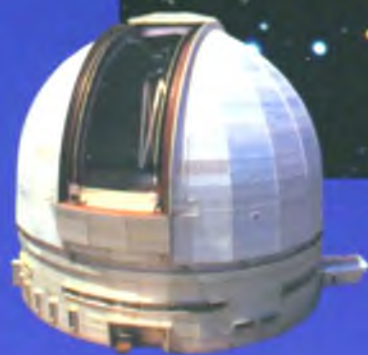


«РОСМЭН»

АСТРОНОМИЯ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ



«РОСМЭН»

АСТРОНОМИЯ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ



МОСКВА
РОСМЭН
2011



Содержание

Введение4

Что изучает астрономия

Наука о звездах6

Дорога Солнца и планет8

Равноденствие, солнцестояние
и времена года12

Всемирное тяготение, формы орбит14

Солнечная система

Солнце и его спутники18

Меркурий20

Венера22

Система Земля – Луна24

Марс26

Юпитер28

Сатурн30

Уран32

Нептун34

Плутон – бывшая планета.....36

Малые тела Солнечной системы38

Звезды

Жизнь звезды44

Солнце – звезда.....46

Типы звезд48

Планеты у других звезд52

Звездные скопления.....54

Галактики

Звездные системы.....58

Млечный Путь – наша Галактика60

Туманности	62
Галактики вокруг нас	64
Мир далеких галактик	66
Большой взрыв и расширение мира	68

История астрономии

Рождение астрономии.	72
Звездочеты Месопотамии и Древнего Египта	74
Звезды на заре истории: античная астрономия	76
Астрономия на Востоке	80
Астрономия Европы	82
Астрофизика	86
Радиотелескопы	88
Космические разведчики	90

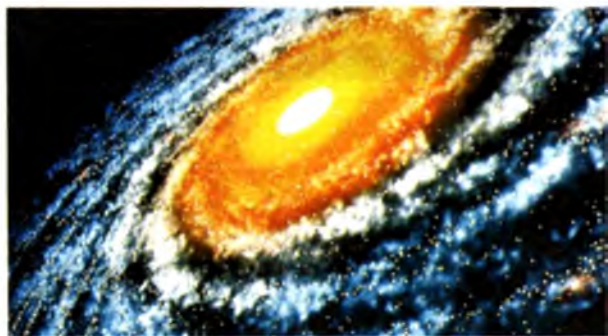
Наблюдение звездного неба

Ход наблюдений	94
Главные созвездия у Северного полюса	96
Главные созвездия весеннего неба.	100
Главные созвездия летнего неба.	104
Главные созвездия осеннего неба.	108
Главные созвездия зимнего неба.	112
Созвездия южного неба.	118

Заключение	120
-----------------------------	-----

Справочные материалы

Карта звездного неба	122
Именной указатель	124
Предметный указатель	125





Введение

Эта книга посвящена астрономии, а это значит, что она рассказывает о звездном небе, каким его видим мы и видели люди далекого прошлого, о Солнце и Луне, планетах и далеких светилах. Звездное небо — это видимая нами часть Вселенной, где находится наша планетная система вместе с Солнцем и Землей. Мы расскажем вам, что представляет собой звезда по имени Солнце, узнаете вы и о других звездах и о том, какое место Солнечная система занимает в нашей Галактике — Млечном Пути, а также о множестве других галактик.

С древнейших времен ученые-астрономы стремятся больше узнать о Земле и Луне, о Солнце и планетах Солнечной системы, о кометах и далеких звездах. Они совершенствуют телескопы, посылают в космос исследовательские аппараты, а Вселенная преподносит им все новые загадки. Астрономия — динамично развивающаяся наука, где каждый новый день может принести поистине мировое открытие. Об истории астрономии с древнейших времен до наших дней расскажет одна из глав нашей энциклопедии.

Звездное небо — часть природы. И хотя сейчас большинство людей мало связано с природой, вряд ли найдется человек, который не сможет отличить дуб от березы или ромашку от лютика. А вот знакомство с созвездиями у многих землян ограничивается Большой Медведицей. Заключительная глава нашей энциклопедии посвящена наблюдению звездного неба, она научит вас распознавать созвездия.

Картина звездной ночи доступна каждому, но по-настоящему увидит ее только тот, кто знает созвездия. Созвездия — алфавит звездной книги. Она открыта всем, но гораздо больше скажет тому, кто сумеет прочесть ее, увидеть в беспорядочной россыпи звезд письмена, оставленные далекими предками. Это великая книга, в которой записаны представления первобытных людей о небе и более поздние мифы о нем. Любуясь небом, мы ощущаем близость к поколениям, которые жили до нас и видели над собой те же узоры звезд, которые практически не изменились со времен зарождения нашей цивилизации.

ЧТО ИЗУЧАЕТ АСТРОНОМИЯ



Наука о звездах

Астрономия буквально значит «наука о звездах» (от греч. «астер» — «звезда» и «номос» — «закон»). Она изучает строение, развитие, происхождение, движение космических тел и их систем, исследует всю Вселенную. Эта древняя наука возникла несколько тысячелетий назад: она нужна была и для измерения времени, и для определения пути на суше и на море, и для предсказания сезонных явлений (дождей, засух, снегопадов). Астрономическими знаниями пользовались и жрецы — служители древних богов.

Движение небесной сферы

Люди давно заметили, что Солнце и звезды в небе движутся. На самом деле их видимое перемещение связано с движением самой Земли. Ведь, например, в поезде легко можно представить, что купе неподвижно, а там, за окном, бегут поля, домики и перелески. Все зависит от точки зрения. Если смотреть на вращающуюся Землю со стороны, то Москва, например, несется со скоростью около 900 км/ч. Но мы этого не замечаем, потому что мчимся вместе с ней. Мы говорим: «Солнце взошло», когда на самом деле Земля повернулась навстречу его лучам. Но Земля не только вращается вокруг своей оси с периодом в одни сутки — за год она еще



Звезды движутся по небу против часовой стрелки, совершая полный оборот за сутки. Лишь Полярная звезда, отмечающая ось мира, остается неподвижной

обходит Солнце. А само Солнце летит среди звезд, от этого картина звездного неба со временем меняется (правда, звезды-соседи так далеко, что на протяжении всей истории человечества эти изменения почти незаметны, и одетые в шкуры охотники на мамонтов видели над собой почти такое же небо, как и мы). Много веков назад древние индийцы считали, что Земля находится в центре твердой сферы. Сначала в первобытных водах плавало металлическое яйцо, потом в нем зародился бог-творец Брахма. Он создал внутри яйца плоскую круглую Землю, а скорлупа стала небом. Похожие мифы были у древних персов и греков. Эти сказочные представления оказались прекрасной математической моделью для астрономов. Суточное вращение Земли очень удобно представить как движение воображаемой небесной сферы.

Звездные координаты

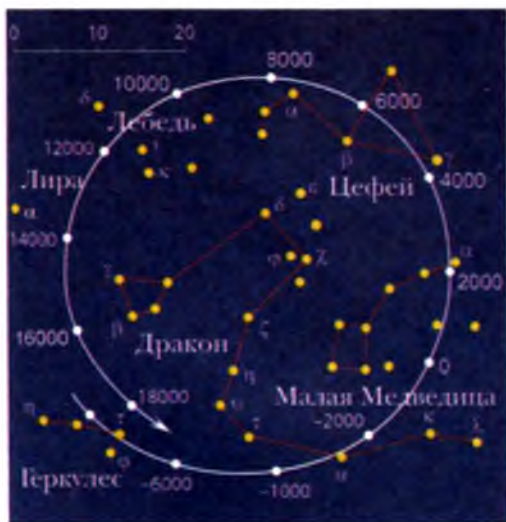
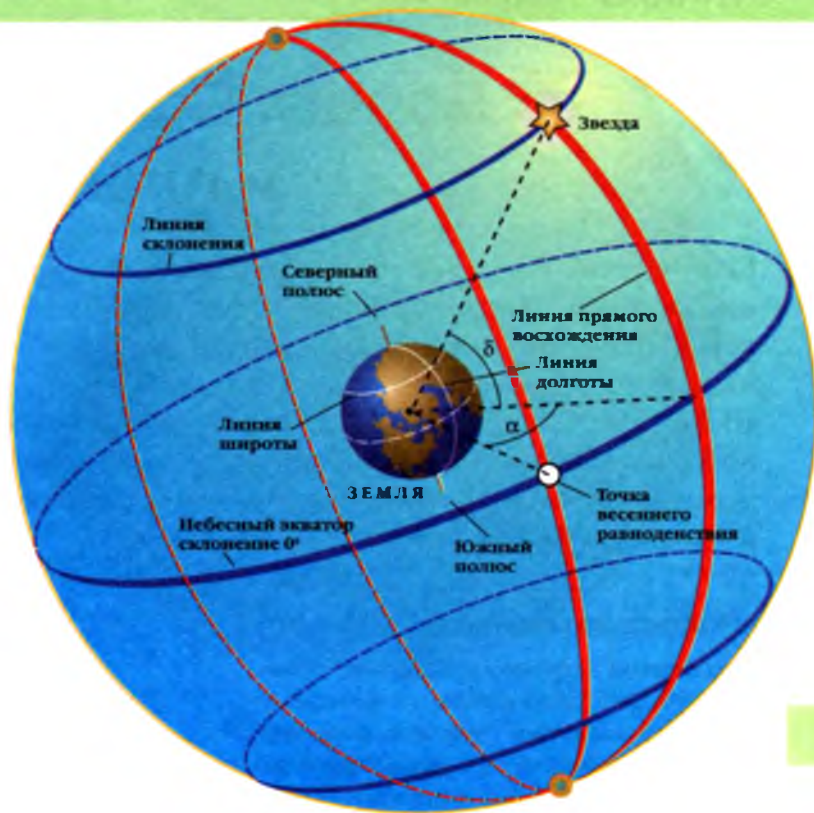
На небесной сфере можно, как на глобусе, провести систему координат, похожих на географические. Там, где небесную сферу пересекает земная ось (воображаемая линия, вокруг которой и вращается планета), находятся полюса мира — Северный и Южный. Они расположены точно над Северным и Южным полюсами Земли; вот почему так полезно уметь

Суточные дуги светил в околополярной области. Так выглядели бы «пути» звезд по небу, если бы светила фотографировали с большой выдержкой (24 часа). Чем дальше звезда от полюса, тем большую дугу она описывает, тем заметнее ее перемещения по небу



находить Северный полюс мира, который лежит недалеко от Полярной звезды на кончике хвоста Малой Медведицы: он задает направление на север. Жителям Южного полушария повезло меньше: Южный полюс не отмечен звездой.

Есть на небе и небесный экватор, он проходит на равном расстоянии между полюсами и лежит над земным экватором, деля небо на Северное и Южное небесные полушария. Есть и свои параллели, над земными параллелями, и меридианы, которые, естественно, не стоят неподвижно над земными, а вращаются, делая один оборот в сутки. Вот только привычные широта и долгота в астрономии не прижились: долготу небесных объектов принято обозначать буквой «альфа» и называть прямым восхождением, а широту обозначать буквой «дельта» и называть склонением. Склонение отсчитывают от экватора, а прямое восхождение — от точки



Смещение Северного полюса мира в результате прецессии

весеннего равноденствия (см. с. 12–13). С помощью этой системы координат можно определить «адрес» любой звезды в любой точке небесной сферы. Не нужно только забывать о том, что сфера эта — воображаемая, что это модель, используемая исключительно для удобства наблюдений и некоторых расчетов.

Прецессия

Однако, как выяснилось, сама точка весеннего равноденствия, которую астрономы взяли за основу при определении звездных координат, не неподвижна: она очень медленно, но все-таки смещается с востока на запад и делает полный оборот вокруг эклиптики (еще одной воображаемой линии небесной сферы, см. с. 8–9) примерно за 26 000 лет!

Обнаружил это явление, получившее название «прецессия», древнегреческий астроном Гиппарх. Прецессия связана с тем, что сама ось, вокруг которой вращается Земля, непостоянна: она тоже медленно перемещается, описывая воображаемый конус.

Нечто похожее происходит, если мы запустим детскую игрушку — волчок или юлу: ручка юлы будет описывать в воздухе воображаемый конус. Поскольку вследствие прецессии движется земная ось, смещаются и полюса мира. В нашу эпоху Северный полюс почти совпадает с Полярной звездой, но посмотрите на рисунке слева, как он перемещался по небесной сфере в течение 26 000 лет!

Определение координат звезд на небесной сфере

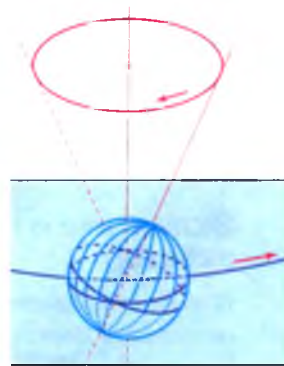


Схема прецессии: Земля вращается, как волчок

Дорога Солнца и планет

Солнце можно увидеть в разных участках неба: утром оно встает на востоке, вечером садится на западе; летом поднимается высоко над землей, зимой стоит низко; в полдень бывает в зените (самой высокой точке), в остальное время — ниже. Все точки небесной сферы, в которых в разное время дня и года можно обнаружить наше светило, складываются в большой круг — эклиптику.

«Полоса затмений»

Эклиптикой астрономы называют большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца. Название это можно перевести как «полоса затмений», и связано оно с обстоятельством, которое звездочеты подметили еще в глубокой древности, наблюдая солнечные и лунные затмения (моменты, когда земному наблюдателю Солнце или Луна частично или полностью перестают быть видимыми, Солнце — потому что перекрывается лунным диском, Луна — потому что закрывается тенью Земли). Так вот, затмения происходят лишь тогда, когда Луна подходит к точкам пересечения своей орбиты с эклиптикой.

Эклиптика и небесный экватор

Плоскость эклиптики наклонена по отношению к плоскости небесного экватора под углом $23^{\circ}27'8''$ (то есть 23 градуса 27 минут 8 секунд — минутой в астрономии, как и в географии, называют $\frac{1}{60}$ градуса, а секундой — $\frac{1}{60}$ минуты). Этот угол наклона связан с особенностью передвижения Земли по орбите: дело в том, что ось вращения Земли не строго перпендикулярна плоскости ее околосолнечной орбиты, а наклонена по отношению к ней на те самые $23^{\circ}27'8''$. (Кстати, изо-

бражая этот наклон, все глобусы — модели земного шара — тоже наклонены немножко в сторону.)

Эклиптика, подобно экватору, тоже делит небесную сферу на две половины, и у нее есть свои полюса; Северный полюс эклиптики находится в созвездии Дракон в $23^{\circ}27'8''$ от Северного полюса мира. Плоскость эклиптики служит основной плоскостью в эклиптической системе небесных координат, которая иногда используется в астрономии наряду с экваториальной: в этом случае расстояния отсчитываются от эклиптики, а не от небесного экватора.

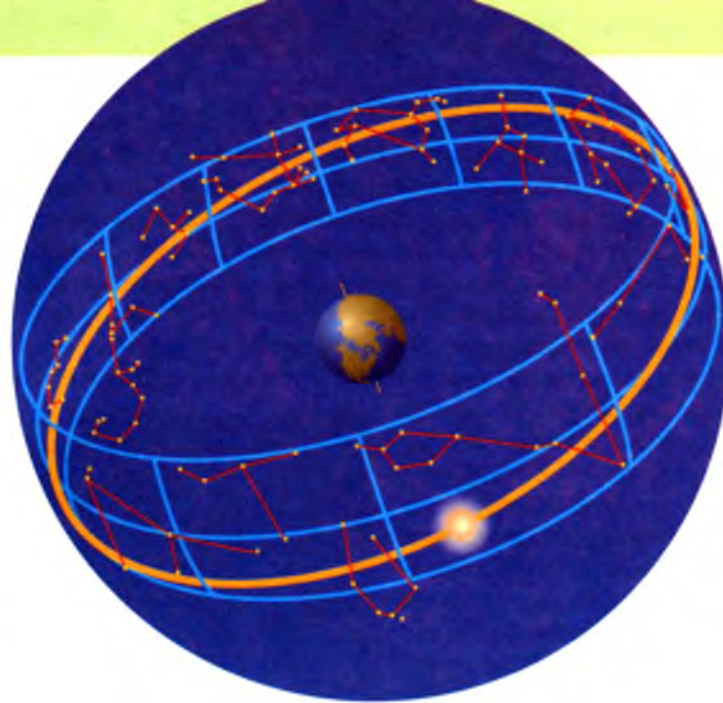


*Старинная карта
звездного неба
с нарисованными
фигурами созвездий*

Зодиак

Область эклиптики привлекала особое внимание древних астрономов. Они наблюдали за ней не только днем, но и ночью, когда на небосводе появлялись звезды и созвездия — группы близких звезд, складывающиеся в запоминающиеся ри-

сунки. Естественно, те созвездия, которые с наступлением ночи вступали на дневную дорогу Солнца, казались астрономам особенно важными и значительными. Древние полагали, что эти скопления звезд связаны со светилом какой-то особой связью. Неудивительно, что именно в области эклиптики находятся древнейшие из известных человечеству созвездий. Большинство этих созвездий представляет образы зверей (по-гречески «животное» — «зоон»), поэтому вся зона (кстати, «зона» переводится как «пояс») эклиптики получила название зодиака — «звериного пояса». Древней-



Зодиак. Рисунок из рукописной книги

шие зодиакальные созвездия были выделены еще в Вавилоне, первоначально их насчитывали 18, но постепенно их число сократилось до современного — 12: Овен, Телец, Близнецы, Лев, Рак, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. Для нынешних астрономов они мало чем отличаются от прочих 76 (всего на современной карте звездного неба 88 созвездий), но в истории культуры им довелось сыграть огромную роль: с древнейших времен человечество верило, что все они способны по-разному влиять на жизнь людей.

На дневном небе звезд не видно, но они там есть, и Солнце совершает свой суточный путь вместе с ними. С каким созвез-

дием движется Солнце, видно по двум соседним созвездиям: по предыдущему, которое встает прямо перед рассветом, и по следующему, которое находится на горизонте после заката. Например, если на утренней заре виден Лев, а на вечерней Дева, то Солнце находится между ними в созвездии Рак. Древние астрономы установили, что Солнце, двигаясь по поясу из 12 созвездий, проводит в каждом из них около месяца.

Но что означают слова «Солнце находится в таком-то созвездии»? Ведь Солнце появляется на небе днем, а звезды — ночью. Но вот если бы солнечный свет не затмевал для нас на дневном небе звезды, мы видели бы Солнце — самую близкую к нам звезду — на фоне одного из 12 зодиакальных созвездий, состоящих из удаленных звезд. То созвездие, которое затмевает солнечные лучи, и окажется «определяющим» для данного периода. Однако рассмотреть его звезды на небе можно будет не скоро — через полгода, когда солнце окажется в противоположном зодиакальном созвездии. В плоскости эклиптики и в поясе зодиака наблюдаются и перемещения пяти планет Солнечной системы, заметных невооруженным глазом, — Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна.

Пояс эклиптики со схематическими фигурами зодиакальных созвездий

«Ветренная дочь астрономии»

Именно так шутливо называли астрологию — учение о предсказании будущего на основе наблюдений за космическими телами. Астрология, в отличие от астрономии, не просто наблюдала за звездами, а устанавливала их влияние на жизнь людей (так, во всяком случае, утверждали астрологи). Зародилась она в Вавилонии: наблюдая за солнечными и лунными затмениями, астрологи Междуречья пытались предсказывать события государственного масштаба: недород и урожай, сушь и наводнение, благоденствие народа и приход страшных болезней. Дальнейшее развитие астрологии связано с Грецией. Здесь в ее основу легло учение о «всемирной симпатии» — взаимовлиянии всех сил и явлений. Греческие астрологи предсказывали судьбы не только государств, но и отдельных людей. При этом они учитывали, в каком созвездии пребывало Солнце в момент рождения человека, как располагались в этот миг планеты (были важны не только планеты, находящиеся в одном созвездии с Солнцем, но и соседние, противоположные и т. п.). Астрологи разработали

*Астролог,
устыдившись
открытий, сделанных
астрономами, рвет
гороскоп.
Гравюра XVIII в.*



*Так выглядел
старинный гороскоп*

*На старинной
гравюре изображен
астролог,
рассказывающий
посетителю
о влиянии на его судьбу
небесных тел*



сложную систему классификации созвездий и планет. Они поделили их на сухие и влажные, на мужские и женские, связали с четырьмя «первоэлементами» (воздухом, водой, землей и огнем), с металлами, цветами и т. п.

Что такое гороскоп

Главное детище астрологии — гороскопы. Их название происходит от греческого horoskopos — «наблюдающий время». Гороскопы представляют собой своеобразную карту расположения звезд и созвездий в момент рождения человека. Их взаимодействие и предопределяет дальнейшую судьбу новорожденного. Главную роль при составлении личного гороскопа играло наблюдение и фиксирование момента «прохождения» Солнца и Луны, а также пяти планет — Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна — вдоль эклиптики. Влияние той или иной планеты определялось характером божества, с которым эту планету связывали. Например, благоприятное положение Марса (посвященного богу войны) сулило новорожденному победы в битвах, покровительство Меркурия (планеты бога торговли) — оборотистость и т. п.



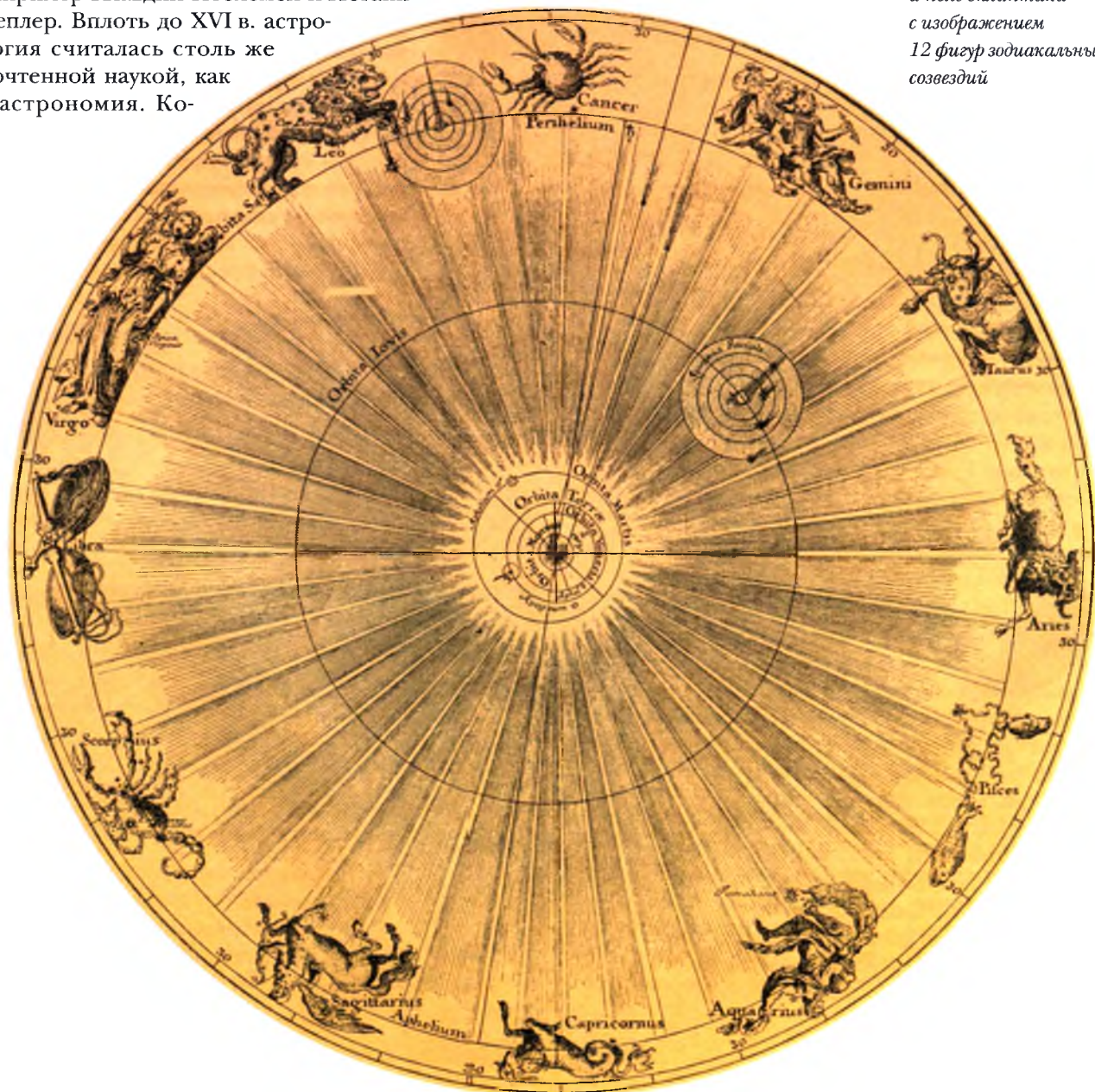
Сходным образом описывалось влияние на новорожденных зодиакальных созвездий: оно определялось характером персонажей, давших им название. Скорпион, например, наделял родившихся под его знаком злобой и коварством, Овен — поистине бараньим упрямством, Лев — силой и мужеством и т. п.

Есть ли будущее у астрологии?

Дань увлечению астрологией в свое время отдали и замечательные астрономы, например Клавдий Птолемей и Иоганн Кеплер. Вплоть до XVI в. астрология считалась столь же почтенной наукой, как и астрономия. Ко-

нец этому положил польский астроном Николай Коперник: созданная им гелиоцентрическая система мира превратила Землю из центра Вселенной в одну из множества планет, вращающихся вокруг Солнца. Оказалось, что вся стройная, детально разработанная система астрологии исходила из ложной посылки... Впрочем, астрология процветает и по сей день — не как точная наука, а как веселая игра, в которую с удовольствием играет современное человечество. Забавные астрологические прогнозы вы найдете во многих популярных журналах.

На старинной схеме, изображающей движение планет вокруг Солнца, представлен и пояс эклиптики с изображением 12 фигур зодиакальных созвездий



Равноденствие, солнцестояние и времена года

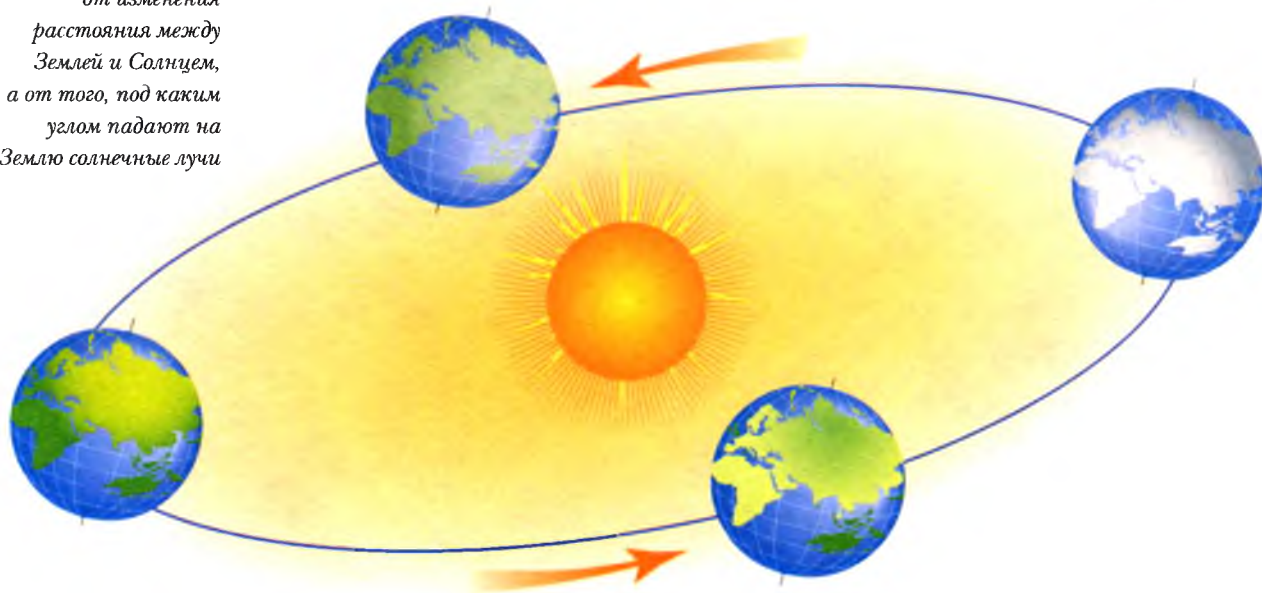
Всем нам известно, что смена дня и ночи связана с вращением Земли вокруг своей оси, а чередование сезонов и изменение долготы дня и ночи — с обращением Земли вокруг Солнца.

Весеннее и осеннее равноденствия

Солнце в своем годичном путешествии по эклиптике (вы, конечно, уже усвоили, что речь идет о видимом движении светила по небосводу, а вовсе не о том, что Солнце вращается вокруг Земли!) проходит через четыре некие точки (эти мо-

тей, лежащих на небесной сфере, — небесного экватора и эклиптики — имеются две точки пересечения. Когда Солнце бывает в этих точках, оно восходит точно на востоке и заходит точно на западе. Длина дня при этом точно равна длине ночи (а длина дня в одном полушарии равна длине дня в другом полушарии), поэтому эти точки называют точками равноденствия — весеннего и осеннего. В нашу эпоху весеннее равноденствие приходится на 21 марта, а осеннее — на 23 сентября. Мы не случайно сказали «в нашу эпоху»: дело в том, что точки равноденствия перемещаются по эклиптике, хотя и очень медленно, — они словно продвигаются навстречу видимому движению Солнца. Это заметил еще Гиппарх во II в. до н. э. Данное явление получило название прецессии (по-латыни это значит «предварение», «движение вперед»), а понять его связь с движением земной оси наука смогла лишь спустя много веков после открытия.

Обращение Земли вокруг Солнца и связанная с ним смена времен года — она зависит не от изменения расстояния между Землей и Солнцем, а от того, под каким углом падают на Землю солнечные лучи



Наклон земной оси по отношению к орбите позволяет планете «греться на солнышке» то одно, то другое полушарие

менты отмечены особыми для астрономов днями). Первые — это места пересечения эклиптики с небесным экватором. Как вы уже знаете, плоскость эклиптики пересекает плоскость небесного экватора под углом примерно 23° , следовательно, у двух воображаемых окружностей

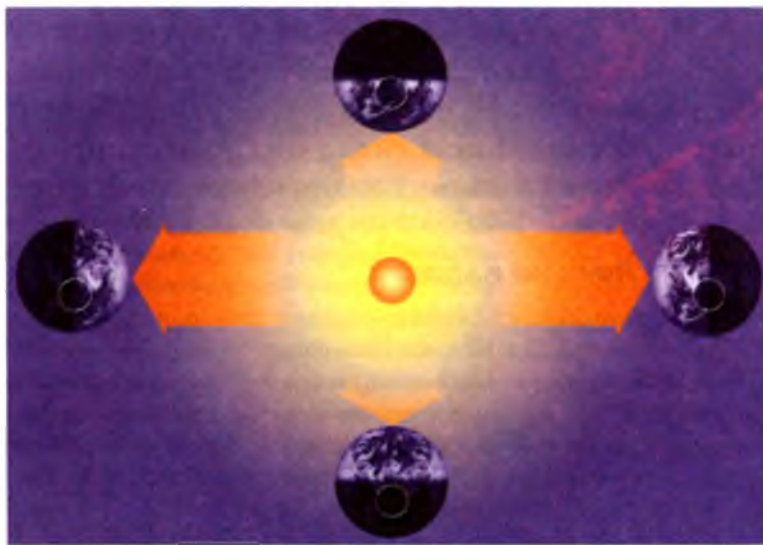
Летнее и зимнее солнцестояния

Точки равноденствия делят окружность эклиптики (360°) на два сектора, по 180° каждый. Другие две важные для астрономии точки эклиптики расположены посередине между точками равноденствия,

это точки эклиптики, максимально удаленные от небесного экватора. В одной из них Солнце поднимается над горизонтом выше, чем в любой другой день года, в другой оно ниже всего. Названия для этих точек были придуманы в Северном полушарии Земли, лежащем под Северным небесным полушарием, поэтому та из двух точек, которая находится в Северном небесном полушарии, называется точкой летнего солнцестояния, а та, что в Южном, — точкой зимнего солнцестояния (ведь известно, что, когда у нас зима, в Южном полушарии лето, и наоборот). Для нас, жителей страны, находящейся в Северном полушарии, летнее солнцестояние, 22 июня, — самый длинный день в году, а зимнее, 22 декабря, — самый короткий, а для наблюдателя, находящегося в Южном полушарии, где-нибудь в Африке, Австралии, Южной Америке или Антарктиде, — наоборот: 22 декабря там разгар лета, самый долгий день и самая короткая ночь, а 22 июня — зима: день короткий, а ночь долгая.

*Вращение Земли
вокруг своей оси
и смена дня и ночи
(кружком на
схеме отмечена
околополярная
область)*

Солнце проходит один из этих секторов, называется астрономическим сезоном. Отсчитываются астрономические сезоны от моментов равноденствия и солнцестояния: весна — от 21 марта до 22 июня, лето — от 22 июня до 23 сентября, осень — от 23 сентября до 22 декабря и зима — от 22 декабря до 21 марта.

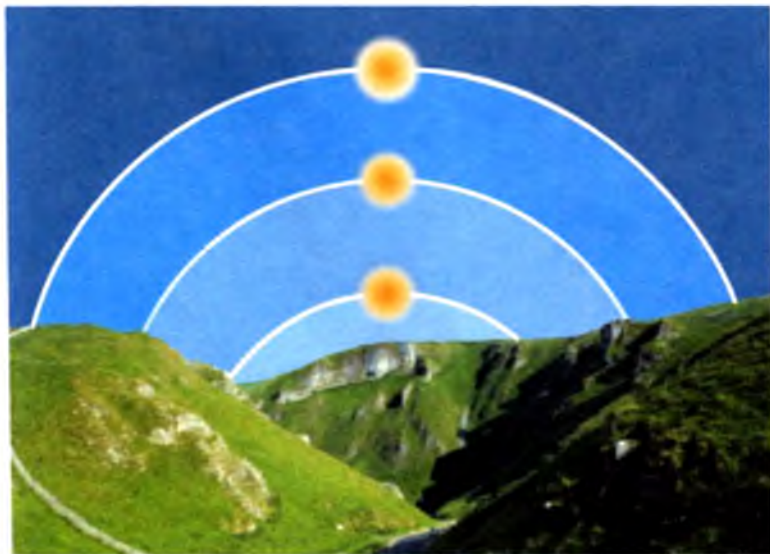


13

Наши времена года и астрономические сезоны

Описанные четыре точки — точки весеннего и осеннего равноденствий и точки летнего и зимнего солнцестояния — делят окружность эклиптики на четыре сектора по 90° . Период, за который

*Солнце над
горизонтом:
максимальная
(летом), средняя
и минимальная
(зимой) высота*



Обратите внимание на несовпадение астрономических сезонов с нашими представлениями о временах года: по календарю весна наступает 1 марта, лето — 1 июня, осень — 1 сентября, а зима — 1 декабря. Астрономические сезоны, расходящиеся с нашим традиционным календарем, напрямую не связаны ни с погодой, ни с климатом: весна может в одном году быть ранней, в другом — поздней; зима способна «нагреться внезапно», а может и «не торопиться» и т. д. Все эти изменения будут вызваны процессами, протекающими на самой планете — на ее поверхности и в ее атмосфере. (Тут же уместно вспомнить и о том, что в Южном полушарии календарная — и астрономическая — зима вообще приходится на климатическое лето, а лето — на зиму.) При всех земных перипетиях астрономические сезоны останутся неизменными и стабильными, ведь они определяются не капризами погоды, а движением Земли по околоземной орбите.

Всемирное тяготение, формы орбит

Сегодня даже малыши знают, что Луна обращается вокруг Земли, а та кружит вокруг Солнца, а Солнце и другие звезды входят в галактику Млечный Путь. Несколько столетий назад кое о чем из этих очевидных для нас вещей даже не догадывались, однако люди издавна знали, что брошенный вверх камень упадет на землю. Какая сила тянет камень к земле и не дает «разбежаться» звездам и планетам?

Почему Луна не падает?

Научные успехи и достижения великого английского физика Исаака Ньютона (1643–1727) можно перечислять до бесконечности, но, наверное, самым важным его открытием явился закон всемирного тяготения, объясняющий движение космических тел не только внутри Солнечной системы, но и далеко за ее пределами, потому-то закон и назван всемирным.

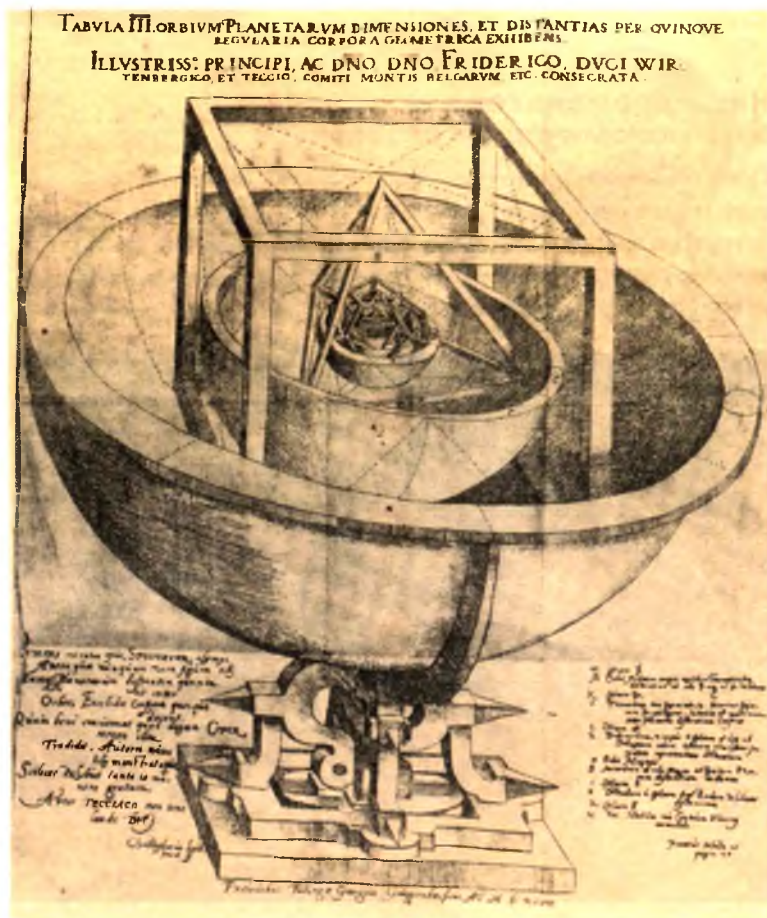
Существует легенда о том, что Ньютон сделал свое величайшее открытие, когда ему на голову упало яблоко (в этот момент ученый в глубокой задумчивости сидел под деревом в саду). В действительности все было несколько иначе: легенда основана на воспоминаниях, которыми Ньютон поделился с одним из своих собеседников в преклонном возрасте. Как-то, гуляя по саду, Ньютон увидел падающее яблоко. В то время ученый пытался определить, какие силы могли бы удерживать Луну на околоземной орбите, не давая ей улечь в космос и упасть на Землю. Падение яблока навело его на мысль, что, возможно, на яблоко и на Луну действует одна и та же сила тяготения, или гравитации. Ученый понял: тела притягивают друг друга, именно взаимное притяжение удерживает их вместе, не дает разлететься. Он вывел формулу, описывающую притяжение тел (оказалось, что его сила зависит от массы тел и от рас-

В одном из трудов астронома И. Кеплера были приведены фантастические стереометрические модели, пытавшиеся объяснить орбиты планет

Исаак Ньютон



стояния между ними). Вот как звучит открытый Ньютоном закон всемирного тяготения: сила тяготения (притяжения) прямо пропорциональна массам притягивающих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Теперь понятно, почему наш спутник не улетает в космос: его удерживает сила земного притяжения. Но почему же Луна не падает на Землю? Есть такой аттракцион — мотогомки по отвесной стене: мотоцикл разгоняется до большой скорости и начинает ездить по стене, как по



ровной дорожке. Нечто подобное происходит и с Луной. Все дело в скорости движения Луны по орбите: если бы Луна хоть на мгновение остановилась, она немедленно рухнула бы на Землю, но она движется, притом с достаточно большой скоростью, поэтому и не сходит со своей орбиты (кстати, именно быстрое движение по орбите не дает Земле и другим планетам упасть на Солнце).

Небесная механика

Открытие закона всемирного тяготения дало толчок развитию небесной механики — разделу астрономии, изучающему движение тел Солнечной системы (планет, их спутников, комет) в гравитационном поле. У современной небесной механики задач прибавилось, ведь человечество активно осваивает космос, и ей приходится исследовать еще и движения искусственных небесных тел. Этим занимается достаточно молодая отрасль небесной механики — астродинамика.

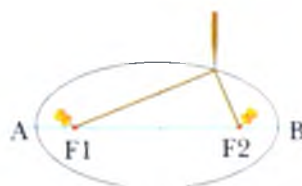
Ньютон и астрономия

Ньютон, величайший физик Нового времени, сделал немало открытий в области астрономии, математики, физики. Так, именно Ньютоном была заложена математическая основа для изучения сложных особенностей движения небесных тел. Что касается физики, то здесь Ньютоном открыт сложный состав белого света — это некая смесь многих цветов. Ученый сумел разложить белый свет на отдельные составляющие его цветные лучи — спектр. Через много лет это стало основой спектрального анализа, который привел к поистине революционным изменениям в астрономии: изучая спектры далеких звезд, мы теперь можем определять и химический состав, и физическую природу этих тел (см. с. 86–87). Ньютоном построен отражательный телескоп — рефлектор, этот тип телескопа, в настоящее время несколько усовершенствованный, служит прекрасным инструментом для изучения глубин Вселенной.



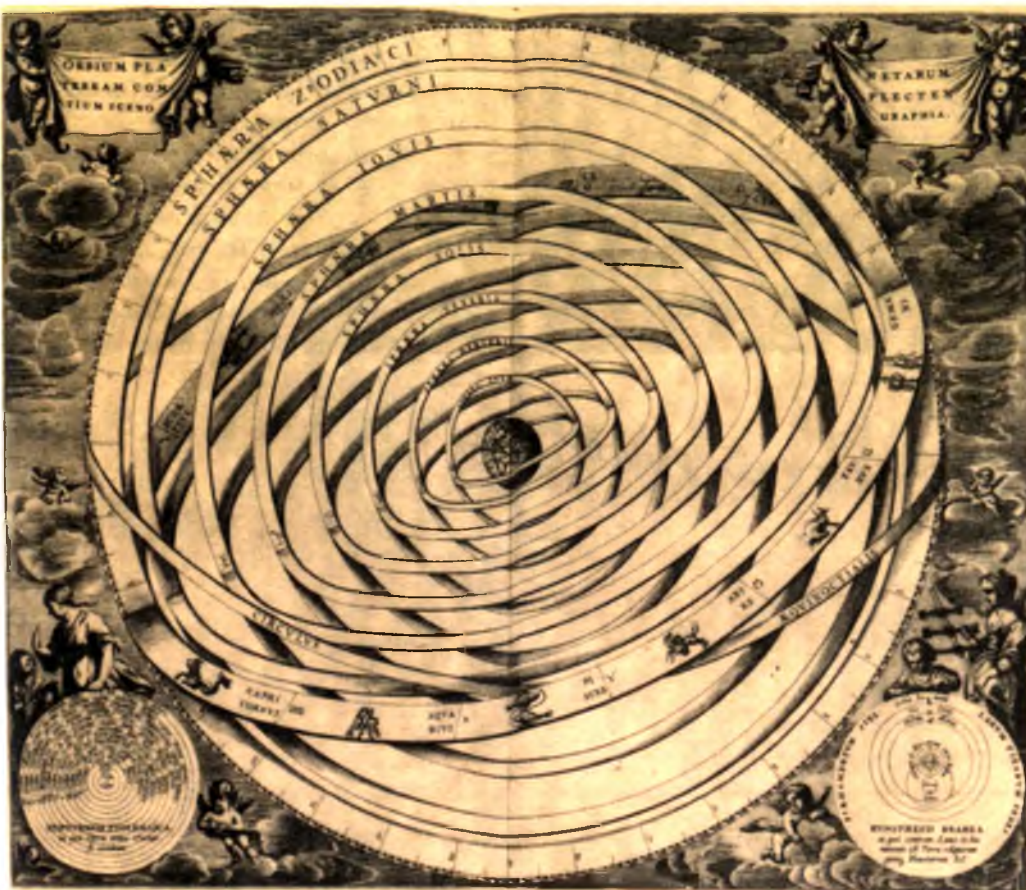
Эллипс — это линия пересечения круглого конуса плоскостью, не параллельной плоскости его основания

15



Сумма расстояний от каждой точки эллипса до двух его фокусов (F1 и F2) всегда одинакова и равна большому диаметру (большой оси) AB

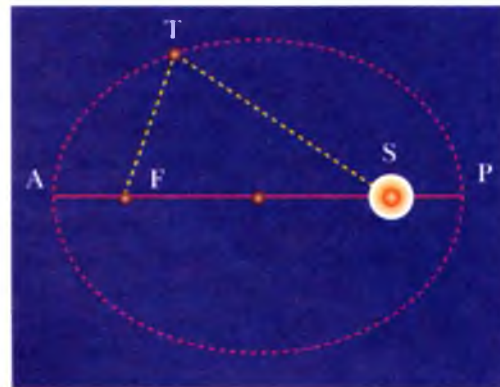
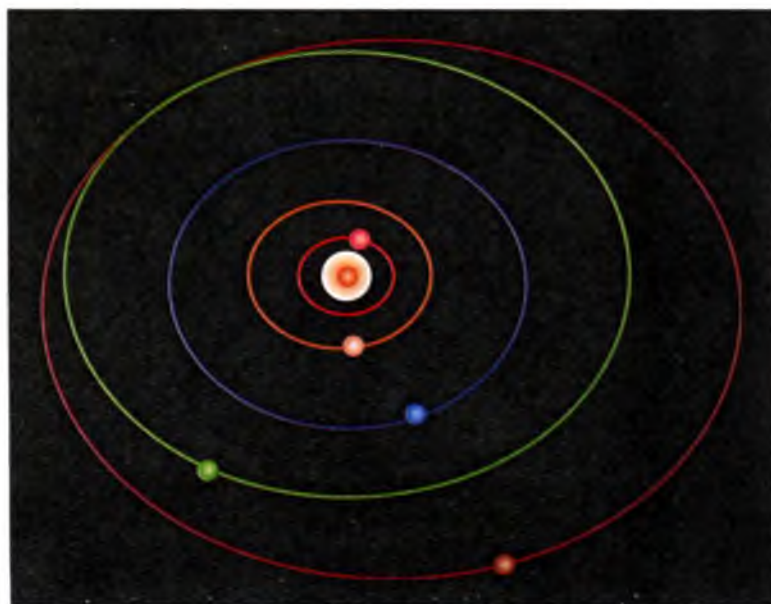
Небесные сферы по Птолемею (лист из книги А. Целлариуса «Макрокосмическая гармония»). Солнце, Луна, планеты и звезды, согласно системе греческого астронома, вращаются вокруг неподвижной Земли



Законы движения планет

Интересно, что законы движения планет вокруг Солнца Иоганн Кеплер открыл еще в начале XVII в., задолго до того, как Ньютон сформулировал закон всемирного тяготения. Рассмотрим подробнее открытия Кеплера. Немецкий астроном доказал, что все планеты движутся вокруг Солнца не по правильной окружности, а по вытянутой кривой. Это первый закон Кеплера: планеты движутся по эллипсам, а центр силы притяжения (Солнце) расположен не в центре эллипса, а в одном из двух его фокусов. Второй закон — на самом деле он был сформулирован раньше первого! — гласит: площадь, описываемая радиусом-вектором движущей-

Схематичное изображение эллиптических орбит планет



Движение планеты (T) по орбите вокруг Солнца (S), находящегося в одном из фокусов (F) эллипса. Ближайшая к Солнцу точка орбиты (P) — перигелий, самая удаленная (A) — афелий

ся планеты (воображаемой линией, соединяющей планету с Солнцем) в равные промежутки времени, будет одинаковой; иными словами, чем ближе планета, идущая по своей орбите, подходит к Солнцу (приближается к перигелию), тем быстрее она движется, а чем больше она удаляется от Солнца (приближаясь к афелию), тем больше замедляется ее движение. В третьем законе Кеплера, открытом несколько позднее первых двух, описывается формула зависимости времени обращения планет вокруг Солнца от расстояния между планетой и Солнцем (точнее, от большой полуоси эллиптической орбиты). Теперь, познакомившись с самыми общими законами движения планет, отправимся в воображаемое путешествие по Солнечной системе!

