

І. ВВЕДЕНИЕ

1. ПРЕДМЕТ АСТРОНОМИИ

1. Что изучает астрономия. Связь астрономии с другими науками, ее значение. *Астрономия*¹ — наука, изучающая движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и их систем. Накопленные ею знания применяются для практических нужд человечества.

Астрономия является одной из древнейших наук, она возникла на основе практических потребностей человека и развивалась вместе с ними. Элементарные астрономические сведения были известны уже тысячи лет назад в Вавилоне, Египте, Китае и применялись народами этих стран для измерения времени и ориентировки по сторонам горизонта.

И в наше время астрономия используется для определения точного времени и географических координат (в навигации, авиации, космонавтике, геодезии, картографии). Астрономия помогает исследованию и освоению космического пространства, развитию космонавтики и изучению нашей планеты из космоса. Но этим далеко не исчерпываются решаемые ею задачи.

Наша Земля является частью Вселенной. Луна и Солнце вызывают на ней приливы и отливы. Солнечное излучение и его изменения влияют на процессы в земной атмосфере и на жизнедеятельность организмов. Механизмы влияния различных космических тел на Землю также изучает астрономия.

Курс астрономии завершает физико-математическое и естественнонаучное образование, получаемое вами в школе.

Современная астрономия тесно связана с математикой и физикой, с биологией и химией, с географией, геологией и космонавтикой. Используя достижения других наук, она в свою очередь обогащает их, стимулирует их развитие, выдвигая перед ними все новые задачи.

Изучая астрономию, необходимо обращать внимание на то, какие сведения являются достоверными фактами, а какие — научными предположениями, которые со временем могут измениться.

Астрономия изучает в космосе вещество в таких состояниях и масштабах, какие неосуществимы в лабораториях, и этим расши-

¹ Это слово происходит от двух греческих слов: а с т р о н — светило, звезда и н ó м о с — закон.

ряет физическую картину мира, наши представления о материи. Все это важно для развития диалектико-материалистического представления о природе.

Предвычисляя наступление затмений Солнца и Луны, появление комет, показывая возможность естественнонаучного объяснения происхождения и эволюции Земли и других небесных тел, астрономия подтверждает, что предела человеческому познанию нет.

В прошлом веке один из философов-идеалистов, доказывая ограниченность человеческого познания, утверждал, что, хотя люди и сумели измерить расстояния до некоторых светил, они никогда не смогут определить химический состав звезд. Однако вскоре был открыт спектральный анализ, и астрономы не только установили химический состав атмосфер звезд, но и определили их температуру. Несостоятельными оказались и многие другие попытки указать границы человеческого познания. Так, ученые сначала теоретически оценили температуру лунной поверхности, затем измерили ее с Земли при помощи термоэлемента и радиометодов, потом эти данные были подтверждены приборами автоматических станций, созданных и посланных людьми на Луну.

2. Масштабы Вселенной. Вы уже знаете, что естественный спутник Земли — Луна является ближайшим к нам небесным телом, что наша планета вместе с другими большими и малыми планетами входит в состав Солнечной системы, что все планеты обращаются вокруг Солнца. В свою очередь Солнце, как и все звезды, видимые на небе, входит в состав нашей звездной системы — Галактики. Размеры Галактики так велики, что даже свет, распространяющийся со скоростью 300 000 км/с, проходит расстояние от одного ее края до другого за сто тысяч лет. Подобных галактик во Вселенной множество, но они очень далеки, и мы невооруженным глазом можем видеть лишь одну из них — туманность Андромеды.

Расстояния между отдельными галактиками обычно в десятки раз превосходят их размеры. Чтобы яснее представить себе масштабы Вселенной, внимательно изучите рисунок 1.

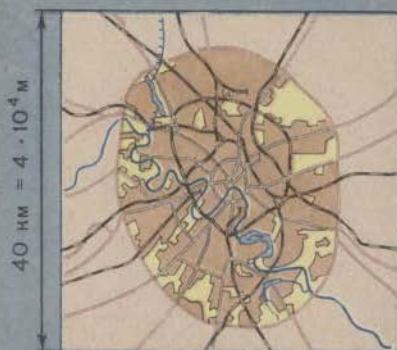
Звезды являются наиболее распространенным типом небесных тел во Вселенной, а галактики и их скопления — ее основными структурными единицами. Пространство между звездами в галактиках и между галактиками заполнено очень разреженной материей в виде газа, пыли, элементарных частиц, электромагнитного излучения, гравитационных и магнитных полей.

