

Ч.А. Юнг

Описательная астрономия

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 52
ББК 22.6
Ч-11

Ч-11 **Ч.А. Юнг**
Описательная астрономия / Ч.А. Юнг – М.: Книга по Требованию, 2019. –
211 с.

ISBN 978-5-458-64000-8

ISBN 978-5-458-64000-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2019

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2019

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 первозданном 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.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

д) *небесная механика* является просто приложением принципов механики къ объясненію астрономическихъ фактовъ (главнымъ образомъ планетныхъ и лунныхъ движеній). Въ ней разсматриваются дѣйствія силы тяготѣнія, которая почти одна только и вліяетъ замѣтно на движенія небесныхъ тѣлъ. Около пятидесяти лѣтъ тому назадъ эта часть науки часто обозначалась именемъ *физической астрономіи*, но въ настоящее время этотъ терминъ вышелъ изъ употребленія и этимъ именемъ обозначается совершенно другая, сравнительно новая отрасль астрономіи, а именно

е) *астрономическая физика* или *астрофизика*, которая изучаетъ физическія особенности небесныхъ тѣлъ, ихъ яркость и особенности ихъ спектровъ, температуру и излученіе, природу и условія ихъ атмосферъ и поверхностей и всѣ явленія, указывающія на ихъ физическія условія или отъ нихъ зависящія.

3. Названные выше отдѣлы не являются совершенно раздѣльными и разграниченными, но переплетаются другъ съ другомъ. Напримѣръ, сферическая астрономія находитъ доказательство многихъ своихъ формулъ въ небесной механикѣ, а сама прилагается въ теоретической и практической астрономіи. Но существуютъ цѣнные труды подъ всѣми указанными выше названіями и читателю слѣдуетъ знать, чего онъ долженъ ожидать въ каждомъ изъ нихъ. Поэтому мы нашли нужнымъ назвать и опредѣлить эти различные отдѣлы, хотя они не раздѣляютъ науку на строго расчлененныя, отдѣльныя другъ отъ друга области.

Въ настоящей книгѣ мы будемъ мало считаться съ этими подраздѣленіями, такъ какъ ея цѣлью является не полное и глубокое изученіе предмета, какое требуется для спеціалиста-астронома, а лишь сообщеніе такого количества фактовъ и такого пониманія принциповъ этой науки, какихъ можно требовать отъ всякаго широко образованнаго человѣка. Читатель, добившійся этого результата, можетъ легко пожелать большаго, чѣмъ можно найти на этихъ страницахъ, и тогда онъ долженъ будетъ обратиться къ работамъ, гораздо болѣе труднымъ, разсматривающимъ предметъ болѣе подробно и глубоко.

Для чтенія настоящей книги нужны лишь элементарныя свѣдѣнія по алгебрѣ, геометріи и тригонометріи, а также самое элементарное знакомство съ механикой и физикой, особенно оптикой. Хотя для того, чтобы овладѣть астрономіей, нужно глубоко познакомиться съ математикой, однако каждый человѣкъ средняго умственного уровня можетъ въ совершенствѣ понять всѣ основные методы и принципы этой науки и можетъ весьма удовлетворительно познакомиться съ ея результатами, даже если онъ обладаетъ подготовкой не выше средней школы. Въ то же время

изложенія и доказательства такъ много облегчаются употребленіемъ тригонометрическихъ терминовъ и пріемовъ, что было бы неблагоразумно совершенно отказаться отъ нихъ въ книгѣ, которой должны пользоваться тѣ, кто уже знакомъ съ ними.

Разсматривая различные вопросы, авторъ будетъ слѣдовать тому или иному плану, какой покажется ему наиболѣе подходящимъ для того, чтобы дать учащемуся ясныя и опредѣленныя представленія и чтобы запечатлѣть ихъ въ его мысли. Обыкновенно лучше всего будетъ слѣдовать евклидовскому порядку,—сначала указывать разбираемые факты или принципы, а затѣмъ давать ихъ объясненіе. Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ предпочтительнѣй обратный пріемъ и искомое заключеніе будетъ постепенно выясняться, какъ результатъ наблюденій, на которыхъ оно основывается, совершенно такъ, какъ это было при его открытіи.