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА



Солнце и его спутники

Солнце — главное тело планетной системы, в которую входит и наша Земля. Сила всемирного тяготения, которой подчиняются все тела во Вселенной — твердые, жидкие и газообразные, удерживает около массивного центра девять больших планет и множество малых тел Солнечной системы.



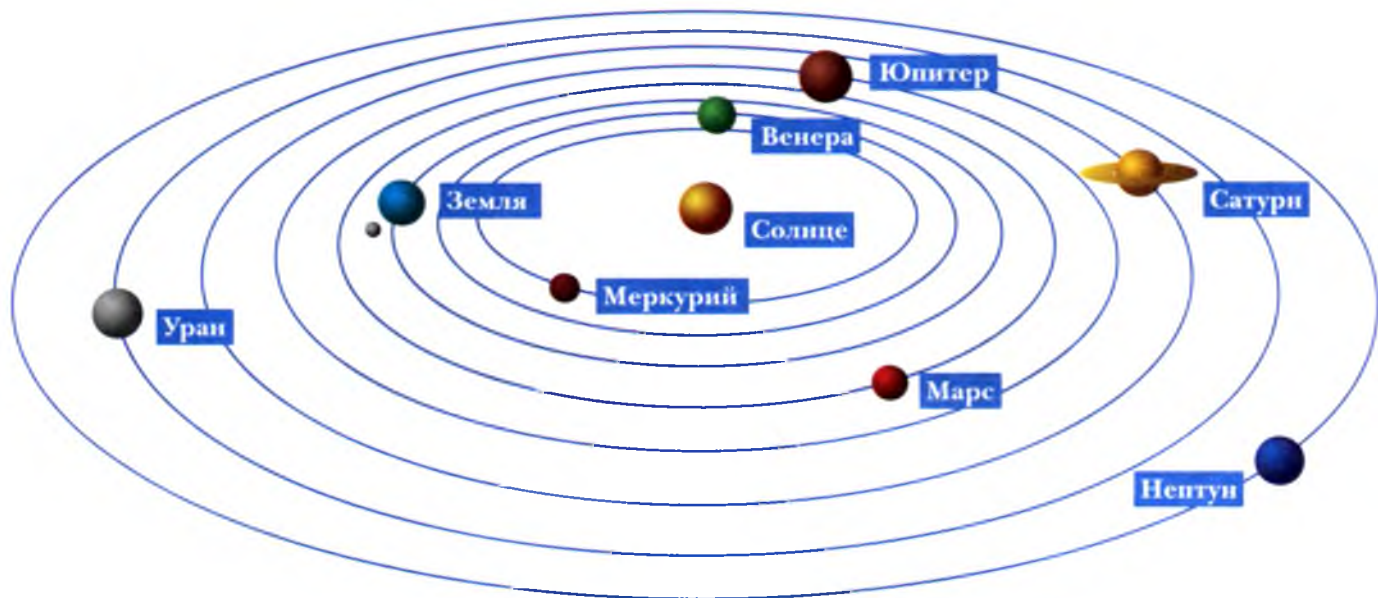
Бог Солнца Гелиос.
Изображение на
античной монете

Образование Солнечной системы

Возраст Солнца составляет около 5 млрд. лет, а нашей планетной системы — около 4,5 млрд. лет. Вопрос о том, как возник наш мир, в том числе Земля и Солнце, волновал человечество на протяжении тысячелетий. В современной науке существует несколько гипотез образования Солнечной системы. Согласно одной из них, в одном из рукавов нашей Галактики

Облако начало сжиматься, вовлекая в себя все большее количество газа и пыли. При этом оно вращалось, сначала достаточно медленно, но по мере уплотнения облака и уменьшения его размера скорость этого вращения увеличивалась. Нечто подобное происходит с фигуристом, когда он для ускорения вращения прижимает руки к телу.

Две разные силы действовали на облако — во-первых, притяжение, в результате которого составляющее его вещество сгущалось к центру и уплотнялось, а во-вторых, центробежные силы, которые стремились отбросить его от центра. В результате образовался вращающийся диск, утолщенный в середине, — по форме похожий на пару тарелок, сложенных краями друг к другу. Давление и температура в этом диске росли, и в какой-то момент атомы водорода сблизилась настолько, что между ними начались ядерные реакции.



Схематическое изображение Солнечной системы (размеры планет и расстояния между их орбитами даны без соблюдения истинного масштаба)

либо в результате какого-то внешнего воздействия, либо случайно — спонтанно — возникло уплотнение межзвездной материи. Под действием гравитации (тяготения) это вещество стало стремиться к центру образовавшегося газопылевого облака.

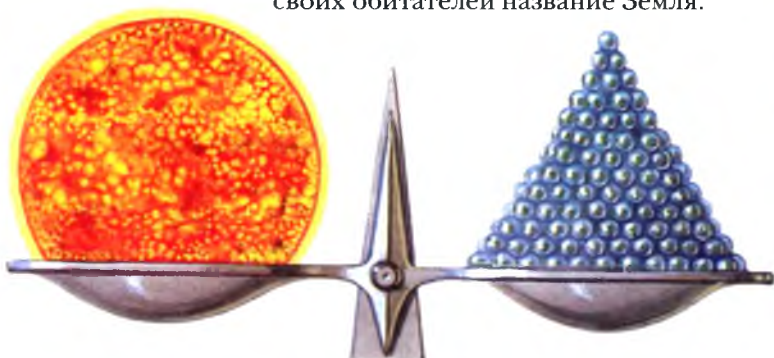
В центре облака зажглась молодая звезда. Так родилось Солнце. Своим световым давлением оно стало оттеснять легкие газы от центра. Несколько миллионов лет оно было неустойчивым и то вспыхивало, то угасало, но вот температура в его ядре достигла значения 10 млн.



Изображение гелиоцентрической системы Коперника (планеты вращаются вокруг Солнца) из атласа Андреаса Целлариуса «Макрокосмическая гармония». 1661 г.



Астрономический знак Солнца



Сравнение масс Солнца и Земли: Солнце тяжелее нашей планеты приблизительно в 330 000 раз

градусов, и оно засияло с постоянной энергией, близкой к той, какую имеет сейчас.

Тем временем протопланетное облако, окружавшее светило, обрело устойчивость. Центробежные силы уравновесили притяжение, и материя в облаке распределилась на широкие кольца. Внутри них вещество стало слипаться в отдельные облака, комки, камни и капли. Объединяясь, они превратились в планеты и спутники планет. Так возникла Солнечная система. А через 4,5 млрд. лет третья по счету от Солнца планета получила от своих обитателей название Земля.

Группы планет

Какова же структура Солнечной системы, существующей уже несколько миллиардов лет? Большие и малые небесные тела (планеты, их спутники, астероиды) располагаются в следующем порядке,

считая от Солнца: Меркурий, Венера, Земля, Марс, пояс астероидов, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. У большинства больших планет есть спутники. За Нептуном расположен еще один пояс малых тел, его называют иногда вторым поясом астероидов, или поясом Койпера. Кроме того, вокруг Солнца по сильно вытянутым орбитам обращаются малые тела особого класса — это кометы. Дополняют общую картину газ и пыль, рассеянные в межпланетном пространстве.

В близкой к Солнцу области, откуда давлением света удалило большую часть газа, образовались те планеты, в которых преобладали железо, кремний и углерод. Теперь мы называем их планетами земной группы. Это Меркурий, Венера, Земля и Марс. Они невелики по размерам и имеют твердую поверхность. При образовании более удаленных планет главным материалом стали газы — водород и гелий. Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун не имеют твердой поверхности, они



1



2



3



4

Этапы образования Солнечной системы:

1. Туманность (газопылевое облако)
2. Протосолнце
3. Формирование планет из протопланетного облака
4. Солнце и планетная система: современное состояние

существенно массивнее и больше планет земной группы, их называют планетами-гигантами. До 2006 г. последней из планет Солнечной системы считался Плутон. Он не входил ни в одну из групп.

Меркурий



Меркурия, бога торговли и посланника богов, изображали в крылатых сандалиях и в крылатом шлеме

Меркурий — самая близкая к Солнцу планета, радиус его орбиты составляет около 58 млн. км, что почти в 3 раза меньше расстояния от Земли до Солнца. Это значит, что солнечный диск с Меркурия выглядит примерно втрое большим, чем с Земли. Эта планета известна человечеству с глубокой древности: ее наблюдали как белую звезду, не поднимающуюся высоко над горизонтом и появляющуюся то на востоке — за два часа до восхода, то на западе — в течение двух часов после заката. Греки называли планету Гермесом, а римляне Меркурием, у обоих древних народов это было имя хитроумного, ловкого бога — покровителя купцов и воров, путешественников и игроков, вестника богов и проводника душ умерших в подземное царство.

Не самый маленький

До XX в. Меркурий считался самой маленькой из планет Солнечной системы. Его радиус составляет 2439 км (он примерно втрое меньше земного радиуса), масса — $3,28 \cdot 10^{23}$ кг ($10^{23} = 100\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000$, то есть единица и 23 нуля). Однако после открытия крошечного Плутона — удаленной от Солнца карликовой планеты — оказалось, что ближайший сосед Солнца не так уж и мал. Карликовые планеты Плутон и Церера значительно меньше.

Меркурий очень похож на нашу Луну и по размеру (он всего в полтора раза больше

спутника Земли), и по рельефу — те же безводные равнины, такие же горы и множество кратеров. Ни воды, ни воздуха на этой планете нет. Один оборот вокруг своей оси Меркурий совершает примерно за 58 земных суток, а Солнце обходит за 88 суток. Это значит, что меркурианские сутки составляют $\frac{2}{3}$ от меркурианского года! Интересно отметить, что скорость обращения планеты вокруг Солнца примерно вдвое превышает орбитальную скорость Земли.

Планета без атмосферы

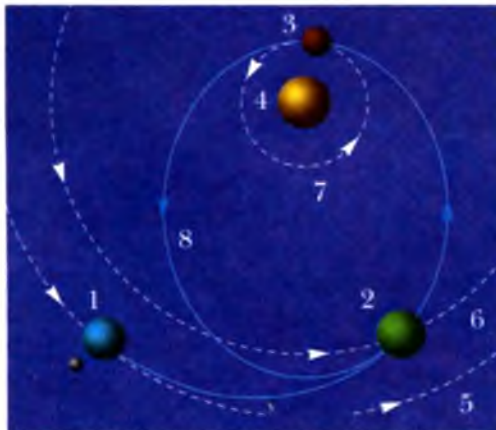
Поскольку атмосферы на Меркурии нет, ночью его поверхность довольно быстро и сильно остывает. Ночная температура доходит до $-170\text{ }^\circ\text{C}$ (а в течение долгого дня поверхность планеты из-за близости к Солнцу нагревается до $427\text{ }^\circ\text{C}$!). За многие миллионы лет существования Меркурия метеориты покрыли поверхность планеты множеством больших и маленьких кратеров. Обилие этих образований тоже связано с отсутствием атмосферы, которая могла бы защитить планету от многих подобных ударов. Однако не все



Астрономический знак планеты Меркурий

Полет «Маринера-10»:

1. Земля
2. Венера
3. Меркурий
4. Солнце
5. Орбита Земли
6. Орбита Венеры
7. Орбита Меркурия
8. Траектория «Маринера-10»



кратеры на Меркурии — следы метеоритов. Здесь немало кратеров и вулканического происхождения. Это говорит о том, что на Меркурии когда-то существовала активная вулканическая деятельность. Внутренние слои планеты сильно разогревались, потоки лавы выходили на поверхность, образуя так называемые бассейны, например бассейн Калорис диаметром 1300 км.

Ядро планеты

О внутреннем строении Меркурия известно мало. Однако существует предположение, что там есть железное ядро, радиус которого — около 1800 км, то есть оно составляет большую часть планеты. И основная масса ($\frac{4}{5}$) содержится тоже в плотном ядре, а верхние слои Меркурия имеют существенно меньшую плотность. В пользу того, что ядро Меркурия состоит из железа, свидетельствует тот факт, что у этой планеты обнаружено магнитное поле, хотя и довольно слабое. Ведь у Земли, планеты с ядром из железа, магнитное поле есть, а у Луны, не обладающей подобным ядром, оно отсутствует.

Исследование Меркурия

Меркурий вообще трудно наблюдать с Земли из-за его близости к Солнцу. На небесной сфере он не отходит от Солнца дальше 28° и теряется в лучах восходяще-

Американский космический аппарат «Маринер-10»



го или заходящего светила. По легенде, даже великому астроному Копернику ни разу в жизни не удалось разглядеть эту планету. Однако сейчас люди знают о Меркурии гораздо больше — благодаря космическим исследованиям. В 1974–1975 гг. американский космический аппарат «Маринер-10» трижды проходил мимо Меркурия и передал на Землю изображения его поверхности. 3 ноября 1973 г. стартовав с Земли в направлении Венеры, «Маринер» 5 февраля 1974 г. достиг этой планеты и направился к Меркурию. 29 марта 1974 г. космический аппарат приблизился к Меркурию на рекордное расстояние — 705 км.

Совсем недавно исследования возобновились: в 2004 г. к Меркурию отправилась американская межпланетная автоматическая станция «Мессенджер», которая продолжит изучение этой горячей планеты. Стоит надеяться, что эта экспедиция пополнит довольно скудные сведения землян о Меркурии, поможет ответить на многие вопросы и доставит немало сюрпризов.

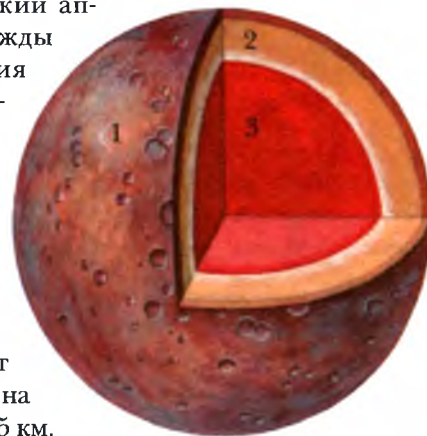


Схема внутреннего строения Меркурия:

1. Кора
2. Мантия
3. Ядро

Мозаичное изображение поверхности Меркурия, составленное по снимкам «Маринера-10»

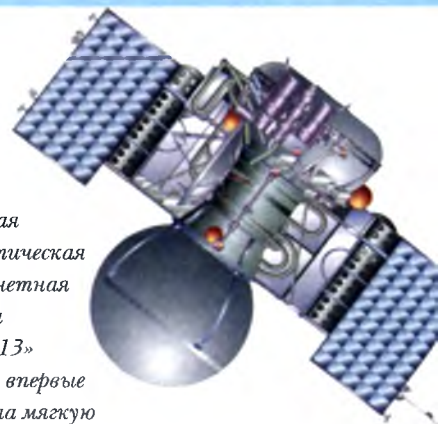


Так выглядит поверхность Меркурия с расстояния около 300 км

Венера

Вторая от Солнца планета — Венера — получила имя римской богини любви и красоты. Она расположена на расстоянии 108 млн. км от Солнца и с Земли видна ярким светилом — то утренним, то вечерним. Древние считали ее двумя разными звездами и называли Фосфором — светоносной, то есть утренней, звездой и Геспером — вечерней. Венера — самый яркий объект на небе после Солнца и Луны.

Советская автоматическая межпланетная станция «Венера-13» в 1982 г. впервые совершила мягкую посадку на Венеру



Астрономический знак Венеры

Венера. Съемка американского космического аппарата «Магеллан»

Похожая на Землю

Наша ближайшая соседка (Венера расположена ближе к Земле, чем сосед с другой стороны — Марс) обращается вокруг Солнца за 224,7 дня, а вокруг своей оси поворачивается за 243 суток — день на Венере длится дольше года! Вращение Венеры вокруг своей оси — обратное: в отличие от Земли и большинства других планет, она вращается не против часовой стрелки (если смотреть со стороны Северного полюса), а по часовой

стрелке, при этом против своего движения по околосолнечной орбите!

Венеру нередко называют родной сестрой Земли. Действительно, у этих планет много общего: обе соседки расположены сравнительно недалеко от Солнца, радиус Венеры (6051 км) лишь немногим меньше земного, масса второй планеты Солнечной системы ($4,87 \cdot 10^{24}$ кг) тоже сопоставима с земной. К тому же поверхность обеих планет окружена плотной газовой оболочкой: Венера, как и Земля, имеет атмосферу!

Венерианская атмосфера

Первым существование атмосферы на Венере обнаружил М. В. Ломоносов: наблюдая в 1761 г. прохождение планеты перед солнечным диском, ученый заметил, что на краю Солнца, словно приподнятый Венерой, образовался выступ («пупырь»), а как только планета миновала Солнце, «пупырь» лопнул. Ломоносов догадался, что это оптическое явление связано с преломлением солнечного света в атмосфере Венеры. Через много лет ученые установили, что атмосфера Венеры вращается вокруг ее оси быстрее, чем сама планета, делая один оборот за четверо земных суток. Верхняя часть атмосферы затянута плотными облаками, которые долгое время не позволяли изучать поверхность планеты.

Когда-то сплошная облачность Венеры наводила многих ученых на мысль, что



условия на поверхности планеты сходны с теми, какие были на Земле в каменноугольный период, и климат там может благоприятствовать развитию растений. Но условия на Венере не столь прекрасны, как на Земле, и совершенно непригодны для жизни, даже для растительной. В атмосфере Венеры кроме большого количества углекислого газа присутствуют еще и ядовитый угарный газ, фтористый и хлористый водород, а вот водяного пара, азота и кислорода там совсем мало, а венерианские облака состоят из... водного раствора серной кислоты!

Высокая температура (до +500 °С) атмосферы объясняется парниковым эффектом: она пропускает солнечные лучи, но практически непроницаема для теплового излучения, идущего в обратном направлении от поверхности планеты. Тепловое излучение планеты почти полностью поглощает преобладающий в атмосфере Венеры углекислый газ. Венерианские облака плавают очень высоко: их нижняя граница расположена на высоте около 47 км. Ниже облаков атмосфера Венеры становится более прозрачной, но все же заметно поглощает свет: человеческому зрению все здесь представлялось бы в бордовых тонах.

Поверхность Венеры

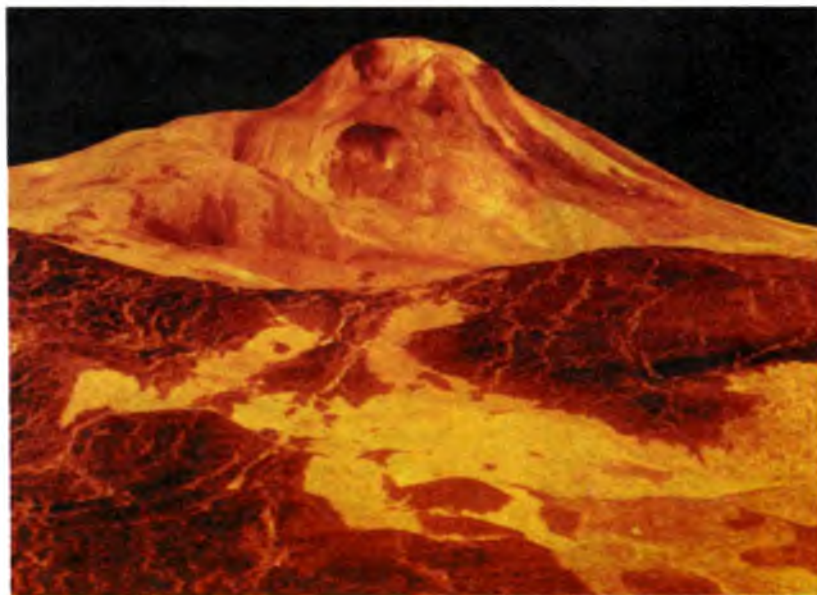
Венеру люди наблюдали издревле. Кстати, это единственная планета, у которой человек, обладающий острым зрением, может невооруженным глазом различить фазы: известно, что в виде серпика Венеру видела мать астронома Кеплера. Но вот узнать что-то о поверхности этой планеты людям помогли космические аппараты. Первый зонд, спущенный туда на парашюте, не выдержал давления атмосферы. Следующие, более прочные, достигли поверхности: давление составило 90 атмосфер, а температура — около 460 °С. Узнать рельеф планеты и составить ее карту позволила радиолокационная съемка с искусственных спутников Венеры — с российских автоматических станций «Венера-15 и -16» и особенно с американского аппарата «Магеллан».



Оказалось, что на Венере не так много кратеров, как на Меркурии, и, вероятно, большинство из них — вулканические. Рельеф планеты состоит из равнин, пересеченных горными цепями и возвышенностями. Две горные области, по площади сопоставимые с земными материками, получили названия Земля Афродиты и Земля Иштар (Афродита — греческая богиня любви, Иштар — богиня любви древних ассирийцев). Дело в том, что все элементы венерианского ландшафта было решено называть женскими именами: так на Венере появились, например, долина Лакшми (в честь индийской богини любви и красоты), кратер Клеопатра и даже... кратер Баба-яга.

Богиню любви всегда представляли молодой прекрасной женщиной — именно такой изображена она и на картине итальянского художника Сандро Боттичелли «Рождение Венеры»

Типичный венерианский ландшафт: так выглядит поверхность планеты



Система Земля—Луна

Земля, средней величины планета с крупным каменным спутником, знакома нам лучше остальных. Период ее вращения вокруг своей оси составляет около 24 часов, обращения вокруг Солнца — около 365 дней. От Солнца ее отделяет около 150 млн. км, это расстояние получило название астрономической единицы (а. е.). Спутник Земли Луна обходит нашу планету по своей орбите на расстоянии 384 400 км примерно за 28 земных суток.



Греческую Артемиду (у римлян — Диану), прекрасную охотницу и покровительницу животных, почитали еще и как богиню Луны



Астрономический знак Земли



Астрономический знак Луны

Так выглядит Земля с Луны



Живая планета

Третья, считая от Солнца, планета Солнечной системы расположена очень удачно: на Земле существует такая температура, при которой вода может находиться в жидком виде, а не только в виде льда или пара. Это обстоятельство наряду с наличием у Земли атмосферы стало определяющим для возникновения жизни на нашей планете, а живые организмы, в свою очередь, изменили состав атмосферы — воздушной оболочки, окружающей Землю. Первоначально атмосфера Земли была преимущественно углекислой, но микроорганизмы, водоросли и растения забирали из нее углерод для строительства своих тел, а взамен отдавали кислород. Значительная часть углекислоты оказалась захороненной в виде каменного угля — остатков древних растений. (А сейчас, используя уголь как топливо, люди возвращают углекислый газ в атмосферу.) Большое количество — около 20% — кислорода в воздухе Земли сделало возможным появление в процессе эволюции высших животных, а в конечном итоге и человека.

Строение земного шара

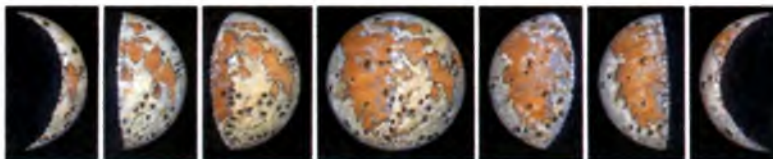
Радиус земного шара 6371 км, масса нашей планеты $5,98 \cdot 10^{24}$ кг. Подобно другим планетам земной группы, Земля име-



Вид Земли из космоса

ет каменную кору и ядро. Между ними находится жидкая оболочка — мантия. Средняя толщина коры — около 35 км, на дне океанов она может быть всего несколько километров, а в горных районах

достигает нескольких десятков километров. Кора вместе с верхним слоем мантии образует литосферу — наружную зону Земли толщиной около 70 км. Граница между мантией и ядром пролегает примерно в 2900 км от поверхности Земли. В ядре выделяют внешнюю, жидкую часть и внутреннюю, твердую. Внешнее ядро состоит из жидкого железа, именно



Фазы (формы видимой части) Луны. Собственного света Луна не излучает, поэтому мы видим только ту ее часть, которая освещена Солнцем: край в виде серпа, половину, полный круг



Луна — единственный природный спутник Земли

оно и создает магнитное поле Земли. Радиус твердого внутреннего ядра — около 1220 км, оно имеет огромную плотность — до 10 000 кг/м³.

Спутница Земли

Наш вечный спутник практически лишен атмосферы и воды, большую часть его поверхности занимают обширные гористые области. По диаметру Луна меньше Земли в 4 раза, а по массе — в 81 раз. Сила тяжести на ней в 6 раз меньше, чем на Земле. Луна вращается вокруг оси с тем же периодом, что и по орбите. Из-за этого с Земли видна только одна ее сторона. До начала космической эры недоступность обратной стороны Луны вызывала много домыслов. С появлением космических аппаратов ее сфотографировали, и оказалось, что задняя сторона похожа на обращенную к нам, разве что там меньше равнин — «морей» (так их называли во времена, когда еще верили, что на Луне может быть вода).

Рельеф Пергамского алтаря «Битва богов с гигантами». В левом нижнем углу — богиня Гея, олицетворявшая для греков Землю



За те две недели, что на Луне длится день, ее поверхность на экваторе в полдень нагревается до +125 °С. Зато за ночь температура падает до -180 °С. Такое колебание температуры происходит из-за того, что поверхность Луны лишена атмосферы. Правда, лунная почва прогревается или же промерзает только до глубины около 10 см, а глубже ее температура уже не зависит от времени лунных суток. Полная Земля освещает ночи своего спутника в 40 раз ярче, чем полная Луна освещает Землю. И не только потому, что площадь земного шара в 14 раз больше площади Луны, а еще и по той причине, что Земля со своими облаками намного лучше, чем Луна, отражает свет.

Луна — первое небесное тело, на которое опустили сначала исследовательские аппараты — советские луноходы, затем и люди — астронавты США. Полученные там образцы камней и пыли позволили определить, что возраст Луны примерно равен земному — около 4,5 млрд. лет. Ранее выдвигались гипотезы о том, что Луна — «отколовшийся» кусок Земли либо захваченная Землей малая планета, одна из авторитетных современных гипотез рассматривает вероятность одновременного образования Земли и Луны из протопланетного облака.



Деймос

Следующая за Землей, или четвертая, считая от Солнца, планета — Марс. От нашего светила его отделяют 1,52 а. е., то есть 228 млн. км. Марс люди наблюдали с глубокой древности: время от времени он появлялся на небе оранжево-красной звездой. Красное, «кровавое» сияние планеты заставило греков посвящать ее богу войны Аресу. У римлян бог войны носил имя Марс, от него планета и получила свое название.

Красная планета

Марс в два раза меньше Земли в диаметре и в десять раз легче ее по массе. Красный цвет планеты объясняется тем, что ее грунт богат железом. Очень тонкая и разреженная атмосфера Марса образована в основном углекислым газом. Из замерзшей смеси водяного инея, пыли и углекислого газа состоят даже полярные шапки. Их размеры уменьшаются летом и увеличиваются зимой — смена времен года на планете выражена довольно четко. Год на Марсе длится 687 суток — около двух земных лет, а один оборот вокруг своей оси планета совершает почти как Земля — за 24 часа 37 минут. Средняя температура на Марсе -70°C , и только вблизи экватора она поднимается немного выше 0°C .



Астрономический
знак Марса

Питер Пауль Рубенс,
подобно многим
художникам,
изобразил Марса
одетым в доспехи
грозным воином



Американский посадочный аппарат «Викинг»
на поверхности Марса

Противостояния

Для наблюдений за Марсом наиболее благоприятны моменты противостояния, когда Солнце, Земля и Марс находятся на одной прямой. Примерно раз в 14 лет наступает так называемое великое противостояние: в этот момент Земля максимально удалена от Солнца, а Марс наиболее близок к нему, расстояние между планетами сокращается до 56 млн. км, и в телескоп можно увидеть некоторые детали поверхности Марса: темные и светлые полосы в центре и светлые области (полярные шапки) у полюсов. Так же, как и у Луны, темные области Марса называют морями, а светлые — материками.

Марсианский пейзаж

Рельеф марсианской поверхности довольно сложен. Это многочисленные кратеры с центральной горкой, горные хребты, плоские возвышенности, отдельные вершины. Самая высокая точка планеты — вулкан Олимп (27 км). Еще на Марсе есть гигантские разломы и трещины. У самого большого разлома ширина 120 км и длина почти 4000 км. Большую часть Южного полушария занимают пустыни, над ними почти все время дует ветер, поднимающий облака пыли. Иногда воздушные массы перемещаются с огромнейшей скоростью, и тогда пылевые бури приобретают планетарный масштаб. Существуют на Марсе и извилистые ложбины с притоками — возможно, это русла древних рек.

Страх и Ужас

Еще в 1877 г. у Марса были открыты два спутника. Их назвали Фобос (по-гречески «страх») и Деймос («ужас»). Они представляют собой каменные куски, по фор-



Космический аппарат исследует Фобос

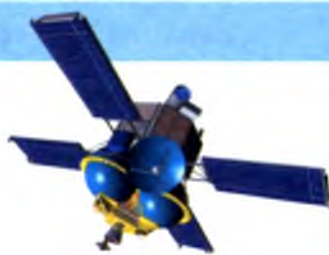
ме напоминающие картофелины. По размерам спутники Марса можно сравнить с малыми планетами — астероидами: длина Деймоса всего 16 км, Фобоса, который почти вдвое больше собрата, — 28 км. Вероятно, они и есть астероиды, когда-то захваченные Марсом. Оба спутника изуродованы кратерами: в далеком прошлом Деймос и Фобос подверглись

метеоритной «бомбардировке». Но Фобос кроме кратеров оказался покрыт еще и загадочной системой параллельных глубоких борозд длиной до 1 км и глубиной до 20 м. Именно этот факт снова дал пищу для размышлений сторонникам гипотезы жизни на Марсе.

Есть ли жизнь на Марсе?

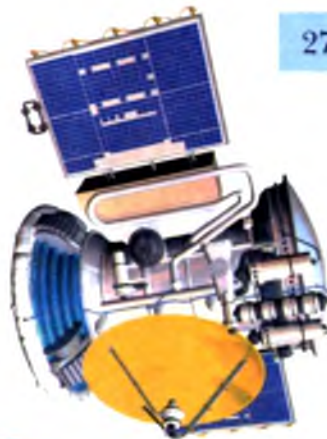
Люди долго верили, что Марс может быть обитаемым. В XIX в. астроном Джованни Скиапарелли увидел на нем сеть каналов — явный признак цивилизации. Вскоре геометрическая правильность и искусственное происхождение «каналов» были опровергнуты, а первые же полеты космических аппаратов принесли окончательное разочарование: поверхность Марса была пуста. А в далеком прошлом? Могли ли когда-то давно жить на красной планете разумные существа? Вряд ли. Но может быть, на Марсе существовали хотя бы низшие формы жизни? Оказалось, что ответ на этот вопрос нужно искать на Земле. В 1996 г. американские ученые, исследовав найденный в Антарктиде метеорит марсианского происхождения, обнаружили в нем формы, похожие на окаменевшие следы бактерий! Исследования продолжаются: вопрос о жизни на Марсе остается открытым.

Снимок Марса с космического аппарата «Викинг»



Орбитальный аппарат американской автоматической межпланетной станции «Викинг»

Советский аппарат «Марс-3», совершивший 2 декабря 1971 г. посадку в Южном полушарии Марса





*Прекрасную Европу Зевс-Юпитер похитил,
превратившись в быка*

Юпитер

Пятая от Солнца планета Юпитер — самая большая планета Солнечной системы. Эту планету отделяет от Солнца расстояние в 778 млн. км (то есть 5,2 а. е.), а ее масса превышает массу всех других планет, вместе взятых. Не случайно Юпитер получил имя главного римского бога, царя всех богов (греки называли его Зевсом). Эта планета известна людям еще с древности: бывают ночи, когда Юпитер ярко сияет на небосводе, уступая блеском только Венере.

28



Голова Зевса-Юпитера. Античная гемма

4

Астрономический знак Юпитера

Большое Красное Пятно

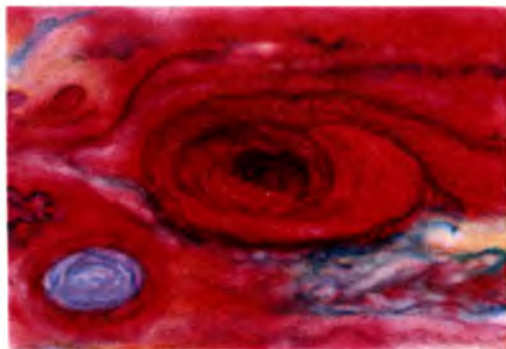
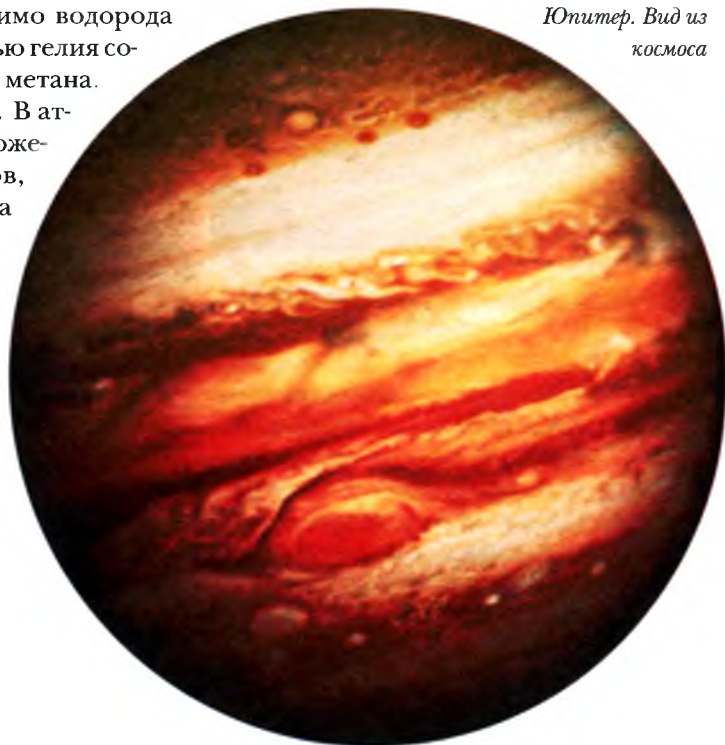
Гигантская планета

Юпитер — планета-гигант, его радиус (71 400 км) в 11 раз больше земного, а масса ($1,9 \cdot 10^{27}$ кг) больше массы Земли в 318 раз. Вращается планета быстро — сутки на Юпитере составляют всего 9 часов 55 минут, а Солнце Юпитер обходит за 11,86 года. Поскольку период обращения Юпитера вокруг Солнца равен 4333 земным суткам, то есть почти 12 годам, он долго остается в одном и том же созвездии и люди с Земли наблюдают его как яркую, хорошо заметную звезду.

Юпитер — газовая планета, состоящая преимущественно из водорода, а атмосфера этой планеты помимо водорода с незначительной примесью гелия содержит малые количества метана, аммиака и водяного пара. В атмосфере Юпитера расположены длинные слои облаков, благодаря которым планета выглядит полосатой. Полосы облаков вдоль экватора Юпитера можно увидеть и в телескоп. Они вращаются, немного от-

ставая от вращения планеты и друг от друга. Красноватая окраска части облаков свидетельствует о наличии в атмосфере Юпитера множества сложных химических соединений. Около 20 лет назад ученые сделали потрясающее открытие: на Юпитере бывают грозы. Американские «Вояджеры» зарегистрировали в атмосфере планеты многочисленные вспышки, которые представляют собой юпитерианские молнии протяженностью в тысячи километров! Поверхность Юпитера под атмосферой покрыта... океаном. Правда, образует его не вода,

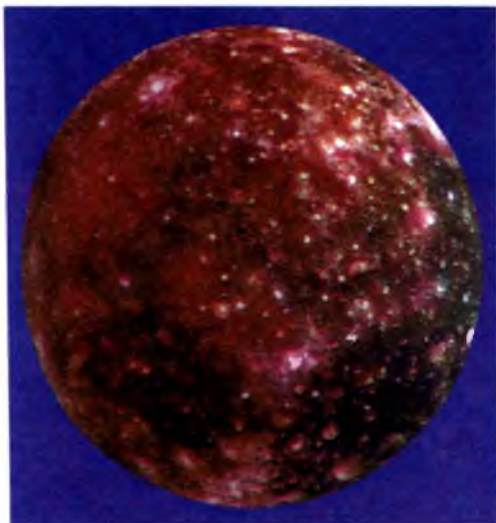
Юпитер. Вид из космоса



а сжиженный под высоким давлением, «кипящий» водород. Внутри планеты находится твердое ядро, состоящее из камня и металлов.

Большое Красное Пятно

В атмосфере Юпитера вот уже 300 лет наблюдается впечатляющее явление — Большое Красное Пятно. Это огромное атмосферное образование размером 15 000–30 000 км, его площадь вдвое превосходит размеры Земли! Когда-то астрономы полагали, что загадочное пятно на Юпитере — крупнейшее озеро раскаленной лавы. Но уже в конце XIX в. было выдвинуто предположение, что Большое Красное Пятно состоит из какого-то очень легкого вещества, но только твердого, а не жидкого, поддерживаемого довольно плотной атмосферой Юпитера на большой высоте. На его твердость, по мнению астрономов, указывал тот факт, что оно перемещалось по долготе планеты как нечто целое. В настоя-



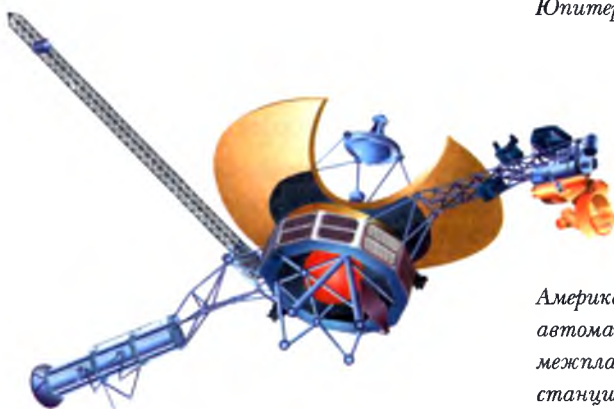
Спутник Юпитера Каллисто

щее время многие ученые придерживаются мнения, что Большое Красное Пятно — гигантский вихрь в атмосфере планеты, который вращается с периодичностью в шесть суток. Около 60 лет назад на Юпитере открыли еще несколько

таких «пятен», но значительно меньших размеров, причем некоторые из них образовались сравнительно недавно (не более полувека назад). Интересно, что все «пятна» взаимодействуют как между собой, так и с Большим Красным Пятном.

Спутники Юпитера

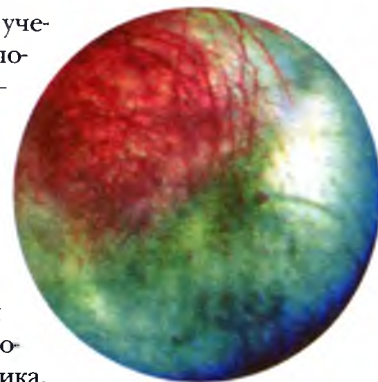
Юпитер окружен целой семьей спутников, их у планеты 16, первые четыре (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто) открыл



Спутник Юпитера Ио

Американская автоматическая межпланетная станция «Вояджер», пролетевшая мимо Юпитера и сделавшая снимки его облачного покрова

в 1610 г. еще Галилео Галилей, наблюдавший планету в телескоп. Названия некоторым спутникам Юпитера дали имена возлюбленных римского бога. Самый большой из спутников — Ганимед. Наибольший интерес ученых в последние годы вызвала Европа. После изучения снимков, сделанных «Вояджером», ученые пришли к выводу, что темные полосы на поверхности этого спутника — трещины в ледяном покрове. Происхождение трещин до сих пор остается загадкой. Некоторые астрономы полагают, что вода, поднимавшаяся когда-то из недр Европы, замерзла, в то время как снизу эту ледяную корку распирали новые потоки воды. Именно это и привело к образованию трещин на поверхности спутника. В 1979 г. выяснилось, что Юпитер помимо крупных спутников имеет кольцо, подобно Сатурну. Кольцо великана очень узкое и состоит из мелких пылевых частиц, увидеть его с Земли невозможно, потому что оно повернуто к нам ребром.



Европа — один из четырех спутников Юпитера, открыты Г. Галилеем в 1610 г.

Сатурн

Шестая планета Солнечной системы — Сатурн. Он отстоит от Солнца на 1,43 млрд. км (9,54 а. е.). Это последняя из планет, видимых невооруженным глазом и потому известных человечеству с древности. Названа она в честь древнеримского бога Сатурна — божества плодородия, отца Юпитера и других богов. Со времен изобретения телескопов внимание астрономов привлекают широкие светлые кольца, в которые как бы погружена планета.

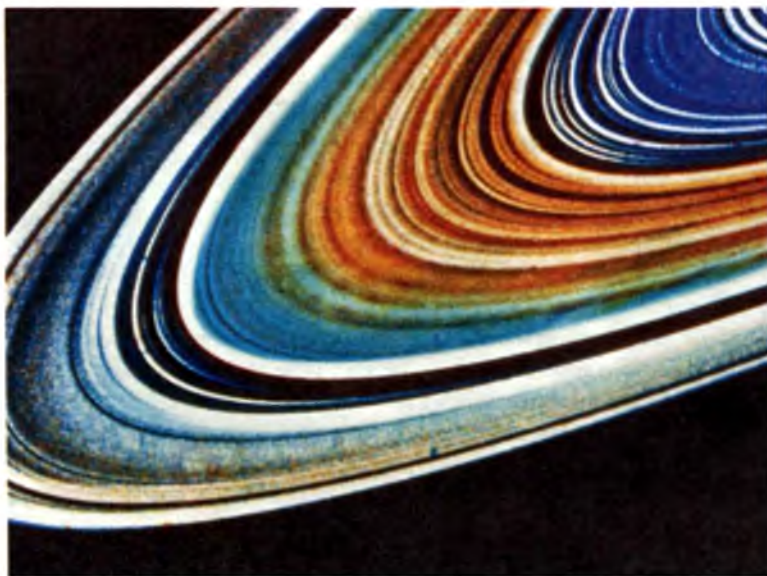
Планета, похожая на Юпитер

Сатурн, относящийся к планетам-гигантам, или к планетам внешней группы, имеет радиус 60 000 км и массу $5,7 \cdot 10^{26}$ кг. Вокруг своей оси он вращается за 10 часов 40 минут, а его период обращения вокруг Солнца равен 10 759 земных суток, то есть 29,46 года. Светит он довольно ярко, отчасти благодаря кольцам, но уступает Юпитеру, потому что расположен дальше от Солнца. По строению Сатурн во многом похож на Юпитер, своего соседа: он тоже состоит в основном из водорода с небольшой примесью гелия, атмосфера этой планеты также затянута слоем аммиачных облаков, и на Сатурне бушуют гигантские штормы, видимые в сильный телескоп даже с Земли. Поверхность планеты под атмосферой покрывает океан жидкого во-



Астрономический знак Сатурна

Схематичное изображение части колец Сатурна (цвета на рисунке не соответствуют натуральным)



Сатурн (у греков Кронос) пожирал своих детей, чтобы они не отняли у него власть над миром. Греческий рельеф изображает супругу Кроноса — Сатурна Рею, приносящую мужу очередного младенца

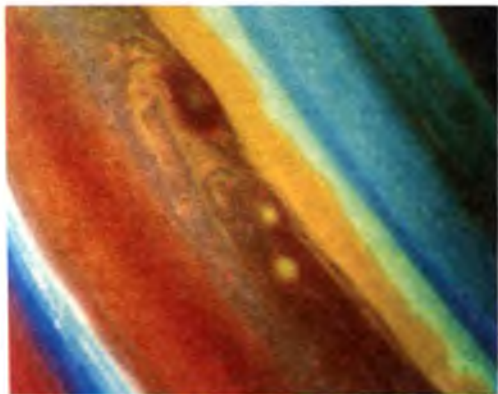
дорода, а в центре Сатурна находится огромное ядро, чья масса превосходит земную в 20 раз. Оно состоит из камня, железа, а возможно, и из льда — смеси кристаллов воды, метана и аммиака, способной не плавиться при температуре более 10 000 К, царящей в недрах планеты.

