижением.

Можно легко посчитать период зигзагообразной функции в месяцах. На ил. 32 он записан в виде числа $12;22,08,53,20$. Это значение соответствует продолжительности года, измеряемой в синодических месяцах. Его получили, очевидно, не прямыми наблюдениями, а с помощью одного из циклических соотношений, о которых мы упоминали ранее. Похоже, в данном случае использовалось равенство: $810 \text{ лет} = 10\,019 \text{ месяцев}$. Конечно, для выведения этих уравнений необходимо было проводить наблюдения, но поиск правильных числовых соотношений также играл свою роль. К сожалению, нам известны только итоговые результаты этих расчетов.



Зигзагообразная функция вавилонян в современном графическом представлении.

Нашлись и другие характерные равенства, например 225 лет и 2783 месяца, где на один год приходится 12;22,08 месяцев. Это число обнаружено в табличках, составленных с использованием как Системы А, так и Системы Б. Одним из наиболее неожиданных открытий для тех, кто работал с этими клинописными табличками, стало то, что, хотя Система А была более древней, обе системы регулярно использовались в течение всего периода, к которому относятся сохранившиеся таблички (ок. 250–50 гг. до н. э.), как в Вавилоне, так и в Уруке.

Относительно редко встречающиеся лунные эфемериды охватывали периоды более одного года. Большинство из них содержали столбцы со скоростями и положениями Луны и Солнца. В некоторых указывалась продолжительность дней или ночей, согласующаяся с положением Солнца в предыдущем столбце. У нас есть возможность рассчитать это, используя методы сферической тригонометрии, но вавилоняне пользовались только арифметическими методами. Иногда встречаются колонки с широтами Луны, а иногда – колонки с максимальными фазами затмений. Алгоритм (принцип расчета) для определения максимальной фазы затмения применялся каждый месяц, вне зависимости от то-

го, намечалось оно или нет. Это может быть расценено, с одной стороны, как нечто несовместимое с духом эмпирической науки, с другой, как свидетельство высокого уровня абстрагирования и ясного осознания понятия математической функции. В числе вспомогательных процедур можно упомянуть такие, как исправление результатов расчета скорости Солнца, она на первом этапе вычислений считалась постоянной, но о ее переменности было хорошо известно. Осуществление этих исправлений в Системе Б сопряжено с бóльшим количеством трудностей, чем в Системе А, а это отчасти объясняет причину ее долгого использования.

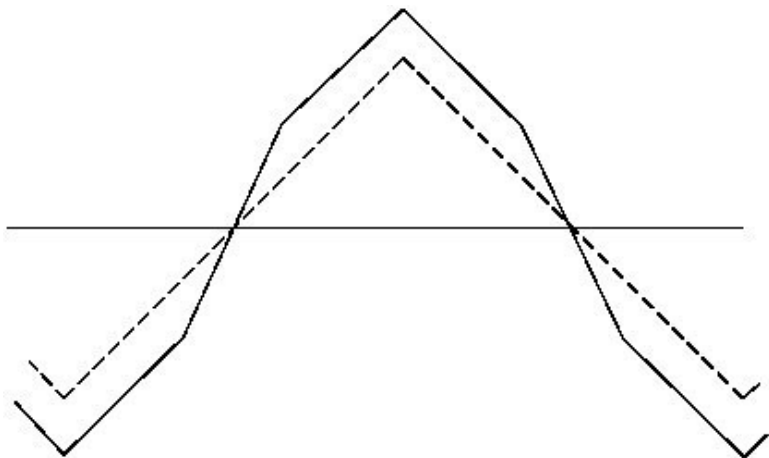
Как уже пояснялось на с. 85, существовало ясное понимание того, что ни лунное, ни солнечное затмения невозможны в случае, если потенциально затмеваемый объект располагается в момент новолуния или полнолуния на слишком большой широте. Предсказание солнечных затмений гораздо более сложная проблема, чем предсказание лунных. По этому поводу можно только сказать, когда они не произойдут. Для их предсказания необходимо обладать гораздо большей информацией о расстояниях между Землей, Солнцем и Луной и их размерах. Не существует твердых доказательств того, что были известны закономерности повторяемости солнечных затмений (еще один способ их предсказания), хотя есть те, кто настаивает на обратном.

Упомянутые таблички содержали данные о долгих периодах солнечных и лунных движений, но имелись и другие,

в которых с помощью аналогичных методов отмечались *ежедневные* изменения, и из них могло быть выведено, например, равенство: 251 синодический месяц = 269 аномалистических месяцев. В данном случае продолжительность синодического месяца получалась равной 29;31,50,08,20 суткам, а аномалистического – 27;33,20 суткам. Могут возникать сомнения по поводу высокой точности этих чисел, однако сегодня мы пользуемся практически идентичными значениями, отличающимися от приведенных на одну шестимиллионную и четыре шестимиллионных соответственно. (С того времени эти периоды изменились, хотя и на очень малую величину, так что приведенное сравнение нельзя считать абсолютно строгим, хотя это не умаляет его исключительных достоинств.) Еще более интересно провести историческое сравнение продолжительности указанного здесь вавилонского синодического месяца с месяцем, используемым в Европе эпохи Высокого Средневековья в так называемых Толедских таблицах. Эти параметры идентичны как по значению, так и по целям, хотя их разделяет более тысячи лет.

Когда в эпоху Селевкидов вавилоняне обратили свое внимание на планеты, их арифметические преобразования (используем еще раз нашу графическую аналогию) стали на шаг ближе к идеальной синусоиде. Кроме того, существовали таблички, которые задавали, если можно так выразиться, широты Луны, и в них простые зигзагообразные линии были уже модифицированы, что приблизило их к идеальной синусо-

соиде, как показано на ил. 33. Перед объяснением того, как действовали вавилоняне, будет полезно получить примерное представление о реальном движении планет и о том, как оно воспринимается земным наблюдателем. Поэтому следующее неисторическое отступление содержит изложение базовых сведений по вопросам, разбираемым в этой и следующих главах, в которых рассматриваются классические теории планетных движений.



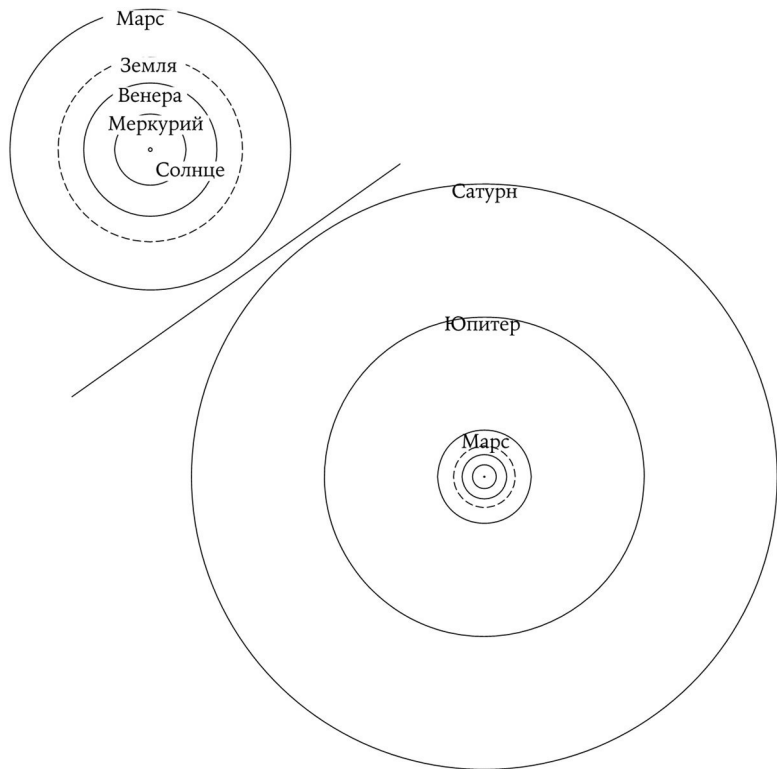
33

Графическое представление решения вавилонянами того, что может быть обозначено как проблема лунной широты. (Здесь мы принимаем во внимание только общие принципы. Строго говоря, все это, скорее всего, делалось для получения

*вспомогательной функции, позволяющей осуществить пред-
вычисление затмений, но базовая идея может быть выра-
жена и в категориях определения долготы.)*

ДВА ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ ПЛАНЕТНЫХ ДВИЖЕНИЙ: НЕИСТОРИЧЕСКОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ

Все планеты, известные до XVIII в., движутся по своим орбитам вокруг Солнца. Меркурий – ближайшая к Солнцу планета, за ним следуют Венера и потом Земля. Орбиты Марса, Юпитера и Сатурна находятся за пределами земной орбиты (ил. 34). «Нижние» и «верхние» планеты (или «внутренние» и «внешние») несколько различаются по характеру своего движения при наблюдении с Земли. Как удалось показать Иоганну Кеплеру, каждая орбита представляет собой эллипс, в фокусе которого находится Солнце; однако в первом приближении все орбиты можно считать круговыми с одним общим центром, где располагается Солнце. Представим себе схематичное изображение этой системы с булавкой в точке, обозначающей Солнце. Если мы вытащим булавку и воткнем ее в точку, обозначающую Землю, то относительные положения планет останутся прежними, и нетрудно догадаться, что тогда мы можем рассматривать планеты обращающимися по окружностям, центр которых совпадает с движущимся Солнцем.



34

Предполагается, что орбиты планет – круговые. Размеры орбит на обоих рисунках изображены приблизительно в одном масштабе.

Рассмотрим простейший случай движения нижней планеты Меркурий. Теперь, как мы полагаем, она является

спутником Солнца. Пользуясь традиционной терминологией, можно назвать круг, описываемый Солнцем, *кругом дифферента* (дословно – «несущий круг»), тогда орбита спутника – переносимый круг – будет *эпициклом*. Другая нижняя планета, Венера, будет двигаться по более широкому эпициклу. В случае верхних планет эпициклы и дифференты поменяются ролями, но у нас пока нет нужды вдаваться в эти подробности.

Описание индивидуального движения отдельных планет с помощью эпициклов имело громадное значение в истории астрономии, хотя необходимо подчеркнуть: каждая планета рассматривалась в отдельности, ее эпициклическое движение считалось полностью автономным, и пришлось пройти долгий и мучительный путь для понимания того, что Солнце находится в системе эпицикла и дифферента каждой планеты. Только после того как это было окончательно осознано Коперником, оказалось возможным объединить планеты в единую систему или, фигурально выражаясь, проткнуть одной булавкой все точки нахождения Солнца в каждой отдельно взятой системе.

Такой способ объяснения предоставляет богатые возможности для внесения уточнений; например, сообщая эпициклу небольшой наклон к плоскости солнечной орбиты, можно учесть факт расположения планет не всегда строго в этой плоскости, а потому они могут смещаться по широте. «Эклиптическая долгота» измеряется вдоль эклиптики с нача-

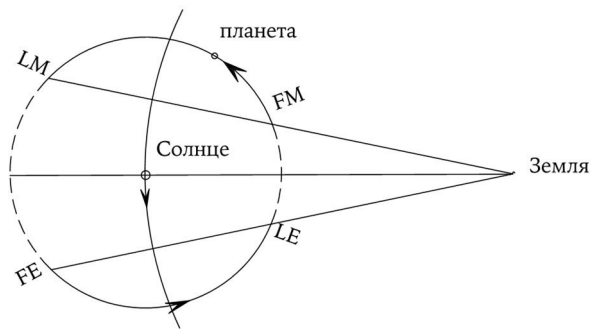
лом отсчета в месте пересечения эклиптики (солнечного пути) с экватором. Этим началом отсчета является точка весеннего равноденствия, о которой мы уже упоминали выше. «Эклиптической широтой» называется координата, измеряемая от эклиптики в направлении полюса – северного или южного.

Эпициклическое описание было типично для поздней греческой астрономии, но не для вавилонян. После того как выяснились его достоинства, решение астрономических задач значительно упростилось. Стратегия заключалась в том, чтобы подобрать подходящую геометрическую модель и получить из нее все необходимые следствия, например о последовательности восходов и заходов планет. После этого полученные теоретические следствия могли быть проверены с помощью наблюдений. Если модель оказывалась более или менее верной, то эти и последующие наблюдения давали астрономам возможность определить или уточнить численные характеристики модели, такие как параметры и относительные размеры кругов, угловые скорости при движении по кругам и времена, когда планеты проходили через особым образом заданные точки, от которых велся отсчет их движения. Вавилоняне, появившиеся на исторической сцене гораздо раньше, действовали в более или менее обратном порядке: то, что для греков (равно как и для нас) было выведенным следствием, для них являлось точкой отсчета – исходным фактом. Рассмотрим, например, как они опериро-

вали с восходами и заходами на горизонте. Это очень естественно – обращать внимание на первое появление светил, и интерес к такого рода явлениям являлся общим для большинства ранних культур. Однако такие наблюдения представляли астрономам крайне скудную информацию, и факт получения на их основе далеко идущих теоретических обобщений можно считать настоящим чудом.