ГЛАВА I

УЧЕНИЕ О СФЕРѢ, ОПРЕДѢЛЕНІЯ И ОБЩІЯ ЗАМѢЧАНІЯ

Какъ и всѣ другія науки, астрономія имѣетъ специальную терминологию и пользуется техническими терминами для объясненія своихъ фактовъ и явленій. Въ общедоступной книгѣ, конечно, слѣдуетъ по возможности избѣгать этихъ терминовъ, хотя бы даже цѣною длинныхъ описаній и иногда и точности; но въ учебной книгѣ желательно познакомить читателя и достаточно освоить его съ наиболѣе важными изъ нихъ въ самомъ началѣ, чтобы онъ могъ пользоваться ими толково и точно.

4. Небесная сфера. Наблюдателю, смотрящему на ночное небо, кажется, что звѣзды—мерцающія точки, прикрѣпленныя къ внутренней поверхности свода; такъ какъ мы не имѣемъ указаній на ихъ разстоянія, то мы не можемъ считать однѣ изъ нихъ ближе, другія дальше и потому невольно представляемъ себѣ этотъ сводъ *сферой*, въ центрѣ которой мы находимся. И если намъ иногда кажется, что звѣзды и другіе небесные объекты дѣйствительно находятся на различныхъ разстояніяхъ, мы все же инстинктивно воображаемъ себѣ огромную сферу, которая окружаетъ и включаетъ все. На этой сферѣ мы можемъ воображать линіи и круги, болѣе или менѣе сходные съ меридіанами и параллелями на поверхности земли. Относя положенія небесныхъ тѣлъ къ этимъ кругамъ, мы можемъ ясно указывать ихъ видимыя мѣста и движенія.

Эту небесную сферу можно представлять себѣ двояко, причемъ оба представленія вполне правильны и даютъ тождественные результаты.

а) Прежде всего мы можемъ представлять ее себѣ прозрачной и обладающею конечными, хотя неопредѣленными, размѣрами, но *какимъ-то образомъ такъ связанной съ наблюдателемъ, что его глазъ остается въ ея центрѣ, куда бы онъ ни пошелъ*. Съ этой точки зрѣнія каждый наблюдатель носить свое небо съ собой и является центромъ собственнаго неба.

б) Или же, съ другой стороны,—и это обыкновенно является болѣе удобнымъ—мы можемъ считать небесную сферу математически *безконеч-*

ной по размѣрамъ. Въ такомъ случаѣ, куда бы наблюдатель ни перемѣстился, онъ не можетъ замѣтно отойти отъ ея центра. Такъ какъ ея радиусъ „больше, чѣмъ какая бы то ни была данная величина“, то размѣры континентовъ, діаметръ земли, разстояніе до солнца, орбиты планетъ и кометъ, даже разстоянія между звѣздами — все это сравнительно ничтожно и вся видимая вселенная *относительно* обращается въ точку, лежащую въ центрѣ этой сферы. Въ дальнѣйшемъ мы будемъ пользоваться именно такимъ представленіемъ о небесной сферѣ.¹

Въ такомъ случаѣ видимымъ мѣстомъ небеснаго тѣла будетъ та точка небесной сферы, въ которой линія, идущая отъ глаза наблюдателя въ направленіи, въ которомъ онъ видитъ это тѣло, и продолженная безконечно, пересѣкаетъ сферу. Такъ на рис. 1 точки *A, B, C* являются видимыми мѣстами объектовъ *a, b, c*, если наблюдатель находится въ *O*. Видимое мѣсто небеснаго тѣла зависитъ, очевидно, только отъ *направленія* къ нему и совершенно не зависитъ отъ его *разстоянія* до наблюдателя.

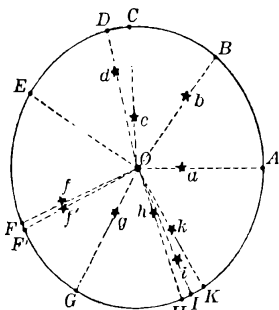


Рис. 1.

5. Линейные и угловые размѣры.

Линейные размѣры — тѣ, которые можно выразить въ линейныхъ единицахъ, напримѣръ, въ метрахъ, миллиметрахъ и т. п.