Загадочные кольца

Пожалуй, самым замечательным во внешнем виде планеты оказываются эффектные кольца, опоясывающие Сатурн по экватору. Ширина этих колец колоссальна — десятки тысяч километров, а толщина довольно мала — не более 50 м. Три больших кольца разделены промежутками, а снаружи на довольно большом расстоянии от них было недавно открыто еще несколько тонких и прозрачных колец. До открытия колец у Юпитера, Урана и Нептуна Сатурн считался единственной планетой, окруженной кольцом по экватору. Первым внимание на необычный вид Сатурна обратил Галилей. Было это в 1610 г. Итальянский ученый тогда решил, что увидел два близких спутника планеты. Но в 1655 г. было выяснено, что это не спутники, а сплошное кольцо. Теперь уже известно, что кольцо Сатурна не сплошное. Планета-гигант окружена более чем пятью кольцами, не соприкасающимися друг с другом.

Основные кольца Сатурна обозначаются в астрономии буквами А, В, С, D, Е и F. Внешний радиус кольца А равен 140 000 км! Самое яркое кольцо — кольцо В, отделенное от кольца А темным промежутком. Этот промежуток ученые называют щелью, или делением, Кассини (название дано в честь ученого, ставшего первооткрывателем этого явления). Внутри кольца В расположено самое темное кольцо С. Все эти три кольца окружены кольцами D (с внутренней стороны) и Е (с внешней стороны). Кольцо F расположено между кольцами А и Е. Все основные кольца Сатурна состоят, в свою очередь, из множества узких колец.

Каких только гипотез не выдвигалось относительно происхождения колец!



Фрагмент поверхности Сатурна. Снимок с космического корабля «Вояджер»

Пожалуй, самое оригинальное предположение высказал на этот счет К. Э. Циолковский, который считал, что кольца Сатурна, «может быть, тоже живые, иначе трудно, почти невозможно объяснить их существование; если бы не что-то разумное, управляющее ими, кольца должны бы образовать для Сатурна луну».

Кольца Сатурна образованы различными частицами, камнями и глыбами разных размеров, покрытыми инеем и льдом. Исходя из этого, раньше полагали, что они появились вследствие разрушения одного из его спутников, который либо начал образовываться в этой зоне при

рождении Солнечной системы, но так и не смог образоваться, либо попал в поле притяжения Сатурна извне. Однако данные, полученные американскими космическими аппаратами «Вояджер», позволили разгадать тайну происхождения колец: это не разрушенные спутники, а остатки огромного околопланетного облака. Его внутренние области остались кольцами, состоящими из раздробленных кусков, а из внешних областей сформировались спутники.

Луны Сатурна

Спутников, или лун, у Сатурна очень много, сейчас их известно больше 20-ти. По традиции они названы именами персонажей античной мифологии, но, в отличие от планет, не римской, а греческой (Прометей, Пандора, Энцелад, Эпиметей, Тефия, Рея, Диона, Гиперион, Япет, Феба и др.). Самый крупный — Титан, его диаметр — 5150 км, и он больше не только нашей Луны, но и Меркурия. Титан имеет собственную мощную атмосферу, состоящую из азота с примесью метана. Вероятно, поверхность Титана покрыта этано-метиловым океаном, но плотная атмосфера скрывает планету от наблюдателей.



Мимас — один из спутников Сатурна

Сатурн и его спутники (изображение дано не в масштабе)





Уран – греческий бог неба, супруг Геи-Земли



Астрономический знак Урана

7-футовый телескоп В. Гершеля, с помощью которого он открыл Уран



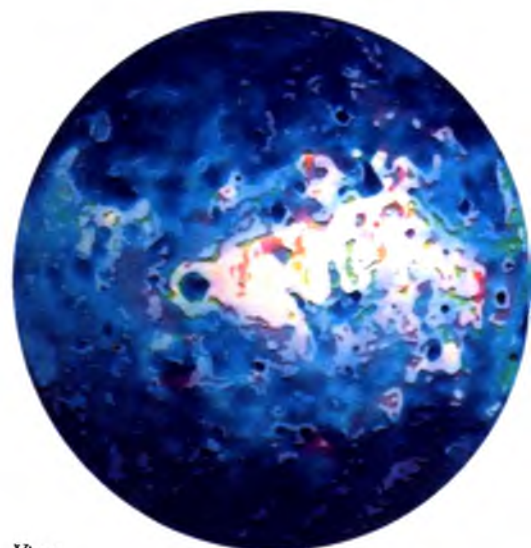
«Георгиевская звезда»

Когда живший в Англии учитель музыки и астроном-любитель Гершель узнал, что обнаруженная им 13 марта 1781 г. комета при ближайшем рассмотрении оказалась ранее неизвестной планетой Солнечной системы, он принял решение назвать ее в честь своего покровителя – короля Англии Георга III. Гершель объявил ученому миру, что отныне новая планета именуется Георгиевской звездой. Но европейские астрономы наотрез отказались от такого названия, они считали, что открытую планету следует именовать подобно остальным планетам Солнечной системы. Первооткрывателю ничего не оставалось делать, как согласиться с большинством ученых. Так со всеобщего одобрения новую планету стали называть Ураном – это имя дал ей знаменитый немецкий астроном И. Боде. Планета Уран получила свое название по имени древнегреческого бога неба, супруга Геи-Земли, который считался отцом титанов, одноглазых циклопов, сторуких исполинов и... богини любви Афродиты.

Седьмая планета

Седьмая, и, как считали в момент ее открытия, последняя, планета Солнечной системы имеет радиус 25 900 км и массу $8,7 \cdot 10^{25}$ кг, эта планета-гигант в 61 раз

Седьмую планету Солнечной системы – Уран – от Солнца отделяют 2,87 млрд. км (19,18 а. е.). Эта планета не была известна в древности. Уран имеет 6-ю звездную величину (подробнее об этом см. с. 48), он различим в виде тусклой звездочки, в которой никто не заподозрил планету. Открыт Уран был случайно: в 1781 г. астроном-любитель Вильям Гершель заметил в телескоп движущийся по небу светлый диск, который принял за комету. Гершель сообщил об увиденном профессиональным астрономам, и выяснилось, что он открыл новую планету!



Уран

больше Земли по объему и тяжелее ее в 14,6 раза. Уран обращается вокруг Солнца с периодом в 84,01 года, а полный оборот вокруг своей оси совершает за 17 часов 14 минут. Осевое вращение у Урана, как и у Венеры, обратное. Это значит, что планета вращается «назад», в сторону, противоположную движению по орбите вокруг Солнца. Кроме того, ось вращения планеты имеет наклон 98° , то есть практически лежит в плоскости орбиты: Уран катится по орбите, переворачиваясь, как колобок по дорожке, при этом переворачивается он назад, а по орбите продвигается вперед!

Ось вращения Урана смещена относительно его магнитной оси на 60° . Внимательно изучив данные, полученные автоматической межпланетной станцией «Вояджер», специалисты выдвинули версию, что столь значительное отклонение происходит потому, что магнитное поле Урана в настоящее время находится в процессе инверсии. Этот процесс рано или поздно завершится перемещением южного полюса на место северного и наоборот. Правда, не все ученые согласны с этой гипотезой. Некоторые астрономы полагают, будто огромное отклонение магнитных полюсов от географических возникло из-за того, что Уран столкнулся с каким-то космическим телом. Причем размеры этого тела приблизительно такие же, как и у нашей Земли.

Уран так далек от центра Солнечной системы, что Солнце с него видно не как диск, а как яркая звезда. Эта планета получает в 400 раз меньше света, чем Земля. Попавшим на Уран людям показалось бы, что здесь царят вечные сумерки.

Подобно прочим газовым гигантам, Уран имеет мощную атмосферу. Содержащийся в ней метан поглощает красные лучи и отражает голубые и зеленые, поэтому Уран выглядит голубой планетой. Никаких атмосферных образований, подоб-

ных Большому Красному Пятну Юпитера, на Уране не обнаружено, никаких бурь и штормов не наблюдалось. Вероятно, под атмосферой, толщина которой около 8 км, скрывается океан из воды, аммиака и метана, который ближе к центру планеты переходит в железно-каменное ядро.

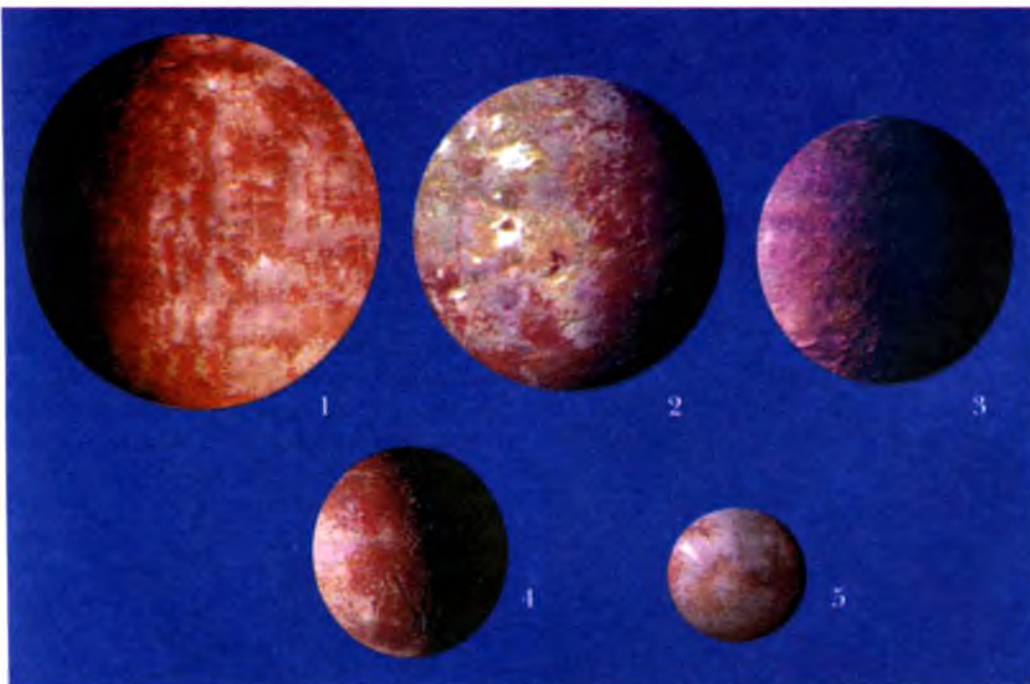
Спутники... и спутницы Урана

У Урана довольно много спутников — больше десяти. Два самых далеких и самых крупных — Оберон и Титания — увидел еще Гершель, два следующих — Умбриэль и Ариэль — были открыты в XIX в., а Миранда — в XX в. Имена спутников были заимствованы не из античной мифологии, а из английской литературы: Умбриэль — из поэмы А. Поупа, остальные — из произведений У. Шекспира.

А в 1977 г. было совершено сенсационное открытие: оказывается, у Урана, как и у Сатурна, тоже есть кольца! И когда в 1986 г. американский аппарат «Вояджер-2» обнаружил между этими кольцами и пятью уже известными спутниками Урана еще десяток маленьких спутников, эти луны Урана тоже получили шекспировские имена — Дездемона, Офелия, Джульетта, Корделия и др.



В. Гершель. После открытия Урана он был избран членом Лондонского королевского общества и стал придворным астрономом. Оставив музыку и целиком посвятив себя астрономии, он сделал еще немало открытий



Пять крупнейших спутников Урана:

1. Титания
2. Оберон
3. Умбриэль
4. Ариэль
5. Миранда

Нептун

Восьмая планета нашей системы, считая от Солнца, — Нептун — была открыта в 1846 г. Расстояние от нее до Солнца 4,5 млрд. км (30,06 а. е.). Эта планета не видна на небе невооруженным глазом (ее блеск соответствует 8-й звездной величине), но ее можно заметить в хороший бинокль. В продолжение древней традиции планета получила название в честь Нептуна — римского морского божества.



Астрономический
знак Нептуна

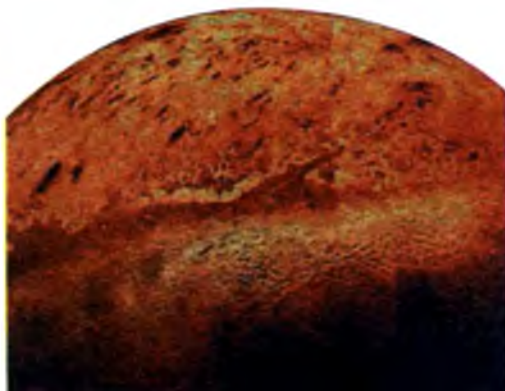


Урбен Леверье

Полярная шапка из застывшего азота на полюсе самого крупного спутника Нептуна — Тритона. Снимок «Вояджера-2»

Триумф небесной механики

Открытие Нептуна стало знаменательным событием для астрономии XIX в. Дело в том, что честь обнаружения новой планеты принадлежит прежде всего кабинетным ученым: можно сказать, что Нептун открыли раньше, чем увидели. Историки науки любят говорить, что Нептун был открыт «на кончике пера». Произошло это так. После открытия Урана астрономы заметили, что эта планета ведет себя непредсказуемо: то «забегает» вперед, то «отстает» от вычисленной орбиты. Объяснить это можно было лишь влиянием еще одной планеты, которая находится за Ураном. Вычислить по изменению орбиты Урана положение этой неведомой планеты было задачей чрезвычайно сложной, но для математики XIX в. посильной. За ее решение взялись молодые ученые — англичанин Джон Адамс и француз Урбен Леверье. Примерно в одно и то же время независимо друг от друга они пришли к сходным результатам. Но Адамс послал свои вычисления директору Гринвичской обсерватории, который не обратил на работу



Триумф Нептуна. Древнеримская мозаика

ученого должного внимания, а Леверье направил свои выкладки в Берлинскую обсерваторию. 23 сентября 1846 г. письмо Леверье получил немецкий астроном Иоганн Галле — и в тот же вечер, направив телескоп в указанное французом место, увидел на небе новую планету!

Последний газовый гигант

Нептун оказался очень похожим на Уран: радиус восьмой планеты Солнечной системы — 24 300 км, масса — $1,03 \cdot 10^{26}$ кг. Период вращения Нептуна вокруг своей оси — 16 часов 03 минуты, период обращения вокруг Солнца — 164,79 года. Подобно Урану, эта планета-гигант состоит большей частью из водорода, в ее атмосфере, как и в атмосфере Урана, больше метана и меньше водорода и гелия, чем в атмосферах Юпитера и Сатурна. Метан поглощает красные лучи, и Нептун, подобно Урану, светится красивым синим светом. Но есть и неожиданное сходство с Юпитером: на диске Нептуна можно заметить пятна атмосферных вихрей. Одно из них, окруженное белыми облаками, получило название Большого Тем-

ного Пятна. Нептун — последний из четырех представителей группы планет-гигантов, или внешних планет. Больше в Солнечной системе огромных массивных планет, представляющих собой скопление газа, нет.

Спутники Нептуна

Первый спутник Нептуна — Тритон — обнаружили буквально через несколько недель после открытия самой планеты, второй — Нереиду — открыли еще через сто лет, в 1949 г. А в 1989 г. «Вояджер-2» сфотографировал еще шесть ранее неизвестных спутников Нептуна. Самый замечательный из спутников, конечно, Тритон (свое название он получил в честь морского божества, сына и спутника бога Нептуна). Тритон обращается вокруг Нептуна в направлении, противоположном (обратном) направлению вращения планеты вокруг своей оси. Обратные спутники есть еще у Юпитера и у Сатурна, но они очень маленькие и удалены от своих планет на миллионы километров, а Тритон — почти как наша Луна, к тому же радиус его орбиты — всего 355 000 км: он



Джон Адамс

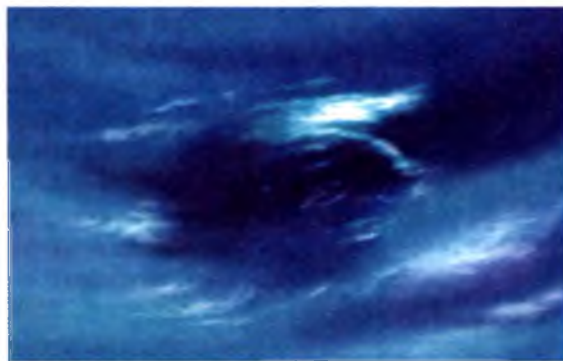
ближе к Нептуну, чем Луна к Земле! Стоит отметить еще одну замечательную особенность Тритона: у спутника есть атмосфера (из спутников кроме Тритона атмосферой обладает лишь луна Юпитера Титан). А пролетавшему мимо Тритона «Вояджеру» удалось сфотографировать и вовсе невероятное для холодной планеты (средняя температура на Тритоне -235°C) природное явление — многокилометровые гейзеры. Весной Солнце нагревает полярную шапку Тритона, состоящую из застывшего азота, подо льдом образуются скопления жидкого азота, они-то и прорывают лед, «выстреливая» на высоту 8–10 км!

Сломанные кольца?

Обнаружив кольца у Урана и Юпитера, астрономы начали искать кольца и вокруг Нептуна. И кольца у этой планеты в конце концов были обнаружены, но такие странные, что их и кольцами-то назвать нельзя. Дело в том, что они были...

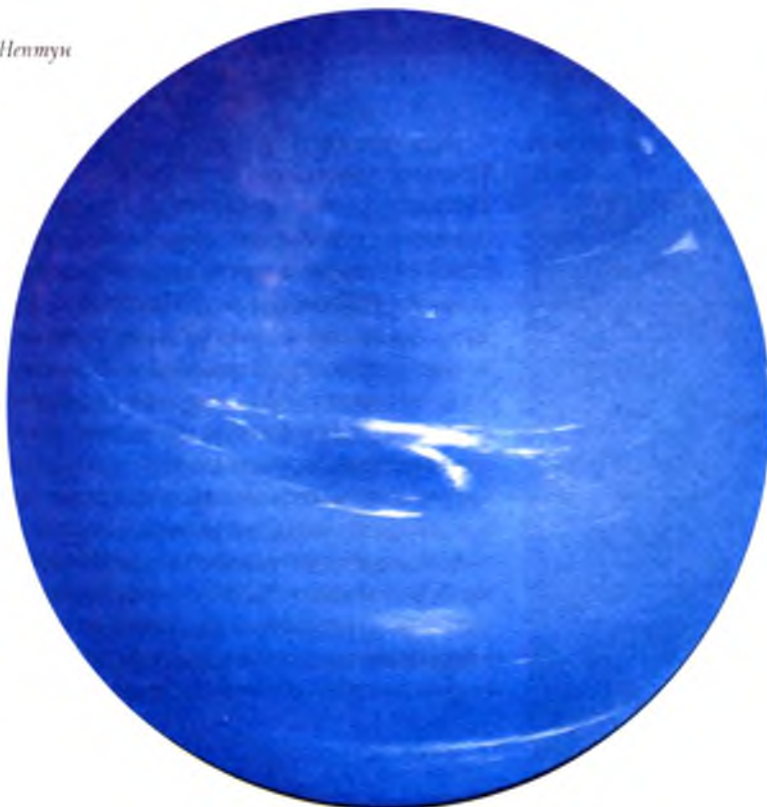
35

Большое Темное Пятно



неполными, словно разорванными: на одних участках орбиты наблюдалось стабильное скопление частиц, а на других не было ничего. Астрономы назвали эти странные кольца Нептуна дугами или арками. Их исследование показало, что ученые столкнулись с совершенно новым, уникальным типом вихрей: частицы в дугах сложным образом взаимодействуют друг с другом, с непрерывным пылевым кольцом (и такое у Нептуна обнаружено, только очень слабое) и с ближайшим спутником планеты — Галатеей.

Нептун





*Л. Бернини
изваял Плутона,
похищающего
Прозерпину –
будущую царицу
подземного мира*

Плутон – бывшая планета

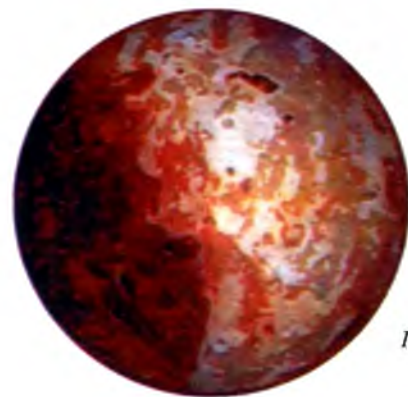
Плутон отделяет от нашего светила в среднем 5,95 млрд. км (39,53 а. е.). Открыт Плутон в 1930 г. На небе виден как звезда 14 – 15-й величины и заметен только в самые сильные телескопы. Назван в честь греческого бога подземного мира – сумрачного Плутона. С 1930 по 2006 г. считался девятой планетой Солнечной системы. Сейчас Плутону присвоен статус «карликовой планеты».

Поиски новой планеты

Плутон открыли тем же методом, что и Нептун: обнаружили, потому что долго искали. А искать начали в связи с тем, что заметили некоторое возмущение орбит Урана и Нептуна. Астрономы решили, что «возмутительницей спокойствия» должна была стать еще одна неведомая планета – девятая по счету от Солнца. Знаменитый американский астроном Персиваль Лоуэлл, исследователь Марса, основатель Флагстафской обсерватории, в 1915 г. проанализировав возмущения Урана, рассчитал положение девятой планеты, находящейся за Нептуном, и приступил к ее систематическим поискам. Через год Лоуэлл скончался, и сделать открытие спустя более чем десятилетие удалось сотруднику Лоуэлловской обсерватории Клайду Томбо. Астрономический знак планеты (♇) и само ее название, начинающееся с инициалов ученого, напоминают об астрономе, так много сделавшем для ее открытия. Каким же оказался Плутон?

Карликовая планета

Плутон отобрал у Меркурия лавры самой маленькой из больших планет Солнечной системы, радиус Плутона – всего 1145 км (а масса $1,3 \cdot 10^{22}$ кг), новая планета оказалась меньше, чем спутник Земли Луна. Плутон расположен в 40 раз дальше от Солнца, чем Земля, а это значит, что Солнце светит там в 1600 раз слабее: наше



Плутон

светило, если смотреть на него с Плутона, виднеется на небе как ослепительно яркая звезда. И если от Солнца до Земли свет доходит за 8 минут, то до Плутона – за 6 часов. Период обращения Плутона вокруг Солнца – 247,7 года, вокруг своей оси он вращается с периодом 6,38 суток. Средняя плотность Плутона – 2100 кг/м^3 . Очевидно, планета состоит из смеси льда и каменных пород. Астрономы обнаружили у Плутона разреженную метановую атмосферу. Поверхность Плутона покрыта метановым льдом, его испарение и поддерживает редкую атмосферу. Метан должен придавать Плутону грязно-серый оттенок. Температура на поверхности никогда не поднимается выше -200° . При таком холоде ни о каком существовании жизни речи быть не может. Плутон довольно долго считался планетой. Но в конце XX – начале XXI в. астрономы на окраине Солнечной системы открыли еще несколько небесных тел, обращающихся вокруг Солнца. Их диаметры пре-

Р

*Астрономический
знак Плутона*

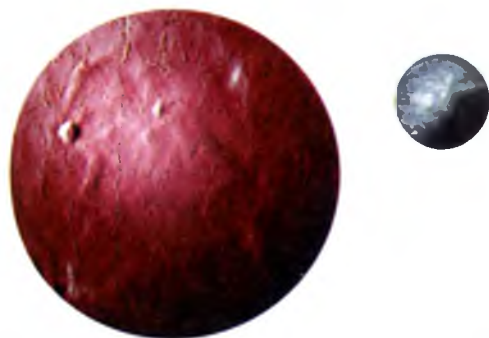
*Персиваль Лоуэлл
у телескопа в своей
обсерватории*



восходили диаметр Плутона. Что делать: признавать их планетами? Астрономы решили иначе, и 24 августа 2006 г. на XXVI Ассамблее Международного астрономического союза лишили Плутона «почетного звания» планеты. Плутону был присвоен статус «карликовая планета».

Кто дальше, кто ближе?

Мы говорили, что среднее расстояние от Плутона до Солнца равняется 39,53 а. е., но это утверждение нуждается в пояснениях. Плутон движется вокруг Солнца по очень вытянутой эллиптической орбите, и расстояние между ними колеблется в пределах от 29 до 49 а. е. Вследствие этого разность между максимальным и минимальным удалением планеты от светила так огромна, что в некоторые периоды Плутон оказывается даже ближе к Солнцу, чем восьмая планета Солнечной



Клайд Томбо

Система Плутон
(справа) – Харон
(слева)

На картине
Э. Делакруа изображен
Харон, перевозящий
Данте и Вергилия в ад



системы – Нептун. Так, с 1979 по 1999 г. именно Нептун был самой удаленной от Солнца планетой. Затем Плутон снова пересек орбиту Нептуна, теперь на протяжении ближайших ста лет Плутон будет только удаляться от Солнца. Слово «пересек» и схема орбит не должны ввести вас в заблуждение: орбиты двух космических тел находятся в разных плоскостях и не пересекаются ни в какой точке, Плутон и Нептун никогда не столкнутся, к тому же их движение осуществляется таким образом, что расстояние между ними никогда не бывает меньше 18 а. е.

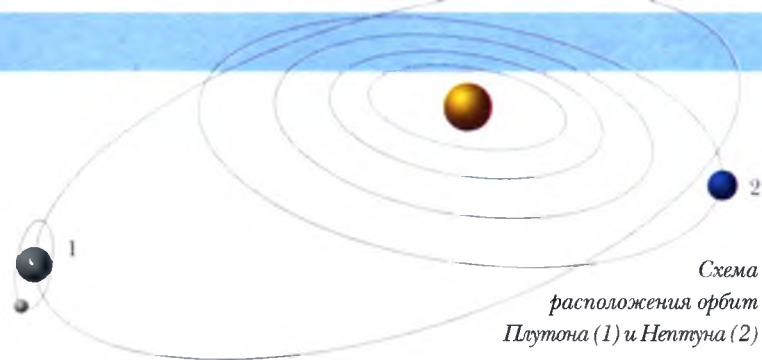


Схема
расположения орбит
Плутона (1) и Нептуна (2)

Мрачный перевозчик

В 1978 г. у Плутона был обнаружен спутник, который получил название Харон. В отличие от серого Плутона, Харон должен иметь красноватую поверхность, поскольку, по мнению ученых, на нем преобладают скальные породы и обычный водяной лед. К удивлению астрономов, оказалось, что Харон близок к Плутону по величине – всего вдвое меньше. Поэтому заговорили о двойной планете Плутон – Харон, аналогично системе Земля – Луна. В случае с Хароном оснований для этого еще больше, потому что если Луна, которая считается очень крупным спутником, имеет массу, равную 0,012 % массы Земли, то масса Харона составляет 0,10–0,12 % массы Плутона. Имя Харона носит перевозчик душ умерших через реку, отделяющую мир живых от царства Плутона. Нельзя не согласиться с тем, что эти названия как нельзя лучше подходят для планеты и спутника, погруженных в вечный холод и затерянных на окраине Солнечной системы.

Малые тела Солнечной системы

Наряду с планетами в Солнечной системе есть еще очень много космических тел малых (по небесным масштабам!) размеров. По каким законам они существуют, не опасны ли для землян — эти вопросы издавна волновали обитателей нашей планеты.



38

*Астероид Эрос.
12 февраля 2001 г.
на него совершила
посадку АМС NEAR*

*Главный пояс
астероидов,
расположенный
между орбитами
Марса и Юпитера:*

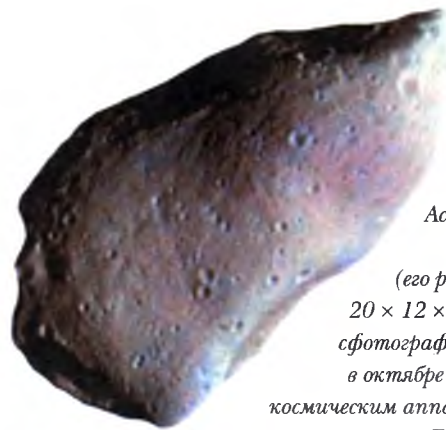
1. Солнце
2. Меркурий
3. Венера
4. Земля
5. Марс
6. Пояс астероидов
7. Юпитер
8. Троянцы
9. Греки

Главный пояс астероидов

Когда формировался протопланетный диск, он имел неравномерную плотность. Ближе к центру он был разреженным, потом шел плотный участок, а край снова был разреженным. Поэтому расстояния между планетами получились разными: чем ближе к Солнцу, тем теснее расположены планеты. Эту закономерность еще в XVIII в. обнаружили немецкие астрономы И.-Д. Тициус и И.-Э. Боде. Вскоре после этого был открыт Уран, расположение которого согласовывалось с их правилом. Единственное, с чем правило не сходилось, — слишком большое пустое пространство между Марсом и Юпитером. Там должна была бы находиться еще одна планета, а ее не было.

И вот в 1801 г. итальянский астроном Джузеппе Пиацци (1746–1826) открыл в этом пустом поясе небольшое тело, которое назвали астероидом, то есть «звездopodobным». Астероиду дали имя Церера. Орбита его отвечала соотношению Тициуса—Боде. В 1802 г. немецкий астроном Г.-В. Ольберс открыл примерно на

том же расстоянии от Солнца еще один астероид — Палладу, а дальше открытия посыпались, как из рога изобилия. Оказалось, что между Марсом и Юпитером расположился целый пояс малых планет. Сейчас их известно несколько тысяч. Кроме крупных обломков пояс астероидов содержит много мелких, от десятков метров до миллиметра. Орбиты астероидов не такие правильные, как планетные, они значительно выходят за плоскость эклиптики, многие сильно вытянуты, так что время от времени астероиды пролетают довольно близко от Земли. Крупнейшим астероидом является Церера (диаметр 900 км), далее идет Паллада с диаметром примерно 520 км. Всего известно 26 малых планет с диаметром более 200 км и 73 с диаметром более 150 км. А вообще по данным на 2000 г. всего известно около 10 000 астероидов. При открытии астероидов им сначала присваи-

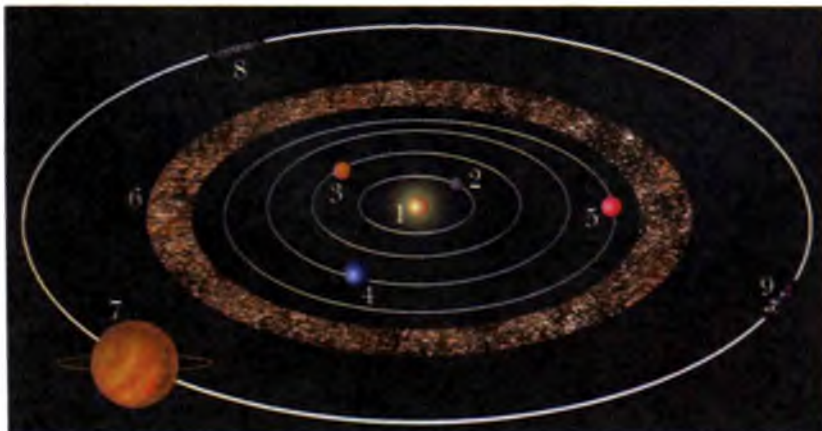


*Астероид
Гаспра
(его размеры
20 × 12 × 11 км)
сфотографирован
в октябре 1991 г.
космическим аппаратом
«Галлей»*

вают номера: первые четыре цифры — это год открытия, а буквы обозначают класс по химическому составу.

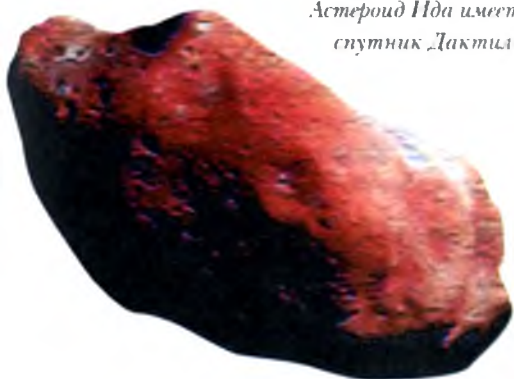
Формы астероидов могут быть различными, крупные астероиды бывают круглыми, сферическими, а иногда и гантелеобразными. Приблизительно 17% астероидов имеют спутники. Современные исследования показали, что астероиды различаются по химическому составу, поэтому говорят о каменных, углистых и металлических астероидах.

Большинство астероидов расположено между орбитами планет Марс и Юпитер



(в основном на расстоянии от 2,2 до 3,6 а. е. от Солнца) — это Главный пояс астероидов. Но известны и астероиды, орбиты которых выходят далеко за пределы главного пояса, например Гидальго или Икар, последний входит даже внутрь орбиты Меркурия и пролетает между Меркурием и Солнцем (именно за полет к Солнцу он получил название в честь героя греческого мифа).

Астероид Ида имеет спутник Дактиль



Фаэтон

Уже Ольберс предположил, что астероиды между Марсом и Юпитером представляют собой обломки распавшейся планеты. Гипотетическую планету назвали Фаэтоном — по имени героя древнегреческого мифа, который погиб, попытавшись проехать по небу в колеснице своего отца, Гелиоса-Солнца. Колесница разбилась на множество маленьких кусочков. Согласно гипотезе Ольберса, под действием сил притяжения со стороны Солнца и планет-гигантов или вследствие столкновения с большим небесным телом Фаэтон распался на множество кусочков, продолживших движение по орбите погибшей планеты. Увы, эта красивая гипотеза не выдержала проверку временем и была отвергнута учеными последующих поколений: астероидный пояс — не остатки погибшей, а куски несформировавшейся планеты. По каким-то причинам в период формирования планет Солнечной системы из протопланетного облака они не сошлись вместе, и теперь по орбите, где могла бы находиться пятая от Солнца планета, движется рой астероидов.



На орбите Юпитера

Наряду с астероидами Главного пояса, в 1907 г. были открыты астероиды, движущиеся вокруг Солнца по орбитам, близким к орбите Юпитера. Причем эти астероиды можно разделить на две группы: двигающиеся впереди Юпитера и за ним. Все астероиды этих групп получили название «троянцы» — в честь героев Троянской войны, описанной в поэмах Гомера. Те, которые опережают Юпитер, получили название «греки» и носят имена героев греческого войска (Ахилл, Патрокл, Нестор, Агамемнон и др.). А двигающиеся позади Юпитера астероиды называются «собственно троянцы» (Гектор, Приам и др.). Юпитер, «греки» и «троянцы» делят орбиту Юпитера на три примерно равные части: расстояние от планеты до группы «греков» равно расстоянию от «греков» до «троянцев» и от «троянцев» до Юпитера. «Греки» никогда не настигнут своих врагов, а «троянцы» никогда не укроются от грозных воинов в спасительной близости Юпитера.



Астероид Матильда (59×47 км). Снимок сделан космической станцией NEAR (английское сокращение расшифровывается как «Встреча с астероидами вблизи Земли») по пути к астероиду Эрос



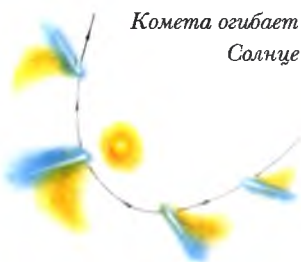
Американская космическая станция NEAR, исследовавшая астероиды

Этот кратер в Аризоне образовался примерно 50 000 лет назад от падения малого небесного тела весом около 10 000 т



Комета среди звезд

40



След болида в небе



Кометы

Особое место среди малых тел Солнечной системы занимают кометы — небесные тела, движущиеся вокруг Солнца по очень вытянутым орбитам. С приближением к Солнцу лед тает и у комет образуется огромный газовый хвост. Хвост возникает за счет того, что ядро кометы под действием солнечных лучей начинает кипеть и испаряться, поскольку состоит из водяного льда с примесью пыли. Выкипающее вещество сдувается с ядра солнечным ветром, поэтому хвост направлен от Солнца, а не вдоль траектории движения кометы, так что иногда хвост движется даже перед кометой! Обычно, облетев Солнце, кометы возвращаются

на границы Солнечной системы. Периодические кометы через определенный промежуток времени снова приближаются к Солнцу, их появление можно предсказать — например, знаменитая комета Галлея (названа в честь своего первооткрывателя, английского астронома Э. Галлея), которую наблюдали еще до нашей эры, появляется раз в 76 лет. Комета Галлея стала первой из класса периодических комет. Но бывают кометы и непериодические — они улетают и не возвращаются, а некоторые падают на Солнце и сгорают. Хвост кометы можно наблюдать только в темную ночь. Ядро выглядит как более или менее яркая звезда, которая за несколько дней пересекает небо.



Радиа́нт метеоро́ного пото́ка

В Солнечной системе, по-видимому, сотни миллиардов комет, но лишь немногие доступны наблюдению с Земли. Редкое и необычное зрелище, кометы издавна привлекали внимание людей. В древности их появление считали дурным предзнаменованием. В наши дни обнаружение комет популярно у астрономов-любителей; комету называют в честь первооткрывателя.

Метеоры и метеориты

Иногда пути малых небесных тел пересекаются с земной орбитой, и странники могут столкнуться с нашей планетой. Небесные тела врезаются в земную атмо-

сферу, но большинство сгорает в ней, не долетев до поверхности, — это так называемые падающие звезды. Сгорающие полностью называются метеорами, а достигающие Земли — метеоритами. Болиды — яркие метеоры, превосходящие блеском звезды, — видны даже днем.

Ученые выделяют несколько типов метеоритов: одни состоят из камня, другие из железа и никеля, в третьих много углерода. Метеорит может упасть в любую точку земного шара в любое время; крупный способен наделать много бед, и если за всю историю не зафиксировано гибели человека от метеорита, то только потому, что люди недостаточно плотно населяют земную поверхность. Однако встреча Земли с крупным метеоритом может привести к природной катастрофе: ученые считают, что столкновение с небесным телом диаметром около 10 км, происшедшее 65 млн. лет назад, привело к изменению климата и вымиранию динозавров.

Звездные дожди

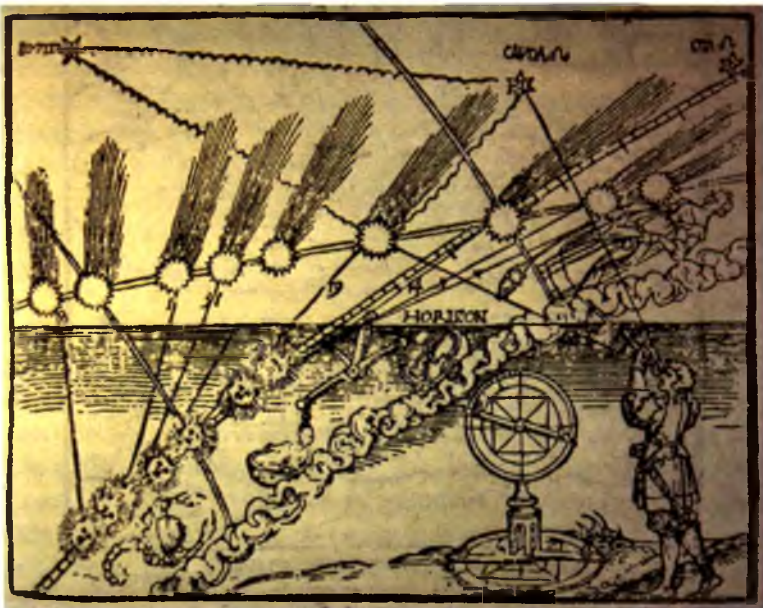
Когда астероид или комета распадаются на части, их обломки рассеиваются на прежней орбите. Если ее пересекает Земля, происходит так называемый звездный дождь — массовое падение метеоритов. Звездопады представляют собой незабываемое зрелище: «падающие звез-

«Телеграфный лес» на месте падения Тунгусского метеорита



Русский астроном, директор Пулковской обсерватории Ф. А. Бредихин (1831–1904) прославился своими исследованиями комет и метеоров

Наблюдение кометы 1532 г. Старинная гравюра



ды» словно разлетаются во все стороны из одной точки — радианта. Каждую осень Земля встречает метеорный поток Леониды в созвездии Лев. Леониды — самый известный, но не единственный метеорный поток: есть еще Персеиды (в созвездии Персей), Ориониды (в созвездии Орион), Квадрантиды (на границе Воллопаса и Дракона) и др.

Тунгусский метеорит

Один из самых знаменитых метеоритов так никогда и не был найден. 30 июня 1908 г. в бассейне сибирской реки Подкаменная Тунгуска прогремел оглушительный взрыв. Яркая вспышка света была видна за сотни километров от места происшества, а грохот разнесся на тысячи километров. Взрывная волна обрушила в близлежащем селении несколько домов (к счастью, никто из местных жителей не пострадал), буквально снесла тайгу на огромной территории. Очевидцы наблюдали, как по небу летело нечто огромное и светящееся. За падающим телом тянулся след, характерный для метеоритов, слышался мощный гул. Огромный шар очень скоро превратился в огненный столб высотой 20 км, а когда он исчез, появился вначале дым, а потом — огромная туча.

Прибыв на место взрыва, ученые обнаружили, что деревья повалены по кругу диаметром более 60 км, а у уцелевших деревьев начисто срезаны ветви, остались только голые, как телеграфные столбы, стволы. Однако не было найдено никаких обломков небесного тела: скорее всего, метеорит состоял из рыхлого снега, превратившегося в пар еще на высоте 10 км, а повалила лес его упавшая на Землю ударная волна.

Пояс Койпера и облако Оорта



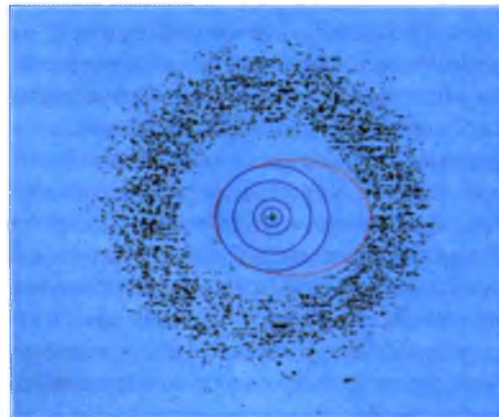
Ян Оорт – выдающийся астроном нашего времени. Он доказал вращение Галактики вокруг центра, поставил проблему «невидимой» материи, впервые использовал для изучения структуры Галактики радиоастрономические методы

В Солнечной системе существует еще один пояс астероидов, помимо того, который расположен между орбитами Марса и Юпитера. На окраине Солнечной системы, за орбитой Нептуна, находится второй пояс астероидов – так называемый пояс Койпера, получивший имя в честь американского астронома Джерарда Койпера (1905–1973), высказавшего в 1951 г. гипотезу о его существовании. Пояс Койпера, состоящий из астероидов и ядер комет, является источником короткопериодических (с оборотом вокруг Солнца менее 200 лет) комет, он расположен на расстоянии 35 000–50 000 а. е. от Солнца.

Однако поясом Койпера Солнечная система не кончается. За орбитой Плутона, на внешней границе Солнечной системы, находится обширный пояс некрупных холодных тел, очевидно, так же, как



Облако Оорта



Пояс Койпера

и пояс Койпера, представляющий собой остатки протопланетного облака. Этот пояс называют облаком Оорта – в честь нидерландского астронома Я.-Х. Оорта (1900–1992). В 1950 г. он высказал гипотезу о существовании на периферии Солнечной системы большого резервуара кометных тел – облака, простирающегося на расстояние около 150 000 а. е. от Солнца. Возмущения от ближайших к Солнцу звезд изменяют орбиты некоторых комет, заставляя их приблизиться к Солнцу. Эти долгопериодические (обращающиеся вокруг Солнца с периодом более 200 лет) кометы становятся доступными наблюдению. Недавно внутри облака Оорта было обнаружено несколько сравнительно массивных планетоподобных тел, но, поскольку они уступают размерами даже Плутону, их не стали включать в число планет.

ЗВЕЗДЫ



Жизнь звезды

Завершив обзор планет и малых тел Солнечной системы, мы переходим к рассмотрению иных объектов — звезд. Собственно, именно их изучением и занималась изначально астрономия (по-гречески «наука о законах движения звезд»). Древние звездочеты считали их прикрепленными к небесной сфере, и лишь в конце XVI в. итальянский ученый Джордано Бруно высказал гениальную догадку о том, что звезды — это далекие тела, подобные нашему Солнцу. Что же представляют собой звезды?



Большая туманность Ориона – газопылевое облако, в котором происходит интенсивный процесс образования новых звезд

Что такое звезды

Звезды — это огромные раскаленные газовые шары, расположенные на колоссальных расстояниях от нашей планеты. Из-за своей отдаленности наблюдателю с Земли звезды кажутся мерцающими на

Мы видим звезды, потому что они светятся. А источник света и вообще источник энергии звезд — термоядерные реакции, идущие в их недрах: при очень высокой температуре одно вещество превращается в другое — из легких ядер образуются



черном небе точками. Невооруженным глазом человек способен увидеть всего около 6000 звезд, но, если взглянуть на звездное небо в бинокль или телескоп, можно насчитать намного больше далеких «солнц». В настоящее время ученым известны многие миллиарды звезд.

Ближайшая к Земле звезда — Солнце. Как вы уже знаете, расстояние между ними составляет примерно 150 млн. км. Для сравнения: вторую после Солнца ближайшую к нам звезду — Проксиму Центавра — отделяет от Солнечной системы расстояние в 1,31 пс (парсека) — почти 40 трлн. км! Солнечный свет доходит до нас чуть больше чем за 8 минут, а свет от Проксимы Центавра идет 4,22 года. Теперь понятно, почему только Солнце мы воспринимаем как диск, а остальные звезды кажутся нам крохотными точками.

более тяжелые (чаще всего это превращение водорода в гелий). Начало такого термоядерного синтеза в космическом теле достаточной массы и будет моментом рождения звезды.

