

**Е. Левитан**

# **Астрономия**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 52  
ББК 22.6  
Е11

**Е. Левитан**

Е11      Астрономия / Е. Левитан – М.: Книга по Требованию, 2021. – 134 с.

**ISBN 978-5-458-28417-2**

Учебное пособие состоит из четырех разделов: первый включает в себя основной учебный материал, второй - разнообразный дополнительный материал к каждому параграфу, в третьем разделе собраны практические знания по важнейшим темам, в четвертом - справочном разделе - учащиеся найдут инструкции для выполнения астрономических наблюдений, таблицы, список литературы. Пособие предназначено для учащихся средних профессионально-технических училищ.

**ISBN 978-5-458-28417-2**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2021

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.



Об астрономии говорят, что она не нуждается в прикрасах. И это верно: трудно представить себе что-нибудь более увлекательное, чем познание тайн необъятной Вселенной. Возникнув в глубокой древности, астрономия прошла огромный путь в своем развитии и превратилась в одну из сложнейших физико-математических наук. Вам предстоит изучать лишь основы современной астрономии. Вы узнаете о том, что известно сейчас о строении Солнечной системы и природе входящих в ее состав небесных тел, получите представление об удивительном мире звезд и звездных систем, научитесь правильно объяснять многие наблюдаемые астрономические явления, узнаете, как ученые определяют расстояние до небесных тел, их размеры, массы, температуру и химический состав, как, опираясь на материалистическую философию и достижения современной физики, создается астрономическая картина мира. Процесс познания Вселенной бесконечен. Поэтому вам предстоит изучить не только установленные факты, законы и теории, но и познакомиться с некоторыми нерешенными проблемами астрономической науки, с обсуждаемыми в ней гипотезами и предположениями. Все это расширит ваш кругозор, поможет осознать себя современниками космической эры.

### КАК РАБОТАТЬ С УЧЕБНЫМ ПОСОБИЕМ

Внимательно прочитайте оглавление. Обратите внимание на структуру пособия. Книга состоит из четырех разделов. *Первый* включает основной учебный материал. *Второй* содержит разнообразный дополнительный материал к каждому параграфу основного текста. В *третьем* разделе собраны практические задания по важнейшим темам. В *четвертом*, справочном разделе вы найдете основные сведения о планетах и наиболее ярких звездах, список литературы, примерные темы рефератов.

Прежде всего необходимо изучить основной материал, относящийся к данному уроку. Для этого недостаточно просто прочитать текст соответствующего параграфа. Нужно поработать над вопросами-заданиями, которые вы встретите перед текстом параграфа, внутри текста, в подписанных подписях, в упражнениях после каждого параграфа. Вопросы-задания помогут вам определить, как усвоен основной материал. В конце каждой темы и всего курса выделено то, что вы должны особенно хорошо запомнить.

Большинство практических заданий, включенных в третий раздел, для своего выполнения требуют лишь подвижной карты звездного неба (она приложена к книге). Но есть и такие, для которых необходим «Школьный астрономический календарь» (попытайтесь приобрести его). Наблюдения — важнейшая составная часть курса астрономии. Не забывайте об этом и обязательно найдите время для самостоятельных наблюдений. У многих из вас могут быть бинокли. Нетрудно самому сделать и простейший телескоп. Тогда

вы, руководствуясь соответствующими заданиями, сумеете выполнять астрономические наблюдения не только невооруженным глазом, но и с помощью этих оптических инструментов.

Если, заинтересовавшись учебным материалом, вы пожелаете узнать больше того, что сказано в параграфе основного текста, прочитайте дополнительный материал к параграфу. Еще более углубить и расширить приобретенные знания вам поможет чтение рекомендуемых научно-популярных журналов и книг.

Приступая к работе с книгой, хорошо усвойте используемые в ней сигналы-символы:

1° — вопрос-задание, которое нужно обязательно выполнить;

21\* — вопрос-задание (или упражнение) повышенной трудности (предназначено интересующимся);

VI, 134 — таблица VI, с. 134;

[ 5] — порядковый номер в списке рекомендуемой литературы;

9.2 — второе дополнение к § 9 основного текста.

Желаем вам больших успехов в учебе!