Угловые размѣры выражаются въ *угловыхъ* единицахъ, т. е. въ прямыхъ углахъ, въ радіанахъ² или (въ астрономіи чаще) въ градусахъ, минутахъ и секундахъ дуги. Такъ, напримѣръ, линейный радиусъ солнца составляетъ около 696 000 км, тогда какъ его *угловой* радиусъ составляетъ около 16' или немного болѣе четверти градуса. Очевидно, при указаніи видимыхъ разстояній и размѣровъ на небѣ можно пользоваться только угловыми единицами. Напримѣръ, нельзя ска-

¹ Большинство людей небо кажется не полусферой, а *сплюснутымъ* сводомъ, такъ что горизонтъ кажется имъ дальше зенита. Это — субъективный эффектъ, вызываемый, главнымъ образомъ, предметами, которые находятся между нами и горизонтомъ. На томъ же основаніи солнце и луна при восходѣ и заходѣ кажутся гораздо больше, чѣмъ когда они поднимутся.

² Радіанъ есть уголъ, измѣряемый дугою, длина которой равна радиусу. Такъ какъ длина окружности радиуса 1 составляетъ 2π и содержитъ 360° , т. е. 21 600' или 1 296 000'', то, очевидно, радіанъ содержитъ $(360:2\pi)^\circ$ или $(21\,600:2\pi)'$ или $(1\,296\,000:2\pi)''$, т. е. приблизительно радіанъ = $57.3^\circ = 3437.7' = 206\,264.8''$

Отсюда для того, чтобы выразить въ секундахъ дуги уголъ, выраженный въ радіанахъ, мы должны умножить его на число 206264.8; этимъ соотношеніемъ мы будемъ часто пользоваться.

затѣ, что двѣ звѣзды въ созвѣздіи Б. Медвѣдицы, извѣстныя подъ именемъ „указателей“, находятся на разстояніи одного, двухъ и т. д. *мست-ровъ*: ихъ разстояніе составляетъ около пяти *градусовъ*.

Иногда приходится говорить объ „угловой площади“, единицей которой является „квадратный градусъ“ или „квадратная минута“, т. е. небольшой квадратъ на небѣ, сторона котораго равна 1^0 или $1'$. Такимъ образомъ мы можемъ сравнить угловую площадь созвѣздія Оріона съ угловой площадью созвѣздія Тельца въ *квадратныхъ градусахъ* совершенно такъ, какъ можно сравнить площади двухъ государствъ въ квадратныхъ километрахъ.

6. Соотношеніе между разстояніемъ и видимыми размѣрами предмета. Возьмемъ шаръ съ радіусомъ BC , равнымъ r . При разсматриваніи изъ точки A (рис. 2) его видимый (т. е. *угловой*) радіусъ будетъ BAC или s ; разстояніе AC обозначимъ R .

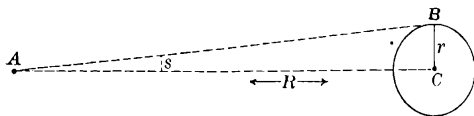


Рис. 2.

Такъ какъ уголъ при B прямой, то изъ тригонометріи мы непосредственно находимъ

$$\sin s = \frac{r}{R}.$$

Если, какъ это обыкновенно бываетъ въ астрономіи, поперечникъ предмета незначителенъ въ сравненіи съ его разстояніемъ, то мы можемъ написать $s = r/R$, что дастъ s въ *радіанахъ* (не въ градусахъ или секундахъ). Если мы желаемъ взять обыкновенныя угловыя единицы, то

$$s^0 = 57.3 \frac{r}{R}, \text{ или } s' = 3437.7 \frac{r}{R}, \text{ или } s'' = 206264.8 \frac{r}{R},$$

гдѣ s^0 означаетъ s въ *градусахъ*, s' въ *минутахъ*, s'' въ *секундахъ* дуги. При всякой формѣ этого уравненія мы видимъ, что видимый діаметръ *измѣняется пропорціонально линейному діаметру и обратно пропорціонально разстоянію*.