Красные гиганты и белые карлики

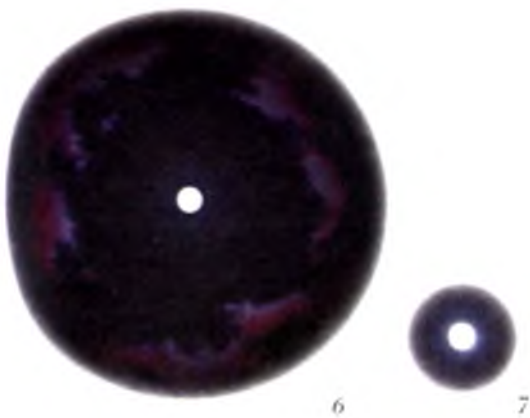
Большинство родившихся звезд приобретают устойчивость и долгое время горят с завидным постоянством, как свеча или фитильная лампа. Сама энергия термоядерной реакции превращения водорода в гелий служит барьером для притока лишних масс «топлива». Но запасы водорода рано или поздно неизбежно приходят к концу. Когда в звезде уже го-

Этапы существования звезды:

1. Туманность
2. Сжатое газовое облако
3. Протозвезда
4. Звезда типа Солнца
5. Красный гигант
6. Сбрасывание внешних оболочек
7. Белый карлик



Крабовидная туманность – результат вспышки в 1054 г. сверхновой в созвездии Телец



раздо больше гелия, она уплотняется и в ее ядре начинается другая реакция – гелий превращается в углерод. Звезда раздухает и превращается в красный гигант (примерно через миллиард лет это произойдет и с Солнцем). Затем, когда кончается и новое топливо, красный гигант «схлопывается»: его ядро превращается в белый карлик – шар с плотностью вещества в миллион раз больше плотности воды и размером с Землю. В белом карлике электроны уже не обращаются вокруг ядер атомов, а прижаты к ним.

Сверхновая в галактике NGC 2403 созвездия Жираф. Обнаружена 31 июля 2004 г. На снимке (указана стрелочкой) выглядит настолько яркой, что кажется одной из звезд нашей Галактики, хотя отстоит от нас на 11 млн. световых лет

Одновременно атмосфера звезды расплывается в пространстве в виде расширяющейся газовой сферы. Первым из таких обнаруженных звезд стал слабый, но очень массивный спутник Сириуса.

Дальнейшие превращения

Если звезда значительно массивнее Солнца, то после накопления углерода в ней начинаются реакции превращения углерода в железо, и температура в ее центре может достигнуть 3 000 000 000 К. И тогда происходит катастрофа. Звезда взрывается, разбрасывая наружные слои вещества во все стороны. Астрономы называют такие события вспышками новых (а при особенно большом количестве выделяемой энергии – сверхновых) звезд. Ядро после гибели звезды сжимается еще больше и превращается в нейтронную звезду. Плотность таких небесных тел намного больше, чем белых карликов, а размеры еще меньше. Нейтронные звезды обладают мощным магнитным полем и излучают радиоволны. Если звезда при этом крутится, и ее «радиолуч» пересекает Землю, радиоастрономы улавливают мерцающий, или пульсирующий, сигнал. За это такие звезды называют пульсарами.

Но звезды очень большой массы, израсходовав запасы «топлива», начинают бесконечно сжиматься и превращаются в таинственные объекты, которые астрономы называют черными дырами. Речь о них еще впереди.



Солнце — звезда

Ближайшая к нам звезда — это Солнце. На небе оно выглядит почти таким же, как полная Луна, но на самом деле его диаметр (1 391 980 км) примерно в 400 раз больше диаметра нашего спутника. А масса Солнца ($1,989 \cdot 10^{30}$ кг) в 750 раз превышает массу всех вращающихся вокруг него планет, вместе взятых! Солнце лучше всех прочих звезд изучено человеком, и то, что мы узнали о его строении, помогает нам понять природу других звезд.

Строение Солнца

Солнце на 71% состоит из водорода, на 27% из гелия и на 2% из прочих элементов. Гелий сосредоточен в плотном ядре, где и происходит выделение энергии в результате термоядерной реакции. Температура ядра достигает 15 000 000 К (а температура поверхности Солнца — «всего» около 6000 К)! От ядра с помощью излучения энергия передается к поверхности Солнца, окруженной солнечной атмосферой.

Солнечная атмосфера

Нижняя часть солнечной атмосферы — фотосфера (по-гречески «сфера света»), ее глубина — несколько сотен километров. Именно здесь образуется большая часть излучения, идущего от светила. Фотосфера напоминает... кипящую рисовую кашу. Продолговатые «зерна» — гранулы — размером порядка тысячи километров заметны даже в небольшой телескоп.



Солнечная корона во время полного затмения

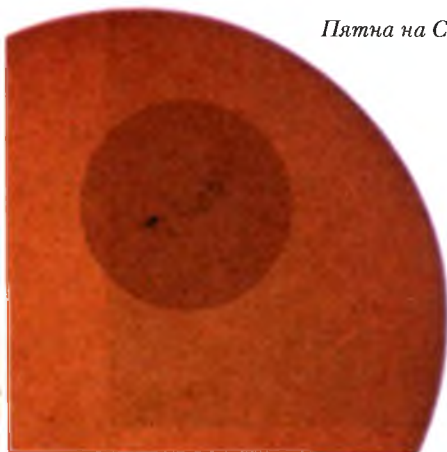
Гранулы постоянно возникают и распадаются, существуя лишь по несколько минут. Сами гранулы — поднимающиеся вверх потоки раскаленного газа. В темных промежутках между ними газ опускается — там он немного холоднее. Этот процесс перемешивания кипящего газа, происходящий в верхних слоях Солнца, называется конвекцией. Благодаря ей тепло из глубоких слоев светила проводится в фотосферу. На тысячи километров вверх над фотосферой простирается хромосфера («сфера цвета»). Увидеть ее можно только во время полных солнечных затмений: по краю диска Луны, за-

*Схема строения
Солнца:*

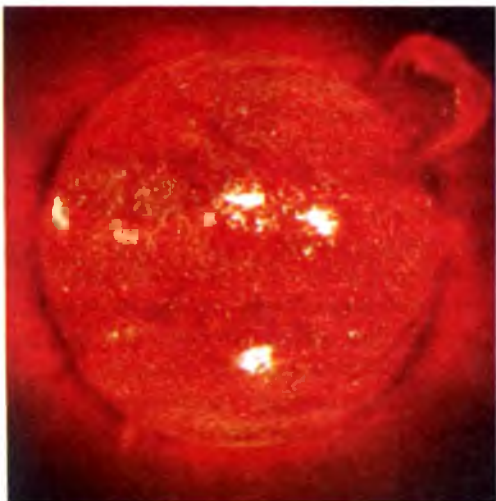
1. Гелиевое ядро
2. Зона лучистого равновесия
3. Зона конвекции
4. Фотосфера
5. Хромосфера
6. Корона
7. Солнечные пятна
8. Протуберанцы



Пятна на Солнце



крывающего фотосферу, вспыхивает ярко-розовая полоска хромосферы: светило «расцветает». Внешний слой атмосферы светила называется солнечной короной. Увидеть ее серебристо-жемчужное сияние можно во время солнечных затмений или при помощи специального телескопа — коронографа. Форма короны постоянно меняется в зависимости от солнечной активности: то приобретает «растрепанный» вид, походя на всклокоченные волосы; то вытягивается вдоль солнечного экватора, как сказочные крылья райской птицы.



Хромосфера Солнца с протуберанцами. Специалисты наблюдают наше светило в особые солнечные телескопы, а астрономам-любителям следует помнить: смотреть на Солнце без специальной защиты для глаз (закопченное стекло, засвеченная и проявленная фотопленка и проч.) нельзя!

И на Солнце бывают пятна

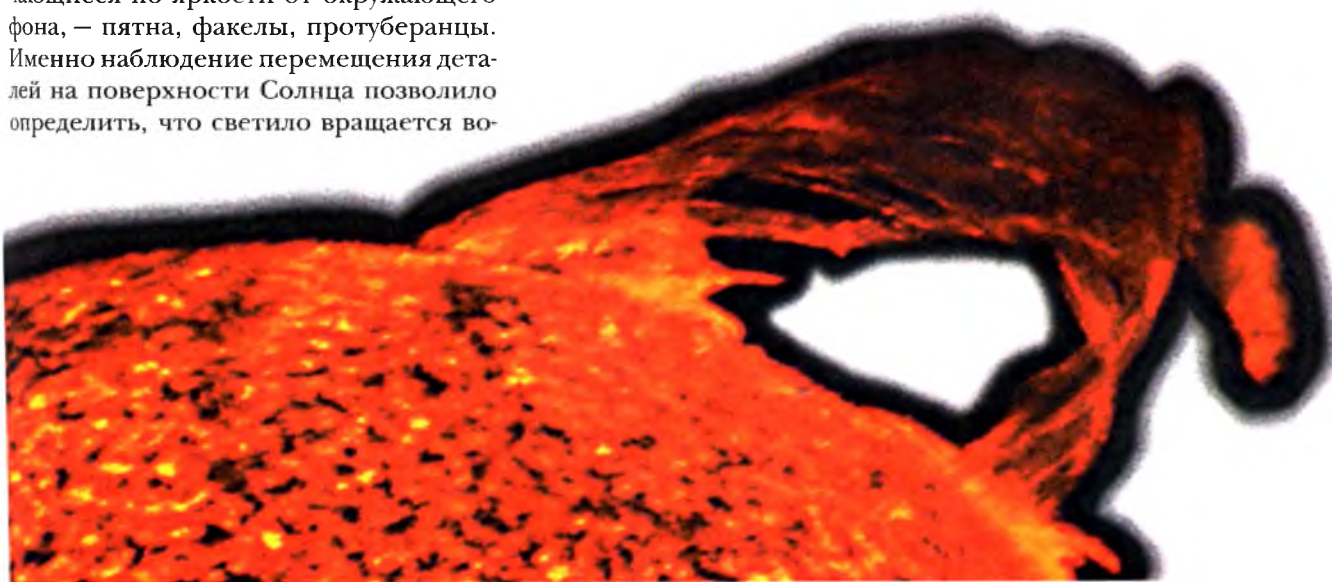
Довольно часто на Солнце, даже при относительно небольшом его увеличении, можно рассмотреть детали, сильно отличающиеся по яркости от окружающего фона, — пятна, факелы, протуберанцы. Именно наблюдение перемещения деталей на поверхности Солнца позволило определить, что светило вращается во-

круг своей оси, совершая полный оборот примерно за четыре недели. Пятна появляются там, где резко усиливается магнитное поле светила. Обычно они развиваются в течение десяти дней, а затем на протяжении того же времени разрушаются. Факелы, «живущие» несколько недель, имеют вид струй, прожилок и точек. Возникают они там, где напряженность магнитного поля превышает среднюю для Солнца величину. Развитие пятен на Солнце происходит в тесной связи с образованием протуберанцев — выбросов газов с поверхности светила. Протуберанцы — самые большие образования в солнечной атмосфере. Их высота иногда достигает сотен тысяч километров.

Солнечные затмения

Наши предки во время солнечного затмения приходили в ужас, но теперь-то мы знаем, что ничего страшного в этом нет: затмение Солнца — это явление кратковременной проекции диска Луны на видимый диск Солнца, при котором тень, отброшенная Луной, перемещается по земной поверхности. Полное солнечное затмение можно увидеть только там, где на Землю падает пятно лунной тени. В том месте, где на Землю падает полутень нашего спутника, происходит частое затмение Солнца. Астрономы уже давно знают законы движения Земли и Луны, поэтому все солнечные затмения вычислены ими на сотни лет вперед.

Гранулы и протуберанцы на поверхности Солнца



Типы звезд

Как многообразен бесконечный мир звезд! И каждое из чуждых «солнц» похоже на наше светило тем, что является раскаленным газовым шаром, но в то же время сильно отличается от него по многим физическим характеристикам. С точки зрения наблюдателя, звезды блестят по-разному: одна сияет ярче, другая более тусклая; астрономам известно, что звезды различаются массой, размером, температурой поверхности, цветом и излучением.

Звездная величина

Понятие видимой (визуальной) звездной величины ввел еще во II в. до н. э. древнегреческий астроном Гиппарх. Он предложил распределить все видимые на небе звезды на шесть классов. Самые яркие светила он отнес к 1-й величине, а самые слабые — к 6-й. Впоследствии, когда ученые научились измерять световые потоки, идущие от разных звезд, оказалось, что отношение этих потоков для звезд двух соседних величин приблизительно равно 2,5: звезда 1-й величины в 2,5 раза ярче звезды 2-й величины, та в 2,5 раза ярче звезды 3-й величины. Получается, что световой поток от звезды 6-й величины в 100 раз меньше светового потока от звезды 1-й величины. В наше время

для очень ярких небесных объектов установлены нулевые и отрицательные величины: звезда нулевой величины ярче звезды 1-й величины в 2,5 раза, звезда -1-й величины ярче звезды нулевой величины в 2,5 раза и т. п. Так, самая яркая звезда нашего неба, Сириус, имеет величину -1,46 (дробные величины ввели для более точного обозначения), звездная величина полной Луны -12,73, Солнца -26,80. Звезды 7-й и более величины не видны невооруженным глазом, но современные телескопы позволяют наблюдать даже звезды 27-й величины! Однако визуальная величина характеризует лишь то, какой видит звезду наблюдатель с Земли. Поскольку звезды расположены на разных расстояниях от нашей планеты, а свет с расстоянием слабеет, гигантская, яркая, но очень далекая звезда может показаться более тусклой, чем звезда с меньшим излучением, расположенная ближе к нам. Поэтому астрономы ввели понятие абсолютной звездной величины — это величина, которую имело бы светило с расстояния 10 пс, или 32,6 светового года (наше Солнце на таком расстоянии казалось бы маленькой звездочкой 4,7-й величины).

Характеристики звезд

Основные физические характеристики звезд — масса, радиус и светимость (излучаемая за единицу времени энергия).

На этой странице даны модели строения звезд разных типов



Красный карлик



Голубой гигант



Желтый карлик (звезда типа Солнца). У всех звезд контрастными цветами показаны зоны конвекции (сверху, непосредственно под поверхностью) и зоны лучистого переноса (под зоной конвекции). Видно, что у гигантов зона конвекции намного больше зоны лучистого переноса

Красный гигант



Кроме того, звезды характеризуются и параметрами, производными от основных: температурой, спектральным классом, абсолютной звездной величиной, дающей представление о светимости, и др.

Вы, наверное, слышали, что звезды бывают голубыми, красными, желтыми?.. Даже невооруженный глаз различает в блеске звезд разные оттенки. Цвет звезды обуславливается в основном температурой ее поверхности. Самые горячие светила обладают голубоватым или голубовато-белым цветом, а наиболее холодные — красным или красновато-оранжевым. Более полную информацию о звездах дает изучение излучения с помощью спектроскопа — прибора, раскладывающего свет звезды по длине волн в радужную полосу спектра. По этому спектру температура звезды оценивается точнее, чем по цвету.

«Один бритый англичанин...»

Спектральная классификация делит звезды на семь классов: O, B, A, F, G, K, M. Звезды классов O и B — голубые, A — белые, F — желтоватые, G — желтые, K — оранжевые, M — красные. Этим классам приблизительно соответствуют следующие температуры: 30 000 К, 15 500 К, 8500 К, 6600 К, 5500 К, 4100 К и 2800 К. Звезды классов O, B, A часто называют горячими или ранними, классов F и G — солнечными, а классов K и M — холодными

или поздними (дело в том, что температура и другие характеристики звезд зависят помимо прочего еще и от возраста). Для того чтобы запомнить последовательность спектральных классов звезд, придумана смешная фраза: «Один Бритый Англичанин Финики Жевал, Как Морковь». Ее английский аналог: «O, Be A Fine Girl, Kiss Me!»

Карлики и гиганты

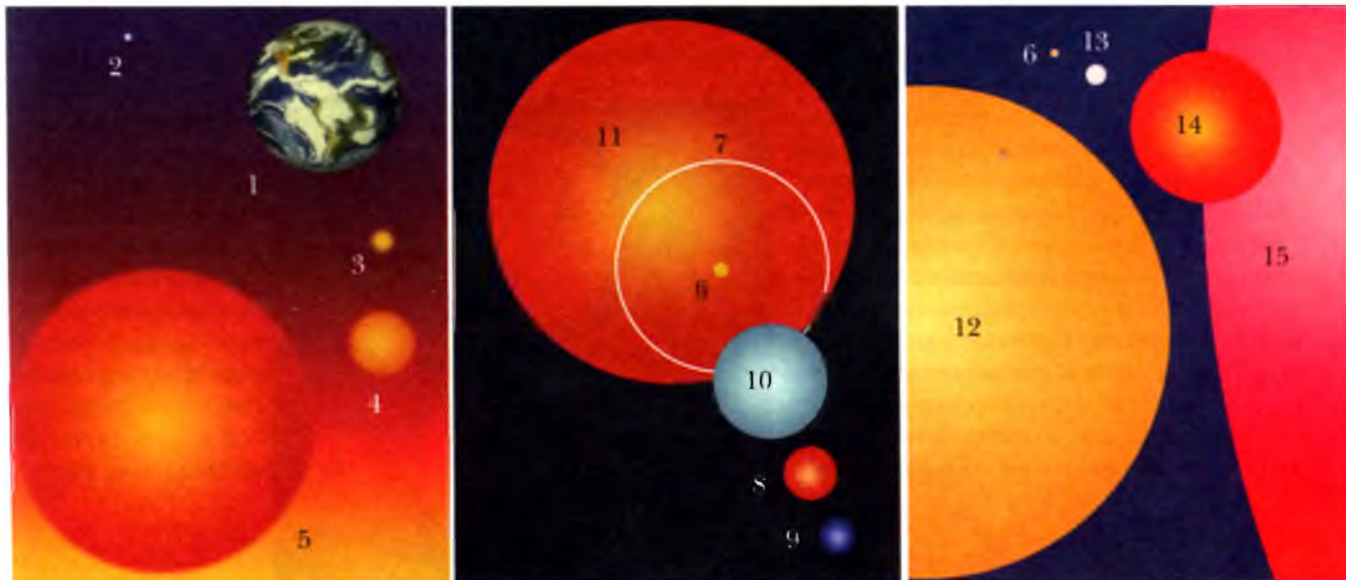
По размерам звезды подразделяются на карликов, гигантов и сверхгигантов. Среди них есть и промежуточные типы — субгиганты и субкарлики. Например, наше Солнце — желтый карлик спектрального класса G. Диаметр наиболее крупных звезд — сверхгигантов — сопоставим с диаметром всей Солнечной системы, а диаметр белых карликов, которые образуются на последних стадиях эволюции небольших звезд (массой менее 8–10 масс Солнца) после исчерпания топлива для термоядерных реакций, — всего несколько тысяч километров. Как видите, размеры звезд могут различаться в десятки тысяч раз, еще больше (более чем в миллиард раз!) звезды могут различаться по светимости, а вот по массе звезды различаются всего в несколько сот раз: самые маленькие раз в десять легче Солнца, масса самых больших превосходит солнечную всего в несколько десятков раз.



Восстановленное (компьютерное) изображение диска звезды Бетельгейзе (альфа Ориона)

Размеры некоторых звезд в сравнении с Землей (слева) и Солнцем (в середине) и справа):

1. Земля
2. Нейтронная звезда
3. Звезда Лейтена
4. Звезда Вольф 457
5. Звезда 40 Эридана
6. Солнце
7. Орбита Земли
8. Альдебаран
9. Регул
10. Ригель
11. Мира
12. Канопус
13. Вега
14. Арктур
15. Антарес



Двойные звезды

То, что звезды расположены далеко друг от друга, нельзя назвать правилом. Многие из них образуют пары, обращаясь вокруг общего центра тяжести под действием взаимного тяготения, и называются двойными звездами. Иногда светила, составляющие звездную «парочку», настолько похожи, что напоминают двух близнецов. Но встречаются двойные звезды, похожие на неразлучных «товарищей» из басни Крылова — Слона и Моську. Обычно в таких случаях «слон» — огромнейшая, яркая, но холодная и красная звезда, а его спутник-«моська» — маленькая, слабая, но горячая и голубоватая.

По методам наблюдений астрономы выделяют визуально-двойные звезды, двойственность которых может быть видна в телескоп, спектрально-двойные звезды, обнаруживаемые по периодическим колебаниям или раздвоению спектральных линий, и затменно-двойные звезды, изменяющие свой блеск из-за затмения одного компонента двойной звезды.

Переменные звезды

Звезды, видимый блеск которых изменяется со временем, называются переменными. Они обозначаются прописными буквами латинского алфавита или числом, перед которым стоит буква V. Все переменные звезды подразделяются на затменные, пульсирующие и эруптивные.

Затменные звезды представляют собой систему из двух звезд, плоскость вращения которых так расположена в пространстве, что при движении вокруг общего центра масс звезды по очереди закрывают друг друга от наблюдателя.

Светила, внешние слои которых периодически вздуваются и опадают в такт изменениям температуры, называются пульсирующими. Самыми удивительными среди таких звезд являются цефеиды. Эти звезды строго сохраняют период пульсаций и отличаются сравнительно небольшими амплитудами

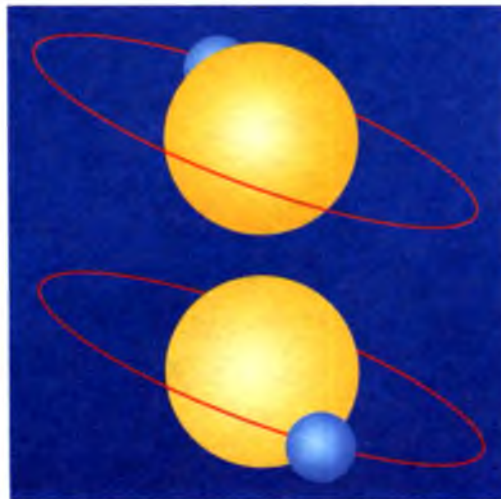
изменения блеска. Первой из этого класса была открыта звезда дельта Цефея.

Взрывные переменные звезды, характеризующиеся циклическими или неправильными колебаниями яркости, называются эруптивными (от лат. *eruptus* — «выброшенный»). К ним относятся сверхновые, новые, новоподобные, вспыхающие и другие типы звезд. У многих эруптивных звезд вспышки сопровождаются сбросом внешних слоев и образованием у звезды газовой оболочки, рассеивающейся впоследствии в пространстве.

Одна из самых молодых и массивных звезд нашей Галактики расположена в созвездии Киль. Она находится внутри горячей газовой туманности NGC 3372 и окружена плотной расширяющейся газопылевой оболочкой.

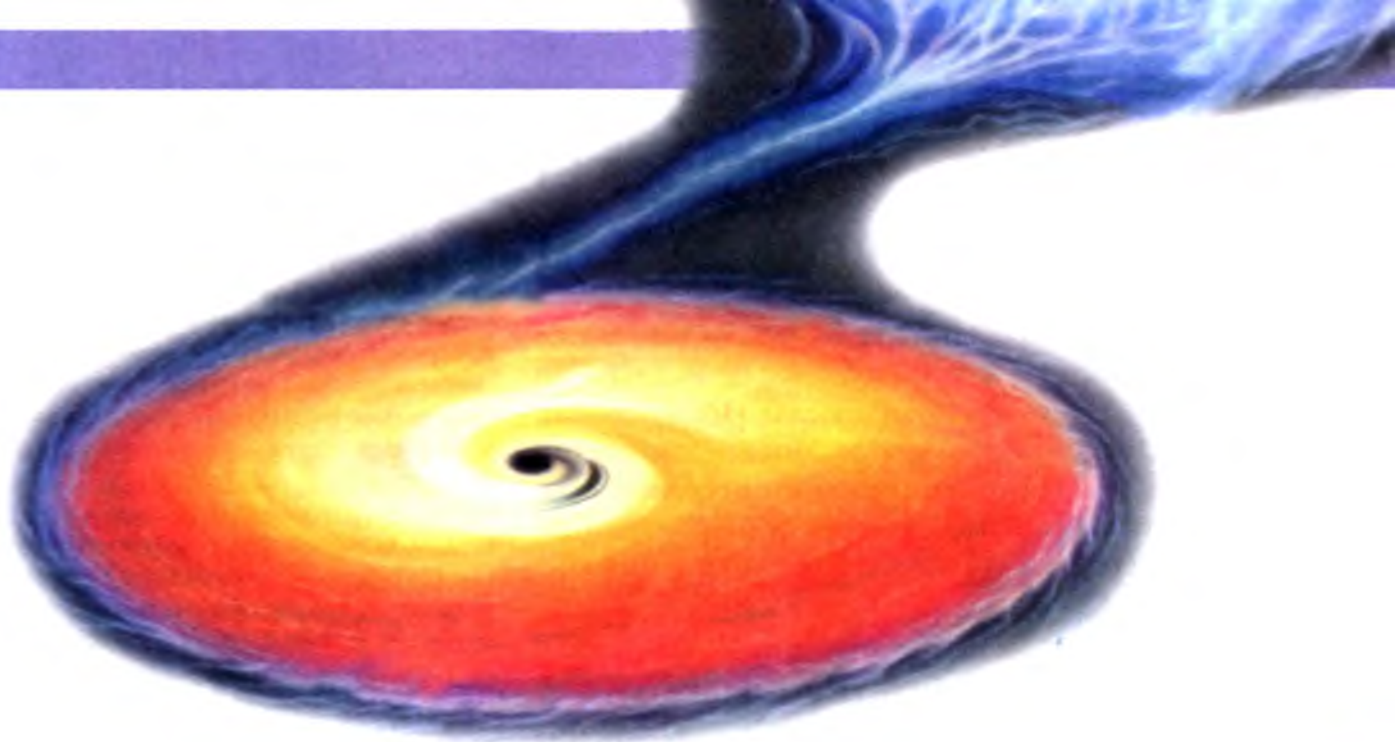
Загадочные черные дыры

Черные дыры, пожалуй, самые экзотические из всех астрономических объектов. По определению ученых, черные дыры — области пространства, в которых гравитационное притяжение настолько велико, что ни вещество, ни излучение не могут их покинуть. Чтобы оторваться от черной дыры, необходимо лететь со скоростью света — 300 000 км/с. Поскольку это предел скоростей в нашем



Созвездие Цефей. Фрагмент гравюры из звездного атласа Я. Гевелия. Имя этого мифического царя Эфиопии дало название особому классу переменных звезд

Затменные переменные — система из двух звезд разной светимости, вращающихся вокруг общего центра масс



мире, никто и ничто не сможет покинуть загадочную черную дыру.

Астрономы полагают, что черные дыры — это мертвые звезды, вернее, последняя стадия их существования. После выгорания ядерного топлива наступает катастрофа — гравитационный коллапс — падение вещества в точку, где плотность может достигнуть бесконечной величины. Когда радиус такой звезды сравнивается с ее гравитационным радиусом, она и превращается в черную дыру.

Кроме «обыкновенных» черных дыр, появляющихся на «последнем издыхании» звезд, по законам физики возможно существование и «сверхтяжелых» черных дыр с массой, в 10^8 раз превосходящей солнечную. Они могут возникать при сжатии больших скоплений галактического газа. Астрономы предполагают, что именно такие объекты и подпитывают ядра активных галактик и квазары.

Как показали современные исследования, утверждение об абсолютной замкнутости черных дыр не совсем верно. Огромное поле тяготения черной дыры делает физический вакуум вокруг нее очень неустойчивым: постоянно присутствующие в нем виртуальные (короткоживущие) пары частиц превращаются в реальные (долгоживущие). При этом

одна из пары частиц уносится внутрь черной дыры, а другая вылетает наружу. Последнюю можно зарегистрировать, что и сделали специалисты. Оказалось, что излучение черной дыры носит тепловой характер, то есть почти неотличимо от излучения абсолютно черного тела, нагретого до определенной температуры. Временные процессы в области черных дыр протекают совершенно необычным образом. Согласно общей теории относительности, в сильных гравитационных полях течение времени замедляется. Благодаря этому ход физических процессов в черной дыре и вблизи нее для наблюдателя, находящегося на большом расстоянии в обыкновенной среде, и для наблюдателя «вблизи» и «внутри» черной дыры будет выглядеть по-разному. Так, для внешнего наблюдателя процесс сжатия вещества будет протекать бесконечно долгое время. А, например, момента вхождения массы в черную дыру он не дождетя совсем, потому что рядом с границей черной дыры время останавливается. Если бы наблюдатель стал падать в черную дыру вместе с веществом, то его глазам предстала бы совсем иная картина. За конечный промежуток времени он пересек бы границу черной дыры и продолжал бы падение к ее центру.

*Черная дыра.
Раньше черные дыры называли «объектами Лапласа» — в честь астронома Пьера Лапласа, фактически предсказавшего их существование еще в конце XVIII в.*

Планеты у других звезд

Астрономов, изучающих звездные системы, уже не одно столетие волнует проблема: существуют ли планетные системы у других звезд? Исследование этого вопроса связано и с поисками внеземных цивилизаций, и с изучением космогонических процессов — условий и закономерностей формирования звезд и систем обращающихся вокруг них космических тел.

Как обнаружить планеты

О том, что Солнечная система — система планет, обращающихся вокруг светила, — не единственная во Вселенной, люди догадывались давно: ведь нелепо было бы предполагать, что столь сложное и стройное образование могло быть порождено случайно. Но одно дело догадываться о существовании далеких планет и совсем другое — получить доказательства этого. Ведь и сами звезды так далеко, что мы видим их только благодаря мощнейшим потокам света, которые они выбрасывают. О том,

чтобы увидеть планеты, не могло быть и речи. Но приборостроение развивается, появляются новые методы исследования, уточняются известные. Самый чувствительный метод, причем действующий на огромных расстояниях, — это измерение лучевых скоростей звезд по смещению линий спектра. Его уточнение в последние годы позволило обнаружить планетные системы у нескольких десятков звезд.

Мы говорим: планета обращается вокруг звезды. С житейской точки зрения это так. Но на самом деле и планета и звезда вращаются вокруг общего центра масс, который в любой системе сохраняет

52

Созвездие Андромеды и его звезда ню, у которой открыта планетная система (рядом с этой звездой видна туманность Андромеды, показанная на карте серым облачком)



Звезда 51 созвездия Пега́с

свое положение. Так обстоит дело и в нашей Солнечной системе: Солнце реагирует на передвижения всех планет и прodelьывает некие движения — сложные, хотя и незначительные, ведь масса Солнца намного превышает совокупную массу всех планет системы.

То же должно происходить и с другими звездами, имеющими планеты. Естественно, наибольшие отклонения будут у звезд с крупными планетами, причем такими, которые обращаются близко к звезде и имеют малые периоды обращения: колебания, вызванные такими планетами, будут заметнее.

Как отличить планету от звезды

Однако возникают вопросы: как отличить систему из двух или нескольких звезд от планетной? Каких размеров тело считать планетой, а каких — уже звездой? Известно, что масса газа, превышающая 13 масс Юпитера, уже способна своим давлением вызвать начало ядерной реакции и превратить этот сгусток материи в звезду. Поэтому планетами решили признавать тела, которые по массе меньше 13 Юпитеров.

Что же обнаружили астрономы? Вот несколько примеров. Все найденные системы находятся у скромных, не слишком далеких звезд. Пока в большинстве из них найдена только одна планета, это по большей части находящиеся недалеко от звезд крупные планеты, которые получили название «горячих юпитеров». Неудивительно, что открыты лишь такие планеты: ведь такие системы легче всего обнаружить.

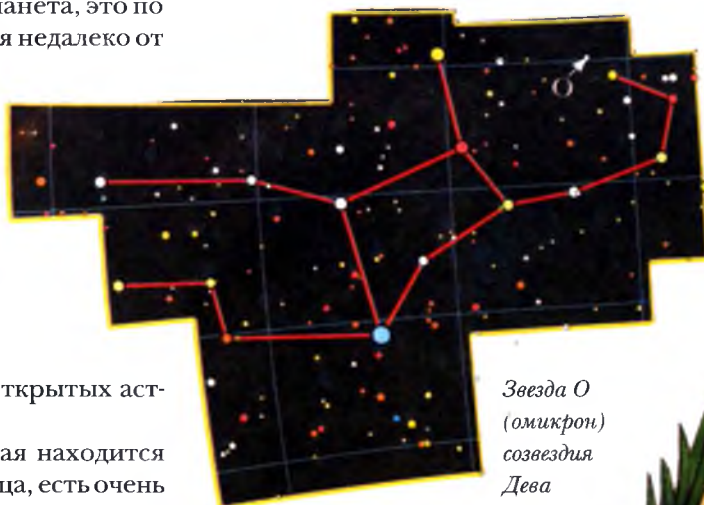
Далекие планеты

Вот несколько примеров открытых астрономами далеких планет. У звезды 51 Пегаса, которая находится в 50 световых годах от Солнца, есть очень близкая планета вдвое меньше Юпитера, которая облетает звезду с огромной скоростью — чуть дальше, чем за четыре земных дня. Сама 51 Пегаса очень похожа на Солнце, а обращающаяся вокруг нее планета отстоит от звезды всего на 0,05 а. е. (в Солнечной системе она располагалась бы внутри орбиты Меркурия!). Довольно заметная звезда ню Андромеды, которая лежит немного выше середины линии между альфой (на левой ноге) и гаммой (на левом краю пояса), имеет даже три известные планеты. Масса первой вдвое превосходит массу Юпитера, эта планета обходит звезду за три с половиной земных дня; год у второй планеты, которая немного меньше первой, длится 241 день, что близко к перио-

ду обращения Венеры; наконец, третья, массой в два с половиной Юпитера, имеет год, равный трем с половиной земным годам, как какой-нибудь близкий к нам астероид. Интересно, что рядом с ню Андромеды (не следует забывать, что, говоря «рядом», мы имеем в виду проекцию космических объектов на звездное небо Земли) расположена одна из ближайших к нам галактик — знаменитая туманность Андромеды. Эта спиральная галактика была известна очень давно, и именно с ней фантасты часто связывали поиски братьев по разуму, то есть существование планетной системы: достаточно вспомнить роман



Гемма с изображением Персея и Андромеды — мифологических персонажей, давших названия созвездиям



Звезда О (омикрон) созвездия Дева

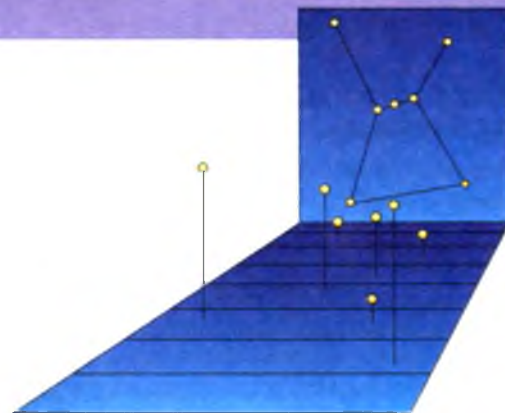
И. Ефремова «Туманность Андромеды».

Спутник массой в два Юпитера и с периодом 116 дней есть у звезды омикрон Девы. Эта система находится в 52 световых годах от Солнца. О природе этих тел пока трудно судить, но, вероятно, те, которые обращаются вблизи светила, должны быть твердыми, а не состоящими из газа. А недавно у одной из звезд Гидры обнаружился «юпитер» — планета, похожая на наш Юпитер по массе и по размерам орбиты.



Звездные скопления

Еще наши предки стали объединять находящиеся рядом звезды в группы — созвездия. Теперь-то, конечно, мы знаем, что звезды одного созвездия просто проецируются на один участок земного неба, а на самом деле могут относиться к разным галактикам. Тем не менее скопления звезд существуют и в реальности. Некоторые, например Плеяды, которые можно увидеть невооруженным глазом, были известны еще с древности, другие можно рассмотреть лишь в телескоп.



Фигуры созвездий — результат проекции на наше небо звезд, находящихся на различном удалении от нас. На схеме в масштабе показано, как удалены друг от друга звезды созвездия Орион

Ученым известно более ста шаровых звездных скоплений, типичным представителем которых можно назвать скопление в созвездии Геркулес, видимое в бинокль как туманная звездочка. Только наблюдение в сильный телескоп дает возможность убедиться, что это множество (сотни тысяч!) звезд, группирующихся в форме шара, причем к центру шара концентрация светил увеличивается. Рассеянные звездные скопления получили название за слабую концентрацию звезд к центру и за разбросанность в про-



Рассеянное звездное скопление Ясли (M44) в созвездии Рак

Звездные скопления: шаровые и рассеянные

Звездные скопления — это группы звезд, связанных между собой силами взаимного притяжения. У этих светил одинаковый возраст, происхождение и сходный химический состав. И это неудивительно, потому что рождаются эти звезды сразу целыми «семействами» из газопылевых облаков. Астрономы выделяют два типа звездных скоплений — шаровые и рассеянные.

Чтобы понять, как выглядят рассеянные и шаровые звездные скопления, надо представить себе две группы людей. Первая группа — это неорганизованная толпа, а вторая — дивизия солдат, построенная в строгом порядке. «Неорганизованная толпа» — это рассеянные скопления, а «дивизия солдат» — шаровые.

Греки считали, что Плеяды вознеслись на небо, спасаясь от охотника Ориона



странстве без всякого порядка. В «семьи» рассеянных скоплений обычно входят десятки, иногда сотни, реже тысячи звезд. Диаметр же скоплений редко бывает больше 3,2 светового года, а их возраст в среднем всего лишь 100 млн. лет: звезды, входящие в скопления, намного моложе нашего Солнца.

Расстояния до шаровых скоплений оставались загадкой, пока астрономы не обнаружили среди них цефеиды — переменные звезды-гиганты большой светимости. Наличие ярких цефеид, или, как их еще называют, маяков Вселенной, дало астрономам возможность определить расстояния до шаровых скоплений, а затем и их размеры. Оказалось, что от одного из ближайших шаровых скоплений — того, что в Геркулесе, нас отделяет 20 000 световых лет (диаметр этого скопления превышает сотню световых лет!). Но 20 000 световых лет — это не так уж много, особенно если есть с чем сравнивать: есть шаровые скопления, которые отстоят от нас на 230 000 световых лет.

Великолепные Плеяды

Наверное, самое знаменитое звездное скопление — «серебристое облачко» в созвездии Телец — Плеяды. Издавна Плеяды (в греческой мифологии — семь дочерей Атланта и Плейоны, превратившихся в птиц и вознесенных на небо)



Шаровое звездное скопление M13 в созвездии Геркулес

Рассеянное звездное скопление M37 в созвездии Возничий



притягивали к себе взгляды людей. Когда-то давно у египтян год делился всего на две части: период от утреннего восхода Плеяд весной до их вечернего восхода осенью — это лето, а остальное время — зима. Римляне и древние греки определяли начало сельскохозяйственных работ по восходу и заходу Плеяд, а каждый новый 52-летний цикл календаря ацтеков начинался с того момента, когда Плеяды проходили через зенит.

Для современных астрофизиков Плеяды — просто неисчерпаемый источник новой информации. Исследуя Плеяды и другие рассеянные звездные скопления, астрономы изучают ранние этапы эволюции звезд. Так, в рассеянных скоплениях часто встречаются вспыхивающие звезды. Блеск такой звезды увеличивается в сотни раз за несколько секунд, а потом, иногда даже через 20–30 минут, она опять ничем не отличается от других. Вспыхивают только молодые звезды, избавляясь таким образом на ранних стадиях развития от избыточной энергии. Их относят к самому многочисленному классу переменных звезд. Впервые вспыхивающую звезду в Плеядах ученые обнаружили в 1957 г., а через десять лет уже было известно 60 таких звезд.

Дождливые Гиады

«Сводными сестрами Плеяд» называют Гиад, других дочерей Атланта. Семь дев, оплакивающих гибель брата, Зевс превратил в звезды. Их появление на небе совпадало в Греции с началом сезона дождей. Это рассеянное звездное скопление можно увидеть чуть ниже и правее звезды Альдебаран в созвездии Телец (правда, на самом деле Альдебаран вдвое ближе к нам, чем Гиады). Плотность этого звездного скопления довольно мала: 0,25 звезды на 1 кубический парсек (1 пс равен 206 265 а. е., или 3,263 светового года). Наличие в Гиадах всего трех вспыхивающих звезд говорит о том, что они старше, чем Плеяды.

*Шаровое скопление
Омега Центавра
NGC 5139*

*Звездное скопление
NGC 3293 в созвездии
Киль*



Звездные ассоциации

Бывают объединения звезд более разреженные, чем рассеянные шаровые скопления. Такие группы называют звездными ассоциациями. Первые звездные ассоциации были открыты в 1947 г. российским астрономом В. А. Амбарцумяном. Обычно они занимают пространство протяженностью 200–300 световых лет (это гораздо больше, чем протяженность скоплений), однако содержат довольно мало звезд — от нескольких штук до нескольких десятков. В ассоциации входят молодые горячие голубые звезды, которые образуются из сгустившихся массивных облаков холодного газа. Звездные ассоциации, в отличие от скоплений, довольно неустойчивые образования: энергия родившихся звезд нагревает газовое облако, и газ устремляется прочь из ассоциации, ассоциация медленно расширяется, и звезды со временем теряют связь друг с другом.



ГАЛАКТИКИ



Звездные системы

В бескрайней Вселенной существуют «звездные острова» и даже «звездные материки» — галактики. Галактики — это семейства звезд, связанных взаимным гравитационным притяжением. О том, что наша Солнечная система является частью большой галактики, астрономам стало известно в XIX в., а о существовании множества других галактик — в XX в.



Эллиптическая галактика NGC 4881 из созвездия Волосы Вероники и спиральная галактика, расположенная значительно дальше

Крошки и великаны

Галактики отличаются друг от друга и составом, и структурой, и массой, и размерами. Самые маленькие из известных современной науке галактик — находящиеся достаточно близко к нам карликовые галактики, содержащие всего около 100 000 звезд (это намного меньше, чем, например, в типичном шаровом скоплении). Подобные крошечные (по космическим стандартам!) галактики наверняка существуют и на окраине Вселенной, просто из-за отдаленности их трудно обнаружить. Вообще же в галактиках содержатся миллиарды звезд. Например, в нашей Галактике их около 200 млрд. (Кстати, обратите внимание на написание: когда говорят о галактике Млечный Путь, к которой принадлежит Солнце, слово пишется с большой буквы: «Галактика» в данном случае — это имя собственное. А когда речь заходит о других

звездных семействах, слово пишется с маленькой буквы: «галактика» в данном случае — это термин, у каждой такой галактики есть еще и название — имя или цифровое обозначение.) Но вернемся к размерам и массам галактик. Млечный Путь с его миллиардами звезд к гигантам не относится. Самая массивная из известных галактик — гигантская эллиптическая галактика M87 в созвездии Дева, содержащая 3000 млрд. солнечных масс, что приблизительно в 15 раз больше нашей Галактики. M87 объединяет тысячи миллиардов звезд!

Исследователь галактик

Огромный вклад в исследование галактик внес знаменитый американский астроном Эдвин Пауэлл Хаббл (1889–1953). В 1924 г. Хаббл обнаружил в туманностях Андромеды и Треугольника звезды-цефеиды (как вы помните, особенность этого класса звезд состоит в том, что мы можем определить расстояние от них до Солнечной системы). Наличие цефеид в туманностях позволило Хабблу сделать открытие: в данном случае речь идет о других галактиках, отделенных от нашей большими расстояниями. Так была заложена основа нового направления исследований — внегалактической астрономии. Продолжая исследования, Хаббл обнаружил равномерное распределение галактик в пространстве, создал первую подробную классификацию галактик, а в 1929 г. сделал открытие, перевернувшее наши представления о мире: он обнаружил,



Эдвин Пауэлл Хаббл

Спиральная галактика M74 в созвездии Рыбы



что Вселенная расширяется (подробнее об этом речь пойдет на с. 68–69). Значение открытий Хаббла для мировой науки огромно, и астрономы почтили заслуги ученого, назвав его именем космический телескоп, изучающий далекие галактики с околоземной орбиты.

Классификация Хаббла

Классификация галактик, предложенная Хабблом, основана на различии их внешнего вида и структуры. Ученый выделил три основных типа звездных систем: спиральные, эллиптические и неправильные галактики.

Спиральные галактики имеют дискообразную форму. В центре у них находится утолщение (астрономы называют его балдж), от которого отходят спиральные рукава. Разновидностью спиральных галактик являются галактики с перемычкой, балдж у них пересекается своеобразной перемычкой из звезд, к концам этой перемычки и присоединяются спиральные рукава. Спиральные галактики в большинстве своем содержат очень яркие молодые звезды и значительные количества межзвездного вещества, сконцентрированного в рукавах. В основной плоскости спиральных галактик обычно присутствует темная масса поглощающей



Неправильная галактика Секстант А в созвездии Секстант

материи. К спиральным галактикам относится и наш Млечный Путь.

Наиболее распространены во Вселенной эллиптические галактики. От спиральных их отличает отсутствие явно выделяющихся звездных дисков. Эллиптическими могут быть и карликовые, и гигантские галактики. Предполагается, что они полностью состоят из старых звезд с относительно малым количеством межзвездного вещества. В них за редким исключением нет холодного газа, поэтому там не образуются новые звезды. Эллиптические галактики могут быть шаровыми и сильно «сплюснутыми», это зависит от степени их сжатия.

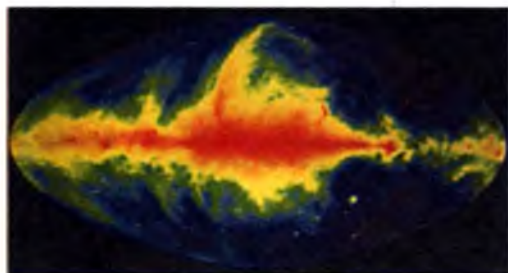
В неправильных галактиках, составляющих около 25% всех галактик, тоже есть диски, как и в спиральных, но из-за небольшой массы и размеров эти галактики лишены спиральных рукавов. В галактиках этого типа есть газ и молодые звезды. К неправильным галактикам относятся, например, спутники Млечного Пути Большое и Малое Магеллановы Облака. Существуют и так называемые взаимодействующие галактики, и галактики с переходными формами между спиральными и эллиптическими. Вообще во Вселенной обнаружено много галактик самого экзотического строения.



