

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3	Нептун	142
		Карликовые планеты	146
		Плутон	148
		Эрида	150
ПУТЬ К ЗВЕЗДАМ.....	6	Хаумеа	151
		Макемаке	152
		Церера	152
Зарождение науки астрономии	7	Седна	154
Междуречье и Древний Египет	7	Квавар	155
Древняя Греция	13	Орк	156
Арабская астрономия	20	Гун-гун	157
Европа	23	Астероиды	158
Телескопы – от древности до наших дней	34	Кометы	161
Астрономия в наши дни	39	Метеороиды	163
Человек на орбите	39	Пояс Койпера	166
Астрономические инструменты и обсерватории	51	Область рассеянного диска	168
Космические исследования	60	Облако Оорта	169
Астрономы	67	Вселенная	171
Есть ли жизнь во Вселенной?	71	Структура Вселенной	173
Карты звездного неба	80	Размеры Вселенной	175
Небесная сфера	80	История вселенной	177
Как работать с картами звездного неба	84	Расширение Вселенной. Большой взрыв	178
Карта Северного полушария неба	86	Темная материя – призраки Вселенной	183
Карта Южного полушария неба	93	Рождение звезд и галактик	185
		Космические туманности	188
СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА.....	99	Происхождение туманностей	191
		Свечение туманностей	197
Строение солнца	102	Столпы Творения в туманности Орел	202
Планеты земной группы	104	Самая холодная космическая туманность	204
Меркурий	104		
Венера	110		
Земля	114	ЗВЕЗДЫ.....	205
Марс	121		
Планеты-гиганты	127	Сколько звезд на небе?	207
Юпитер	128	Звездные населенные (популяции)	208
Сатурн	133	Спектральные классы звезд	210
Ледяные гиганты	138	Классы светимости звезд	212
Уран	139	Звездная величина	212

Эволюция звезд	215
Молодые звезды	220
Главная последовательность звезд	221
Коричневые карлики	222
Желтые и оранжевые карлики	223
Красные карлики	225
Звезды после главной последовательности	227
Красные гиганты	228
Красные сверхгиганты	229
Сверхновые и гиперновые	230
Голубые карлики	232
Белые карлики	232
Нейтронные звезды	233
Черные дыры	234
Переменные звезды	237
Затменно-переменные звезды	237
Пульсирующие переменные звезды	239
Звездные скопления	240
Млечный Путь	242
Галактики и скопления галактик	243
Открытие галактик	243
Классификация галактик	244
Скрытая масса галактик	244
Взаимодействующие галактики	245
Эллиптические галактики	246
Спиральные галактики	246
Линзовидные галактики	247
Неправильные галактики	247
Карликовые галактики	248
Галактики с активными ядрами	249
Скопления галактик	251
Квazarы	251
Гравитационные линзы	252
Галактика Андромеды	253
Галактика Треугольника	254
Галактики Антенны	255
Галактика Кентавр А	256
Квintет Стефана	256
Планетные системы Вселенной	257
Экзопланеты	259
Поиски внеземных цивилизаций	263

ВВЕДЕНИЕ

Вселенная — это не только невероятно увлекательное и захватывающее пространство, но и масса безграничных возможностей для изучения и многочисленных исследований. И несмотря на то, что современные люди все еще так мало знают о космосе и галактике, изучать эту тему люди начали за несколько десятков веков до наших дней. Нам до сих пор не удалось освоить и самой малой части тех тайн, которые хранят в себе необъятные просторы вселенной. Однако это совсем не является преградой, а наоборот — дополнительным стимулом к проведению исследований. Такая наука, как астрономия — наука, изучающая эволюцию вселенной и всего, что с ней связано — не прекращает свое развитие и по сей день. Люди, занимающиеся изучением космоса, раз за разом находят все новые и новые увлекательные явления, подталкивающие человечество еще на один шагок ближе к пониманию того, что представляет из себя космос и галактика. Именно об этих замечательных и интересных открытиях и пойдет речь в книге.

Что стоит за образованием вселенной, какие причины послужили этому и как именно зародилась знакомая нам галактика — все эти вопросы до сих пор остаются загадкой для ученых со всего мира. Только представьте себе существование чего-то настолько обширного, что может вместить в себя разом все галактики и планеты, все звезды и все



космическое пространство! Подобные мысли и идеи завораживают и привлекают людей уже множество веков. А теперь вспомните о том, что вселенная постоянно претерпевает изменения и преобразается.

На самом деле, сейчас мы можем только догадываться о том, что скрывается за пределами нашей солнечной системы, как выглядят другие галактики и другие, наиболее далекие от нас части вселенной. Однако того, что нам уже известно, тоже немало. И несмотря на то, что нам пока что не удастся узнать, что может еще находиться в космосе, знаний об астрономии даже сейчас достаточно много, и они определенно стоят того, чтобы углубиться в эту удивительную науку.

ПУТЬ К ЗВЕЗДАМ

ЗАРОЖДЕНИЕ НАУКИ АСТРОНОМИИ

Междуречье и Древний Египет

Астрономию можно назвать одной из самых древних наук, существующих в мире. А все потому, что ее изучение продолжается на протяжении шести тысяч лет. Небесными телами люди интересовались всегда и во все времена: это можно понять по тем обрывкам записей, сохранившихся до наших дней со времен древнейших цивилизаций. Уже тогда люди активно изучали явления, связанные с изменени-

ями дня и ночи или сменой лунных фаз. Это побудило их на поиски закономерностей. Так появились первые календари и механизмы, с помощью которых можно было определить время. Стоит упомянуть, что наиболее ранние упоминания явлений, связанных с астрономией, дожившие до наших дней, датируются XXV-XXIII веком до нашей эры. Религиозный памятник с названиями некоторых небесных тел, на котором и находились те самые записи, дает нам прекрасную возможность удостовериться в том, насколько давно люди начали интересоваться этой темой.



Астролябия. Один из древнейших астрономических инструментов, служит для измерения горизонтальных углов и определения широт и долгот небесных тел. Один из видов - сферическая астролябия.



Звездный диск из Небры

Звездный диск из Небры – это бронзовый диск, на котором золотом изображаются небесные тела и звезды. Найденный в Германии в 1999 году, он по сей день считается одной из наиболее загадочных археологических находок. Ученые предполагают, что это не только украшение, но и астрономический прибор, с помощью которого в древности вычисляли затмения. Находка датируется около 1600 года до н.э.

Однако несмотря на то, как тщательно и достоверно древнейшие цивилизации пытались изучить явления, связанные с астрономией, избежать некоторых неточностей и заблуждений им, конечно, полностью не удалось. К примеру, несмотря на то что им успешно удалось понять закономерности и причины смены времен года, связанные с движением небесных тел, оградить себя от суеверий, связанных с этим фактом, было достаточно сложно. Подобные новые для изучения и необычные явления не только интриговали, но и вызывали некоторые опасения. Это послужило фундаментом для появления множества заблуждений: астрономические явления многие люди стали связывать с появлением новых болезней или войн, ухудшением урожая или других личных неудачах. Это породило целое новое ответвление науки — астрологию, которой многие руководствуются и по сей день.

Если говорить о том огромном пути, который уже успела проделать астрономия, то, конечно, стоит начать

с Древнего Египта и Междуречья. В основном в Древнем Египте продвигалась идея геоцентризма, а собственных научных открытий люди сделали тогда не очень много. В основном им приходилось опираться на знания вавилонских и шумерских ученых-жрецов. Одним из важнейших небесных тел в те времена считался Сириус — он был предвестником нового года и отличным ориентиром начала разлива Нила для египтян. Это событие считалось одним из самых главных в году, а Сириус, появлявшийся на небе за несколько недель до его наступления, стал ассоциироваться у древних жителей именно с таким явлением, что и придало звезде особую важность. По сути, подобные наблюдения среди людей, занимающихся сельским хозяйством, и стало одним из первых шагов к появлению самой науки астрономии.

На территории Древнего Египта местным жителям удалось составить не только около 45 созвездий, но и узнать, что такие планеты, как Меркурий и Венера, вращаются вокруг Солнца. А также они стали первы-



ми, кто сумел разработать звездные календари — деканы, — по которым можно было определять время с помощью небесных тел. Это произошло примерно в период с 2052 по 1786 гг. до нашей эры, во времена Среднего царства. Чуть позже подобные деканы, диагональные звездные календари, стали неотъемлемой частью астрономической литературы, в которой небесные тела уже стали сравнивать с богами, влияющими на судьбу людей. Подобные поверья людей Древнего Египта также повлияли и на развитие древнегреческой астрономии в последствии.

Таким «богам» даже давали имена, и эта практика стала популярна также и у жителей Междуречья. Они стали тщательнее исследовать небесные тела, предполагая, что это поможет им влиять на свою судьбу

и волю божественных созданий. Так Солнце нарекли именем Уту, Луну — Нанна, а Венеру — Инанна. Это были три главных небесных божества, наблюдения за которыми проводились постоянно и без остановки. Однако было и несколько других небесных тел, которые также интересовали древних жителей. К примеру, во времена процветания Вавилона Солнцу уже дали другое имя — Шамаш. Луну стали называть Син, а Венеру — Иштар. Идея господства божественных небесных сил настолько хорошо прижилась среди людей того времени, что от них по мнению многих зависело не только качество урожая, погода и смена времен года, но и судьбы людей в целом.

Однако несмотря на многие заблуждения, ученым Междуречья, зародившегося в конце четвертого тысячелетия до нашей эры, удалось сделать



Пирамида Хафры и Великий Сфинкс на плато Гизы. Предположительно пирамида возведена в середине XXVI столетия до н. э., высота ее 143,9 м. К. Спенс, египтолог, убежден, что жители Древнего Египта ориентировали свои сооружения по звездам Мицар и Кохаб, созвездия Большой и Малой Медведиц. Три пирамиды и Сфинкс характеризуются размерами, весом, величиной и взаимными расстояниями, соответствующими данным показателям Венеры (пирамида Хеопса), Земли (пирамида Хафры) и Марса (пирамида Микерина). Сфинкс соответствует Солнцу. Но зачем древние зодчие закладывали астрономические параметры в план архитектурного строительства, пока ученые могут только догадываться.



и достаточное количество достоверных открытий. Именно они сумели заложить основы множества современных наук, включая и астрономию.

Междуречье основали шумеры в долине рек Тигр и Евфрат, а их знания в последствии переняли многие другие народы, такие как вавилоняне, касситы, аккадцы, ассирийцы и греки. Это касается и многих открытий в области астрономии. Изначально наблюдение за звездным небом и космосом использовали только для того, чтобы влиять на качество урожая и находить наилучшее время для посева и сбора, предотвращать порчу растений из-за стихийных бедствий. Для этого строились необычные храмы, зиккураты, а работали в них специально обученные жрецы. Тогда же в их записях и начали появляться некоторые знакомые нам созвездия, к примеру, Близнецы, Скорпион или Лев. Однако некоторые из них сильно отличались, полностью уйдя из астрономии в последствии или изменив свои значения. Созвез-

дие Большой Ласточки позже начало называться Рыбами, а в Колеснице люди увидели Большую Медведицу.



Рисунок на печати, Шумерское царство

На рисунке можно увидеть схематичное изображение Солнечной системы (названия планет современные). Исследователи утверждают, что все, на чем основана современная астрономия, появилось еще в Междуречье. Шумерам были знакомы понятия небесной сферы, зенита



и горизонта, деление круга на 360 градусов. Они знали о траекториях планет, движущихся вокруг Солнца, объединяли звезды в созвездия и давали им названия, от которых пошли названия современных зодиакальных созвездий. Более того, шумеры применяли число 12 к зодиаку и обозначению временных отрезков, они изобрели календарь, послуживший основой для всех последующих календарей.

В то же время начали появляться и первые календари, каждому из которых отводилось определенное созвездие. Сделано это было для того, чтобы люди могли, посмотрев на небо перед восходом Солнца, определить, какой именно месяц приближается. Есть вероятность, что подобные обозначения несут также и какое-то религиозное значение, помогающее следить за судьбой. Также чуть позже ученые Междуречья создали специальные таблицы, по которым можно было определить примерное время дня по теням. Все солнечные и лунные затмения, дни солнцестояний и разные фазы Луны, появление комет и метеоритов также были подвержены слежке и записям древних ученых. Они фиксировали буквально все, что им удавалось увидеть и изучить с учетом достаточно ограниченных возможностей, но даже эта информация была достаточно обширной и разнообразной. И хоть на сегодняшний день не сохранилось никаких инструментов или приборов, которые они использовали, за редким исключением, однако отрицать или приуменьшать их вклад в развитие астрономии было бы неправильно.

Древняя Греция

Древнюю Грецию можно по праву считать той цивилизацией, которая привнесла один из наибольших вкладов в развитие астрономии. Даже сейчас, спустя несколько десятков веков, их знания и открытия используются в современной науке. К примеру, именно им удалось при-

думать названия многих созвездий, которыми мы пользуемся и по сей день. Даже само название науки астрономии пришло к нам именно из Древней Греции. Также не стоит забывать и об обозначениях планет, самой галактики и космоса.

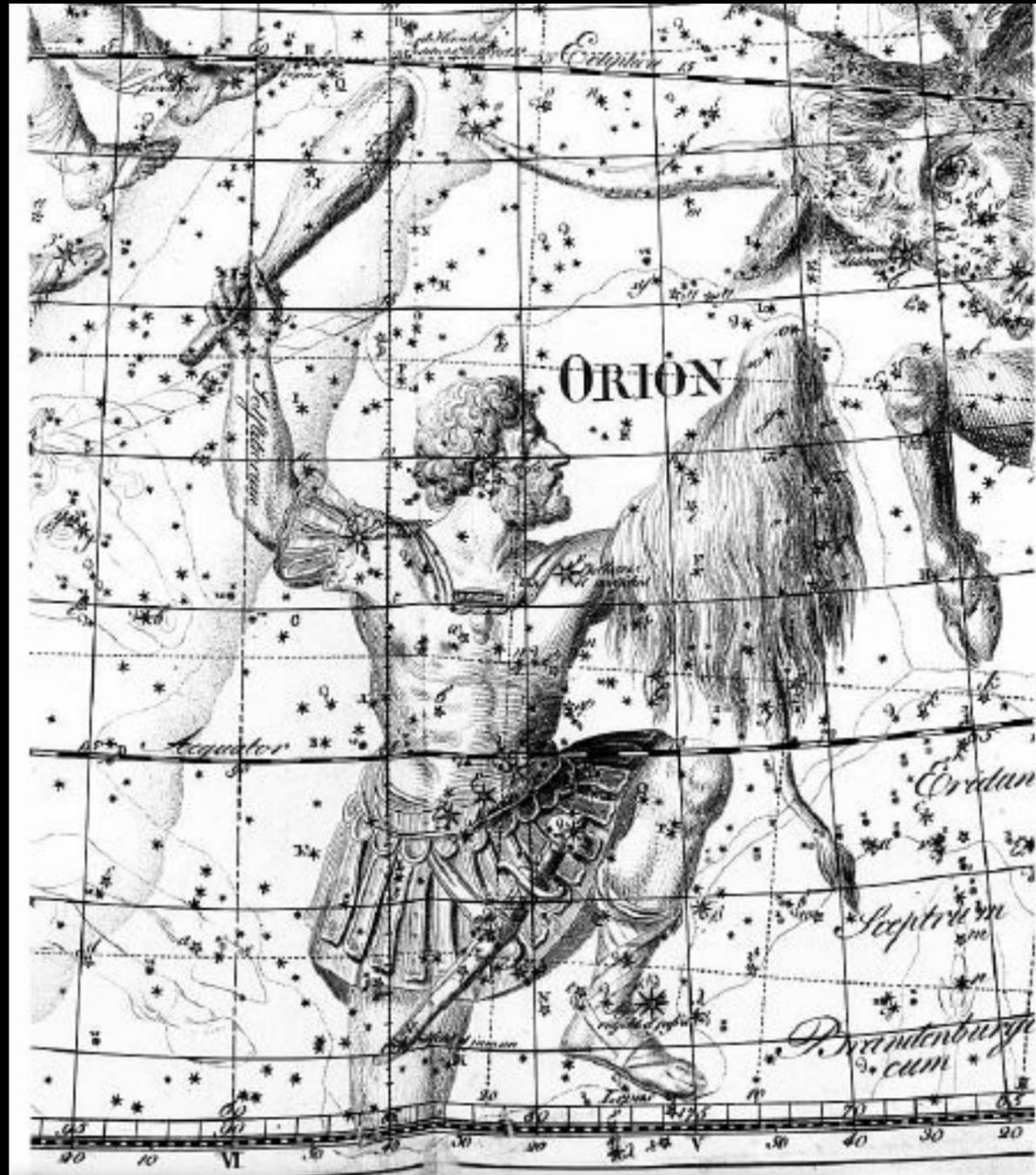
Однако без заблуждений здесь, конечно, тоже не обошлось. Основным из них можно считать миф о пло-



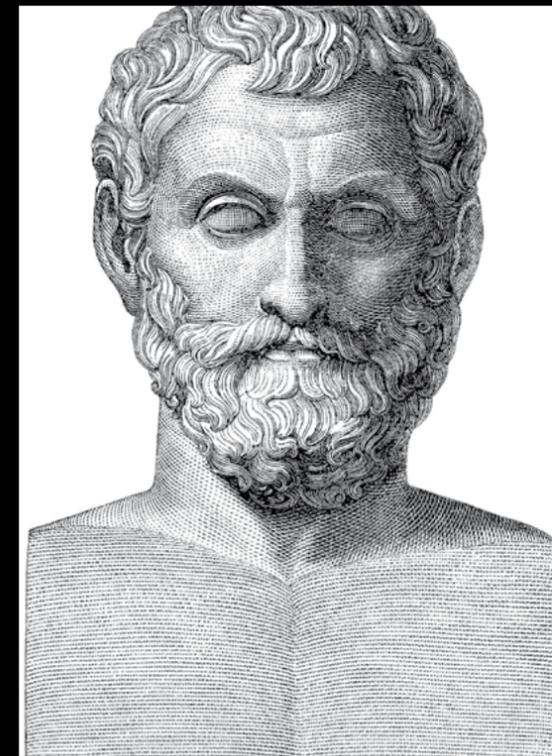
Гномон мечети Джебзар Паша в Акко. Наиболее знаковым изобретением древних людей считается гномон. С помощью него было достаточно легко определить примерное время суток: делалось это посредством наблюдения за тенью, которую отбрасывал длинный перпендикулярный шест.

ской Земле, который стал наиболее популярным у древнегреческих ученых и обычных жителей. Несмотря на некоторые различия в разных версиях этой теории, все ее сторонники сходились во мнении о том, что Земля имеет плоскую форму, а весь континент со

всех сторон окружен одним большим океаном. И конечно же, планета, по их мнению, была полностью неподвижна. Идею о движении Земли вокруг любого другого космического объекта могли счесть не только глупой, но и принижающей их религию.



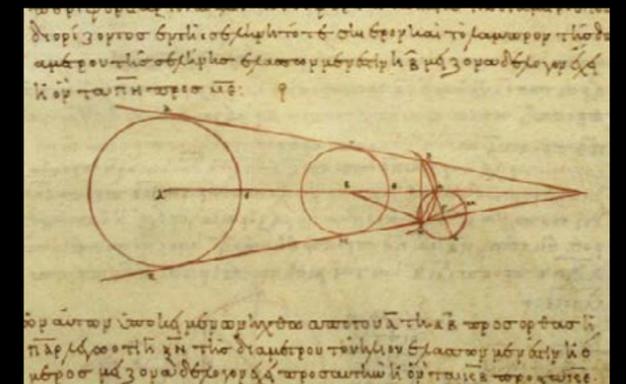
Созвездие Ориона — одно из самых первых созвездий, упоминаемых в древнегреческой литературе (Гесиод, поэма «Труды и дни»).



Посмертный портрет Фалеса Милетского работы Вильгельма Мейера, основанный на бюсте IV века. Фалес Милетский — древнегреческий ученый, которого называют «отцом философии». Собственные его труды практически не сохранились. По трудам последователей можно предположить, что Фалес считал воду началом всех вещей, Космос — живым существом, местом обитания божественных сил. Земля, по Фалесу, плоская, плавает в центре Мирового океана. Солнце и Луна объезжают небо на кораблях.

Поэтому мысль о том, что наша планета является центром Вселенной, укоренилась в умах жителей Древней Греции очень надолго. Конечно, были и те, кто не поддерживал общепринятые суждения и пытался оспорить. Среди таких ученых наиболее известными в наше время, пожалуй, являются Платон и Аристотель, которые отстаивали свои убеждения о форме планеты. Однако был еще по крайней мере один человек, решивший усомниться в подобном устройстве Вселенной. Ему-то и принадлежала первая теория, гласившая, что Земля на самом деле движется вокруг Солнца. Этого человека звали Аристарх Самосский. Несмотря на то, насколько мало сведений о нем дошло до наших времен — сохранилась лишь одна его книга под названием «О размерах Солнца и Луны и расстояниях до них» и несколько других упоминаний в записях

ученых Александрийской школы, — его труды привнесли достаточно большой вклад в развитие астрономии. Как уже было понятно из названия его книги, больше всего ученого интересовали космические тела. Он пытался изучить и определить не только расстояние между Землей и другими небесными объектами, но и их реальные размеры.



Схема, поясняющая определение радиуса Луны по методу Аристарха (византийская копия X века)

В отличие от пифагорейцев, которые основывались преиму-

ственно на своих личных предположениях и совершили массу ошибок в своих расчетах, Аристарх выбрал более правильный метод для изучения небесных тел. Его в первую очередь привлекли различные фазы Луны, на которых ученый и решил сосредоточиться.



Наблюдение за спутником нашей планеты и правильный способ измерения расстояния до него помогло



В честь Аристарха были названы лунный кратер, астероид и аэропорт на острове Самос – Родине ученого.

Еще одним не менее выдающимся ученым, сделавшим массу открытий на благо астрономии, стал Гиппарх Никейский. Его считают отцом научной

ему получить наиболее точные цифры, а также внести весомый вклад в астрономию. Однако его постигла достаточно печальная судьба: его достижения — а именно гелиоцентрическую теорию о том, что наша планета вращается вокруг своей оси, объясняя таким образом смену дня и ночи, и совсем не является центром Вселенной — в то время так и не были признаны, а самого Аристарха изгнали из города, в котором он провел большую часть своей жизни. Лишь спустя два тысячелетия людям все-таки удастся разглядеть в его записях зерно истины и принять идею гелиоцентризма.

астрономии, а достижения Гиппарха по праву можно считать намного более весомыми и превосходящими многих ученых не только до, но

и после его жизни. Несмотря на то, что в его жизни тоже присутствовали некоторые заблуждения — к примеру, он придерживался теории о неподвижности земного шара, — ему все же удалось сделать несколько достаточно точных и важных открытий. Одним из главных его достижений, пожалуй, можно назвать таблицы положений Солнца и Луны, помогающие предсказывать время затмений с разницей в несколько часов. Гип-

парху также удалось установить на удивление точные координаты более чем 800 звезд и разделить их на группы, став основателем системы звездных величин. Несмотря на то, что эта система к нашему времени немного видоизменилась, люди пользуются ей и по сей день. Еще одним значимым открытием Гиппарха по праву считается система координат — широта и долгота, — и построение карт по сетке меридианов и параллелей.



Гиппарх использовал для наблюдений равноденствий особый инструмент — экваториальное кольцо. Когда солнце находится на экваторе, в точках равноденствий, тень падает на прибор.

У Гиппарха было и некоторое количество последователей, одним из которых стал Клавдий Птолемей. Ему принадлежит такой научный труд, как «Альмагест» — «Великое построение», — который считается чуть ли не самым значимым в истории всего древнего мира. В нем он подробно описал не только все открытия и исследования, сделанные его предшественниками в области астрономии, но и уделил особое внимание геоцентрической теории. Также нашлось место и для описания системы, по которой, с его точки зрения, работают все небесные тела. Конечно, все его записи об этой системе были в большей степени основаны на трудах Аристотеля. Центром и самой важной частью там является наша

планета Земля, а все остальные лишь движутся вокруг нее. Вся Вселенная в их представлении была ограничена лишь огромной небесной сферой, которая и обеспечивала то самое вращение окружающих космических объектов. Его система подразумевала, что чем дальше от Земли находится та или иная планета или звезда, тем медленнее происходит ее движение. Именно этим, по его мнению, и обуславливалось то, как происходят солнечные затмения: все дело в более быстром движении Луны по сравнению с Солнцем, которое находилось дальше от земного шара. Именно эта система и стала основной и наиболее правильной для людей того времени, пока все не изменилось с наступлением XV века.



Гиппарх (слева, держит звёздный глобус) и Птолемей. Деталь «Афинской школы» Рафаэля.

Наибольшее количество открытий в области астрономии в то время принадлежали именно Платону и его ученикам. Помимо того, что он придерживался достоверной теории о шарообразности Земли, ему также удалось доказать и округлую форму нашего спутника. Ему удалось прийти к такому выводу за счет теневых участков Луны — их неровность и кривизна дали Пифагору возможность выдвинуть подобную научную теорию. Соответственно, как утверждал ученый, Земля также является шарообразной. Ему также принадлежат и слова о том, что свечение Луны совсем не является ее собственным, и его можно считать лишь отражением солнечных лучей.



Также не стоит забывать и о таком значимом для астрономии человеке, как Пифагор. Он, как и многие его ученики и последователи, был сторонником идеи о существовании Гестии, Центрального огня Вселенной, вокруг которого вращались все планеты. Такой ход мышления называли пироцентрической системой устройства Вселенной. Однако чуть позже последователи Пифагора все-таки разбились на два лагеря: первые полностью придерживались его учения, а вторые начали сомневаться в правдивости подобного мироустройства и стали приверженцами теории о шарообразной Земле. Важно отметить, что среди тех, кто отверг теорию Пифагора, был Платон, один из наиболее знаменитых философов того времени.

Чуть позже последователю Платона удалось получить на удивление близкий к действительности результат, когда тот высчитывал приблизительную окружность земного шара. Подобной точности ему удалось достичь, совместив изученные ранее исследования приверженцев теории о шарообразной планете со своими собственными вычислениями и знаниями. Погрешность составляла всего лишь около 70 километров.

Еще одну инновационную теорию

для того времени высказал Филолай, последователь учения Пифагора. Именно ему принадлежали слова о том, что Земля совсем не является центром Вселенной, а движется также, как и все остальные планеты. Ему казалось, что в середине нашей Солнечной системы находится центральный огонь, который совсем не являлся Солнцем. Однако эта теория была значительно ближе к действительности, чем те мысли, которых придерживались ученые до этого.

Приблизительно в это же время в Древней Греции возникла теория планетных движений. Ее автором стал Евдокс Книдский, который помимо астрономии успешно развивался во многих других направлениях, будь то медицина или география. В своей гипотезе гомоцентрических сфер, движущихся вокруг одного общего центра, он попытался наглядно показать движение небесных тел. Чуть позже один из его учеников, Каллипп, модифицировал и усовершенствовал научное исследование своего предшественника, чтобы соответствие с реальным движением небесных тел было еще более достоверным и точным. Однако до наиболее цельного и связанного воедино результата это исследование довел Аристотель.

Арабская астрономия

Чуть позже астрономическими исследованиями начали интересоваться и в арабских странах. Самым известным ученым из них, пожалуй, можно по праву считать Улугбека, который не только был состоял в родственных связях с одним из лучших полководцев, но и взял на себя обязанности правителя Мавераннахра. Стоит уточнить, что именно во времена правления Улугбека столица этой территории приобрела статус

научного центра для всего мира, а также была построена школа, дающая возможность развиваться самым выдающимся ученым того времени, углубившимся в такие науки, как математика или астрономия.