Мы уже упоминали о первом и последнем появлении звезды Сириус, которая значительную часть года бывает скрыта в солнечных лучах, а также о том, что планеты тоже могут быть невидимы какое-то время по тем же самым причинам. Нижние планеты – Меркурий и Венера – никогда не отходят от Солнца слишком далеко относительно своего положения в соединении и подчиняются моделям движения, вкратце упомянутым ранее (см. ил. 35 и приведенную выше ил. 29). Как и раньше, мы можем рассмотреть этот вопрос с современной точки зрения. Когда нижняя планета движется по той части своей орбиты, которая обозначена пунктиром, ее угловое расстояние от Солнца настолько мало, что она теряется в сиянии Солнца. В точке *FM* она становится впервые видимой, в данном случае в качестве утренней звезды. При наблюдении с Земли увлекаемая Солнцем планета будет ежедневно смещаться по небу. Тот факт, что она будет наблюдаться по утрам незадолго до восхода Солнца, с очевидностью следует из верхней части рисунка, где орбита изображена почти под ребром к наблюдателю. *LM* явля-

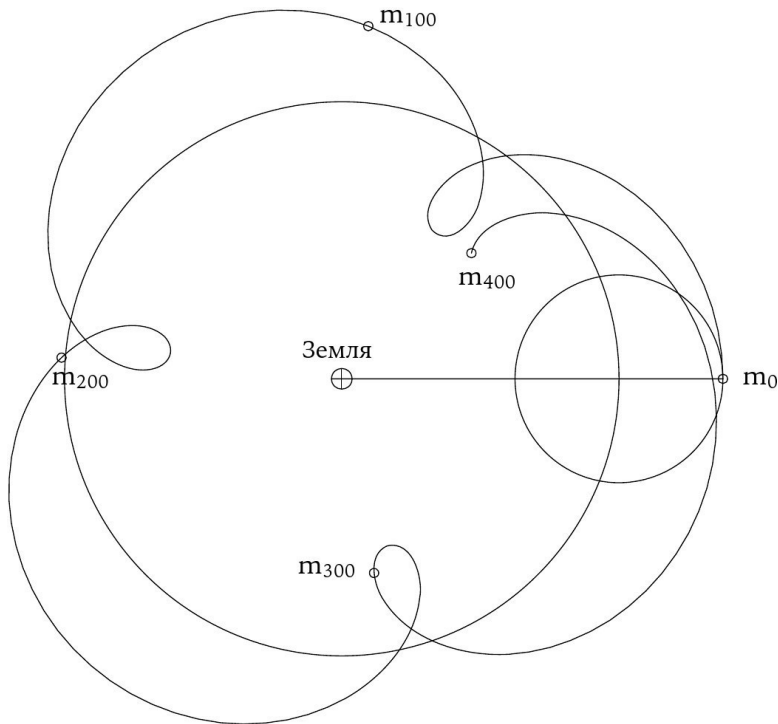
ется точкой, в которой она последний раз будет наблюдаться в качестве утренней звезды, а *FE* и *LE* – точками первого и последнего появления планеты как вечерней звезды.



35

Утренние и вечерние восходы и заходы Меркурия и Венеры. Нетрудно изобразить аналогичную диаграмму для внешних планет, орбиты которых находятся за пределами орбиты Земли.

Когда мы имеем дело с нижними планетами, по определению находящимися недалеко от того же места на горизонте, где и Солнце, наше представление на основе четырех точек (*FM*, *LM*, *FE*, *LE*) является самоочевидным. Ведь как мы смогли убедиться, гелиакический восход в данном случае является первым наблюдаемым появлением светила на горизонте до восхода Солнца (*FM*), а гелиакический заход – последним наблюдаемым заходом светила сразу после заката (*LE*). Однако восходы Марса, Юпитера и Сатурна могут наблюдаться после того, как зайдет Солнце, а заходы – непосредственно перед рассветом, поэтому для того, чтобы начать рассуждение о них, нам нужно дополнить нашу классификацию такой категорией, как «первый утренний заход». Употребление понятий «акронический» (не путать с «ахроническим») и «космический», часто используемых для обозначения восходов и заходов в указанном выше смысле, бывает неочевидным при недостаточно внимательном отношении к описываемому явлению. Лучше не определять их вообще, но при знакомстве с работами, где они употребляются, помнить, что первое прилагательное относится к регистрации вечернего события (не важно, первого или последнего), а второе – утреннего.



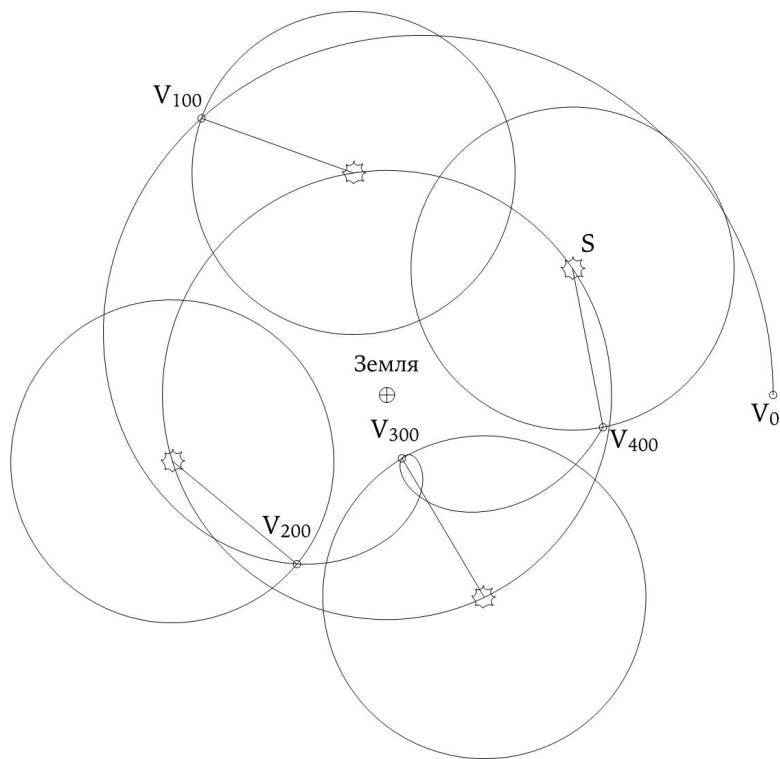
36

Спиральная траектория Меркурия относительно Земли. Солнце обращается вокруг Земли, как показано на рисунке, и орбита Меркурия, обращающегося вокруг Солнца, движется вместе с ним. Изображенная здесь спиральная кривая охватывает период 400 дней.

Допустим, Земля неподвижна, а Солнце обращается во-

круг нее. На самом деле, как мы знаем, планеты обращаются вокруг Солнца, следовательно (если мы принимаем это допущение), движение планет будет казаться спиралевидным, как в немного измененном виде показано для Меркурия и Венеры на ил. 36 и 37. Планеты никогда не наблюдаются слишком далеко от плоскости движения Солнца относительно звезд (эклиптики). Как уже говорилось, именно вдоль этого видимого пути мы отсчитываем (небесную) долготу. Для альтернативного представления планетного движения, совершающегося в соответствии с нашими геометрическими схемами, мы можем просто составить таблицу зависимости их небесной долготы от времени или, что еще лучше, изобразить ее в виде графика. На ил. 38 приводится вид этой зависимости для Меркурия, где по горизонтальной оси отложена шкала времени длиной примерно в один год, а по вертикальной – долгота Меркурия, отсчитываемая от точки весеннего равноденствия. Изображена и долгота Солнца: это диагональ, проходящая через середину кривой Меркурия, – линия, относительно которой Меркурий как бы осциллирует. За год Меркурий совершает вокруг Солнца около четырех оборотов. (Сидерический период его обращения равен 0,24 тропического года.) На графике отмечены точки первой и последней видимости (в соответствии с обозначениями, приведенными в предыдущем абзаце) и так называемые *планетные стояния*, в которых планеты кажутся неподвижными на фоне звезд, то есть когда их прямое движение

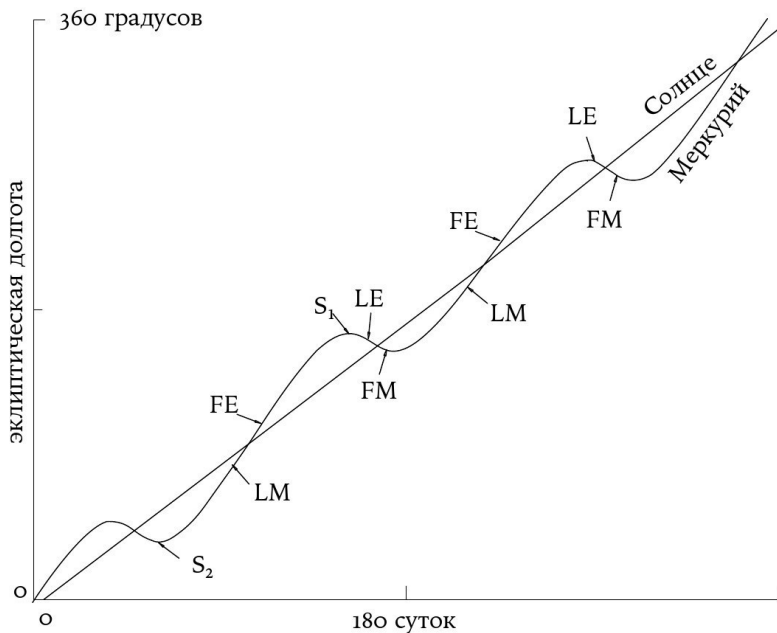
меняется на попятное (S_1) и наоборот (S_2).



37

Спиральная траектория Венеры (V) относительно Земли. Диаграмма в целом похожа на изображенную на ил. 36, однако теперь Солнце (S) и соответствующие положения планетной орбиты изображены с интервалом в 100 дней,

что вместе образует 400 дней. Как и прежде, в качестве начальной точки мы выбираем положение, когда Солнце находится на линии, соединяющей Венеру с Землей. (Эта ситуация не типична. Приблизительная симметрия относительно 100-дневного интервала – не правило, а случайное стечение обстоятельств.)

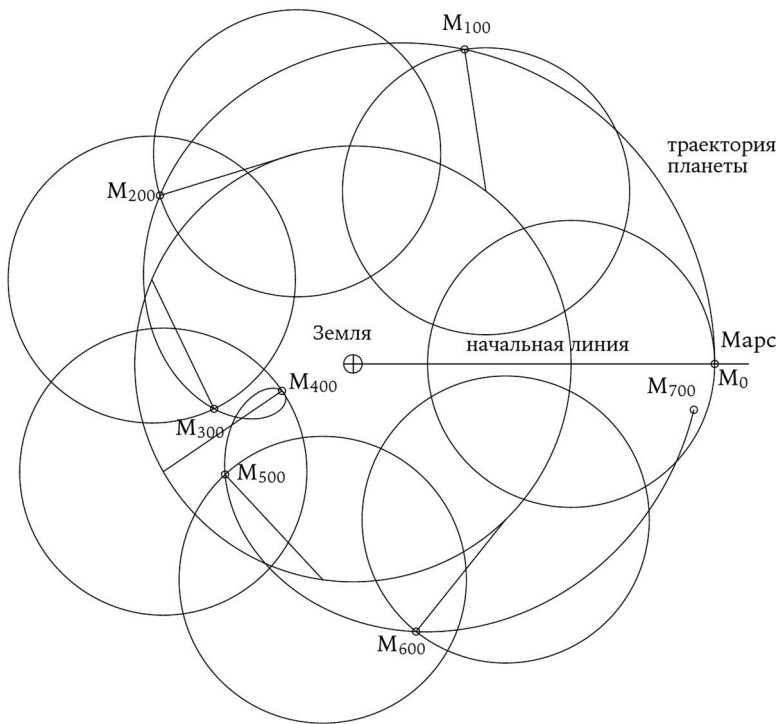


38

График изменения долгот Меркурия и Солнца примерно за один год. Используемые обозначения (FM, LM и т. д.) при-

водятся в соответствии с тем, как они определены выше в настоящей главе.