Спиральная галактика NGC 1232 в созвездии Эридан

Млечный Путь — наша Галактика

Если посмотреть безлунной ночью на звезды, то легко можно заметить Млечный Путь — полосу слабого, мерцающего свечения на ночном небе, усыпанном бесчисленными звездами. Изучение звезд Млечного Пути — нашей Галактики — сыграло огромную роль в познании устройства Вселенной.



*Млечный Путь
в радиодиапазоне*

Изучение Млечного Пути

Еще в 1610 г. Галилей сделал потрясающее открытие: Млечный Путь состоит из множества неярких звезд, свет которых сливается в сплошную слабо сияющую массу. В конце XVIII в. изучением устройства Галактики занялся В. Гершель.

*На картине
Я. Тинторетто
богиня Гера в гневе
отталкивает своего
пасынка Геракла,
и проливающиеся капли
ее молока становятся
звездами, образуя
Млечный Путь*



Очертания Млечного Пути на земном небе

Чтобы изучить очертания Вселенной, Гершель подсчитал число звезд разного блеска, видимых в телескоп в различных участках неба. Вскоре он выяснил, что чем слабее звезды, тем их больше по мере приближения к Млечному Пути. Астроном пришел к выводу, что дальше всего наша звездная система тянется от нас по направлению к Млечному Пути в плоскости, проходящей через его среднюю линию; Млечный Путь делит небо почти пополам, а Солнечная система находится недалеко от этой плоскости. Но астроном исходил из ошибочного предположения, что все звезды подобны Солнцу и располагаются в пространстве равномерно. В XIX в. было доказано, что звезды в пространстве расположены не равномерно, а сгущаются к плоскости Млечного Пути и Солнце вовсе не занимает центрального положения в этой звездной системе.

Структура и состав Галактики

Современная наука выяснила, что Млечный Путь является спиральной галактикой. А если бы мы могли посмотреть на нашу Галактику сбоку, ее форма напомнила бы чечевицу: она несколько «сплющена», утончается по краям и утолщается к середине. Солнечная система располагается не в центре Галактики, а находится вблизи ее галактической плоскости. Направление к центру Галактики просмат-



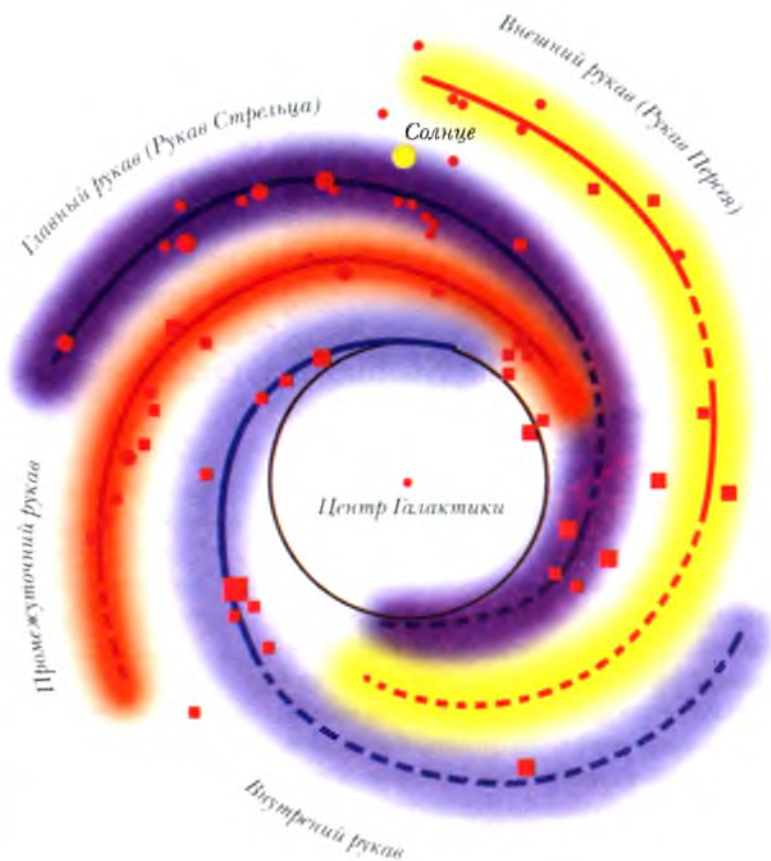
ривается с Земли в созвездии Стрелец. Кроме отдельных звезд и звездных скоплений, в состав Галактики входит диффузная материя в виде пылевых, газовых и планетарных туманностей. Самыми далекими в нашем «звездном доме» являются цефеиды, звезды-гиганты, облака нейтрального водорода и шаровые звездные скопления. Резкой границы у Галактики нет: ее края постепенно растворяются в пространстве Вселенной, но обычно астрономы принимают диаметр нашей Галактики равным 100 000 световых лет, а ее толщину приблизительно в 10–15 раз меньшей.



Спиральная галактика NGC 2997 дает представление о том, как выглядел бы Млечный Путь, если смотреть на него «сверху»

Трудности в исследовании нашей Галактики

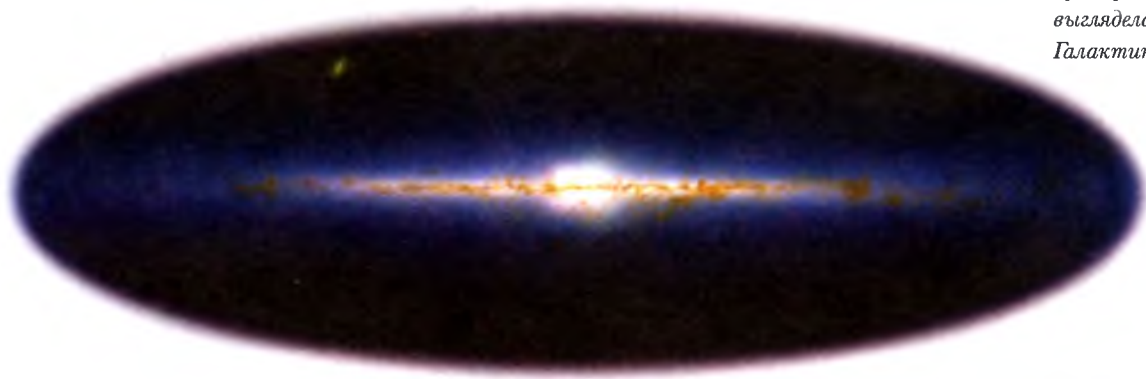
Несмотря на постоянное изучение, наш «звездный дом» полон тайн и загадок.



В большей степени это обусловлено тем, что мы находимся в весьма невыгодном положении для изучения строения Галактики: мы часть нашей звездной системы и потому видим ее как бы изнутри. Это все равно что находиться в своем доме и смотреть в окно, при этом не имея возможности видеть жилище целиком. Звезды, концентрирующиеся к галактической плоскости, кажутся нам густой белесой пеленой в ночном небе, «сгущаясь» в видимую картину Млечного Пути.

Местоположение Солнечной системы в галактике Млечного Пути. Схема Галактики построена на основании радио- (их зоны обозначены квадратиками) и оптических (показаны кружками) наблюдений

Приплюснутый диск — примерно такой выглядела бы наша Галактика «сбоку»

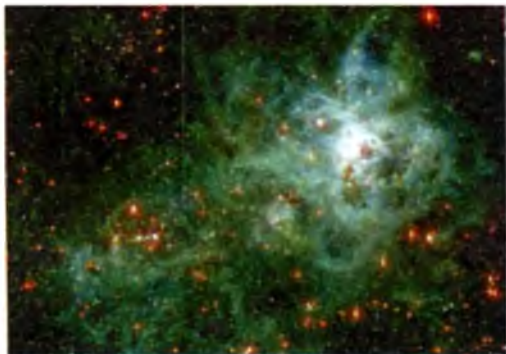


Туманности

Млечный Путь виден на небе мерцающей лентой. Но помимо этой широкой «реки» острый глаз земного наблюдателя кое-где может различить на ясном ночном небе и небольшие мерцающие «островки», похожие на облачка тумана. Их стали называть туманностями. С развитием астрономии (прежде всего с изобретением телескопа) в небе стали находить все больше и больше туманностей. Оказалось, что они имеют разную природу.

Туманность или галактика?

Некоторые мерцающие облачка на нашем ночном небе, получившие название туманностей, на самом деле представляют собой ближайшие к нам галактики — сияние их звезд мы воспринимаем как светлую туманную дымку. Такова знаменитая туманность Андромеды: в 1925 г. с помощью телескопа в этом светлом пятнышке, мерцающем в районе созвездия Андромеда, обнаружили звезды, и стало понятно, что это огромная галактика, однако старое название «туманность» за



*Туманность
Тарантул,
расположенная
в созвездии Золотая
Рыба, своими
очертаниями
действительно
напоминает паука.
От нас эту область
интенсивного
звездообразования
отделяет расстояние
в 165 000 световых
лет*

этим небесным объектом так навсегда и закрепилось. (Аналогичная история произошла с Большим и Малым Магеллановыми Облаками — двумя наиболее заметными туманностями Южного полушария: выяснив, что это две небольшие галактики — спутники нашего Млечного Пути, астрономы не стали их переименовывать и продолжают называть Обла-

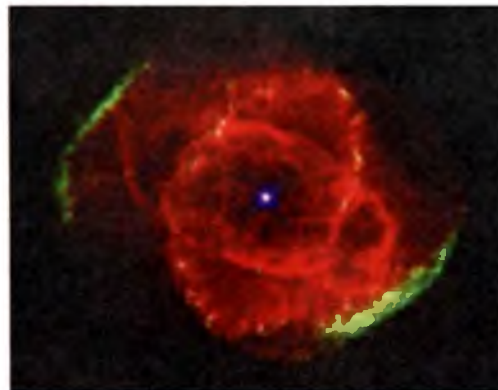


*Спиральная туманность Улитка
(NGC 7293), самая близкая к нам из планетарных
туманностей, расположена на расстоянии
400 световых лет от Солнечной системы*

ками.) Однако наряду с туманностями-галактиками (их называют внегалактическими туманностями) существуют и галактические туманности, представляющие собой скопления космической пыли и газа — холодного и горячего.

Такие разные туманности

По светимости астрономы делят туманности на светлые (эмиссионные, в которых разогретый ближними звездами газ светит своим светом, и отражательные — отражающие свет звезд) и темные (поглощающие свет). Газопылевую туманность Ориона можно увидеть в ясную безлунную ночь на южной стороне неба, прямо под тремя звездочками Ориона. По мнению ученых, масса газа и пыли, образующих эту туманность, в сотни раз превосходит массу Солнца. Облако космической пыли можно увидеть как черное

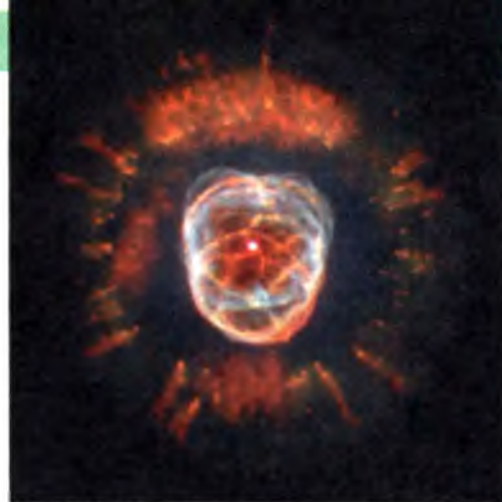


*Планетарная
туманность Кошачий
Глаз (NGC 6543)
в созвездии Дракон*

пятно на фоне Млечного Пути (в созвездии Лебедь возле звезды Денеб). Раньше думали, что такие пятна не что иное, как просветы, пустые пространства в толще окружающих их звезд. Астрономы считали, что сквозь такие «дыры» мы смотрим в зияющую космическую пустоту. Но на самом деле эти темные пятна оказались лишь завесой, за которой скрываются звездные пространства.

Порой туманности принимают неповторимые формы, что отражается и в их

Планетарная туманность Эскимос (NGC 2392). На фотографии, сделанной Хаббловским телескопом, хорошо заметны струящийся газ и оболочка вокруг потухающей звезды



Яркая газовая туманность N 81 в галактике Малое Магелланово Облако – место рождения многочисленных раскаленных звезд

Туманность Розетка (NGC 2237) – огромное облако пыли и газа – находится на расстоянии 5500 световых лет от нас

Круговорот вещества во Вселенной

Связь звезд и туманностей во многом определяет круговорот вещества во Вселенной. Ведь звезды образуются путем конденсации из плотных облаков межзвездного газа, и происходит это в диффузных туманностях. А впоследствии звезды на протяжении почти всей своей жизни выбрасывают в пространство часть вещества (звездный ветер, сбрасывание оболочек, взрывы сверхновых). Так и получается, что диффузные туманности рожают звезды, а звезды, в свою очередь, – новые туманности, планетарные.

названиях. Есть, например, туманности Пеликан, Северная Америка, Рыбачья Сеть, Розетка. Высвеченные звездным светом, все они выглядят либо клочковатыми, либо размытыми, либо волокнистыми. Туманности «неправильной» формы называют диффузными. Но существуют и вполне «аккуратные» туманности – маленькие, правильной округлой формы. Такие называются планетарными, потому что их вид напоминает диски планет. Эти туманности удалены от нас на огромные расстояния, и их можно увидеть лишь в телескоп. Некоторые туманности представляют собой остатки сверхновых, они образуются в результате эволюции звезд: «разбухшая» звезда сбрасывает внешнюю оболочку (помните, мы писали об этом, рассказывая о дальнейшей судьбе Солнца), и ее вещество образует новую туманность.



Галактики вокруг нас

Открыв существование других галактик, астрономы обнаружили довольно много звездных систем, не входящих в состав Млечного Пути, но находящихся не так далеко от него. Оказывается, галактики, как и звезды, зачастую располагаются в космосе не изолированно, а образуют скопления. Какие они — наши ближайшие соседи, что за отношения нас связывают и какие расстояния разделяют, что вообще значит «соседство» по космическим меркам?

64



Спиральная галактика М31 (туманность Андромеды)



Спутник Млечного Пути карликовая галактика Малое Магелланово Облако прекрасно видна невооруженным глазом

И у галактик есть спутники

Отважные моряки, рискнувшие отправиться в неведомые моря в эпоху Великих географических открытий, увидели в Южном полушарии новые звезды, складывающиеся в непривычные узоры (позднее из них были образованы новые созвездия, неизвестные Древнему миру). Морякам предстояло узнать и запомнить расположение южных звезд, ведь люди, находящиеся в открытом море, зачастую могут ориентироваться только по звездному небу. Довольно быстро выяснилось, что Южный полюс не отмечен яркой звездой (подобно тому, как Северный полюс — Полярной) и вообще на юге скоплений звезд, способных образовать заметные созвездия, не так много. Зато на южном небе обнаружили два других — необычных для европейцев — ориентира: мерцающие туманные облачка, одно побольше, другое поменьше. В честь знаменитого мореплавателя Фернана Магел-

лана, первым в 1519 г. увидевшего и описавшего эти объекты, их назвали Магеллановыми (Большое Магелланово Облако в созвездии Золотая Рыба и Малое Магелланово Облако в созвездии Тукан) и долгое время считали туманностями. В XX в. выяснилось, что это небольшие (астрономы говорят: карликовые) галактики, спутники нашего Млечного Пути. Большое Магелланово Облако расположено ближе к нам, от Земли его отделяет $1,79 \cdot 10^5$ световых лет (55 кпс), а Малое Магелланово Облако отстоит от нас на $1,9 \cdot 10^5$ световых лет (58 кпс). Обе галактики относятся к типу неправильных.

«Туманность» северного неба

Мы, жители Северного полушария, лишены возможности любоваться Магеллановыми Облаками, однако и в нашем небе можно увидеть одну из близких к Млечному Пути галактик. Это небольшое мерцающее пятнышко рядом с гаммой Андромеды — знаменитая туманность Андромеды. Туманность Андромеды при рассмотрении в мощный телескоп оказалась спиральной галак-



Магеллан и его спутники первыми из европейцев увидели звезды Южного полушария



тикой, похожей на Млечный Путь. У туманности Андромеды тоже есть галактики-спутники. Правда, по протяженности она вдвое превосходит нашу Галактику, при этом масса у нее меньше, чем у Млечного Пути. Эта галактика гораздо дальше от нас, чем Магеллановы Облака: расстояние от Земли до туманности Андромеды – $2,36 \cdot 10^6$ световых лет (725 кпс).

Местная группа

«Обзоры неба показывают, что туманности разбросаны поодиночке и группами различной величины, вплоть до неожиданно больших скоплений. Мелкомасштабное распределение галактик похоже на распределение звезд в звездных системах», – писал когда-то Э. Хаббл (под туманностями в данном случае имеются в виду галактики). Наша Галактика со своими спутниками (Большим и Малым Магеллановыми Облаками, галактиками в созвездиях Орион, Дракон, Скульптор, Малая Медведица и другими звездными системами), а также вместе с туманностью Андромеды и еще несколькими

галактиками меньшей массы образует скопление, получившее название Местная группа, или Местное скопление, галактик. (Обозначение «Местная группа галактик» ввел Э. Хаббл.) Местная группа вращается вокруг общего центра масс. Всего Местное скопление объединяет около 40 галактик. Млечный Путь и туманность Андромеды – самые крупные. Местная группа занимает объем диаметром около 3 Мпс, а ее общий центр масс находится на воображаемой линии, протянутой между Млечным Путем и туманностью Андромеды.

Созвездия около Южного полюса. Гравюра из атласа звездного неба Я. Гевеллия. На карте показаны Большое (1) и Малое (2) Магеллановы Облака



Спиральная галактика M33 в созвездии Треугольник – член Местной группы галактик. Расстояние от нее до Земли – $2,59 \cdot 10^6$ световых лет (795 кпс)

Мир далеких галактик

Мысленно покинув пределы Солнечной системы, затем нашей Галактики и ее ближайших соседей — членов Местной группы, мы окажемся в бескрайнем космическом пространстве. До ближайших одиночных («изолированных») галактик и их скоплений — миллионы световых лет. Это значит, что, когда их свет доходит до нас, мы получаем вести из далекого прошлого.

Метагалактика

Та часть Вселенной, которая доступна нашему наблюдению, получила название Метагалактики. С совершенствованием приборов и методов исследования пространство Метагалактики постоянно увеличивается. Область пространства, доступная сегодня для исследований, составляет в радиусе 10–13 млрд. световых лет. В современные мощные телескопы человечество сегодня может наблюдать более миллиарда галактик, хотя большинство из них так далеки от нас, что видны лишь крошечными светящимися



Галактика M51 Водоворот в созвездии Гончие Псы и ее спутник, расположенный гораздо дальше от нас

пятнышками. Более подробному исследованию доступны лишь несколько тысяч ближайших галактик.



Взаимодействующие спиральные галактики NGC 2207 в созвездии Большой Пес. Их структура искажена гравитационным взаимодействием

Далекие галактики

Массовое формирование галактик из газовой среды началось 10–13 млрд. лет назад. Галактики, как вы уже знаете, бывают самыми разными: диаметр даже самых маленьких составляет несколько тысяч световых лет, гигантские могут быть в сотни раз больше. Галактики обычно образуют скопления. В радиусе 30 млн. световых лет от Местной группы обнаружено более десятка подобных скоплений, содержащих сотни и тысячи галактик, а чем дальше от нас, тем их больше. Гигантское скопление галактик обнаружено в созвездии Дева, в 40 млн. световых лет от нас. Его диаметр — около 8 млн. световых лет, однако это не

Группа близких друг к другу галактик — членов Квинтета Стефана в созвездии Пегас





Эллиптическая галактика Центавр А NGC 5128, входящая в Местный комплекс, объединяющий Местную группу и несколько других групп галактик

самое большое из известных человечеству. Например, скопление галактик в созвездии Волосы Вероники, находящееся в 300 млн. световых лет от нас, объединяет более 10 000 галактик, а его диаметр равен 8 млн. световых лет. Галактики и их скопления распределены в космосе неравномерно: есть места, где они встречаются в 5–10 раз чаще обычного, такие области называют сверхскоплениями.

Галактики взаимодействуют

Близкие галактики часто испытывают взаимное влияние: они могут сближаться, иногда даже сталкиваться. Силы притяжения между соседними галактиками приводят к тому, что их формы искажаются: под действием более массивной «соседки» галактика может потерять отдельные звезды, выбросить «шлейф» из газа и звезд; между галактиками иногда появляется перемычка, их может окутать общее газовое облако и т. п. Эти процессы, протекающие во взаимодействующих галактиках, могут занимать миллиарды лет, но современные астрономы научились моделировать их с помощью компьютера.

Темная материя

Одним из актуальнейших вопросов современной астрономии является проблема скрытой массы (темной материи). Дело в том, что почти все наши сведения о космических объектах основаны на изучении испускаемого ими света и других видов электромагнитных волн. Однако не у всех тел есть излучение (нет его, например, у черных дыр). Изучая взаимодействия далеких галактик, ученые пришли к выводу, что они обладают большей массой, чем та, которая определяется исходя из излучения. Возникла гипотеза о существовании некоего вещества, недоступного нашим наблюдениям. Назвали его скрытой массой. Другой вариант названия — темная материя — не содержит ничего зловещего и лишь отражает тот факт, что у этого вещества отсутствует излучение. Дальнейшие исследования убедили ученых в реальном существовании темной материи. Мало того, оказалось, что Вселенная в основном заполнена именно невидимым веществом! Изучение его природы — дело будущего!

Пара взаимодействующих галактик NGC 4038–4039 в созвездии Ворон. Через миллиарды лет они сольются: такое объединение — неизбежный результат взаимодействия галактик





68 Большой взрыв и расширение мира

Микеланджело. Сотворение мира. Фрагмент росписи Сикстинской капеллы

Огромный мир галактик кажется нам, землянам, бесконечным, а время существования звезд в сравнении со сроком человеческой жизни наводит на мысль о вечности Вселенной. Так ли это на самом деле? Вечен ли мир, было ли у него начало и будет ли конец? Этими вопросами люди задавались с древности. Все религии учили, что мир сотворен Богом, наука же (до недавнего времени!) утверждала, что Вселенная вечна и неизменна.

Рождение из взрыва

Из школьной программы вам известно, что атомы и молекулы находятся в вечном движении, но известно также и то, что должна быть некая сила, способная привести их в движение. Так что же «подтолкнуло» микроскопические частицы огромного мира? Ответить не только на этот вопрос, но и на вопрос о происхождении Вселенной помогает теория Большого взрыва, возникшая в XX в.: вся материя нашего мира в момент его создания получила свою энергию в результате Большого взрыва, словно воспламенив-



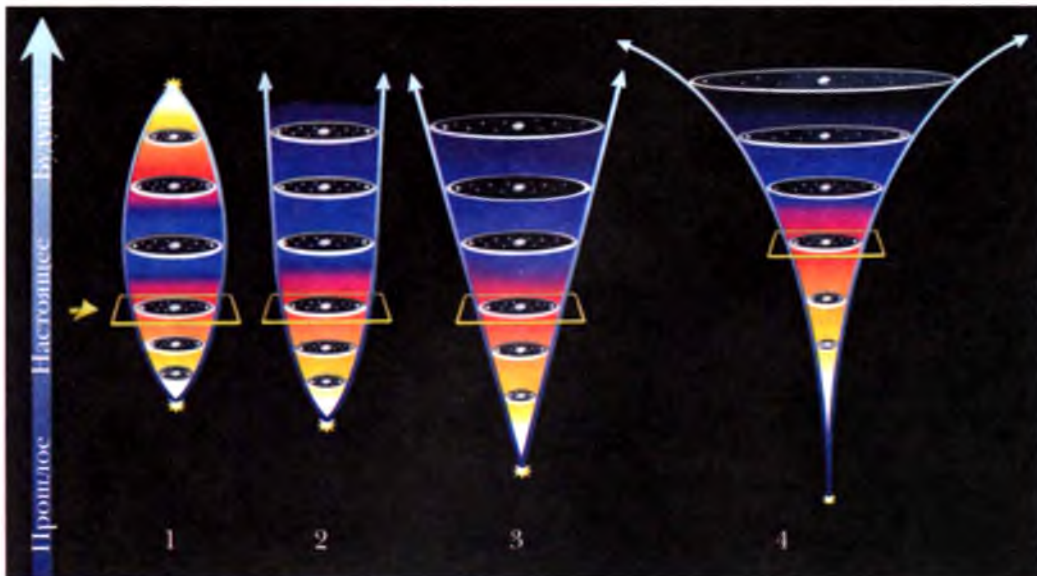
Р. Флудд. Первичный хаос. Иллюстрация из книги «О космическом двуединстве». 1617 г.

шего деятельность Вселенной. Это случилось около 15 млрд. лет назад. Именно в результате этого взрыва в конце концов возникли и получили энергию частицы, и по сей день продолжающие свое движение — движение, которое приводит в действие всю гигантскую Вселенную и ее отдельные «звездные острова и материи».

Что было до Большого взрыва, чем он был вызван, мы, скорее всего, узнать не

Шесть дней творения. Миниатюра из немецкой рукописной книги XII в.





Различные модели расширения Вселенной:

1. Расширение сменяется сжатием;
2. Расширение замедляется;
3. Равномерное расширение;
4. Вселенная расширяется с ускорением.

Научные данные свидетельствуют о том, что реализуется четвертая модель: мир «разлетается» с нарастающей скоростью

можем: это было еще до существования Вселенной, и никаких следов этого «доисторического» периода в нашем мире найти нельзя. Ученые могут лишь строить на этот счет различные гипотезы.

Наш мир расширяется

Большой взрыв, с которого, собственно, и начинается история Вселенной, длился ничтожно короткое время — 10^{35} секунды. За это время Вселенная чудовищно расширилась, увеличившись примерно в 10^{27} раз и достигнув объема 1 см^3 . Но этот объем весьма далек от размеров современной Вселенной: и после взрыва Вселенная продолжала расширяться, достигнув к настоящему времени гигантских, поистине бескрайних размеров: астрономы считают, что сейчас Вселенная занимает объем 10^{28} см^3 ! Мало того, этот процесс не закончился: как установили астрономы в XX в., наш мир продолжает расширяться — галактики удаляются друг от друга (обнаружил это, кстати, Э. Хаббл).

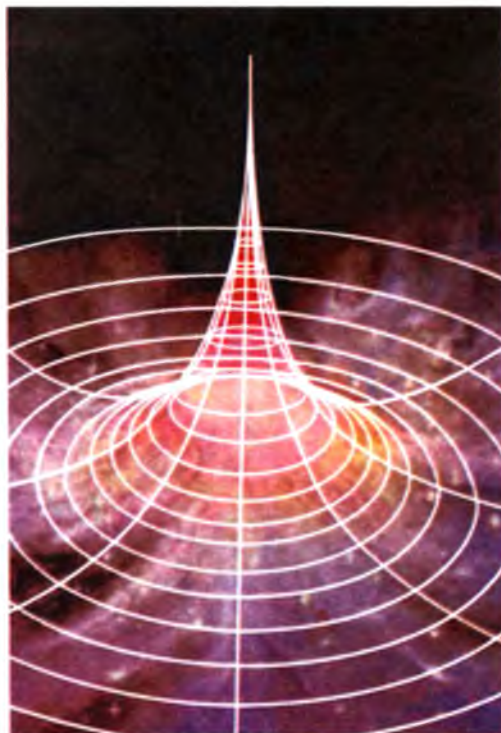
Судьба Вселенной

Но чем же закончится (и закончится ли) это расширение нашего мира? Ученые выдвигают несколько гипотез дальней-

шего развития событий: возможно, Вселенная, достигнув некоего предела расширения, сожмется, а может быть, ее расширение будет вечным. И само расширение — будет ли оно идти с постоянной скоростью, или замедляться, или ускоряться? Несколько моделей развития Вселенной представлены на диаграмме. Какая из них реализуется, возможно, узнают наши потомки через 10–20 млрд. лет!



Альберт Эйнштейн (1879–1955) создал теорию относительности, изменившую представления о времени, пространстве и материи, что подготовило почву для появления модели расширяющегося мира



Модель Большого взрыва, давшего начало Вселенной и ставшего моментом отсчета ее расширения

Жизнь во Вселенной

Завершим мы главу о звездных системах обсуждением вопросов, издавна волнующих землян: одиноки ли мы во Вселенной, существуют ли где-то иные формы жизни, сможем ли мы их обнаружить? Поиск жизни во Вселенной несколько отличается от поиска планет у других звезд (см. с. 52–53): нельзя исключить того, что простейшие формы жизни могут существовать и вне планет.

XX век развеял иллюзии относительно существования каких-либо форм жизни в Солнечной системе в настоящее время: на ближайших соседях Земли, планетах Марсе и Венере, жизнь не обнаружена, вряд ли она существует и на других планетах. Вероятность случайно обнаружить какие-либо формы жизни в окружающем нас космическом пространстве у землян ничтожно мала, поэтому обитатели нашей планеты сосредоточились на поисках не просто живых, а разумных существ: мы пытаемся обнаружить следы внеземных цивилизаций, «подслушав», как их представители обмениваются между собой сигналами в радиодиапазоне (ведь и на Земле для беспроводной связи

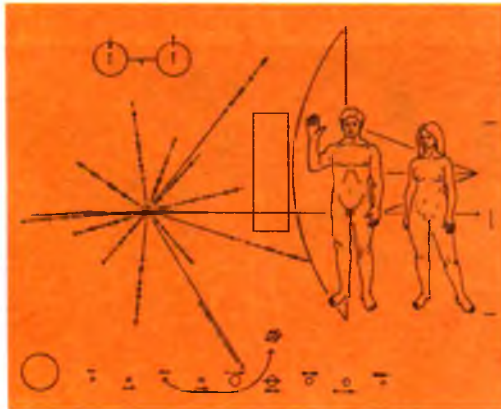


Фантастические книги, фильмы и комиксы наделяют инопланетян причудливым обликом

чаще всего используют радио), а также лазерными сигналами в оптическом диапазоне. Направив антенны в сторону звезд, похожих на Солнце, и настроившись на волну длиной 21 м (это волна излучения водорода — самого распространенного в космосе элемента), астрономы пытаются уловить хоть что-то похожее на сигналы иных цивилизаций. К сожалению, пока от «братьев по разуму» ничего не слышно.

Мы и сами посылаем в космос радиосигналы, несущие информацию о нашей цивилизации, а космические зонды, запущенные за пределы Солнечной системы, несут на борту послания тем, кто, возможно, когда-нибудь их встретит. Мы верим, что не одиноки во Вселенной и рано или поздно встретимся с другими ее обитателями.

Пластинка с посланием, отправленным на борту космического аппарата «Пионер-10». На ней изображены силуэты мужчины и женщины на фоне космического аппарата, место нашей планеты в Солнечной системе и траектория полета аппарата, а также дана другая информация, которая должна быть понятна физикам



ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ



Рождение астрономии

С древнейших времен наблюдения явлений природы помогали человеку в жизни. Ночь всегда сменялась днем, зима летом, светила на небе и днем и ночью появлялись в определенном порядке и шли строго заведенным путем, никуда не отклоняясь. Прошли века и тысячелетия, и человек задумался о том, как устроен мир, что представляет из себя Земля, на которой живут люди, какие силы заставляют двигаться небесные светила. Всеми этими вопросами стала «ведать» астрономия — наука, родившаяся из ежедневных, ежегодных наблюдений за Солнцем и Луной.



Одна из ранних попыток реконструкции Стоунхенджа. XVII в.

одного такого пробуждения природы до другого был примерно одинаковым. Сейчас мы называем его годом.

Ночью на небе появлялись другие светила. Среди звезд сияла Луна. Каждую ночь вид ее менялся. Иногда это был полный диск, но через день с одной стороны уже

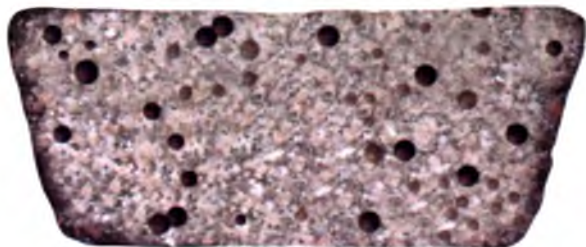
Дневное и ночные светила

72 Солнце, зашедшее за горизонт вечером, утром появлялось в противоположной стороне. Летом Солнце рано восходило над Землей, его путь по небу был длинным и долгим, в полдень дневное светило поднималось очень высоко. Но постепенно человек замечал, что Солнце, словно устав, с каждым днем вставало все позже, все короче и ниже над Землей был его путь и вечером все раньше пряталось оно за горизонт: наступала зима. Но древний человек знал: придет время, и Солнце снова начнет прибавлять в высоте и продолжительности пребывания над горизонтом. Он наблюдал эти перемены уже не первый раз. Строгий порядок в движении Солнца никогда не нарушался. Это позволяло вести счет времени. Когда природа весной просыпалась после зимних холодов, словно новая жизнь начиналась. Период времени от



Календарь ацтеков

был замечен небольшой ущерб, будто кто-то откусил кусочек от лепешки. Чем дальше, тем больше увеличивался изъян на лунном диске. Вскоре от него оставалась уже половинка, а примерно через 29 ночей Луна вновь округлялась. За год это происходило примерно 12 раз, так что ночное светило тоже помогало считать время.



Первобытный кремневый амулет с изображением звезд Большой Медведицы, найден в конце XIX в. в Тверской губернии

Стоунхендж

Примитивный счет времени на основе повторяющихся (периодических) событий – движения Солнца и Луны – возник уже на заре цивилизации. Сохранились вещественные свидетельства древнейших астрономических наблюдений. Самый известный из таких памятников – Стоунхендж, исполинское каменное сооружение в Южной Англии, возраст которого составляет около 4000 лет.

Стоунхенджу долгое время приписывали исключительно культовое, религиозное значение, но в середине XX в. астроном Джералд Хокинс доказал, что это настоящая обсерватория каменного века. Не зная письменности, древние сумели составить своеобразный каменный календарь, в котором отметили точки восхода и захода Солнца в самый короткий и в самый длинный день года, точки восхода и захода Луны в определенные дни и даже данные о лунных и солнечных затмениях.

Древние календари и другие находки

Важность счета времени в древнейшие эпохи доказывают и менее грандиозные, но не менее значимые находки – например, календари из длинных и коротких штрихов на костяном оружии, на стенах пещер и даже на зубе мамонта. Их можно было всегда носить с собой. И охотник, уходящий на несколько дней на поиски добычи, и те, кто оставался дома, могли вести счет дням.

Но не только древние календари являются свидетельствами занятий астро-

номией наших далеких предков. Время от времени археологи обнаруживают и другие доказательства этого. На территории современной Тверской области был найден камень с изображением созвездия Большая Медведица. Несколько



Древние индийцы считали, что мир представляет собой огромное космическое яйцо (см. рис.). Другие народы рассказывали о трех китах или трех слонах, на которых лежит плоская Земля. Для того чтобы представить Землю шаром, «висящим» в безвоздушном пространстве и вращающимся вокруг Солнца, человечеству потребовалось не одно тысячелетие

73

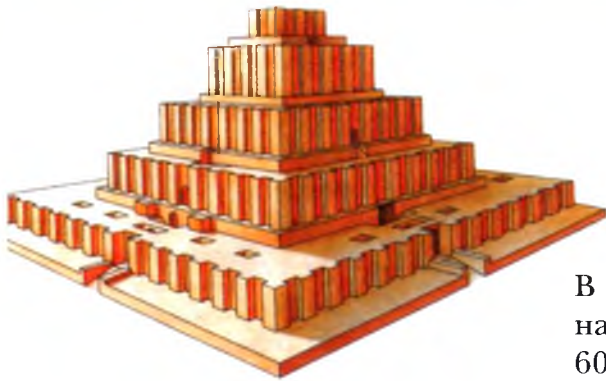
тысяч лет назад он служил амулетом. Неизвестно, как называл его владелец данное изображение, но ясно, что он придавал ему важное значение. Подобные же изображения находят в наскальных рисунках в самых разных уголках планеты. В наше время стало ясно, что эти находки не случайны. Их изучение приносит серьезную научную информацию. Возникла даже новая наука – археоастрономия.



Китайская монета с изображением созвездия Большая Медведица



Современная фотография Стоунхенджа: полуразрушенная, но сохранившая величие древняя обсерватория возвышается посреди равнины



Для наблюдения звездного неба в Древнем Вавилоне строились храмы – зиккураты. Они были трех- или семиэтажными. Посвящали их Ану (бог неба), Бел-Эмиллу (бог земли) и Эа (бог подземных вод). Семиступенчатые храмы были посвящены Солнцу, Луне и пяти известным тогда планетам

Древняя вавилонская поэма «Энума элиш» рассказывает о сотворении мира в противоборстве богов и созданных ими чудовищ. Одной из главных битв было сражение между богом Вавилона Мардуком и богиней воды драконихой Тиамат

Звездочеты Месопотамии и Древнего Египта

В долине азиатских рек Тигра и Евфрата (греки называли ее Месопотамией – Междуречьем) около 6000 лет назад возникли первые в мире государства. Шумер и Аккад, Вавилония и Ассирия – эти государства прославили не только цари и воины, но и звездочеты.

Глиняная библиотека

Последний правитель Ассирии, грозный и воинственный Сарданапал (на древнем языке имя этого властителя звучало как «Ашшурбанипал»), прославился не только как полководец, но и как... основатель первой в мире библиотеки. Царь повелел собрать множество глиняных клинописных табличек. Более того, он разослал повсюду писарей, повелев им переписать все важные сведения, которые они отыщут в древних книгах.

Именно из этих глиняных «книг» мы узнали о том, что древние шумеры и вавилоняне очень внимательно наблюдали за тем, что происходило на небе. Имена их богов были связаны с небесными светилами: Солнцу они дали имя бога Шамаша, Луне – бога Сина, богиня любви, красоты и плодородия Иштар дала имя планете, которую теперь мы называем Венерой. «Блистательная госпожа неба», – говорили о ней вавилоняне.

Жрецы-астрономы

Наблюдатели звездного неба – а в Месопотамии этим занимались жрецы – заметили, что некоторые светила меняют свое положение среди неподвижных звезд (греки позже назвали их планетами – «блуждающими светилами»). Им жители Междуречья тоже дали имена



Глиняная табличка из библиотеки Ашшурбанипала



своих богов. Богу войны Нергалу посвятили красную планету, богу мудрости и письменности Набу — самую быструю и трудноразличимую в лучах утренней или вечерней зари, покровителю Вавилона Мардуку посвятили самую величественную планету, а бог победы и удачной охоты Нанурт получил самую медлительную. Теперь мы называем их Марсом, Меркурием, Юпитером и Сатурном.

Не зная, чем объяснить непонятные явления, происходившие на небе, жрецы связывали их с событиями в жизни людей. Движения планет становились предзнаменованиями в судьбах государств



Ночь египтяне представляли в виде богини Нут, по телу которой движутся лодки со светилами

и их властителей. Так на берегах двух великих рек Азии зародилась астрология — учение о связи жизни небесной и земной, о влиянии планет и звезд на судьбы людей.

Астрономия на нильских берегах

К началу IV тысячелетия до н. э. на Земле существовало и другое развитое государство — Древний Египет. Он возник в Африке, на берегах великой реки Нила. Египтяне были в основном земледельцами, поэтому им просто необходимо было уметь следить за временем. Надо было предугадать разлив Нила, чтобы подготовиться к нему. Предсказывало это событие появление на небе в лучах утренней зари самой яркой звезды всего земного неба — Сириуса (египтяне называли его Сотис).

*Сотис великая блистает на небе,
И Нил выходит из берегов своих, —*

гласит надпись на стене одной из древних гробниц.

Первым появление звезды замечал жрец, каждое утро перед восходом Солнца выходивший под открытое небо и обращавший взор к востоку. Тот день, когда на мгновение яркой искрой сверкала долгожданная звезда — сверкала, чтобы тут же поблекнуть в ярких лучах восходящего солнца, знаменовал наступление нового года. В ближайшие дни можно было ожидать разлива животворной реки Египта.



На этом древнеегипетском рельефе изображено поклонение Солнцу: фараон, его жена и дети с мольбой простирают руки к светилу, а Солнце протягивает к ним лучи, на концах которых можно разглядеть человеческие ладони: доброе светило дарит людям свет и тепло

На следующее утро Сотис уже несколько дольше была видна на небе, и, восходя с каждым днем все раньше и раньше Солнца, вскоре она уже царственно блистала на предутреннем небосклоне.

Главные боги древних египтян, как и боги Междуречья, также были связаны с небом. Солнцу было посвящено несколько богов: восходящему — бог Гепри, дневному — Ра, заходящему — Атум. Более всех почитался бог Ра, протягивающий к людям свои животворные лучи.

Звезды на заре истории: античная астрономия

Древняя Греция стала колыбелью науки. Греки еще не были учеными в современном представлении, они были больше мыслителями, чем исследователями, экспериментов не проводили, а выводы делали на основе умозрительных рассуждений. Аристотель, например, размышлял и беседовал с учениками, прогуливаясь в садах Лицея — так называлась его школа, совсем не похожая на привычные нам учебные заведения. И все же именно там находим мы истоки современного естествознания, математики, философии, астрономии.

76

Гномон — древнейшие и самые примитивные солнечные часы.

Кстати, происхождение слова «гномон» тоже греческое, оно означает «указатель»



На средневековой гравюре Пифагор (сидит справа) изображен рядом с аллегорической фигурой, представляющей науку Арифметику

Чем пользовались древние астрономы

Простейшее приспособление для астрономических наблюдений — гномон — известно с глубокой древности. Гномон представлял собой стержень, установленный на плоской ровной площадке, по направлению и длине отбрасываемой им тени можно было определять время суток. Точность таких солнечных часов была невелика, ведь Солнце день ото дня



Древнегреческая скульптура, изображающая титана Атланта, держащего свод небес. На небесный глобус нанесены рисунки известных грекам созвездий

меняло свою высоту над горизонтом, и соответственно этому длина тени гномона тоже изменялась. В VI в. до н. э. Анаксимен из Милета (ок. 585 — ок. 525 г. до н. э.), усовершенствовал эти часы. Он направил стержень на Полярную звезду, сделав гномон параллельным оси вращения Земли.

Великие эллины

Знаменитый современник Анаксимена Пифагор Самосский (ок. 570 — ок. 500 г. до н. э.) — математик, мыслитель, теоретик музыки, политик — известен, наверное, каждому школьнику. Но не все знают, что в сферу интересов Пифагора входила и астрономия: предполагается, что он одним из первых заявил о шарообразности Земли. Известно его учение о гармонии космоса.

В III в. до н. э., в эпоху эллинизма, когда завоевательные походы Александра Македонского изменили карту мира, расширив для эллинов пределы ойкумены («обитаемой земли»), появилось первое в мировой истории государственное научное учреждение — Мусей. Располагался Мусей в Александрии (на севере Африки), основан он был царем Египта

Птолемеем I, а возглавлял его именно грек — Эратосфен Киренский. И в эллинистическом мире греческая наука сохранила свои ведущие позиции!

Эратосфен был крупным ученым, он сумел довольно точно вычислить окружность Земли. По расчетам Эратосфена, она составляла примерно 39 000 км. Сейчас мы знаем это значение точно: 40 000 км. Больше двух тысячелетий назад без точных инструментов Эратосфен допустил совсем небольшую ошибку!

Архимед и астрономия

Кстати, Эратосфену посылал свои математические труды знаменитый механик и инженер Архимед (ок. 287–212 г. до н. э.). Всем известен закон Архимеда о выталкивающей силе, действующей на погруженное в жидкость тело. Однако следует сказать, что изобретатель различных машин всерьез занимался не только земными, но и небесными проблемами. Так, Архимед сконструировал прибор для определения видимого (углового) диаметра Солнца и нашел значение этого угла с поразительной точностью. Кроме того, он изготовил очень необычный прибор — небесную сферу, так называемый звездный глобус, который показывал суточное вращение звездного неба, движение планет, фазы Луны, солнечные и лунные затмения. Архимед описал устройство этого глобуса в книге, а само это уникальное для своей эпохи сооружение было захвачено римлянами в качестве трофея при взятии родного города Архимеда — расположенных на Сицилии Сиракуз.

Первые описания неба

Самое раннее из известных нам описаний греческого неба содержится в поэме «Явления». Ее автор, Арат, современник Эратосфена, был не ученым-астрономом, а придворным поэтом македонского царя Антигона Гоната. Царь поручил своему поэту переложить стихами две книги знаменитого математика Евдокса — «Явления» и «Зеркало природы».

Поэма появилась в III в. до н. э., а Евдокс жил столетием раньше. Труды самого Евдокса до нас не дошли, но благодаря тому, что на них ссылались его последователи, мы знаем, что Евдокс не только использовал понятие небесной сферы, но и приводил доказательства шарообразности Земли.

В поэме Арата перечисляются восходы и заходы созвездий в разные сезоны — дается что-то вроде звездного календаря. Есть подробное описание известных тогдашним грекам созвездий, перечисление их наиболее ярких звезд и рассказ о пересечении фигур созвездий с небесным экватором — большим кругом небесной сферы, пересекающим горизонт в точках востока и запада (эти сведения были не только интересны, но и полезны при ориентировании по ночному небу). Прямую пользу читатель поэмы мог извлечь и из примет изменений погоды.

Живший веком позднее греческий астроном Гиппарх (ок. 190–180 г. до н. э. — 125 г. до н. э.) обнаружил в Аратовом описании неба много ошибок и даже написал об этом книгу «Комментарии к Арату и Евдоксу» — кстати, это единственное сохранившееся и дошедшее до нас сочинение великого греческого ученого.

Какое небо описывал Арат

Для истории астрономии поэма Арата особенно интересна, потому что вид звездного неба со временем меняется из-за прецессии, а по величине смещения полюса мира можно определить, когда небо было таким, каким его описали Евдокс и Арат. Исследования дали неожиданные результаты — оказалось, что никаких ошибок в сочинениях, раскритикованных Гиппархом, не было! Просто наблюдения созвездий, которые описал Арат, следует отнести ко II тысячелетию до н. э. Неизвестный звездочет изучал созвездия задолго до того времени, когда жили и Арат, и Евдокс, описал их, эти описания попали через полторы тысячи лет в руки Евдоксу, а затем о них узнал и Арат.