Наверное, самым значимым достижением Улугбека можно считать его «Новые астрономические таблицы», которые он составил, изучив множество различных трудов своих предшественников и сумев развить свои математические способности.



Улугбек (полное имя Мухаммед Тарагай ибн Шахрух ибн Тимур Улугбек Гураган) — государственный деятель, правитель тюркской державы Тимуридов, сын Шахруха, внук Тамерлана. Известен как выдающийся математик, астроном, просветитель и поэт своего времени, также интересовался историей и поэзией. Основал одну из важнейших обсерваторий средневековья.

В его записях можно было найти не только объединенные знания об анатомии, доступные людям на тот период времени, но и звездные координаты. Его таблицы были настолько информативными и точными, что ими заинтересовались даже в Европе, Индии и Китае, а Оксфордские ученые изъявили желание издавать труды Улугбека самостоятельно.

Однако не только изучение записей его предшественников помогло Улугбеку в углублении своих астрономических знаний. Еще одним важным шагом на пути к успеху стало построение обсерватории в Самарканде, датированное 1428 годом. Это здание было достаточно необычным для своего времени: с помощью уникальных

приспособлений, находившихся внутри, можно было без труда устанавливать точные координаты небесных светил. Именно благодаря подобной конструкции в трудах Улугбека можно найти 1018 различных координат, относящихся к космическим объектам, а также длина астрономического года, которая, по его словам, составляла 365 дней 6 часов 10 минут и 8 секунд. Несмотря на незначительную погрешность, это достижение можно по праву считать прорывом в средневековой астрономии. Также не стоит забывать и о его тригонометрических таблицах. Улугбек был первым человеком в истории, кому удалось вычислить значение синуса одного градуса с точностью до восемнадцатого знака после запятой.

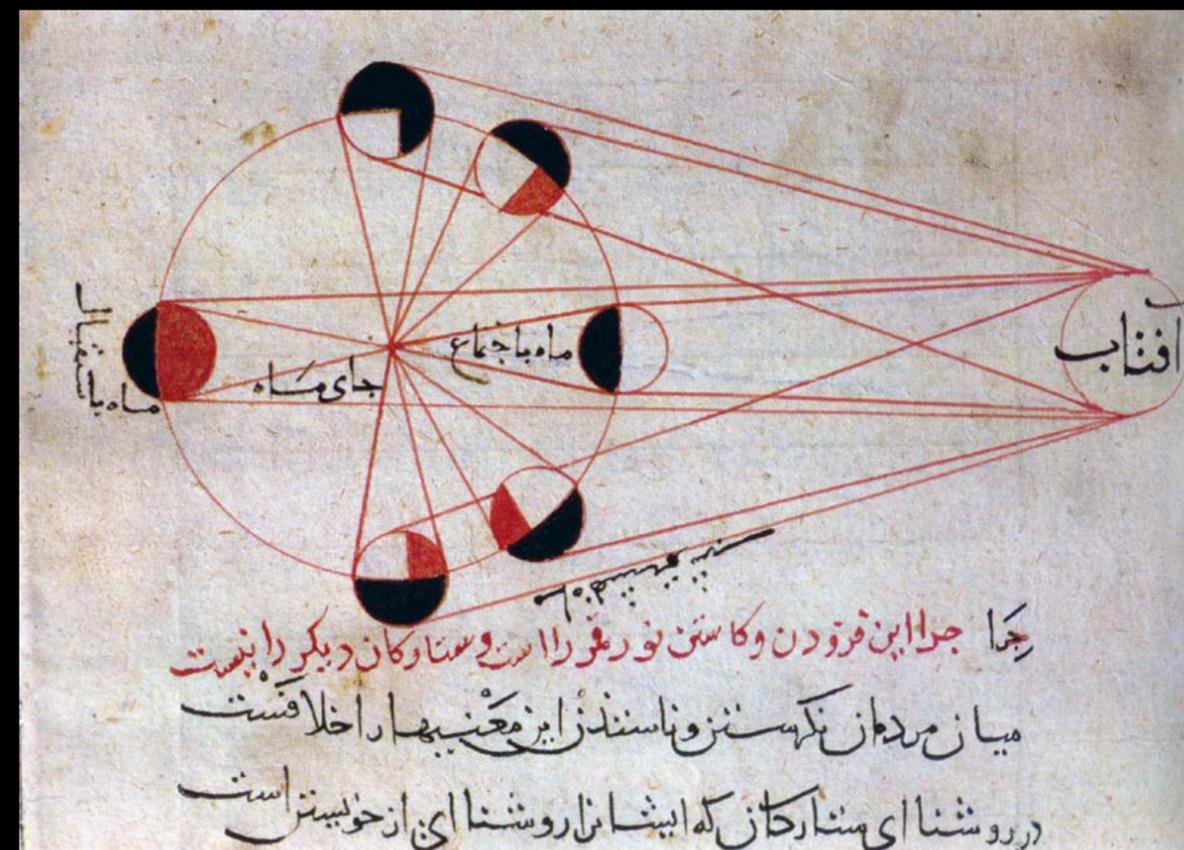


Иллюстрация из книги аль-Бируни на персидском языке. Показаны различные фазы Луны

Однако не стоит забывать и об еще одном выдающемся ученом, жившем в арабских странах. Его имя Аль-Бируни, и основным достижением, автором которого числится этот человек, пожалуй, можно считать изучение Млечного Пути. В своих сочинениях он, помимо этого, рассматривал возможность движения Земли вокруг Солнца, что все еще было достаточно непривычным взглядом для тех лет. Ему принадлежит гипотеза о схожести Солнца с другими звездами: Аль-Бируни казалось, что они имеют слишком много схожестей между собой, особенно если сравнивать с небесными телами, не испускающими свет — планетами. Всю эту информацию люди могли найти в его книгах. Помимо одного из самых известных его трудов, «Книга вразумления начаткам науки звезд», в которой рассматривались лишь основы астрономии, было также написано свыше 45 сочинений. Своим самым главным трудом он считал «Канон Масуда по астрономии и звездам». Именно там находились все самые смелые его теории и самые громкие научные открытия, будь то радиус земного шара или изучение возможности тяготения между планетами, лунные и солнечные затмения. Однако несмотря на достаточно большой прорыв в науке, произошедший благодаря арабским ученым, подобные научные исследования и открытия продолжали быть интересны общественности лишь до XV века. Позже ажиотаж вокруг изучения Вселенной начал постепенно угасать, а обсерватория, которую построил Улугбек, и вовсе разобрали на кирпичи, оставив лишь его упоминания в средневековых записях.



Средневековая арабская астролябия — один из древнейших астрономических инструментов для измерения горизонтальных углов и определения широт и долгот небесных тел, принцип работы основан на стереографической проекции.

Европа

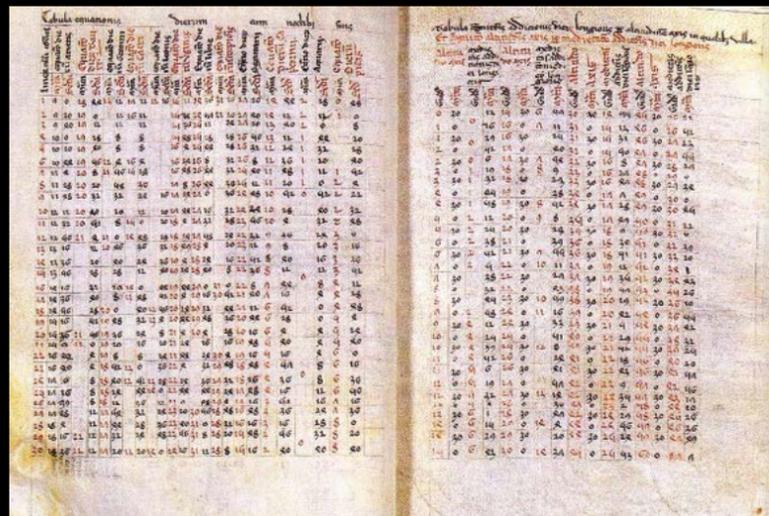
Когда речь идет о европейских странах, стоит в первую очередь понимать, что с VIII века над ними обрели большое влияние арабские завоеватели, а потому все науки, включая астрономическую, продолжают свое развитие, исходя из исследований и теорий арабских ученых. Большая заинтересованность жителей Европы в изучении космического пространства также побуждала их идти на контакт с арабами. Одними из первых арабских трудов, переведенных на другие языки, были именно астрономические исследования и соответствующие книги. Однако несмотря на подобную увлеченность и заинтересованность со стороны Европы, действительно широкое распространение арабские астрономические труды получили только начиная с XII века. Интересно то, что всего лишь за два века европейские ученые смогли перевести в разы больше арабских текстов об астрономии, чем жители Древней Греции успели сделать за шесть веков. Конечно, это легко можно объяснить гораздо меньшей заинтересованностью со стороны греков. В отличие от них, которые имели в своем распоряжении собственные обширные знания о небесных телах и Вселенной, Европа заметно отставала в изучении этой науки. Именно поэтому при первой же возможности европейские ученые сразу ухватились за шанс изучить неизведанные стороны того, что их окружает, и погрузились в перевод арабских книг с головой. Именно поэтому из наиболее известных и продуктивных

переводчиков с арабского языка также получились и хорошие астрономы.

Теперь стоит поговорить и о наиболее известных астрономах того времени. Пожалуй, одну из наиболее главных ролей в развитии этой науки сыграл Альфонс X Мудрый. Его годы жизни приходятся на 1221 – 1284 года, за которые он успел не только самостоятельно изучить большинство доступных в то время астрономических и астрологических знаний, но и сделал все доступные ему исламские труды доступными для широкой публики, занявшись их переводом. Также он приложил руку к созданию так называемых «Альфонсинских таблиц». Таблицы представляли из себя совершенно новые исследования о движениях планет, которые позже задействовались астрономами в своих изучениях на протяжении нескольких веков.

Не менее выдающимся ученым можно считать и Христиана Розенкрейца, жившего в период с 1378 по 1484

год. Его главным достижением считается отделение научной астрономии от астрологии и связанными с ней ненаучными заблуждениями. Только вернувшись в Европу из своего путешествия по восточным странам, Розенкрейцу удалось почти сразу же — всего через пару лет — организовать тайное научное сообщество. Сделал он это в группе с несколькими своими единомышленниками, и главным их правилом стал отказ от антинаучных теорий. Свое общество он назвал Орденом розенкрейцеров. И главной задачей, стоявшей перед ним, стало отделение астрономии от астрологии и сопутствующих ей заблуждений. Конечно, под удар попала не только наука, изучающая космические просторы: также Розенкрейц обратил внимание и на ненаучные алхимические исследования, посчитав, что им не место в такой науке, как физика. Однако он не спешил делиться своими знаниями с широкой общественностью.



Альфонсинские таблицы изначально были написаны на испанском и переведены на латынь. Около 1321 года работа над совершенствованием этих таблиц продолжилась в Париже. Результат многовековой работы астрономов был напечатан в 1485 году как editio princeps (первое издание). Данный труд пользовался высокой популярностью в Европе до конца 16 века.



«Храм Братства розы и креста» на гравюре Даниэля Мёглинга (1618 год)

Возможность приобщиться к его Ордену получали далеко не все, а лишь «избранные» ученые. Он фактически монополизировал все научные знания и открытия, доступные людям того времени, и из-за этого антинаучные движения лишь сильнее укоренились в умах простых жителей Европы. Даже само существование Ордена долгое время сохранялось в строжайшей тайне: лишь после 1610 года о нем стало известно кому-то кроме членов этого сообщества. Сами те ученые, которые являлись частью этого «элитного» движения, совсем ничего не знали о своих коллегах в целях конспирации. Однако было одно исключение: это ученый по имени Иоганн Гмунден, который в своих публичных выступлениях без объяснения причины начал выдавать те тайные знания простым людям, которые до этого не выносились за пределы Ордена. Конечно, изначально его выступления полностью соответствовали тем требованиям, которые сообщество выдвигало для своих последователей. То, что послужило причиной такой резкой смены позиции, до сих пор остается загадкой. Но именно благодаря Гмундену нам и удалось сохранить знания об этом тайном обществе. Чуть позже, в 1426 году, Иоганн решает даже на кражу: он забирает из секретных архивов Ордена важные документы и труды других ученых и позже посредством хитрых махинаций выносит их на широкую публику, делая доступными для простых людей.

Конечно, он все еще придерживается главного правила своего общества, а потому вместе с этим

продолжает продвигать мысль об антинаучности таких наук, как астрология и алхимия. И несмотря на то, что на данный момент сложно оценивать успешность исследований ученых из этого Ордена — все из-за недостатка знаний и ограниченного доступа к записям, многие из которых не дошли до наших дней, — все же остается очевидным, что на простых людей даже часть исследований, которыми смог поделиться Гмунден, произвели колоссальное впечатление. На самом деле, скорее всего, если бы не поступок этого человека, то Европа никогда не смогла бы стать настолько развитой в техническом плане по сравнению с другими территориями.

Самый главный конфликт между двумя враждующими сторонами произошел в 1432 году, во время парада планет. В тот период Орден розенкрейцеров во главе с самим Христи-

аном Розенкрейцем активно пытался убедить далеких от науки простых жителей в том, что это явление — ничто иное, как астрологическое предзнаменование. По его словам, оно сулило массу стихийных бедствий и других проблем, которые настигнут людей в ближайшем будущем. Однако подобные слухи начал активно опровергать Гмунден, побуждая людей расценивать это лишь как астрономическое природное явление. Однако несмотря на подобные яростные споры и конфликты, создается ощущение, что Розенкрейц и Гмунден все-таки смогли прийти к какому-то взаимовыгодному компромиссу. Об этом можно судить, исходя из того, как первый смог продолжать сохранять в тайне от широкой общественности свой Орден, а второй не получал совершенно никаких наказаний за свои высказывания, а также основать собственную школу.



Николай Кузанский, заметно опередив свое время, предположил, что Вселенная бесконечна и не имеет центра, то есть ни Земля, ни Солнце не занимают особого положения. Все небесные тела состоят из той же материи, что и наша планета, и могут быть обитаемы. Впрочем, жители дальних планет могут быть совершенно иными, непохожими на землян. Почти за два века до открытий Галилея Кузанский утверждал, что все светила, в том числе и наша планета, движутся в пространстве. Видимое движение небосвода философ и исследователь объяснял осевым вращением Земли. Один из первых Кузанский упоминал о солнечных пятнах. Он призывал к реформе календаря.

Также стоит упомянуть и достижения такого научного деятеля, как Николай Кузанский, который жил в период с 1401 по 1464 год. Вследствие тех поступков, которые совершил в свои жизни Гмунден, все больше людей становились сторонниками более научных взглядов на космическое пространство и нашу Вселенную, что привело к большей развитости и осведомленности населения. Подобными исследованиями в области астрономии после громкого

конфликта ученых заинтересовался и теолог, бывший в то время кардиналом римско-католической церкви. Кузанскому удалось написать и издать целый трактат о более научной стороне этого вопроса, носивший название «Об ученом незнании». Именно ему принадлежат мысли о том, что Вселенная на самом деле безгранична и не имеет начала или конца и, как следствие, ни одна планета или космический объект не может быть ее центром.



Николай Кузанский

Все те научные выводы, описанные в труде Кузанского, если исключить из них религиозный контекст, который был практически необходим в то время, чтобы добиться огласки, перешли в наше время практически без изменений. Однако во время жизни этого человека его достижения так и остались непризнанными обществом. Лишь после смерти автора трактат обрел большую значимость и известность. И конечно, причиной этому послужил все еще существовавший на тот момент Орден. Его последователи попросту не могли упустить из вида подобное научное сочинение, а потому сразу после его написания им приходит в голову мысль о присоединении Николая к их тайному обществу на место вышедшего Гмундена. Можно предположить, что Кузанский все-таки принял их предложение, поскольку после этого события ему удавалось издать в свет лишь свои теологические труды. Возможно, что-то из его исследований так и осталось в архивах Ордена розенкрейцеров, так и не став достоянием общественности, однако теперь об этом можно лишь догадываться.

Далее, пожалуй, стоит поговорить о таком человеке, как Джованни Бьянкини. Его годы жизни пришлись на период с 1410 по 1469 года. Он был членом научной школы, которую основал Гмунден, и считался его главным учеником, продолжавшим противостояние тайному обществу Розенкрейца. Но стоит отметить, что также открыто, как его предшественник, Бьянкини против Общества розенкрейцеров выступать не решился. Кроме того, своим родом деятельно-

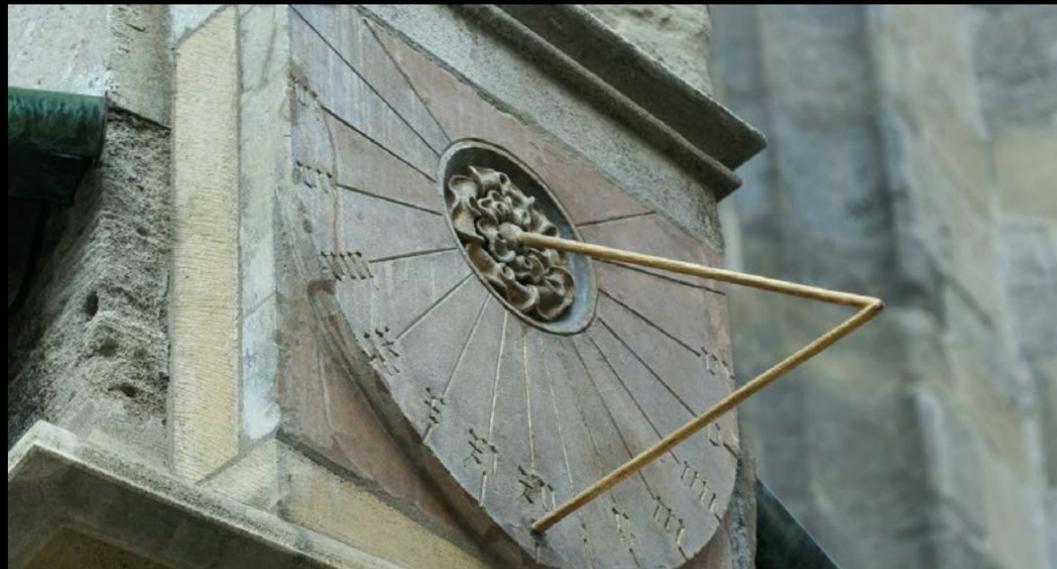
сти — Джованни был астрологом при дворе итальянского князя — он даже в определенной степени поддерживал стереотипы о научности подобного рода мышления, которые так активно продвигали сторонники Ордена. Однако не стоит думать, что звание главного ученика Гмундена он унаследовал исключительно номинально. В тайне от общественности ему удавалось продолжить исследования, связанные с достоверными научными фактами, и при этом не подвергался осуждению и притеснению со стороны тайного общества. За ним числится продолжение таких значимых работ Гмундена, как составление астрономических таблиц, связанных с планетами, Луной и их движением, а также уточнение деталей. Чуть позже он передал все наработки учителя вместе со своими научному сообществу, которое уже не было никак связано с Орденом, тем самым спасая астрономию от забвения или полного искажения фактов в пользу ненаучных астрологических теорий.



Титульный лист «Эпитомы Альмагеста Птолемея» Пурбаха-Региомонтана. Венеция, 1496

Стоит упомянуть и еще одного научного деятеля — Георга Пурбаха, жившего в 1423 – 1461 годах. Сравнивая его с Николаем Кузанским, можно сделать вывод, что это человек совершенно противоположной судьбы. Он был одним из учеников Бьянкини и, конечно, точно также как и его предшественник, продолжил дело Гмунде-

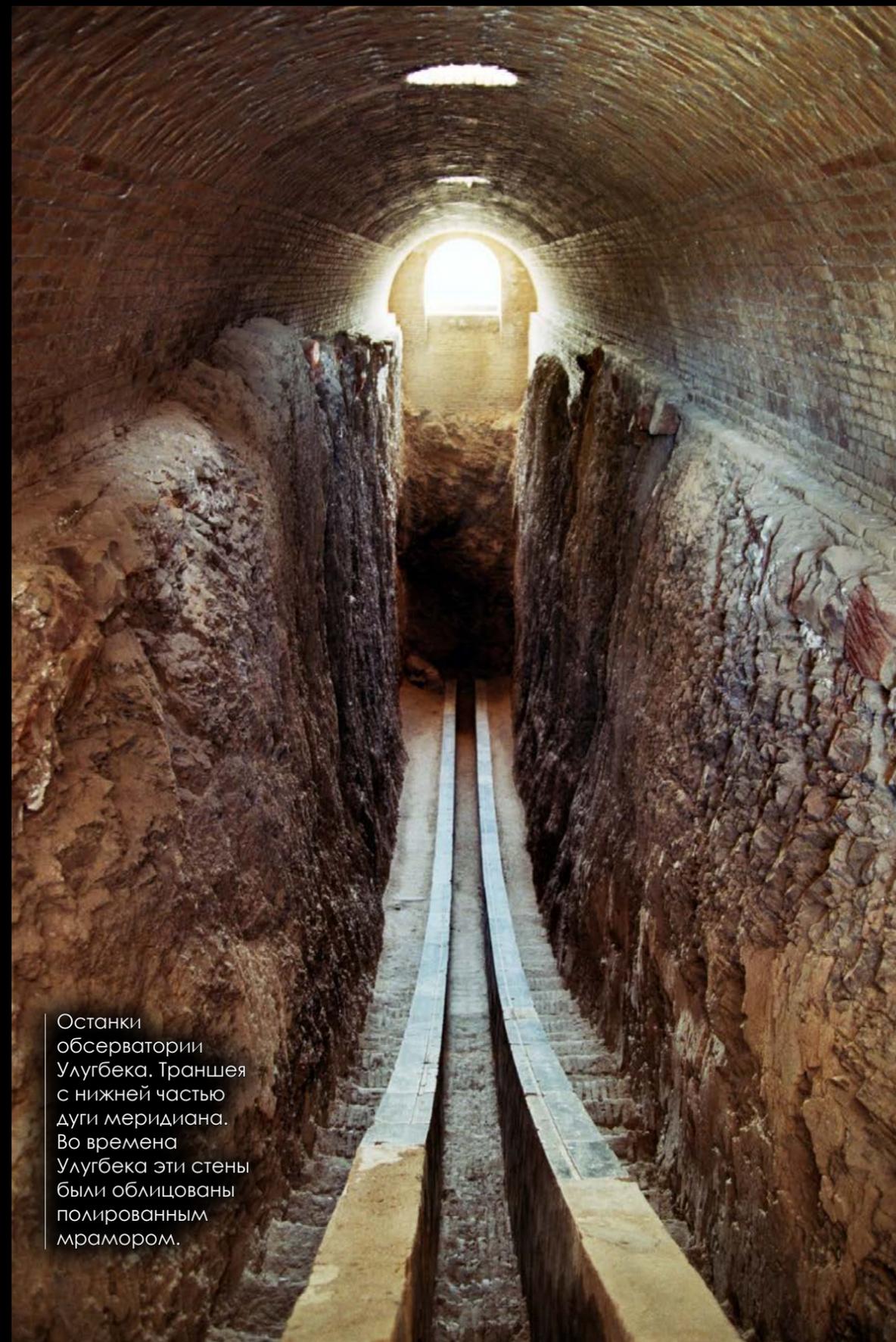
на, понося его идеи и исследования до широких масс. Несмотря на то, что его карьера также началась с астрологической помощи людям, сидящим у власти, уже совсем скоро он решается на публичную демонстрацию тех данных, которые ему удалось собрать за годы своей кропотливой работы и наблюдения за космосом.



Солнечные часы на южной стороне собора Св. Стефана в Вене, сконструированные Пурбахом.

В 1453 году обычные люди смогли увидеть все его труды: начиная от самых разнообразных чертежей и схем, заканчивая изготовленными им самолично инструментами для изучения астрономии. Самым важным его наблюдением можно назвать вычисление расстояния до наиболее яркой кометы, а также определение ее размера. Конечно, подобные решения не могли уйти от глаз Общества розенкрейцеров. К тому времени ему уже удалось начать контролировать большую часть научных

знаний, спровоцировав тем самым кризис средневековой Ганзы. В распоряжении сторонников этого движения оказалась не только огромная власть, но и внушительные финансы, а потому приобщение к наиболее приближенным к власти структурам было неизбежно. Контролю подверглись даже церковные служащие, одним из которых, конечно же, был вышеупомянутый Николай Кузанский. Именно поэтому идея взять под свою опеку Пурбаха показалась Ордену очень заманчивой. Однако на него уговоры не возымели совсем никакого эффекта, скончавшись достаточно быстро после своего триумфа, так и не приняв предложение сторон-



Останки обсерватории Улугбека. Траншея с нижней частью дуги меридиана. Во времена Улугбека эти стены были облицованы полированным мрамором.

ников Розенкрейца. Утверждать то, что в его быстрой смерти замешан именно Орден, нельзя, поскольку доказательств этому не сохранилось.

Однако уже следующий последователь учения Гмундена — Иоганн Мюллер Региомонтан — был предупрежден Бьянкини о том, что действовать следует более осторожно и осмотрительно. Поэтому в период жизни Региомонтана, с 1436 по 1476 год, ситуация немного изменилась. Начала он с построения

собственной обсерватории: в этом ему помог Бернхальд Вальтер, поддерживающий подобные взгляды на астрономию и науку в целом. Обсерватория появилась на свет в 1471 году, а уже через год Региомонтан сумел издать труды своего предшественника, «Новую теорию планет». Чуть позже, через пару лет, были также изданы и таблицы координат звезд, в которых также подробно описывались такие явления, как солнечные и лунные затмения, соединения

небесных тел и положение планет. Эта научная работа была рассчитана на несколько десятков лет вперед, вплоть до 1506 года. Параллельно Региомонтан переводил некоторые греческие труды других ученых, одним из которых, к примеру, был «Альмагест». Однако опубликовать его так и не получилось: вместо этого ученый загорелся идеей о том, чтобы переписать юлианский календарь по предложению Папы Римского. И по трагической случайности,

так и не доехав до римской столицы, он умирает в свои 40 лет, не успев издать свой перевод греческих исследований. Несмотря на то, что к его смерти не прикладывали руки ни последователи Розенкрейца, ни тем более божественные силы, для широкой публики все было обставлено как небесная кара за совершенные грехи. Это, конечно, скорее всего укоренилось в умах народа именно с помощью усилий Ордена, однако позже миф все-таки развеется.



ТЕЛЕСКОПЫ – ОТ ДРЕВНОСТИ ДО НАШИХ ДНЕЙ

Конечно, неотъемлемой частью любых астрономических исследований всегда будет являться телескоп. Большинство значимых открытий были сделаны именно с помощью него, а первое появление подобных изобретений датируется 1609 годом. Несмотря на то, что первые чертежи телескопов в гораздо более упрощенном виде были разработаны еще при жизни Леонардо да Винчи и были предназначены исключительно для наблюдения за Луной, изготовление подобных устройств началось только в 1607 году. И именно во время изучения зрительных труб Галилео Галилею — изобретателю первого телескопа — и пришла в голову идея о более передовой технологии. Свое устройство он, конечно же, в первую очередь планировал использовать для наблюдения за Луной. Однако помимо изучения кратеров на ее поверхности, ученый также уделил особое внимание спутникам Юпитера и Млечному Пути. Всей этой информации хватило для того, чтобы издать в свет свою новую книгу: «Звездный вестник». Среди научного сообщества его достижения были приняты очень тепло и воодушевленно, несмотря на достаточно простую конструкцию самого телескопа.