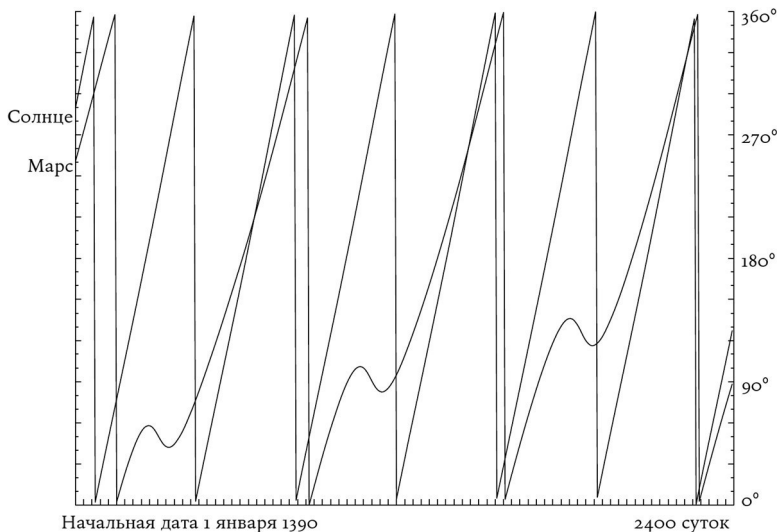
Характер движения верхних планет может быть проиллюстрирован на примере Марса (ил. 39 и 40). В данном случае декартов график охватывает период более шести лет, и так как вертикальная ось отображает долготу – координату сугубо циклическую, – то линии, соответствующие как Солнцу (правильные прямые), так и Марсу, должны периодически обрываться. Здесь также можно выделить несколько очевидных общих принципов. Близость к Солнцу, делающая планету труднодоступной для наблюдения, наступает в середине продолжительного периода достаточно ровного прямого движения, в то время как в период попятного движения планета находится в противостоянии (на расстоянии 180° от Солнца по долготе). Линии, соответствующие Солнцу, очевидно, распределены по годовым интервалам, и это распределение со всей определенностью свидетельствует о том, что изгибы кривой Марса отстоят друг от друга чуть меньше, чем на два года. На деле, сидерический период Марса равен 1,88 тропического года. Также приблизительная оценка этой периодичности может быть получена из ил. 39, где спираль, отображающая движение Марса за период более чем 700 дней, возвращает планету почти в точности в ту же точку, из которой она вышла.



39

Спиральная траектория Марса относительно Земли согласно модели, имеющей много общего с применявшейся для нижних планет. Нарисованные положения планеты разделены 100-дневными интервалами. Показано, что планета возвращается в исходную точку примерно через два года. Приведенная здесь диаграмма предваряет более содержательное обсуждение эпициклических моделей в главе 4. Их

связь с современными представлениями о Солнечной системе (даже в упрощенной первоначальной форме) затруднена отсутствием на рисунке в явном виде точек, соответствующих положению Солнца, вокруг которого обращается Марс. Однако связь с Солнцем может быть установлена по радиусам эпициклов, отмечающим положение Марса в эпицикле. Эти радиусы, как видно, постепенно меняют свое направление. Причем это происходит таким образом, что полный цикл завершается за один год, аналогично тому, как это происходит с пространственной линией, соединяющей Землю и Солнце.



Изменение долготы Марса (извилистые линии) и Солнца за период 2400 дней (сравните с приведенными выше графиками Меркурия и Солнца). Эти графики представляют собой всего лишь регистрацию наблюдаемых положений планеты по долготе. Задача астронома заключается в том, чтобы объяснить их.

ВАВИЛОНСКАЯ ПЛАНЕТНАЯ ТЕОРИЯ

Мы уже видели, насколько важен был интерес к горизонтальным событиям для выработки общих правил, легших в основу таблиц с материалами наблюдений Венеры времен Амми-цадуки. Интересно заметить, что, когда вавилоняне анализировали особенности первого и последнего, а также вечернего и утреннего появлений, они рассматривали их как не связанные друг с другом явления. Как будто бы каждый из этих объектов обладал собственным существованием, располагаясь на эклиптике. Рассмотрим, например, точки, обозначенные на графике Меркурия как *FM* (см. ил. 38 выше). Если взять большое количество таких точек и рассмотреть их независимо от прочих, то они образуют более или менее прямую линию, параллельную графику движения Солнца, но эта линия не будет идеально ровной. Для расчета отклонения от этого (в нашем представлении) прямолинейного графика вавилоняне использовали ту же арифметическую методику, которую они применяли в отношении Солнца и Луны. Если использовать графический подход, то суть проблемы заключается в том, чтобы разбить получившуюся линию на сегменты, или, другими словами, найти точки разрыва и градиенты соответствующих компонентов. Вавилоняне, похоже, выражали эти градиенты (угловые скорости) по-

средством отношения целых чисел и делали это следующим образом: «Меркурий совершает 1513 явлений за 480 лет». Или, ссылаясь на вторичный, более понятный нам результат: «Меркурий восходит 2673 раза за 848 лет».

Найти такие соотношения не так-то просто, и то, что вавилоняне были связаны по рукам и ногам лунным календарем, еще более осложняло ситуацию, поскольку планетные периоды, безусловно, не имели ничего общего с движением Луны. Тем не менее это не имело такого уж большого значения, поскольку, хотя они и не выражали даты в сутках, применялась другая единица – одна тридцатая часть *среднего* синодического месяца. Сегодня ее обычно называют *титхи* (слово, пришедшее из поздней индуистской астрономии, где использовалась та же единица). По продолжительности *титхи* очень близки к суткам. Лунное движение замысловатым образом варьируется, но поскольку *титхи* по определению являются средней величиной, они, в принципе, вполне могут быть использованы в хорошо разработанной астрономической системе. Нельзя сказать, что эта единица была оптимальным выбором с точки зрения астрономии, однако она обладала очевидными преимуществами для тех, чья религия требовала обращения к древнему лунно-солнечному календарю.

Помимо совокупности правил, характеризующих явления типа *FM*, были найдены аналогичные правила для явлений *LM*, *FE* и *LE*. Общий принцип заключался в нахождении ве-

личин (долгот и времен, измеряемых в *титхи*), прибавляемых к исходным данным (для *FM*) для получения последующих явлений. Итоговый график, посредством которого мы можем воспроизвести эти арифметические преобразования, является вполне приемлемой аппроксимацией синусоидальной формы приведенных выше графиков.

Одним из наиболее изощренных элементов этих упражнений стало внесение в вычислительные схемы определенных «феноменов», на деле не поддававшихся наблюдению. Лучшей аналогией, объясняющей эту ситуацию, по всей видимости, является пример с полнолуниями. Точный момент этого явления наступает большей частью тогда, когда Луна находится под горизонтом, но расчеты предсказывали его вне зависимости от того, была она видна или нет. Другие, уже рассмотренные нами, «феномены» (*FM*, *LM*, *FE* и *LE*) аналогичным образом исходно возникали благодаря наблюдаемым событиям, а затем постепенно превращались в вычислительные абстракции, так сказать, идеальные точки на нашем идеальном графике.

Впоследствии во многом похожие процедуры применялись ко всем планетам, хотя в данном случае теоретические разработки оказались не столь впечатляющими. Общей целью являлось вычисление долгот и дат основных планетных явлений. Для верхних планет: первое появление после периода невидимости и исчезновение; противостояние; два стояния, когда планета останавливается перед тем, как сменить

направление движения. Большинство сохранившихся данных относится к Юпитеру. Таблички Марса из Урука замечательны тем, что они довольно точно отражают весьма сильно меняющуюся скорость этой планеты. Для внутренних планет появления и исчезновения подразделялись на происходящие в западной части неба и происходящие на востоке. В случае Венеры учитывались еще и стояния. (У Меркурия они очень трудно наблюдаемы.) В табличках из Вавилона и Урука представлены все известные к тому времени планеты. Невозможно с точностью сказать, какой из этих двух городов дал начало рассмотренным методам и когда их применили впервые, однако Систему А, скорее всего, разработали за пятьдесят лет до или пятьдесят лет после начала IV в. до н. э., а Систему Б – чуть позже. В обоих городах были в ходу несколько различных методик арифметического представления, и такая ситуация сохранялась по меньшей мере до I в. н. э. Сказать о том, что общие идеи методов являлись всегда одинаковыми, равносильно заявлению, будто все самолеты летают по одной и той же траектории. В рамках данной работы невозможно подробно изложить особенности каждого из методов. Однако сохранилось несколько табличек, и это необходимо отметить, в которых «точки графика», являющиеся промежуточными по отношению к ключевым событиям (*FM*, *FE*, первое стояние и т. д.), дополнялись промежуточными точками. Эти точки определялись непрямо́й интерполяцией (непрямолинейными сегментами, если использовать

нашу графическую интерпретацию), а посредством методов, основанных на определении разностей второго и даже третьего порядка. Есть науки, до сего дня не достигшие такого уровня сложности.

4

Греческий и римский миры

АСТРОНОМИЯ ВО ВРЕМЕНА ГОМЕРА И ГЕСИОДА

Вавилонские астрономические источники содержат свидетельства о двух взаимно дополняющих друг друга процессах. Один из них заключался в создании теорий, пригодных для представления и предвычисления наблюдений, другой – в использовании этих теорий для предсказания явлений. Очевидно, что второй процесс зафиксирован в данных, обнаруживаемых нами в сохранившихся табличках, а первый, как правило, приходится воссоздавать по их содержанию. Второй вид деятельности требовал владения набором навыков, которые могли применяться людьми, обладавшими высокой профессиональной подготовкой для проведения ряда рутинных процедур и нуждавшихся хоть в каком-то понимании их смысла. Обычно они подписывали составленные ими таблички, приводя, помимо даты и собственного имени, имена своих отцов и имя правителя. Все это предполагает наличие определенного уровня профессионализма, который не мог появиться без предварительной образовательной под-

готовки в области выстраивания логических суждений, лежавших в основе фундаментальных количественных теорий.

Случай древнегреческой культуры и древнегреческой цивилизации не образует в этом смысле разительного отличия, поскольку искусство обработки большого количества наблюдательных данных пришло к ним вместе с восточными источниками, и случилось это в достаточно поздний исторический период. Наиболее ощутимым образом это влияние проявило себя только во II в. до н. э., и человеком, на чей счет следует отнести большую часть заслуг по осуществлению указанных изменений, стал Гиппарх. Однако к тому времени греки разработали собственный геометрический метод, что, как оказалось, имело колоссальное значение для последующей истории. Они ввели модельное представление о небе как о сфере, расположив на нем звезды, планеты и круги, и первыми научились объяснять простейшие суточные и годовые движения в категориях вращения небесной сферы.

Наиболее серьезный вклад в греческую астрономию, как сегодня принято считать, сделан ее ярчайшим представителем Птолемеем, а все последующие астрономы совершали свои открытия, оставаясь в тени его славы. Однако очень важно отдавать себе отчет в том, что ко времени Птолемея (II в. н. э.) вавилонские арифметические методы уже вошли в плоть и кровь греческой геометрической астрономии, а это делало ее особенно результативной. Данный факт косвенно свидетельствует о том, насколько легкомысленно относи-

лись первые крупнейшие греческие астрономы к наблюдательным данным. Это, как мы покажем далее, было справедливо даже в отношении наиболее выдающихся из них, например Евдокса, жившего в IV в. до н. э.

Греки разработали знаменитую картину мира, понимаемого как единое целое, и объяснили его функционирование на рациональной (математической и философской) основе, ко времени Евдокса полностью отделившей себя от мифов о сотворении мира и древних легенд. Греки разделяли некоторые традиции доисторической астральной религии, рассмотренной нами ранее; наряду с этим, они были включены в культурные обмены с наиболее могущественными соседними культурами, такими как Египет и Персия, однако о состоянии астрономического знания Греции раннего периода известно крайне мало, даже если речь заходит о Минойской и Микенской эпохах. Похоже, что в знаменитых табличках Линеяного письма Б встречаются названия месяцев, а из некоторых произведений искусства можно заключить о существовании неких форм почитания Солнца и Луны. Спустя четыре или пять столетий после Микенского периода наступила эра, известная нам по произведениям Гомера (жившего, вероятно, в середине VIII в. до н. э.) и Гесиода (около VII в. до н. э.).