Греческий поэт Арат, написавший поэму «Явления», на много веков стал одним из величайших авторитетов для астрономов



Установив, что, когда в Сиене (точка С) Солнце находится прямо над головой наблюдателя, в Александрии (А) оно расположено на расстоянии $7,2^\circ$ от зенита, и зная расстояние между А и С, Эратосфен вычислил окружность Земли

Гиппарх

Древнегреческого ученого Гиппарха (ок. 190–180 г. до н. э. – 125 г. до н. э.) по праву называют одним из основоположников астрономии. Он первым начал вести систематические наблюдения и исследования неба, составил таблицы движения Солнца и Луны, а также солнечных затмений; довольно точно оценил расстояние до Луны. Гиппарх проделал огромную работу: измерил и записал положения 850 звезд и составил первый в истории звездный каталог (ок. 129–127 гг. до н. э.), он ввел разделение звезд по блеску на шесть величин. Именно Гиппарх, сравнив свои положения звезд с более ранними, открыл явление прецессии, определил наклон экватора к эклиптике, ввел географические координаты – широту и долготу.

Почему Гиппарх в конце жизни взялся за составление каталога? Первой причиной могло быть открытие прецессии. Ведь оно означало, что «неподвижные» звезды все-таки движутся! Вторую причину, побудившую Гиппарха заняться «переписью звезд», сообщает римский писатель Плиний Старший в книге «Естественная история». Он пишет: «Этот Гиппарх... исследовал новую звезду, появившуюся в его время; ее движение в то время, когда она блистала, навело его на мысль, не

Позолоченный глобус, снабженный приспособлениями для определения координат, – позднейшая модификация древней армиллярной сферы

Система мира по Птолемею. Гравюра из атласа А. Целлариуса



могут ли часто изменяться и перемещаться светила, которые мы считаем неподвижными; поэтому он решился на дело, смелое даже для бога, – перечислить для потомства звезды». Судя по китайским хроникам, в эпоху Гиппарха (в 132 г. до н. э.) действительно произошла вспышка новой звезды в созвездии Скорпион. Это астрономическое событие тоже нарушало мнение о неизменности звездного неба и могло подтолкнуть Гиппарха к составлению звездного каталога.

Клавдий Птолемей

Достойным наследником Гиппарха стал величайший астроном древности Клавдий Птолемей (II в.). Ученый написал несколько книг по астрономии и оптике, однако его имя обессмертил главный астрономический труд – «Большое математическое построение» (по-гречески «Ме-



гале синтаксис»). Позже в странах ислама это сочинение называли «Аль Магисте», и отсюда в Европе оно получило название «Альмагест».

Труд Птолемея — астрономическая энциклопедия, где подробно разбираются все стороны этой науки, — в течение полутора тысячелетий служил главной

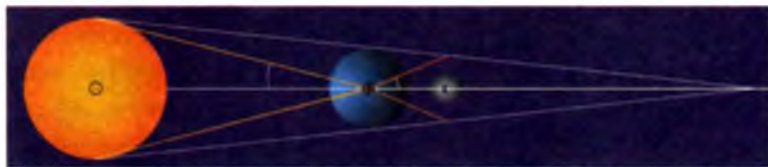
величины, 5 третьей, 5 четвертой, 7 пятой». А потом добавляет: «Около Пса звезды, не вошедшие в фигуру». (Птолемей считал созвездия именно «фигурами», между которыми остается место и для других звезд; такое толкование разделялось астрономами еще очень долго).

Пользуясь подобной схемой лунного затмения, Гиппарх сумел оценить расстояние от Земли до Луны, приравняв его к 60 радиусам Земли



Клавдий Птолемей. Рисунок из итальянской рукописной книги дает предполагаемый портрет великого ученого древности

книгой арабских, а потом и европейских астрономов. В «Альмагесте» приведен и звездный каталог, в котором описано 48 созвездий и даны координаты 1025 звезд. Каталог имеет вид таблицы. Для каждой звезды указаны место в фигуре созвездия (сами фигуры не описываются), координаты и яркость (звездная величина). Например, 7-я по порядку звезда созвездия Пес (сейчас Большой Пес) описывается так: «Северная из двух на правом колене. Градусы долготы: Близнецы $16 \frac{1}{6}$. Градусы широты: $-41 \frac{1}{6}$. Звездная величина: 5». Долготу Птолемей отсчитывал от начала знака зодиака, а широту — от эклиптики: с плюсом — на север от нее, с минусом — на юг. Описав заметные звезды созвездия, Птолемей подводит итог: «Всего 18 звезд, из них 1 первой



Звездные карты

В «Альмагесте» Птолемея есть описание звездного глобуса, изобретенного Архимедом (позднее этот прибор стали называть армиллярной сферой). Небесные глобусы пользовались у древних астрономов большой популярностью, однако в поздней античности кроме глобусов существовали и изображения половины звездной сферы на плоскости — так называемые планисферы.

Строились они геометрически, на основе определенных правил, в так называемой стереографической проекции. Представьте себе прозрачный шар, на нижней половине которого изображены звезды, а на самом верху в центре горит лампочка. Если его положить на плоскость, то на ней появятся тени небесного экватора и звезд, нарисованных на нижней части шара. Если их обвести, получится круг со звездной картой внутри. Позже планисферы стали основой астролябий — простейших астрономических приборов, которые изготавливали мастера средневекового Востока. Мы не знаем, обозначались ли на планисферах созвездия, ведь стереографическая проекция приводит к большим изменениям масштаба изображения от центра к краям. Возможно, они отмечались «методом Птолемея» — с помощью соединительных линий между главными звездами. Этот способ стал главным и на современных звездных картах.

Гиппарх «придумал приборы, которыми определил места и яркость отдельных звезд, оставив потомкам небо в наследство» (Плиний Старший)



Астрономия на Востоке

«Альмагест» Птолемея стал вершиной античной астрономической науки. Дальше начался ее закат. Политические потрясения и гонения на «языческую науку» со стороны Церкви отбросили ее далеко назад. В Средние века наследницей античной астрономии стала наука арабского Востока. Арабский халифат, огромное государство, центром которого был город Багдад, стал родиной выдающихся астрономов.



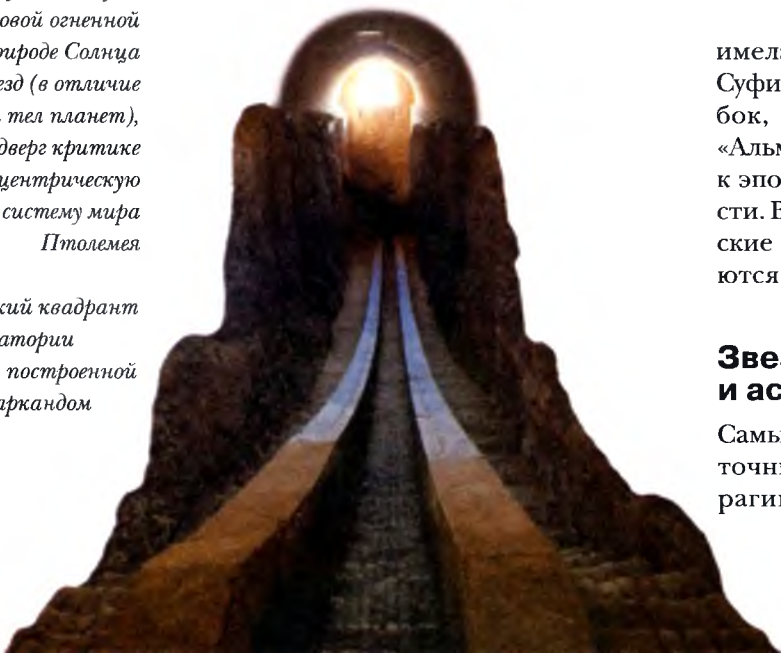
80

Арабская астрономия

Развитие арабской астрономии началось с переводов на арабский язык наследия Птолемея. Под влиянием «Альмагеста» сложилась основная форма арабских астрономических сочинений — зиджей (сборников астрономических и математических таблиц, формул и пояснений), предназначенных для вычисления положений на небе светил в любой момент времени. Зиджи использовались в астрологии, географии, навигации, при составлении календарей. Среди восточных астрономов раннего времени можно назвать аль-Фергани — автора «Книги о небесных движениях и свода наук о звездах», Сабита ибн Курры (оба — IX в.),

Великий ученый аль-Бируни (973–1048) из Хорезма произвел множество астрономических измерений, высказал гениальную догадку об одинаковой огненной природе Солнца и звезд (в отличие от тел планет), подверг критике геоцентрическую систему мира Птолемея

Гигантский квадрант из обсерватории Улугбека, построенной под Самаркандом в 1430 г.



Самым известным в Европе восточным астрономом был внук Тамерлана хан Улугбек (1394–1449)



аль-Баттани — автора сочинения «Усовершенствование “Альмагеста”» (850–929), которое повлияло на развитие астрономии Востока и Европы.

Звездные каталоги зиджей

В зиджах всегда помещались звездные каталоги. Их авторы брали за основу каталог Птолемея и вносили в долготу всех звезд поправку на прецессию. Рядом с каталогами в зиджах иногда помещали мастерски выполненные рисунки созвездий — как бы кусочки звездной карты без координатной сетки. Фигуры отличаются от европейской традиции, но звезды в них пронумерованы по каталогу Птолемея. Среди этих книг наибольшую славу



Звезды Большой Медведицы, носящие арабские имена

имела «Книга неподвижных звезд» ас-Суфи. Астроном отметил множество ошибок, встречавшихся в ранних списках «Альмагеста», привел координаты звезд к эпохе 964 г. и уточнил оценки их яркости. В свою книгу он включил многие арабские названия звезд, которые используются современной астрономией.

Звездные глобусы и астролябии

Самый ранний из дошедших до нас восточных звездных глобусов связан с Маргагинской обсерваторией — крупным

астрономическим центром, созданным в 1260-х гг. в иранском городе Мараге. Главным инструментом этого центра стало само здание обсерватории – круглое сооружение, внутри которого помещалась огромная шкала с радиусом больше 18 м, так называемый «стенной квадрат». По шкале могла перемещаться тележка. Астроном смотрел через закрепленный на ней «глазок» в окно с перекладиной, расположенное в стене здания в геометрическом центре шкалы.



Персей в книге ас-Суфи держит голову не Медузы, а аль-гуля (демона)



ажурная поворотная решетка «паук», которая показывала круг эклиптики, и остроконечные указатели, обозначающие яркие звезды. Поворачивая решетку, можно было узнать положение звезд относительно горизонта в нужное время. Астролябии часто снабжались выступами для определения высоты светил, при этом саму астролябию подвешивали за кольцо, а выступы наводили на звезду или планету. Самая ранняя из сохранившихся астролябий, изготовленная в 927 г., находится в Национальном музее Кувейта.

На гравюре из звездного атласа Я. Гевелля среди великих астрономов, восседающих рядом с музой астрономии Уранией, изображен и Улугбек



Старинная астролябия. Возможно, арабские названия звезд проникли в европейскую астрономию именно с этими приборами

Движения тележки позволяли наблюдать светила на разной высоте над горизонтом.

Для соблюдения ряда правил, предписанных Кораном, мусульманам необходимо было обращение к астрономии. Это касалось ведения лунного календаря, определения времени молитв и направления на Мекку. Для стран, отдаленных от священного города Мекки, это была непростая задача.

Отчасти для этих целей служили универсальные астрономические инструменты астролябии, которые с IX в. широко использовались на Востоке. Астролябия представляла собой круглую латунную пластину, на которой гравировалась сетка координат. На пластине помещались

Астрономия Европы

Бурное развитие астрономии в Европе началось еще в эпоху Возрождения, вызвали его две причины — культурный подъем в Италии и эпоха Великих географических открытий. Первая вернула Европе ценности античного мира, вторая потребовала от науки решения вопросов навигации и картографии, а они опираются на астрономию и сферическую геометрию.



Секстант — астрономический прибор для измерения высот светил над горизонтом с целью определения координат места наблюдателя

Начало европейской астрономии

Эпоха открытий и захватов заморских земель началась на крайнем западе. В начале XV в. сын короля Португалии Жуана I, Энрике (Генрих-мореплаватель), основал морскую обсерваторию. Основной задачей Энрике считал поддержку мореплавания. Тогда португальцы начали освоение западного побережья Африки. Энрике собирал географические карты и судовые журналы, требовал от капитанов описания берегов. В конце XV в. португальцы открыли морской путь в Индию. Океан для европейцев из границы мира превратился в путь торговли и завоеваний. Перед европейскими морями



Звездочеты на горе Афон.

Рисунок из старинной рукописной книги

распахнулось неведомое южное небо. География и астрономия стали ведущими науками.

Создатель гелиоцентрической системы

На протяжении столетий авторитет Птолемея «Альмагеста», учившего, что все светила и планеты обращаются вокруг Земли, был незыблемым. Однако в 1543 г. появилась книга «Об обращениях небесных сфер». Ее автор, польский астроном Николай Коперник, много лет бившийся над «усовершенствованием» геоцентрической системы Птолемея и пытавшийся понять ряд странных движений планет вокруг Земли, пришел к революционному выводу: сложная картина имеет единственное объяснение — Земля и другие планеты обращаются вокруг Солнца! После того как Г. Галилей и другие развили новое учение (Земля, считавшаяся центром мира, становилась всего лишь одной из планет!), книга Коперника была запрещена инквизицией.

Таблицы, которые Коперник составил в соответствии с новой системой, оказались точнее Птолемеевых, их использование моряками способствовало распространению гелиоцентрической (от греч. «гелиос» — «Солнце») системы мира.

Аристотель, Птолемей и Коперник ведут спор о строении мира. Раскрашенная гравюра



Небесный замок Тихо Браге

Однако для морских путешествий требовались не только таблицы, но и точные приборы: компасы, не боящиеся качки, угломерные инструменты — предки современных секстантов. Человеком, который шагнул далеко вперед в астрономическом приборостроении и наблюдениях планет и звезд, стал датский дворянин Тихо Браге (1546–1601). При поддержке короля Фридриха II он создал на островке Вен близ Копенгагена обсерваторию — научный центр, где получил лучшие для того времени результаты наблюдений. Обсерватория Браге, открытая в 1577 г., проработала 20 лет. В двухэтажном каменном доме, который назывался

точную градуировку. Браге создал каталог 788 звезд, за счет совершенствования астрономических инструментов достигнув высшей точности измерений, доступной невооруженному глазу.

Кеплер выводит законы движения планет

Наследник Фридриха II прекратил финансирование обсерватории, и Браге переехал в Прагу ко двору императора Рудольфа II. Там он познакомился с молодым астрономом Иоганном Кеплером (1571–1630), которому перед смертью передал журналы своих наблюдений. Кеплер, бывший убежденным сторонником



Небесный глобус
Т. Браге



Фронтиспис книги
А. Целлафууса
«Макрокосмическая
гармония» (1660):
Уrania восседает
среди астрономов,
слева от нее — Браге,
справа — Коперник.
Один из астрономов
длинной палкой
«подгоняет» Землю,
движущуюся вокруг
Солнца



Иоганн Кеплер
считался
выдающимся
астрономом своего
времени, хотя
астрологией
занимался главным
образом для заработка

Ураниенбург («Небесный замок»), размещался стеной квадрант с радиусом дуги 2 м; на балконах были наблюдательные площадки. Квадрант Браге, в 20 раз меньший, чем у Улугбека, был металлическим и имел по тем временам очень

Коперника, по данным Браге уточнил форму планетных орбит и открыл законы их движения. В книге «Новая астрономия» (1609) Кеплер показал, что планеты обращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам с переменной скоростью (см. с. 16). А в 1627 г. Кеплер опубликовал «Рудольфовы таблицы» — таблицы движения планет, основанные на открытых им законах. Эти таблицы по точности далеко превзошли все прежние. Успех Кеплера в объяснении движения планет был связан с тем, что впервые в истории он определил планетные орбиты не умозрительно, а непосредственно из наблюдений.



Галилео Галилей после церковного покаяния 9 лет, до самой смерти, назывался «узником инквизиции»

Новые созвездия и первые звездные атласы

В середине XVI в. голландский мореплаватель Питер Кейзер определил координаты 135 ярких звезд Южного полушария, которых не видно в Европе, и дал имена 12 новым созвездиям — Летучая Рыба, Хамелеон, Тукан, Феникс и др. (еще 14 созвездий южного неба ввел в XVIII в. французский астроном Никола де Лакайль). Современник Кейзера Петрус Планциус добавил созвездия Жираф, Единорог и Голубь на северное небо, разместив их в местах, где нет ярких звезд. Так изменилось само понятие созвездия: вместо цепочки звезд, складывающихся в некую фигуру, оно стало обозначать определенный участок неба.

Новый облик неба нуждался в новых картах. Книги со звездными картами стали появляться еще в XVI в. Первой была книга А. Пикколомини «О неподвижных звездах» (1540). В 1603 г. в Аугсбурге вышла знаменитая «Уранометрия» Иоганна Байера — настоящее научное издание и одновременно произведение искусства. В альбоме 51 звездная карта с прекрасными гравюрами фигур созвездий, на их фоне четко показаны звезды. Размеры изображений звезд служат для обозначения их яркости. Важным новшеством, принятым во многих поздних картах, стали отградуированные рамки листов, позволявшие определить широту и долготу звезды. «Уранометрия» Байера стала образцом для многих подобных изданий.



Ян Гевелий обладал необычайно острым зрением, позволившем ему сделать немало астрономических открытий

Панорама Гданьска с обсерваторией Я. Гевелия. Длина ее телескопа достигала 45 м

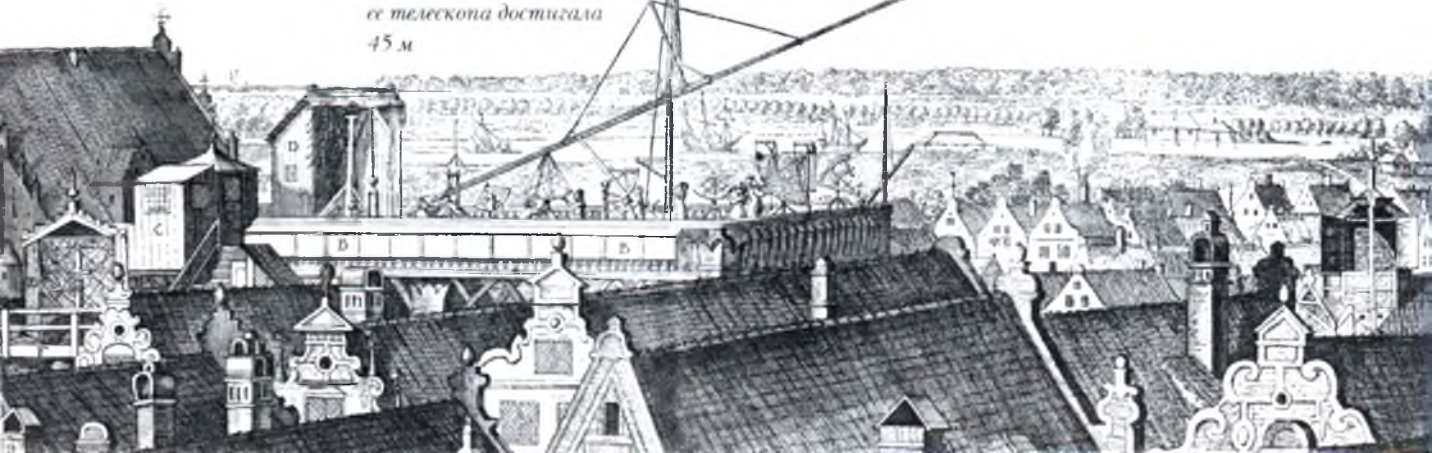
Волшебная труба

Великий итальянский ученый Галилео Галилей (1564–1642) — физик, механик, астроном — был убежденным последователем Коперника и, как автор «Диалога о двух главнейших системах мира», подвергся преследованиям инквизиции. На склоне жизни ученому пришлось пережить унижительную процедуру церковного покаяния и отречения от своих «заблуждений». В историю астрономии Галилей вошел еще и как создатель телескопа. Узнав в 1609 г. об изобретении



Старинный зеркальный телескоп (рефлектор)

в Голландии «зрительной трубы», Галилей построил свой первый телескоп с трехкратным увеличением, а вскоре изготовил прибор с увеличением в 32 раза. Направив «зрительную трубу» на небо, итальянский ученый увидел там много



удивительного. За несколько месяцев были открыты четыре спутника Юпитера, фазы Венеры, горы на Луне, диски планет и странный облик Сатурна. В телескоп стало видно множество новых звезд, а Млечный Путь оказался огромным звездным скоплением.

Изобретенный Галилеем телескоп с линзовым объективом впоследствии получил название рефрактора («преломитель»), он применялся в основном для визуального наблюдения неба. Другой тип телескопа — телескоп с зеркальным

Схема двух типов телескопа: рефлектора (слева) и рефрактора (справа)



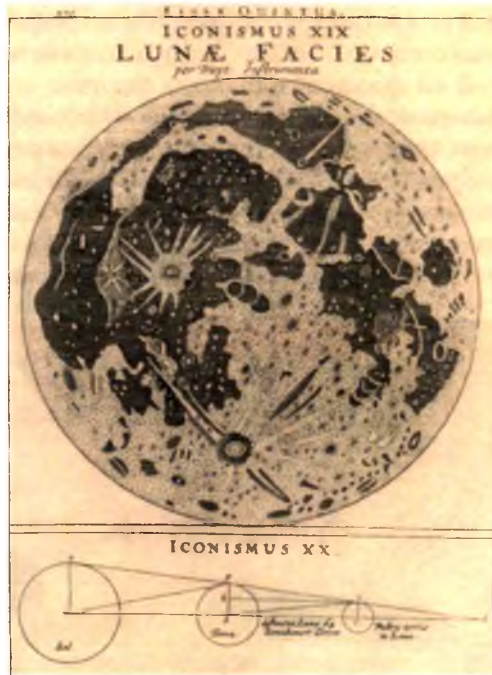
объективом, или рефлектор («отражатель»), используется преимущественно для фотографирования неба и некоторых типов исследований.

Появление обсерваторий

С середины XVII столетия в науке все большую роль играют научные организации, которые поддерживаются государством, и с этих пор история астрономии тесно переплетается с историей обсерваторий. В 1671 г. во Франции открылась Королевская Парижская обсерватория, в 1675 г. под Лондоном появилась Гринвичская, потом открылись обсерватории в Берлине (1700) и в Москве (1701). В уточнении звездных координат долгое время ведущую роль играла Гринвичская. В ней работали знаменитые наблюдатели — Джон Флемстид, Эдмонд Галлей и др.

Обсерватория на крыше

В середине XVII в. жители польского города Гданьска на крыше одного из домов видели странное сооружение — наклонно стоящую корабельную мачту, обтянутую канатами. Это был телескоп богатого коммерсанта Яна Гевелия (1611–1687), который с помощью своего инструмента изучал Луну (Гевелий сделал около 20 000 рисунков лунной поверхности). Все доходы Гевелий тратил на астрономию, устроив обсерваторию в собственном доме. В конце жизни Гевелий занялся составлением нового каталога звезд. Точность наблюдений у Гевелия, обладавшего исключительно острым зрением, даже выше, чем у Браге. Гевелий был последним представителем старой школы: при наблюдениях звезд он телескопом не пользовался. Каталог Гевелия был последним,



Поверхность Луны. Гравюра XVII в.

полученным без применения оптики. Вместе с гравюрами звездных карт (изданы в 1690 г. вдовой Гевелия) он подвел итог почти столетней эпохе работ небесных картографов Европы, начавшейся с атласа Байера.



Телескоп Г. Галилея. Кеплер, вдохновленный открытиями Галилея, вернулся к работам по оптике и в 1612 г. предложил более совершенную систему телескопа

Современный любительский телескоп



Астрофизика

Астрономия веками изучала звезды, оставаясь наукой наблюдательной: астрономы фиксировали положение небесных тел, исследовали их самые общие характеристики. Этого оказывалось достаточно для открытия законов небесной механики, однако ответить на вопросы о том, какова природа небесных тел, какие химические процессы идут в них, астрономы довольно долго не могли.

Диаграмма Герцшпрунга–Рассела не только демонстрирует зависимость температуры, цвета и светимости звезд, но и отражает их массу и возраст. Большинство звезд выстраивается на так называемой главной последовательности (диагонали, идущей по центру диаграммы)

Рождение новой науки

Ответить на вопросы о физический природе космических объектов была призвана астрофизика (буквально: «наука о природе звезд») — молодая отрасль древней науки астрономии, зародившаяся во второй половине XIX в. Во многом астрофизика опиралась на достижения современной ей физики, однако, в отличие от физиков, астрономы лишены возможности ставить эксперимент, входить в непосредственный контакт с изучаемым объектом. Основой астрофизики, как и традиционной астрономии, остались наблюдения, однако XIX век существен-

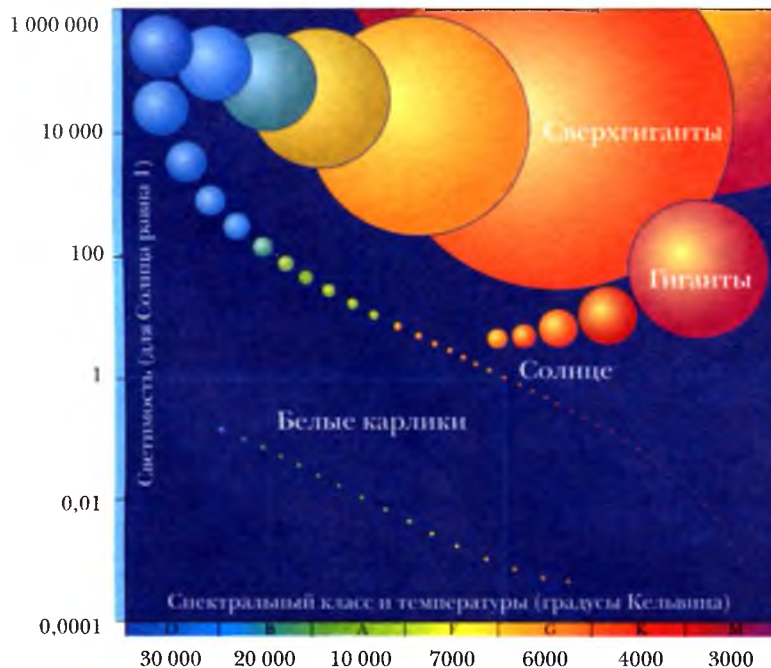
но расширил возможность наблюдений, вооружившись принципиально новыми методами. А для интерпретации этих наблюдений астрофизики обращались к экспериментальным данным, полученным физиками. Появлению и бурному развитию астрофизики способствовало применение в астрономии новых технологий, расширявших возможности науки, до того базировавшейся исключительно на визуальных наблюдениях. Под новыми технологиями имеются в виду прежде всего фотография и спектральный анализ. Фотография была изобретена в 1839 г., и астрономы сразу же оценили ее возможности: уже в 1840 г. были получены дагерротипы (так называли первые фотографии) Луны, Солнца, затем звезд.



Разложение луча света на спектр при прохождении через призму

О чем рассказал свет

О том, что луч света, проходя через прозрачную призму, разлагается на составные цвета — спектр, человечеству стало известно еще во времена Ньютона. В начале XIX в. был сконструирован спектроскоп — прибор, в котором перед стеклянной призмой параллельно ее ребру была расположена узкая щель. Изучая с помощью спектроскопа свет Солнца и звезд, астрономы обнаружили в их спектре темные линии. Оказалось, что это линии поглощения лучей различными газами их атмосфер. Установив в ходе многолетних исследований, какие линии соответствуют каким газам, астрономы получили возможность установить, какое вещество присутствует в той или иной звезде, исходя из спектрального анализа — изучения ее света, не прибегая к не-



посредственному контакту с самим объектом изучения! Так, в 1862 г. в солнечном спектре были обнаружены линии водорода, а в 1868 г. — линии химического элемента, который назвали гелием — «солнечным» (от греческого «гелиос» — «солнце»), и лишь гораздо позднее гелий был получен и на Земле (теперь-то нам известно, что Солнце состоит из водорода и гелия).

Спектральный анализ

Начав изучать спектры звезд, астрономы поделили их на четыре основных класса. Выяснилось, кстати, что спектры многих звезд имеют сходство со спектром Солнца, то есть наше светило — довольно типичная звезда. А когда в 1840-х гг. австрийский физик К. Допплер открыл, что частота воспринимаемых световых и звуковых колебаний зависит от скорости приближения или удаления их источника, а французский физик А. Физо предложил использовать это явление для определения лучевых скоростей (скоростей звезд по лучу зрения), — стало возможным определять скорость приближения к Земле или удаления от нее различных космических объектов. В случае приближения объекта его спектральные

линии смещаются к фиолетовому концу спектра, в случае удаления — к красному концу. Оказалось, что спектральный анализ позволяет обнаруживать двойные звезды, неразличимые визуально: линии спектра такой звезды неопровержимо свидетельствовали о том, что перед астрономами — не одно светило, а две близкие звезды. С помощью спектрографии оказалось возможным определять скорости и периоды вращения планет. Одним из пионеров в применении спектрального метода в астрономии стала российская Пулковская обсерватория.



Звездный спектроскоп

А в начале XX в., используя фотографический метод оценок блеска и цвета звезд и сопоставив их светимость со спектром, датчанин Э. Герцшпрунг и американец Г. Рассел пришли к выводу о существовании зависимости между цветом, светимостью и температурой звезд.



Директор Пулковской обсерватории А. А. Белопольский был одним из первых астрономов, получивших фотографии спектров небесных светил с помощью спектрографов

87



Пулковская обсерватория, построенная на Пулковских высотах под Санкт-Петербургом в 1839 г.

Радиотелескопы

Проблема наблюдения неба и интерпретации полученных данных — одна из древнейших в астрономии. Тысячелетиями наблюдение оставалось только визуальным, однако уже в античности возникли первые астрономические инструменты, помогавшие человеку фиксировать положение звезд в небе. В XVII в. с изобретением телескопа диапазон исследований расширился, а наука XX в. открыла перед исследователями космоса принципиально новые горизонты.

Современный радиотелескоп



Что видит человек

Работа астрономов по изучению Вселенной представляет собой довольно сложное занятие: все космические объекты расположены на очень и очень больших расстояниях от Земли. Потому-то те или иные наблюдаемые космические явления могут быть истолкованы по-разному. Хотя в последнее время появилась возможность исследовать, например, Луну непосредственно на ее поверхности благодаря современной аппаратуре, но все-таки астрономия — наука дистанционная, и основные источники, пополняющие знания о космических далях, — это при-

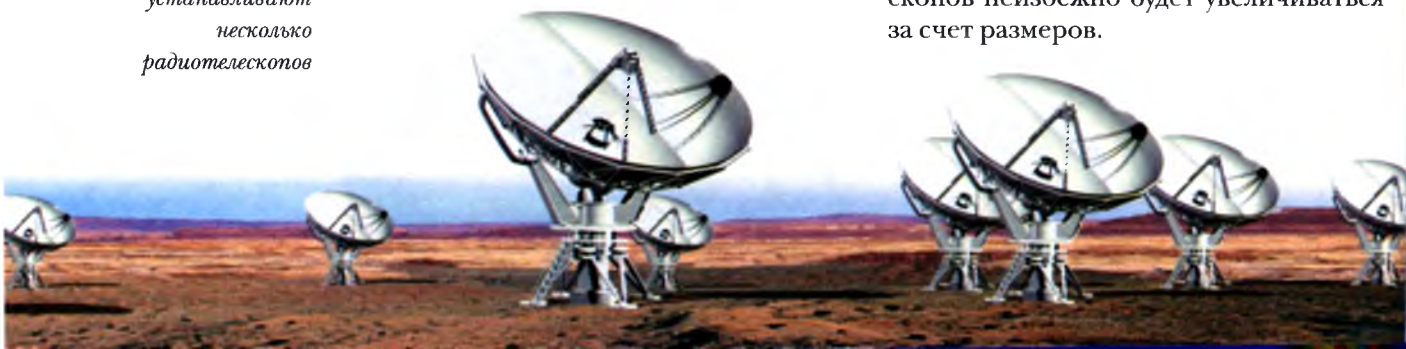
ходящие из самых глубин Вселенной излучения. Космос пронизан самыми различными излучениями и физическими полями: потоками элементарных частиц, электромагнитными, магнитными и гравитационными полями и т. д. Все эти волны и излучения несут нам самую разнообразную информацию о физических процессах, протекающих во Вселенной.

Органы чувств человека таковы, что не позволяют воспринимать волны (кроме видимого света) и физические поля. Природа поступила мудро, оградив людей от воздействия различных носителей информации (большинства волн и полей), окружив Землю воздушной оболочкой. Однако ученые могут расшифровывать подобную информацию, используя необходимые для этой цели аппараты и инструменты. Сначала появилась радиоастрономия, а затем космические аппараты, которые, находясь за пределами плотных слоев земной атмосферы, смогли улавливать волновые сигналы из самых отдаленных уголков Вселенной.

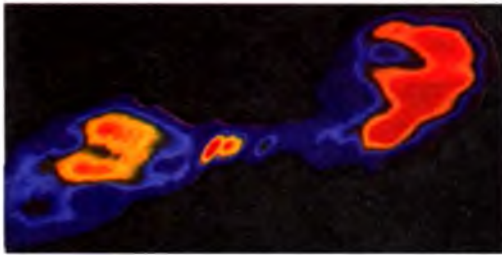
Что воспринимает телескоп

С появлением телескопов исследователи космических глубин обрели способность различать мелкие детали отдельных объектов, различать сливающиеся для образования газа мельчайшие космические частицы. Даже оптический прибор Галилея собирал в 144 раза больше света, чем человеческий глаз, а современные телескопы собирают свет в миллионы раз больше. Диаметры зеркал этих телескопов ныне превышают 6 м, но, вероятно, в будущем они станут еще больше, ведь вихревые движения в атмосфере искажают изображение, воздействуя на световые лучи, проходящие сквозь атмосферу, поэтому разрешающая способность телескопов неизбежно будет увеличиваться за счет размеров.

Радиотелескопы собирают радиоволны, исходящие от небесных тел. Чтобы определить размеры планеты, устанавливают несколько радиотелескопов



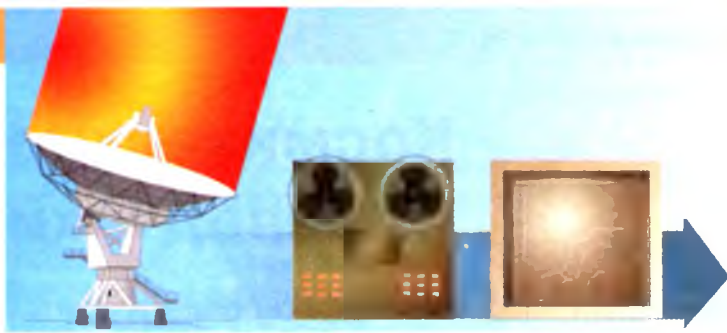
Однако некоторые ученые предполагают и другой способ решения проблемы: использование электронно-вычислительной техники, которая и теперь уже может не только регистрировать сигналы, принимаемые оптическими приборами, но и синтезировать их. И наконец, немалые надежды астрономы возлагают и на орбитальные телескопы, работе которых не будет мешать атмосфера, искажающая изображение, кроме того, за пределами плотных слоев атмосферы снижается фон свечения ночного неба (этот фактор также затруднял точность наблюдений с Земли).



Изображение радиогалактики в радиодиапазоне

Появление и совершенствование радиотелескопа

Здесь же следует сказать и о радиотелескопах, которые возникли благодаря радиоастрономии. Разрешающая способность этих двухантенных и многоантенных приборов по сравнению с оптическими гораздо выше и превосходит ее примерно в 10 000 раз. Электромагнитные носители космической информации, корпускулярные излучения, потоки частиц – все это может многое рассказать о физике космоса, о космических объектах и космических процессах. Каждый отдельный носитель этой информации порождается определенными физическими процессами, поэтому получаемая нами информация весьма разнообразна. Если представлять Вселенную в «оптическом аспекте», то она будет выглядеть иначе, нежели «радиовселенная» или Вселенная в «рентгеновском виде».



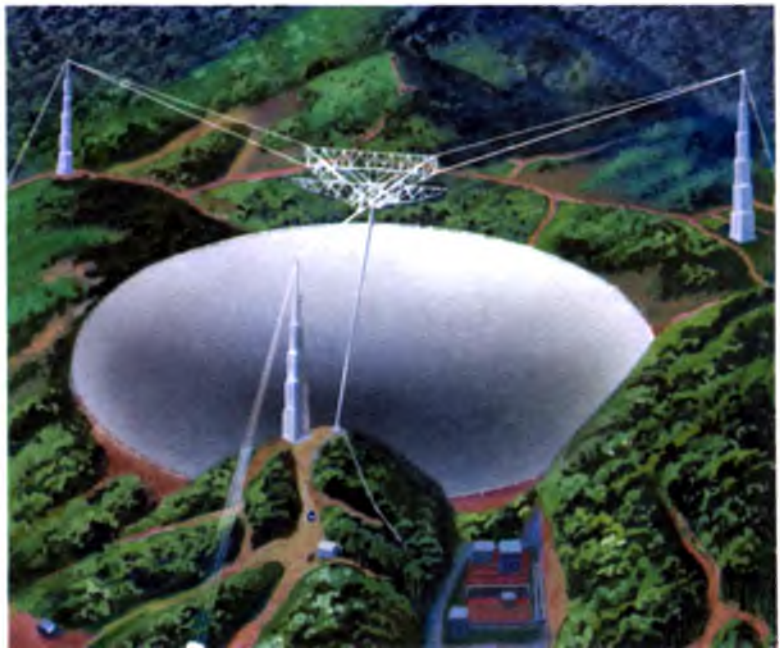
В этом случае сходство будет примерно таким же, как сходство между рентгеновским снимком человека и его цветным фотопортретом.

Радиотелескопы появились только в XX в.: в 1931 г. американский физик Карл Янский, исследовавший радиопомехи, возникающие во время грозы, неожиданно обнаружил радиоизлучение космического происхождения, идущее от Млечного Пути на волне 14,6 м. Уже через шесть лет американцы построили первый радиотелескоп для исследования космического радиоизлучения – рефлектор диаметром 9,5 м; с его помощью был проведен ряд успешных обзоров неба.

В простейшем виде радиотелескоп состоит из антенны, приемника и регистрирующего устройства. Радиотелескоп может только принимать сигналы из космоса, а радиолокатор может излучать мощный сигнал и принимать отраженное от космического объекта эхо. Некоторые известные радиотелескопы являются также радиолокаторами, например 305-метровый телескоп в Аресибо.

Принцип работы радиотелескопа: чашеобразная антенна принимает радиоволны из космоса и передает их на приемное устройство. Радиосигналы записываются на магнитофонную пленку и передаются на компьютер для обработки

Самый большой радиотелескоп расположен в чаше потухшего вулкана в Аресибо (Пуэрто-Рико)



Космические разведчики

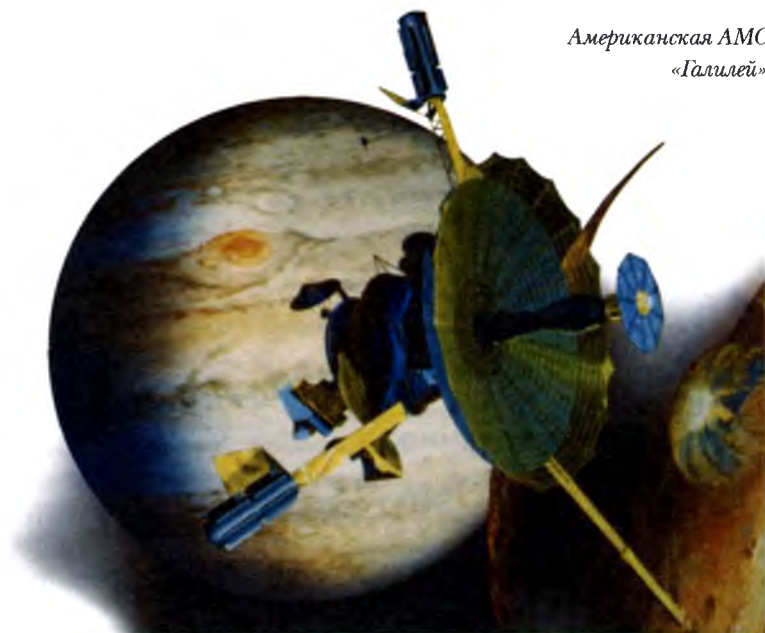
Сейчас в просторах Солнечной системы находится большое количество автоматических станций. Эти космические разведчики землян исследуют планеты, их спутники, межпланетное пространство и передают на Землю огромный объем уникальной информации, которую никаким другим путем получить невозможно. Уникальную информацию передают на Землю и орбитальные телескопы.

Полет к другим планетам

Начало космической эре в астрономии положил полет русского космонавта Ю. А. Гагарина 12 апреля 1961 г., а первым небесным телом, к которому отправились космические корабли с Земли, стала Луна. В 1969 г. на поверхность нашего спутника опустился американский космический корабль с тремя астронавтами на борту. В дальнейшем от отправки людей на Луну США отказались из-за дороговизны этого проекта. Российская программа исследования Луны изначально была основана на использовании беспилотных космических аппаратов. Космические разведчики с Земли исследуют и планеты Солнечной системы. Правда, космонавты в этих исследованиях пока не участвуют: к планетам летят автоматические межпланетные станции (АМС). Серия российских станций «Венера» в 1960–1970-х гг. исследовала вторую

планету Солнечной системы. В 1975 г. со спускаемых аппаратов станций «Венера-9» и «Венера-10» впервые были получены панорамные изображения поверхности планеты. В 1985 г. спускаемые аппараты российских станций «Вега» исследовали атмосферу планеты, а затем опустились на ее поверхность. Марс исследовали российские АМС «Марс» и американские «Маринер» и «Викинг». «Викинг-1» и «Викинг-2» в июле 1976 г. совершили мягкую посадку на Марс. Взяв пробы грунта, «Викинги» не обнаружили органических соединений. Исследования внешних планет Солнечной системы были начаты

Американская АМС
«Галилей»



в 1972 г. запуском американской межпланетной станции «Пионер-10». Он пролетел на расстоянии 131 000 км от Юпитера и передал на Землю 80 снимков планеты, а в июне 1983 г. вышел за пределы Солнечной системы. Связь с ним была потеряна в сентябре 2000 года. «Пионер-11», пролетевший мимо Юпитера и Сатурна, покинул пределы Солнечной системы в 1993 г. В 1977 г. к внешним планетам отправились американские АМС «Вояджер-1» и «Вояджер-2». «Вояджер-1» 5 марта 1979 г. прошел на минимальном расстоянии от Юпитера — 278 000 км, передал на Землю большое количество цветных фотографий

«Луноход-2»,
выполняя программу
исследований,
за 5 месяцев
проехал
по Луне 37 км



Юпитера и его спутников. На спутнике Ио были обнаружены действующие вулканы. «Вояджер-2» в 1979 г. пролетел около Юпитера на расстоянии 650 000 км. Почти через восемь лет после запуска он приблизился к Урану, обнаружил 10 новых его спутников и получил фотографии пяти уже известных. Потом «Вояджер-2» направился к Нептуну и 24 августа 1989 г. пролетел мимо него на расстоянии менее 5000 км! Передающая и научная аппаратура продолжала работать. Сейчас оба аппарата летят где-то среди звезд.



Хаббловский телескоп

18 октября 1989 г. стартовала АМС «Галилей». Примерно через три месяца «Галилей» совершил первый облет Венеры, увеличил скорость в гравитационном поле планеты, затем в ходе полета по гелиоцентрической орбите дважды вернулся к Земле и еще увеличил скорость. После этого он отправился к Юпитеру и стал его искусственным спутником. До сих пор станция работает на орбите, передавая на Землю цветные фотографии планеты и ее спутников и другую научную информацию.

Космические обсерватории

Для того чтобы исследовать Вселенную, не обязательно лететь к другим планетам, достаточно устроить обсерваторию на околоземной орбите. 24 апреля 1990 г. был запущен в орбитальный полет космический телескоп имени Эдвина Хаббла

(его еще называют Хаббловским телескопом или просто «Хабблом») — уникальная космическая обсерватория с телескопом-рефлектором диаметром 2,4 м.

«Хаббл» ищет крупные объекты — сверхновые, далекие галактики, квазары. Благодаря снимкам, переданным «Хабблом» на Землю, изменились представления о строении и эволюции Вселенной, были обнаружены ранее неизвестные галактики, звезды, планеты. Фотографии «Хаббла» доступны не только американским астрономам, но и всем жителям Земли. Вы можете найти его снимки в Интернете на сайте <http://hubblesite.org>. Телескоп должен был выработать свой ресурс в 2005 г., однако он в состоянии работать и дольше и останется на орбите, по крайней мере, до 2007 г.

Столбы — газопылевые облака в туманности Орел (созвездие Змея), снимок сделан с Хаббловского телескопа 2 ноября 1995 г.



Космическая обсерватория «Чандра» названа в честь известного американского физика, лауреата Нобелевской премии Субрахманьяна Чандрасекара (1910–1995), исследовавшего строение звезд и динамику звездных систем



«Чандра»

Еще одним разведчиком, собирающим для человечества сведения о Вселенной, стала выведенная на околоземную орбиту американская обсерватория «Чандра». На обсерватории установлен рентгеновский телескоп со спектрометрами. По чувствительности и разрешающей способности они значительно превосходят все предшествующие инструменты. Орбитальная лаборатория, запущенная 23 июля 1999 г., еще в период начального тестирования и калибровки стала давать важные научные результаты. Были проведены наблюдения остатка сверхновой Кассиопея А, обнаружена оставшаяся от

взрыва нейтронная звезда, которую ранее найти не удавалось. Получено рентгеновское изображение струи из ядра далекого квазара и изображение горячей короны одной из звезд. Рентгеновская обсерватория изучает нейтронные звезды, черные дыры, темную материю. Совместный проект «Чандры» и Хаббловского телескопа исследует формирование и эволюцию галактик. «Чандра» уже помогла астрономам сделать открытия мирового значения. Дальнейшие наблюдения дадут множество интересных результатов, некоторые из них, возможно, изменят наши представления о Вселенной.

