

Э. Роджерс

Физика для любознательных

Том 2. Наука о земле и вселенной. Молекулы и энергия

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 53
ББК 22.3
Э1

Э1 **Э. Роджерс**
Физика для любознательных: Том 2. Наука о земле и вселенной. Молекулы и энергия / Э. Роджерс – М.: Книга по Тре-
бованию, 2024. – 650 с.

ISBN 978-5-458-34851-5

ISBN 978-5-458-34851-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ГЛАВА 12 • ЛЮДИ И НЕБЕСА

«Астроном, который не верует,— безумен».

Эдвард Юнг (1700 г.)

Возникновение человека ¹⁾

Астрономия почти так же стара, как человек. Когда же появился человек и почему он стал заниматься астрономией?

Человек начал проявлять себя как разумное существо несколько сотен тысяч лет тому назад, о чем свидетельствуют наскальные рисунки в пещерах, исследованные еще очень неполно. Этих данных недостаточно, чтобы прийти к более определенным выводам, и, по мнению антропологов, прежде всего следует решить, что мы понимаем под словом Человек. Каковы основные черты, отличающие человека от животных? Решение определенных задач? Но ведь крысы, например, могут без посторонней помощи выбираться из лабиринта, а муравьи ведут настоящие сражения. Применение различных орудий? Но обезьяны часто пользуются палками и камнями, а некоторые даже строят примитивные хижины на деревьях. Забота о будущем? Пожалуй, наиболее отчетливое отличие человека от животного появляется именно тогда, когда человек начинает изготавливать орудия для использования их в будущем. Такая работа *для будущего* содержит в себе простую форму рассуждения: *если..., то...* Человек делает стрелы для охоты на дичь, которую *может* встретить, роет могилы для умерших, веря, что им предстоит загробная жизнь. Заботы о пополнении запасов пищи и постройке жилища могут при наличии речи привести к более обширным планам... совместной жизни... традициям ... законам ...

Таким образом, человек начинает проявлять себя как планирующее и рассуждающее существо, беспокоящееся о будущем.

¹⁾ Некоторые комментарии в этой главе заимствованы из превосходной популярной книги о первобытном человеке: V. Gordon Child, *Man Makes Himself*, New York, 1951,

Он пытается приспособиться к изменяющимся условиям окружающей среды, меняет предметы своего обихода применительно к погоде, для защиты от нападений, наводнений, голода. Он совершенствует орудия труда, одежду, условия жизни, продукты питания и прочее, чтобы противостоять каждому новому изменению среды. Это давало ему значительно более высокие шансы выжить.

Каков возраст человечества? Быть может уже миллион лет назад первобытный человек, умеющий создавать орудия труда, в некоторых отношениях отличался от своих обезьяноподобных «собратьев». Примерно 200 000 лет назад существовал примитивный неандерталец, которого затем вытеснили наши более способные предки. Его основным занятием была охота, он владел лишь грубыми орудиями, но уже умел пользоваться огнем и заботливо хоронил умерших. Существует очень мало указаний на то, какими были наши прямые предки более 100 000 лет назад ¹⁾, когда люди пользовались каменными орудиями. В течение следующих 80 000 лет каменные орудия совершенствовались, появились изделия из кости с резьбой и рисунками; но люди по-прежнему были дикарями и жили небольшими группами. Художники каменного века изготавливали маленькие статуэтки, символизирующие плодородие, и рисовали на стенах пещер животных. Некоторые из дошедших до нас фигурок и изображений представляют собой истинные произведения искусства.

Лишь 12 000 лет назад началась эпоха земледелия. Наступил новый период в жизни человека — агрономия дополнила случайные урожаи, охота на диких животных стала уступать место приручению и разведению скота, его выгону на пастбища; люди начали пользоваться гончарными изделиями для приготовления пищи, возникло производство продуктов питания, простые ремесла.