«Илиада» и «Одиссея» Гомера содержат всего несколько фрагментов, имеющих отношение к нашей теме, однако они крайне интересны. В первом произведении щит Ахил-

ла уподобляется Земле, окруженной мировым океаном-рекой – источником всех вод и всех богов. В «Одиссее» упоминается звездное небо, поддерживаемое колонами и сделанное из бронзы или железа. Встречаются названия нескольких групп звезд – Плеяды и Гиады (скопления в Тельце), Орион, Волопас и Большая Медведица, включение которой в эту группу необычно, поскольку она не восходит над океаном (она располагается слишком близко к полюсу, и поэтому не может ни восходить, ни заходить). Есть упоминания о Вечерней Звезде и Утренней Звезде, под которыми, вероятно, подразумевалась Венера, и, скорее всего, она еще не воспринималась как одна и та же планета. «Поворотами Солнца», по-видимому, называли солнцестояния. Есть также упоминания о фазах Луны; ветры и сезоны персонифицированы, а Афина сравнивается с падающей звездой. В общем и целом, несмотря на то что это была эпическая поэзия, предназначенная для царей и дворцового окружения, ее астрономическое содержание крайне скудно и примитивно. То же самое, хотя и в чуть меньшей степени, касается поэмы Гесиода «Труды и дни». Это стихотворное наставление описывает смену сезонов сельскохозяйственного года, определяемую с помощью Солнца и звезд – гелиакических восходов и т. п. В нем нет и намека на то, что можно было бы сравнить с познаниями вавилонян в этой сфере.

КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗЗРЕНИЯ В VI В. ДО Н. Э

Аристотель – величайший античный философ IV в. до н. э. – основал традицию обобщенного изложения мнений предыдущих мыслителей в целях их критического переосмысления в столь полемичной манере, как будто бы он спорил с еще живыми людьми. Некоторые упоминаемые им факты восходят к VI в. до н. э., однако как и многие из тех, кто интересовался ранними учениями, он в значительной степени зависел от посредников, которые не всегда были точны. Это особенно справедливо в отношении четырех наиболее древних упоминаемых им философов-мыслителей – Фалеса, Анаксимандра, Анаксимена и Пифагора, живших в VI в. до н. э. Аристотель считал Фалеса основателем ионийской традиции натуральной философии – знания о физическом мире. Ходили слухи о чрезвычайной практической сметке Фалеса – например, о том, как он, используя свои астрономические познания, сумел предсказать обильный урожай оливок. Монополюльно арендовав все маслодавильни, он неслыханно разбогател. С другой стороны, его представляли как беззаботного мечтателя: по свидетельству одной фракийской служанки, однажды он очень увлекся, наблюдая за небом, и упал в колодезь, не заметив того, что находится у него под ногами. (Первую историю поведал

Аристотель, а вторую – Платон.) Фалес, как считают некоторые, предсказал солнечное затмение, случившееся во время битвы между лидийцами и персами, которое произошло, как полагают сегодня, 28 мая 585 г. до н. э. Достоверность этой истории долго подвергалась сомнению, и, скорее всего, она на самом деле не соответствует действительности и может рассматриваться лишь как пример мифотворчества, существовавшего во времена Аристотеля.

Именно Аристотель поставил перед своими учениками задачу написать краткую историю человеческого знания. Евдему Родосскому были поручены астрономия и математика, и от него нам известно про поездку Фалеса в Египет, откуда тот привез свои познания в Грецию. Другие утверждали, что Фалес заимствовал их у вавилонян. Даже если и так, у нас не сохранилось никаких свидетельств о таком заимствовании. Утверждалось также, будто именно он, а никто другой, познакомил своих соотечественников с методами геометрического доказательства; но доводы в пользу этого крайне малоубедительны и не принимают в расчет более вероятного соображения, что европейская традиция полуформального геометрического доказательства имеет гораздо более древнее происхождение.

Анаксимандр и Анаксимен придерживались космологических взглядов, столь же схожих, как их имена. Второй философ, вполне вероятно, был учеником первого, они жили в период упадка Сарды (546 в. до н. э.). Как и Фалес, оба ро-

дились в Милете, самом южном из всех крупных ионийских городов Малой Азии (как и Сарды, расположенные на западной окраине современной Турции) – факт, напоминающий нам о том, насколько широко простиралась цивилизация, которую мы сегодня называем Древней Грецией. Если вспомнить других великих древнегреческих астрономов и математиков, то Евдокс был из Книда, Аполлоний – из Перги, Аристарх – из Самоса, а Гиппарх – из Никеи и Родоса; все эти города находились либо непосредственно на побережье Малой Азии, либо недалеко от него. И Евклид, и Птолемей обучались в Александрии, хотя и с интервалом в более чем четыре столетия; Архимед жил и творил в Сиракузах, на Сицилии.

Об Анаксимандре говорят, что он изготовил карту обитаемого мира и создал космологию, объясняющую физические свойства Земли и ее обитателей. Согласно его учению, бесконечная Вселенная порождает из себя бесконечное множество миров, и наш мир является только одним из них; он отделяет себя от всего и поддерживает единство своих частей посредством их вращательного движения. (Аналогия с вихревым движением, вероятно, в большей степени относилась к наблюдениям за работой варочных котлов, а не связочных канатов. Подобного рода теории отстаивались еще во времена Ньютона.) Воздушные и огненные массы, как предполагалось, выносятся за пределы мира и образуют звезды. Земля представляет собой круглый парящий диск, а Солнце и Луна – кольцевидные тела, окруженные воздухом. Под воздей-

ствием Солнца в воде образовались живые существа, а мужчины и женщины произошли от рыб.

Какими бы дикими ни казались сегодня эти воззрения, в них можно различить далеко не тривиальный способ построения научного рассуждения. Когда Анаксимен, развивая идеи Анаксимандра, утверждает, что воздух является бесконечной первичной субстанцией, из которой путем сжатия и разряжения произошли все остальные тела, он строит логические суждения, основанные на повседневном опыте. (Впрочем, их выбор не всегда был удачен. Он рассматривает дыхание через сжатые и раскрытые губы, вдыхание холодного воздуха и т. п.) Как и Анаксимандр, он вводит вращательное движение, являющееся ключом к пониманию того, каким образом небесные тела могли образоваться из воздуха и воды. Такого рода попытки физического объяснения сотворения мира характерны для большинства древнегреческих мыслителей, и тот факт, что в те далекие времена они весьма слабо сочетались с вращением небесных тел, а также с тем, как они движутся после того, как уйдут под горизонт – за край видимого мира, – нисколько не умаляет их ценности для последующей истории космологического знания. Вопросы всегда предшествуют ответам.

Такой великий человек, как Пифагор, не нуждается в представлении, хотя знаменитая геометрическая теорема, благодаря которой его помнят, на деле не имеет к нему почти никакого отношения, по крайней мере в ее евклидовой

формулировке и по сей день преподаваемой в школах. Он жил на рубеже VI–V вв. до н. э. Несмотря на мощь оказанного им религиозного влияния, до нас не дошло ни одного его сочинения, за исключением нескольких разрозненных свидетельств. Однако, скорее всего, он продвинулся на шаг вперед в развитии космических представлений Анаксимандра и Анаксимена, предположив, что Вселенная была сотворена Небесным Вдохом (обратите внимание на метафору) – Бесконечностью – таким образом, чтобы в ней появились совокупности чисел. Почему чисел? Ему приписывается утверждение, согласно которому все вещи являются числами. Он особенно гордился открытием арифметических законов построения музыкальных интервалов. Это открытие дало начало мистическим течениям нумерологии, по сей день имеющей своих приверженцев. Похоже, Пифагор был убежден в том, что буквально все – от мнений, возможностей и предубеждений до далеких звезд – берет свое начало в арифметике и занимает соответствующее место в структуре Вселенной, понимаемой как единое целое. Вне зависимости от того, насколько обоснованы были такие верования, начиная с этого момента сложно найти период в истории, когда такие убеждения не оказывали бы серьезного влияния на научную мысль.

Благодаря Аристотелю мы знаем, что космологическая система, предложенная пифагорейцами, состояла из центрального огня, вокруг которого обращались по круговым

орбитам все небесные тела, включая Землю. Эту систему обычно приписывают пифагорейцу Филолаю из Кротона. Ее часто путают с системой Коперника, однако центральный огонь не являлся Солнцем, которое, как считалось, тоже обращалось вокруг огня, двигаясь выше орбиты Земли. В пределах земной орбиты, как предполагалось, находится еще один объект, так называемая «противоземля», введенный для учета лунных затмений. В целом эта система являлась скорее порождением разума, чем результатом наблюдений. Однако она была составлена в характерном греческом стиле, с привлечением рациональной и физической компонент, что в конечном счете принесло свои плоды, когда удалось включить в нее достоверные наблюдательные данные.

ГРЕЧЕСКИЕ КАЛЕНДАРНЫЕ ЦИКЛЫ

Похоже, зодиак, зародившийся в Месопотамии в начале первого тысячелетия до н. э., не был известен грекам вплоть до V в. до н. э. Его греческая версия, как мы знаем, стала использоваться только во второй половине указанного столетия, поскольку именно тогда ее начали употреблять в парапегмах – звездных календарях, где зодиакальные знаки применялись для деления года. (Точное значение слова «парапегма» – доска для публичных объявлений, однако известно, что слово способно нести в себе почти любую вложенную в него информацию.) Метон и Евктемон, расцвет их деятельности приходится на 430 г. до н. э., были афинскими астрономами, имена которых часто упоминались в парапегмах. Поскольку до греко-персидских войн V в. до н. э. и греки, и вавилоняне находились в подчинении у персов, нет ничего удивительного в использовании греками вавилонского зодиака, дополненного знаками Овна и Весов. Вероятно, влияние вавилонян распространялось и на другие сферы. Солнцестояния наблюдались с незапамятных времен, но теперь регистрация сезонных событий стала вестись с особой тщательностью. Это делалось в целях усовершенствования гражданского календаря или для улучшения календарной системы, в которую подставлялись данные астрономических наблю-

дений. Примерно за сто лет до наступления золотого века Евдокса, Платона и Аристотеля греки стали проявлять озабоченность в отношении усовершенствования гражданского календаря, однако эта задача не воспринималась ими как строго астрономическая, что с очевидностью следует из того, насколько редко и с каким опозданием магистраты вносили исправления в случае, если сбивались солнечный и лунный циклы. Это могло быть также следствием простого непонимания магистратами сути стоящей перед ними проблемы.

Вне зависимости от того, являлись Метон и Евктемон основателями новой астрономической «школы» или нет, они, по всей видимости, сотрудничали друг с другом, пытаясь создать усредненный 19-летний годовой цикл – так называемый Метонов цикл. По преданию, Метон установил инструменты для наблюдения солнцестояний на холме Пникс в Афинах, и, по свидетельству Птолемея, сделанному шестью столетиями позже, эти два астронома провели наблюдения в Афинах, на Кикладах, в Македонии и Фракии. Вавилонянам, как мы уже видели, были знакомы свойства 19-летнего периода, по истечении которого солнечный и лунный циклы снова приходили в соответствие друг с другом. Действительно, продолжительность 235 месяцев дает очень хорошее совпадение с 19 годами. Сегодня считается общепризнанным, что 19-летний цикл был известен в Месопотамии еще до V в. до н. э. Метон и Евктемон произвели наблюдение летнего солнцестояния (хотя спустя много лет на-

дежность этого наблюдения была поставлена под сомнение Гиппархом и Птолемеем) 27 июня 432 г. до н. э. И вавилоняне, и греки выработали на основе этого цикла сходные друг с другом правила интеркаляции, заключавшиеся во введении дополнительных дней (как у нас лишний день в високосном году) для коррекции календарных сдвигов: согласно Птолемею, Метон считал 235 месяцев равными 6940 дням. В I в. до н. э. Гемин, живший на Родосе, в своем сочинении «Введение в астрономию»¹ отчетливо разъяснил: целью эллинов было разделить солнечный год на месяцы таким образом, чтобы традиционные праздники приходились на одни и те же дни одних и тех же месяцев. Он проверил несколько традиционных моделей такого деления и указал на их ошибки. В той же книге он аналогичным образом интерполировал значение, полученное вавилонянами для продолжительности синодического месяца. (Эта интерполяция сделана с некоторым запозданием, однако Птолемей, живший двумя столетиями позже Гемина, был первым известным нам грекоговорящим астрономом, имевшим в своем распоряжении результаты вавилонских расчетов. Благодаря Птолемею они перешли в арабскую, римскую и иудейскую традиции.) В тексте Гемина продолжительность синодического месяца оценивается как $29 + 1/2 + 1/33$ суток. В его версии кален-

¹ См. русский перевод в книге: Афонасин Е. В., Афонасина А. С., Щетников А. И. Античный космос: Очерки истории античной астрономии и космологии. СПб.: Издательство РХГА, 2017. (Все примечания сделаны редактором.)

даря, состоящего из 235 месяцев, 110 месяцев были «пустыми» и содержали по 29 дней, а 125 – «полными» и содержали по 30 дней. Задолго до этого Метон, возможно, разработал собственный алгоритм интеркаляции, однако даже если это и так, нет никаких надежных свидетельств его использования в афинском гражданском календаре. Впрочем, история календаря настолько запутана и противоречива, что в этом вопросе имеет смысл сохранять непредвзятость в отношении любого мнения.