## Основной учебный материал

### 1. ВВЕДЕНИЕ В АСТРОНОМИЮ

#### § 1. ПРЕДМЕТ АСТРОНОМИИ

**1•.** *Постарайтесь вспомнить, при изучении каких учебных предметов вы уже встречались с различными сведениями из области астрономии.*

**1. ЧТО ИЗУЧАЕТ АСТРОНОМИЯ.** Вы уже знаете, что Солнце и движущиеся вокруг него небесные тела составляют Солнечную систему. Земля — одна из планет Солнечной системы. Планеты сами не светятся, а отражают солнечный свет. Даже в призмный бинокль заметны диски Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна. Звезды, которые по своим размерам во много раз превосходят планеты, и в крупные телескопы видны как точки. Мы не можем рассмотреть диски звезд потому, что звезды отдалены от нас на очень большие расстояния.

Звезды — огромные раскаленные шары. В отличие от планет они излучают собственный свет и тепло. В Солнечной системе есть лишь одна звезда — Солнце. Ночью невооруженным глазом можно увидеть одновременно до 3000 звезд. Это ничтожная доля от многих миллиардов звезд, образующих громадные звездные системы.

Небесные тела и их системы находятся в непрерывном движении, развитии и изменении. Они имеют свою историю, нередко насчитывающую миллиарды лет.

Наука, изучающая строение небесных тел, законы их движения и эволюции, называется астрономией («астрон» — звезда, «номос» — закон).

**2. ВЗАИМОСВЯЗЬ АСТРОНОМИИ И ДРУГИХ НАУК. ЗНАЧЕНИЕ АСТРОНОМИИ.** Современная астрономия — одна из фундаментальных наук о природе. Она имеет свой, только ей присущий предмет исследования, а также характерные для нее инструменты (прежде всего телескопы, с. 81) и методы исследования.

Астрономия возникла из *практических* потребностей человека. Она возникла раньше других наук, так как была, по словам Энгельса, «...уже из-за времен года абсолютно необходима для пастушеских и земледельческих народов»<sup>1</sup>. Маркс подчеркивал, что «необходи-

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 500.

мость вычислять периоды подъема и спада воды в Ниле создала египетскую астрономию...»<sup>2</sup>. Действительно, еще семь тысяч лет назад египтяне научились согласовывать свой календарь со звездой Сириус, заметив, что приблизительно в день нового года, начинавшегося с момента разлива Нила, Сириус появляется над горизонтом перед самым восходом Солнца.

Развитие сухопутных и морских путешествий было невозможно без ориентировки. С давних пор в далеких путешествиях люди использовали для ориентировки ночью звезды, а днем — Солнце. Проходили века и тысячелетия, а астрономия продолжала служить людям. Астрономические наблюдения и сейчас используются для решения таких важных практических вопросов, как измерение времени, составление точных географических карт и выполнение разнообразных геодезических работ. Специальные разделы практической астрономии — *мореходная* и *авиационная* — необходимы штурманам морских и воздушных кораблей.

Однако этим далеко не исчерпывается в настоящее время практическое значение астрономии. Новые требования к астрономии предъявляет и космонавтика. Нужно уметь с большой точностью определять расстояния до различных тел Солнечной системы и рассчитывать оптимальные траектории полета космических ракет. Ориентирами при полетах космических кораблей служат Солнце, самые яркие звезды, Земля и другие планеты.

Изучение Луны, метеоритов и планет Солнечной системы играет всевозрастающую роль в изучении Земли. А с искусственных спутников Земли и орбитальных научных станций теперь изучают Землю теми же методами (визуальные наблюдения, фотографирование, спектральные и радиофизические исследования), которые обычно применяют в астрономии.

Астрономия связана с физикой и математикой, космонавтикой и геофизикой, химией и биологией, философией и научным атеизмом. Исключительное значение для развития астрономии имели изобретение телескопа, открытие спектрального анализа, появление радиофизических методов исследования, электронно-вычислительных машин и, наконец, запуски искусственных спутников Земли и космических ракет.

Одна из ведущих областей астрономии — *астрофизика*. Она возникла еще в прошлом веке, но сейчас, в период научно-технической революции, развивается особенно бурно. Астрофизика не только использует достижения земной физики, но и обогащает последнюю ценными сведениями о состояниях вещества, находящегося в условиях очень высоких и очень низких температур, давлений, плотностей, гравитационных и магнитных полей. Вселенная как бы становится грандиозной космической лабораторией.