Вслед за этим, за пять или шесть тысяч лет до нас началась новая эра: отдельные селения стали объединяться в государства, появились различия в жизни города и деревни, возникла цивилизация. Люди строили большие города, в которых развивались вторичные отрасли индустрии, снабжаемые организованным сельским хозяйством и обогащаемые торговлей. На смену каменным орудиям пришли изделия из металла: меди, бронзы, железа. Для

¹⁾ Этот период времени верен лишь с точностью до множителя 2. Даже если он справедлив в отношении развития человека в одной области земного шара, то может быть неверен для других областей.

решения задач, связанных со строительством, развитием ремесел и торговли, с вопросами управления, потребовались знания арифметики, геометрии, измерения веса, длины, площади, объема, времени. Снабжающее города сельское хозяйство нуждалось в календаре для своевременной посадки растений, ухода за животными и использования разливов для орошения земель. Длительные перевозки товаров по морю и суше потребовали компаса. В эпоху ранней цивилизации компас, часы и календарь были столь же необходимы, как и сейчас. *Все это дала людям астрономия.*

Развитие человека

Три тысячи лет назад на Земле уже существовали цивилизации. Благодаря систематическим наблюдениям за Солнцем, Луной и звездами были созданы часы, календарь и компас. Пока человек был лишь добытчиком пищи, для него Солнце, Луна и звезды служили не более чем грубым ориентиром. Астрономия как наука складывалась на протяжении десятка тысяч лет. Если этот срок покажется вам слишком долгим, выразите его в количестве поколений; от дикаря с примитивным мышлением до цивилизованного человека, владеющего астрономией, прошло четыреста поколений, а до современного уровня знаний — еще сто двадцать поколений. Таков быстрый процесс покорения природы и интеллектуального развития человечества.

Возникновение астрономии

Самые первые сведения о небесных явлениях накапливались медленно. В течение столетий первобытный человек наблюдал звезды, принимал Солнце как нечто непреложное, полагался на лунный свет во время охоты и даже отсчитывал время по лунным месяцам. Солнце служило ему грубыми часами днем, звезды — ночью¹⁾, восход Солнца определял восток, заход — запад; наибольшая высота Солнца (полдень) в течение всего года неизменно указывала юг, а ночью Полярная звезда — север.

При смене времен года ежедневный путь Солнца изменяется: зимой путь Солнца над горизонтом ниже, чем летом, место вос-

¹⁾ Опытный турист может определить время по звездам с точностью до $\frac{1}{4}$ часа.

хода Солнца также смещается по линии горизонта. Таким образом, по траектории Солнца можно было составить календарь времен года, как по расположению звезд на ночном небе, так как оно меняется каждую ночь в течение всего года.