Вне зависимости от того, открыли вавилоняне 19-летний цикл до или после афинян, они использовали другие правила интеркаляции, основанные на восходе Сириуса, упоминание о которых относится примерно к тому же времени, что и упоминание о 19-летнем цикле, и, скорее всего, как представляется, они опередили греков по всем статьям. Тем не менее календарные циклы образовали у греков своего рода особую астрономическую специализацию. Через сто лет после Метона и Евктемона, Каллипп усовершенствовал их цикл, взяв четыре периода (76 лет) и удалив один день (это давало в совокупности 27 759 дней). Калиппов цикл использовался впоследствии в модифицированной форме Гиппархом и Птолемеем. Тонкая доработка, произведенная Гиппархом (приравнивание 304 лет к 111 035 дням и 3760 синодическим месяцам), по всей видимости, не нашла широкого практического применения. Более простые циклы по 19 и 76 лет были вполне достаточны для большинства обыден-

ных нужд, а 19-летний цикл в итоге лег в основу методики расчета пасхалий (*computus*) восточной христианской церкви, где используется и по сей день.

ДРЕВНИЕ ГРЕКИ И НЕБЕСНАЯ СФЕРА

Греческая астрономия V в. до н. э., как и астрономия Ближнего Востока, была неразрывно связана с общим изучением метеорологических явлений – облаков, ветров, гроз и молний, падающих звезд, радуг и т. д. Эта компонента (наряду с астрологическим подтекстом) была присуща ей вплоть до Нового времени, однако в долгой перспективе гораздо более важными оказались зачатки геометрического метода, содержащиеся в операциях, производимых древними греками. Традиция приписывает открытие сферичности Земли Пармениду из Элеи (Южная Италия), родившемуся около 515 г. до н. э. Он, как считается, также открыл то, что Луна светит отраженным солнечным светом. Спустя поколение Эмпедокл и Анаксагор сумели, похоже, дать правильное математическое разъяснение причин, вызывающих солнечные затмения, а именно – покрытие солнечного диска Луной, вошедшей в пространство между Землей и Солнцем. Рост астрономического знания в течение периода, приведшего в IV в. до н. э. к началу первой эпохи грандиозных математических открытий, осуществлялся эпизодически и почти незаметно. IV в. начался со знаменитой планетной теории Евдокса и закончился первым дошедшим до нас трактатом по сферической астрономии, написанным Автоликом

и Евклидом. Этому предшествовали небольшие, но очень важные усовершенствования. По преданию, в V в. до н. э. Демокрит составил звездный каталог, и многие последовали его примеру, хотя об этом можно судить только по косвенным данным. Вероятно, в большинстве случаев это были всего лишь иллюстрированные списки звезд. Вплоть до Гиппарха не существовало ничего, что могло бы однозначно свидетельствовать о единообразной греческой системе сферических координат, посредством которых звездные каталоги могли приобрести реальную астрономическую ценность.

Важным шагом на этом пути был переход от перечисления звезд с привязкой к зодиакальным созвездиям к системе численных эклиптических долгот, совершенный вавилонянами около V в. до н. э. На протяжении следующих шести столетий ни у кого не возникало мысли вести отсчет (как мы делаем это сегодня) от нулевой точки, расположенной на пересечении экватора и эклиптики. Птолемей ввел в употребление этот способ для введения определения (тропического) года. Вавилоняне вели отсчет от нулевых точек каждого зодиакального знака, внутри которых значения менялись от 0° до 30° . Эта система долгое время использовалась (и, можно даже сказать, используется по сей день) в астрологии. Вавилонские знаки сместились на 8° или 10° (в системах В и А соответственно) относительно тех мест, где их располагали последователи Птолемея, и мы уже упоминали о следах этого расхождения, обнаруженных в западноевропейских средне-

вековых источниках, где эта идея механически повторялась учеными, имевшими весьма туманное представление о том, к чему она относилась на самом деле. Несмотря на кажущуюся примитивность этой системы, в V в. до н. э. у греков не было ничего, что могло бы ей противостоять.

ГОМОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЕВДОКСА

Открытие сферичности Земли и преимуществ описания неба, понимаемого в виде сферы, захватило воображение греков эпохи Платона и Аристотеля и в особенности человека по имени Евдокс Книдский (ок. 400–347 гг. до н. э.), разработавшего весьма незаурядную планетную теорию, целиком основанную на сферических движениях. По части предсказательной способности эта теория не выдерживала сравнения с вавилонскими арифметическими схемами, однако она была очень важна во многих других отношениях. Во-первых, она продемонстрировала последующим поколениям огромную мощь геометрических методов; и во-вторых, благодаря случайному стечению обстоятельств – признанию ее Аристотелем – она на два тысячелетия стала инструментом создания философских представлений о главных принципах устройства мироздания.

Евдокс был родом из Книда, города в древней Спарте, расположенного на полуострове в юго-западной части Малой Азии. В молодые годы он изучал музыку, арифметику и медицину, а также обучался геометрии у знаменитого математика Архита Тарентского. В свой первый приезд в Афины он учился у Платона, который был старше его на тридцать лет. Позже он посетил Египет, вероятно, с дипломатической мис-

сией, и, как говорят, составил восьмилетний календарный цикл (*octaëteris*) во время обучения у жрецов из Гелиополя. Возвратившись в Малую Азию, он основал школу в Кизике, ставшую конкурентом академии Платона в Афинах – городе, где он побывал по меньшей мере еще один раз. (Кизик – греческий город, сданный персам в 387 г. до н. э.) Он исповедовал теорию, согласно которой удовольствие является высшим благом, и, похоже, именно его имел в виду Платон, когда писал об этом в своем сочинении «Филеб». Было ли это так на самом деле – неизвестно, но Евдокс существенным образом повлиял на развитие арифметики, геометрии и астрономии. Именно ему принадлежит главная заслуга в написании самых знаменитых разделов «Начал геометрии» Евклида (Книги V, VI и XII) – одного из наиболее авторитетных сочинений в истории образования. Заслуги Евдокса в строгом определении понятия числа, которое, как выяснилось позже, имеет много общего с определениями Дедекинда и Вейерштрасса, сформулированными в XIX в., до сих пор не оценены по достоинству. Однако его планетная теория привлекла к себе внимание с момента появления и продолжала вызывать спорадический научный интерес вплоть до XVI в.

В предпоследнем разделе предыдущей главы мы обсуждали особенности движения планет с точки зрения упрощенных современных представлений. Часто утверждалось (со ссылкой на авторитет гораздо более позднего автора Симпликия, а он, в свою очередь, цитировал Созигена), что

именно Платон был тем человеком, который поставил перед своими потомками проблему объяснения того, как наблюдаемые движения планет могут быть объяснены через «единообразное и упорядоченное» движение небес. (Гемин мимоходом упоминает: пифагорейцы первыми поставили этот вопрос, исходя из нелепости предположения, будто планеты могут двигаться как-то иначе.) Несмотря на постоянный интерес, вызываемый воззрениями такого выдающегося философа, как Платон, его достижения в области математики и астрономии слегка преувеличены. Его вклад в эти науки был, скорее, косвенным; он обусловлен его убеждением, будто обе науки должны стать частью образования правящего класса – как представителей власти, так и рядовых граждан. Его влияние как пропагандиста еще достаточно сильно, чтобы считаться с ним: он рассматривал эти занятия как средство воспитания души, позволяющее увидеть за преходящими вещами брэнного мира истинную реальность, доступную постижению лишь с помощью мысли. Астрономические суждения Платона были случайны и беспорядочны, однако в целом его достижения невозможно переоценить. Красно-речиво настаивая на том, что Вселенная приводится в движение сообразно с математическими законами, которые могут быть постигнуты только подготовленным соответствующим образом разумом, он способствовал возникновению общего педагогического климата, благоприятного для этой науки.

Открытие сферической формы Земли и перенос идеи сферичности на небеса всецело овладели умами афинских мыслителей времен Платона. В десятой книге одного из лучших своих сочинений «Государство» Платон приводит миф, образно и поэтично рассказанный ему его учителем Сократом. Это история об убитом в бою человеке по имени Эр, чья душа посетила царство мертвых, но вернулась в тело после чудесного воскрешения Эра. Сократ рассказывает, как его душа направляется сначала в некое волшебное место, описанное им довольно подробно, и как, после всего увиденного, ему удалось рассмотреть устройство механизма всей планетной системы – со свивающимися одно над другим кольцеобразными завихрениями, которые в одном из возможных вариантов перевода называются «чашами», а в другом – «обручами». Они вращаются вокруг стального веретена, и каждая (каждый) несет на себе планету. Веретено покоится на коленях у Необходимости; ей доверено осуществлять суточное обращение неба и движение планет. Завихрения приводятся во вращение с разными характеристическими скоростями богинями Судьбы (дочерьми Необходимости), и на каждом из них находится Сирена, издающая звук определенной высоты – такой, чтобы все вместе они образовывали гармоничное звучание.

В этом описании нигде не встречается Противоземля пифагорейцев. Нет и намека на расположение зодиака под углом к экватору; впрочем, было бы наивно погружаться во

все подробности мифа об Эре в целях поиска таких тонкостей. Единственное, о чем этот миф свидетельствует с достаточной достоверностью, – это о том, что в те времена действительно разрабатывались физические модели Вселенной и они имели не только умозрительный характер. Для описания вселенной Эра без опоры на реальную модель необходимо вести рассуждение о *замкнутых* сферических оболочках; однако в этом случае реальная модель должна была содержать съемную крышку, заглянув под которую люди могли бы увидеть то, как она работает. В своем позднем сочинении «Тимей» Платон описывает то, как Демиург создает вселенную из четырех основных элементов, и использованные им слова воспринимаются более ясно, чем подразумеваемая им реальная картина мира. Предметом его описания являются уже не концентрические завихрения, а обычная армиллярная сфера – астрономическая модель небесной сферы, изготовленная из колец, которые не заслоняют собой ее внутреннего устройства.

В другом сочинении Платона – «Законы» – некий Афинский Странник говорит, что он был уже далеко не молодым человеком, когда уразумел: каждая планета движется по своему собственному пути, и поэтому ошибочно называть их «блуждающими». В «Государстве» Платон называл их хаотичными. Это утверждение, вполне вероятно, автобиографично, и заманчиво предположить, что именно Евдокс был тем человеком, который заставил Платона поме-

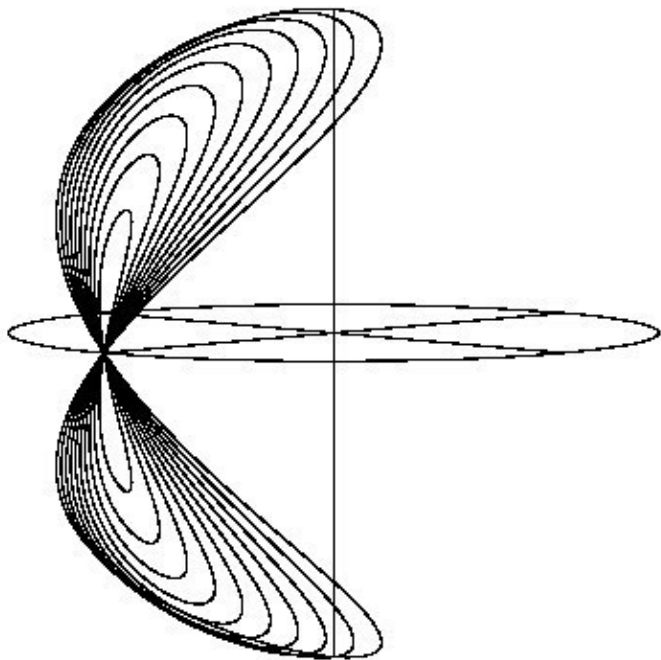
нять свое мнение. Планеты называли «блуждающими» из-за возникающего время от времени попятного движения, но их подчиненность геометрическому порядку (если только он обнаруживался) демонстрирует не такую уж и хаотичность их перемещений.

Оригинальные сочинения Евдокса не сохранились, но его систему можно восстановить по сочинениям двух других мыслителей, в особенности его младшего современника Аристотеля, а также Симпликия. Симпликий был платоником, написавшим ценные комментарии к работе Аристотеля, однако его нельзя считать математиком. Поскольку он родился около 500 г., а умер позже 533 г. н. э., его свидетельства, записанные спустя 900 лет после описываемых событий, могли быть расценены как малодостоверные, если бы не пара-тройка крайне важных замечаний. Из теоретических построений Евдокса следует, пишет он, что форма планетной траектории представляет собой гиппопеду (это означало пути для лошади, сделанные в виде восьмерки); он упоминает также о недружелюбной критике в адрес Евдокса, поскольку тот приписал траекториям такую характеристику, как ширина. Если рассмотреть в совокупности общие положения этой теории, с которыми и сам он, и Аристотель были более или менее согласны, то, как мы покажем далее, можно узнать о ней очень многое.