Изучая законы движения, строение, происхождение и развитие небесных тел и их систем, астрономия дает нам представление о строении и развитии Вселенной в целом.

Проникнуть в глубины Вселенной, изучить физическую природу небесных тел можно при помощи телескопов и других приборов, которыми располагает современная астрономия благодаря успехам, достигнутым в различных областях науки и техники.

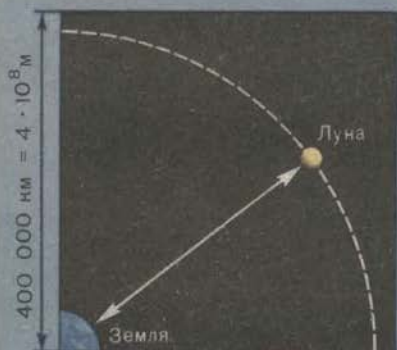
План г. Москвы

Расстояние до ближайших звезд



Система Земля-Луна

Часть Галактики



Часть Солнечной системы

Приближительная граница наблюдаемой части Вселенной



Рис. 1. Масштабы Вселенной (показано, что умещается в квадрате, сторона которого больше предыдущего в 10^4 раз, а последнего в 10^3 раз. Граница наблюдаемой части Вселенной дана условно, лишь по порядку величины).

1. Телескопы. Основным астрономическим прибором является телескоп.

Назначение телескопа — собрать как можно больше света от исследуемого объекта и (при визуальных наблюдениях) увеличить его видимые угловые размеры.

Основной оптической частью телескопа служит объектив, который собирает свет и создает изображение источника.

Если объектив телескопа представляет собой линзу или систему линз, то телескоп называют рефрактором (рис. 2), а если вогнутое зеркало — то рефлектором (рис. 3).

Собираемая телескопом световая энергия зависит от размеров объектива. Чем больше площадь его поверхности, тем более слабые светящиеся объекты можно наблюдать в телескоп.

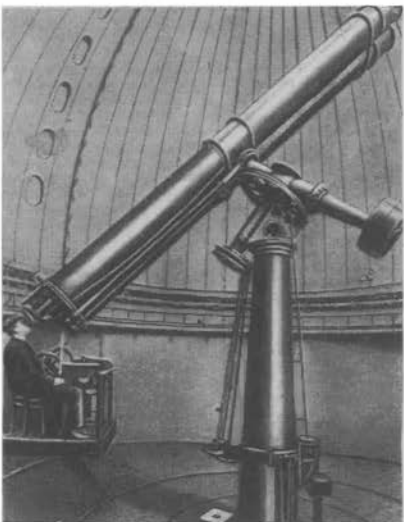
В рефракторе лучи, пройдя через объектив, преломляются и образуют изображение объекта в фокальной плоскости (рис. 4, а). В рефлекторе лучи от вогнутого зеркала отражаются и потом также собираются в фокальной плоскости (рис. 4, б). Изображение небесного объекта, построенное объективом, можно либо рассматривать через линзу, называемую окуляром, либо фотографировать.

При изготовлении объектива телескопа стремятся свести к минимуму все искажения, которыми неизбежно обладает изображение объектов. Простая линза сильно искажает и окрашивает края изображения. Для уменьшения этих недостатков объектив изготовляют из нескольких линз с разной кривизной поверхностей и из

разных сортов стекла. Поверхности вогнутого стеклянного зеркала, которая серебрится или алюминировается, придают для уменьшения искажения не сферическую, а параболическую форму.

Советский оптик Д. Д. Макусов разработал систему телескопа, называемую менисковой. Она соединяет в себе достоинства рефрактора и рефлектора. По этой системе устроена одна из моделей школьного телескопа. Тонкое выпукло-вогнутое стекло — мениск — исправляет искажения, даваемые большим сферическим зеркалом. Лучи, отразившиеся от зеркала, отражаются затем от посеребренной

Рис. 2. Телескоп-рефрактор.