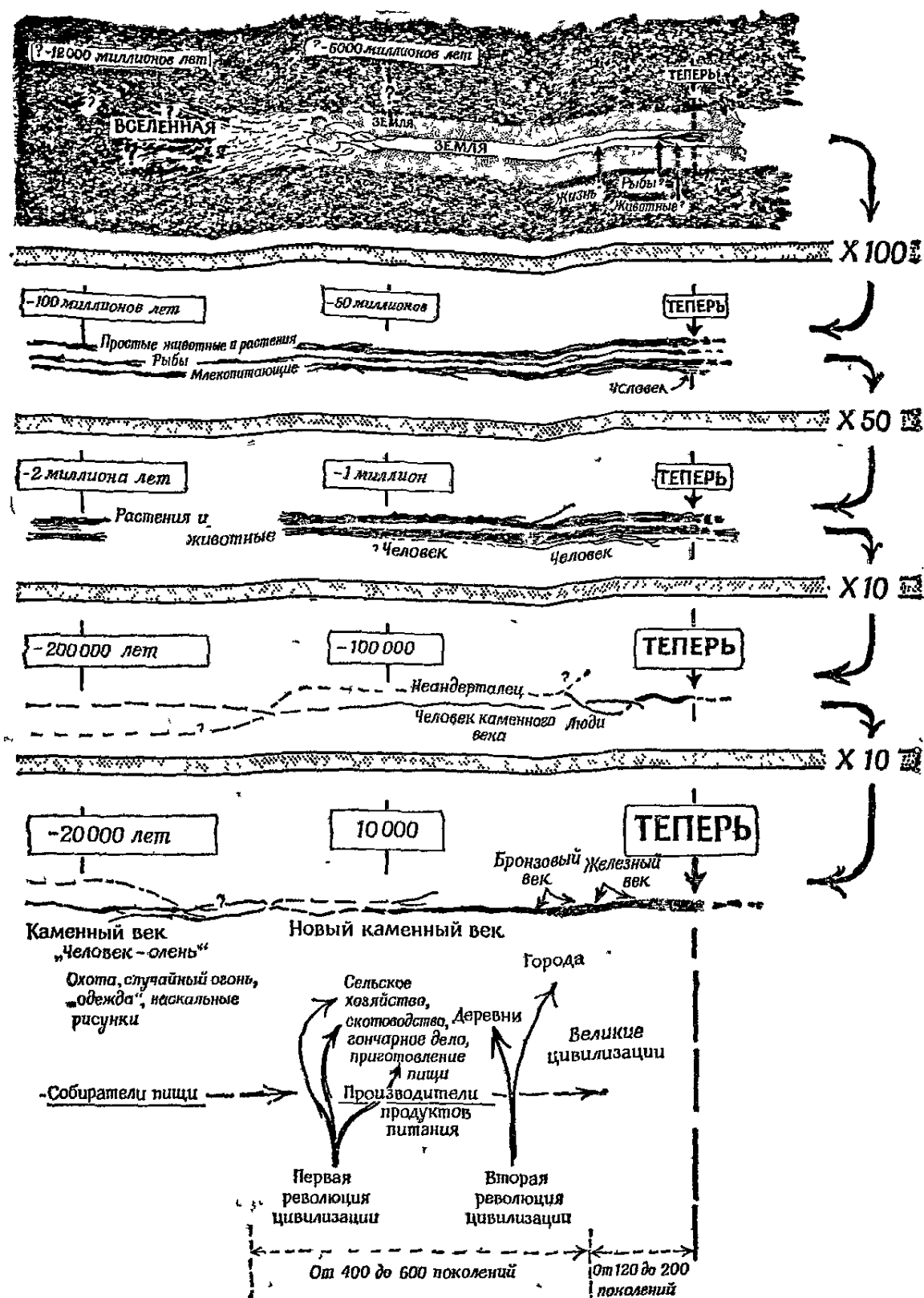
По мере развития земледелия и скотоводства календарь играл все более важную роль. Необходимо было уметь предсказывать наступление времен года, чтобы подготовить почву и вовремя посадить зерновые культуры. Овцы, прирученные человеком одними из первых, приносят ягнят в определенный сезон, поэтому первобытным пастухам тоже нужен был календарь. Создание примитивного календаря сейчас кажется нам делом несложным, но в древние времена это было настоящим искусством. Обычно календари составляли священнослужители, которых уважали и даже освобождали от тяжелой работы — ухода за скотом и полевых работ.

По мере развития городской цивилизации сведения о движении Солнца, Луны и звезд собирались и записывались со все возрастающей точностью. Эти наблюдения систематизировались и с их помощью делались прогнозы. Так, уровень воды в реке Нил поднимается в определенные времена года; очень важно не только для земледелия, но и из соображений безопасности прогнозировать наводнения. Судьба рыбаков и мореплавателей зависит от прихоти океана, его приливов и отливов, поэтому закономерности в этих явлениях и зависимость их от фазы лунного месяца тщательно отмечались. Для городов время также играло важную роль — часы и календари были необходимы для торговли и путешествий¹⁾.

Измерение времени способствовало интеллектуальному развитию. «Отсчитывая время по положению тени и учась пользоваться звездными часами, человек стал применять геометрию. Он научился определять свое положение в мировом пространстве и на Земле»²⁾.

¹⁾ Во времена древних цивилизаций не было надежных часов, существовали лишь песочные часы, лампы и водяные часы. Точное время определяли по Солнцу и звездам. Маятниковые часы и ручные часы — изобретение средневековья, отвечавшее запросам торговли и мореплавания.