НАБЛЮДЕНИЕ ЗВЕЗДНОГО НЕБА



Ход наблюдений



Вращение неба на полюсе (слева) и на экваторе (справа)

Теперь, когда вы узнали историю изучения созвездий, стоит окинуть взглядом наше звездное небо и поближе познакомиться с ними. С чего же нам начать? Конечно, сперва нужно сориентироваться: найти какое-нибудь заметное место, а потом, сверяясь с описаниями, обследовать его окрестности.

Вокруг Большой Медведицы

Нашим ориентиром, как это принято обычно, станет Большая Медведица. Мы начнем с того, что будем проводить через ее звезды воображаемые линии — дорожки для взгляда. По ним станем переноситься на соседние созвездия, осваивать их, намечать новые пути и двигаться дальше. Опишем только основные созвездия. Разобравшись в них, вы без труда найдете по картам менее заметные, лежащие около тех, которые описаны. Сперва кажется, что нет возможности разобраться в звездном хаосе, тем более что небесная картина хоть и медленно, но заметно меняется — и в течение ночи, и в зависимости от сезона. К счастью для нас, меняется не она сама — только ее положение по отношению к наблюдателю: звезды всегда сохраняют свои места относительно друг друга.

Астрономы-профессионалы наблюдают звезды в мощные телескопы обсерватории



Сияние фонарей и других источников света ночью в городе мешает наблюдать за звездным небом

ки движутся в небе достаточно быстро, и это заметно для глаз. Спутники иногда меняют яркость или даже мигают — это значит, что космический аппарат или обломок летит, кувыркаясь.

На звезды иногда похожи и яркие кометы. Но несчастные появления таких комет обычно не проходят мимо газет и теле новостей. Кометы, когда становятся видны невооруженным глазом, движутся



Астрономы-любители

Наблюдение звездного неба — увлекательнейшее занятие: вы сможете приблизиться к тайнам Вселенной и больше узнать о Солнечной системе, о звездах, о бездонных глубинах космоса. А самое замечательное при этом то, что во время таких наблюдений можно не только расширить свой кругозор, но и сделать настоящее научное открытие. Ведь профессиональных астрономов на нашей планете не так-то много — всего около 10 000 человек, и держать под контролем каждую секунду каждый участок звездного неба они просто физически не в состоянии. Так что довольно много ценных наблюдений в настоящее время осуществляется многотысячной армией любителей астрономии, особенно это касается открытия комет.

При наблюдениях вам помогут различные книги о звездном небе и астрономические справочники

среди звезд на несколько градусов в сутки. Есть еще «падающие звезды» — метеоры и болиды. Прочертив в небе светящуюся черточку, они сразу исчезают.

Небо от полюса до экватора

Вид звездного неба и его движение на разных широтах имеют свои особенности. На экваторе оба полюса неба касаются горизонта, и небо кружится так, словно катится с востока на запад. Там за две ночи, разнесенные на полгода, можно увидеть все небо.

С полюсов, наоборот, видно только одно полушарие неба. И в темную полярную ночь все его созвездия можно наблюдать сразу — это оттого, что небо там движется вдоль горизонта. У нас, в средних широтах, видно больше созвездий, чем на полюсе, хотя многие южные созвездия совсем или почти не видны.

Если наблюдать небо в одном и том же месте в одно и то же время суток, то оно

На чистом ночном небе можно увидеть Луну, звезды, если повезет — комету. Присмотревшись, можно заметить мерцающую ленту Млечного Пути



Для ночных наблюдений необходимо одеться потеплее и взять с собой не только бинокль, но и фонарик, чтобы удобнее было заглядывать в книжки



каждую четверть года будет выглядеть по-своему. Созвездия Южного полушария (те, которые можно наблюдать на нашей широте) будут видны не всегда, а северные созвездия в течение года поменяют свое положение на небе.

Место для наблюдения нужно выбрать подальше от фонарей и взять с собой карманный фонарик и книгу со схемами для справок.



Главные созвездия у Северного полюса

Северные околополярные созвездия в наших широтах никогда не заходят за горизонт. Они располагаются вокруг Полярной звезды – то выше нее, то ниже, в зависимости от сезона и времени наблюдений. Найдя на небе Большую Медведицу, поверните приведенную на этой странице карту так, чтобы ее ковш расположился аналогично, и вы без труда отыщите остальные созвездия.

Медведицы и Дракон

Самое заметное околополярное созвездие – БОЛЬШАЯ МЕДВЕДИЦА. Всем известный ковш из семи ярких звезд – всего лишь часть созвездия. В Греции ковш называли еще Возом или Колесницей. Действительно, ручка ковша напоминает дышло, а сам он – повозку. Но чаще древние видели в этом созвездии зверя. Ручка ковша была его хвостом, а линия, идущая вправо от начала ручки вдоль верхнего края ковша, вела через «звезду на груди» к неяркой звезде «на конце морды».

Если мысленно провести линию от нижнего левого угла ковша через верхний правый угол и продолжить ее дальше, она приведет к паре звезд, отмечающих верх головы и то ли ухо, то ли глаз Медведицы. От верха головы к рожку хвоста (началу ручки)

идет спина исполинского зверя, намеченная парой бледных звезд. Ниже ковша, почти на пересечении линий, проведенных вдоль его стенок, горит яркая звезда, от которой расходятся задние лапы. Под ней видны две группы звезд, отмечающих их ступни. Они отстоят от ковша на расстояние, примерно в четыре раза превышающее его высоту. Одна передняя лапа намечена цепочкой звезд, идущих от звезды на груди параллельно краю морды.



Созвездия Северного полушария, расположенные вокруг Северного полюса: Большая и Малая Медведицы, Дракон, Кассиопея, Цефей, Жираф, Гонимые Псы

МАЛУЮ МЕДВЕДИЦУ найти легко. Для этого нужно мысленно продлить линию передней стенки ковша Большой Медведицы. Первая встречная звезда окажется Полярной – той самой, которая украшает кончик хвоста Малой Медведицы. Само это созвездие имеет вид ковшика из неярких звезд, которые даже Птолемей не пытается представить медвежонком. Не расстраивайтесь, если вам не удастся обнаружить все семь звезд ковшика Малой Медведицы: для этого требуется не только хорошее зрение и безоблачная ночь, но и отсутствие поблизости источников света.

ДРАКОН – длинная цепочка звезд, которая протянулась между двумя Медведицами. Голова чудовища – неправильный четырехугольник – лежит на продолжении «вниз» края стенки ковша Малой Медведицы, к которому крепится ручка. В ночном небе кроме Дракона есть еще несколько длинных звездных цепочек – это хвост Скорпиона, струя воды Водолея, Эридан (Река), Гидра, Змея Змееносца. Однако все звезды, составляющие, на наш взгляд, цепочки, разбросаны по глубине и никак не связаны между собой.

Кассиопея, ее супруг и другие созвездия

КАССИОПЕЮ, характерную звездную фигуру, похожую на эмблему метро – М – или латинское W, можно найти, продлив линию, идущую от Большой Медведицы за Полярную звезду. Кассиопея лежит от Полярной на том же расстоянии, что и Медведица. В этой фигуре в древности видели сидящую на троне царицу Эфиопии, мать Андромеды, супругу царя Цефея. Средняя звезда М обозначала локоть царицы или начало подлокотника кресла. Звезда дальше и слева, если смотреть от Полярной, – плечо. Следующий конец буквы показывал спинку кресла. Довольно яркая звезда выше плеча обозначала голову царицы.



*Созвездие Дракон.
Рисунок из атласа
звездного неба
И. Байера*

Рядом с Кассиопеей расположено созвездие ее супруга **ЦЕФЕЯ**. Линия, мысленно проведенная от звезды на груди Кассиопеи через спинку трона, приводит к довольно яркой звезде на его голове. Дальше влево по дуге расположены три яркие звезды. Первая отмечает локоть, вторая – правый край пояса, а третья – ступню левой ноги. Заметная звезда возле головы – наверху царского скипетра.



*Созвездие
Кассиопея.
Фрагмент гравюры
из атласа звездного
неба Я. Гевелия.*



*Созвездие Жираф.
Раскрашенная
гравюра из атласа
звездного неба
Я. Гевелия. Впервые
созвездие Жираф
появилось на глобусе
П. Планциуса в 1598 г.*

Около полюса есть еще созвездия, которых не видно, потому что в них нет ярких звезд (в древности этих созвездий и не было). Это находящиеся под хвостом Большой Медведицы Гончие Псы, введенные Гевелием, и Жираф, которого привел на небо еще П. Планциус, чтобы заполнить огромный треугольник беззвездного неба между мордой Большой Медведицы и Кассиопеей.

Интересные звезды и другие объекты

В БОЛЬШОЙ МЕДВЕДИЦЕ выделяется белым цветом звезда Бенетнаш (эта Большая Медведицы) — последняя яркая звезда ручки ковша. Полное название этой звезды переводится с арабского как «предводитель дочерей погребальных носилок». Дело в том, что арабы считали



Самые яркие звезды Большой Медведицы образуют в небе легко находимую фигуру ковша

семь звезд ковша изображением похоронной процессии с погребальными носилками и плакальщицами. Это белый гигант — одна из самых горячих звезд, атмосфера которой раскалена до 18 000 К.

Предпоследняя звезда ручки ковша (дзета) носит арабское имя Мицар («конь»). Очень близко над ней есть неяркая звездочка Алькор («всадник»). Угловое расстояние между звездами этой пары составляет всего 12 минут, и по двум этим светилам можно проверять остроту зрения: без бинокля Коня и Всадника по отдельности различают только зоркие



Большая Медведица. Рисунок из старинного звездного атласа

люди. Звезды этой пары достаточно близки между собой (расстояние между ними всего в 17 000 раз больше, чем между Землей и Солнцем) и, возможно, даже обращаются вокруг общего центра масс с периодом в несколько миллионов лет. Но и сам Мицар состоит из трех звезд — А и В и С. Две первые обращаются с периодом около 20 000 лет, кроме того, вокруг Мицара А кружится близкий спутник, совершая полный оборот всего за 20 суток!

Около Мицара видна спиральная галактика М101, похожая на нашу. На самом деле она расположена гораздо дальше от нас, чем дзета Большой Медведицы: расстояние до нее около 8 млн. световых лет. Стоит рассказать о системе обозначения туманностей: многие из этих объектов



Спиральная галактика М101. Вид в телескоп

обозначаются номером, перед которым находится буква «М». Это значит, что они присутствовали в первом каталоге туманностей, составленном в XVIII в. Шарлем Мессье. Французский астроном занимался поиском комет, которые появляются в виде туманных пятнышек. Чтобы не путаться в небесных объектах, Мессье и составил список туманностей, принадлежащих миру звезд.

В МАЛОЙ МЕДВЕДИЦЕ наиболее интересна альфа — Полярная звезда, которая находится на самом кончике ручки ковша. В нашу эпоху эта звезда находится вблизи Северного полюса мира. Это красный сверхгигант, он в 120 раз больше Солнца и немного горячее. Полярная

звезда периодически, с частотой в четверо суток, пульсирует.

КАССИОПЕЯ, расположенная выше и правее Малой Медведицы, прославилась благодаря новой звезде 1572 г., которая побудила Тихо Браге стать астрономом. До этого он был просто любителем; вспышка новой звезды поразила его. Браге наблюдал изменения ее блеска и точно определил координаты. Астрономы следующих поколений, вооруженные мощными телескопами, пытались по ним найти следы взорвавшейся звезды, но ничего не было видно. И лишь не так давно удалось уловить идущие из этой точки характерные радиоволны. Их могло излучать только расширяющееся облако газа, сброшенное звездой. Это значило, что Браге наблюдал вспышку сверхновой, вещество которой после взрыва превратилось в нейтронную звезду.

Созвездие **ЦЕФЕИ**, расположенное слева от Кассиопеи, дало название важному классу переменных звезд. В конце XVIII в. обучавшийся в Англии голландец Джон Гудрайк заметил переменность блеска звезды дельта Цефея (на верхушке его скипетра) и измерил период колебаний ее блеска. Он умер, прожив всего 21 год, но его открытие сыграло огромную роль в астрономии. В 1894 г. российский астроном А. А. Белопольский измерил лучевую скорость этой звезды и установил, что она в периоды увеличения яркости как бы движется от нас, а при угасании — к нам.

Очевидно, звезда меняет размеры. Ядерные реакции в ней выделяют огромную энергию, которая распирает звезду, она «вспухает», и ее атмосфера несколько охлаждается. Тогда мы видим, как ее верхние слои движутся к нам. Но после окончания взрыва звезда снова сжимается, и тогда мы наблюдаем усиление яркости и «отступление» верхних слоев звездной атмосферы. Звезда пульсирует, то раздуваясь, то сокращаясь в размерах. В честь дельты Цефея подобные ей звезды стали называть цефеидами. Кстати, к этому же классу звезд относится и Полярная.

В 1908 году американская исследовательница Генриетта Ливитт обнаружила, что

периоды колебаний яркости цефеид зависят от их размеров. Это позволило, обнаружив цефеиду, по периоду изменения блеска такой звезды и по наблюдаемой яркости определить расстояние до нее.

В **ДРАКОНЕ** была открыта первая газовая туманность. До этого астрономы полагали, что все туманности — скопления огромного числа звезд.

Но в 1864 г., вскоре после открытия метода спектрального анализа, английский астроном Уильям Хэггинс, стремившийся получить спектр одной туманности в созвездии Дракон, вместо спектра поглощения — пересеченной тонкими линиями радужной полосы, которую дает свет звезды, проходя через ее газовую атмосферу, — неожиданно увидел тонкие яркие полосы на черном фоне — спектр излучения нагретого газа. С тех пор таких туманностей найдено много.

В Драконе помещается в наше время Северный полюс эклиптики, который обязан находиться на линии склонения «0». Он для каждой эпохи свой, но медленно перемещается из-за прецессионного движения полюсов мира.

Малая Медведица.

Гравюра из старинного звездного атласа



Созвездие Цефей.

Гравюра из звездного атласа Я. Гевелия.

Рядом с Цефеем изображена его супруга — царица Кассиопея



Главные созвездия весеннего неба

Весной на небе появляются большие пространства, на которых нет ярких звезд. В этот сезон Млечный Путь виден около северного горизонта. За это весну — время года, когда Земля «отворачивается» от Галактики туда, где звезд меньше, особенно любят астрономы, изучающие другие галактики. Они окружают нас повсюду, но лучше всего видны именно в том направлении, где их не заслоняют облака межзвездных газов и пыли Млечного Пути.



Созвездие Лев. Рисунок из старинного звездного атласа

Волопас

Найдем Большую Медведицу и двинемся от нее влево. Продолжение конца ручки ковша приводит к яркой красноватой звезде. Это Арктур — главное светило ВОЛОПАСА. Выше Арктура на одной прямой горят три звезды. Верхняя обозначает голову Волопаса, две другие — плечи, звезда между головой и Арктуром — пряжку пояса. От левого плеча к хвосту Медведицы тянется поднятая рука. Группа звездочек по другую сторону головы считается верхом палицы, которую

Часть карты Северного полушария с созвездиями Волосы Вероники, Волопас, Северная Корона, Дева, Лев, Рак, Малый Лев, Секстант, Ворон, Гидра и Чаша



Северная Корона. Раскрашенная гравюра из звездного атласа Я. Гевелия

Созвездие Рак. Иллюстрация из старинного звездного атласа



Волопас держит в опущенной левой руке. Две группки бледных звезд ниже Волопаса по сторонам отмечают его ступни. Рядом с правым плечом Волопаса светится СЕВЕРНАЯ КОРОНА – маленькое, изящное созвездие, полувенчик из близких звездочек, две из которых довольно яркие.

Зодиакальные созвездия

Весной хорошо видны некоторые созвездия зодиака. Линия от верхнего внешнего угла ковша Большой Медведицы через противоположный нижний край приводит к яркой звезде Спике (Колосу) в руке крылатой ДЕВЫ. Четыре довольно яркие звезды идут от Спики направо. Они обозначают: кисть левой руки, левый край пояса, плечо, верхний конец крыла. Недалеко от них на уровне Спики начинается еще один ряд из трех звезд. Они отмечают: колено Девы, правый край пояса и верх второго крыла. Над этими звездами крыльев, составляя с ними почти правильный треугольник, горит неяркая звезда, отмечающая лоб. Правое крыло Девы украшено яркой звездой Виндемиатрикс («виноградарь»).

Линия от начала ручки ковша Большой Медведицы вдоль его стенки направлена к яркому Регулу – альфе ЛЬВА. Не слыш-

Созвездия Гидра, Чаша и Ворон. Гравюра из звездного атласа Я. Гевелия

Созвездия Волопас, Гончие Псы и Волосы Вероники. Раскрашенная гравюра из звездного атласа Я. Гевелия

ком яркая звезда (сигма) между Регулом и Спикой отмечает заднюю лапу зверя. Над ней вровень с Виндемиатриksom горит заметная звезда (бета), расположенная на кисточке хвоста. От нее ломаная линия из семи звезд показывает спину, гриву и голову Льва. Несколько бледных звезд перед мордой Льва образуют небольшое созвездие РАК.

Другие созвездия

Выше Льва слабые звезды обозначают созвездие МАЛЫЙ ЛЕВ. Ниже Девы близко к горизонту можно различить два четырехугольничка – это ВОРОН и ЧАША, стоящие на спине ГИДРЫ. Сама Гидра – длинная цепь бледных звезд. Правда, у ее головы, которая находится близко к линии, проведенной от задней стенки ковша Большой Медведицы через Регул, горит пара более ярких звезд. Еще три такие звездочки украшают цепочку тела. Одна из них замыкает это непомерно длинное созвездие.



Интересные звезды и другие образования

Главная звезда созвездия ЛЕВ — альфа, или Регул (regulus по-латыни значит «царек»), — гораздо крупнее Солнца и испускает энергии почти в 170 раз больше, чем наше светило. Регул находится в 10 раз дальше от нас, чем Сириус, иначе далеко превзошел бы его своим блеском (от Солнца Регул отделяют 26 пс). Около Регула есть пара небольших звезд, которые, возможно, участвуют в общем движении. Но это движение так медленно, что пока не удалось его обнаружить.

Ниже и левее Регула находится яркая Спика (Колос) — главная звезда созвездия ДЕВА, обозначающая колос в ее левой руке. Спика больше и ярче Регула, но и расположена гораздо дальше от нас: светимость у нее в 740 раз больше солнечной, а расстояние от Спики до Солнца — около 50 пс. У Спики есть спутник, который затмевает ее каждые четверо суток. Но среди переменных звезд Девы более интересна звезда ню. Еще английский астроном



*Созвездие Дева.
Рисунок из
старинного звездного
атласа*

Джеймс Брайдлей в 1717 г. обнаружил, что она состоит из двух почти одинаковых желтовато-белых звезд, и даже заметил относительное движение одной из них. Но ее орбита так вытянута, что почти за 300 лет наблюдений она еще не успела совершить полный оборот.

В глубине, выше воображаемой фигуры созвездия Дева (представленной на карте красными линиями), находится огромное и далекое скопление галактик, о нем мы вам уже рассказывали (см. с. 66–67). Один из красивейших космических объектов, которые можно рассмотреть с помощью телескопа, — это галактика Сомбреро (M104), самая яркая из спиральных галактик. Астрономы подозревают, что в ее центре может находиться черная дыра.

Но может быть, самое важное образование в Деве — это так называемый квазизвездный радиоисточник (квazar) 3С 273. Квазары — удивительные объекты. В сильные телескопы на месте расположения квазара



*Фрагмент карты
звездного неба
с созвездиями Лев
и Дева*

видна звезда, но то количество энергии, которую она излучает, в сотни раз превосходит излучение не только любой другой звезды, но и обычных галактик, которые состоят из сотен миллионов звезд. Так же огромна, по оценкам астрономов, и масса квазаров, и это при их достаточно скромных размерах. Квазар Девы удаляется от нас со скоростью около 50 000 км/с.

*Созвездие Гончие Псы.
Гравюра из звездного
атласа Я. Гевелия*



Астрофизики пока не понимают природу таких объектов, известно только, что все они чрезвычайно удалены. Квазар Девы, самый близкий из них, находится от нас в 15 млрд. световых лет. Кстати, скорость убегания квазара, так же как и его дальность, определили по красному смещению линий спектра — это основной способ их определения на сверхдальних расстояниях. Очевидно, в квазарах идут неведомые нам процессы, характерные для более ранних этапов развития Вселенной, которые даже в дальних окрестностях Солнца давно закончились.

Яркая звезда Арктур («страж медведей») — главная примета созвездия ВОЛОПАС. Это первая из звезд, которую удалось увидеть днем (естественно, с помощью телескопа). Произошло это собы-

*Галактика Сомbrero
(M104) в созвездии
Дева*



тие в 1635 г., еще при жизни Галилея. Свойством телескопа различать звезды и через голубую дымку дня позже воспользовался петербургский астроном середины XVIII в. Никола Делиль, который закрепил в Санкт-Петербурге на стене башни Кунсткамеры небольшой телескоп так, чтобы через его поле зрения проходила Вега (альфа Лиры). По моменту ее прохождения проверялись астрономические часы.

Под хвостом Малой Медведицы расположилось созвездие ГОНЧИЕ ПСЫ, помещенное на небо Я. Гевелием: именно в его атласе впервые появилась гравюра с парой собак (до этого на небе красовались только Большой и Малый Псы — созвездия, известные с древности). Пес, который расположен севернее, носит имя Астерион («звездный»), а собака, которая оказалась южнее, — Хара («милая»). Многие наблюдатели и созвездием-то Гончие Псы не назовут, а все потому, что невооруженным взглядом в нем можно заметить всего одну звезду. Но эта звезда (в XVIII в. астроном Дж. Флемстид назвал альфу Гончих Псов в честь английского короля — Сердце Карла II) удивительней всех прочих: мало того, что на деле это не одиночная звезда, а система из двух звездных пар, к тому же главная звезда этой системы, горячий голубой гигант, обладает громадным переменным магнитным полем, вдесятеро большим, чем у нашего Солнца. Ее называют магнитно-переменной звездой.

Главные созвездия летнего неба

Конец лета и начало осени — лучшее время для изучения созвездий. Еще тепло, темнеет не слишком поздно, и в ясные вечера, пока не появилась Луна, можно видеть прекрасную картину звездной ночи. Перед нами открываются небеса, сияющие множеством звезд. Через все небо наискосок протянулась туманная обтрепанная лента Млечного Пути. К нему прислонился правым углом Летний треугольник.

Звезды Летнего треугольника

Летний треугольник образуют три главные звезды разных созвездий — Вега Лиры, Денеб Лебеда и Альтаир Орла. ЛЕБЕДЬ летит к горизонту вдоль Млечного Пути по его боковому рукаву. Созвездие имеет вид креста, Денеб отмечает короткий хвост птицы, от него еще три звезды намечают ее корпус, длинную шею и клюв. По сторонам второй от хвоста звезды почти симметрично раскинуты «крылья» (в каждом по две звезды). В древности это созвездие называли просто Птицей. Ближе к горизонту, уже в самом Млечном Пути, сияет Альтаир Орла. Созвездие это невелико и похоже на букву «Т». В арабской астрономии различались два «небесных орла». Тот, который узаконен сейчас, назывался «Летающий Орел». Второй, «Падающий Орел» (сложивший крылья и пикирующий на жертву), в греческой астрономии считался струнным музыкальным инструментом — Лирой. Главная звезда Лиры Вега — самая яркая звезда Северного полушария. Чуть выше Альтаира две звездочки составляют крошечное созвездие СТРЕЛА. А левее его тесная скобочка из пяти звезд изображает ДЕЛЬФИНА.



Лебедь из «Зеркала Урании»

Неизвестный герой

Если мы мысленно проведем линию от Денеба Лебеда через Вегу, то на таком же расстоянии, как между этими звездами, увидим две средние звездочки — пояс ГЕРКУЛЕСА. В Древней Греции это созвездие считалось безымянным, его называли «Тот, на коленях». Неизвестно, какой герой был увековечен в виде гиганта, стоящего на одном колене, с вытянутой рукой. В нашем небе он виден вниз головой.

Влево и вверх от левой звезды пояса идет ломаная цепочка из нескольких звезд.



Созвездия Змееносец и Змея. Раскрашенная гравюра из звездного атласа Я. Гевелия



Лира. Раскрашенная гравюра из звездного атласа Я. Гевелия

Это стоящая на ступне согнутая нога героя. Подобная же цепочка от второй, правой, звезды пояса изображает другую ногу, стоящую на колене. От левой звезды пояса вниз друг за другом две звезды отмечают плечо и голову великана.

Змееносец и Змея

Более яркая звезда немного левее головы Геркулеса отмечает голову другого таинственного звездного персонажа – ЗМЕЕНОСЦА. Змееносец стоит широко расставив ноги, с отмеченными коленями и ступнями. Эратосфен видел в нем бога врачевания Асклепия. Действительно, змея в античности считалась символом врачей. Конец левой ноги героя отмечен звездой, которая стоит на панцире Скор-

пиона немного ниже эклиптики. Из-за нее Солнце, хотя и ненадолго, посещает это созвездие. Звезды, расположенные в виде треугольника, изображают голову и плечи великана. Его фигуру пересекает длинная скоба из заметных редких звезд. Это созвездие ЗМЕЯ, которую он сжимает в руках. Созвездие Змея теперь считается состоящим из двух частей – восточной (голова) и западной (хвост).

Фрагмент карты звездного неба с созвездиями Лебедь, Лира, Орел, Стрела, Лисичка, Дельфин, Геркулес, Змееносец, Змея

Интересные звезды и другие объекты

Недалеко от Веги, альфы ЛИРЫ, между звездами гаммой и дзетой этого созвездия, в телескоп видно туманное колечко. Но это обман зрения — мы смотрим на толстую полупрозрачную сферу, в центре которой горит звездочка с необычайно высокой температурой — 75 000 К. От звезды идут в основном ультрафиолетовые лучи. Они-то и заставляют светиться



*Созвездие Орел.
Гравюра из звездного атласа Я. Гевелия*

окружающий газ. Он расходится от центральной звезды со скоростью 19 км/с. Пока неясно, как и почему эта звезда сбросила свою атмосферу.

Звезда альфа в созвездии Лебедь — это сверхгигант спектрального класса А2 Денеб. Его диаметр равен 45 диаметрам Солнца, а светимость превышает солнечную в 80 000 раз. Денеб находится от нас на расстоянии 1630 световых лет. Эта звезда изучена довольно плохо. Ученые думают, что ее атмосфера по химическому составу сходна с атмосферой нашего светила.

Слабая звездочка б1 ЛЕБЕДЯ, расстояние до которой определил Ф. В. Бессель, оказалась двойной, причем период обращения этой пары составляет 720 лет. Кроме того, по неровностям в движении спутника удалось вычислить, что она имеет еще и планету с массой, близкой к массе Юпитера.

Альтаир, главная звезда (альфа) созвездия ОРЕЛ, находится от нас на расстоянии 16 световых лет и приближается к Солнцу со скоростью 25 км/с. Альтаир, относящийся к спектральному классу А7, не очень большая звезда: ее диаметр всего в 1,5 раза превосходит диаметр нашего светила. И поскольку арабские астрономы находили на звездном небе двух орлов, считая созвездие Лира не музыкальным инструментом, а хищной птицей, камнем ринувшейся на добычу, их представления нашли отражения и в названии альфы Лир, ведь Вега по-арабски значит «падающий орел».

Созвездие ГЕРКУЛЕС знаменито тем, что именно в нем находится апекс — место, в направлении которого летит Солнечная система. Ее скорость по отношению к близким звездам, которые как бы расступаются перед нами, около 20 км/с. Общее же движение окрестных звезд вокруг центра Галактики происходит с чудовищной скоростью — около 250 км/с (для сравнения: артиллерийский снаряд летит немного быстрее километра в секунду). Альфа Геркулеса (звезда на голове героя) — красный гигант поперечником



*Созвездие Скорпион.
Рисунок из старинного звездного атласа*

в 800 солнц. Между звездами дзетой (справа на поясе) и этой (на правом бедре) в телескоп видно большое далекое шаровое скопление из нескольких сотен тысяч звезд. Оно принадлежит нашей звездной системе и имеет поперечник около 300 световых лет.

В ЗМЕЕНОСЦЕ находится звезда Летящая Барнарда, названная в честь амери-

канского астронома, который ее изучал. Летящая Барнарда, или Проксима Змееносца, находится на втором месте по удаленности от Солнца, на расстоянии 5,9 светового года. Американский астроном Эдуард Барнард обнаружил ее при сравнении фотографий Млечного Пути, сделанных в 1894 и 1916 гг. Этот холодный красный карлик перемещается по небу с видимой скоростью около 10,5 с в год.



Геркулес (Геркулес) и Кентавр (представленный на небе созвездиями Стрелец и Центавр). Роспись древнегреческой вазы

Такая огромная видимая скорость связана с близостью звезды к нам, ведь Летящая Барнарда находится всего в 5,8 светового года от Земли. Эта очень известная звезда прославилась не яркостью, а своим удивительно быстрым движением. Астрономы называют Проксиму Змееносца загадочной звездой. Одна из ее тайн — невидимый темный спутник, который обращается вокруг нее за 25 лет. Ученые предполагают, что это не одно, а даже два планетоподобных тела, периоды обращения которых 12 и 26 лет, массы 0,8 и 1,1 массы Юпитера, а радиусы орбит — 2,8 и 4,7 а. е. По иным оценкам, у звезды Летящая Барнарда не один и не два, а три спутника, которые обращают-

ся вокруг нее на расстояниях 1,8, 2,9 и 4,5 а. е. (напомним, что астрономическая единица равняется среднему радиусу земной орбиты, то есть расстоянию от Земли до Солнца). Чтобы сделать более наглядными огромные цифры космических расстояний, скажем, что, если поставить эту звезду на место Солнца, то ее первая планета будет обращаться немного дальше Марса, а вторая и третья — внутри орбиты Юпитера. Впрочем, не исключено, что у Проксимы Змееносца имеется целая планетная система.

В созвездии СТРЕЛЕЦ мы должны были бы увидеть ядро Галактики, но ничего подобного там не видно. Наблюдая другие галактики, астрономы убедились, что в их центре могут находиться грандиозные и плотные скопления газа и пыли, возможно окружающие чудовищную черную дыру. Наверное, нечто подобное существует и в центре Млечного Пути. Они-то и заслоняют от нас ядро нашей звездной системы. Если бы центр Галактики был виден, то свет этого звездного облака затмил бы Луну.

Созвездие СКОРПИОН украшает красный сверхгигант Антарес, названный так за свой цвет в честь планеты Марс (Арес). Астрономы относят его к спектральному классу M1. Диаметр Антареса в 630 раз, а светимость в 22 000 раз больше, чем у Солнца. Расстояние до этой двойной звезды составляет 420 световых лет. Антарес — звезда довольно преклонного возраста. В ее недрах давно уже исчерпаны запасы энергии, и теперь там происходит образование тяжелых химических элементов. Скорпион прославлен еще и тем, что именно в этом созвездии, по словам римского писателя Плиния, вспыхнула та самая сверхновая 134 г. до н. э., которая побудила открывателя прецессии Гиппарха составить первый звездный каталог. К сожалению, пока еще астрономы не знают, какая именно это была звезда.



Геркулес. Гравюра из звездного атласа Я. Гевелия. На звездном небе мы видим образ древнего героя (греки называли это созвездие «тот, на коленях») расположенным вверх ногами

Главные созвездия осеннего неба

Если летом в ночном небе взгляд наблюдателя мгновенно притягивает Летний треугольник, то при взгляде на осеннее небо сразу бросается в глаза почти правильный огромный четырехугольник ярких звезд, так называемый Квадрат Пегаса. В древности созвездие называли просто Конем. У этого крылатого Коня, как, впрочем, и у Тельца, на небе показана только передняя часть. Он виден нам опрокинутым.

Пегас

Квадрат отмечает крыло и половину тела крылатого коня. Его верхняя левая звезда (альфа) когда-то принадлежала двум созвездиям сразу, обозначая и голову Андромеды, и конец «половины» коня. Арабы назвали ее Альферац — «пуп коня». От верхней правой звезды Квадрата две яркие и одна слабая звезда идут направо вверх, изображая его переднюю ногу. Цепочка из четырех звезд, идущая от правой нижней ноги, отмечает шею и голову скакуна.



Водолей. Рисунок из старинного звездного атласа



Пегас. Гравюра из звездного атласа Я. Гевелия. Крылатый конь изображен вверх ногами и только до середины туловища — таким мы видим его на небе



Андромеда. Фрагмент гравюры из звездного атласа Я. Гевелия

Андромеда

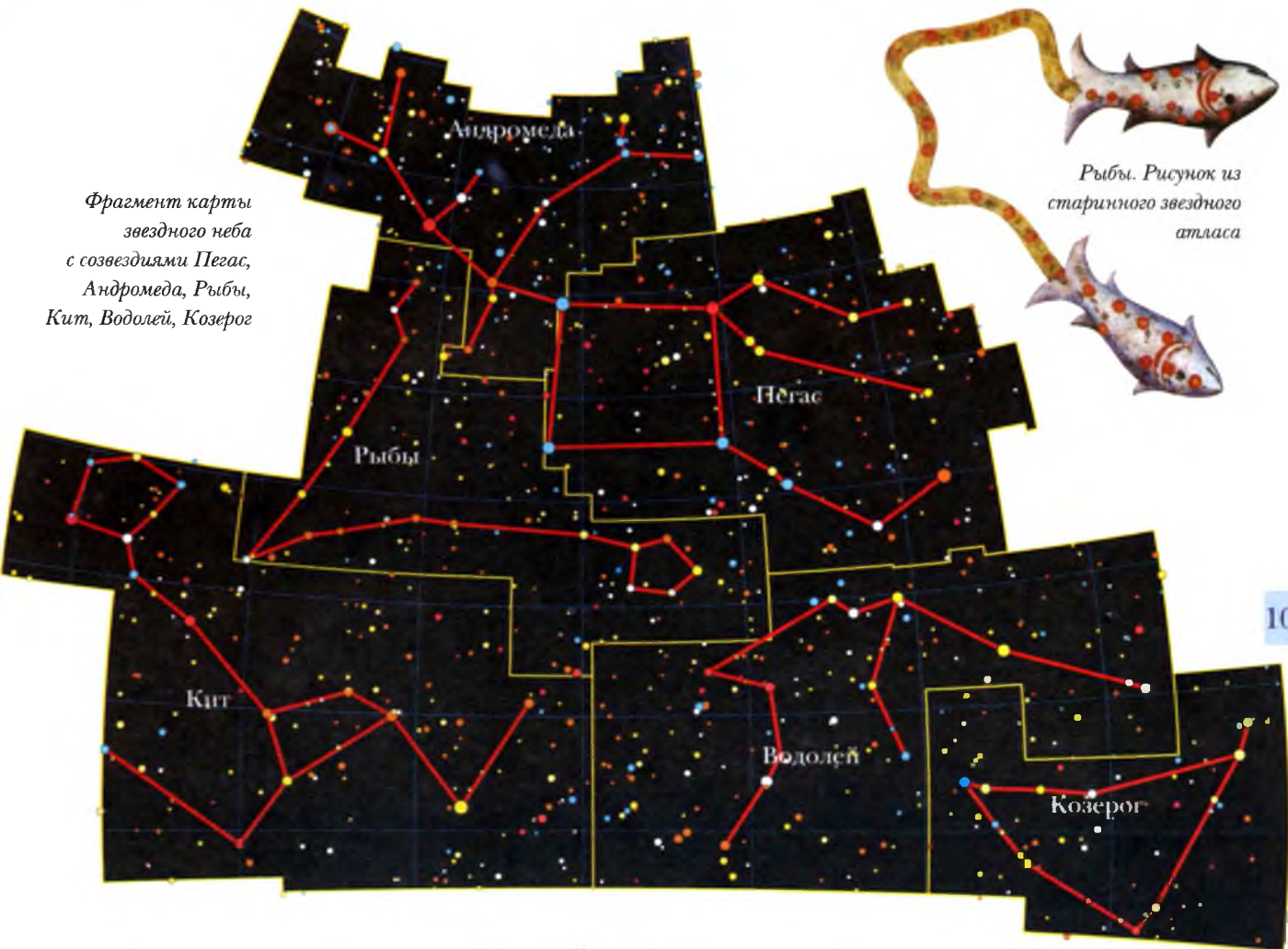
Длинная цепь из четырех ярких звезд, которая отходит от «пупа», вытянута вдоль созвездия АНДРОМЕДА. Последняя из них (гамма) — «звезда на левой ноге» героини. Почти на прямой линии от этой звезды к голове девы (или пупу коня) горят две яркие звезды. Та, что ближе к ноге, отмечает левый бок у пояса, вторая — левое плечо.

Напротив звезды на левом боку есть звезда на поясе у правого бока. Она — одна из четырех, протянутых вдоль линии правая нога — голова. Эти звезды отмечают правую сторону фигуры — верхняя находится под началом откинутой вправо руки. От двух ярких близких звезд, отмечающих кисть, идет звездная дуга — это цепь, которой прикована несчастная героиня.

Рыбы и Кит

Продолжив вниз пояс Андромеды, мы увидим длинную цепь из шести звезд средней яркости, приводящую к яркой звезде — альфе РЫБ. Это узел на ленте, связывающей их хвосты. Крупное неяркое созвездие Рыбы состоит из трех далеко разбросанных частей. Первая рыба повернута головой к поясу Андромеды, ее хвост отмечает четвертая звезда цепочки. Вторая рыба расположена рядом

Фрагмент карты
звездного неба
с созвездиями Пегас,
Андромеда, Рыбы,
Кит, Водолей, Козерог



Рыбы. Рисунок из
старинного звездного
атласа



109

с крылом Пегаса, ниже его квадрата. Ее тело образует бледный пятиугольник в форме домика, от него к узлу (альфе) тянется цепочка из шести звездочек.

Ниже узла Рыб находится созвездие КИТ. Изображает оно Кетоса — фантастическое чудовище, на растерзание которому была отдана Андромеда. Единственная деталь, которая роднит созвездие с китом, — это две звезды справа, отмечающие части раздвоенного хвоста.

Водолей

Продлив ленту второй рыбы за ее пятиугольник, правее хвоста Кита мы обнаружим еще одну звездную цепь из пяти-семи заметных звезд. Это — верхняя часть зодиакального созвездия ВОДО-

ЛЕЙ. Первая тройка звезд изображает кисть правой руки, держащую кувшин. Две разнесенные следующие — плечи, последняя — левую кисть или край накинутого на нее плаща. Ниже кувшина изогнутая цепь звездочек изображает струю, льющуюся из кувшина, а две верхние звезды правее струи горят на колене и бедре Водолея. Под откинутой левой рукой Водолея неровным треугольником неярких звезд изображено еще одно зодиакальное созвездие — КОЗЕРОГ. Это один из наиболее загадочных небесных образов: почему у козла рыбий хвост? Козерог — созвездие очень древнее, поэтому ответ на этот вопрос затерялся с течением тысячелетий.

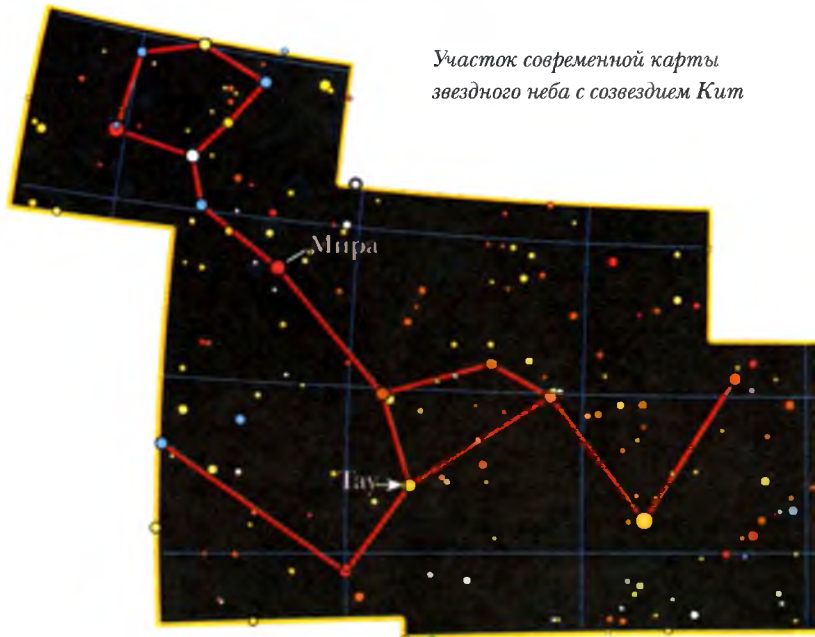
Козерог.
Рисунок из
старинного звездного
атласа



Интересные звезды и другие объекты

В созвездии ПЕГАС чуть правее и выше звезды эпсилон (она расположена на конце морды крылатого скакуна) есть яркое шаровое звездное скопление М15. Его видно даже в бинокль. В его середине звезды сливаются в сплошное сияние, а к краям их становится меньше. Это шаровое звездное скопление расположено очень далеко, более чем в 30 000 световых лет от Солнца, но является частью галактики Млечный Путь и содержит примерно 6 млн. звезд. В мощные инструменты видно, что оно занимает на небе место, равное половине лунного диска; это значит, что его размеры близки к 120 световым годам. Считается, что шаровые скопления – самые древние образования Галактики. Они состоят в основном из сверхгигантских «холодных» звезд (с температурой атмосферы 2000–4000 К). Возраст большинства составляющих скопления звезд – около 12 млн. лет. У звездного скопления М15 есть еще одно наименование – NGC 7078. Дело в том, что буква «М» отсылает нас к каталогу французского астронома XVIII в. П. Мессье (в нем чуть больше 100 объектов), а сокращение NGC – к «Новому общему каталогу туманностей и звездных скоплений», изданному в XIX в. датским астрономом И. Дрейером. Этот каталог включал уже тысячи объектов. Небесные объекты, входящие в оба каталога, могут иметь два обозначения.

Западнее, около ню АНДРОМЕДЫ (звезды на правом краю пояса эфиопской царевны), находится дру-



Участок современной карты звездного неба с созвездием Кит

Созвездие Кит. Фрагмент гравюры из звездного атласа Я. Гвеллия



гая туманность, единственная в Северном полушарии, которую человек с превосходным зрением может увидеть невооруженным глазом. Это М31 – знаменитая туманность Андромеды – ближайшая к нам соседняя галактика, о которой мы уже писали (см. с. 64–65). Она выглядит довольно большой, длиной в два лунных диска. Нам ее плоские спиральные рукава видны под углом, и она, в отличие от туманности М101 Большой Медведицы, выглядит как эллипс. Долгое время шли споры о природе этой туманности и о расстоянии до нее. В 1923 г. Э. Хаббл с помощью самого большого в мире телескопа обсерватории Маунт-Вилсон разложил некоторые ее части на звезды и нашел среди них цефеиду. Тогда и было установлено расстояние до туманности Андромеды. Оно оказалось столь велико, что все сомнения отпали, стало очевидным, что туманность Андромеды – другая галактика. Так выяснилось, что Млечный Путь – не единственный «звездный остров» во Вселенной и кроме нашей галактики существуют и другие. (Кстати, впоследствии выяснилось, что Хаббл из-за несовершенства тогдашней техники «немножко» ошибся, примерно вдвое преувеличив расстояние до туманности

Андромеды. Согласно современным данным, эта звездная система находится от нас на расстоянии около 700 кпс — примерно 2 млн. световых лет.)

В созвездии КИТ есть знаменитая переменная звезда омикрон Мира (с латыни ее название переводится как «чудесная», «удивительная»), она расположена на шее огромного зверя. В 1596 г. ее обнаружил немецкий астроном Д. Фабрициус.



Мира с периодом около года меняет блеск на шесть звездных величин! Это холодный сверхгигант с температурой всего 2000 К. Изменения ее яркости связаны, видимо, с химическими процессами, происходящими в ее атмосфере, где время от времени образуются вещества, поглощающие видимый свет. Замечательна и звезда тау Кита, расположенная в середине брюха морского чудовища. Она похожа на Солнце, только немного меньше и холоднее. Но обычно звезды этого типа быстро вращаются, а она вращается медленно, опять-таки как наше Солнце. Поэтому возникает подозрение, что у нее есть планеты. Не исключено, что, когда звезда рождалась из космического вихря, большую часть вращательного движения взяли на себя ее планеты, легкие, но расположенные далеко от центра масс.

Спиральная галактика М31 – туманность Андромеды

Шаровое звездное скопление М15 в созвездии Пегас

Кстати, если вы сравните два изображения созвездия, приведенных на странице 110, — участок карты звездного неба и фрагмент гравюры из звездного атласа Я. Гевелия, то обнаружите, что они словно зеркально отражают друг друга: на схеме из современной карты голова Кита (неправильный многоугольник с семью звездами в вершинах) обращена влево, а на гравюре Гевелия — вправо. Дело в том, что Гевелий словно помещает созвездия на воображаемую небесную сферу и смотрит на них «снаружи» — как будто на поверхность звездного глобуса: взгляд наблюдателя устремлен сверху вниз. А современная карта звездного неба в качестве точки отсчета берет наблюдателя, находящегося на Земле, и смотрит его глазами — снизу вверх. И одно и то же созвездие, увиденное с двух противоположных точек зрения, оказывается по-разному ориентированным на разных изображениях. Попробуйте теперь еще раз пролистать книгу, просмотреть нарисованные разными художниками фигуры созвездий и определить (сравнив с картой звездного неба на с. 122–123), кто из художников смотрит на звезды «сверху», а кто «снизу».



Главные созвездия зимнего неба

Зима в наших широтах — наиболее благоприятный сезон для наблюдения Луны и планет, поскольку эклиптика в это время года поднимается высоко над горизонтом. Богато зимнее небо и яркими звездами, и заметными, легко находимыми созвездиями. А кроме того, зимой рано темнеет и поздно светает, так что время для наблюдения звездного неба увеличивается.