Система Евдокса построена из концентрических сфер, центры которых совпадают с Землей. Они вложены друг

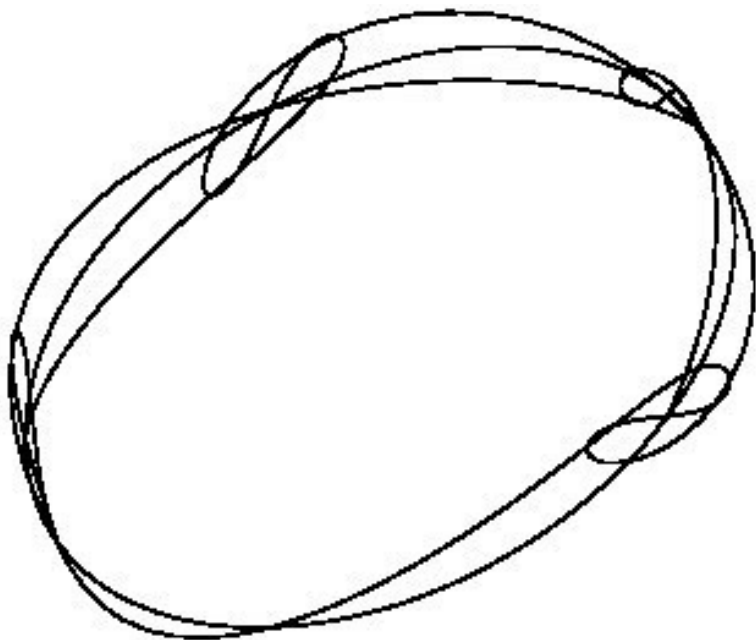
в друга, но это вселенная математика, где не принимаются в расчет их относительные размеры. Идея обязательно-го притяжения сфер кажется сегодня очевидной, но введение таких сфер – реальных или воображаемых – неизменно становилось предметом дальнейшего обсуждения. Например, нетрудно понять, что для описания Солнца требуется как минимум две сферы, одна – для быстрого суточного вращения, а другая – для годового движения Солнца в противоположном направлении. Вторая сфера, очевидно, должна вращаться вокруг полюсов эклиптики. Аналогичным образом может быть описана Луна. (И в том и в другом случае предполагается, что объект находится примерно посередине между полюсами сферы, к которой он относится.) На деле, Евдокс вводит дополнительную третью сферу как для Солнца, так и для Луны. В случае Луны, вполне возможно, она предназначалась для учета наклона лунной орбиты к эклиптике под углом примерно пять градусов; она пересекает ее в определенных точках (узлах), медленно движущихся по зодиаку в обратном направлении. (Как показано в предыдущей главе, узлы описывают полный круг по небу примерно за 18,6 года.) Источником этой догадки могли стать рудиментарные представления о затмениях. Если именно это стало причиной введения третьей сферы, то и Аристотель, и Симпликий ошиблись в порядке расположения второй и третьей лунных сфер, но, в принципе, их расчеты не были лишены смысла. Вызывает определенное недоумение введение Ев-

доксом дополнительной третьей сферы еще и для движения *Солнца*, судя по всему, основываясь на том, что в дни зимнего и летнего солнцестояний Солнце не всегда восходит в одной и той же точке горизонта. Симпликий утверждает, будто те, кто жил до Евдокса, размышляли об этом. Эта идея повторялась и несколькими более поздними авторами.



докса требовалась только одна гиппопеда, но мы можем убедиться в том, как, выбирая из этого ассортимента, он имел возможность дать объяснение широкому спектру движений как по широте, так и по долготе.

Именно его интерпретация прямого и попятного движения планет придала вращающимся сферам Евдокса вид канонической модели. Далее он демонстрирует, каким образом точка может описывать фигуру в виде восьмерки, которая, в свою очередь, переносится по небу более длительным планетным движением, находясь более или менее в пределах зодиака. Чтобы получить эту фигуру (гиппопеду), он просто берет пару сфер, одна из которых вращается в одном направлении, а другая – *в противоположном направлении с той же скоростью* вокруг оси первой сферы, не совпадающей с осью ее собственной (второй) сферы. Для наглядности на ил. 41 изображены десять обсуждаемых здесь математических кривых, соответствующих различным углам наклона двух упомянутых осей. Теперь нужно рассмотреть движение планеты вдоль этой ∞ -образной траектории, развернув его во времени. Нетрудно представить, каким образом перенос ее вдоль зодиака (или в близкой от него области) будет время от времени давать попятное движение при обращении вокруг оси, расположенной под прямым углом к длине гиппопеды. К этому третьему движению необходимо добавить суточное вращение неба, так называемое «вращение непо-



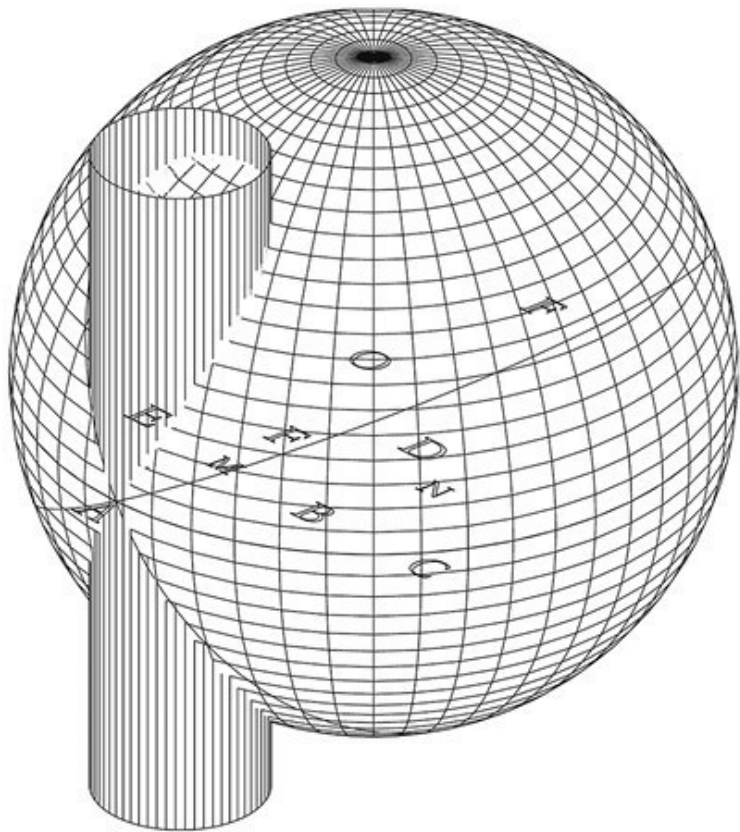
42

Общий характер планетной траектории по Евдоксу; качественно допустимый, но неосуществимый в реальности

Если не принимать во внимание это третье вращение, то общий вид траектории движения будет таким, как показано на ил. 42; рисунок точно воспроизводит форму кривой, но параметры скорости и наклона осей выбраны на нем произ-

вольно. Мы отложим на время вопрос о точном воспроизведении планетных движений, как они наблюдаются на самом деле.

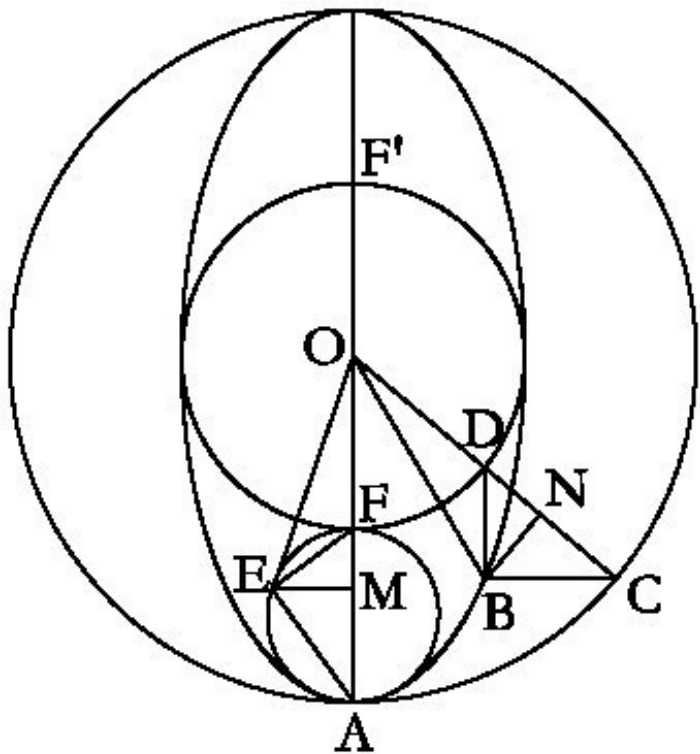
Применяя такую аппроксимацию к движению планет, по крайней мере качественно, можно свести кажущееся хаотичное перемещение к закономерному. Это открытие, без сомнения, вызвало восторг у Платона. Однако какую цель ставил перед собой сам Евдокс? Есть все основания полагать, что восхищение, которое вызвало у греков предложенное им объяснение, относилось не столько к предсказательной силе теории, сколько к ее геометрическим достоинствам. Для оценки реального характера достижений Евдокса необходимо хотя бы в общих чертах воспроизвести ее геометрическую реконструкцию, предложенную в 1870-х гг. талантливым итальянским астрономом Джованни Вирджинио Скиапарелли. Используя известные теоремы греческой геометрии, уже употреблявшиеся во времена Евдокса, он показал, что гиппопеда является линией пересечения цилиндра со сферой, на которой лежит эта кривая. Цилиндр при этом, как предполагается, изнутри касается сферы (см. ил. 43).



43

Гиппопеда как кривая, получающаяся при пересечении сферы и цилиндра, касающегося ее изнутри. Буквенные обозначения соответствуют приведенным на ил. 44.

Этот красивый геометрический вывод, лишь отдаленно напоминающий описания, составленные Аристотелем и Симпликием, был не так уж и чужд рассматриваемой эпохе. Учитель Евдокса Архит, решая проблему удвоения куба, рассматривал пересечение *трех* поверхностей вращения – тора (якорного кольца), конуса и цилиндра. Те, кто считает, будто Евдокс не мог оказаться вне этого тренда, но не выражает желания рассуждать об этом в категориях трансцендентных кривых четвертого порядка, могли бы дополнить сферу и цилиндр еще одной простой поверхностью, где можно расположить гиппопеду. Это некая поверхность, постоянным сечением которой является парабола. (Представьте лист бумаги, согнутый таким образом, чтобы два его противоположных края образовывали две одинаковые параболы, тогда линия гиппопеды будет полностью лежать на этом листе.) У нас нет убедительных доказательств того, знали ли Евдокс об этом свойстве изобретенной им гиппопеды, однако то же самое может быть со всей строгостью применено и к сечению цилиндра. Исходно сам Евдокс, скорее всего, рассуждал именно в этих категориях, хотя, когда средневековые и ренессансные астрономы узнали о подобных моделях, они выказали их непонимание, во всяком случае в некоторых аспектах.



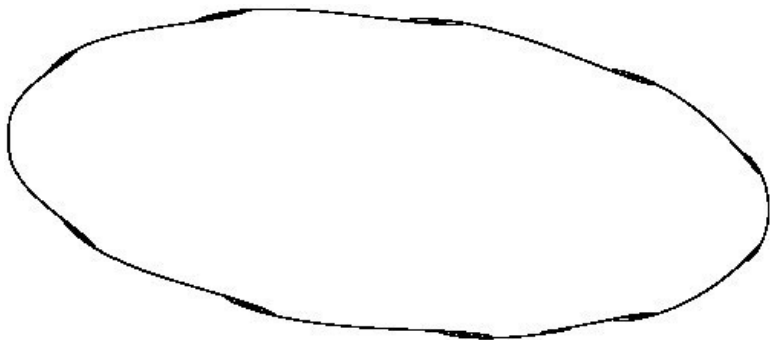
44

Вспомогательная схема, позволяющая понять геометрию гиппоеды. Диаграмма вписана в центральную плоскость ил. 43.