²⁾ Lancelot Hogben, *Science for the Citizen*, London, 1938. В первых главах автор говорит о том, как и почему развивалась астрономия, и дает прекрасное описание астрономических измерений и их применения в навигации. Часть настоящей главы взята из этой интересной книги.



Фиг. 1. Грубая схема развития человечества.

«Возраст Вселенной» не только представляется фантастической догадкой, но всецело зависит от нашего выбора шкалы времени, астрофизики все еще обсуждают этот вопрос.

Астрономия и религия

Почему в древности люди придавали значение астрономии не только с практической точки зрения и почему вокруг Солнца, Луны, планет и звезд создавались различные мифы и суеверия?

В жизни человека ослепительно сверкающее Солнце играло огромную роль, и человек начал понимать это, как только стал задумываться над тем, что его окружает. Солнце давало свет и тепло людям, животным и посевам. Луна же служила источником света для охотников, влюбленных, путешественников, воинов. Эти огромные светильники казались тесно связанными со всей жизнью человека, и не удивительно, что за ними наблюдали и им поклонялись. Звезды являли собой мириады светильников меньшего размера и также служили источником удивления и поклонения. Люди воображали, что их передвигают боги или демоны, и наделяли звезды способностью творить добро или зло. Нам не следует считать подобные представления глупыми суевериями; ведь Солнце приносило долгожданное лето, а Луна давала полезный свет. Поэтому наивному уму представлялось вполне возможным просить Солнце и Луну приносить и другие дары. Яркая звезда Сириус всходила на рассвете, во время разливов Нила, и если египтяне считали, что Сириус вызывает наводнение, то это вполне простительно. Смешение следствия и причины — ошибка, которую часто совершают и в наши дни.

Когда выяснилось, что яркие небесные тела как бы блуждают среди остальных, то за «планетами» (буквальный перевод «странники») стали наблюдать с тревожным интересом. Позднее в ранней цивилизации люди пришли к суеверным выводам, что их судьбами и характерами управляют Солнце, Луна и блуждающие планеты. Так развитию астрономических наблюдений способствовали суеверие и вера в волшебство.

Таким образом, развитие астрономии тесно переплелось с развитием религии; впрочем, и до сих пор они довольно тесно связаны, так как современная астрономия трактует о происхождении Вселенной и о ее будущем. Ниже изложены предположения о том, какими были ранние стадии этого развития ¹⁾.

Наука, магия и религия

Науку породила магия. Первобытный человек жил во власти сил природы. Его примитивный разум заставлял смотреть на природу, как на могущественное существо, которое можно в чем-то убедить. Он пытался вызвать дождь,

¹⁾ Такие догадки весьма рискованны. Несчастье молодой науки о доисторических временах в том, что неспециалисты и даже ученые (но работающие в других областях) считают, что могут строить догадки о том, как развивался первобытный человек, и даже о том, как он мыслил. (История очень страдает от таких любителей строить догадки. Почти все здание Познания построено на них.) Но здесь нам нужно составить себе правильное представление о том, как начала развиваться наука. Можете, конечно, построить на этот счет собственную теорию, а можете обратиться к первым главам «Очерков истории» Уэллса, на которых основаны некоторые из приведенных здесь сообщений. В книге Уэллса, которую часто критикуют за фактические неточности и ошибочность некоторых высказываний, читатель найдет то, что специалистам-историкам не удастся ему дать — связное, хотя и несколько рискованное, изложение истории.

прыгая и квакая, подражая лягушке, он старался добиться успеха в охоте, рисуя на стенах пещер животных, он зарывал умерших вблизи очага, надеясь согреть их и вернуть им жизнь, и клал возле могил орудия и пищу, которые могут им понадобиться в загробной жизни. Он проводил своего рода научные эксперименты, в основе которых лежали примитивные рассуждения. И не его вина, если представления его были ошибочными. Современный человек не верит колдунам, ибо они не могут извлечь выводов из своих наблюдений — основной недостаток суеверия, упорной слепой веры. Первобытный человек не был способен разумно рассуждать и не мог правильно относиться к суевериям и предрассудкам.

