**Содержание**

Введение 2

1. Светимости звезд 4

2. Из чего состоят звезды 5

3. Лот в безднах мироздания 8

Заключение 13

Список литературы 15

# Введение

Открылась бездна, звезд полна, Звездам числа нет, бездне — дна.

Так писал великий ученый и поэт, чуткий ценитель красоты природы Михаиле Ломоносов. Не в ущерб ему, приведем еще одно высказывание о звездах, принадлежащее, однако, менее авторитетному лицу. «Коллективный автор» Козьма Прутков изложил один анекдот о Декарте так:

«Однажды, когда ночь покрыла небеса невидимою своею епанчею, знаменитый философ Декарт, сидя на ступеньках домашней своей лестницы, некий прохожий подступил к оному, с превеликим вниманием на мрачный горизонт смотревшему, с вопросом: «Скажи, мудрец, сколько звезд на небе сем? — «Мерзавец! — ответствовал сей: — никто необъятного объять не может...»

Смысл всех этих слов тот, что звездам, видимым на небе, «несть числа», а между тем, если говорить о звездах, видимых невооруженным глазом, то они все сочтены давным-давно. Эта задача не необъятна. Мы вполне можем «объять» множественность звезд, она лишь кажется необъятной.

Присмотритесь к звездному небу, разыщите на нем с помощью звездной карты созвездия, и вы скоро убедитесь, как легко ориентироваться на небе, держать на учете все звезды, видимые невооруженным глазом. Их всего около 6000, а сразу над горизонтом их видно только около 3000. Если мы говорим «около», та лишь потому, что острота зрения и прозрачность воздуха бывают различны. В списки занесены и помечены на картах не только все эти звезды, но и множество более слабых.

С уменьшением блеска звезд число их растет, и даже простой их счет становится все более затруднительным.

Так сказать, «поштучно» сосчитаны и занесены в каталоги, а также на карты все звезды ярче 11-й звездной величины. Число звезд, более слабых, мы тоже знаем, но уже не так точно, но это и не так важно. Мы поступаем с ними, как лесничие с деревьями в лесах, не подсчитывающие каждое дерево при учете запасов леса. На небольших типовых площадках определенного размера они подсчитывают число деревьев и умножают их затем на число таких площадок, содержащихся в площади, занятой лесом. Мы поступаем со звездами подобно этому.

Итак, мы держим на строгом учете около миллиона звезд, а всего доступно нашему наблюдению около двух миллиардов звезд. Числа — внушительные, но «объять» их можно.

# 1. Светимости звезд

Где-то в море в ночной тьме тихо мерцает огонек, и если бывалый моряк не объяснит вам, что это, вы часто и не узнаете: то ли перед вами фонарик на носу проходящей шлюпки, то ли мощный прожектор далекого маяка. В том же положении в темную ночь находимся и мы, глядя на мерцающие звезды. Их видимый блеск зависит и от их истинной силы света, называемой светимостью, и от их расстояния до нас. Только знание расстояния до звезды позволяет подсчитать ее светимость по сравнению с Солнцем. Так, например, светимость звезды, в действительности в десять раз менее яркой, чем Солнце, выразится числом 0,1.

Истинную силу света звезды можно выразить еще и иначе, вычислив, какой звездной величины она бы нам казалась, если бы она находилась от нас на стандартном расстоянии в 32,6 светового года, т.е. на таком, что свет, несущийся со скоростью 300 000 км в секунду, прошел бы егоза это время. Десятая часть этого расстояния (т.е. расстояние в 3,26 светового года) принимается специалистами-астрономами за единицу для выражения межзвездных расстояний и называется парсеком. Ее назвали так потому, что с этого расстояния угол, под которым виден радиус земной орбиты, перпендикулярный к лучу зрения (этот угол называется параллаксом), составляет в точности одну секунду дуги. Парсек в 206 265 раз больше расстояния от Земли до Солнца, т.е. астрономической единицы, так что

1 парсек — 3,26 светового года =

= 206 265 астрономических единиц = 3,083 х 1013 км.

На стандартном расстоянии в 10 парсек, или 32,6 светового года, Солнце показалось бы нам звездой 5-й звездной величины, т. е. не особенно хорошо видимой невооруженным глазом даже в безлунную ночь. Звездная величина светила на этом стандартном расстоянии называется абсолютной звездной величиной.