Модель Евдокса оказалась столь значима в истории гео-

метрической астрономии, что нам просто необходимо доказать ее хотя бы схематично для демонстрации элегантности астрономической доктрины, разработанной более двадцати трех столетий назад. Будем различать несущую и несомую сферы. На ил. 44 направление взгляда (сверху) совпадает с осью первой сферы и параллельно оси цилиндра, на поверхности которого находятся точки F , E и A . (Поучительно будет спросить, почему этот цилиндр не параллелен другой оси; или, например, не расположен симметрично между ними.) A – исходная точка планеты, а дуга AB – ее движение вдоль экватора несомой сферы за какое-то время. Если смотреть сверху, то он (экватор) будет казаться эллипсом, а угол AOB , как он виден на рисунке, – будет меньше реального трехмерного угла. На самом деле он равен изображенному на рисунке углу AOC , где C – это точка, отделившаяся от A в тот же момент времени, что и точка B , но движущаяся по другому кругу. Точки B и C , очевидно, будут располагаться на одном и том же уровне (CB образует перпендикуляр с OA). Рассмотрим теперь, как это составное движение планеты будет осуществляться во времени, если наблюдать за ним в плоскости диаграммы (то есть ортогональной проекции на эту плоскость). Планета движется вверх до точки B несомым движением и дополнительно поворачивается движением несущей сферы, осуществляющей перенос отрезка OB в OE ; причем угол BOE равен углу AOC . Необходимо доказать, что точка E лежит на линии сечения цилиндра. Если

угол CBD прямой, а точка D лежит на отрезке OC , то достаточно показать неизменность длины отрезка CD ; поскольку в этом случае вся совокупность точек типа D (включая F) будет лежать на окружности с центром в O . Угол FEA также будет прямым, поэтому точка E будет лежать на окружности с диаметром FA , то есть на сечении цилиндра.



45

Точное изображение модели Евдокса в применении к Юпитеру. Представлен вид трехмерной траектории в перспективе.

Проще всего получить доказательство постоянства длины отрезка CD , используя свойства эллипса, но, рассматривая соответствующую часть диаграммы в трех измерениях, несложно провести доказательство, основанное на отношении сторон подобных треугольников. Это легче, чем осуще-

ствить первичную визуализацию; и уж точно легче, чем доказать теорему о параболическом листе. Я бы хотел только добавить, что фокус этой параболы является четвертой частью расстояния от A до F .

Здесь мы имеем дело с задатками впечатляющей геометрической модели планетного движения, но, как это ни прискорбно, она, если брать ее в чистом виде, обладает рядом существенных недостатков. Иногда истина искажается. Неверно будет полагать, будто все витки попятного движения планет идентичны друг другу (как показано на ил. 42); неверно и то, что смещение планеты по широте обязательно должно быть значительным. Попятные движения Сатурна и Юпитера могут быть довольно правдоподобно представлены без поправок для широты (см. ил. 45 для Юпитера). К сожалению, если не вводить добавочных сфер, в этой модели можно свободно менять только два основных параметра: относительные скорости по гиппопеде и самой гиппопеды; и размеры гиппопеды, зависящие от наклона вращающейся сферы. Этих параметров явно недостаточно для согласования модели с действительными движениями Марса, Венеры или Меркурия. Если правильно задать скорости, то длина дуги попятного движения даст чудовищную ошибку, и наоборот.

С современной точки зрения относительные *скорости* по гиппопедe и самой гиппопеды зависят как от самих планет, так и от угловой скорости Земли при ее обращении вокруг Солнца, а *размер* гиппопеды по отношению к сфере за-

висит от относительных размеров планетных орбит при их вращении вокруг Солнца, включая нашу планету. Не углубляясь в детали, заметим следующее: в первом случае факты, очевидно, могут потребовать движение самой гиппопеды с такой высокой скоростью по сравнению со скоростью находящейся на ней планеты, что фаза попятного движения окажется просто нереализуемой. Именно это и происходит в упомянутых примерах. И во втором случае, если мы зафиксируем в нашей модели длину дуги попятного движения в строгом соответствии с наблюдениями, это вынудит нас принять как следствие получившуюся гиппопеду, независимо от того, какой будет ее ширина. Дело не только в ее чрезмерной величине для Марса и Венеры, но еще и в том, что в этом случае планетное движение по широте имеет весьма отдаленное отношение к орбитальным размерам. Это обусловлено преимущественно расположением планетных орбит, включая орбиту Земли, в близких друг к другу, но разных плоскостях.

КОСМОЛОГИЯ АРИСТОТЕЛЯ

По поводу моделей Евдокса существует много вопросов, оставшихся без ответа, или вовсе не имеющих ответа, и они касаются не только мотивов, понудивших его создать свою систему. Поскольку местом, где он учительствовал, была малоазийская греческая колония (Кизик находится на южном побережье Мраморного моря, к юго-востоку [через море] от современного Стамбула), не исключено, что ему были знакомы астрологические и религиозные аспекты астрономического знания. Однако к тому времени интеллектуальные предпочтения греков уже не совпадали с предпочтениями их азиатских соседей. Вероятно, греки не воспринимали поклонение звездам как нечто абсолютно враждебное, но в их религии этим вопросам отводилась второстепенная роль, как, собственно, и вопросам поклонения Солнцу и Луне, хотя у них и были соответствующие божества, персонифицированные в Гелиосе и Селене. Когда великий поэт и драматург Аристофан, умерший примерно тогда же, когда родился Евдокс, характеризовал различие между религией греков и иноземцев, он отмечал, что если последние обожествляли Солнце и Луну, то греки совершали подношения персонифицированным богам – таким, как Гермес. Эллинистическая религиозная традиция долгое время находилась в стороне от бесхитростных древних небесных религий, хотя спу-

стя несколько столетий после возникновения восточной астрологии этот тренд поменялся.

Во времена Евдокса философы, не смущаясь, включали небесные тела в свои пантеоны. К ним, считал Пифагор, нужно относиться как к божествам, а Платон признавался, что был потрясен атеистическим утверждением Анаксагора, будто Солнце – это горящая масса, а Луна подобна Земле. Платон полагал: звезды – это видимые изображения богов, порожденные всевышним и вечным Богом. Бога больше не существовало как небесной религии простолюдинов, но Он стал религией интеллектуалов-идеалистов, и благодаря усилиям многочисленных последователей, многие из которых были христианами, представления Платона о небесах оказались весьма влиятельными. Даже его оппонент Аристотель отстаивал идею о божественном происхождении звезд, представляя их как вечное вещество, находящееся в неизменном движении. Конечно, это божества, но все это совершенно не похоже на халдейские доктрины, претендующие на предсказание по небесным знакам жизни и смерти народов и отдельных людей, а также погоды и всего с ней связанного.

Мы не можем сказать с определенностью, каковы суждения Евдокса по этим вопросам, но вряд ли можно сомневаться в том, что в своей астрономической теории он был движим главным образом интеллектуальным удовольствием геометра – тем ресурсом, весомость которого часто недооценивается многими социальными историками. Хотя письмен-

ное свидетельство римского государственного деятеля и ученого Цицерона в сочинении «О природе богов» является относительно поздним (он умер в 42 г. до н. э.), именно Евдокс, по его мнению, утверждал: «Не следует верить халдеям, которые предсказывают и размечают жизнь каждого человека по дню его рождения». Во времена Цицерона римский мир вполне трезво относился к практикам такого рода, и исходя из этого многие считали эту ссылку анахроничной, однако нет никаких причин, из которых следует, что это было именно так. В действительности, она могла быть взята из источника, содержащего отсылку к способам неастрономического предсказания человеческой жизни, поскольку у вавилонян существовали технические приемы, позволяющие делать это, и они были известны в Египте задолго до Евдокса, опиравшегося только на календарь. Однако если дело обстояло именно таким образом, то это лишает силы аргумент, согласно которому Евдокс сознательно отвергал астрологию в ее наиболее известных формах.

Каковы бы ни были его мотивы, мы не можем уверенно судить об успешности всех его достижений, когда сравниваем их с более поздними астрономическими изысканиями и с устремлениями вавилонян. Тот факт, что мы способны подогнать движения Юпитера и Сатурна к предложенной им модели, не означает, будто сам Евдокс делал это с такой же точностью. У нас легко получается менять параметры этих конструкций, например изменяя скорости несущей

и несомой сфер, но другие – те, кто жил в античные времена, – не обязательно делали то же самое. Эти действия приводят по большей части к не таким уж приятным последствиям. Среди наиболее любопытных геометрических следствий можно отметить следующее: в базовой системе, состоящей из двух сфер, удвоение угловой скорости несущей сферы по отношению к скорости несомой сферы даст в итоге кривую, которая будет являться обычной окружностью, наклоненной в сторону, противоположную наклону экватора несомой сферы. Возможность появления таких вариантов должна внушить нам осторожность в отношении спекуляций на тему истинных причин следующего шага в развитии общей теории, сделанного Каллиппом из Кизика около 330 г. до н. э.

Каллипп был учеником Полемарха, а тот, в свою очередь, учился у Евдокса; он последовал за Полемархом в Афины, где остановился у Аристотеля, для «исправления и дополнения с помощью Аристотеля открытия Евдокса». Так свидетельствует Симпликий, сообщающий нам, что Каллипп увеличил количество сфер, добавив по две для Солнца и Луны и по одной на каждую планету, кроме Юпитера и Сатурна. Именно эти планеты – та самая пара планет, которая, как мы сами могли убедиться, подходит нам наилучшим образом – в достаточной мере удовлетворяли модели Евдокса. При данных обстоятельствах, сколь ни печально это признавать, мы вынуждены согласиться с тем, что в этот период

греки занимались построением только *качественной* модели попятного движения. Симпликий идет дальше и утверждает, будто Евдем составил список явлений, которые понудили Каллиппа усложнить систему.

Понимали ли греки преимущества новой модели по сравнению со старой? Общее число сфер у Евдокса равнялось 26, а у Каллиппа – 33, однако перечисленные здесь суммарные числа не должны вводить нас в заблуждение, заставляя думать, что каждый из них намеревался построить единую систему – одну для всех планет. Насколько можно судить, они оба довольствовались обоснованием моделей, построенных отдельно для каждой из планет или светил. Однако, каковы бы ни были введенные Каллиппом усовершенствования, Аристотель, как нам известно, подробно рассмотрел его идеи и превратил в унифицированную механическую систему то, что напомунало, скорее всего, набор отвлеченных геометрических теорий. Вот почему эта теория заняла столь важное место в натуральной философии на целых два тысячелетия.

Вне всяких сомнений, Аристотель – наиболее выдающийся античный философ науки. Он родился в Стагире в 384 г. до н. э. в обеспеченной семье: его отец был личным врачом деда Александра Македонского, а сам Александр являлся воспитанником Аристотеля. Аристотель учился в Афинах у Платона до самой смерти последнего в 348 г. до н. э. и, после нескольких переездов сначала в Мизию, потом на Лесбос

и в Македонию, возвратился в Афины, где основал собственную философскую школу, так называемый Ликей. Его объемные сочинения весьма систематичны, связаны друг с другом и охватывают широкую область человеческого знания. Поскольку они писались в течение продолжительного периода времени, в них, безусловно, можно обнаружить несколько незначительных противоречий. Наиболее важный, стоящий отдельно ото всех источник по космологии Аристотеля – его «*De caelo*» (в переводе это означает «О небе», но чаще употребляется в латинском написании) – был ранним трактатом, в который не вошло ничего из его крупнейших нововведений в этой области. Например, в нем ничего не говорится о том, что движет, само будучи недвижимым; об этом нам приходится справляться в его «Физике». Этот, как считалось, неподвижный двигатель, или *Primum mobile* (перводвигатель), располагающийся на крайних пределах Вселенной, был источником движений всех содержащихся в ней небесных сфер.

Аристотель писал в полуисторической манере, составляя обзоры наиболее существенных доводов своих предшественников. Самая большая глава «*De caelo*» посвящена небесным сферам – теоретической конструкции, к тому времени повсеместно признанной в Греции, а также Земле, тоже обладающей сферической формой и находящейся в центре мира. Он упоминает о теориях пифагорейцев и некоей безымянной школы, согласно которым Земля *вращается* в центре

Вселенной. Он отбрасывает эту идею, равно как и орбитальное движение Земли. Сегодня мы безоговорочно принимаем и то и другое. Теория Евдокса, скорее всего, показалась ему убедительной, поскольку в ней подразумевалось, что звезды тоже подвержены «смещениям и поворотам», хотя у нас нет реальной возможности проверить это на опыте. Евдокс, сам того не ожидая, попал в самое «яблочко» своей доктриной о неподвижной Земле. Если бы он был жив, он мог бы указать на относительную убедительность этого аргумента, поскольку звезды находятся на огромном расстоянии от нас.

Аристотель приводит множество аргументов в пользу сферической природы Земли и Вселенной. Естественное движение грубой земной материи, где бы она ни находилась, направлено вниз, к центру, в силу чего вокруг него неизбежно должна образовываться сфера из вещества. Имеется также очевидный наблюдательный факт: линия, разделяющая темную и светлую части лунной поверхности во время лунного затмения, всегда дугообразна – конечно, не самый лучший довод, если рассматривать его отдельно от остальных. Он ссылается на математиков, которые пытались измерить длину окружности Земли – Архита или Евдокса (?) – и получили для этого величину в 400 000 стадий, что соответствует примерно 74 000 километров. Хотя данное значение сильно завышено, это самая ранняя известная нам попытка оценить размеры Земли. (По современным данным, длина земного экватора составляет около 40 075 километ-

ров.)