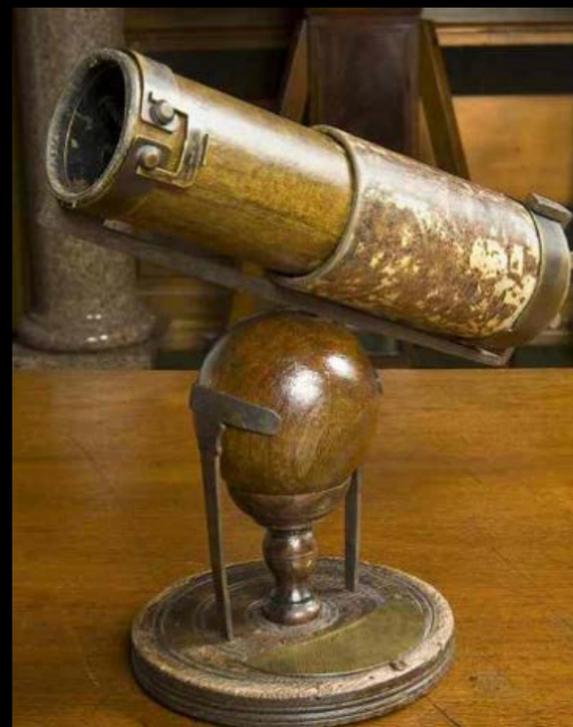
Его мощности едва хватало на то, изучить ближайшие к нам планеты, не говоря уже о более дальних расстояниях, а область, находящаяся в поле зрения, была крайне мала. Однако даже подобная конструкция дала возможность астрономии сделать большой шаг вперед, а достижения Галилея стали считаться поворотной точкой в развитии этой науки.



Телескопы-рефракторы Галилея. 1610 г.

Чуть позже его телескоп, конечно, претерпел некоторые значительные изменения. В первую очередь стоит отметить то, что Галилею удалось добиться гораздо большего приближения, чем было до этого. Теперь расстояние, которое был способен преодолеть телескоп, увеличилось более чем в 10 раз. Однако из-за довольно больших искажений было принято решение увеличить габариты устройства — таким образом телескопы достигли величины в 100 метров.

Чуть более продвинутую технологию предложил ученый Иоганн Кеплер в 1611 году. Несмотря на то, что у его версии телескопа изображение было перевернуто вверх ногами из-за двух линз, качество заметно улучшилось, а также расширилось поле зрения. Через два года по его схемам был изобретен настоящий телескоп руками Кристофа Шейнера.



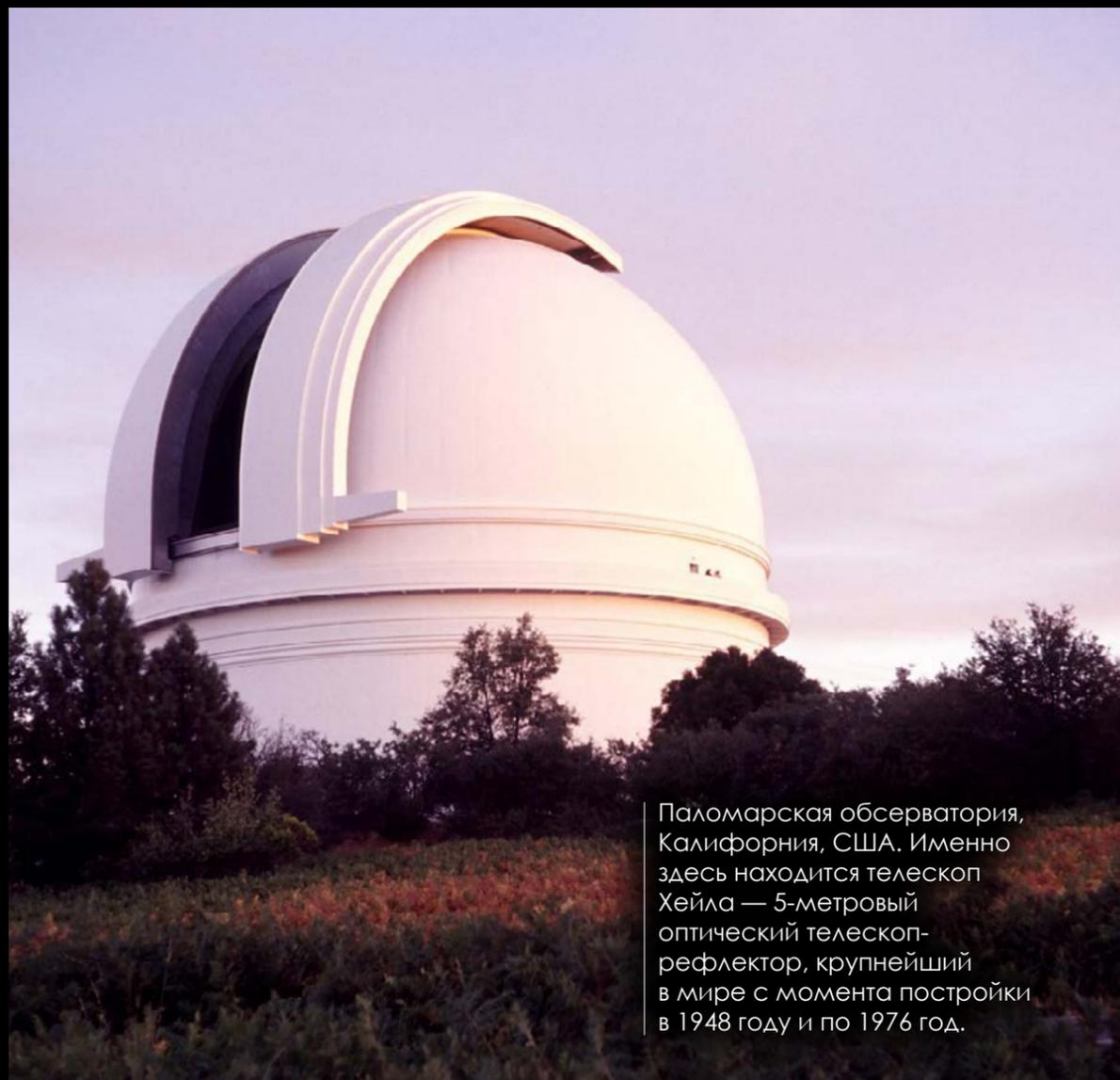
Телескоп-рефлектор Ньютона 1668 г.

Однако одна из самых больших проблем в телескопах на тот момент — хроматизм — так и не была решена. Из-за него то изображение, которое получали ученые, продолжало оставаться достаточно нечетким, несмотря на множественные модернизации и улучшения конструкции телескопа. И тогда на сцену вышел Исаак Ньютон, предложивший передовую технологию с использованием сферического зеркала и разработавший передовой материал. Его изобретение стало носить название телескоп-рефлектор, а первая модель была построена в 1668 году. Стоит заметить, что она отличалась достаточно маленькими габаритами в сравнении со своими предшественниками, и ее диаметр был всего 33 миллиметра, а длина — 15 сантиметров. И несмотря на это, качество полученного изображения не только не упало, но и улучшилось, достигнув 40-кратного увеличения, что значительно превосходило результаты Галилея и других ученых.

Еще более инновационная технология телескопов была разработана Лораном Кассегреном в 1672 году. Он был первым, кто решил создать двухзеркальную схему, которая и легла в основу всех последующих нововведений в телескопах. Однако несмотря на то, насколько ранней была эта разработка, сам телескоп с подобным устройством был изобретен лишь через 60 лет, в 1732 году. И чуть позже, в середине XIX века, телескопы начали активно использовать не только для наблюдения за космосом, но и для создания уникальных фото-

графий мира за пределами нашей планеты. В то время также проводил свои исследования и ученый Уильям Хаггинс, решивший совместить теле-

скоп со спектро스코пом. Это помогло внимательнее изучить не только звезды и планеты, но и неизведанные до этого космические туманности.



Паломарская обсерватория, Калифорния, США. Именно здесь находится телескоп Хейла — 5-метровый оптический телескоп-рефлектор, крупнейший в мире с момента постройки в 1948 году и по 1976 год.

После этого, в начале XX века, размеры телескопов стали все больше и больше превосходить своих предшественников в погоне за наилучшим качеством изображения. И если в 1917 году самой большой величиной считался диаметр 2,54 метра, то уже в 1948 году этот рекорд побил телескоп Хейла. Его диаметр

был уже почти в два раза больше, 5,15 метров. Его смогли превзойти только советские ученые, создававшие оборудование для Специальной астрофизической обсерватории. Его диаметр составляет 6,05 метров, что долгое время позволяло ему носить статус самого большого телескопа.



БТА («большой телескоп альт-азимутальный») — оптический телескоп с диаметром главного монолитного зеркала 6 м, крупнейший в Евразии. Установлен в Специальной астрофизической обсерватории около посёлка Нижний Архыз (Зеленчукский район Карачаево-Черкесии). Являлся самым большим телескопом в мире с 1975 по 1993 год.

Однако на данный момент самым большим телескопом в мире является совсем другое изобретение. К примеру, телескоп, находящийся на Гавайских островах, и диаметр его зеркала уже насчитывает целых 10 метров. А вот Большой Канадский телескоп сумел превзойти даже этот результат, пусть и не на огромные значения — его рекорд составляет 10,4 метра. Однако из-за подобных размеров создать целостное зеркало попросту не представляется возможным. Поэтому в нем используется уникальная технология: оно состоит из множества маленьких частей в количестве 36 штук,

каждая из которых имеет шестиугольную форму. Эта технология стала не только невероятно интересной для ученых со всего мира, но и большим шагом в развитии астрономии.

На данный момент, к слову, практически любой желающий человек способен приобщиться к этой науке и воспользоваться телескопом самостоятельно. Этому поспособствовали ученые из Сибири в Новосибирском приборостроительном заводе, где начиная с 2008 года находится знаменитый телескоп-рефлектор, чертежи которого принадлежали еще Исааку Ньютону. Чуть позже, после того, как



Телескоп
«Чандра»
(Фото: NGST)

сувенирные экземпляры подобного изобретения прямиком из 1668 года начали интересовать людей все больше и раскупаться чересчур активно, было принято решение запустить



Современный
телескоп

целое серийное производство, чтобы подобные технологии становились доступны большему кругу людей.

Однако интересно то, что чертежи этого телескопа очень плохо сохранились и почти полностью не дошли до наших дней. Поэтому начинать работу приходилось практически вслепую и с нуля. Единственным помощником для ученых стал только архив, в котором хранилась небольшая часть записей. Но несмотря на это телескоп удалось воссоздать максимально приближенным к оригиналу, и единственным бросающимся в глаза отличием было то, что изображение стало значительно качественнее. Это позволило людям, которые приобрели телескоп, не только держать его у себя в качестве сувенира и украшения, и в действительности использовать по назначению, изучая звездное небо и бескрайние просторы нашей Вселенной.

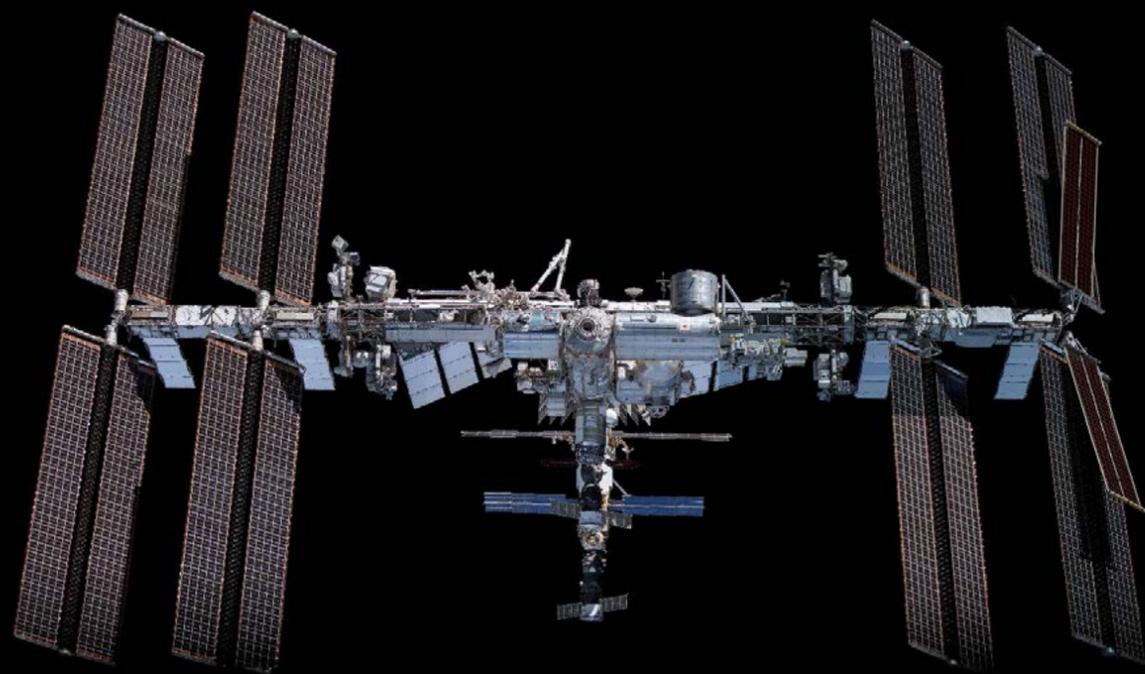
АСТРОНОМИЯ В НАШИ ДНИ

Человек на орбите

Жизнь любого человека с посещением космоса значительно меняется. Становятся другими не только условия жизни и окружающее пространство, но также и самые, казалось бы, простые в освоении повседневные задачи. Людям, побывавшим на космической станции, приходилось буквально учиться заново жить, чтобы чувствовать себя комфортно во время путешествия. Конечно, довольно большую роль в освоении играет и сама космическая станция: начиная от ее устройства и условий проживания и заканчивая персоналом, подготавливающим людей к выходу в космическое пространство. На данный момент самой большой является Международная космическая станция, МКС, и большинство людей, мечтавших побывать за пределами нашей планеты, в конечном счете уделяют особо пристальное внимание именно этому месту. По сути МКС можно назвать крупнейшим искусственно созданным спутником Земли, находящимся на огромной высоте — почти 400 километров над сушей. Примечательно то, что из-за достаточно удачного расположения и быстрого движения спутника, людям, находящимся внутри, удастся увидеть до 15 закатов и восходов Солнца всего за один день.



Иллюминатор модуля «Дестини». Иллюминаторы, которыми оборудованы МКС, созданы из кварцевого стекла. Например, в иллюминаторном модуле «Купол» американского сегмента диаметр иллюминатора достигает 800 мм, толщина стекла 100 мм. В модуле «Дестини» установлен надирный иллюминатор диаметром 510 мм. В модуле «Наука» российского сегмента установлено 20 иллюминаторов. Все иллюминаторы снабжены защитными кожухами, управлять которыми можно изнутри.



Международная космическая станция, 8 декабря 2021 года

Однако это далеко не единственное, чем может удивить проживание на космической станции. Основным и самым очевидным препятствием на пути к комфортной космической жизни, конечно, становится невесомость. Несмотря на то, насколько тщательно МКС контролирует безопасность своих людей, дискомфорта полностью избежать не удастся. Стоит уточнить, что невесомости в привычном ее понимании на космической станции речи и не идет. Но важно понимать, что из-за постоянного движения и уменьшенной гравитации люди все-таки остаются ей подвержены, поскольку невесомость по сути своей является свободным падением, которое и обеспечивает МКС. И это создает весьма ощутимые трудности. К примеру, еда, на изучении которой мы остановимся чуть попозже, расфасована в настолько маленькие

упаковки, что любой человек запросто способен проглотить ее с одного раза. И сделано это было совсем не для удобства: дело в том, что если наружу попадет хоть одна крошка или частичка еды, это может создать массу проблем на космической станции. Из-за отсутствия притяжения даже самая маленькая крошка еды способна представлять собой достаточно серьезную угрозу для жизни человека, стоит ей только попасть в дыхательные пути. То же самое касается и любых напитков или других привычных нам вещей, способных расслаиваться на мелкие частички. И конечно, не стоит забывать и о космических болезнях. Так называют состояние человека, когда тот из-за резкой смены обстановки — в большей степени из-за потери гравитации — начинает чувствовать головные боли и другие признаки ухудшения своего физического состояния. И это далеко не единичный случай: подобным симптомам подвергает-

ся почти каждый космонавт в наше время, и пока что, к сожалению, это нельзя полностью побороть. Однако подобное состояние обычно не длится

долгое время, и уже спустя несколько дней пребывания в космосе человек адаптируется и приходит в норму.



Но на этом странности в работе человеческого организма не заканчиваются. Стоит понимать, что в первую очередь мы все адаптированы именно под жизнь на Земле, и все наше тело развивается и существует исходя из законов планеты. По этой причине достаточно значимые изменения происходят со временем еще и в системе кровообращения для адаптации к новой среде обитания. На космических станциях на это обращают особое внимание для того, чтобы сохранить не только физическую форму человека, но и его общее здоровье. Дело в том, что у гравитации есть еще одна важная функция: ее присутствие позволяет нашей крови стремиться вниз, вплоть до пальцев ног.

Однако в космосе подобное правило не работает. И потому нижние конечности и живот всех космонавтов находятся в достаточно большой опасности, если с ними не работать правильно. Для этого на космических станциях всегда находятся специальные тренажеры. На тренировки в целом нужно уделять не менее двух часов в день, и это связано не только с подобными гравитационными проблемами, но и в целом с отсутствием нагрузки на организм. Из-за невесомости мышцы медленно начинают атрофироваться, а кости терять свою прочность. И для того, чтобы не допустить ухудшения своего физического состояния, космонавты регулярно используют довольно непривычную

для обычного человека конструкцию: тренажеры со специальными ремнями для крепления, позволяющими удерживать человеческое тело на месте для создания нужного уровня напряжения в мышцах. Именно благодаря ним тренировки проходят эффективно, а люди в космосе могут не бояться за свое здоровье.

Однако изменения происходят не только в собственном теле человека, отправившегося в космос, но и в привычных ему законах физики. Привыкать к новому опыту и необычным принципам работы пространства вокруг обычно приходится достаточно долго, из-за чего в жизни на космической станции могут возникнуть определенные трудности. В первую очередь это, конечно, связано с передвижением по всему пространству МКС. Наиболее подходящим сравнением с тем, что можно было бы испытать на Земле, пожалуй, можно назвать сравнение с плаванием под водой. Однако даже там нельзя полностью прочувствовать то, как ощущают себя космонавты, ведь их действия всегда будут иметь обратное движение в полностью противоположном направлении. Также любое ускорение, которое получит какой-либо объект или человек, не будет прерываться или изменять свое значение. Исключениями, конечно, является лишь столкновение с чем-либо еще. Именно поэтому космонавтам нелегко не только привыкнуть к правилам космоса, но и вернуться в привычный жизненный ритм по возвращению домой. Их организм будет чувствовать большую усталость и напряженность

независимо от того, какие действия были совершены за день. Все потому, что гравитация, от которой отвлекает человек за время космического полета, вполне нормально воспринимается всеми нами, но будет доставлять неудобства человеку, привыкшему к невесомости. И для реабилитации может потребоваться некоторое время. То же самое касается и некоторых аспектов человеческой памяти: привыкнув к тому, что любой предмет задерживается на своем исходном месте и нигде не движется, будет довольно сложно перестроить свой мозг под привычные законы гравитации.

Отдельно стоит уделить внимание и еде, которую потребляют космонавты, а также особенностям приема пищи в целом. Из-за того, что свежие продукты получать на космической станции не получается — их транспортировка обходится слишком дорого, а также свежая еда имеет слишком большой вес и размер, — все продукты проходят процедуру обезвоживания и доставляются на грузовых кораблях с достаточно большими промежутками во времени. Однако сама пища довольно разнообразная, несмотря на то что в большинстве своем является законсервированной или сублимированной. За рационом космонавтов тщательно следят люди из Института медико-биологических проблем, поэтому питание всегда является настолько питательным и сбалансированным, насколько это вообще возможно в условиях жизни



Из-за отсутствия давления на человеческий скелет в космосе вследствие изменения гравитации позвоночник может начать деформироваться, а позвоночные диски расслабляются. По возвращению на Землю человек может заметить, что его рост немного прибавился, однако довольно скоро скелет возвращается в нормальное состояние, и отметка роста возвращается к привычному значению. В среднем такая прибавка варьируется от 4 до 6 сантиметров. На данный момент даже скафандры для космонавтов делают с учетом этой особенности, а в тот период, когда люди только начали познавать космос, подобные изменения в собственном теле нередко приводили людей в замешательство.

в космосе. Перед полетом с каждым из космонавтов проводят специальную дегустацию, где тот имеет возможность высказать свои предпочтения и пожелания по поводу рациона.

На каждой космической станции, как правило, есть специальное помещение для приема пищи, которое носит название «космическая кухня». Ее особенность в том, что большинство предметов, такие, как столовые приборы или пакеты с едой, прикрепляются к неподвижным поверхностям для большего удобства. В потолке же находится специальный насос, который предотвращает появление частичек еды или другого мусора в окружающем пространстве, способных не только помешать работе оборудования, но и, как говорилось ранее, представляют собой угрозу

человеческой жизни. Несмотря на достаточно распространенное убеждение в том, что космонавты питаются исключительно едой из специальных тюбиков, подобная технология уже давно ушла в прошлое. Сейчас они используют специальные пластиковые пакеты, в еду из которых можно предварительно добавить воду. Кстати, стоит уточнить, что вода в космосе является многоразовой и постоянно перерабатывается. Это касается не

только той воды, которую используют для умывания или принятия душа, но и каждой капли, каждой частички жидкости, находящейся на станции. Связано это с тем, что жидкость доставлять туда является еще более проблематичным занятием, чем доставка еды, а потому на каждой космической станции есть специальное оборудование для очищения воды при повторном использовании.



Из-за такого острого дефицита жидкости личная гигиена людей в космосе разительно отличается от привычной нам. Любая, даже самая, казалось бы, незначительная мелочь, превращается в довольно серьезную проблему, особенно поначалу, когда освоение в космическом пространстве только начинается. Привыкнуть к подобному стилю жизни непросто: из-за отсутствия воды вытирать кожу

и умываться приходится по большей части только влажными салфетками, а зубную пасту нужно обязательно глотать, чтобы ни одна ее частичка случайно не попала в воздух. Однако своеобразный аналог душевой на космической станции, к слову, тоже имеется. Она является пластиковой и достаточно компактной, а для того, чтобы помыться в ней, можно использовать лишь один стакан воды. Этого вполне

хватает для того, чтобы очистить все тело, ведь вода в космосе из-за отсутствия гравитации буквально прилипает к коже. Шампунь смывать просто нет необходимости: он разработан специально для космических полетов, и его достаточно только лишь нанести на волосы, а избавляться от остатков совсем

не нужно. Также на космических станциях в силу отсутствия большого количества воды нет и стиральных машин или их аналогов. Вещи просто меняют раз в несколько дней, убирая загрязненную одежду в специальные отсеки и оставляя там до прибытия на Землю.



Изменения претерпели даже такие, казалось бы, простые и привычные вещи, как сон. Из-за отсутствия гравитации спальные места приходится буквально пристегивать к стенам или полу космической станции, дабы избежать столкновений во время сна. Помимо этого, людям достаточно часто мешает шум, производимый от техники, которая не выключается и служит для поддержания жизни и правильной работы станции. На самом

деле, весь день космонавтов зачастую расписан буквально по минутам. Это позволяет не только лучше контролировать происходящее на станции, но и давать человеку конкретную цель, чтобы адаптироваться или просто проживать однотипные дни в замкнутом пространстве было гораздо проще. Например, тренируются космонавты всегда в строго установленное время. Тоже самое касается и приемов пищи, времени, отведенного для сна,

и рабочих часов. Однако несмотря на это люди на космической станции всегда могут найти для себя не-

большие развлечения или устроить какой-нибудь особенный праздник.



Астронавт, спящий в условиях микрогравитации на околоземной орбите внутри герметичного модуля узла Harmony МКС в 2007 году.



Бортинженер Николай Бударин использует компьютер на станции сна в служебном модуле «Звезда» Международной космической станции (МКС).

Отличным примером можно назвать ситуацию с Юрием Маланченко, «отличительной особенностью» которого была свадьба, проведенная прямо во время космического полета.

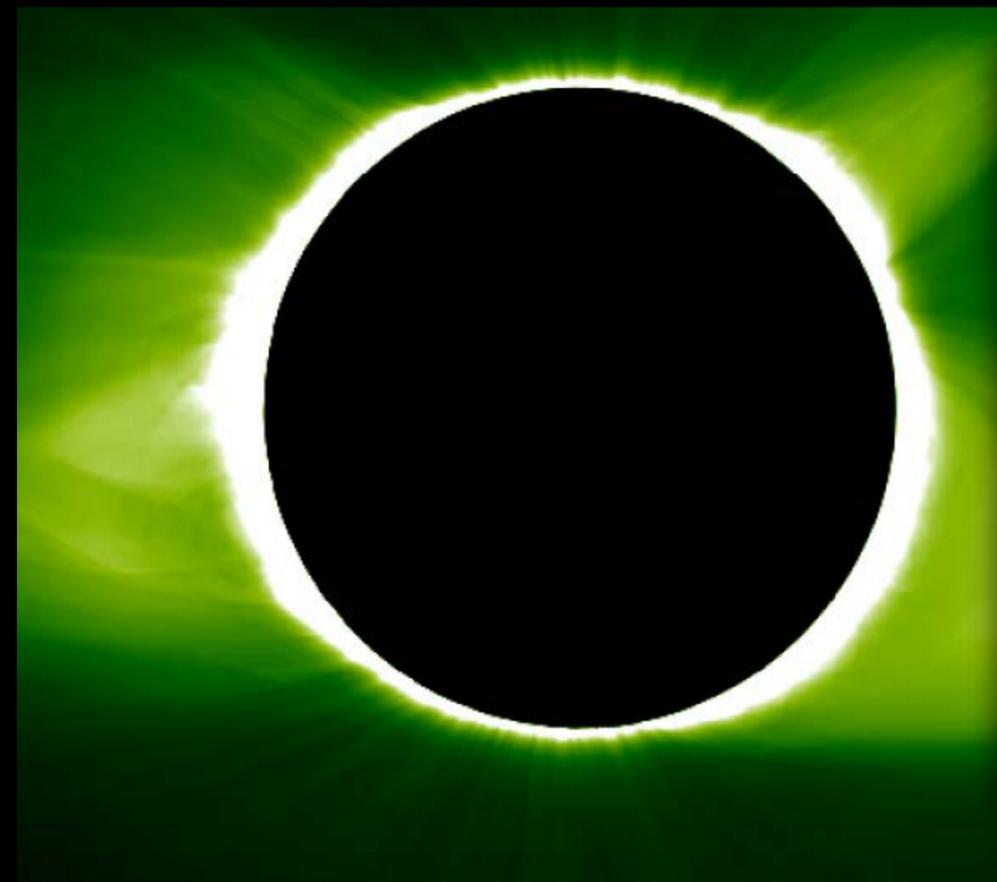
Дело в том, что из-за переноса даты возвращения на Землю в тот момент, когда должна была проходить свадьба, сам Юрий все еще находился на космической станции. И потому им

совместно с его будущей женой было принято решение сыграть свадьбу дистанционно: решением этой проблемы стала возможность видеосвязи, с помощью которой влюбленные и обменялись клятвами верности перед официальным заключением брака.