Въ случаѣ луны R = приблизительно 384 000 км, а r = 1737 км. Отсюда $s = 1737/384\,000 = 1/221$ радіана, что составляетъ немного больше $1/4^0$ или около $933''$

Здѣсь можно упомянуть о довольно интересномъ фактѣ, что большинству людей луна кажется имѣющей въ діаметрѣ около 30 *с.м.* (одинъ футъ); по крайней мѣрѣ, такова средняя оцѣнка. Въ основѣ этой оцѣнки вѣроятно лежитъ фізіологическій фактъ: оцѣнивая умѣренныя разстоянія въ тѣхъ случаяхъ, когда мы не можемъ опереться на промежуточные предметы, мы дѣлаемъ это по мускульному ощущенію того напряженія, съ которымъ мы сводимъ глаза на предметъ. Для разстояній не больше 15 — 20 *м.* эта оцѣнка довольно точна, но для разстояній свыше 30 *м.* она теряетъ всякое значеніе. Поэтому, глядя на луну, когда она стоитъ высоко на небѣ, нашъ глазъ получаетъ впечатлѣніе, что она находится на разстояніи не меньше 30 *м.* Другими словами, при отсутствіи промежуточныхъ предметовъ мы инстинктивно оцѣниваемъ ея разстояніе, какъ равное тому наименьшему разстоянію, при которомъ уже не приходится сводить глаза; соотвѣтственно этому мы определяемъ величину диска приблизительно равной той величинѣ, какую имѣлъ бы шаръ, который на разстояніи 30 *м.* или около того представлялся бы подъ тѣмъ же угломъ приблизительно въ полградуса, что и составляетъ около 30 *с.м.* Отсюда вытекаетъ, что поверхность неба представляется намъ на разстояніи приблизительно 34 *м.*, такъ какъ на этомъ разстояніи дискъ съ поперечникомъ въ 30 *с.м.* имѣлъ бы угловую величину въ $1/110$ радіана или $1,2''$

7. Точка схожденія. Всякая система параллельныхъ линій, продолженныхъ въ одномъ направленіи, будетъ *казаться* пересѣкающей небесную сферу въ одной точкѣ. На самомъ дѣлѣ эти линіи будутъ пересѣкать ее въ различныхъ точкахъ, раздѣленныхъ на поверхности сферы линейными разстояніями, равными дѣйствительнымъ разстояніямъ между линіями. Но на безконечно отдаленной поверхности эти конечныя разстоянія будутъ невидимы и будутъ представляться подъ центральными углами менѣе всякой данной величины. Такимъ образомъ эти точки сольются въ *пятно* безконечно малыхъ размѣровъ, которое можно назвать „точкой схождения“ перспективы. Такъ, ось земли и *всѣ линіи, параллельныя этой оси*, указываютъ на небесный полюсъ.

ОПОРНЫЕ ТОЧКИ и КРУГИ

8. Зенитъ. Зенитомъ называется *точка, лежащая по отвѣсу прямо надъ головой*, т. е. точка, въ которой пересѣкаетъ небо отвѣсная линія, продолженная вверхъ. Она опредѣляется *направленіемъ силы тяжести* въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится наблюдатель.

Еслибы земля была совершенно сферической, зенитъ можно было бы также опредѣлить, какъ точку, въ которой встрѣчаетъ небо линія, проведенная *изъ центра земли къ наблюдателю и продолженная вверхъ*. Но такъ какъ земля не представляетъ собою точной сферы, какъ мы увидимъ ниже, то это второе опредѣленіе даетъ точку, извѣстную подъ именемъ *геоцентрическаго зенита*, не тождественную съ *истиннымъ* или *астрономическимъ зенитомъ*, который опредѣляется *направленіемъ силы тяжести*.

9. Надиръ. Надиромъ называется точка, противоположная зениту, лежащая внизу подъ ногами.

Оба эти слова, зенить и надиръ, взяты изъ арабскаго языка, который далъ вообще много астрономическихъ терминовъ.

10. Горизонтъ. Горизонтъ представляетъ собой большой кругъ небесной сферы, которому зенить и надиръ служатъ полюсами; такимъ образомъ онъ находится посрединѣ между ними, въ 90° отъ того и другого.

Горизонтальная плоскость или *плоскость горизонта* есть плоскость, перпендикулярная къ направлению силы тяжести, и горизонтъ можно также правильно опредѣлить, какъ пересѣченіе небесной сферы съ этой плоскостью.