Сфера, говорит Аристотель, представляет собой наиболее совершенную форму твердых тел, так как вдоль какого бы диаметра она ни вращалась, она всегда занимает одно и то же пространство. Он конструирует Вселенную посредством последовательного возведения над сферичной Землей все новых и новых оболочек. Только круговое движение способно совершать бесконечное количество обращений без перемены направления, и вращательное движение превосходит прямолинейное, поскольку то, что вечно, или по меньшей мере могло бы существовать неограниченно долго, то и превосходно или могло бы быть превосходным по отношению к тому, что не вечно. По Аристотелю, круговые движения являются отличительным признаком совершенства. Естественные движения на Земле – это вверх (для дыма и подобных веществ) или вниз (для грубых веществ), в то время как на небесах естественные движения представляют собой круги, не допускающие значительных перемен, которые были бы зна́ком несовершенства, дефектности. На небесах находятся простые и несмешанные тела, состоящие не из близко знакомых нам по опыту четырех элементов, а именно – земли, воздуха, огня и воды, а из особого пятого элемента – эфира. Степень его чистоты не постоянна и является наименьшей там, где он граничит с воздухом, простирающимся до сферы Луны. (Именно эта идея о существовании *пятого*, неразложимого элемента, или *сущности* [essence], дала начало на-

шему слову «квинтэссенция».)

Тогда-то Аристотель и вводит представление о небесном мире, разительным образом отличающемся от подлунного мира, подверженного переменам и разрушению. Он был единственным, не сотворенным и вечным. Эти качества стали источником проблем для христианских последователей Аристотеля. Здесь он выступал против убеждений греческих атомистов Демокрита и Левкиппа, которые отстаивали идеи о существовании пустоты (Аристотель ее отвергал по философским соображениям) и о множественности миров. Он возражал Гераклиту, говорившему о периодической гибели и возрождении Мира, а также Платону, считавшему, что мир сотворен Демиургом.

Это удивительно, но Аристотель оспаривает даже представление о небесной гармонии, подобное обнаруживаемому нами в мифе об Эре. Абсурдно полагать, – говорит он, – будто мы не слышим этого звука, так как он находился в наших ушах с самого рождения. И как в данном случае быть с общим принципом, согласно которому чем больше предмет, тем более громкий звук он издает? Гром во время грозы был бы неразличим на фоне звука, издаваемого громадными небесами. Однако Аристотель не стремится к полному развенчанию идеи небесной гармонии, и его настойчивые утверждения об относительном совершенстве эфирных пространств помогли удержаться на плаву общей платоновской вере в божественную природу небесных тел.

Для уяснения технических деталей планетной системы Аристотеля нам нужно обратиться к его «Метафизике». В ней он, похоже, берет за основу теорию Каллиппа, но если мы примем во внимание его слова «если сложить все эти сферы вместе», то увидим, что на каждое из планетных тел, помимо несущей и несомой сфер (если использовать введенную ранее терминологию), должны приходиться дополнительные «разворачивающие» сферы для компенсации действия внешних сфер, которые не связаны с рассматриваемой планетой. Например, для объяснения движения Юпитера достаточно использовать только его собственные сферы (помимо сферы неподвижных звезд). А если так, то поскольку все сферы Сатурна не имеют отношения к его собственным сферам, они должны быть нейтрализованы добавлением к Юпитеру компенсирующих сфер с такими же полюсами, как и у Сатурна, но с обратными угловыми скоростями. Когда мы перейдем к Марсу, мы должны будем нейтрализовать сферы Юпитера (но не Сатурна, поскольку это уже было сделано ранее); и так для всех планет. У Каллиппа сферы распределялись следующим образом (в скобках указано требуемое количество компенсирующих сфер): для Сатурна – 4 (3), Юпитера – 4 (3), Марса – 5 (4), Венеры – 5 (4), Меркурия – 5 (4), Солнца – 5 (4), Луны – 5 (0). Таким образом, в сумме получается 55 сфер, и Аристотель, действительно, приводит это число. Он оставляет загадочное примечание (так и не поясненное окончательно), что устранение

лишних движений Солнца и Луны потребует в общей сложности 47 сфер. На более ранней стадии, как я подозреваю, он вводил 4 компенсирующих сферы для Луны, обеспечивая таким образом неподвижность Земли.

Таким образом, Аристотель ввел механическое представление о Вселенной, состоящей из сферических оболочек. Каждая из них выполняет свою функцию, а некоторые переносят планеты. Движение больше не постулировалось в виде отвлеченных понятий из книг по геометрии и не определялось через категории платоновских идей, но, скорее, формулировалось в терминах физики движения, физики причины и следствия. Первейшая сфера – первое небо – демонстрирует вечное круговое движение, передающееся всем низлежащим сферам; однако что приводит в движение это первое небо? Этот источник его движения сам должен быть недвижимым и вечным. Существует множество теологических интерпретаций этого перводвигателя, тип активности которого воплощает собой высшую форму наслаждения, заключающуюся в чистом созерцании самого себя как объекта – естественное состояние для божественных существ. Тогда логично предположить следующее: сколько бы ни оказалось причин для недоумений, у Аристотеля было все необходимое для того, чтобы разобраться в них. Некоторые поздние комментаторы утверждали, будто бы одного перводвигателя для самой удаленной сферы вполне достаточно для обеспечения работы системы. Тем не менее, как полагал Аристо-

тель, скорее всего, каждое планетное движение по типу Евдокса обладает собственным перводвигателем, поэтому их общее число должно равняться 55 (или 47). Судя по всему, в итоге он соглашается признать их богами. В дальнейшем, в эпоху поздней Античности и в Средние века, те, кто находил эту идею неприемлемой, обычно предпочитали заменять их «духами» или ангелами.

От Симпликия мы узнаем, что система концентрических сфер продолжала изучаться и была воспринята Автоликом из Питаны, жившим около 300 г. до н. э. Автолик написал сочинения по «сферической астрономии», а именно по геометрии (небесных) сфер, и они пользовались широкой популярностью у арабов, иудеев и римлян вплоть до начала Средних веков; но эти работы не содержали теории, похожей на теорию Евдокса. Тем не менее Автолик защищал ее от нападок некоего Аристофера, оставшегося в истории в качестве учителя астронома-поэта Арата. Теорию признали несовершенной, поскольку она не могла объяснить изменение яркости планет. Симпликий полагает, что этот ее недостаток тревожил в том числе и Аристотеля.

ГЕРАКЛИД И АРИСТАРХ

Почести, воздаваемые историей астрономии Гераклиду – современнику Аристотеля из Афин, – по всей вероятности, значительно превосходят его реальные заслуги. Это была яркая фигура, чьим восхитительным литературным сочинениям не довелось дожить до наших дней. О нем говорят, будто он скоропостижно скончался во время вручения ему золотой короны в театре. На деле, он получил ее обманом: согласно одному из преданий, он подговорил посланников Дельфийского оракула сказать, что боги обещали отвести чуму от его родного города Гераклеи, если он будет коронован при жизни и удостоится культа героя после смерти.

Не преуспев в этом честолюбивом устремлении, он тем не менее добился гораздо большего успеха в аудитории интересующихся им историков. Именно он, как предполагается, поместил в центре орбит Меркурия и Венеры Солнце, которое, в свою очередь, обращается вокруг Земли. Этот хотя и робкий, но правильный шаг в направлении коперниканства вызвал особый интерес. Так или иначе, нет сомнений в его искренней убежденности в том, что Земля вращается вокруг своей оси (Аристотель упоминает об этой доктрине), и он был первым из известных нам астрономов, кто придерживался таких взглядов. Действительно, Коперник упоминает его имя именно в этой связи. Пожалуй, он вполне заслу-

живал серебряную корону.

Вряд ли идея о нахождении Солнца в центре орбит Венеры и Меркурия могла проложить себе дорогу в период астрономии Евдокса, на который пришлись годы жизни Гераклида. Постановка этого вопроса выглядела более естественной в теории эпициклов. И он упоминается в указанном контексте Теоном Смирнским, но тот жил в начале II в. н. э. В одном из комментариев к платоновским текстам еще более позднего автора Халкидия называется имя Гераклида и высказывается намерение изложить его доктрину, но из некоторых числовых данных с очевидностью следует, что в том месте, где говорится о Венере, находящейся «иногда выше, а иногда ниже Солнца», подразумевается лишь ее расположение «впереди Солнца в зодиаке» и «за Солнцем в зодиаке».

Первым астрономом, выдвинувшим решительно, без обиняков гелиоцентрическую теорию, был Аристарх Самосский. Он родился около 310 г. до н. э. на острове Самос, за пределами Малой Азии, недалеко от Милета, и умер не позднее, чем в 230 г. до н. э. В следующем веке из самого сердца ионийской культуры вышел другой астроном и математик – Конон Самосский, друг Архимеда, живший, предположительно, в 287–212 гг. до н. э. Именно благодаря Архимеду мы знаем о гелиоцентрической теории Аристарха, поскольку единственным его сочинением, дошедшим до наших дней, является трактат «О размерах и взаимных рас-

стояниях Солнца и Луны», и было бы вполне естественно предположить, что измерение этих расстояний производилось относительно Земли, находящейся в центре.

Согласно Архимеду (как сказано в самом начале его книги «Исчисление песчинок»), гипотеза Аристарха заключается в следующем: звезды и Солнце – неподвижны, Земля обращается по круговой орбите вокруг Солнца, расположенного в центре этой орбиты, а сфера неподвижных звезд, также имеющая своим центром Солнце, настолько велика в своей протяженности, что круг, где, предположительно, располагается Земля, находится в таком же отношении к расстоянию до неподвижных звезд, как центр сферы к ее поверхности.

Архимед критикует Аристарха за бессмысленность последнего утверждения, где говорится об отношении точки к поверхности, и предполагает, что тот, скорее всего, имел в виду равенство отношения диаметров Земли и Солнца к отношению сферы, на которой обращается Земля, к сфере неподвижных звезд. Некоторые современные интерпретаторы допускают такое прочтение, в то время как другие считают иначе: отношение точки к поверхности означает не более чем «безмерно огромное соотношение», настолько огромное, что нет никакой надежды обнаружить звездные параллаксы (изменения видимых положений звезд в ходе годового движения Земли).

Каковы бы ни были его намерения, нет никаких сомнений в том, что Аристарх верил в существование тех движе-

ний, которые сегодня обычно ассоциируются с именем Коперника, определенно знавшего о своем предшественнике (см. об этом далее на с. 428). Это кажется удивительным, но единственным астрономом, поддержавшим идею Аристарха в Античности, являлся Селевк из Селевкии. Селевк, как полагают, пытался доказать эту гипотезу. Он жил в середине II в. до н. э., и расцвет его деятельности наступил спустя примерно восемьдесят лет после смерти Аристарха (230 г. до н. э.). Селевкия стоит на Тигре, однако тот факт, что позже Страбон говорил о Селевке как о халдее, вероятно, является чем-то бóльшим, чем просто указанием на месопотамское происхождение: он работал, как можно предположить, в рамках школы вавилонской астрономии. Селевка нельзя считать дилетантом, поскольку Страбон утверждает, будто он открыл периодичность изменений приливов Красного моря, которую он связывал с местонахождением Луны в зодиаке.

Если, согласно Аристарху, Солнце действительно находится в самом центре земной орбиты, то представляется крайне маловероятным, что он оставил без внимания варьирование годового движения Земли, заключающееся в несовпадении продолжительности сезонов. Как мы увидим далее, это несовпадение в следующем веке изучил и объяснил Гиппарх в рамках геоцентрической гипотезы. Вряд ли, однако, неудача Аристарха в решении такого рода технических вопросов стала главной причиной непопулярности гелиоцен-

трической системы. Гораздо более важным фактором оказалось подавляющее влияние аристотелевской геоцентрической космогонии с ее сильной доктриной естественных движений тел в направлении центра мира (отождествляемого Аристотелем с центром Земли) или от него. У этого вопроса было и религиозное измерение, и, согласно Плутарху, философ стоик Клеанф полагал, что Аристарх должен быть наказан за нечестивость, поскольку настаивал на подвижности Земли. Клеанф отличался особым пылом в вопросах внедрения религии в философию, но если принимать во внимание его веру, согласно которой Вселенная – это живое существо, Бог – это ее душа, а Солнце – ее сердце, то его неприятие гелиоцентризма выглядит весьма странно.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.