Не менее занятным можно считать и случай, когда Михаилу Тюрину, еще одному человеку, находящемуся на МКС, удалось сыграть в гольф прямо посреди космоса. Эта идея не принадлежала ему лично: ее разработали производители спортивного инвентаря в тандеме с «Роскомнадзором» в качестве необычной рекламы. Интересно то, что для этого использовался не обычный шар для гольфа, а его «улучшенная» версия. В нее были встроены датчики местоположения, из-за чего

в последствии смогли определить, что шар после запуска пробыл на орбите Земли около трех дней.

Стоит понимать, что космические полеты, несмотря на долгие годы исследований и экспериментов, до сих пор являются достаточно сложными как с технической стороны, так и со стороны здоровья каждого человека. По большей части поддерживают жизнь космонавтов в комфортном состоянии системы жизнеобеспечения — СЖО. К ним относятся такие вещи, как: устройства для очистки воздуха и переработки жидкости, санитарно-гигиенические приспособления, запасы и техника, которая обеспечивает нужное количества воздуха и еды для выживания, а также приборы для регулирования температуры. Именно непрерывный звук работы всех этих



Полное солнечное затмение 21 августа 2017 года с борта МКС. Специально для экипажа космической станции был разработан собственный часовой пояс. Это было сделано из-за того, что Солнце, рассвет которого могут видеть космонавты по 16 раз на дню, очень сильно мешает сну. И именно с помощью этого часового пояса можно определить, когда нужно закрыть специальные шторы, не пропускающие солнечные лучи и создающие иллюзию ночи, и отправляться спать.



Для космонавтов была также изобретен уникальный вид ручек. Дело в том, что из-за отсутствия притяжения обычными ручками в космосе пользоваться невозможно. А карандаши после себя оставляют достаточно много незаметной глазу пыли, что может стать серьезной угрозой для работы техники. Поэтому люди, находящиеся в космосе, пользуются инновационным изобретением: ручками, которые работают даже в невесомости.

оборудований и слышат космонавты во время своего полета. И для того, чтобы находиться во включенном состоянии постоянно и не приходиться в негодность, к ним, конечно, предъявляются серьезные требования по безопасности и качеству. Это относится не только к технической части оборудования, но также и к материалу, применяемому для изготовления деталей, и к их последующей сборке. Учитывается невероятное множество

факторов: начиная от простоты в освоении, чтобы в случае чрезвычайных происшествий любой из космонавтов смог разобраться в управлении, и заканчивая общим объемом и массой, а также поглощаемой энергией.

Также немаловажную роль играет и экипировка каждого космонавта. В первую очередь, конечно, речь идет о скафандрах и рабочих комбинезонах. Примечательно то, что их дизайн несколько раз перерабатывался для большего комфорта и удобства. К примеру, нагрудные косые карманы были пришиты к комбинезонам из-за того, что люди в условиях невесомости старались сохранить вещи возле себя довольно неудобными способами, а такие карманы поспособствовали тому, что можно было хранить нужные мелкие предметы в ближайшей доступности и не занимать ими руки.

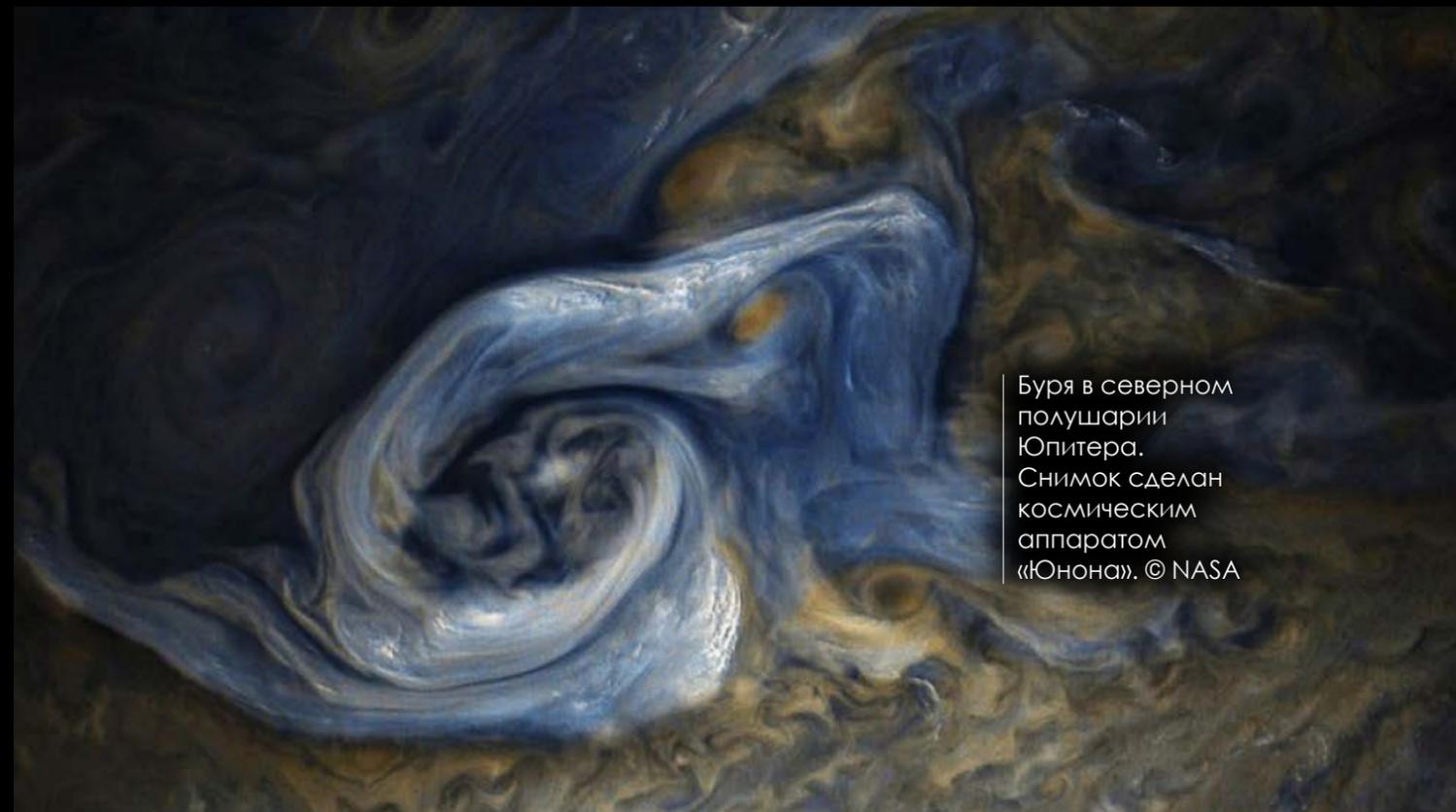
Также были пришиты и карманы к нижней части голени. Дело в том, что большинство космонавтов считают наиболее удобной позу эмбриона, и при нахождении в ней большинство из тех карманов, которые мы привыкли видеть на других местах, становятся неудобными либо просто бесполезными.

Конечно, сейчас их уже не используют во время всего космического полета, а лишь при посадке и взлете, либо же во время стыковки с чем-либо. В остальное время же космонавты предпочитают носить привычную нам одежду. Однако и для нее есть ряд правил, которых рекомендуется придерживаться. К примеру, плохим решением будет брать с собой любую

одежду на пуговицах: они могут попросту оторваться с течением времени и помешать работе техники. Поэтому большинство используют для фиксации молнии, липучки или кнопки. Также важно следить и за качеством материала, из которого пошита одежда. Ведь под натуральной тканью тело чувствует себя наиболее комфортно и не будет создавать дополнительного стресса для космонавтов при освоении в условиях космоса, а также меньше потеет и не нуждается в специальном уходе. Чаше всего в космосе люди используют вещи из натурального хлопка. Обувь же практически никогда не надевают, ведь смысла в ней особого нет в условиях полной стерильности. Исключения составляют лишь занятия спортом: в таких случаях человеку нужна хорошая твердая подошва под ногами для правильной поддержки стопы и натуральная кожа в качестве материала для изготовления. Носки тоже в большинстве случаев используются модернизированные. Та

часть, где располагается стопа, оснащена дополнительным вкладышем, чтобы минимизировать травмы стопы, получаемые космонавтами на станции из-за попыток удержаться стопами за выступы в условиях невесомости.

Обязательно перед полетом все вещи проходят несколько важных этапов. Начинается все с проверки каждого шва и других браков производства, которую обеспечивает служба безопасности качества. После того, как с предмета одежды будут устранены все дефекты, работники обязаны тщательно пропылесосить всю поверхность, чтобы не допустить попадания пыли на космическую станцию. Далее все упаковывается в специальный герметичный материал, стерилизуется и проверяется на наличие посторонних предметов. И только после прохождения всех этапов можно снабжать космонавтов необходимыми вещами и не беспокоиться за сохранность их здоровья и техники.



Буря в северном полушарии Юпитера. Снимок сделан космическим аппаратом «Юнона». © NASA



Сферический телескоп с 500-метровой пятисотметровой апертурой (FAST), строящийся, Китай (2016).

Астрономические инструменты и обсерватории

Наверное, основным астрономическим инструментом являются различные телескопы. Их видов на данный момент стало довольно много, и мы вкратце рассмотрим каждый из них. Стоит пояснить, что все телескопы делятся на определенные группы. Первая из них: это оптические телескопы. Их особенность в том, что они фокусируют электромагнитное излучение оптического диапазона. В основном такие приборы используют

для создания наиболее качественных фотографий и наблюдений, в которых необходимо самое лучшее качество изображения. Среди таких телескопов также выделяются несколько видов: линзовые, зеркальные и зеркально-линзовые. В телескопах первого вида, исходя из названия, установлена определенная система линз, в то время как в зеркальных телескопах — рефлекторах — используются зеркала специальной формы. В последней вариации оптических телескопов, как нетрудно догадаться, две этих технологии совмещены. Сферическое зеркало здесь выступает в качестве основы, а линзы дополняют его работу.



Сферический телескоп с 500-метровой пятисотметровой апертурой (FAST), строящийся, Китай (2016).

Также существуют и радиотелескопы, отличительными особенностями которых можно назвать несколько интересных нововведений. В нем есть

такие приборы, как антенна, принимающая сигнал, и соответствующая аппаратура с радиометром. По большей части такие устройства используют для исследования различных космических объектов, а диапазон у этих телескопов довольно велик. К примеру, он больше диапазона оптических телескопов, рассматрива-



Радиотелескоп RT-70. Центр
научно-исследовательской
связи (ЦДКС). Крым

емых до этого. Интересно то, что в этих телескопах настолько много деталей от радиоприемников, что их численность зачастую превышает значение в сотню и в некоторых случаях может

доходить до тысячи. Для каждой конкретной задачи используется свой уникальный тип радиотелескопов для наиболее комфортного и продуктивного изучения нашей Вселенной.



Пример любительского солнечного телескопа, оснащённого фильтром в линии H-альфа.

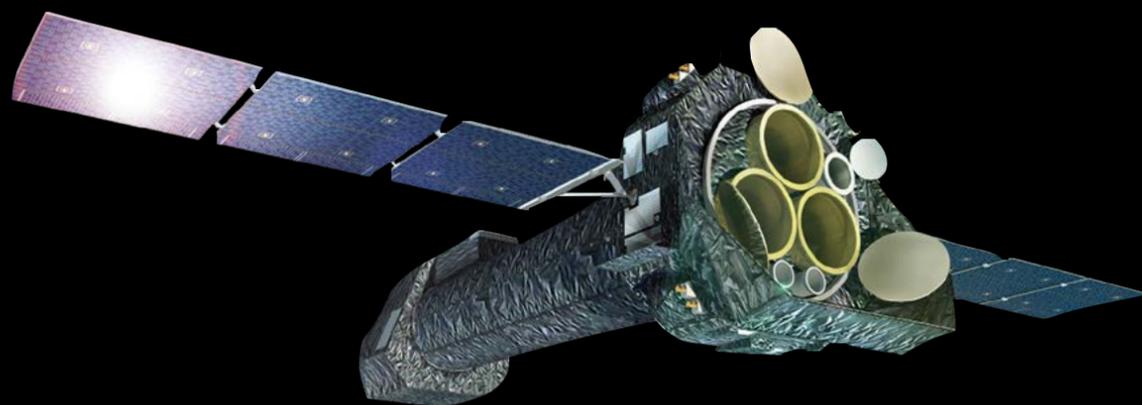
Несмотря на то, что все радиотелескопы настроены в первую очередь на сбор радиоволн, исходящих из космоса, они все же имеют ряд довольно интересных отличий друг от друга. К примеру, одни из них — одиночные телескопы — являются достаточно самостоятельными приборами для изучения космоса, не требующими ничего дополнительного, в то время как другие — сетевые телескопы — связаны со множеством других, подобных им, чтобы в последствии объединить полученную информацию для более углубленного

изучения галактики. Интересно то, что несмотря на свое расположение — подобные телескопы могут находиться на разных сторонах Земного шара либо вообще в космосе — все они объединены одной общей сетью. Эта сеть имеет название Радиоинтерферометрия. Однако стоит отметить, что одиночные телескопы также в некоторых случаях могут использоваться совместно с другими устройствами.

Также существуют и телескопы, с помощью которых исследования проводятся исключительно в области

Солнца — так называемые солнечные телескопы. Основное их применение — это гелиофизика, изучающая различные явления на поверхности солнца и то, как сама эта звезда влияет на нашу планету. Эти телескопы, в свою очередь, делятся на

две группы: беспутниковые и спутниковые. Первый вид, как можно догадаться, всегда находится на Земле, и именно оттуда ученые получают всю информацию. Второй же вид размещают в космосе, но не выходя за пределы земной атмосферы.



Космический рентгеновский телескоп XMM-Newton был создан Европейским Космическим Агентством (ЕКА) совместно с НАСА. Запущен на орбиту 10 декабря 1999 года с помощью ракеты-носителя «Ариан 5». Введен в эксплуатацию 1 июля 2000. Расчётный срок эксплуатации в 2 года неоднократно продлевался.

Еще одно интересное изобретение — это рентгеновские телескопы. Однако из-за того, что земная атмосфера не пропускает рентгеновские лучи, все эти приборы можно размещать лишь в космосе, будь то искусственно созданные спутники или ракеты. Существуют еще и гравитационно-волновые телескопы. По большей части они направлены на изучение черных дыр, вследствие сли-

яния которых и происходят изменения, фиксируемые данным аппаратом.

Не менее интересными являются и интерферометры. Они работают в тандеме с телескопами, и с помощью них можно добиться еще более четкого и качественного изображения. Получается оно за счет объединения световых лучей от нескольких телескопов. С помощью него можно получить не только хороший вид на



Детектор гравитационных волн KAGRA расположен примерно в 200 км к западу от Токио, Япония, в подземной шахте Камиока. Он управляется Институтом исследований космических лучей. Данный детектор — первый в Азии, первый в мире из построенных под землей, первый в мире на основе криогенных зеркал из сапфира, охлаждаемых до 20 градусов выше абсолютного нуля для уменьшения теплового шума.

космические объекты, но и детально изучить их размеры и расстояния от Земли. Однако их использование является еще более трудным в освоении, чем в случае с телескопами, поэтому работать с интерферометрами могут далеко не все.

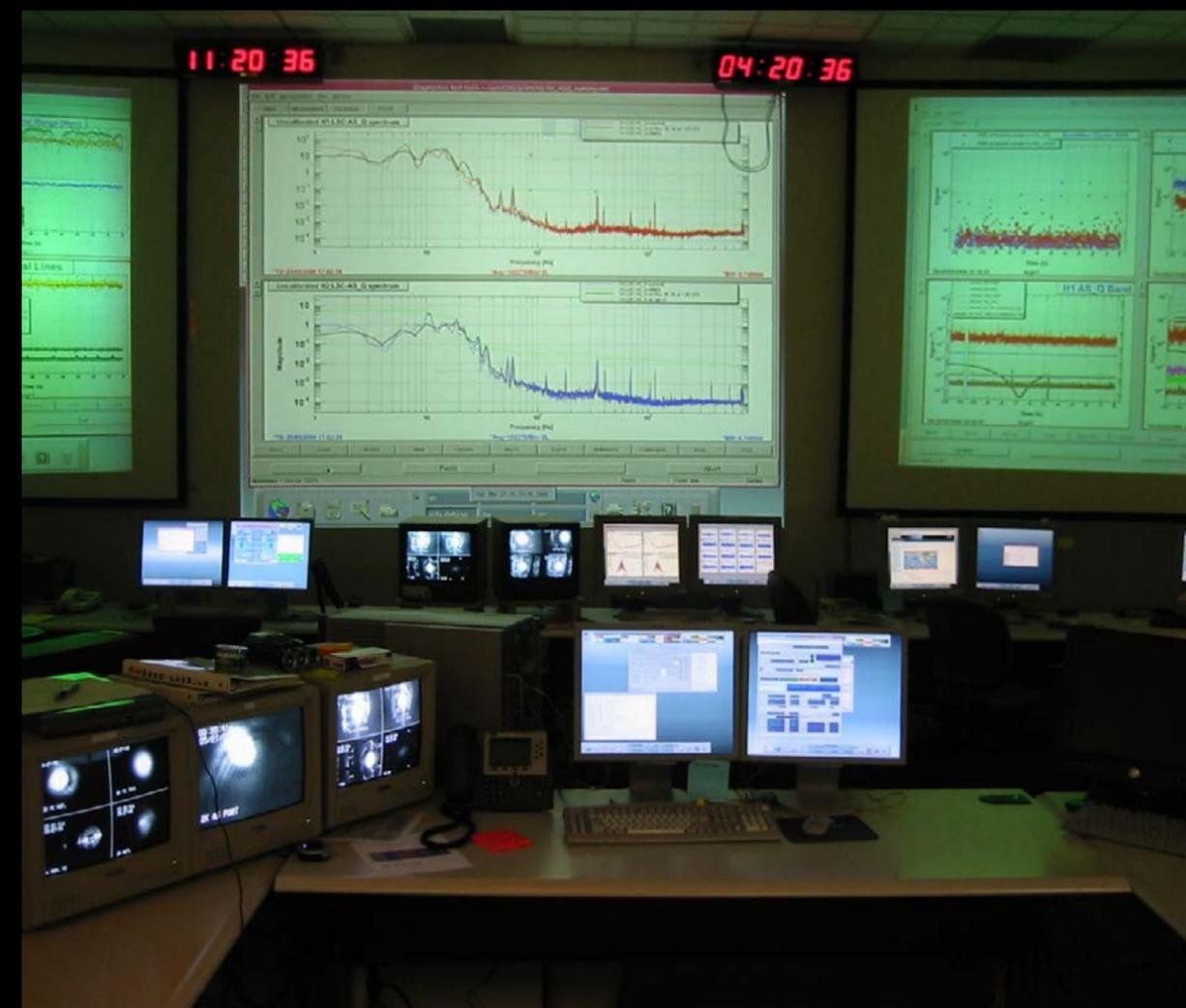
Также стоит упомянуть и такое интересное устройство, как гелио-часы. Оно предназначено для отслеживания времени посредством наблюдения за Солнцем. И несмотря на то, что на данный момент в большинстве случаев их используют как украшения, с помощью подобных часов до сих пор возможно определить время.



| Планисфера — подвижная карта звездного неба.

В настоящее время помимо вышеуказанных изобретений ученые используют также и планисферы. В первую очередь они нужны для отображения звездного неба, начиная от их величины заканчивая расположением относительно Земли и других космических объектов. Планисферы можно описать как масштабную

круглую карту, которая меняется в зависимости от выставленной на ней даты и времени. С помощью этого устройства можно не только свериться с расположением звезд несколько месяцев или лет назад, но и предсказать будущие движения небесных тел.



Центр управления лазерной обсерваторией LIGO в Хэнфорде. LIGO представляет собой лазерно-интерферометрическую гравитационно-волновую обсерваторию.

Также стоит выделить и обсерватории. Этим словом называются специальные места для исследования космического пространства. Зачастую в них находится множество приспособлений, облегчающих исследования, а также они имеют удобное расположение, влияющее на качество ма-

териала, получаемого с телескопов или других подобных оборудований. И конечно, подобные постройки тоже бывают нескольких видов: к примеру, это могут быть наземные обсерватории, космические, лазерные или обсерватории Неймейера. Рассмотрим каждый из них по отдельности.



| Большой радиотелескоп Пулковской обсерватории (ГАО РАН).

Отличительной особенностью наземных обсерваторий, конечно же, является их удобство и доступность, не требующая от ученых испытывать трудности в связи с дальностью нахождения этой постройки. Конечно, требования к выбору нужной территории все еще остаются довольно высокими, и построить обсерваторию в любом месте попросту нельзя. Для нее выбирают подходящие возвышенности для обеспечения минимального атмосферного давления. А вот в космических обсерваториях на давление вообще не обращают внимания — потому что сами обсерватории размещены за пределами нашей атмосферы. В связи с этим изображения, полученные из космоса, становятся более качественными и точными, а работать здесь можно даже в дневное время. Это является основным преимуществом космических обсерваторий. Однако несмотря на довольно суще-

ственные различия среди этих двух видов основной принцип работы везде остается неизменным. В первую очередь задача ученых, работающих в этих обсерваториях — это фиксация данных и изучение световых лучей от других космических объектов. Также стоит сказать несколько слов об обсерваториях Неймейера и уделить время лазерным обсерваториям. Первый вид примечателен тем, что при их постройке пространство внутри обсерватории делают закрытым, крышу — куполообразной, за счет чего исследование окружающей среды становится более комфортным и обеспечивается прекрасный вид на небо. Лазерные обсерватории же, как можно понять по названию, специализируются на том, чтобы с помощью лазерных технологий определять наиболее точное расстояние до различных космических объектов.



Модель телескопа WSO-UV во время «Недели космоса» в Мадриде, май 2011. Спектр-УФ, также известный как Всемирная космическая обсерватория ультрафиолетового излучения (WSO-UV), представляет собой ультрафиолетовый космический телескоп, предназначенный для работы в диапазоне длин волн от 115 до 315 нм. Данный проект находится в разработке Роскосмоса, Россия, с участием Испании и Японии. Изначально запуск планировался на 2007 год, но работы ведутся достаточно медленно. В феврале 2023 года запуск запланирован на ракете Ангара А5М с космодрома Восточный в 2028 году.

Космические исследования

В наше время наука о космосе стремительно развивается. А потому неизбежно то, что с каждым годом становится все больше и больше поразительных открытий, о которых люди и не могли представить даже десятки лет назад, не говоря уже о сотнях и тысячах. Итак, рассмотрим подробнее некоторые из них. Все, к сожалению, изучить не получится — в основном из-за того, какое их несметное множество, — однако здесь будут представлены наиболее интересные и важные для науки открытия.

Итак, первое, что стоит упомянуть — это теория относительности, которую ученые смогли полностью подтвердить

лишь недавно. Это является одним из, пожалуй, наиболее важных открытий, совершенных в XXI веке. Несмотря на то, что теории и гипотезы по поводу гравитационных волн существовали еще в середине XX века, прийти к выводу, что их существование можно подтвердить с научной точки зрения, люди смогли лишь недавно. Все дело

Комплекс VIRGO представляет собой франко-итальянский детектор гравитационных волн, располагается в Европейской гравитационной обсерватории EGO. Строительство окончено в 2003 году, первые научные данные получены в 2007 году.



в том, что из-за ограниченных условий земных лабораторий, в которых пришлось трудиться, доказать реальность таких волн просто не представлялось

возможным. Однако уже сейчас есть исследования из таких обсерваторий, как LIGO и VIRGO, которые напрямую относятся к этой теме.

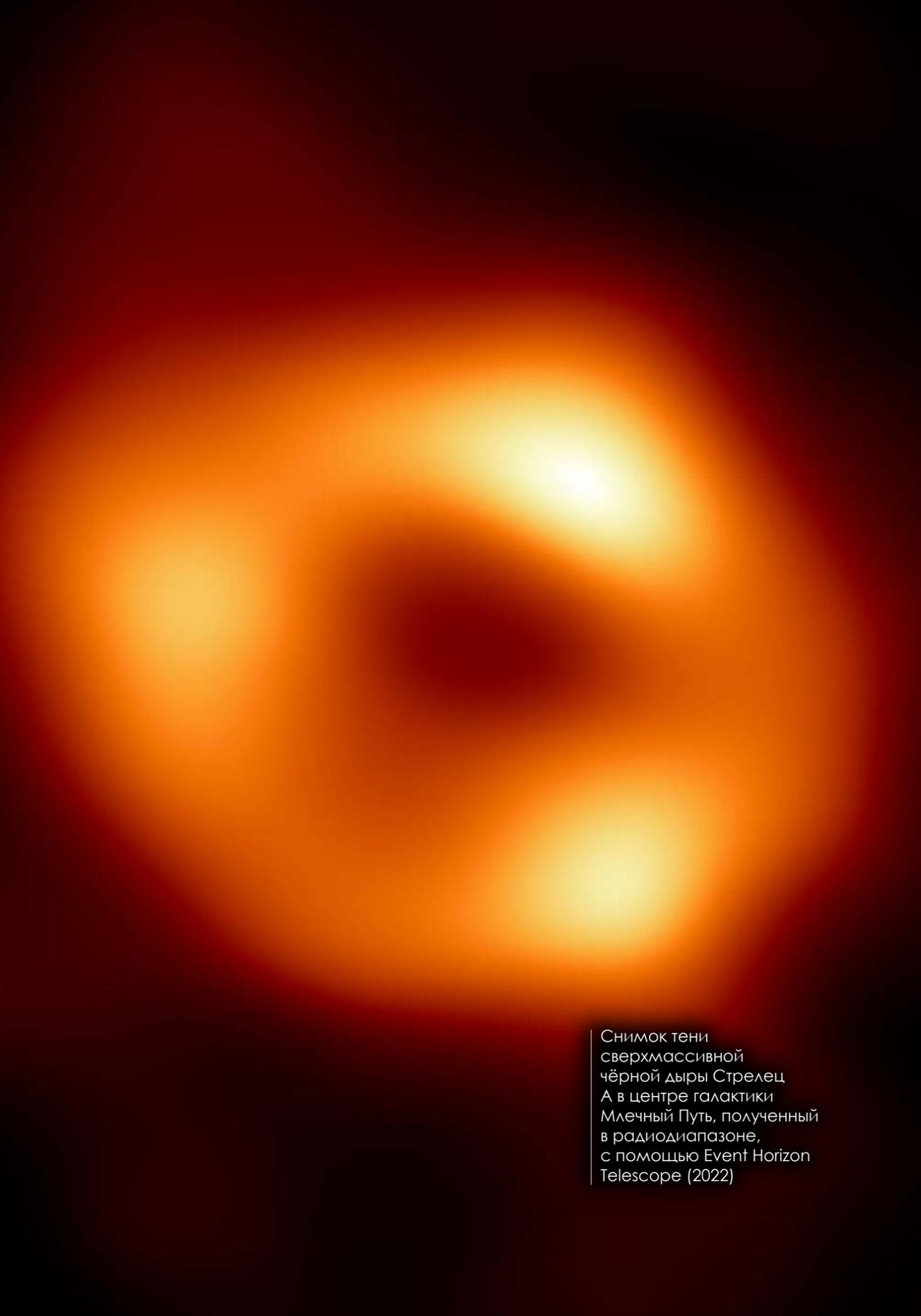


К слову, подобные исследования значительно приблизили людей к разгадке такой тайны, как черные дыры. И несмотря на то, что они до сих пор являются большой и очень интригующей загадкой, недавно ученым из одной исследовательской группы удалось сделать снимок одной из таких сверхмассивных черных дыр. Ее отличительной особенностью было то, что она находилась в центре Млечного Пути, а для получения этой фотографии были использованы радиотелескопы, о которых уже рассказывалось ранее. Стоит отметить, что исследование данного пространства в космосе продолжается достаточно давно, и раньше этот объект не могли с полной уверенностью назвать черной дырой, однако с появлением этого снимка все сомнения отпали.