Блеск звезд, как и всякого источника света, изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. Этот закон позволяет вычислять абсолютные звездные величины или светимости звезд, зная расстояния до них.

Когда расстояния до многих звезд стали известны, то мы смогли вычислить их светимости, т.е. смогли как бы выстроить их в одну шеренгу и сравнивать друг с другом в одинаковых условиях. Надо сознаться, что результаты оказались поразительными, поскольку раньше считали все звезды «похожими на наше Солнце». Светимости звезд оказались удивительно разнообразными. Приведем только крайние примеры светимости в мире звезд.

Одной из самых слабых является звезда № 359 по каталогу Вольфа. Она в 50 000 раз слабее Солнца и ее абсолютная величина +16,6.

На другом краю шеренги звезд стоит S Золотой Рыбы, видимая только в странах южного полушария Земли как звездочка 8-й величины. Она в миллион раз ярче Солнца, и ее абсолютная величина —10,6. Если яркость обычной свечи принять за яркость Солнца, то в сравнении с, ней 8 Золотой Рыбы будет мощным прожектором, а звезда 359 Вольфа слабее самого жалкого светляка!

Итак, звезды — это далекие солнца, но их сила света может быть совершенно иной, чем у нашего центрального светила. Менять наше Солнце на другое нужно было бы с оглядкой. От света одного мы ослепли бы, при свете другого бродили бы, как в густых сумерках.

# 2. Из чего состоят звезды

Различие спектров — звездных паспортов — известно давно и получило правильное объяснение в 30-х годах нашего века на основе теории ионизации газов. Было доказано, что это различие зависит в основном не от различия химического состава их атмосфер, который у всех звезд почти одинаков, а от различия их температур. Так, при сравнительно низкой температуре звезд классов К и М или солнечных пятен могут существовать стойкие химические соединения, например, окись титана. В более горячей звезде окись титана распадется на составные части — титан и кислород. В ее атмосфере атомы металлов, легко возбуждаемые и охотно поглощающие свет фотосферы, будут играть главную роль в поглощении и больше всего прояэят себя в спектре. Если звезда еще горячее, то атомы металлов ионизуются в ней и дают уже другие линии в спектре.

У еще более горячей звезды атомы металлов теряют уже не один электрон, а больше, и линии их спектра переходят в невидимую нам ультрафиолетовую часть спектра, предоставляя место для назойливого выпячивания водородных линий. Водородные атомы возбуждаются в большем числе и поглощают свет фотосферы (и производят этим темные линии в спектре) при этой более высокой температуре более интенсивно.

Химический состав атмосфер звезд и Солнца по исследованиям Рессела (США), Унзольда (Германия) и других в основном почти одинаков и близок к химическому составу земной коры не только качественно, но и количественно, за исключением того, что в земной атмосфере нет заметных количеств водорода и гелия. Число атомов разного сорта в звездных атмосферах удалось теперь определить по интенсивности производимых ими темных линий в спектре, на основе теории спектров атомов и из лабораторных опытов по определению поглощательной способности различных газов и паров. Различия в химическом составе звездных атмосфер все же есть, они проявляются, например, в различии спектров звезд классов М и N и у горячих звезд типа Вольфа — Райе.

В следующей табличке даны логарифмы среднего числа атомов в столбе атмосфер сечением 1 см2 для звезд и Солнца по сравнению с такими же, но относительными данными для Земли и метеоритов. (Надо помнить,- что различие в логарифмах на 2 соответствует различию в числах в 100 раз и т.д.)

Все эти данные не вполне точны, но мы видим, что атмосферы звезд-солнц не только состоят из тех же химических элементов, что и земная кора, но и относительное содержание каждого из них в Земле и в звездах очень сходно, за исключением того, что в звездах и Солнце водорода и гелия гораздо больше.

Любопытно в связи с этим вспомнить, что философ Огюст Конт, позитивист и приверженец идеализма, накануне открытия спектрального анализа утверждал, что человек никогда не узнает химического состава звезд. Развитие науки опровергло ошибочное и вредное утверждение Конта. Так же были опровергнуты предсказания невозможности наблюдать когда-либо солнечную корону вне полных затмений. Ставить пределы человеческому познанию нельзя!

В атмосферах звезд обнаружены не все химические элементы, известные нам, и причина этого та же, что в случае Солнца, о котором мы уже говорили.