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 23, с. 522.



рией, где сама природа дает возможность изучать на основе познанных человеком законов физики поведение вещества в условиях, резко отличающихся от земных.

*Астрономия имеет большое значение для формирования материалистического мировоззрения.* Классики марксизма-ленинизма в своих произведениях неоднократно обращались к достижениям астрономической науки, когда нужно было наиболее наглядно и убедительно проиллюстрировать важнейшие философские положения. Выявляя место человека во Вселенной и помогая постичь сущность происходящих во Вселенной процессов, астрономия наряду с другими науками о природе составляет естественнонаучную основу диалектико-материалистического мировоззрения. *Астрономия имеет большое атеистическое значение.* Как вам известно из курсов истории и обществоведения, церковь на протяжении многих веков яростно боролась против развивающейся науки и, в частности, против астрономии. В «священных» книгах (Библия, Коран и др.) отражены наивные представления людей далекого прошлого о строении мира и о сотворении его богом. Данные современной астрономии позволяют убедительно показать несостоятельность религиозного мировоззрения, а также нелепость многочисленных суеверий и предрассудков, связанных с различными астрономическими явлениями (затмения Солнца и Луны, появления комет, новых звезд и т. п.). Таким образом, знать основы астрономии необходимо и для того, чтобы иметь правильное научное мировоззрение.

**3. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ.** Основной источник информации о небесных телах и явлениях, происходящих во Вселенной, — *наблюдения*. Они проводятся в специальных научно-исследовательских центрах — *обсерваториях*, оснащенных современными инструментами. В Советском Союзе несколько десятков астрономических обсерваторий. Крупнейшие из них: Пулковская в Ленинграде, Крымская, Бюраканская (вблизи Еревана), Специальная астрофизическая обсерватория (на Северном Кавказе), Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга (в Москве) и ряд других.

Даже в хорошую погоду всегда беспокойная атмосфера искажает изображения небесных светил и ограничивает возможности наземных телескопических наблюдений. Часть излучения небесных светил поглощается атмосферой. Особенно сильно поглощаются инфракрасные, ультрафиолетовые и рентгеновские лучи. Как же исследовать небесные тела в этих лучах? Только с помощью приборов, установленных на стратостатах, искусственных спутниках Земли и космических ракетах.

Благодаря *внеатмосферным наблюдениям* небесные тела можно исследовать во всем спектре электромагнитного излучения — от гамма- и рентгеновских лучей с длиной волны менее стомиллионной