Также, пока речь идет о территории Млечного Пути, стоит упомянуть, что не так давно была создана его карта. Ее уникальность состоит

в невероятной детализации, которая стала возможна благодаря новым выпущенным исследованиям Gaia. Помимо стандартного расположения, размеров и удаленности космических объектов друг от друга, эта карта предоставляет еще и такие интересные данные, как химический состав, температура и даже возраст звезд.

Следующее открытие, которое многим может показаться интересным — это ускоренное расширение Вселенной. Материалы были опубликованы в 1998 году, и те факты, которые в них предоставляются, помогли ученым сделать вывод о том, что наиболее удаленные от нас галактики движутся в противоположную сторону с большей скоростью, чем те, которые находятся ближе к нам. Основное объяснение этому явлению, которое есть на данный момент — это так называемое «отрицательное давление», которое и приводит к удалению галактик друг от друга.

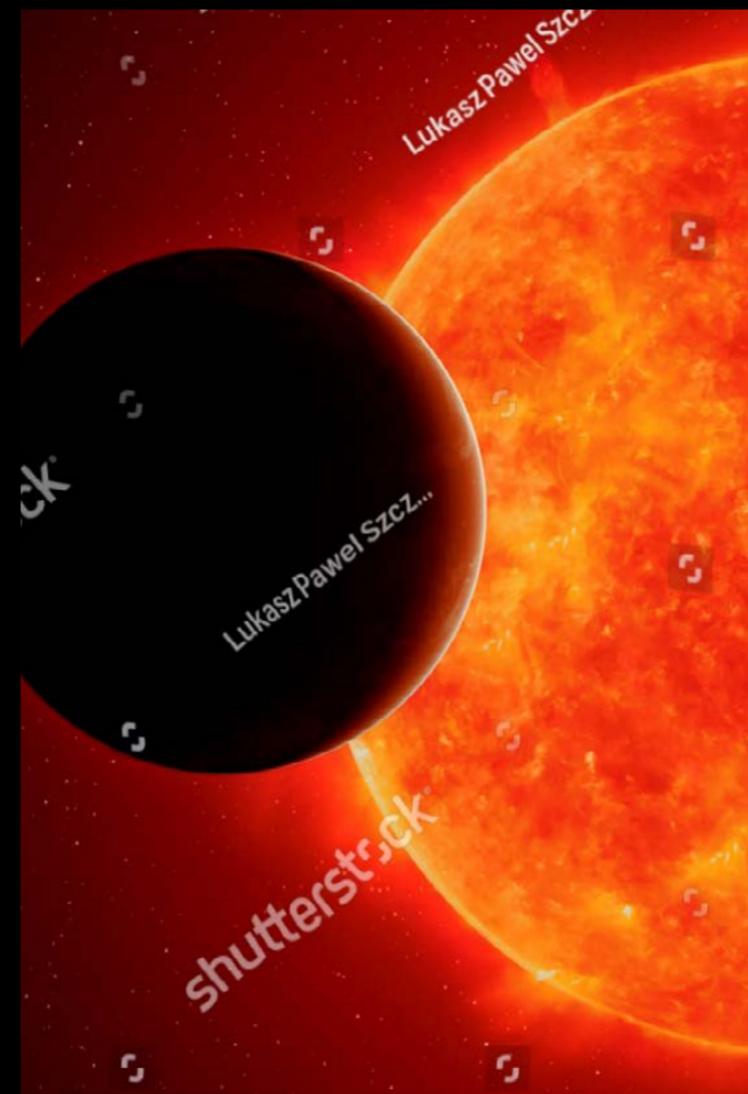


Снимок тени
сверхмассивной
чёрной дыры Стрелец
А в центре галактики
Млечный Путь, полученный
в радиодиапазоне,
с помощью Event Horizon
Telescope (2022)



Здесь же стоит упомянуть и о микроволновом фоне. Это своеобразное излучение, которое присутствует в пределах нашей Вселенной с самых ранних этапов ее зарождения. И изучение этого микроволнового фона привело к тому, что ученые сделали вывод: теория Большого взрыва действительно имеет место быть в ряде научных гипотез и с наибольшей вероятностью является правдивой. Также, что интересно, исследования, проводившиеся в этой сфере, помогли понять, что наша Вселенная будет расширяться все больше и больше, скорее всего, никогда не остановившись.

Еще одно важное достижение современной науки — это открытие экзопланет. Стоит уточнить, что так называются те планеты, которые не входят в нашу Солнечную систему. Первые исследования датировались еще 1992 годом, и с этого времени ученые





Пролёт зонда «Розетта» близ кометы (кадр из фильма Chasing a Comet — The Rosetta Mission)



Лунный кратер Дедал (диаметр — 93 км, глубина — 3 км). Фото НАСА.

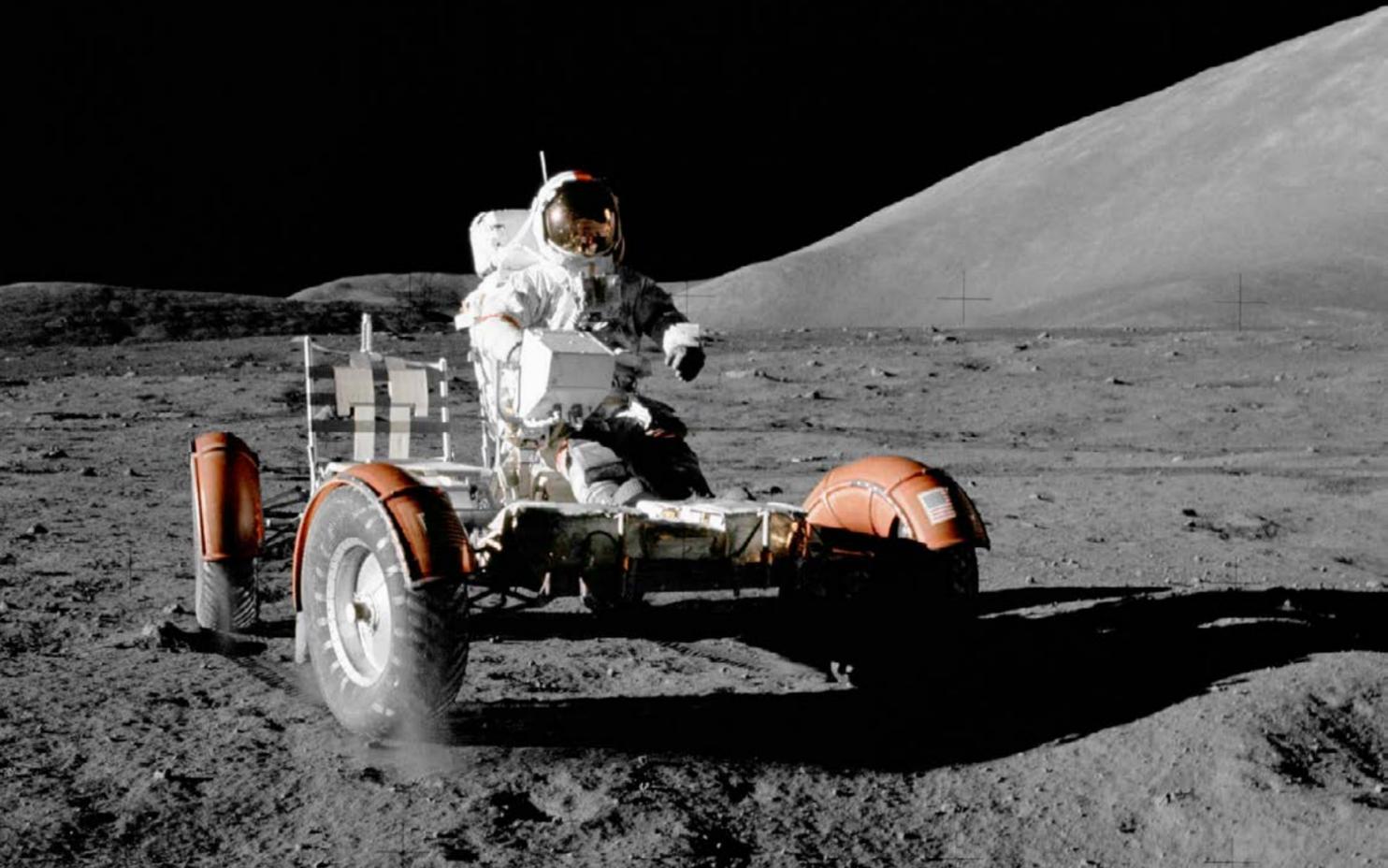
успели обнаружить как несколько небольших планет вокруг звезды Пульсар, так и более крупный экземпляр недалеко от звезды 51 Пегас, которая, к слову, находится достаточно близко к Солнечной системе. Интересно то, что эта планета делает полный оборот вокруг своей звезды всего за 4 дня, что значительно расходится с тем, что происходит у нас. Сейчас официально зарегистрировано уже более нескольких тысяч экзопланет, и дальше эти данные будут только расти и расширяться. Конечно, можно предположить, что некоторые из них также имеют пригодные условия для жизни. Однако доказать это пока что никому не удалось, даже несмотря на предположения о наличии воды на них и достаточно

плотной атмосферы. Стоит сделать оговорку, что в 2011 году была найдена планета, невероятно похожая на нашу Землю. Ее радиус больше всего в 2,5 раза, а расположение позволяет сделать вывод о том, что она находится в зоне, пригодной для проживания. Но пока что это, конечно, требует еще множества уточнений и изучений.

Следующее, что можно упомянуть — это первая посадка модуля на ядро кометы и сбор информации о том, что на ней находится. Основной интерес для науки, конечно, представляет именно лед, который удалось добыть. Оказывается, в составе воды с кометы удалось найти такие сложные вещества, как ксенон и сахар,

что немного не сходится с привычной в научном сообществе гипотезой о том, что вода на нашей планете появилась именно вследствие столкновения с кометами. Однако то, что основные компоненты, поспособствовавшие зарождению жизни на нашей Земле, пришли от других космических объектов, все-таки является довольно правдоподобной теорией. Дело в том, что все пять азотистых оснований ДНК совсем недавно были найдены именно в метеоритах, с которыми успела столкнуться Земля. Поэтому есть основания полагать, что другие космические объекты достаточно серьезно повлияли на будущее жизни на нашей планете, пусть, возможно, и не совсем так, как полагали до этого ученые.

К слову, стоит ненадолго вернуться к воде на других космических объектах. В 2009 году было проведено исследование лунных кратеров, поспособствовавшее первому выявлению воды на южном полюсе спутника. Интересно то, что эта вода всегда находится в замороженном состоянии на теневой части Луны, куда никогда не попадает солнечный свет. Чуть позже также удалось обнаружить тонкие скопления льда и на других участках Луны, хотя они и не были настолько масштабными по сравнению со льдом в кратерах. Также воду удалось обнаружить и на Марсе — это подтвердилось благодаря исследованиям НАСА в 2011 году. Точнее, обнаружилась не сама жидкость, а следы от ее



Астронавт Юджин Сернан, командир экипажа Аполлона-17 на лунном автомобиле «Лунар Ровер»

потоков на поверхности планеты. И это в последствии помогло сделать вывод о том, что вода там все-таки была, и что интересно — эти следы меняются с течением времени. Можно предположить, что эта жидкость начинает протекать на планете во время летних месяцев, однако подтверждение еще только предстоит обнаружить.

И конечно, стоит сказать пару слов о том, какая судьба ждет будущие исследования в области астрономии. В первую очередь, скорее всего, будут изучены наиболее таинственные объекты, такие, как черные дыры или экзопланеты с возможным существовани-

ем пригодной для жизни территории. Также не менее важным является и изучение темной энергии, ставшей движущей силой для целых галактик, удаляющихся друг от друга. Несмотря на то, что данные, которые есть у нас сейчас, кажутся довольно обширными, это все еще чрезвычайно малая крупица тех тайн и знаний, что хранит в себе космос. Однако важно понимать, что сейчас наука заметно ускоряется, в первую очередь за счет работы различных машин, позволяющих анализировать и собирать данные в кратчайшие сроки. А значит, что развитие астрономии будет идти все быстрее и быстрее.

Астрономы

Нельзя забывать и о всех тех, кто принимал непосредственное участие в работе над многими современными открытиями и исследованиями. И если в предыдущих главах мы рассматривали только ученых древности, то сейчас пойдет речь о наших современниках в XX-XXI веке.



Эдвин Хаббл

Итак, начать можно с ученого, активно изучающего астрономию в начале XX века — Эдвина Хаббла. Именно ему удалось досконально изучить расширение Вселенной и причины этого явления. К слову, закон о скорости удаления галактик друг от друга, о котором шла речь немного ранее, в последствии стал носить в названии его имя — «закон Хаббла». Помимо изучения размеров и физических свойств

нашей необъятной Вселенной, ученый также многие годы трудился над разработкой специальных классификаций. Их предназначение было в том, чтобы разделить известные нам галактики на упорядоченные группы, в основу которых лег их внешний вид. Интересно то, что этими данными ученые со всего мира пользуются до сих пор.

Различными галактиками также интересовался и Роберто Аббати. Его местом работы стал Европейский Южный Обсерваторий, где он и занялся наблюдениями за космическим пространством, открыв пять небольших по размеру галактик. А вот исследования на тему связи и взаимодействия галактик с черными дырами принадлежат уже другой ученой — американке Саре Сигер. Ее в первую очередь интересовало то, как подобное взаимодействие может повлиять на структуру Вселенной и другие космические объекты, чему она и посвятила большую часть своей работы. Что интересно, исследования Сигер также затрагивают и планеты, наиболее похожие на



Сара Сигер



Космический телескоп «Хаббл», названный в честь американского астронома Эдвина Хаббла. «Хаббл» — совместный проект НАСА и Европейского космического агентства. Запущен 24 апреля 1990 года.

Конечно же, не только Сигер занималась исследованием других планет. К примеру, доктор Майкл Браун сосредоточил свое внимание на двух карликовых планетах, Макемаке и Эриду, что помогло ему наиболее детально изучить их физические свойства и другие интересные детали. Стоит отметить, что помимо этого он также увлекался работой над данными о Койперовском поясе и объектов внутри него для наиболее глубокого понимания устройства нашей родной Солнечной системы. Однако все это — далеко не самые известные и масштабные его работы. В первую очередь о нем вспоминают как о «человеке, убившем Плутона». Как нетрудно догадаться из этой формулировки,

именно ему принадлежала инициатива исключить Плутона из списка планет Солнечной системы. Интересно то, что сейчас в тандеме с российским ученым Константином Барыгиным он занимается изучением возможного существования девятой планеты среди восьми известных нам, и это исследование не прекращается и по сей день.



Константин Барыгин

Также стоит упомянуть и имя такого научного деятеля, как Карл Джоппенхауэр. Его основным родом деятельности было изучение электромагнитных импульсов, которые могут потенциально повлиять на обстановку на нашей планете или даже спровоцировать катастрофы. Помимо этого его также интересовала энергия сверхвысоких частот, относящаяся к Солнцу. Подобной деятельностью занимался и Чарльз Поунд. Его тоже интересовала солнечная активность и ее влияние на Землю, а также космические лучи и плазменные слои, окружающие каждую из планет и других космических объектов. Однако в отличие от предыдущего ученого Поунд в большей степени сосредоточился на влиянии так называемой «космической погоды».

Также стоит упомянуть и тех деятелей науки, которые постарались дополнить всем известную теорию Большого взрыва своими исследованиями. Первый из них которого мы рассмотрим — это Георгий Гамов, живший с 1904 по 1968 год. Именно он является автором идеи о модели «горячей Вселенной», являющейся прямым продолжением теории Большого взрыва. Хотя ему и не удалось полностью завершить свои исследования и собрать информацию о реликтовом излучении, чуть позже, в 1964 году, именно благодаря его наработкам изучени-

Стивен Хокинг совершает полёт в невесомости на самолёте компании Zero Gravity





ем этого явления занялся Пензианс. Стоит уточнить, что он работал не один, а в паре с Робертом Вильсоном. И им вдвоем удалось выяснить, что на просторах нашей Вселенной существует реликтовое излучение, которое находится там достаточно давно, со времен того самого Большого взрыва. Эта работа принесла не только Нобелевскую премию самому Пензиасу, но также и уйму новых знаний в области астрономии.

Напоследок стоит сказать и о, пожалуй, наиболее известном ученом в области астрономии Стивене Хокинге, имя которого, должно быть, слышал каждый человек в своей жизни. Его жизнь окончилась совсем недавно, всего лишь в 2018 году, и за все время своей карьеры ему удалось сделать огромный вклад в мировую науку. Интересно то, что Хокинг был большим почитателем Эйнштейна и сторонником его теории. Возможно, именно это и сподвигло его на изучение черных дыр и космического излучения, которое впоследствии назвали в его честь. Стоит также упомянуть, что его научные изыскания поспособствовали созданию Адронного Коллайдера, а также применению закон термодинамики в отношении черных дыр. Как уже можно было понять, Хокинга невероятно сильно привлекало это космическое явление, и в процессе своего изучения он даже выдвинул теорию о том, что время внутри черных дыр движется совсем не так, как мы привыкли. Еще одним не менее важным открытием в этой области стало и нахождение квазаров, которые появлялись в процессе испарения черных дыр. Помимо всего этого его также интересовала и внеземная жизнь, и, что интересно, в последствии его научные изыскания были взяты за основу для фильма «Интерстеллар».

Есть ли жизнь во Вселенной?

Итак, начать отвечать на этот вопрос стоит с небольшого рассказа о парадоксе Ферми. Собственно, таким термином стали называть все подобные высказывания в сторону инопланетной жизни в пределах нашей галактики или за ними. Предположение этого ученого первоначально звучало так: «Люди — это единственная развитая разумная раса, поскольку невозможно доказать обратное. Но если это не так, то где же все инопланетяне? Почему не налаживают связь?». Фундамент его теории строился на отсутствии трех основных объектов, которых до сих пор не было замечено в космосе: инопланетных кораблей или зондов, а также сигналов от радиопередатчиков. И после того, как вследствие размышлений Ферми еще больше ученых начали задаваться этим вопросом, начали появляться самые разнообразные теории и объяснения. К примеру, одна из них гласит, что Земля, должно быть, является уникальной и единственной в своем роде планетой, и во всей Вселенной нет ни одной идентичной ей, если брать в расчет именно пригодность

для жизни. Такой теории придерживаются те люди, оперируют фактом о редкости подобного смешения всех нужных условий для зарождения жизни, и другого такого же удачного совпадения просто не произошло. Немалую роль здесь, конечно, играет и Луна, которая также способствует развитию живых организмов на Земле. Однако у этой теории также есть множество оппонентов. Зачастую они заявляют о том, что подобное мышление не может быть истинно верным, ведь наверняка в пределах нашей Вселенной могла бы развиваться жизнь с совершенно новым биохимическим составом, для которой иные условия были бы гораздо комфортнее земных.

Помимо этого, также существует и довольно популярная гипотеза о крошечных норах. Она принадлежит выдающемуся физика Николаю Кардашеву, и его теория заключается в том, что вследствие перемещения по различным пространственно-временным тоннелям другие виды живых организмов попросту не могут или не хотят возвращаться, а потому никто не может за-





Полюс Марса.
Ледяная вода

Запуск РН «Дельта-2»
с КА Кеплер 7
марта 2009 года

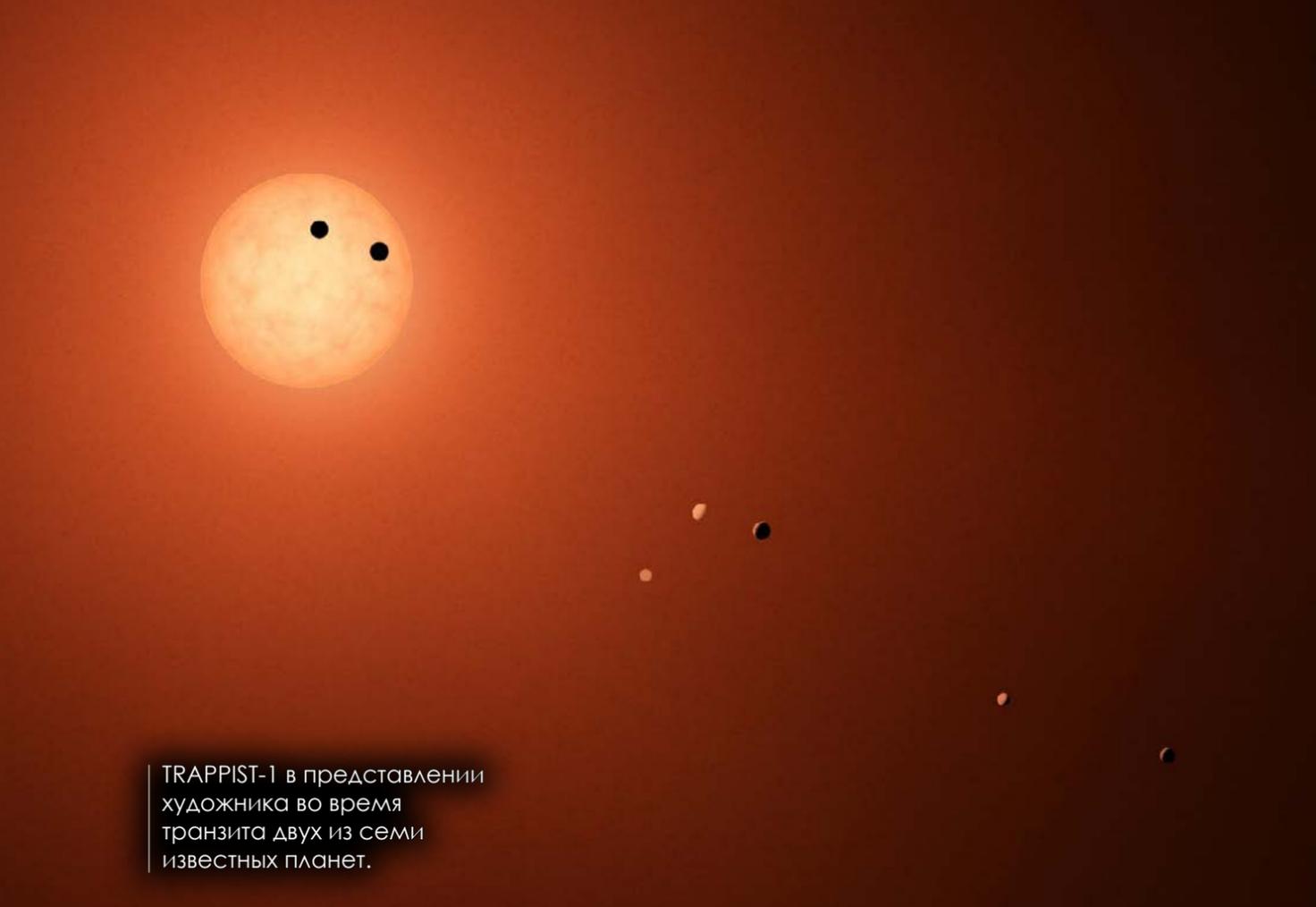
сечь их следы существования в нашей Вселенной. Конечно, эта теория предполагает, что большинство инопланетных рас гораздо более продвинуты в техническом и научном плане в сравнении с нашей планетой. Есть еще одна схожая теория — теория зоопарка. Она предполагает, что инопланетные формы жизни не вступают с нами в контакт по той причине, что мы являемся для них лишь развлечением, пока они наблюдают за нашей жизнью издалека. Эта гипотеза зародилась в 1973 году благодаря американскому ученому Джону Боллу. Некоторые сторонники этой теории также уверены в том, что как только наша наука продвинется достаточно сильно, чтобы заинтересовать внеземные цивилизации, они все-таки проявят к нам интерес и пойдут на контакт. Стоит отметить, что максимально схожую с этой версию высказал также и Константин Циолковский за несколько лет до этого

и изложил их в своих записях «Планеты заселены живыми существами».

Также существует и другая гипотеза, способная решить парадокс Ферми — гипотеза самоуничтожения. Ее суть состоит в том, что все внеземные расы, которые были до этого, уничтожили сами себя еще до выхода людей в космос, либо просто не успели найти земных обитателей. Согласно этой теории всех инопланетных жителей погубили либо собственные научные открытия, опасные для жизни, либо неспособность справиться с различными эпидемиями или масштабными катастрофами.

В 1960 году было предложено даже специальное уравнение для расчета числа внеземных цивилизаций, автором которого является астрофизик Дональд Дрейк. Исследование, конечно, предполагает только те виды живых существ, которые готовы вступить в кон-





TRAPPIST-1 в представлении художника во время транзита двух из семи известных планет.



Планета Kepler-186 f в представлении художника

однако основная проблема заключается в их удаленности от Земли.

На данный момент НАСА активно занимается поисками подходящих космических объектов с помощью своей разработки под названием «Кеплер», который существует еще с 2009 года. Основной их задачей сейчас можно назвать выявление экзопланет, находящихся в схожих с солнечной системой пространствах, а также имеющих на своей поверхности биомаркеры. Это такие необычные химические соединения, которые имеют биологическое происхождение, а значит, намекают на потенциальное развитие жизни.