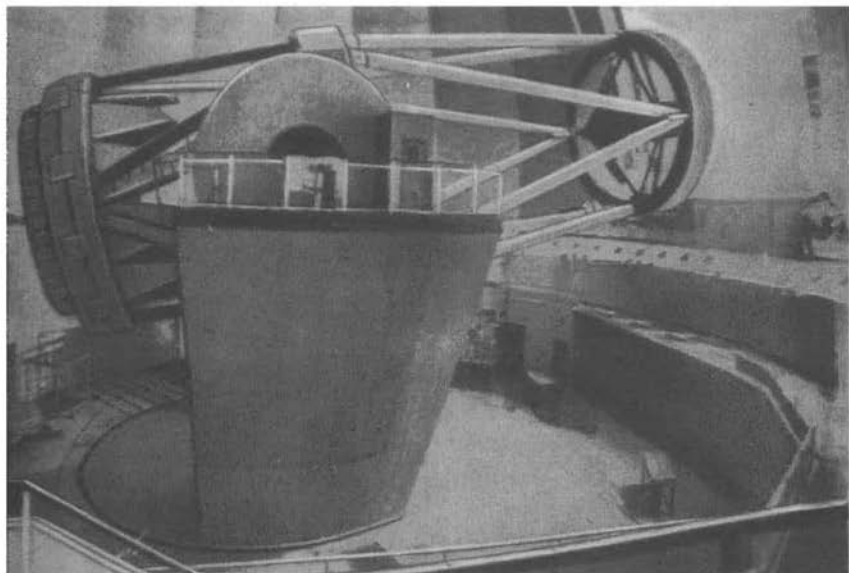


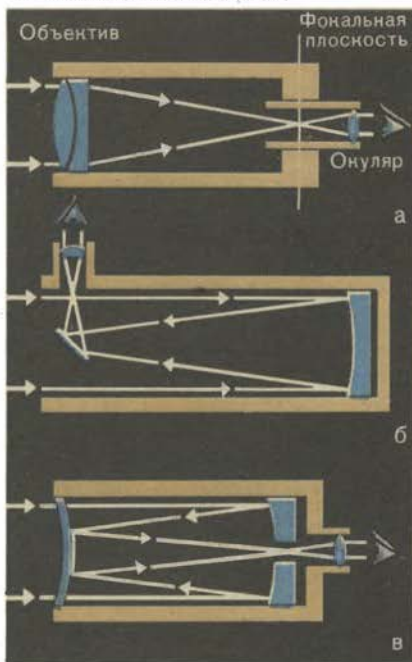
Рис. 3. Крупнейший в мире телескоп-рефлектор, диаметр зеркала которого 6 м (СССР).

площадки на внутренней поверхности мениска и идут в окуляр (рис. 4, в), роль которого выполняет короткофокусная линза. Существуют и другие телескопические системы.

Телескоп увеличивает видимые угловые размеры Солнца, Луны, планет и деталей на них, а также видимые угловые расстояния между светилами, но звезды в любой телескоп из-за огромной удаленности видны лишь как светящиеся точки.

В телескопе получается обычно перевернутое изображение, но это не имеет никакого значения при наблюдении космических объектов. Введение добавочных линз в окуляр делает телескоп подзорной трубой, дающей прямые изображения, но при этом теряется часть света.

Рис. 4. Схемы хода лучей в телескопах: а — рефрактор; б — рефлектор; в — менисковый телескоп.



При наблюдениях в телескоп редко используются увеличения свыше 500 раз. Причина этого — воздушные течения, вызывающие искажения изображения, которые тем заметнее, чем больше увеличение телескопа.

Самый большой рефрактор имеет объектив диаметром около 1 м. Диаметр вогнутого зеркала самого большого в мире рефлектора — 6 м. Этот телескоп изготовлен в СССР и установлен в горах Кавказа. Он позволяет наблюдать звезды, в десятки миллионов раз более слабые, чем видимые невооруженным глазом.