Иногда различаютъ *наблюдаемый* и *истинный* горизонты. Плоскость наблюдаемаго горизонта проходить черезъ наблюдателя, плоскость истиннаго горизонта проходить черезъ центръ земли параллельно плоскости наблюдаемаго. Эти двѣ плоскости, параллельныя другъ другу и отстоящія другъ отъ друга приблизительно на 6400 км, опредѣляютъ на небѣ два горизонта, наблюдаемый и истинный. Очевидно однако, что на безконечно удаленной поверхности небесной сферы эти два сѣченія сливаются въ одинъ большой кругъ, который и есть горизонтъ въ его первомъ опредѣленіи. Поэтому мы имѣемъ на небѣ только одинъ *горизонтальный кругъ*.

11. Видимый горизонтъ есть линія, гдѣ встрѣчаются небо и земля. На сушѣ это неправильная линія, изламываемая горами и деревьями и не имѣющая астрономическаго значенія, но на морѣ это кругъ, имѣющій большое значеніе при наблюденіяхъ. Однако это не *большой* кругъ, а, говоря технически, *малый*, находящійся ниже истиннаго горизонта на величину, которая зависитъ отъ высоты наблюдателя надъ водой. Эта разница называется *пониженіемъ горизонта* и будетъ рассмотрѣна ниже.

12. Вертикальные круги или вертикалы. Это—большіе круги, проходящіе черезъ зенить и надиръ и потому непремѣнно перпендикулярные къ горизонту,—говоря технически, вспомогательные круги къ нему.

Параллели высоты или альмукантары. Это—малые круги, параллельные горизонту. Названіе альмукантара мало употребительно.

Названные выше точки и круги опредѣляются всецѣло *направленіемъ силы тяжести* въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится наблюдатель.

13. Суточное вращеніе неба. Наблюдая ночное небо впродолженіе нѣсколькихъ часовъ, мы замѣтимъ, что нѣкоторыя звѣзды поднимаются на востокъ, другія заходятъ на западъ и почти всѣ созвѣздія мѣняютъ свои мѣста. При болѣе долгомъ и внимательномъ наблюденіи можно замѣтить, что звѣзды движутся по кругамъ (рис. 3), равномерно, такъ что ихъ относительныя положенія не мѣняются, какъ еслибы онѣ были прикрѣплены къ внутренней поверхности сферы, вращающейся и совер-



Рис. 3. Суточное движеніе звѣздъ около полюса.

шающей оборотъ вокругъ своей оси въ теченіе сутокъ. Путь, который описывается звѣздою за сутки, называется ея *суточнымъ кругомъ*.

Нетрудно замѣтить, что въ нашихъ широтахъ видимый полюсъ этой сферы — точка, около которой она вращается — лежитъ на сѣверѣ, приблизительно посрединѣ между горизонтомъ и зенитомъ, такъ какъ въ этой области звѣзды перемѣщаются мало и сохраняютъ свое положеніе въ теченіе цѣлой ночи.

14. Полюсы. Полюсы можно опредѣлить, какъ тѣ двѣ точки неба, одна въ сѣверномъ полушаріи, другая въ южномъ, въ которыхъ *суточный кругъ звѣздъ сводится къ нулю*, т. е. точки, въ которыхъ звѣзда,

еслибы тамъ была такая, не измѣнила бы своего мѣста за всѣ двадцать четыре часа. Линія, соединяющая эти точки, есть, конечно, *ось* небесной сферы, около которой сфера кажется вращающейся въ теченіе сутокъ.

Точное мѣсто полюса можно найти, наблюдая какую-нибудь звѣзду вблизи полюса два раза черезъ промежутокъ въ 12 часовъ и беря середину между двумя наблюденными положеніями звѣзды.

Только что указанное опредѣленіе полюса не зависитъ отъ теорій относительно причины видимаго вращенія неба. Если мы допустимъ, однако, что оно обусловлено вращеніемъ земли вокругъ ея оси, то полюсы можно опредѣлить, какъ *точки, въ которыхъ продолженіе земной оси пересѣкаетъ небесную сферу*.