Итак, теперь поговорим о тех кос-

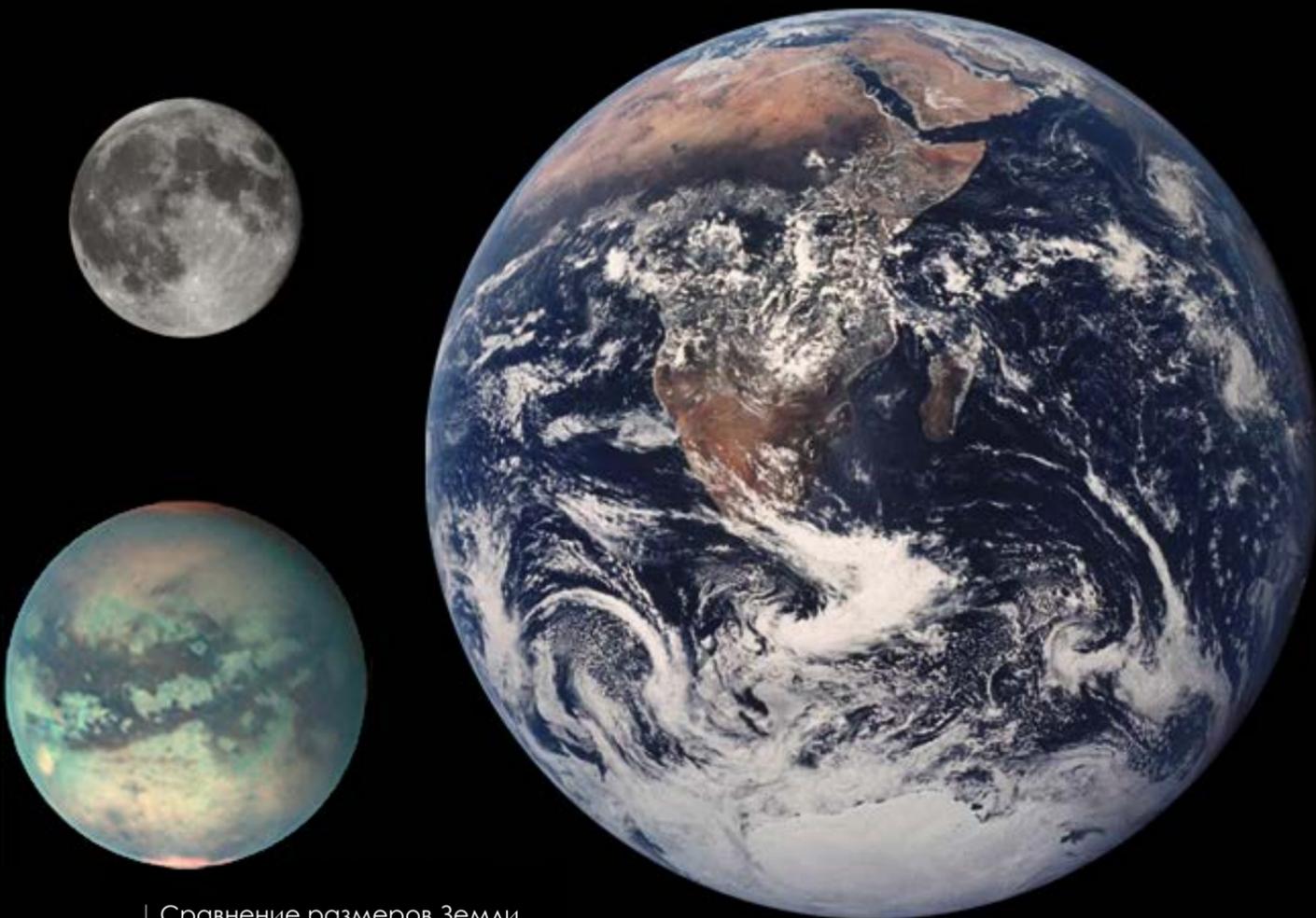
мических объектах, которые оказались в непосредственной близости от того, чтобы полностью соответствовать требованиям зоны обитаемости. И первой на очереди будет целая планетарная система под названием TRAPPIST-1. В ее состав входят целых 7 планет, имеющих множество схожестей с Землей и являются достаточно перспективными для поиска жизни. Из многочисленных исследований можно предположить, что температура хотя бы на нескольких из этих планет окажется достаточно комфортной и приемлемой для зарождения живых организмов и для того, чтобы вода на поверхности не превратилась в слой льда. Сейчас ученые сходятся во мнении о том, что из всех этих семи планет

наиболее подходящими для наших целей могут стать три, и это уже достаточно внушительный результат.

Также рассматриваемым кандидатом является и знакомый всем Марс, и в отличие от множества других планет со схожими характеристиками он является еще и наиболее вероятным выбором для заселения живыми организмами. Интересно то, что уже сейчас ученые из НАСА смогли найти доказательства того, что когда-то здесь была микроскопическая жизнь, а может, есть и до сих пор. Как уже говорилось ранее, на этой планете были обнаружены следы от потоков воды, что делает ее еще более интересной для ученых со всего мира. Поэтому

вполне возможно, что предполагаемые живые организмы могли тем или иным способом приспособиться к новым условиям и климату, а потому сбрасывать их существование со счетов пока рано. Также есть вероятность, что вода сохранилась на Марсе и до сих пор — не считая ледяных наростов на полюсах — где-нибудь в недрах планеты или в других ее областях.

Не менее интересными образцами для изучения являются и такие экзопланеты, как Кеплер-186f и Кеплер-452b. Для начала рассмотрим первую. Как можно понять из названия, звезда, вокруг которой вращается эта планета, имеет название Кеплер-186, и находится она достаточно далеко



Сравнение размеров Земли, Титана (слева внизу) и Луны

от Земли, примерно в 500 световых годах. Ее отличительной особенностью можно считать то, что она стала самой первой найденной планетой, которая подходит под требования зоны безопасности и обладает собственной орбитой. Также ее схожесть с Землей не заканчивается только на этом. Размер этой планеты совсем немного превышает размеры Земли, однако более детальное ее изучение пока что проблематично, и потому многие важные характеристики до сих пор остаются неизвестными для наших ученых. Нет никакой информации также и о наличии воды либо температуре на поверхности. Вторая же планета, Кеплер-452b, на данный момент расценивается учеными из

НАСА как одна из самых перспективных планет для поиска или внедрения жизни. Однако их останавливает то, что находится она на еще большем расстоянии от Земли, чем первый кандидат, и расстояние это увеличено практически в два раза. Однако это не мешает людям не терять оптимизма и быть уверенными в том, что эта планета как минимум находится в обитаемой зоне, а возможно, имеет еще больше схожестей с Землей. Стоит отметить, что Кеплер-452b также достаточно близок по размеру с нашей планетой, хотя и не может сравниться в этом с Кеплером-186f. А вот звезда, вокруг которой вращается Кеплер-452b напротив имеет гораздо больше схожестей с Солнцем.

Конечно, ученые не могли обойти и несколько из многочисленных спутников Сатурна. Первым на очереди идет Титан, который является крупнейшим из всех спутников этой планеты. Нетрудно догадаться, что он не совсем подходит под критерии обитаемой зоны, однако в данном случае это не настолько важно, как может показаться на первый взгляд. Поскольку самое важное, что на нем смогли обнаружить — это наличие воды и некоторых других жидкостей, пусть и в замороженном виде из-за колоссально низких температур. Однако важно не это. Важно то, что в их составе удалось найти углеводород — а это является ключевым фактором, позволяющим ученым рассматривать возможность долгосрочной жизни на спутнике. Дело в том, что именно благодаря этому химическому соединению есть вероятность, что живые организмы будут способны выживать внутри льда. Также рассма-

тривают и другого кандидата из списка спутников Сатурна — а именно Энцелад. Его особенность в том, что на нем прогнозируют найти преобладающее количество воды в сравнении с Титаном, которое скрыто под слоем льда, а значит, может быть отличным пристанищем для микроорганизмов. Несмотря на то, что совсем недавно это была лишь теория, не особо претендующая на серьезное научное обоснование, людям все же удалось проверить свои предположения с помощью инновационного аппарата «Кассини». Этому аппарату удалось зафиксировать на поверхности спутника несколько молекул водорода, из чего можно сделать вывод о том, что под поверхностью льда происходят непрерывные химические реакции. Ученые предполагают, что именно эти реакции могут вырабатывать энергию, нужную для поддержания жизни.



Галилеевы спутники Юпитера. Слева направо, в порядке удаления от Юпитера: Ио, Европа, Ганимед, Каллисто

Рассматриваются также спутники и других планет Солнечной системы, а именно Юпитера. Первым на очереди идет Ганимед, исследование которого дает людям возможность предпо-

лагать, что под его поверхностью тоже протекает жидкость. Стоит заметить, что существуют даже теории о том, что воды на нем в конце концов может оказаться даже больше, чем на нашей



Родительская звезда планеты LHS 1140b в представлении художника.

родной планете. И часть этой воды когда-то также была и на поверхности, а чем свидетельствуют многочисленные трещины. На данный момент планируется огромное исследование этого спутника, и к его поверхности отправят целую автономную станцию, которая должна прибыть к месту назначения почти через десять лет, в 2030 году. Второй спутник Юпитера, который попал под пристальное внимание, это спутник под названием Европа. На нем также есть вода, и по подсчетам ученых, есть большая вероятность, что она находится там в жидком виде и не замерзает, что уже является отличной новостью. И несмотря на то, что жидкость все-таки находится под ледяной коркой, химический состав среды и источники энергии внушают надежду на то, что спутник окажется пригодным для развития жизни. Стоит учесть, что

рассматривать Европу как подходящий для поиска живых организмов космический объект стали совсем недавно, однако уже сейчас планируют запустить масштабную операцию, в ходе которой космический аппарат подлетит достаточно близко к спутнику и сделает качественные фотографии и анализ множества важных факторов.

Стоит упомянуть и такую планету в нашей Вселенной, как LHS 1140b, которая имеет размеры, значительно превосходящие размеры Земли — почти в 10 раз. Ей дали говорящее название «супер-Земля», а после это название стало означать определенную группу планет, подходящим по критериям для обитаемой зоны и имеющим гигантский диаметр. Есть вероятность, что все планеты из этой группы априори являются каменными, однако с уверенностью утверждать это пока

что нельзя. И в отличие от многих других планет, о которых шла речь до этого, данный экземпляр находится относительно недалеко от нас, всего в 40 световых годах. А значит, наладить контакт с этой планетой будет гораздо проще.

И последней на очереди идет немного необычный, но не менее интересный вариант для внеземной жизни — звезда Табби. Казалось бы, как звезды вообще могут быть хорошим пристанищем для живых организмов? Однако у этой звезды есть много особенностей и необычных характеристик, которых не наблюдалось у других космических объектов. Несмотря на огромное расстояние от нашей планеты — 1500 световых лет — не заметить некоторые странности было попросту невозможно. В первую очередь в глаза бросилось то, что звезда постоянно меняет свою яркость. Казалось бы, ее попросту может время от времени загораживать какая-нибудь экзопланета. Однако то, насколько сильно отличаются разные уровни яркости, которые удалось зафиксировать, заставляет небезосновательно сомневаться в этой теории. На данный момент существует множество гипотез насчет уже развитой там внеземной жизни, следы деятельности которой мы и наблюдаем на протяжении многих лет. Однако прямых доказательств этому пока что нет. Есть и более правдоподобные предположения. К примеру, одно из них звучит так: эта звезда попросту поглощает одну из ближайших экзопланет, что и служит причиной резких и колоссальных скачков в яркости свечения.



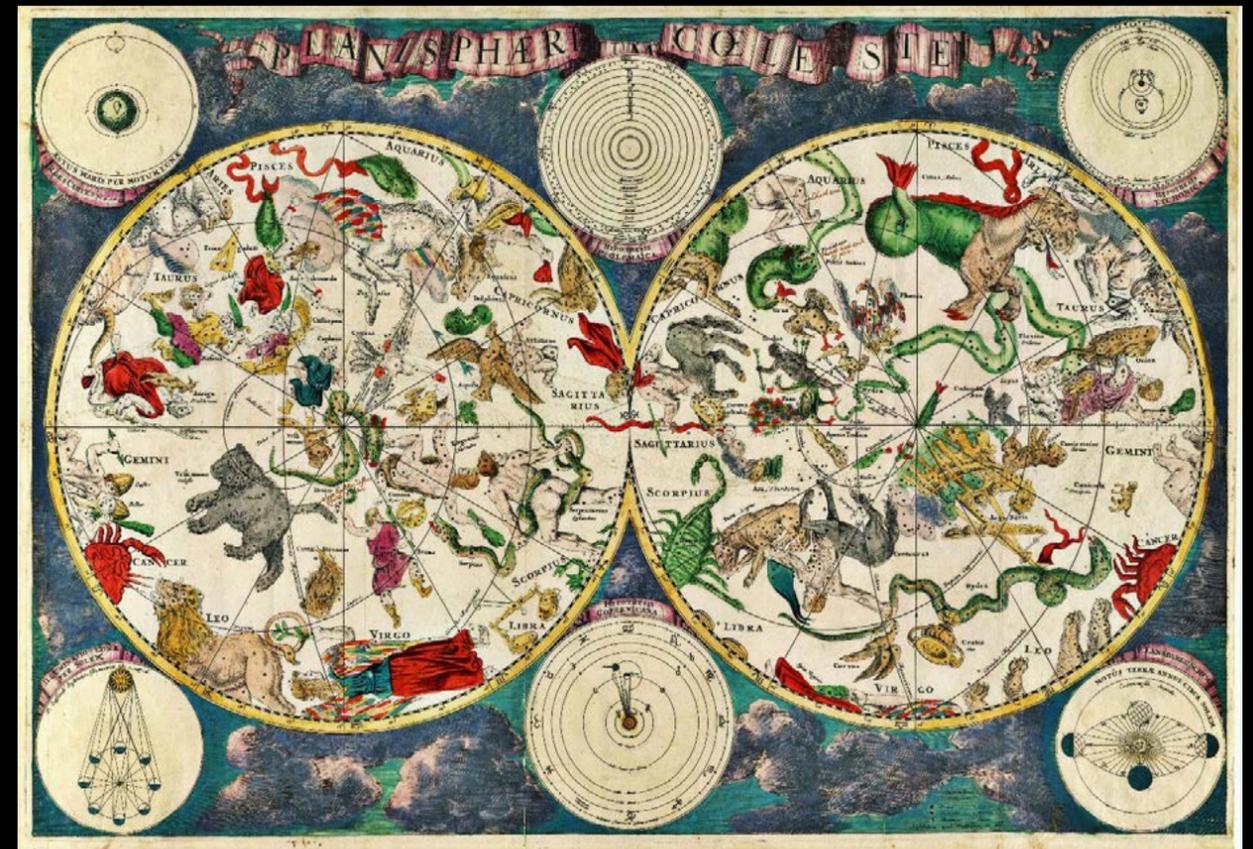
Звезда Табби в инфракрасном (слева) и ультрафиолетовом (справа) диапазонах

КАРТЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

Небесная сфера

Итак, для начала разберемся, что же означает само понятие «небесная сфера». Ее можно описать как абстрактную сферу, в центре которой всегда находится человек, который собирается ее использовать. И все, что находится над его головой на небе, можно считать той самой сферой, ровно до линии горизонта. Конечно, центром небесной сферы можно считать и центр Земли, если так будет удобнее, потому что ошибки в этом никакой не будет. В основном этот инструмент используется для того, чтобы сориентироваться в пространстве звездного неба в независимости от того, где человек сейчас находится, и от той картины, которую можно увидеть над его головой. И для того, чтобы сориентироваться таким образом в пространстве, достаточно всего лишь выявить отклонения в положении звезд относительно угла обзора с другой точки Земли и сделать из этого соответствующие выводы.

Стоит уточнить, что процесс ориентирования по карте звездного неба имеет достаточно много схожестей с тем, как мы привыкли ориентиро-



Карта звёздного неба XVII века голландского картографа Фредерика де Вита.

ваться с помощью широты и долготы. У небесной сферы тоже есть подобные элементы, однако их значительно больше, и потребуется некоторое время, чтобы изучить их детальнее.

Итак, начнем с того, что выявим одно простое правило: небесная сфера всегда делится на видимую и невидимую человеческим глазом части. Что очевидно, первая из них является всем звездным небом в области зрения, а вторая начинается за линией горизонта. Важно также понимать, что важную роль в работе

с небесной сферой играет небесный экватор, пересекающий меридиан. Этот экватор всегда будет в зоне видимости для человека, в то время как небесные полюса всегда останутся скрытыми. Также существует и три параметра, которые наиболее важны в работе со сферой: это прямое восхождение, склонение и расстояние. Итак, рассмотрим их по порядку. Прямое восхождение — это величина, которая измеряется в часах начиная от весеннего равноденствия и вплоть до пересечения небесным объектом экватора. Склонение же



Звёздный глобус (1622)
в Белом зале библиотеки
Вильнюсского университета

принято измерять в градусах, и они характеризуют тот угол, который получается между экватором и линией от земли до выбранной звезды или другого космического объекта. Последний параметр, расстояние, измеряется в световых годах, и, соответственно, символизирует пройденное светом расстояние за год.

Благодаря разработке такого понятия, как небесная сфера, люди смогли не только более правильно и быстро ориентироваться в пространстве. Она также часто помогает ученым визуализировать движения небесных тел, что важно для многих исследований космического пространства. Из этого следует очевидный вывод о том, что с помощью небесной сферы также возможно и предугадывать будущие движения космических объектов.

Для правильной работы с небесной сферой важно в первую очередь представить, будто все звезды находятся на одном расстоянии, которое эта сфера и символизирует. Конечно, это не является правдой, однако для ориентирования на местности или поиска конкретных космических объектов этот способ является очень удобным и хорошим. Нужно лишь нанести на эту сферу воображаемую сетку, которая и будет являться системой координат. Всего таких координат может быть две: прямое восхождение и склонение. Иногда они также обозначаются как RA и Dec. Прямое восхождение можно назвать аналогом долготы в привычных нам картах, однако его небольшое отличие в единицах измерения. Здесь используются лишь часы,

минуты и секунды. И как уже можно было догадаться, прямое восхождение используют для нахождения положения звезды относительно центра экватора со значением 0. Склонение же, что очевидно, является аналогом долготы и служит для нахождения местоположения небесного объекта относительно экватора на небесной сфере. Однако в отличие от предыдущей величины эта уже измеряется в привычных нам градусах. Именно с помощью этих двух значений, которые у каждого космического объекта всегда остаются неизменными, и получается вычислить местоположение нужной звезды в любое время суток.

Как нетрудно догадаться, Солнце также меняет свое местоположение на небесной сфере с зависимости от времени дня или года. Интересно то, что круг, по которому совершает свое движение эта звезда, имеет отклонение в 23 градуса, и для него есть специальный термин — эклиптика. И именно точно пересечения этой эклиптики с экватором и символизируют дни весеннего и осеннего равноденствия. А правильно проведенная перпендикулярная линия в свою очередь будет указывать на летнее и зимнее солнцестояния.

В схемах зачастую точки, указывающие на равноденствия и солнцестояния, обозначаются не специальными символами, а зодиакальными знаками: Овном, Весами, Козерогом и Раком.

Как работать с картами звездного неба

Неотъемлемым инструментом для работы с космическим пространством является не только небесная сфера, но и многочисленные карты звездного неба. Но как же можно узнать с помощью них, какие звезды сейчас находятся в поле зрения, а какие скрыты от глаз? В первую очередь для работы с картой стоит определиться с тем, какие известные вам звезды видны на западе и востоке. Здесь стоит уточнить, что привычные многим стороны света определяются немного иначе, ведь с течением времени Солнце может немного сместиться из-за движения нашей планеты. По этой причине искать восток и запад лучше всего по определенным точкам, найти которые не так уж и сложно.

Итак, для начала нужно встать лицом к Полярной звезде посреди вечера, чтобы найти северное направление. Из этого можно сделать вывод, что точка севера будет находиться там, где линия горизонта соединяется воображаемым прямым отрезком с этой звездой. Найти после этого южную точку не составит никакого труда — очевидно, что она будет находиться на прямо противоположной стороне. По этой же аналогии достаточно просто найти оставшиеся две стороны света. Достаточно лишь провести дополнительную линию, с помощью которой все сегменты поделились бы на четыре прямых угла. Таким образом у нас

найжены все четыре точки, которые необходимы для дальнейшей работы со звездными картами.

Важно также не забывать и о еще одной точке на небе — зените. Его найти тоже не так уж и сложно. Достаточно лишь провести вертикальную линию из центра пересечения всех четырех сторон, чтобы эта линия была строго перпендикулярна земле. Пятая точка, которую также можно запомнить, называется надиром и находится на противоположном конце этой перпендикулярной линии.

В первую очередь стоит запомнить одну важную вещь, которая поможет найти любые нужные звезды на ночном небе. Дело в том, что северные околополярные звезды видны круглый год, а потому свои поиски стоит начинать именно от них. С помощью околополярных звезд можно достаточно просто найти все стороны света на карте, а после ориентироваться на те знания, которые мы получили при осмотре местности. Единственное, что стоит учесть: некоторые точки обязательно нужно будет ставить на границе экватора, поскольку далее уже пойдут те звезды, которые не видны с этого места.

Нужно также знать и то, что найти линию экватора можно также и с помощью его пересечения с линией горизонта. Поскольку точки востока и запада всегда находятся на этой линии пересечения, траектория дви-

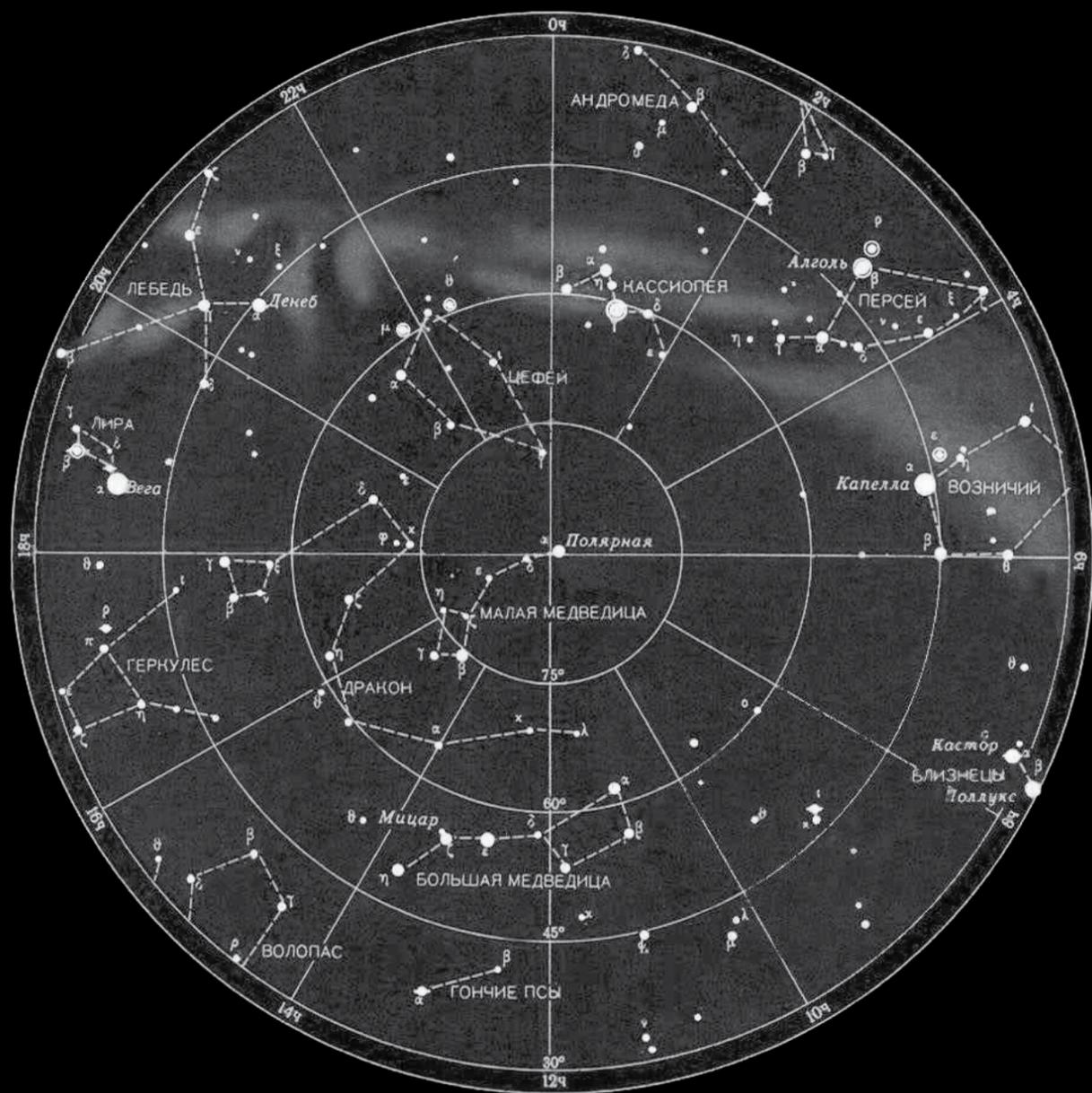
жения звезд на Экваторе глобуса и будет являться линией экватора. Поэтому та звезда, которая расположена на этой линии экватора, может быть видима в одной и той же местности только лишь на протяжении 12 часов. Некоторые звезды, которые находятся южнее, могут быть видимы человеческому глазу еще меньше 12 часов, поскольку ее путь, проделанный в поле зрения, будет еще

меньше. Противоположное правило, как можно было догадаться, действует на те космические объекты, которые находятся дальше к северу от экватора. Они, наоборот, находятся на видимой части звездного неба гораздо дольше. И, как уже говорилось чуть ранее, те звезды, которые находятся возле Полярной звезды, никогда не уходят из поля зрения и видны в любое время года.

В отличие от всех остальных незаходящих звезд Малая Медведица в процессе своего движения по небу никогда не заходит на южную сторону неба, а всегда остается на северной и никогда не достает до зенита, в то время как другие звезды мигрируют с одного места на другое.



Карта Северного полушария неба



Как уже говорилось чуть ранее, по аналогии с картой Мира, которая делится на западное и восточное полушария, карта ночного неба состоит из северного и южного полушария. Поскольку Земля всегда находится в одном положении по отношению к звездам Вселенной, созвездия

северного полушария можно увидеть только находясь к северу от экватора.

Все созвездия северного полушария условно можно разделить на две группы: а) которые можно наблюдать круглый год или околополярные; б) созвездия, которые видны только в определенное время года.



Не трудно догадаться, что околополярные — это ближайшие к полярной звезде созвездия. Сюда входят Большая и Малая медведицы, Дракон, Цефей, Андромеда, Рысь, Гончие псы, Кассиопея. Созвездия, расположенные дальше от полярной звезды, появляются над горизонтом только в определенные месяцы, все остальное время оставаясь скрытыми за горизонтом. Персей, Геркулес, Лира, Волосы Вероники, Северная корона, Волопас, хорошо просматриваются в летний период. Ярким созвездием зимнего неба является Орион.

Ну что, начнём ориентироваться с того, что всем известно. А именно с Полярной звезды. Если не знаете,

где она, то вот инструкция: для начала вам стоит сосредоточить свое внимание на созвездии Большой медведицы. Его найти, наверное, способен каждый ребенок — достаточно лишь поднять голову вверх и увидеть скопление звезд, напоминающее по виду ковш. И самая яркая звезда во всей этой картине и будет Полярной. Многие знают, что она также является частью более малого ковша под названием Малая медведица. Однако это созвездие за ориентир брать не стоит, поскольку хорошо видно его только при определенных погодных условиях и не в каждой местности. Хотя, конечно, в случае работы с телескопом об этом волноваться не стоит.

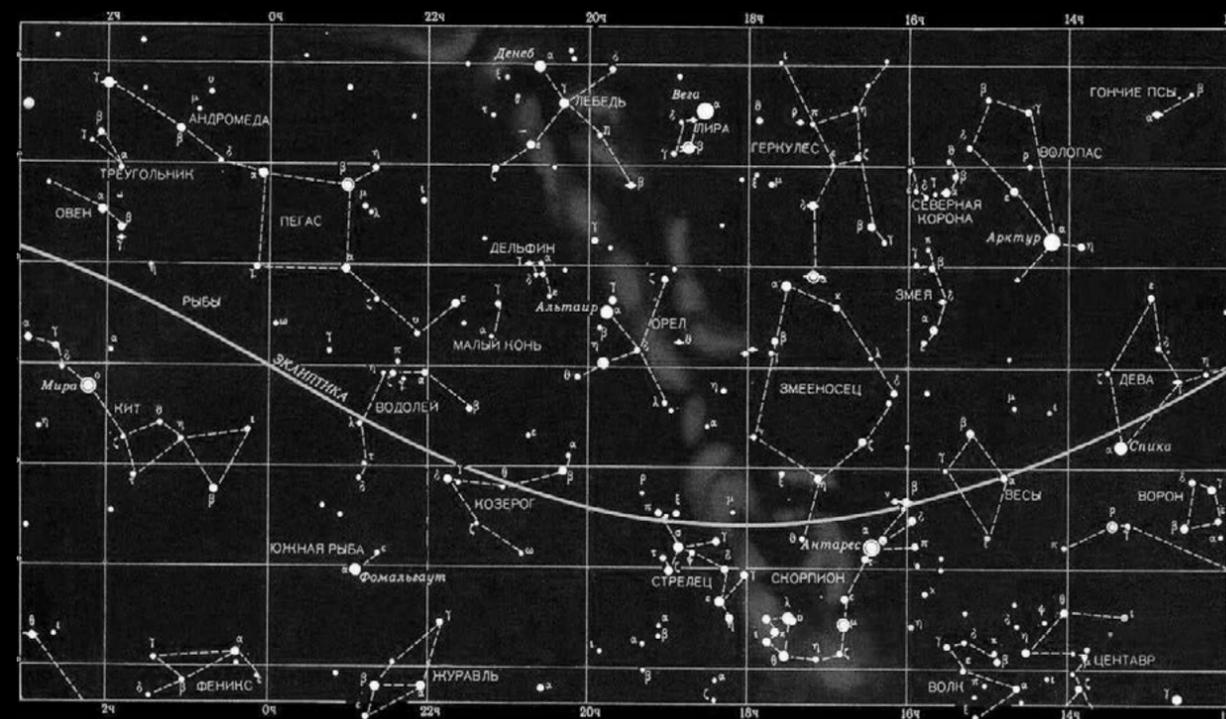


Итак, теперь, когда местоположение двух главных ориентиров уже было найдено, можно приступить к поиску остальных созвездий на северном полушарии. Прямо между двумя ковшами можно заметить еще одно созвездие. Оно носит название Дракон, и найти его можно по довольно длинному скоплению звезд, которое имеет изгиб, а после оканчивается прямоугольной фигурой. А чуть выше Малой медведицы и Дракона располагается Цефей, выглядящий как своеобразный дом, состоящий из пяти звезд. Стоит отметить, что эти пять звезд являются лишь самыми яркими, но далеко не единственными, входящими в созвездие. На самом же деле их в нем целых 148.