2. Особенности астрономических наблюдений. В основе астрономии лежат наблюдения, производимые с Земли и лишь с 60-х годов нашего века выполняемые также из космоса — с автоматических и пилотируемых станций. Наблюдения в астрономии, играя такую же роль, как опыты в физике и химии, имеют ряд особенностей.

Первая особенность состоит в том, что астрономические наблюдения в большинстве случаев *пассивны* по отношению к изучаемым объектам. Мы не можем активно влиять на небесные тела, ставить опыты (за исключением редких случаев), как это делают в других естественных науках. Лишь использование космических аппаратов дало возможность проводить непосредственные исследования на Луне и ближайших планетах.

Кроме того, многие небесные явления протекают столь медленно, что наблюдения их требуют громадных сроков; так, например, изменение наклона земной оси к плоскости ее орбиты становится хорошо заметным лишь по истечении сотен лет. Поэтому для нас не потеряли своего значения некоторые наблюдения, производившиеся тысячи лет назад, хотя они и были, по современным понятиям, очень неточными.

Вторая особенность. Мы наблюдаем положение небесных тел и их движение с Земли, которая сама находится в движении — вращается вокруг своей оси и обращается вокруг Солнца. Однако мы, описывая движение небесных тел по отношению к земному наблюдателю, нередко считаем его неподвижным. Например, говорим о восходе и заходе светил, хотя известно, что это происходит вследствие вращения Земли, о годичном движении Солнца по созвездиям, хотя оно является следствием обращения Земли вокруг Солнца. Кроме того, из-за движения Земли вид неба для земного наблюдателя в течение года изменяется. Он зависит не только от того, в каком месте Земли находится наблюдатель, но и от того, в какое время суток и года он наблюдает. Например, когда у нас зимний день, в Южной Америке летняя ночь, и наоборот. Есть звезды, видимые лишь летом или зимой.

Третья особенность астрономических наблюдений связана с тем, что все светила находятся от нас очень далеко, так далеко, что ни на глаз, ни в телескоп нельзя решить, какое из

них ближе, какое дальше. Все они кажутся нам одинаково далекими. Поэтому расстояние между объектами на небе (например, между звездами) измеряют углом, образованным лучами, идущими к объектам из точки наблюдения (рис. 5). Такое расстояние называется угловым и выражается в градусах и его долях. При этом считается, что две звезды находятся недалеко друг от друга на небе, если близки направления, по которым мы их видим (например, звезды *A* и *B*, см. рис. 5). Возможно, что третья звезда *C*, на небе более далекая от *A*, в пространстве к *A* ближе, чем звезда *B*.



Рис. 5. Угловые измерения на небе и высота светила над горизонтом.

Угловое расстояние светила от горизонта h (см. рис. 5) называется высотой светила над горизонтом.

Высота светил отсчитывается от 0° (светило находится на горизонте) до 90° (светило над головой). Положение светила относительно сторон горизонта (стран света) указывается с помощью второго угла, который называется азимутом и меняется в пределах от 0 до 360° (отсчет ведется от юга по ходу часовой стрелки).

Измерения высоты светила и его азимута выполняют специальными угломерными оптическими инструментами — *теодолитами*.

Для приближенной оценки угловых расстояний на небе полезно знать, что угловое расстояние между двумя звездами «ковша» (α и β , см. рис. 7) Большой Медведицы равно примерно 5° .

Видимые размеры небесных объектов также можно выразить в угловых единицах. Например, диаметры Солнца и Луны в угловой мере примерно равны $0,5^\circ$.

По своему линейному размеру диаметр Солнца больше диаметра Луны примерно в 400 раз. Почему их угловые диаметры почти равны? ?

О том, как определяют на основании угловых измерений линейные расстояния до небесных тел и их линейные размеры, вы узнаете из § 12.

3. Ваши наблюдения. Для лучшего усвоения астрономии вы должны как можно раньше приступить к наблюдениям небесных явлений и светил. Подробные указания к наблюдениям и использованию подвижной карты звездного неба, имеющейся в учебнике, даны в приложениях VI и VII.