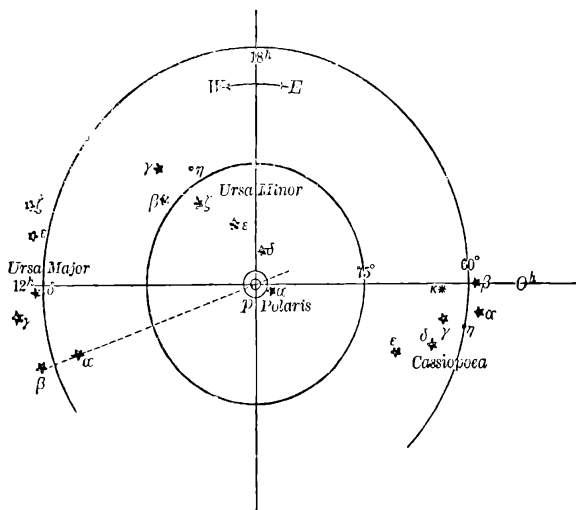


Рис. 4.—Полярная и

15. Полярная (Polaris). Мѣсто небеснаго полюса очень ясно отмѣчается *Полярною* звѣздою, второй величины, которая теперь отстоитъ отъ полюса на 1° съ небольшимъ. Мы говоримъ *теперь*, такъ какъ вслѣдствіе медленнаго измѣненія направленія земной оси, извѣстнаго подъ именемъ „прецессіи“ (которое будетъ разсмотрѣно ниже), разстояніе Полярной отъ полюса постоянно измѣняется и уже нѣсколько сотъ лѣтъ постепенно уменьшается.

Полярная стоитъ довольно изолированно на небѣ и ее легко найти при помощи такъ называемыхъ „указателей“, двухъ звѣздъ въ „Ковшѣ“ (созвѣздія Большой Медвѣдицы), очень хорошо указывающихъ ее, какъ представлено на рис. 4. Полюсъ лежитъ очень близко къ линіи, соеди-

няющей Полярную со звѣздой Мизаромъ (ξ Большой Медвѣдицы, на сгибѣ ручки Ковша), на разстояніи около одной пятой разстояніи между указателями, которые удалены другъ отъ друга приблизительно на 5° .

Къ сожалѣнію, южный полюсъ не отмѣчается замѣтной звѣздой

16. Небесный экваторъ или равноденственный кругъ. Это—большой кругъ посрединѣ между полюсами и потому въ 90° отъ каждаго изъ нихъ. Его можно также опредѣлить, какъ пересѣченіе плоскости земного экватора съ небесной сферой. Его имя произошло изъ того, что дважды въ году, когда солнце пересѣкаетъ этотъ кругъ, приблизительно 20 марта и 22 сентября, день и ночь бываютъ равны.

17. Точка весенняго равноденствія или точка весны. Строго говоря, равноденствіе есть то *время, когда* солнце пересѣкаетъ экваторъ, но для удобства этимъ именемъ стали обозначать и то *мѣсто, гдѣ* оно пересѣкаетъ экваторъ. Это пересѣченіе повторяется дважды въ году, около 20 марта и 22 сентября. *Точка весенняго равноденствія или весеннее равноденствіе есть точка экватора, въ которой солнце пересѣкаетъ его весной.* Ее иногда называютъ Гринвичемъ небесной сферы, такъ какъ ею пользуются, какъ опорной точкой на небѣ,—какъ пользуются Гринвичемъ на землѣ. Ея положеніе не отмѣчено никакой замѣтной звѣздой.

18. Часовые круги. Часовыми кругами называются большіе круги небесной сферы, проходящіе черезъ ея полюсы и потому перпендикулярные къ небесному экватору. Они въ точности соотвѣтствуютъ земнымъ меридіанамъ и потому ихъ иногда называютъ „небесными меридіанами“. Но этотъ терминъ неудобенъ, такъ какъ можетъ приводить къ путаницѣ съ тѣмъ меридіаномъ, который мы сейчасъ опредѣлимъ.

19. Меридіанъ и первый вертикаль. *Меридіанъ есть большой кругъ, проходящій черезъ полюсъ и зенитъ.* Такъ какъ это большой кругъ, то онъ непремѣнно долженъ проходить черезъ оба полюса и черезъ зенитъ и надиръ и долженъ быть перпендикуляренъ къ экватору и горизонту.

Его можно также правильно опредѣлить, какъ *вертикаль*, проходящій черезъ *полюсъ*, или еще какъ *часовой кругъ*, проходящій черезъ зенитъ, такъ какъ всѣ вертикалы должны проходить черезъ зенитъ, а всѣ часовые круги черезъ полюсъ.

Первымъ вертикаломъ называется вертикаль (проходящій черезъ зенитъ), перпендикулярный къ меридіану и, слѣдовательно, идущій по небу *отъ востока къ западу*.