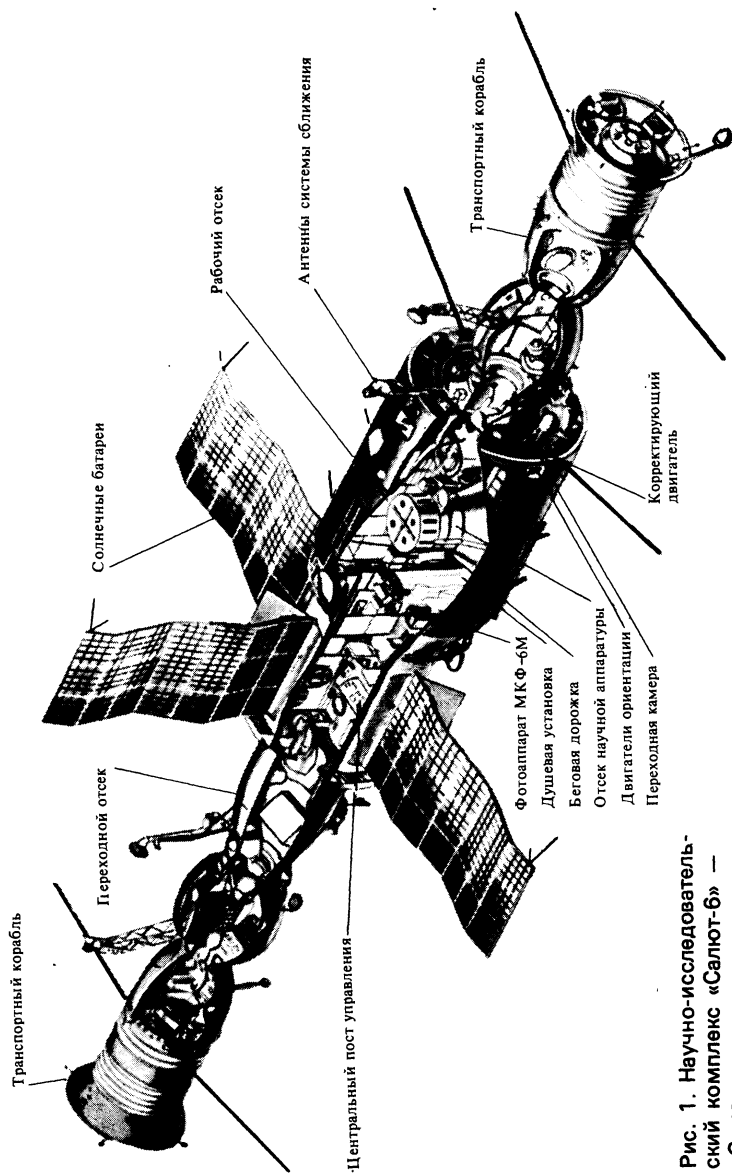


Рис. 1. Научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз»

доли сантиметра до радиоволн с длиной волны в сотни метров и даже километры. Напомним, что наш глаз воспринимает излучение («видимый свет») в пределах от 0,4 до 0,75 мкм.

Начало космической эры, ознаменованное 4 октября 1957 г. запуском первого в мире советского искусственного спутника Земли (1 ИСЗ), открыло принципиально новый путь для развития астрономии. Космонавтика не только дополняет и обогащает наземную астрономию данными внеатмосферных наблюдений, но и впервые за всю историю астрономии позволяет проводить эксперименты в околоземном пространстве и на ближайших к Земле небесных телах. Вместе с тем развитие космонавтики стимулирует прогресс во многих «земных» областях науки и техники (приведите примеры).

Большие перспективы в развитии внеатмосферной астрономии открывают наблюдения и эксперименты, выполняемые на долговременных научных орбитальных станциях. На борту научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз» (рис. 1) советские космонавты совершили длительные космические полеты. За период с 1977 по 1980 г. работали четыре основных экипажа, которые провели в космосе соответственно около 96, 140, 175 и 185 сут, а также несколько экипажей посещения, включая международные. В состав международных экипажей входили советские космонавты и их коллеги из социалистических стран. Один за другим к станции «Салют-6» прилетали грузовые транспортные корабли «Прогресс», доставляющие на борт необходимые экипажам приборы, почту и другие грузы. Самый длительный в истории космонавтики космический полет (211 сут.) совершили в 1982 г. А. Н. Березовой и В. В. Лебедев на новой орбитальной научной станции «Салют-7».

Познание Вселенной немыслимо без объединения усилий ученых многих стран. Международное сотрудничество ученых в области исследования Вселенной сближает народы разных стран, способствует укреплению и упрочению мира на нашей планете.

Подобно тому как без демонстрационных опытов и лабораторных работ нельзя глубоко усвоить сущность физических явлений и законов, без астрономических наблюдений неполноценным будет овладение основами астрономии. Простейшие наблюдения (например, ознакомление со звездным небом) можно выполнять без каких-либо инструментов, невооруженным глазом. Успешно справиться с этой работой вам помогут подвижная карта звездного неба и «Школьный астрономический календарь» (с. 126). Наблюдения небесных светил могут быть выполнены с помощью призматического бинокля, а также школьного или самодельного телескопа (с. 83). Такие наблюдения запомнятся надолго, и нередко, именно благодаря им, люди, став взрослыми, на многие годы остаются любителями астрономии.

**Упражнение 1.** 1. Что такое «астрономия»? 2. Зачем нужно знать астрономию? 3. Как астрономы изучают небесные тела? 4. Сравните основные методы исследования в астрономии и физике. 5. Как взаимно обогащают друг друга астрономия и физика, астрономия и космонавтика? 6. Попробуйте нарисовать схему, показывающую взаимосвязь астрономии и других наук. 7. Выполните задания 1—4 (с.127).