Исходя из звезд, легко найдет этот ряд из трех ярких звезд и, взяв его за ориентир, без труда сможет увидеть другие звезды Ориона и окружающие звездного охотника-великана созвездия. Две звезды, расположенные выше и правее звезды Бетельгейзе на правом плече охотника, изображают вскинутую руку, несколько слабых звезд над ней — дубину. Альфа Ориона Бетельгейзе (по-арабски это значит «подмышка великана») — переменная звезда, ее блеск за неполных шесть лет изменяется от 0,3-й до 1,2-й видимой звездной величины. Левее и выше второго плеча, звезды Беллатрикс (по-латыни ее название значит «воительница»), еще одна яркая звезда обозначает сжатую в кулак кисть левой руки. Цепочка звезд, идущая вниз от нее, изображает, по словам Птолемея, «шкуру в левой руке». Чью шкуру мог бы сжимать Орион, судить трудно, но на гравюре из атласа Я. Гевелия изображение еще более загадочное: в левой руке охотник почему-то держит

112



Орион

В середине Млечного Пути сверкает огромное и, пожалуй, самое яркое созвездие нашего неба — ОРИОН. Его легко узнать — это четырехугольник ярких звезд, отмечающих колени и плечи великого охотника. Между ними сияют три звезды пояса героя, идущие вверх слева направо. Пояс Ориона — настоящее украшение зимнего неба наших широт. Даже человек, слабо ориентирую-

*Фрагмент карты
звездного неба,
включающий созвездия
Орион, Большой Пес,
Единорог, Малый Пес,
Заяц, Эридан*

щит. Наконец, достаточно яркая звезда над плечами отмечает голову античного героя. От его левого бока к правому колену направлен висящий на поясе меч, отмеченный несколькими слабыми звездочками.

Сириус и Прочион

Мысленно продлив пояс Ориона влево и вниз, встретим звезду Сириус из созвездия БОЛЬШОЙ ПЕС. Это самая яркая звезда неба нашей планеты (не считая, конечно, Солнца). Птолемей называет ее «звездой на морде Пса». Большой Пес как бы сидит на задних лапах. Его зад и короткий хвост украшены тремя довольно яркими звездами. Пара звезд над Сириусом обозначает уши. От имени этого созвездия («пес» – по-латыни *canis*) происходит так любимое школьниками слово «каникулы». В Древнем Риме первое летнее появление созвездия совпало с началом страшной жары, когда детям устраивали перерыв в учебе. К сожалению, в наших широтах Сириус (звезда



нает восходить до Большого Пса и как бы предупреждает о его скором появлении. Официально созвездие, в которое входит эта звезда, называется МАЛЫЙ ПЕС, но в древности его иногда называли и просто Прочионом. В этом крошечном созвездии всего две заметные звезды.

*Созвездие Эридан.
Гравюра из атласа
звездного неба
Я. Гевелия*

*Созвездия Орион
и Заяц. Раскрашенные
гравюры из атласа
Я. Гевелия*



*Созвездия Большой
(слева) и Малый
(справа) Псы.
Раскрашенные
гравюры из атласа
звездного неба
Я. Гевелия*

Южного полушария неба) стоит низко, и мы не можем в полной мере оценить красоту этого светила.

Луч, проведенный влево через плечи Ориона, примерно на таком же расстоянии, как Большой Пес от пояса, встретит менее яркую, чем Сириус, но заметную одинокую звезду. Это Прочион, буквально «предпес», или звезда, которая начи-

Другие созвездия

Ниже Ориона кроме Псов есть еще один участник охоты – вернее, ее возможная цель – ЗАЯЦ. Его четыре яркие звезды обрисовывают хвост и переднюю лапу, четыре звездочки, расположенные квадратом, – торчащие уши, более яркая звезда под ними – мордочку. Между яркими звездами Сириусом и Прочионом на небесном экваторе расположилось тусклое созвездие ЕДИНОРОГ. Его самая яркая звезда имеет 4-ю видимую звездную величину. Справа от левого колена Ориона, звезды Ригель, начинается длинная и извилистая звездная цепь ЭРИДАНА, или просто РЕКИ, как в древности называли это созвездие. Она уходит далеко на юг и заканчивается там невидимой у нас яркой звездой Ахернар.



Зодиакальные созвездия зимнего неба

Крайняя левая звезда пояса Ориона лежит на небесном экваторе, а эклиптика здесь проходит выше него примерно на 23° (напомним, что именно под таким углом плоскость эклиптики наклонена к плоскости небесного экватора). На ней хорошо видны три зодиакальных созвездия — Телец, Близнецы и Рак. Над головой Ориона виден почти равнобедренный звездный треугольник или лежащая на боку латинская буква V. Правая яркая звезда фигуры, Альдебаран, называется еще и глазом ТЕЛЬЦА и, как видно из названия, находится на его огромной голове. Две других звезды обозначают концы рогов. Верхняя из них (бета Тельца) в древности принадлежала двум созвездиям сразу — кроме окончания рога Тельца она отмечала еще и пятку Возничего.

Еще четыре довольно яркие звезды правее и ниже Альдебарана отмечают тело и подогнутую ногу звездного быка, а справа от Тельца находится бледное созвездие ОВЕН.

Левее двух звезд на рогах Тельца горит пара еще более ярких, принадлежащих уже другому созвездию. Это Кастор и Поллукс — звезды, венчающие головы БЛИЗНЕЦОВ. Близнецы — небольшое созвездие, изображающее двух стоящих рядом юношей, имена которых получили главные звезды. От них по направлению к Ориону идут две звездные цепочки, отмечающие их пояса и ноги. Звезда справа горит на кисти вытянутой руки Поллукса. Левее Близнецов на таком же расстоянии, как между ними и Тельцом, лежит небольшое и не содержащее ярких звезд созвездие РАК.

114



Фрагмент карты звездного неба, включающий созвездия Телец, Овен, Близнецы, Возничий, Персей



Созвездие Персей.
Гравюра из звездного
атласа Я. Гевелия

Возничий

Левее и выше Тельца находится ВОЗНИЧИЙ. Если провести направо вверх линию через концы рогов Тельца, то можно к концам рогов добавить его левую ступню. Левее и выше нее горит яркая звезда Капелла — неперменная принадлежность этого созвездия. Слатыни название звезды переводится как «козочка». Расположенную ниже нее пару звездочек называют Козлятами. Между Козлятами помещается «туманная» звездочка. На самом деле это не звезда, а тесное звездное скопление. Гевелий нарисовал козу за спиной Возничего, он поддерживает ее рукой, держа козлят на ладони. Правое плечо и голова Возничего отмечены довольно заметными звездами. Линия от звезды наверху головы через правое плечо приводит к звезде на кисти правой руки, в которой при изображении этого персонажа обычно помещают хлыст. Остается загадкой, каким образом Возничий, то есть погонщик коней колесницы, связан с козой и козлятами. Может быть, он первоначально был пастухом?

Персей

Правее и выше Возничего находится созвездие спасителя Андромеды ПЕРСЕЯ. Цепь из восьми звезд протянута вдоль фигуры героя. Сверху вниз они отмечают: верхняя (по словам Птолемея, «туманная») — верх кривой сабли; следующая — предплечье вскинутой правой руки; та, что за ней, — плечо. Дальше следуют: правый край пояса, начало правого бедра, левое колено, голень и, наконец, пятка в крылатой сандали. Вдоль левой цепочки (слева от нее) идет вторая, более короткая цепочка из шести звезд. Она начинается звездой на левом плече, за которой идут: звезда на локте левой руки, звезда на кулаке, сжимающем пучок волос-змеи отрубленной головы медузы Горгоны. Еще две звезды находятся на самой голове чудовища, одна из них, Алголь, — очень яркая. Правее Алголя и звезды на локте Персея можно увидеть ступни уже знакомой нам Андромеды.

Созвездие Возничий.
Раскрашенная
гравюра из звездного
атласа Я. Гевелия



Интересные звезды и другие объекты

Созвездие ОРИОН не случайно представляет собой такое тесное собрание ярких звезд. Все они не просто проецируются на один участок небесной сферы, но и связаны общностью происхождения, и сейчас эти звезды разлетаются от общего центра в разные стороны. Семизвездие Ориона не так уж далеко от нас — до него «всего» тысяча световых лет. Большинство звезд Ориона — великаны. Бетельгейзе (альфа), сияющая на правом плече греческого героя, — красный гигант: поперечник этой звезды больше орбиты Марса, то есть расстояния от Марса до Солнца! Эта звезда — неправильная переменная, в колебаниях ее яркости астрономы отмечают периоды 6 и 62 месяца.

Ригель (бета) на левом колене — напротив, голубоватая звезда, которая вдвое горячее Солнца и больше нашего светила



Телец. Лист из звездного атласа Я. Гевелия



«всего» в 40 раз. Она входит в тройную звездную систему — вокруг большой звезды обращается система-спутник, состоящая из пары близких звездочек.

Созвездие ТЕЛЕЦ знаменито тем, что в нем находятся два самых близких к нам звездных скопления, еще в далекой античности получивших собственные имена Плеяды и Гиады (на Руси Плеяды назы-

Звезды Плеяд названы в честь мифических дев Плеяд, дочерей Атланта: Альциона, Астерона, Майя, Меропа, Тайгета, Целено и Электра

вали Стожарами). Плеяды — тесная группа звездочек «на загривке» Тельца, в которой зоркие наблюдатели видят семь звезд, а люди с нормальным зрением — шесть (а в телескоп их видно больше сотни). Гиады более рассеяны и находятся на морде у Тельца правее Альдебарана (это альфа Тельца, звезда 1-й величины, красный гигант, светимость которого в 150 раз больше солнечной). Недалеко от конца нижнего рога (дзеты) в телескоп видна Крабовидная туманность, которую Мессье внес в свой каталог под № 1, — это неправильной формы газовое облако, которое излучает радиоволны и расширяется со скоростью 1000 км/с. Оно представляет собой след взрыва сверхновой 1054 г., о которой сохранили сведения летописцы Китая. Сама взорвавшаяся звезда не видна — скорее всего, она превратилась в сверхплотную нейтронную звезду.

В созвездии БОЛЬШОЙ ПЕС внимание наблюдателей привлекает Сириус — самая яркая звезда неба. Он — одна из самых близких к нам звезд и находится всего в 9 световых годах. Еще в 1844 г. Бессель, изучавший в Кенигсбергской обсерватории собственные движения звезд, обратил внимание на «волнообразный» путь этой звезды. Астроном предположил,

что у Сириуса есть невидимый спутник, который, обращаясь вокруг него, отклоняет путь звезды от прямой. (Правильней сказать, что по прямой движется их общий центр масс.) А через 20 лет в построенный к этому времени более мощный телескоп спутник Сириуса удалось увидеть. Это оказался первый из открытых белых карликов — при массе такой же, как у Солнца, он всего втрое больше земного шара.



Созвездие
Близнецы.
Гравюра из
звездного атласа
Я. Гевелия

В БЛИЗНЕЦАХ похожие на первый взгляд главные звезды Кастор и Поллукс оказались разными. Поллукс (бета) — холодная, красная одиночная и более близкая к нам звезда. А Кастор — сложная звездная система. Это две близкие горячие голубые звезды, которые обращаются с периодом около 300 лет. Около них есть небольшая белая звезда, которая, возможно, обращается вокруг пары главных с периодом в десятки тысяч лет. Позже при исследовании их спектров выяснилось, что каждая из них, в свою очередь, двойная, так что Кастор — это шестикратная звездная система.

Капелла — «коза» ВОЗНИЧЕГО — не так проста, как кажется. Это система из двух крупных звезд, одна из которых больше Солнца в 2,5 раза, а другая еще в 5. Но

эта пара меркнет в сравнении со звездой дзета, расположенной правее пояса Возничего. Вокруг главной красной звезды чудовищных размеров, поперечник которой близок к размерам орбиты Земли, обращается по орбите размером с орбиту Юпитера желтый гигант размером со 190 солнц.

Звезда дельта на голове Возничего — двойная, с невидимым спутником. Астрономы подозревают, что это черная дыра, хотя прямых доказательств этого пока нет.

В созвездии ПЕРСЕИ обращает на себя внимание звезда Алголь, по-арабски Алгуль — «голова демона». Она не зря так названа. Звезда изображает глаз мертвой головы Медузы, но заметно меняет блеск, словно подмигивает. Первым ее исследовал Гудрайк, открыватель цефеид. Период изменения ее блеска немного меньше трех суток.

Атмосфера главной звезды Алголя нагрета до 15 000 К. Она больше чем вдвое горячее Солнца, вторая звезда горячее Солнца всего на 1000 К. Звезды обращаются вокруг общего центра масс и с регулярностью хронометра затмевают друг друга. Но это не все — спектральный анализ показал, что у этой звездной пары есть еще один спутник, который обходит «материнские» звезды, как Марс Солнце, примерно за два земных года.



Сыновья Леды Кастор и Поллукс (или Полидевк), в честь которых названо созвездие Близнецы, были храбрыми воинами: сын Зевса Поллукс славился как кулачный боец, а сын земного мужа Леды Кастор был искусным наездником

Созвездия южного неба



*Созвездие
Компас.
Гравюра
из звездного
атласа И. Боде*

Большинства созвездий Южного полушария неба в наших широтах не видно. Но давайте рассмотрим их расположение по карте: кто знает, может быть, и вам, подобно великим путешественникам прошлого, доведется оказаться под небом другого полушария и увидеть незнакомые звезды. Карту Южного полушария можно рассмотреть на с. 123, а на этих страницах мы расскажем о наиболее интересных объектах южного неба.

(Кентавра). Собственно, созвездие Южный Крест представляет собой четыре яркие звезды – вершины четырехугольника, через которые мысленно следует провести две пересекающиеся под почти прямым углом линии, чтобы образовался крест. Левее Южного Креста горят яркие звезды на передних копытах человекоконя. Та, которая южнее, альфа (по-арабски она называется «Толиман»), – одна из самых близких к нам звезд, расстояние до нее 1,34 пс. Толиман – третья по яркости звезда нашего неба. Созвездие Кентавр, кстати, замечательно еще и тем, что в нем находится не только «одна из самых близких», но и ближайшая к нам звезда – Проксима Кентавра («проксима» по-латыни и значит «ближайшая»). Она отстоит от нас на 1,31 пс. Невидимая невооруженным глазом Проксима составляет двойную звезду с альфой Кентавра – Толиманом. Примерно на таком же расстоянии от Южного полюса, что и Южный Крест, только напротив него, горит яркая звезда Ахернар – последняя в длинном, вытянутом созвездии реки ЭРИДАН. Южный полюс находят, мысленно проведя линию через Ахернар и южную звезду Креста и найдя ее середину.

118

*Созвездие Южный
Крест на фоне
Млечного Пути: две
воображаемые линии
соединяют четыре
звезды созвездия*



Как найти Южный полюс

Северный полюс отмечен Полярной звездой, а Южный лишен звездных ориентиров. Найти его помогает ЮЖНЫЙ КРЕСТ – созвездие, которое виднеется под задними копытами ЦЕНТАВРА

*Созвездия Кентавр
и Волк. Фрагмент
итальянской фрески*



Древнее созвездие Корабль Арго

Левее Южного Креста лежат созвездия ПАРУСА, КИЛЬ и КОРМА. Когда-то звезды этих созвездий составляли громадное созвездие КОРАБЛЬ АРГО, выделенное еще древними греками. Но в XVIII в. это созвездие упразднили (оно занимало слишком большой участок неба, что не всегда было удобно для наблюдений); в 1763 г. на его месте появились три

созвездия поменьше, а рядом с ними было выделено новое созвездие — КОМПАС. На дальнем краю Арго горит яркая звезда Канопус (сейчас это альфа Киля). Эта звезда, сияющая на корабле, получила

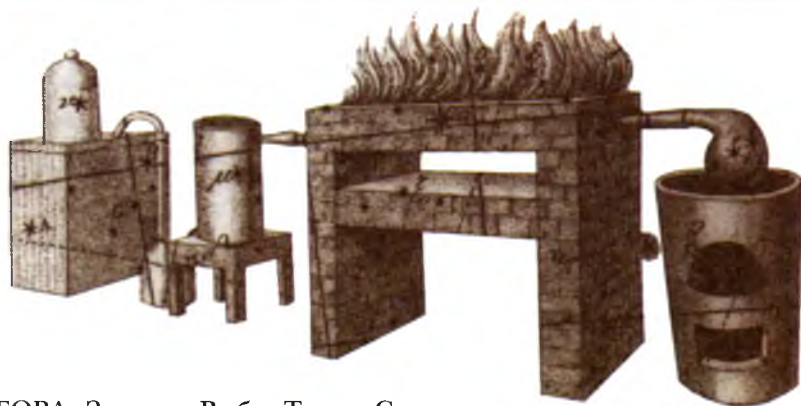


Созвездие Корабль Арго. Фрагмент гравюры из звездного атласа Я. Гевелия.

имя в честь мифического кормчего, который вел корабль греческого царя Менелая, мужа Прекрасной Елены, ставшей причиной Троянской войны. Канопус — вторая по яркости после Сириуса звезда нашего неба. В южном небе хорошо видна и полоса звезд нашей Галактики: Млечный Путь проходит через южную часть (жало) СКОРПИОНА, копыта Центавра, Южный Крест и части Киля и Кормы.

Другие созвездия и интересные объекты

Южнее Канопуса находятся Малое и Большое Магеллановы Облака — неправильной формы звездные скопления, карликовые галактики, спутники Млечного Пути. Они видны на небе и невооруженным глазом. Большое Магелланово Облако находится в созвездии ЗОЛОТАЯ РЫБА, а Малое — в лапах ТУКАНА. Между Магеллановыми Облаками находится неприметное созвездие СТОЛОВАЯ



Созвездие Печь Алхимика из звездного атласа И. Боде

ГОРА. Золотая Рыба, Тукан, Столовая Гора и многие другие созвездия Южного полушария — новые, их не было в древности. Множество новых созвездий появилось в Южном полушарии в XVI–XVIII вв., а начало освоению южного неба положила эпоха Великих географических открытий.

В стороне от полюса, противоположной Южному Кресту, находится созвездие ЖУРАВЛЬ. Цепочка из четырех заметных звезд отмечает его голову, тело и хвост. Вокруг него расположились: севернее — ЮЖНАЯ РЫБА, рядом с ней под копытами Стрельца — МИКРОСКОП, напротив Микроскопа — ФЕНИКС и ИНДЕЕЦ, а напротив Индейца, рядом с Южной Рыбой, две далеко разнесенные звезды отмечают созвездие СКУЛЬПТОР. Цепь звезд Эридана, идущая от Ахернара, обнимает излучиной ПЕЧЬ (первоначально это созвездие называлось Печь Алхимика). Между созвездиями Стрелец и Центавр разместились ТЕЛЕСКОП, ЮЖНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК и МУХА.

Спиральная галактика Большое Магелланово Облако — спутник нашей Галактики





Заключение

Дорогие друзья, вот вы почти и дочитали эту книгу. Надеемся, что тот интерес к астрономии, который побудил вас взять ее в руки, не угас, а лишь укрепился. Ведь вы узнали много такого, о чем раньше, наверное, и не подозревали, — и о самой науке, изучающей небесные тела, и о нашей Вселенной. Оказалось, что астрономы не просто знают наизусть все планеты и созвездия и наблюдают за звездами — «где какая находится», но научились определять расстояния до далеких звезд и галактик, измерять их температуру, узнали, как они возникают и эволюционируют. Да и сам наш мир оказался не вечным и неизменным, а имеющим возраст

(хотя и очень почтенный — 15 млрд. лет!) и стремительно расширяющимся. Это открытие, кстати, удивило не только вас — оно поразило и все человечество, заставив ученых пересмотреть саму модель мироздания. И мы уверены, что в ближайшем будущем «наука о звездах» преподнесет человечеству еще немало сюрпризов, сделает еще немало мировых открытий: ведь сегодня астрономия — одна из самых динамично развивающихся наук.

В этой книге мы рассказали вам далеко не обо всех открытиях современной астрономии: чтобы понять многие из них, потребовалось бы близкое знакомство и с геометрией, и с физикой, и с химией. Но у вас еще все впереди, и мы надеемся, что с возрастом вы не утратите интереса к астрономии — науке, изучающей и планету Земля, и Солнечную систему, и Млечный Путь, и далекие галактики, и всю Вселенную...

Большая часть этой книги была написана известным популяризатором науки, автором множества научно-популярных книг и статей С. В. ЖИТОМИРСКИМ. Ему же принадлежит и общий замысел работы. К несчастью, смерть помешала Сергею Викторовичу закончить книгу. Для завершения некоторых недописанных глав были использованы материалы, предоставленные Е. Г. ИТАЛЬЯНСКОЙ, И. К. ЛАПИНОЙ, С. Н. МАРКОВОЙ, В. Л. ПОНОМАРЕВОЙ.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



Карта звездного неба

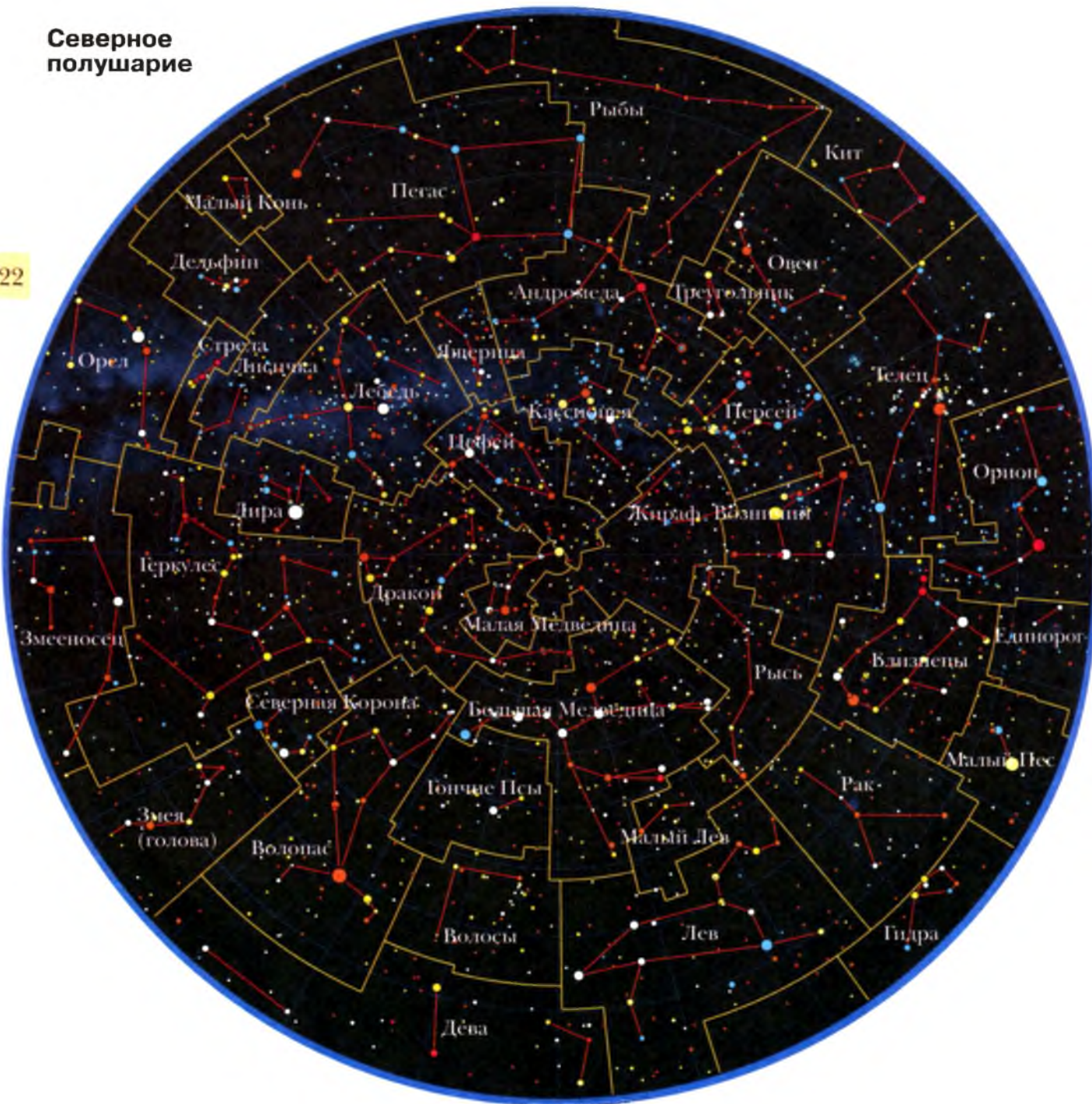
**Звездные
величины**
0 1 2 3 4 5

Мы приводим современную карту полушарий звездного неба, выполненную с применением компьютерных технологий. Карта представляет два полушария — Северное и Южное; центры кругов, обозначающих полушария — небесные полю-

са (Северный полюс, расположенный в непосредственной близости к Полярной звезде созвездия Малая Медведица, и Южный полюс, расположенный в созвездии Октант и не отмеченный яркой звездой). Звезды разных звездных величин передаются кружками разного цвета и размера. Туманное «облачко», хорошо заметное на черном фоне, — Млечный








Северное полушарие

122

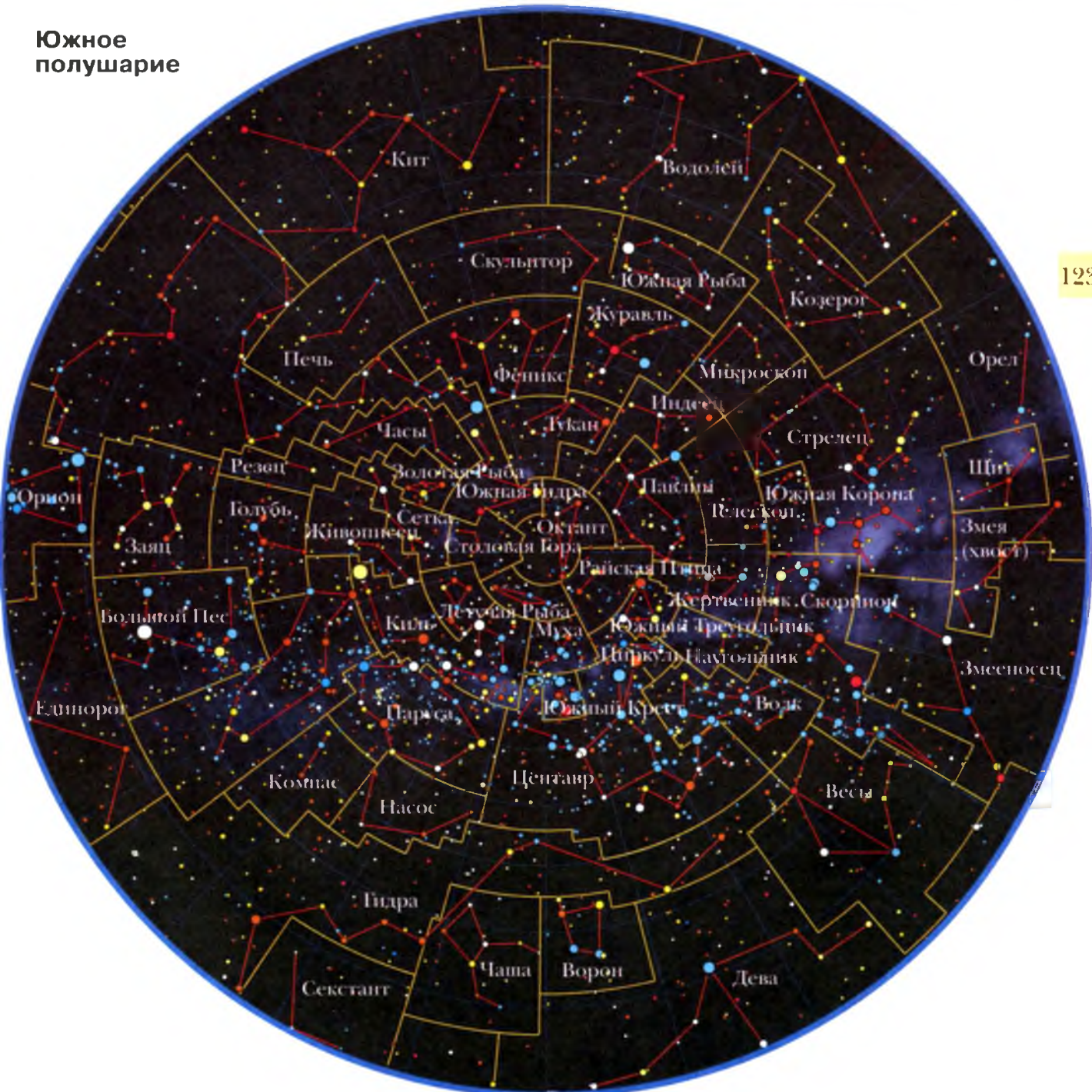


Путь. Желтые линии обозначают границы участков созвездий, а красные линии, соединяющие наиболее яркие звезды, — традиционные фигуры созвездий, принятые в астрономии. На карте представлены 88 созвездий, на которые поделено в нашу эпоху звездное небо.

Спектральные классы звезд

Обозначение	O	B	A	F	G	K	M
Цвет							
Температура в градусах Кельвина	40000	20000	10000	8000	6000	4500	3000

Южное полушарие



Именной указатель

Адамс Джон Кауч (1819–1892), английский астроном, открывший планету Нептун (1845) 34–35
аль-Батгани (850–929), арабский математик и астроном, составил таблицы движения Солнца и Луны, определил наклон эклиптики и значение прецессии 80
аль-Бируни (973–1048, по др. данным после 1050), арабский ученый-энциклопедист 80
аль-Фергани (ок. 860–?), арабский астроном 80
Амбарцумян Виктор Амазаспович (1908–1996), русский и армянский астрофизик 56
Анаксимен Филосетский (ок. 585–ок. 525 г. до н. э.), древнегреческий философ 76
Арат (III в. до н. э.), древнегреческий поэт, автор астрономической поэмы «Явления» 77
Аристотель (384–322 г. до н. э.), древнегреческий философ и ученый 82
Архимед (ок. 287–212 г. до н. э.), древнегреческий ученый, математик и механик 77
ас-Суфи (903–986), арабский астроном, автор «Книги о неподвижных звездах» (965), содержащей каталог 1017 звезд и описания 48 созвездий 80–81
Байер Иоганн (1572–1660), немецкий астроном, издавший атлас «Уранометрия» (1603) 84–85
Барнард Эдуард Эмерсон (1857–1923), американский астроном, наблюдавший планеты и слабые звезды 106–107
Белопольский Аристарх Аполлонович (1854–1934), русский астроном, директор Пулковской обсерватории 87, 99
Бессель Фридрих Вильгельм (1784–1846), немецкий астроном, вычисливший орбиту кометы Галлея, директор Кёнигсбергской обсерватории 106, 116
Бодде Иоганн Элерт (1747–1826), немецкий астроном, издавший «Атласа звездного неба» (1778) 32, 8
Браге Тихо (1546–1601), датский астроном 83, 85, 99
Брадлей Джеймс (1693–1762), английский астроном, директор Гринвичской обсерватории 102
Бруно Джордано (1548–1600), итальянский философ 44
Гагарин Юрий Алексеевич (1934–1968), русский космонавт, первый человек, совершивший полет в космос 90
Галилей Галилео (1564–1642), итальянский физик и астроном, изобретатель телескопа 29, 30, 40, 60, 82–85, 88, 103
Гевелий Ян (1611–1687), польский астроном, основатель селенографии (картографии Луны), автор каталога звезд «Атласа звездного неба» (изданы посмертно) 50, 65, 84–85, 97, 99, 101, 103–108, 110–111, 113, 115–117, 119
Герцшпрунг Эйнар (1873–1967), датский астроном, установивший зависимость между спектральным классом и температурой звезд 86–87
Гершель Вильям (Фридрих Вильгельм) (1738–1822), английский астроном, открывший планету Уран (1781) 32, 60
Гиппарх (ок. 190–125 г. до н. э.), древнегреческий ученый, один из основоположников астрономии, составитель каталога звезд, первооткрыватель прецессии 7, 12, 77–78, 107
Гудрайк Джон (1764–1786), английский астроном, исследовавший переменные звезды 99, 117
Допплер Кристиан (1803–1853), австрийский физик 87
Дрейер Йохан Людвиг Эмиль (1852–1926), датский астроном, работал в Англии 110
Евдокс Книдский (ок. 408–ок. 355 г. до н. э.), древнегреческий математик и астроном 77
Кейзер Питер Дирксун (ум. 1596), голландский мореплаватель, нанесший на карту звездного неба 12 новых созвездий Южного полушария 84
Кеплер Иоганн (1571–1630), немецкий астроном, открывший законы движения планет 11, 16, 23, 83

Койпер Джерард Петер (1905–1973), нидерландский и американский астроном 19, 42
Коперник Николай (1473–1543), польский астроном, создатель гелиоцентрической системы мира 11, 19, 82–84
Лакайль Никола Луи (1713–1762), французский астроном, изучавший небо Южного полушария 84
Лаллас Пьер Симон (1749–1827), французский астроном, математик и физик 51
Левье Урбен Жан Жозеф (1811–1877), французский астроном, вычисливший орбиту планеты Нептун (1846) 34
Ливитт Генриетта Суон (1868–1921), американский астроном, изучавший переменные звезды 99
Ломоносов Михаил Васильевич (1711–1765), русский ученый-энциклопедист 22
Лоуэлл Персиваль (1855–1916), американский астроном, вычисливший орбиту Плутона (1915) 36
Магеллан Фернан (ок. 1480–1521), португальский мореплаватель, первым описавший звезды Южного полушария 64
Мессье Шарль (1730–1817), французский астроном, автор каталога туманностей и звездных скоплений (1781) 98, 110, 116
Ньютона Исаак (1643–1727), английский физик и математик, открывший закон всемирного тяготения, изобретатель зеркального телескопа 14–16, 86
Ольберс Генрих Вильгельм (1758–1840), немецкий астроном, наблюдавший кометы 38–39
Оорт Ян (1900–1992), голландский астрофизик 42
Пиаци Джузеппе (1746–1826), итальянский астроном, открывший первый астероид – Цереру (1801) 38
Пискломини Алессандро (1508–1578), итальянский астроном, автор книги «О неподвижных звездах» (1540) 84
Пифагор Самосский (ок. 570 – ок. 500 г. до н. э.), древнегреческий философ и математик 76
Планциус Петрус (1552–1622), голландский картограф 97
Птолемей Клавдий (II в.), древнегреческий астроном, создатель геоцентрической системы мира 11, 78–80, 82, 112–113
Рассел Генри Норрис (1877–1957), американский астроном, установивший зависимость между спектральным классом и температурой звезд 86–87
Сабит ибн Курра (ок. 830–901), арабский астроном 80
Скиапарелли Джованни Вирджинио (1835–1910), итальянский астроном 27
Тициус Иоганн Даниель (1729–1796), немецкий физик и математик, установивший правило определения расстояния от Солнца до планет 38
Томбо Клайд Уильям (1906–1997), американский астроном, открывший планету Плутон (1930) 36–37
Улугбек Мухаммед (1394–1449), узбекский астроном 80–81
Фабрициус Давид (1564–1617), немецкий астроном, открывший первую переменную звезду (Миру) 111
Физо Арман Ипполит Луи (1819–1896), французский физик, автор ряда открытий в области спектрального анализа 87
Флемстид Джон (1646–1719), английский астроном, основатель Гринвичской обсерватории 85, 103
Хаббл Эдвин Пауэлл (1889–1953), американский астроном, изучавший галактики 58, 69, 91, 110
Хеггинс Уильям (1824–1910), английский астроном 99
Хокинс Джералд, американский астроном, исследователь Стоунхенджа 73
Циолковский Константин Эдуардович (1857–1935), русский ученый, основоположник современной космонавтики 31
Чандрасекар Субрахманьян (1910–1995), американский астрофизик 92
Эйнштейн Альберт (1879–1955), физик, создатель теории относительности 69
Эратосфен Киренский (ок. 276–194 г. до н. э.), древнегреческий ученый, определивший радиус земного шара 77, 105
Янский Карл (1905–1950), американский радиоинженер, открывший космическое радиоизлучение 89

Предметный указатель

автоматические межпланетные
станции (АМС) 22–23, 29, 31, 33,
38–39, 90–91
NEAR 39

«Венера» 22–23, 90
«Викинг» 26–27, 90
«Вояджер» 29, 31, 33, 90–91
«Галилей» 38, 90–91
«Магеллан» 23
«Маринер» 21, 90
«Марс» 90
«Мессенджер» 21
«Пионер» 70, 90

апекс 106
археoaстрономия 73
ассоциации звездные 56
астероиды 19, 38–39, 41–42

отдельные

Агамемнон 39
Ахилл 39
Ганимед 29
Гаспра 38
Гектор 39
Гидальго 39
Греки 39
Дактиль 39
Европа 29
Ида 39
Икар 39
Матильда 39
Нестор 39
Паллада 38
Патрокл 39
Приам 39
Троянцы 39
Церера 38
Эрос 38

пояса астероидов

Главный 38–39
Пояс Койпера 19, 42

астродинамика 15
астрология 10–11, 74
астролябия 79–81
астронавты 25
астрофизика 86–87
афелий 16
балдж 59
болиды 40–41, 95
Большой взрыв 68

величина звездная 48, 78
всемирного тяготения закон 14–16
галактики 58–67

отдельные

M33 65
M74 58
M87 58
NGC 1232 59
NGC 2207 66
NGC 2403 45
NGC 2997 61
NGC 4038 67
NGC 4039 67
NGC 4881 58
Большое Магелланово Облако
59, 62, 64–65, 119
Водоворот M51 66
Малое Магелланово Облако
59, 62, 64–65, 119
Млечный Путь (Галактика) 14,
18, 59–61, 64–66, 85, 100,
104, 107, 110, 118–119
Секстант А 59
Сомбреро (M104) 102
туманность Андромеды (M31)
53, 62, 64–65, 110–111
Центавр А (NGC 5128) 67

типы

неправильные 59
спиральные 58–60
эллиптические 590

гелиоцентрическая система мира 82
геоцентрическая система мира 82
Герцшпрунг–Рассела диаграмма 87
глобусы звездные 7–8, 76, 78–80, 97
гномон 76
гороскоп 10
гравитация 14–15, 18, 25
единица астрономическая (а. е.) 24
затмение 10, 47, 77–78
звездопад 41
звезды 44–45

отдельные

40 Эрида 49
51 Пегаса 52–53
61 Лебеда 106
Алголь (бета Персея) 115, 117
Алиот (эпсилон Большой
Медведицы) 80
Альдебаран (альфа Тельца) 49,
56, 114, 116
Алькор (80 Большой
Медведицы) 98
Альгаир (альфа Орла) 104, 106
альфа Геркулеса 106



альфа Гончих Псов 103
альфа Рыб 108–109
Альферац (альфа Андромеды)
108
Антарес (бета Скорпиона) 49,
107
Арктур (альфа Волопаса) 49,
100, 103
Ахернар (альфа Эрида) 113,
118–119
Беллатрикс (гамма Ориона) 112
Бенетнаш (эта Большой
Медведицы) 80, 98
бета Льва 101
Бетельгейзе (альфа Ориона)
49, 112, 116
Вега (альфа Лиры) 49, 104
Виндемиатрикс (эпсилон
Девы) 101
Вольф 457, звезда 49
гамма Андромеды 108
дельта Возничего 117





Денеб (альфа Лебеда) 63, 104, 106
 дзета Геркулеса 106
 дзета Тельца 116
 Дубхе (альфа Большой Медведицы) 80



Канопус (альфа Киля) 49, 119
 Капелла (альфа Возничего) 115, 117
 Кастор (альфа Близнецов) 114, 117
 Квадрат Пегаса 108
 Квинтет Стефана 66
 Козлята (эпсилон, дзета, эта Возничего) 115

Лейтена звезда 49
 Летний треугольник 104
 Летящая Барнарда звезда *см.*
 Проксима Змееносца
 Мегрец (дельта Большой Медведицы) 80
 Мерак (бета Большой Медведицы) 80
 Мира (омикрон Кита) 49, 110–111
 Мицар (дзета Большой Медведицы) 80, 98
 ню Андромеды 52–53, 110
 омикрон Девы 53
 омикрон Кита *см.* Мира
 Поллукс 114, 117
 Полярная (альфа Большой Медведицы) 6–7, 64, 76, 97–99
 Проксима Змееносца 107
 Проксима Центавра 44, 118
 Процион (альфа Малого Пса) 113
 Регул (альфа Льва) 49, 101–102
 Ригель (бета Ориона) 116
 сигма Льва 101
 Сириус (альфа Большого Пса) 45, 75, 102, 113, 116–117, 119
 Спика (альфа Девы) 101–102
 тау Кита 110–111
 Толиман (альфа Центавра) 118
 Фекда (гамма Большой Медведицы) 80
 эта Геркулеса 106

типы

белые карлики 44–45, 117
 голубые гиганты 48
 двойные 50, 106, 117
 желтые карлики 48
 красные гиганты 44–45, 48, 106, 116
 красные карлики 48, 107
 красные сверхгиганты 98, 107
 нейтронные 45, 49, 92
 новые 78, 99
 переменные 50
 цефеиды 50, 55, 58, 99, 117
 пульсары 45
 сверхгиганты 106, 110
 сверхновые 45, 92, 107

зенит 8
 зиккурат 74
 Зодиак 8–11
 календарь 72–73

каталоги звездные 78–79, 83, 85, 107, 110
 зиджи 80
 квадрант 83
 квазары 102–103
 кометы 40–42, 94–95
 комета Галлея 40
 конвекция 46–48
 координаты небесные 7–8
 коронограф 47
 космонавты 90
 Луна *см.* Спутники
 луноход 25, 90
 малые тела Солнечной системы 18, 38–39
 Местная группа (Местное скопление) галактик 65–66
 Метагалактика 66
 метеориты 20–21, 40–41
 Тунгусский 41
 метеоры 40–41, 95
 механика небесная 15
 Млечный Путь *см.* Галактики
 обсерватории 73, 80–83, 85, 91–92, 94
 Берлинская 85
 Гринвичская 85
 Кенигсбергская 116
 Королевская Парижская 85
 космические 91–92
 Марагинская 80–81
 Московская 85
 Пулковская 87
 Стоунхендж 73
 Улугбека 80
 Флагстаффская 36
 «Чандра» 92
 орбита земная 8, 12–13
 ось земная 6–7, 12–13, 24, 76
 перигелий 16
 планеты 9–10, 15–16, 18–37, 52–53

Солнечной системы

Венера 9–10, 19, 22–23, 28
 Земля 6–9, 12–15, 18–20, 22, 24–26, 28–30, 38–41, 61, 90
 Марс 9–10, 19, 22, 26–27, 38, 42, 75, 94
 Меркурий 9, 10, 19, 20–21, 31, 36, 39, 75
 Нептун 19, 30, 34–36
 Большое Темное Пятно 35
 Плутон – карликовая планета 19, 20, 36, 42
 Сатурн 9–10, 19, 29–31, 34, 75
 Уран 19, 30, 32–33, 35–36
 Фэзтон 39



ДЛЯ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

**Житомирский Сергей Викторович
Итальянская Елена Германовна
Лапина Ирина Константиновна
Маркова Светлана Николаевна
Пономарева Валентина Леонидовна**

АСТРОНОМИЯ

Энциклопедия

Иллюстрации Н. В. ДАНИЛЬЧЕНКО, М. О. ДМИТРИЕВА, О. В. ЖИДКОВА, О. А. КОЛЕСНИКОВОЙ,
Е. А. КОМРАКОВОЙ, Н. С. КРАСНОВОЙ, А. Н. ОРЛОВА, О. К. ПАРХАЕВА, А. Н. ПОЗИНЕНКО, А. Г. ПРОСКУРЯКОВА,
А. Н. САВЕЛЬЕВА, А. М. САМОРЕЗОВА, А. В. СВЕРБУТЫ, Н. В. СУЧКОВОЙ, И. В. ЧИЛИНГАРЯНА

Дизайн В. В. ФЕДОРЧЕНКО
Принципальный макет Л. Д. АНДРЕЕВА
Обложка В. В. ФЕДОРЧЕНКО

Ответственный редактор Е. В. ШИРОНИНА
Художественный редактор О. В. КУЛИКОВА
Корректор Л. А. ЛАЗАРЕВА

Издание подготовлено в компьютерном центре издательства «РОСМЭН».

Подписано к печати 10.11.10. Формат 84×108^{1/16}. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура Баскервиль.
Усл. печ. л. 13,44. Заказ № 1002391.

ЗАО «РОСМЭН-ПРЕСС».

Почтовый адрес: 127018, Москва, ул. Октябрьская, д. 4, стр. 2. Тел.: (495) 933-71-30.

Юридический адрес: 129301, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 23, стр. 1.

*Наши клиенты и оптовые покупатели могут оформить заказ, получить опережающую информацию
о планах выхода издания и перспективных проектах в Интернете по адресу: www.rosman.ru*

ОТДЕЛ ПРОДАЖ:
(495) 933-70-73; 933-71-30;
(495) 933-70-75 (факс).



Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленного электронного оригинал-макета
в ОАО «Ярославский полиграфкомбинат»
150049, Ярославль, ул. Свободы, 97

Житомирский С. В., Итальянская Е. Г. и др.

Ж74 **Астрономия: Энциклопедия. – М.: ЗАО «РОСМЭН-ПРЕСС», 2011. – 128 с.**

Энциклопедия откроет для читателей дверь в мир астрономии – древней науки о звездах и планетах, в наше время переживающей буквально второе рождение. Основы астрономической науки изложены в энциклопедии понятным и доходчивым языком, она иллюстрирована замечательными рисунками из старинных атласов, современными картами звездного неба, фотографиями, выполненными орбитальным телескопом, и красочными схемами.

ISBN 978-5-353-01868-1

УДК 087.5
ББК 22.6
© ЗАО «РОСМЭН-ПРЕСС», 2008

«РОСМЭН»

АСТРОНОМИЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

Энциклопедия откроет читателям дверь в мир астрономии – науки о звездах. Книга иллюстрирована замечательными рисунками из старинных атласов, современными картами звездного неба, фотографиями, выполненными орбитальным телескопом.

В серии выходят книги:



ISBN 978-5-353-01868-1



9 785353 018681