Также довольно приметным и ярким созвездием на северном полушарии является Кассиопея. Оно также находится недалеко от двух медведиц и по внешнему виду напоминает перевернутую букву «М». Для того, чтобы определить местоположение чуть более точно, нужно только провести одну прямую линию между предпоследней звездой Большой медведицы и Полярной звездой, и тогда нужно созвездие найдется само собой. Интересно то, что найти предыдущее созвездие, Цефея, можно найти опираясь и на Кассиопею. Для этого достаточно лишь мысленно продлить ту линию, которая идет от крайних звезд на расстояние, равное двум отрезкам такой длины.

Все эти созвездия являются околополярными, а потому их можно заметить на небе в любое время года. Теперь же пришло время рассмотреть и некоторые другие группы. К примеру, рассмотрим Туманность Андромеды. Она является наиболее близкой галактикой к нам и единственной доступной невооруженному глазу, а потому ее можно заметить в составе созвездия Андромеды. А для того, чтобы узнать расположение этого созвездия, нужно соединить Полярную звезду с одной из звезд Кассиопеи и продолжить эту линию дальше, вплоть до небольшого облака возле трех звезд. Также недалеко от Кассиопеи расположен и Персей, который легко находится на звездном небе, если опустить взгляд чуть ниже. Особенно легко увидеть его

в августе, хотя и в другие месяцы он не теряется среди других звезд из-за своих размеров. А рядом с этим созвездием расположился Возничий. Самой приметной его звездой является Капелла, и чуть поодаль от нее можно найти всеми известный пояс Ориона. А под ним располагается чуть менее заметная фигура, похожая на песочные часы. Интересно то, что в этом созвездии на месте меча присутствует не просто небольшая группа звезд, а целое скопление, называемое Туманностью Ориона. Помимо самих звезд в ней присутствуют также множество частиц пыли, плазмы и газа, что делает эту туманность еще более заметной даже невооруженному глазу. А самих звезд там свыше 700 штук, и их количество непрерывно увеличивается.



Поскольку Орион является экваториальным созвездием, то увидеть его можно в любом полушарии, и это стало еще одной причиной его популярности. А названия звезд на его поясе были придуманы не просто так и имеют под собой небольшой символизм. Поэтому три звезды в переводе носят имена «пояс», «нить жемчуга» и «кушак».

А вот возле Дракона и Цефея можно увидеть еще одно интересное созвездие — Лебедь, или Северный крест. Визуально из четырех звезд, которые и составляют видимую часть этого созвездия, можно как раз-таки выложить фигуру лебедя, три из которых выложены на ночном небе в форме тела, а последняя является головой. И совсем недалеко от Лебедя располагается Лира. Ее отличительной чертой можно считать наиболее яркую звезду Вега, которую проще всего обнаружить, проведя прямую линию от края Большой медведицы к верхней точке созвездия Дракона. И возле этой самой Веги есть менее яркая фигура четырехугольника, которые в тандеме и являются Лирой. Здесь же, совсем рядом с Лебедем и Лирой, находится Дельфин и Водолей.

Также возле ковша Большой медведицы находится и Волопас, найти который можно по наиболее яркой звезде с названием Арктур. Форма этого созвездия больше всего походит на меч, а само созвездие в переводе означает «Небесный страж» или «Хранитель». Совсем рядом с Волопасом располагается Северная корона, а под ней созвездие змеи. Выглядающее как треугольник с маленьким хвостиком. Если сместить взгляд немного влево, можно также заметить Геркулеса в виде прямоугольника с небольшими ответвлениями.

Стоит отдельно упомянуть и созвездие Тельца, которое находится возле Ориона. Саму группу нужных звезд можно заметить чуть выше,

и внешне она схожа со стайей летящих по небу птиц. Созвездие удостоилось более пристального внимания, поскольку в его составе есть одна интересная особенность. Дело в том, что недалеко от звездного скопления достаточно хорошо видно Плеяды, которые при взгляде невооруженным взглядом больше напоминают достаточно яркую туманность. А если обратить на них внимание, рассматривая через телескоп, то можно заметить, что там на самом деле находится огромное множество звезд, каждую из которых принято называть именами греческих сестер и их родителей.

Конечно, с Земли можно увидеть не только множество интересных созвездий, но и некоторые планеты Солнечной системы. Всего можно невооруженным взглядом заметить лишь пять планет. И для того, чтобы отличить их от звезд на небе, стоит помнить одно простое правило: если все звезды мерцают и светятся, и это свечение достаточно хорошо заметно, то планеты напротив, более тусклые и имеют форму, больше похожую на диск. Однако найти планеты на ночном небе немного сложнее, чем созвездия, ведь они постоянно смещаются и не имеют такой зависимости в своем положении от других звезд. Поэтому в том случае, если вы задались целью найти на небе нужную вам планету, то следует использовать только актуальные карты и не ориентироваться на прошлогодние.

Итак, начнем по порядку. Меркурий достаточно часто смещается, поэтому отследить его довольно труд-



но. И виден он может быть далеко не всегда, а только если наступает нужный цикл. Из этого следует вывод, что отыскать первую планету можно лишь с помощью специальных карт. А вот с Венерой дела обстоят иначе. Она считается самой яркой и заметной из всех планет, которые можно увидеть с Земли, а потому найти ее будет гораздо проще. Ее размеры будут заметно превосходить все остальные небесные объекты, которые удастся разглядеть, а появляется она в зоне видимости на самый длительный период, превосходя по времени даже многие звезды. Но, конечно, ее местоположение также изменчиво, как и у других планет, а потому использование карты все еще обязательно. Следующий на очереди Марс, и его отличительная черта в необычном цвете, который выделяется на фоне всего звездного неба. Поэтому в первую очередь ищите красный цвет, и тогда даже ночью вам, возможно, удастся его обнаружить. Юпитер тоже в свою очередь является более ярким и отличающимся по более

теплому цвету от других небесных объектов, а вот Сатурн на оборот имеет холодный и голубоватый оттенок. И в случае, если наблюдение проводится с помощью телескопа, то можно даже увидеть его кольца.

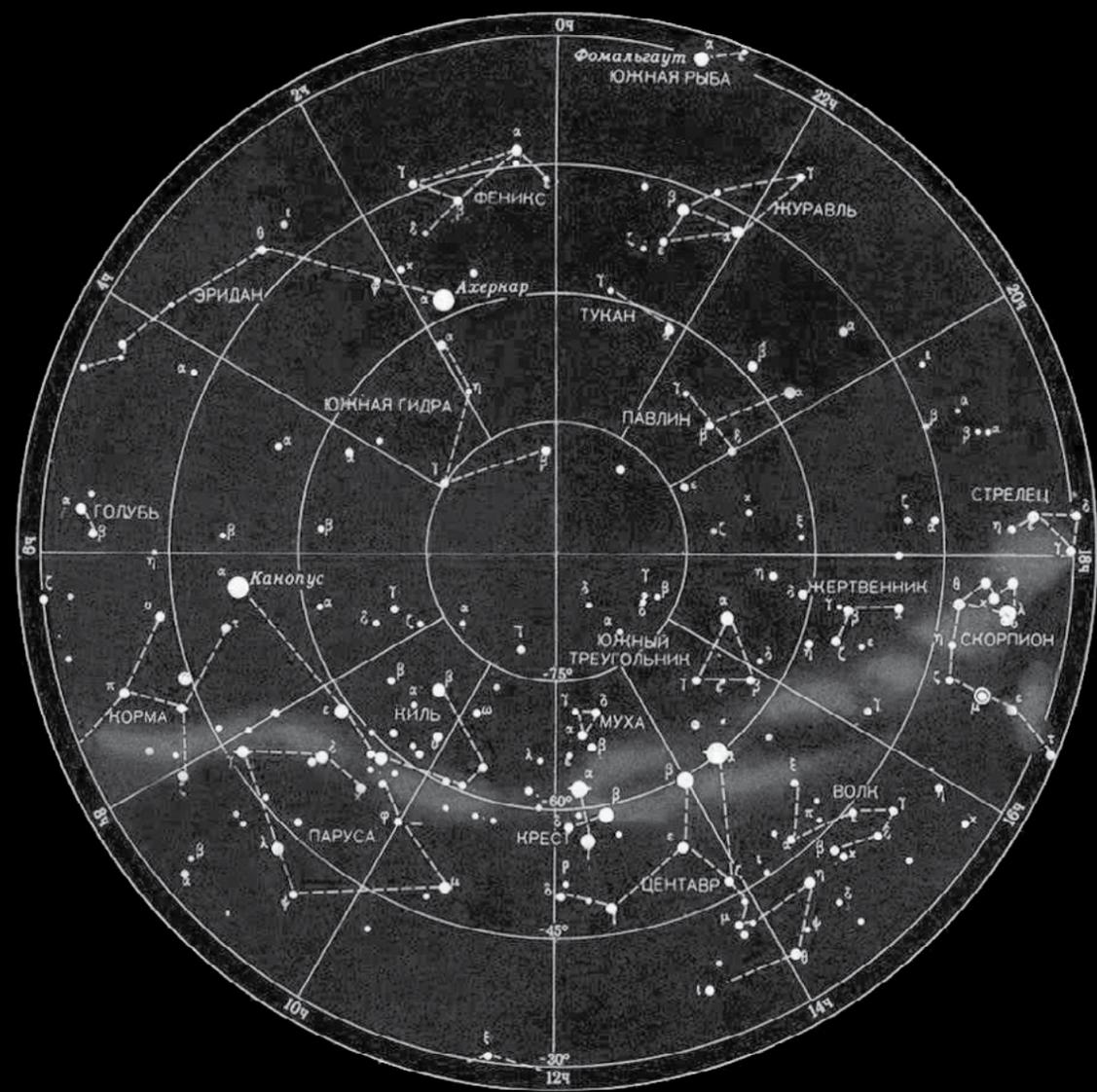
Можно заметить, что все планеты и общий вид звездного неба всегда медленно смещается с востока на запад, и тоже самое относится к Солнцу и Луне. Как нетрудно догадаться, это последствия вращения Земли вокруг своей оси. Однако из-за того, что звезды относительно друг друга всегда находятся на равном расстоянии, ученые долгое время искренне верили в то, что звездное небо всегда остается неподвижным и не меняется с течением времени. А вот движение планет всегда отлично не только от движения звезд, но и от своих собратьев. Интересно то, что внутренние планеты, Меркурий и Венера, всегда находятся достаточно близко к Солнцу, и это еще один критерий, по которому их будет проще отыскать. А остальные планеты же, напротив, могут передвинуться

на противоположный край видимого участка неба, а направление их движения может смениться и запутать многих людей в поисках. Для того, чтобы точно быть уверенными в том, что ваш взгляд упал именно на планету, а не на необычную звезду, лучше всего продолжать свои наблюдения хотя бы на протяжении нескольких дней. Также хорошо помогает способ, в котором можно найти любые из известных вам созвездий и проверить, не добавилась ли к ним какой-либо лишней небесный объект.



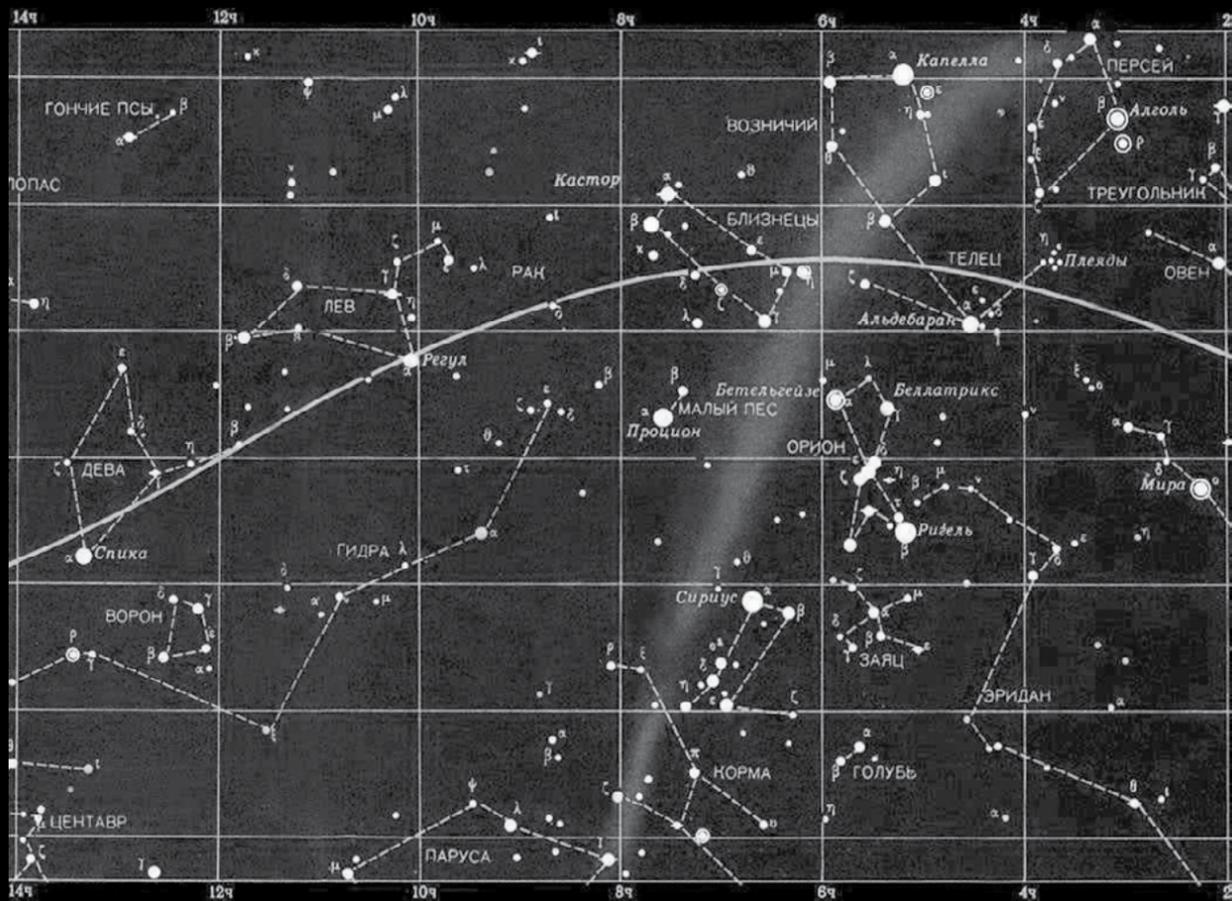
Однако из-за обилия уличного света в наше время звезды и видимые планеты на небе становятся более тусклыми и трудноразличимыми. Сейчас большинство людей, увлекающихся астрономией, для наблюдения за ночным небом уходят в места, нетронутые человеческими изобретениями и неосвещенные искусственными приборами. Особенно это актуально в том случае, если телескопа под рукой нет. Подобное явление, когда уличное освещение мешает разглядеть звезды на небе, называют «световым загрязнением». Однако во многих регионах России все еще можно с комфортом понаблюдать за звездами, если выйти за пределы города.

Карта Южного полушария неба



После изучения северного полушария неба, что очевидно, стоит перейти и к южному. Самым известным и простым для нахождения созвездием, пожалуй, можно назвать Большого Пса. Оно находится достаточно близко к Ориону, достаточно лишь провести линию от пояса Орио-

на к левому нижнему углу. Тогда вам удастся найти яркую и заметную звезду — Сириус. А чуть ниже него можно заметить скопление звезд в форме треугольника, в число которых входит еще одна приметная звезда Адхара.



Это интересно! Несмотря на то, что ранее созвездие Весов считалось экваториальным, сейчас его местоположение сместилось в сторону южного полушария и перестало пересекаться с небесным экватором.



Созвездие Весы

Рядом можно также найти и Весы. Интересно то, что в нем находится одна из наиболее старых звезд, известных

нашим ученым — Мафусаил, и ее возраст превышает 14 миллиардов лет. В созвездии Весов помимо привлекающей внимание звезды Мафусаила также находятся и экзопланеты.

Также довольно интересным и необычным созвездием является Ворона. Ее отличие в том, что несмотря на отсутствие ярких звезд в составе, содержит в себе не одну галактику. Среди них выделяется Галактика Антенны, которая является целым скоплением нескольких других галактик. А прямо посередине можно заметить туманность, также отличающуюся от многих других по своим свойствам.

Еще одно созвездие, вмещающее в себя необычные галактики — это Голубь. К примеру, одна из них имеет спиралевидную форму и испускает потоки необычные потоки газа. Другая же примечательна тем, что в процессе своего существования сумела поглотить в себя несколько соседних галактик. Само же созвездие Голубя можно узнать по трапециевидному скоплению звезд.



Созвездие Голубь

Следующее созвездие, Волк, имеет другую интересную особенность. Помимо множества туманностей в составе, одна из них имеет звезду Вольфа-Райе, которая числится как одна из наиболее горячих во всей известной нам части космоса. Ее температура настолько огромна, что превышает солнечную в 16 раз. Еще одна примечательная звезда находится в созвездии Жертвенника — она считается оранжевым сверхгигантом, и помимо нее там присутствует еще несколько звезд огромных размеров. А вот созвездие Живописца интересно сотнями галактик в своем составе, которые вместе представляют собой одно из самых массивных скоплений в космосе. В созвездии Индейца же находится невероятно яркая и большая звезда Альфа Индейца, размеры которой значительно превышают размеры Солнца. Еще один оранжевый гигант замечен и в созвездии Насоса, хотя само оно является относительно небольшим по размерам.



Созвездие Волк



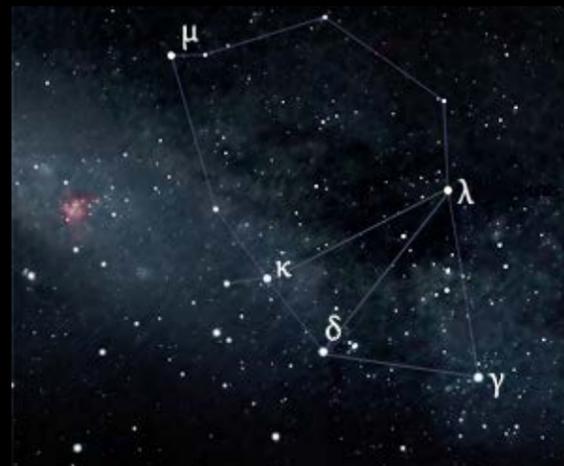
Созвездие Живописец



Созвездие Индеец

Созвездие Компаса, в свою очередь, привлекает внимание своей звездой-гигантом, Альфа Компасом, яркость которой довольно переменчива. Интересно также и то, что среди одной из галактик в этом созвездии была замечена сверхмассивная черная дыра, помимо других туманностей и звездных скоплений. В созвездии Золотой рыбы также есть одна примечательная галактика. Она является наиболее приближенной к Млечному Пути. А вот Наугольник интересен своей гравитационной аномалией, имеющей название «Великий Аттрактор». В отличии от Млечного Пути, она имеет значительно превышающую его

массу, а также в области вокруг действует достаточно сильное притяжение.



Созвездие Паруса

В созвездии Паруса можно заметить одну интересную звезду, Гамму Парусов. Она представляет собой не просто обычный космический объект, а состоит из целых шести частей. Что необычно, в созвездии находится еще несколько подобных систем, однако эта является наиболее яркой и примечательной. Еще одно довольно сложное явление наблюдается внутри созвездия Мухи, которое провоцирует искажения в космическом пространстве за счет необычной туманности. А некоторые соседние туманности имеют настолько высокую плотность, что почти любой свет просто не способен пробиться сквозь нее. Созвездие Печь, в свою очередь, примечательно еще одной из наиболее древних галактик, которая, по подсчетам ученых, появилась всего в первые миллионы лет после Большого Взрыва. Кентавр же имеет в своем составе две интересные звезды, которые по праву считаются одними из наиболее ярких на всем звездном небе — Альфа и Бета Кентавра. И что интересно, здесь же расположена самая холодная

туманность, которая известна ученым на данный момент. Ее температура имеет колоссально низкие значения — -272 градуса по Цельсию, а сама туманность носит название Бумеранг.



Созвездие Циркуль

Созвездие Циркуля также имеет свои особенности. Стоит обратить внимание на двойную звезду в его составе, и в ней находится одна нейтронная звезда. Она примечательна своими необычными свойствами, напоминающими черную дыру, и выделяющими достаточно большое количество энергии. А вот в той части ночного неба, где располагается созвездие Эридан, вызывает интерес полное отсутствие любых галактик и излучение, которое практически сводится к минимуму. Это довольно уникальное место в космосе, и причины его появления до сих пор неизвестны никому из наших ученых. Также это созвездие примечательно и тем, что внутри него находится Эриданская суперпустота. Созвездие Скульптора, которое мы рассмотрим далее, при-

влекает интерес астрономов Южным галактическим полюсом. Помимо этого, столкновение множества различных галактик привнесло в это созвездие еще одну любопытную особенность — скопление Пандоры, которая состоит на 75 процентов из темной материи, а остальную долю занимают горячий газ и части тех самых галактик.



Созвездие Козерог

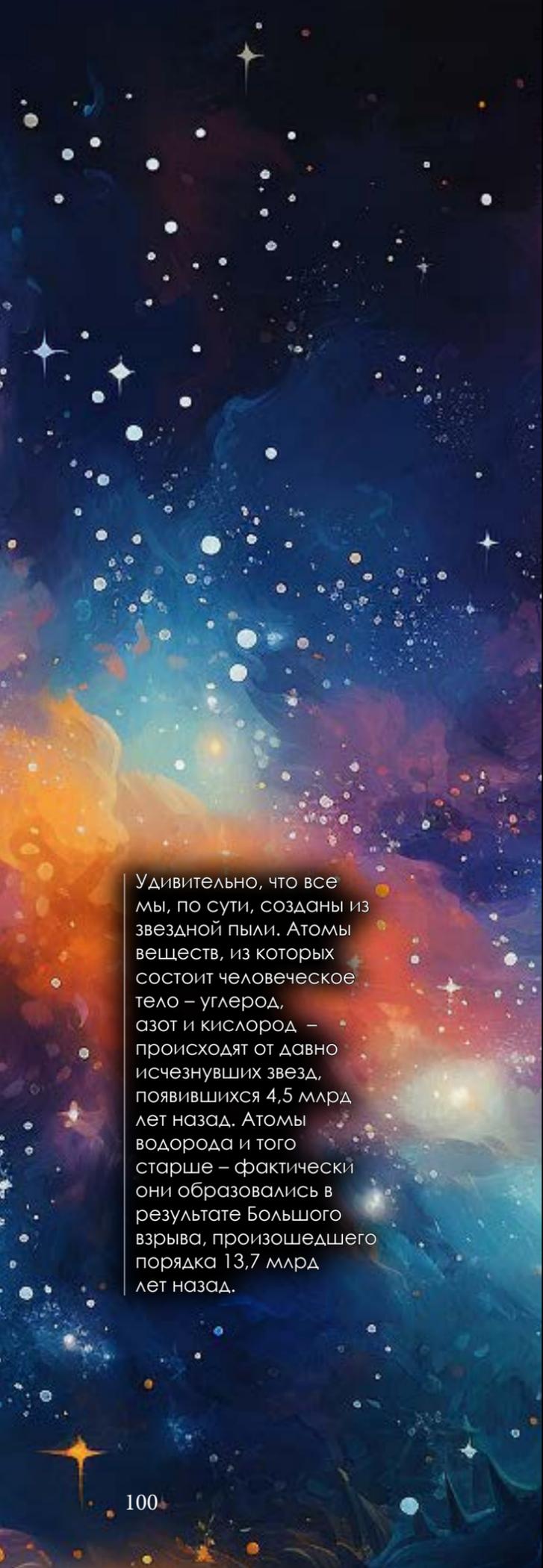
Далее на очереди идет Козерог — знаменитое и известное всем зодиакальное созвездие, и его отличительной особенностью являются сложные звездные системы. К примеру, одна из них, Альфа Козерога, несмотря на то что состоит из двух разных звезд, имеет еще одну особенность. Каждая из них также имеет в своем составе два других космических объекта. И совсем недалеко находится центр нашей Галактики вместе с точкой зимнего солнцестояния. Все это находится внутри созвездия Стрельца, а также является его отличительными особенностями. Однако разглядеть этот самый центр никак не получится, особенно невооруженным глазом, поскольку его присутствие надежно скрыто большим

количеством межзвездной пыли. Стоит упомянуть, что еще одним примечательным объектом в этом созвездии является сверхмассивная черная дыра. Третье зодиакальное созвездие, Скорпион, интересен с научной точки зрения тем, что также является одним из источников рентгеновского излучения. А звездная система, входящая в его состав, имеет интересный объект внутри себя — планету, которая вращается вокруг сразу двух разных звезд.

Далее идет созвездие Корма, и его туманность носит достаточно интересное название. Туманность Тухлое яйцо получила такое необычное название вследствие того, что внутри него учеными было замечено достаточно внушительно количество оксида серы и сероводорода, даже несмотря на то, что еще является не сформированной полностью, а на ее полное «созревание» может уйти свыше тысячи лет.



СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА



Удивительно, что все мы, по сути, созданы из звездной пыли. Атомы веществ, из которых состоит человеческое тело – углерод, азот и кислород – происходят от давно исчезнувших звезд, появившихся 4,5 млрд лет назад. Атомы водорода и того старше – фактически они образовались в результате Большого взрыва, произошедшего порядка 13,7 млрд лет назад.

Солнечная система в том виде, в котором она известна ныне всему человечеству, представляет собой скопление планет, малых планет и других космических тел (спутников, астероидов, комет и др.), вращающихся вокруг центральной звезды – Солнца. Система расположена в галактике Млечный путь. Образовалась приблизительно 4,5 млрд лет назад в результате гравитационного сжатия газопылевого облака.

Согласно теории возникновения Солнца и планет, вращающихся вокруг него, изначально на месте Солнечной системы было большое облако, состоящее из пыли и газа. В определенный момент на него начала воздействовать некая внешняя сила. Это могла быть волна от взрыва какой-то другой звезды или столкновение с иным космическим телом. После этого скопление космической пыли и газов начало вращаться по кругу и постепенно сжиматься. Накопившаяся в центре энергия спровоцировала появление протозвезды, которая потом и стала Солнцем. Оставшиеся пыль и газ начали продолжать своё вращение вокруг светила и превратились в диски – будущие планеты. Самые твердые материалы находились ближе к центру и Солнцу, поэтому там сформировались планеты земной группы. На более дальнем расстоянии расположились скопления газов и частиц льда. Из них образовались газовые и ледяные гиганты.