## § 2. ЗВЕЗДНОЕ НЕБО И ЕГО ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ЗВЕЗДНЫХ КАРТАХ

**2\*. Какие созвездия и звезды вам известны и можете ли вы найти их на небе?**

**1. СОЗВЕЗДИЯ.** Звездное небо в безоблачную и безлунную ночь в открытой местности вдали от городского освещения представляет собой красивейшее зрелище. Кажется, что невозможно разобраться в картине звездного неба. Но так ли это?

Очень давно люди мысленно стали объединять звезды в фигуры — *созвездия*, называя их именами героев древних мифов и легенд, животных или предметов (с. 84). В расположении звезд в созвездиях обычно трудно найти что-либо общее с их названиями. Поэтому при изучении звездного неба полезно запоминать характерные фигуры, образованные самыми яркими звездами важнейших созвездий. Так, зная, что семь ярких звезд созвездия Большой Медведицы расположены в виде ковша, каждый может легко найти это созвездие на небе (с. 85).

В настоящее время четко определены *границы* каждого из 88 созвездий. Поэтому, например, к созвездию Большой Медведицы относятся не только семь ярких звезд ковша, но и много слабых. Принадлежность звезд к тому или иному созвездию определяется лишь тем, что наблюдатель, находящийся на Земле или в пределах Солнечной системы, видит эти звезды по соседству. На самом деле это «соседство» только кажущееся, а в пространстве звезды находятся на огромных расстояниях друг от друга.

Звезды каждого созвездия обозначают буквами греческого алфавита:  $\alpha$  (альфа) — обычно самая яркая,  $\beta$  (бета) — следующая по блеску, затем  $\gamma$  (гамма),  $\delta$  (дельта),  $\epsilon$  (эпсилон),  $\zeta$  (дзета),  $\eta$  (эта) и т. д. Некоторые звезды имеют и собственные имена: Полярная ( $\alpha$  Малой Медведицы), Вега ( $\alpha$  Лир), Сириус ( $\alpha$  Большого Пса) и ряд других (II, с. 132).

**2. ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ.** В далекие времена, когда люди еще ничего не знали о размерах звезд, яркие звезды называли звездами первой величины (сокращенное обозначение  $1^m$ ); слабые звезды, едва различимые невооруженным глазом, — звездами шестой величины ( $6^m$ ). Конечно, «звездная величина» не имеет отношения

к размерам звезды. Это лишь освещенность, создаваемая светилom в месте наблюдения. В отличие от принятых в физике люксов освещенность в астрономии по традиции выражают в звездных величинах.

Для более точной оценки блеска используют *дробные* звездные величины ( $2,3^m$ ;  $3,5^m$  и т. д.). Блеск звезды  $6^m$  ровно в 100 раз меньше блеска звезды  $1^m$ . Отсюда следует, что отношение блеска звезд двух соседних звездных величин есть  $\sqrt[5]{100} = 2,512 \approx 2,5$ . Зная это, вы легко сумеете сравнить блеск звезд с известными звездными величинами.

Например, взяв из таблицы VII (с.134) звездные величины Капеллы ( $m_1 = 0,2^m$ ) и Денеба ( $m_2 = 1,3^m$ ), найдем, что Капелла ярче Денеба в  $2,512^{m_2 - m_1} = 2,512^{1,1}$  раза. Обозначив эту величину через  $x$ , вычислим ее значение:  $x = 2,512^{1,1}$ ;  $\lg x = 1,1 \cdot \lg 2,512 = 1,1 \cdot 0,4 = 0,44$ ;  $x = 2,75$ .

Светила, блеск которых превосходит блеск звезд  $1^m$ , имеют *нулевые* и *отрицательные* звездные величины ( $0^m$ ,  $-1^m$  и т. д.). К ним относятся несколько самых ярких звезд и планет, а также, конечно, Солнце ( $-27^m$ ) и Луна ( $-13^m$ ). Шкала звездных величин продолжается и в сторону звезд, невидимых невооруженным глазом. Есть звезды  $7^m$ ,  $8^m$  и т. д.