Соблюдая ритуалы и поклоняясь магическим изображениям, человек пропитывался верой в могущество духов; он верил, что существуют добрые божества, которые могут ему помочь, и злобные демоны, которые приносят несчастья, верил в существование могущественных богов, которые управляют его судьбой. Точно ребенок, он пытался умиловить богов, просил, чтобы они обеспечили ему хорошую погоду, здоровье, удачную охоту. Впоследствии первоначальные причины и цели были забыты, а обряды продолжали выполняться по привычке.

Важным фактором в развитии человеческого общества явилась речь. Заговорив, человек создал основы собственного мышления. Иные существа тоже могут общаться между собой — пчелы танцами передают друг другу сведения о наличии меда, лаем собаки выражают злобу, жалобу, радость. Речь открыла перед человеком огромные интеллектуальные возможности. В ходе длительного развития речь не только позволила человеку обмениваться информацией, но дала возможность накопить эту информацию и передать ее последующим поколениям. Затем речь поднялась на более высокий уровень — появились слова, выражающие абстрактные представления. Таким образом, речь открыла человеку новую область идей и рассуждений. Конечно, прогресс этот произошел не сразу. Словесная форма мышления вначале была нечеткой и бессвязной, рассуждения не доводились до конца, слова для описания тех или иных предметов были ошибочными, похожими на нынешний детский лепет.

С возникновением разговорной речи начала развиваться религия, стали вырабатываться правила поведения отдельных личностей и общества в целом. Даже еще до развития речи в семейном укладе человек получал понятие повиновения, а с помощью разговорной речи из поколения в поколение стали передаваться такие традиции, как, скажем, уважение к родителям и др. По мере того как семейства объединялись в роды... деревни... племена..., традиции превращались в законы и обычаи во имя общего блага. На основе таких традиций, из стремления избежать несчастья и во имя успеха возникло чувство необходимости объединяться в общины, возникла религия.

Первобытная религия переплетается с мифами о богах, с религиозными обрядами, с попытками привести в систему окружающую человека природу и развивающиеся социальные отношения. В создании религии астрономия играла важную роль. Своего рода первыми профессиональными астрономами были священники (мудрейшие люди деревни или племени) — составители календаря. Их преемником явилось могущественное духовенство первых городских цивилизаций. Так, в древнем Вавилоне священники были банкирами, врачами, учеными, правителями — они стояли во главе государства. Накопленные ими знания легли в основу многих наук. Накопленная в течение многих лет информация дошла до нас впоследствии в виде библейских текстов. Но было ли это наукой?

Наука — искусство понимать природу

Любознательность и стремление накапливать знания были свойственны людям с самых древних времен. Первобытный человек копил и использовал знания — таково было начало прикладной науки. Затем он начал систематизировать знания, применять их и размышлять над ними. Это трудный шаг — от отдельных примеров к обобщениям. Понаблюдайте, как это пытается делать ребенок. Трудно уловить идею общего поведения, закона или абстрактного качества. Однако это существенный шаг в превращении набора тех или иных фактов в раздел науки. В нашем современном понимании наука никогда не являлась просто скоплением информации. Сами ученые, начиная, пожалуй, с раннего духовенства, были не просто собирателями, коллекционерами знаний. Они рылись в фактах, чтобы достичь более глубокого понимания, пытались извлечь общие идеи из наблюдаемых ими событий.

Ученые стремились *узнать, что произошло и как произошло*, и в течение многих веков размышляли над тем, *почему* произошли те или иные события. Эта тяга к познанию имела существенное значение для того, чтобы человек мог выжить; поколение, по-детски не желающее ничего понимать и ничего выяснять, вряд ли может существовать. Стремление к приобретению знаний могло возникнуть по необходимости, диктуемое страхом; оно могло быть рождено желанием заменить своеправных богов заслуживающей доверия властью. Но был и другой фактор: *интеллектуальное наслаждение* природой, наслаждение пониманием того, что происходит, наслаждение, получаемое от создания науки. Это наслаждение могло родиться в те далекие времена, когда первобытные люди рассказывали своим детям об окружающем мире, о природе, о богах, когда люди каменного века, которые с большим вниманием наблюдали за животными, создавали свои рисунки на камне и, по-видимому, наслаждались своим искусством.