Атмосферы звезд и Солнца отличаются от Земли по химическому составу, главным образом за счет их богатства водородом и гелием.

Согласно теоретическим расчетам недра звезд, по крайней мере большинства их, тоже состоят в основном из водорода.

В химическом составе отдельных звезд встречаются, как мы уже говорили, некоторые отклонения от средней нормы. Так, есть звезды, несколько более богатые неоном или стронцием. Академик Г.А. Шайн (в Симеизе), удостоенный Государственной премии, обнаружил, что в некоторых холодных звездах встречается аномально много особого вида углерода, так называемого тяжелого изотопа углерода. Обладая теми же химическими свойствами, что обычные атомы углерода, атомы этого изотопа тяжелее на 1/12 долю. Это показывает, что на разных мирах нет абсолютной тождественности условий, как и должно быть в бесконечной и бесконечно многообразной Вселенной.

Большой интерес представило открытие в 1965 г. нескольких «инфракрасных звезд». Эти звезды хотя и видны в телескоп визуально, но большая часть их излучения сосредоточена в далекой инфракрасной области спектра, начиная с 9500 ангстрем (А). Они несколько похожи по спектру на очень красные звезды, но представляют собой какой-то новый класс объектов с очень низкой температурой: 1000° и, может быть, даже 700°. Это приближает нас к допущению существования совсем темных звезд, но число их должно быть очень невелико. Инфракрасные звезды содержат в спектре полосы поглощения окиси титана и окиси ванадия, а, кроме того, и полосы поглощения... водяных паров! Да, да,— вода на звездах, на которых воды-то уж никак нельзя было ожидать. Но во внешних частях атмосферы столь холодных звезд горячие водяные пары могут существовать. Не забудьте, конечно, что и столь «холодные» звезды состоят из разреженного горячего газа — это тоже не огненно-жидкие, тем более не твердые тела.

Сравнительное однообразие химического состава известных небесных тел, быть может, разочарует кого-нибудь. Однако несомненно большое значение этого факта, подтверждающего материальное единства Космоса. Это единство дает нам право распространять на звездную Вселенную законы природы, познанные нами на опыте в скромных пределах нашей Земли. Все это — одно из ярких подтверждений правильности диалектико-материалистического мировоззрения.

# 3. Лот в безднах мироздания

За пределами солнечной системы к звездам приходится сделать такой большой скачок в расстояниях, что он удался всего лишь столетие назад, гораздо позднее, чем исчезли сомнения в подобии между Солнцем и звездами. Измеритель морских глубин,— лот, в области астрономии неоднократно «забрасывался» в направлении разных звезд и долго не мог достигнуть ни одной из них, не мог достать «дна». Это, конечно, лишь фигуральное сравнение, потому что, как и в случае определения температур светил, возможность непосредственных измерений расстояний здесь исключена. Как мы сейчас увидим, их можно найти лишь косвенным путем, вычисляя на основании измерения других величин. Этот путь, указанный еще Коперником, состоит в измерении углов, но приборы и методы, позволяющие достигнуть необходимой точности, были созданы лишь во второй половине XIX века.

Как и при определении расстояния до любого недоступного предмета, идея способа заключается в измерении разности направлений, по которым видна звезда с двух концов базиса известной длины. Расстояние, соответствующее этой разности направлений, можно вычислить с помощью тригонометрии. В данном случае диаметр Земли в качестве базиса оказался слишком мал, и для огромного большинства звезд при современной точности измерения углов даже диаметр земной орбиты недостаточен. Все же именно его Коперник рекомендовал взять за базис, что и выполнили ученые позднейших поколений.

Только столетие назад замечательному астроному В. Я. Струве в России, Бесселю в Германии и Гендерсону в Южной Африке удалось произвести достаточно точные измерения и впервые установить расстояния до некоторых звезд. Чувство, испытанное при этом современниками, напоминало радость моряков, которые при долгом плавании безуспешно бросали лот и, наконец, достали им до дна.

Классический способ определения расстояний до звезд состоит в точном определении направления на них (т.е. в определении их координат на небесной сфере) с двух концов диаметра земной орбиты. Для этого надо их определить в моменты, отделенные друг от друга полугодом, так как Земля за это время сама переносит с собой наблюдателя с одной стороны своей орбиты на другую.