### 3\*. Во сколько раз Сириус ярче Полярной звезды?

**3. ЭКВАТОРИАЛЬНЫЕ КООРДИНАТЫ.** Из курса географии вы знаете, что местонахождение любого пункта на Земле однозначно определено, если указаны его *географическая широта* ( $\varphi$ ), отсчитываемая от экватора, и *географическая долгота* ( $\lambda$ ), отсчитываемая от нулевого меридиана.

Положение любой звезды на звездной карте (и на звездном небе!) тоже определяется двумя координатами. Внимательно посмотрите на звездную карту, вложенную в книгу. Вы увидите на ней координатную сетку. Сетка небесных координат сходна с сеткой географических координат: *земным* параллелям соответствуют *небесные* параллели, меридианам — *круги склонения*, северному полюсу *Земли* — северный «полюс *мира*», *земному* экватору — *небесный* экватор. Небесный экватор отстоит от полюса мира на  $90^\circ$ . Вблизи северного полюса мира находится *Полярная звезда*. Небесная координата, аналогичная географической широте, называется *склонением* светила и отсчитывается в обе стороны от небесного экватора к северному и южному полюсам от 0 до  $90^\circ$ . Северное склонение считается положительным, а южное — отрицательным.

### 4\*. В каких пределах заключены склонения звезд, нанесенных на вашу карту звездного неба?

Небесная координата, аналогичная географической долготе, называется *прямым восхождением*. Прямое восхождение, как и

географическую долготу, можно выражать не в градусах (от 0 до  $360^\circ$ ), а в единицах времени (от 0 до  $24^h$ ), зная, что за 24 часа Земля (а нам кажется, небосвод!) делает один оборот вокруг своей оси. Значит, 24 часа соответствуют  $360^\circ$ , 1 час —  $15^\circ$ , 1 минута —  $15'$ , 1 секунда —  $15''$ .

Найдите на небесном экваторе точку *весеннего равноденствия*  $\Upsilon$ . В этой точке центр солнечного диска, перемещаясь в течение года на фоне звезд, бывает в день весеннего равноденствия (21 марта). От  $\Upsilon$  вы и будете отсчитывать на карте прямое восхождение светил (по часовой стрелке).

Склонение ( $\delta$ ) и прямое восхождение ( $\alpha$ ) называются *экваториальными координатами*. Они и положены в основу составления звездных карт, атласов, каталогов.

**Упражнение 2.** 1. Как вы думаете, можно ли долететь до какого-нибудь созвездия? 2. Какая из звезд ярче — звезда 2-й звездной величины или звезда 5-й величины? 3. Выясните собственные названия звезд, у которых:  $\delta = 20^\circ$ ,  $\alpha = 14,2^h$ ?  $\delta = 16,3^\circ$ ,  $\alpha = 4,5^h$ ? 4. Определите по карте экваториальные координаты звезд  $\alpha$  Лебеда,  $\alpha$  Возничего,  $\alpha$  Девы и сравните с данными табл. VII, 134. 5. Выполните задания 5—7 (с.127).

## § 3. ИЗМЕНЕНИЕ ВИДА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

### 1. ИЗМЕНЕНИЕ ВИДА ЗВЕЗДНОГО НЕБА В ТЕЧЕНИЕ СУТОК

**5\*.** Установите звездную карту на 19 ч, 21 ч, 23 ч данного дня. Изменяется ли вид звездного неба? Разберемся в причине этого явления.

Вы знаете, что Солнце восходит в восточной части горизонта, медленно поднимается; в полдень, находясь над точкой юга, достигает наибольшей высоты (*кульминирует*), а затем опускается к горизонту и заходит в его западной части. Это суточное движение Солнца.

Суточное движение совершают и другие светила — Луна, планеты, звезды. Взаимное расположение звезд не меняется: усыпанный звездами небосвод вращается как единое целое.

Суточное движение наиболее ярких звезд нетрудно запечатлеть на фотографической пластинке. Для этого лучше всего сфотографировать неподвижным аппаратом область неба вблизи Полярной звезды (рис. 2). Чем продолжительнее будет экспозиция, тем большую дугу прочертит звезда.

Суточное вращение небосвода — *видимое явление*. Оно вызвано тем, что в действительности вращается земной шар. Мы не замечаем вращения Земли и видим лишь его отражение — суточное движение светил (с.87).

На рис. 2 видно, что вблизи центра концентрических дуг (северного