Подобное удивление и восхищение характерно для каждого века, когда ученые создавали науку *как искусство понимать природу*.

Ученые прошли длинный путь — от страха перед своеправными богами до создания упорядоченных правил, но всегда их увлекало чувство любознательности и восхищения перед достигнутыми результатами.

Страх и беспокойство, удивление и восхищение — два аспекта главной движущей силы науки и религии. Две тысячи лет назад Лукреций считал, что «наука освобождает человека от страха

перед богами». Уолт Уитмен сокрушался о многочисленных заботах человека и в то же время радовался тому удовлетворению, которое испытывает ученый:

«Я верю, что листик травы не меньше поденщины звезд,
И что не хуже их муравей, и песчинка, и яйцо королька,
И что древесная жаба — шедевр, выше которого нет,
И что ежевика достойна быть украшением небесных гостиных,
И что малейший сустав моих пальцев посрамляет всякую
машину,
И что корова, понуро жующая жвачку, превосходит любую
статую,
И что мышь — это чудо, которое может одно сразить
секстильоны неверных,
И я могу каждый день в течение всей своей жизни смотреть
на дочку фермера,
Которая кипятит свой железный чайник и печет песочное
печенье.
.
Я думаю, я мог бы жить с животными, они так спокойны и
замкнуты в себе,
Я стою и смотрю на них долго-долго.
Они не скорбят, не жалуются на свой злополучный удел,
Они не плачут бессонными ночами о своих грехах,
Они не изводят меня, обсуждая свой долг перед богом,
Разочарованных нет между ними, нет одержимых бессмыс-
ленной страстью к стяжанию,
Никто ни перед кем не преклоняет коленей, не чтит
подобных себе, тех, что жили за тысячу лет,
И нет между ними почтенных, и нет на целой земле горемык».

Уолт Уитмен,
«Листья травы»¹⁾

¹⁾ Перевод К. И. Чуковского.

ГЛАВА 13 • ФАКТЫ И ПЕРВЫЕ ШАГИ НАУКИ

«Строить предположения, не располагая фактами, — все равно, что пытаться войти в дом без ключа, бессмысленно блуждая вокруг, ощупывая стены и заглядывая время от времени в окна. Факты — необходимый ключ».

Юлиан Хаксли, «Очерки популярной науки».

Факты

Прежде чем показать, как складывалась астрономия, мы расскажем о том, какие сведения можно почерпнуть, созерцая небо. Если бы жили за городом, на лоне природы, то почти все эти сведения вам известны. Если же вы выросли в городе, то предмет разговора будет казаться вам, наверно, бессвязным нагромождением фактов до тех пор, пока вы не взглянете на небо. Сейчас как раз наступил момент, когда это следует сделать.

Солнце — указатель

Каждый день Солнце поднимается от горизонта на востоке, описывает дугу, достигая максимальной высоты в полдень на юге, затем опускается к горизонту на западе. Оно слишком яркое и за ним трудно наблюдать. Но оно заставляет предметы, например вертикальный столб, отбрасывать четкую тень. В полдень, в середине дня, между восходом и закатом, тень от Солнца короче всего и в любой день года она указывает одно и то же направление — на север. Положение полуденного Солнца на небе совпадает с вертикальной «меридиональной» плоскостью, проходящей с севера на юг.

Зимой тени бывают длиннее, так как Солнце движется низко над горизонтом, поднимаясь на юго-востоке и садясь на юго-западе ¹⁾. Летом Солнце стоит выше, тени от него короче, а дни длиннее. Между этими крайними случаями имеются два «равноденствия»,

¹⁾ Такое описание годится для северных широт.