Кажущееся смещение звезды, вызванное изменением положения наблюдателя в пространстве, чрезвычайно мало, едва уловимо. Его предпочитают измерять по фотографии, делая для этого, например, на одной и той же пластинке два снимка избранной звезды и ее соседок, один снимок через полгода после другого. Большинство звезд так далеки, что их смещение на небе при этом совершенно незаметно, но по отношению к ним достаточно близкая звезда заметно смещается. Это ее смещение и измеряют с точностью до 0",01— большей точности пока достигнуть еще не удается, но она уже намного выше точности, достигнутой полвека назад.

Описанное кажущееся смещение звезды вдвое больше того угла, под которым с нее был бы виден радиус земной орбиты и который называется годичным параллаксом.

Рис. 1. Параллакс и собственное движение звезд. На рисунке параллакс р двух близких друг к другу звезд и их собственные движения μ одинаковы, но их путь в пространстве различен.

Самой близкой к нам звездой можно считать звезду первой величины α Центавра, невидимую в СССР, хотя одна близкая к ней, невидимая невооруженным глазом звездочка оказывается еще на 1% ближе.

Параллакс этих звезд наибольший и составляет 3/4"; он измерен с точностью около 1%, поскольку точность угловых измерений достигает 0",01.

Под углом около 0",01 нам представляется поперечник копейки, если ее поставить на ребро на Красной площади в Москве и рассматривать из Тулы или из Рязани! Вот какова точность астрономических измерений! Под углом в 0",01, говоря точно, видна линейка, на которую смотрят под прямым углом с расстояния, в 20 626 500 раз большего, чем длина линейки.

По параллаксу легко узнать соответствующее расстояние. Мы получим расстояние до звезды в радиусах земной орбиты, если разделим число 206 265 на величину параллакса, выраженного в секундах дуги. Чтобы выразить его в километрах, надо полученное число умножить еще на 150 000 000.

Мы уже знаем, что большие расстояния удобнее выражать в световых годах или в парсеках, а Центавра и ее соседка, прозванная «Ближайшая», так как она еще чуть-чуть ближе к нам, отстоят от нас в 270 000 раз дальше, чем Солнце, т. е. на 4 световых года. Курьерский поезд, идя без остановок со скоростью 100 км в час, добрался бы до нее через 40 миллионов лет! Попробуйте утешиться воспоминанием об этом, если вам когда-либо надоест продолжительная езда в поезде...

Точность измерения параллаксов в 0",01 не позволяет измерить параллаксы, которые сами меньше этой величины, так что описанный способ неприменим к звездам, отстоящим далее 300—350 световых лет.

С помощью описанного способа и других, использующих спектры, а также с помощью совершенно иных косвенных методов можно определять расстояния до звезд, отстоящих гораздо дальше, чем на 300 световых лет. Свет звезд некоторых далеких звездных систем доходит до нас за сотни миллионов световых лет. Это вовсе не значит, как часто думают, что мы наблюдаем звезды, может быть, уже не существующие сейчас в действительности. Не стоит говорить, что «мы видим на небе то, чего в действительности уже нет», ибо подавляющее большинство звезд изменяется так медленно, что миллионы лет назад они были такими же, как сейчас, и даже видимые места их на небе меняются крайне медленно, хотя в пространстве звезды движутся быстро.

Этот парадокс вытекает из того, что в отличие от блуждающих светил — планет звезды созвездий некогда назвали неподвижными. Между тем неподвижного в мире ничего быть не может. Еще два с половиной века назад Галлей обнаружил перемещение Сириуса по небу. Чтобы заметить систематическое изменение небесных координат звезд, их перемещение на небе относительно друг друга, надо сравнивать точные определения их положения на небе, сделанные с промежутком времени в десятки лет. Невооруженным глазом они незаметны, и за историю человечества ни одно созвездие не изменило заметно своих очертаний.

Для большинства звезд никакого перемещения подметить не удается, потому что они слишком далеки от нас. Всадник, скачущий карьером на горизонте, как нам кажется, почти стоит на месте, а черепаха, ползущая у наших ног, перемещается довольно быстро. Так и в случае звезд — мы легче замечаем движения ближайших к нам звезд. Фотографии неба, которые удобно сравнивать друг с другом, очень нам в этом помогают. Наблюдения положения звезд на небе делались задолго до изобретения фотографии, сотни и даже тысячи лет назад. К сожалению, они были слишком неточны, чтобы из сравнения их с современными можно было заметить движение звезд.

# Заключение

Невооруженному глазу на первый взгляд звездное небо может показаться даже однообразным. Одинаковые сверкающие точки, в беспорядке разбросанные по темному фону, и все! Но посмотрите на звездное небо еще и еще раз. Уже через несколько сеансов пристальных наблюдений начинается первая «сортировка». Вы обнаруживаете, что звезды бывают большими — ослепительно блестящими и маленькими — чуть заметными точечками. Именно это различие видимых яркостей звезд и позволило еще в глубокой древности ввести их первую классификацию. Легенды приписывают идею Гиппарху. Будто бы он предложил назвать самые яркие точечки — звездами первой величины, а самые слабые, еле-еле заметные невооруженным глазом — звездами шестой величины. Звездные величины — это условные единицы, характеризующие видимую яркость, или, как говорят специалисты, видимый блеск, звезд. Сначала звездные величины были целыми числами и обозначались по мере убывания яркости*.* Но с изобретением телескопов, а потом фотоаппаратов и приборов, измеряющих мельчайшие доли освещенности, шкалу звездных величин пришлось расширить, ввести промежуточные — дробные — значения, а для особенно ярких небесных объектов — нулевые и отрицательные звездные величины. В этих относительных единицах стали измерять видимый блеск не только звезд, но и Солнца, Луны и всех планет.

Чтобы самому составить мнение о видимых звездных величинах, можно предложить простой опыт. Темной, безлунной ночью отправляйтесь куда-нибудь подальше от уличных фонарей и отыщите Ковш — часть созвездия Большой Медведицы.

Внимательно рассмотрите вторую звезду от конца ручки Ковша. Это Мицар — звезда примерно второй звездной величины. Но нас интересует не она. Рядом хорошие глаза должны разглядеть маленькую звездочку пятой величины, которая называется Алькор. Еще во времена Александра Македонского Алькор служил эталоном для проверки зрения легионеров. Новобранца выводили в поле и заставляли отыскать слабо светящийся Алькор. Нашел — хорошее зрение, годен! Не нашел — ступай домой!

Конечно, блеск звезд, который мы видим и который оцениваем в звездных величинах, понятие кажущееся, относительное. Он зависит не только от количества излучаемой энергии, но и от расстояния до звезды. Маленькая звезда, расположенная ближе к нам, может светить гораздо ярче гиганта, удаленного на большее расстояние. Чтобы иметь возможность сравнивать звезды между собой, астрономы договорились ввести понятие абсолютной звездной величины. Это блеск любой звезды, помещенной на стандартное расстояние в десять парсек. Если бы все видимые невооруженным глазом звезды, включая Солнце, поместились на такое расстояние, вид неба неузнаваемо переменился бы. Великолепное Солнце покажется нам едва заметной звездочкой пятой величины, вроде уже знакомого нам Алькора. Сам же Алькор, а особенно окружающие его звезды Ковша, вспыхнут незнакомым ярким блеском.

Чтобы узнать, во сколько раз какая-нибудь звезда светит ярче нашего Солнца или слабее, астрономы ввели понятие светимости. Светимость характеризует полную энергию, которую излучает звезда за одну секунду. Эта характеристика показывает, как разнообразен мир звезд. Среди наших соседей — Сириус А, пылающий в двадцать четыре раза ярче Солнца, и звезда Вольф 359, которая светит почти в сто тысяч раз слабее Солнца. Есть в небе Земли и сверхгиганты. Например, далекая переменная звезда Бетельгейзе имеет светимость в 13 000 солнц, а яркий Ригель в 23 000 солнц!

И все-таки какими бы ни были они яркими и большими, звездные расстояния так велики, что даже в самый мощный телескоп звезды видны всего лишь точками.

# Список литературы

1. Воронцов-Вельяминов Б.А. Очерки о Вселенной. Изд. 6-е, перераб. и дополн. – М., Наука. 1968. – 728 с.
2. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным специальностям. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002.
3. Концепция современного естествознания: Под ред. профессора С.И. Самыгина. Изд. третье. Ростов н/Д: «Феникс», 2001 – 576 с.
4. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. Учебное пособие. М., 1999.