В настоящее время Солнечная система выглядит следующим образом: в её центре находится главная

звезда – Солнце, а вокруг вращаются по своим орбитам планеты. Всего этих планет восемь: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Раньше этот список замыкал Плутон, но, в начале XXI в. его признали карликовой планетой и он, образно говоря, выбыл из основного состава.

Происхождение и существование звезд и планет всегда интересовало учёные умы. С развитием астрономической науки менялись и взгляды на окружающий мир и вселенную. В эпоху древности и средневековья господствовал так называемый геоцентризм – теория, согласно которой именно Земля являлась центром мироздания, а солнце, луна, звёзды и прочие небесные тела вращались вокруг неё. С наступлением периода Нового времени (XVI – XVII вв.) и развитием науки появилась новая, впоследствии доказанная научно и экспериментально теория: Земля вращается вокруг Солнца, а не наоборот. Эта теория получила название гелиоцентрической и поставила

Солнце в центр системы. Параллельно с этим началось и изучение планет. На рубеже XVI-XVII вв. был изобретён телескоп, что было, в определённом смысле, техническим прорывом, и позволило исследовать объекты, находящиеся далеко за пределами нашей планеты.

В середине XX в. жители Земли начали покорение космоса. В открытое пространство полетели все, изобретённые на тот момент космические аппараты. Изучение Солнечной системы и её объектов было непростым и долгим. Сначала исследовали более близкие объекты, затем перешли к удалённым. Но, несмотря на все трудности, учёным удалось составить более-менее полноценную картину практически обо всех телах, больших и малых, населяющих систему.

Являясь центром системы, Солнце влияет абсолютно на все небесные тела, расположенные в упомянутом ареале. Его влиянию зачастую зависит от степени удалённости или приближённости к нему.



Ещё до открытия космоса и вселенной и, даже, до возникновения цивилизаций, Солнце воспринималось жителями Земли как божество, дарующее свет, жизнь, тепло. Не случайно в древних языческих верованиях существовали боги, отождествляемые с Солнцем – египетский Ра, вавилонский Шамаш, греческий Гелиос, римский Соль, славянский Ярило. Древний бог-солнце двигался по небу от рассвета до заката на лодке или колеснице, или просто летел по небу, с наступлением ночи уходил в царство теней, а наутро возвращался вновь.

Солнце – звезда, относящаяся к типу «жёлтый карлик». Своё название она получила не случайно, так как визуально цвет Солнца воспринимается человеческим глазом именно, как жёлтый. Хотя, на этот счёт есть интересное наблюдение: при нахождении Солнца в той или иной точке земного неба, его цвет может искажаться атмосферой и варьироваться от красноватого до белого.

Как и любое небесное тело, Солнце имеет своё уникальное строение.

Как и у любого другого космического тела, структура Солнца – слоистая. У звезды есть ядро, где происходит выделение и преобразование энергии, внутренняя и внешняя оболочки и солнечная корона. Внутренняя оболочка состоит из двух областей: зоны переноса лучистой энергии (или радиационной), расположенной непосредственно над ядром и конвективной зоны. Внешняя оболочка – атмосфера Солнца, представленная фотосферой, хромосферой и солнечной короной, состоящая из раскалённых газов. Именно эти слои придают Солнцу привычный жёлтый цвет. А солнечная корона воспринимается визуально как солнечные лучи. Это не что иное, как протуберанцы – солнечные выбросы более холодных по сравнению с температурой поверхности звезды веществ, удерживаемых над поверхностью магнитным полем. Невооружённым глазом их можно увидеть только во время полного солнечного затмения.

В химический состав звезды входят газы, преимущественно, гелий и водо-

род – их концентрация самая высокая, а также другие химические элементы с меньшей плотностью, в том числе и металлы (железо, магний, алюминий и др.). Температура поверхности Солнца составляет приблизительно 6000° по Цельсию или 5780° по Кельвину. Разумеется, при столь высокой температуре никакая жизнь на поверхности звезды не была бы возможной. По той же причине Солнце является недоступным для исследования космическими аппаратами – они могли бы просто расплавиться из-за сильной жары. Единственная техника, которая может максимально приблизиться к центральной звезде – космические телескопы и зонды, вроде аппарата «Хаббл», но и они не могут подойти к Солнцу слишком близко.

Солнце является магнитоактивной звездой. Оно обладает сильными магнитными полями, активность которых вызывает такие явления, как солнечные пятна и солнечные вспышки. Подобного рода активность сильно влияет на расположенные поблизости от звезды планеты. Яркий пример таких влияний – магнитные и геомагнитные бури и полярное сияние на Земле, кислотные дожди на Венере.

Все космические тела, составляющие солнечную систему, имеют свою классификацию. Некоторые её виды тоже делятся на различные группы. В целом, солнечную систему можно представить в таком виде:

1. Планеты
 - 1.1. Планеты земной группы
 - 1.2. Планеты-гиганты
- А) газовые гиганты

- Б) ледяные гиганты
2. Карликовые (малые) планеты
3. Астероиды
4. Кометы
5. Метеороиды

Всего в Солнечной системе 8 планет. Раньше их было 9 – в их число входил Плутон. К этому списку относили и Цереру, условно называя её десятой планетой. Однако, в начале XXI в. учёные пересмотрели классификацию космических тел Солнечной системы. Появилась новая категория – карликовые или малые планеты. Плутон, как и Церера, перешли в ранг малых планет. Почти все планеты, кроме Земли, Плутона и Урана, как большие, так и малые получили свои названия в честь древнеримских богов. В этом есть некий символизм: по представлениям наших предков боги всегда стояли над людьми, природой и миром, как создатели и хранители.

Практически все планеты, за исключением самых удалённых, были открыты итальянским учёным Галилео Галилеем в начале XVII в. Все они были хорошо видны в телескоп, что позволяло изучать их и делать выводы (порой, конечно, и ошибочные) о химическом составе, наличии атмосферы, температуре, рельефе и ряде других признаков. Многие планеты жители Земли могут увидеть на небе невооружённым глазом, из-за чего может показаться, что они гораздо ближе к нам, чем есть на самом деле. Хотя, это не более, чем визуальная иллюзия.

Строение солнца





ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

К этой группе относятся четыре планеты: Меркурий, Венера, Земля, Марс. Они расположены к Солнцу ближе всего и сильнее подвергаются воздействию звезды и её энергии. Их общим признаком является каменная поверхность, а хими-

ческий состав включает в себя силикаты и металлы. Отличительным признаком является также наличие высоких, по сравнению с планетами-гигантами, температур.

Меркурий



Меркурий – самая близкая к Солнцу и самая маленькая планета системы, относящаяся к группе планет земного вида. Своё название она получила в честь древнеримского бога-покровителя торговцев и путешественников. По какой причине планета получила такое название, точно не установлено, но наиболее распространённое предположение связывает это с быстрым движением планеты вокруг своей оси и Солнца (а римский Меркурий, как уже упоминалось, покровительствовал путешественникам), но подобная версия кажется сильно

притянутой за уши. Меркурий был известен ещё в глубокой древности: вавилонские и египетские астрономы и астрологи отмечали его появление на небосводе в документах, сохранившихся до нашего времени. Самоназвание планеты появилось в Древнем Риме и впоследствии стало общепринятым в науке. До этого разные народы давали планете свои названия, и всех их объединял один признак – как и другие небесные светила, планета называлась именами различных божеств.

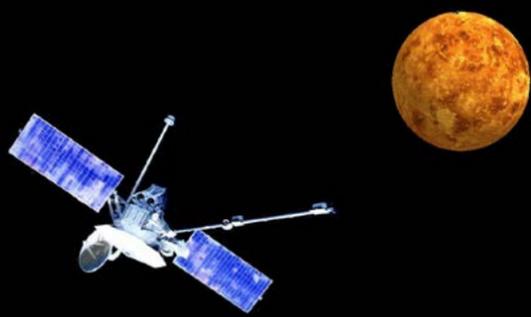
Меркурий считается наименее изученной планетой Солнечной системы. В начале XVII в. было совершено первое наблюдение планеты через телескоп и сделано оно было Галилео Галилеем. Чуть позже французский учёный Пьер Гассенди и немецкий математик Иоганн Кеплер изучили прохождение Меркурия по диску Солнца. Расположенность по соседству с Венерой затрудняло изучение планеты через телескоп, так как часто соседка Земли закрывала своего другого соседа, уступающего ей, к тому же, по габаритам. Тем не менее, учёным XIX и первой половине XX в. удалось сформировать представление о Меркурии. Благодаря телескопическим наблюдениям был немного изучен рельеф – на планете были обнаружены возвышенности и скалы. Уже в XX в. к методам изучения Меркурия, помимо телескопических, добавились радиоастрономические и радиолокационные, производимые с помощью космических аппаратов.

Покорение и освоение человеком космического пространства во вто-

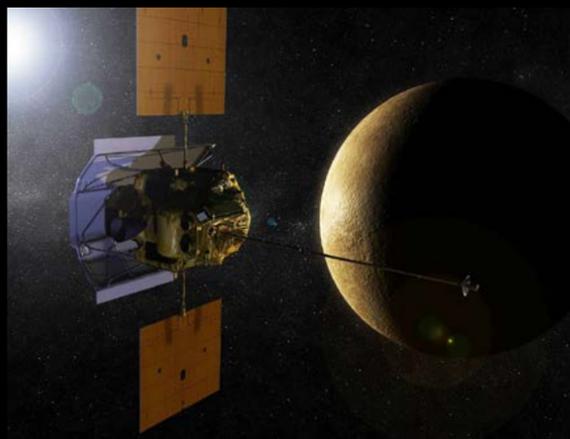
рой половине XX в. позволило сделать несколько шагов вперёд в изучении самой маленькой планеты Солнечной системы. Космические аппараты неоднократно запускались на Меркурий, но ни одному из них не удалось достичь поверхности планеты. Причина тому – слабое притяжение на Меркурии, не позволяющее спутникам или посторонним небесным телам закрепиться на его поверхности. Кроме того, сказывалось наличие высоких температур и близость к Солнцу. К тому же уровень космической техники того времени, сконструированной для исследований объектов Солнечной системы, не позволял вплотную приближаться к Меркурию. Лишь двум аппаратом удалось подойти к нему столь близко, чтобы получить возможность изучить и зафиксировать необходимые сведения. Первым стал «Маринер-10», которому в 1974-1975 гг. удалось трижды пролететь мимо Меркурия, приблизиться на расстояние 320 км и сделать фотографии поверхности планеты. Аппарат достиг планеты за 147 дней.

Второй приблизившийся к Меркурию аппарат – «Мессенджер» – был запущен космическим агентством НАСА 3 августа 2004 г., а в январе 2008 г. впервые совершил облёт Меркурия. 17 марта 2011 г., совершив ряд гравитационных манёвров вблизи Меркурия, Земли и Венеры, зонд «Мессенджер» вышел на орбиту Меркурия, став первым в истории искусственным спутником планеты. С помощью аппаратуры, установленной на нём, зонд исследовал ландшафт планеты, состав её атмосферы и поверхности. Ещё

оборудование «Мессенджера» позволило вести исследования энергичных частиц, магнитных полей и плазмы. Также был проведён анализ наличия и распространённости химических элементов на планете. Полёт аппарата от Земли до Меркурия занял 1260 дней. Таким образом, можно сказать, что время полёта зависит от характеристик запускаемого аппарата.



Благодаря снимкам аппаратов «Маринер-10» и «Мессенджер» в 2009 г. была составлена первая полная карта Меркурия.



С развитием науки и техники не ушёл в прошлое и телескопический метод. Современные возможности позволяют вести наблюдение за небесными телами прямо из космоса. Однако, близость Меркурия к Солнцу

создаёт определённые сложности в использовании данного метода. Например, невозможно изучать планету через космический телескоп «Хаббл». Его устройство не позволяет проводить наблюдения близких к Солнцу объектов, хотя, разумеется, может совершенно спокойно делать их фотоснимки на расстоянии: при попытке подойти на более близкое расстояние аппарат может получить сильные и необратимые повреждения, связанные с высокой температурой как Солнца, так и находящихся в непосредственной близости от него космических тел.

Но, несмотря на то, что Меркурий изучен менее остальных планет Солнечной системы (даже самых удалённых), мы всё же имеем представление о том, что представляет собой эта планета. Как и любая другая планета системы, Меркурий состоит из ядра, внутреннего слоя (мантии) и коры. Исследования установили, что ядро занимает большую часть планеты. Оно находится в жидком состоянии, но при этом обладает высокой плотностью. Такая консистенция ядра вместе с приближённостью планеты к Солнцу способствует образованию сильного магнитного поля. Над ядром расположен тонкий слой твёрдых пород, которые и составляют поверхность планеты. На Меркурии также присутствует атмосфера, которая, в отличие от земной, не отличается многослойностью и сильно разрежена, и, по сути, представляет собой вакуум. Это объясняется как химическим составом планеты, так и близким расположением к Солнцу: солнечные ветры

могут выдувать все газы из атмосферы Меркурия, что влияет и на резкие температурные колебания на поверхности планеты: сильная жара днём и сильный холод ночью. Из-за столь тонкой и почти прозрачной атмосферы Меркурий подвержен сильному воздействию солнечной радиации. В связи с этим, тепло практически сразу уходит в космическое пространство.

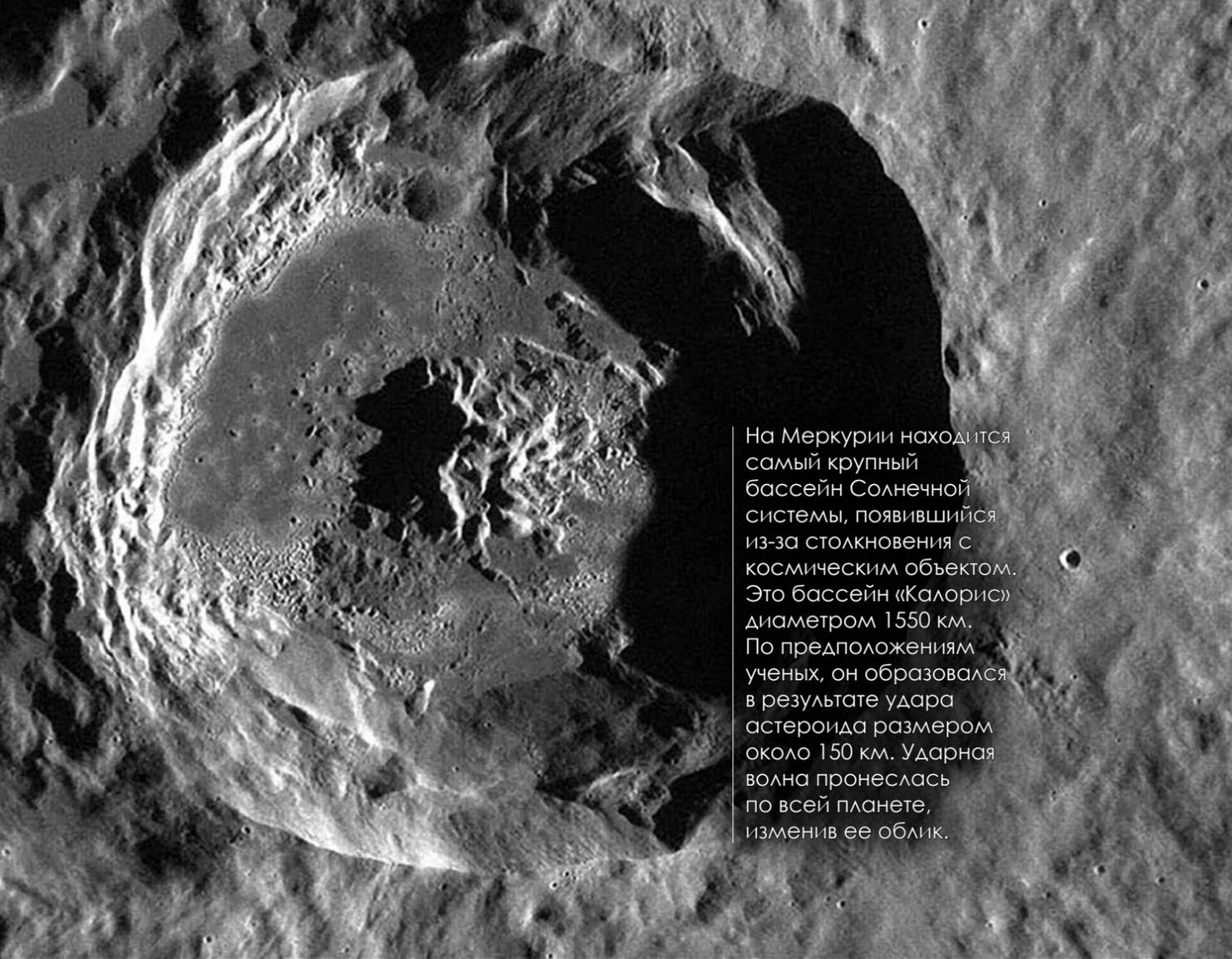
Поскольку Меркурий относится к планетам земной группы, его поверхность каменистая, что говорит о наличии большого количества силикатов, а также других кремниевых и углеродных соединений в коре планеты. Сделанные аппаратом «Маринер-10» фотографии поверхности Меркурия показывают наличие в рельефе планеты множества кратеров, похожих на лунные, а также впадин, напоминающих чаши, и крупные формирования, достигающих нескольких сотен километров. Кратеры, по всей вероятности, образовались в результате столкновений с метеоритами. Часть их успела на настоящий момент сильно разрушиться. Но среди них есть такие, которые сохранили первоначальную структуру. Стоит отметить тот факт, что кратеры на Меркурии обладают меньшим размером, чем у Луны. Такая разница обусловлена более высокой, чем у спутника Земли, силой притяжения на планете. Многие кратеры были названы именами известных людей (учёных и деятелей искусства). На сегодняшний день таких именованных кратеров приблизительно 413.

Как показали снимки, помимо кратеров поверхность Меркурия усе-

яна множеством скал, протяжённость которых достигает нескольких тысяч километров, а высота – не более двух. Существует версия, что наличие протяжённых ровных участков свидетельствует о том, что планета в прошлом была геологически активна. Но большое количество кратеров указывает на обратное. Учёные пока не могут объяснить это противоречие. Ещё одна особенность заключается в том, что скалы на Меркурии образуются не так, как на Земле. На нашей планете они появляются из-за смещения литосферных плит. На Меркурии же это происходит из-за постепенного сжатия ядра. Как показали результаты исследований, за время существования планеты её диаметр уменьшился примерно на 1,5 км от изначального.



Некоторые из кратеров Меркурия называют равнинами. Это самые крупные ударные образования, залитые застывшей лавой (некоторые учёные полагают, что это расплавленный графит). Самые известными из них являются равнина Жары, на которой была зафиксирована самая высокая температура на планете, и Северная равнина – самый холодный участок планеты с минимальными температу-



На Меркурии находится самый крупный бассейн Солнечной системы, появившийся из-за столкновения с космическим объектом. Это бассейн «Калорис» диаметром 1550 км. По предположениям ученых, он образовался в результате удара астероида размером около 150 км. Ударная волна пронеслась по всей планете, изменив ее облик.

рами. Наличие лавы в кратерах даёт возможность предположить, что на Меркурии также есть вулканическая активность, однако космические фотоснимки и телескопические наблюдения ни разу не зафиксировали на поверхности действующие вулканы.

Для существования жизни на планете условия на Меркурии неподходящие. Это не только разреженная атмосфера и низкое притяжение, но и значительные перепады температур, обусловленные близостью к Солнцу. На солнечной стороне планеты температура может достигать свыше $+400^{\circ}\text{C}$,

а на обратной – до -180°C . Кроме того, для существования организмов необходима вода, которая не должна испаряться и замерзать в течение длительного времени. На Меркурии есть вода, но её количество ничтожно мало и она представляет собой лёд, находящийся в кратерах на полюсах планеты, которые не тает и не испаряется, так как эти области закрыты от попадания солнечных лучей. На планете есть участки, которые никогда не освещаются Солнцем и полюса Меркурия являются именно таковыми. Поэтому вряд ли на планете могли бы существовать даже простейшие формы жизни.

По орбите Меркурий движется гораздо быстрее Земли или Венеры и совершает полный оборот вокруг Солнца за 88 земных дней. Однако скорость его вращения вокруг своей оси более медленная, чем орбитальная. Вследствие этого сутки на Меркурии длятся чуть менее 59 земных дней. Вращается первая планета не по стандартной орбите. Учёные установили, что Меркурий со временем постепенно смещается относительно Солнца. Данный эффект известен в науке как прецессия. Долгое время учёные не могли найти объяснение этому явлению. Не раз даже выдвигалось, в общем, вполне рациональное предположение, что рядом с Меркурием находится ещё одна, пока не видимая и, соответственно, неизученная планета. Впоследствии было доказано отсутствие каких-либо планет или других космических тел рядом с Меркурием, а также установлено, что планета не имеет естественных спутников. Прецессия была объяснена ближе к 20-м гг. XX в. и в немалой степени поспособствовала этому теория относительности А. Эйнштейна. Экспериментально это удалось подтвердить лишь во время солнечного затмения.

Меркурий не имеет естественных спутников. Из-за своих небольших по планетарным меркам габаритов он сам одно время считался спутником Венеры, пока учёные не установили, что это всё же отдельная, самостоятельная планета. Но, как уже говорилось выше, у Меркурия есть искусственный спутник – бывший космический аппарат «Мессенджер».

Несомненно, Меркурий ещё таит

в себе множество загадок. Сложно сказать, какую часть из них уже разгадали учёные. Самая маленькая и самая горячая планета из всех в Солнечной системе, как уже было сказано, является наименее исследованной. По-прежнему выдвигаются самые разные теории относительно Меркурия, в том числе, и абсолютно невероятные, вроде той, что поверхность планеты усыпана алмазами.



Меркурию свойственны нереальные температурные колебания: от $+350^{\circ}\text{C}$ до -170°C . Из-за размеров планеты здесь значительно более низкая, чем на Земле, сила тяжести. А из-за стремительных оборотов планеты вокруг Солнца на ней можно было бы наблюдать рассветы и закаты до 4 раз в одни земные сутки.

Венера



Вторая планета, близкая к Солнцу, получившая своё название в честь древнеримской богини любви Венеры. Она была известна ещё в доантичное время и у древних народов отождествлялась именно с божеством любви и красоты. Её нередко называют близнецом Земли (по большей части, из-за физических характеристик). Кроме того, Венера – самое яркое светило в Солнечной системе после Солнца и Луны. Жители Земли нередко могут увидеть её в небе: это диск ярко-красного цвета, появляющийся преимущественно в утреннее или вечернее время на небосклоне (некоторые даже путают с Луной, которая тоже порой принимает красноватый оттенок). Из-за этого Венера ещё с древнейших времён была более доступна для изучения, чем её ближайший сосед – Меркурий и не раз играла заметную роль в астрологии и оккультизме.

Близость Венеры к Земле и возможность её наблюдения невооружённым глазом сделали планету частым объектом исследования учёных и астрономов. То, что Венера является планетой, установили ещё учёные древнего Вавилона во втором тысячелетии до н.э. Однако, долгое время не все разделяли эту точку зрения. Утренние и вечерние появления Венеры на небе даже вызвали предположения, что это две разные звезды или планеты. В начале XVII в. Галилео Галилей впервые наблюдал Венеру через телескоп. Спустя 30 лет английский астроном Джереми Хоррокс зафиксировал прохождение планеты по диску Солнца. А в следующем столетии русский учёный М.В. Ломоносов сделал открытие, что на Венере есть атмосфера.



С открытием космоса человек, начавший исследования планет. Первыми, разумеется, были ближайшие соседи Земли. Венера стала одной из первых, куда отправились для исследования космические аппараты. Первопроходцами в изучении одной из ближайших к Земле планет стали советские учёные: ещё в 50-е гг. XX в.

они занимались разработкой серии космических аппаратов под названием «Венера», которые бы помогли изучить планету. Однако попытки были не слишком удачными – ни одному из запускаемых в космос аппаратов не удалось достичь поверхности Венеры. Те устройства, которым удалось приземлиться, быстро выходили из строя. Но, даже негативный опыт позволил сделать вывод о высокой температуре на поверхности планеты.

Последующие эксперименты оказались более удачными. В середине 70-х гг. XX в. космическими аппаратами были сделаны первые фотографии поверхности Венеры, которые дали обширную информацию о её строении, атмосфере, химическом составе и прочих характеристиках. Благодаря информации, собранной космическим зондом «Пионер-Венера-1» была составлена первая карта поверхности планеты.

Орбитальный путь Венеры представляет собой практически идеальный круг. Полный оборот вокруг Солнца планета делает за 225 земных суток. Но, вокруг своей оси Венера движется гораздо медленнее, и один день на планете равен 247 земным дням. Таким образом, можно сказать, что Венера, так же, как и Меркурий, вращается вокруг Солнца быстрее, чем вокруг собственной оси. Столь медленное вращение называют одной из причин отсутствия у планеты магнитного поля.

Венера не имеет естественных спутников. Долгое время её спутником ошибочно считался Меркурий,

из-за своих небольших размеров: Венера чуть меньше Земли и значительно превышает по габаритам своего более близкого к Солнцу брата. Но учёные опровергли это предположение, доказав, что Меркурий является планетой и, к слову, у него тоже отсутствуют естественные спутники.

Строение планеты включает в себя ядро, состоящее из железа и никеля, мантию толщиной около 3000 км и тонкий верхний слой. Относительно агрегатного состояния ядра существуют разные теории, но, так как ни одна из них не подтверждена, то единого мнения нет. Мантия Венеры практически не исследована, что связано с трудностями в её изучении, поэтому нельзя с уверенностью сказать, из чего она состоит. Верхний слой – кора – содержит в себе большое количество кремния и силикатов. Кроме того Венера обладает атмосферой, состоящей из нескольких слоёв.

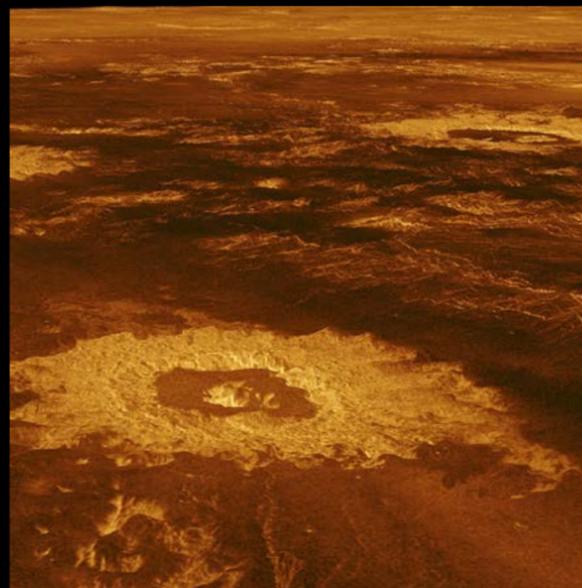


Атмосфера Венеры обладает очень большой плотностью и состоит, по большей части из углерода и его соединений. В состав входят также сера и азот. Наличие подоб-

ных веществ в атмосфере создаёт парниковый эффект и способствует высокой температуре на поверхности планеты: примерно 460°C. Лишь в верхних слоях температура приближена к земной: +46°C. В нижних слоях можно наблюдать большие скопления белых облаков, состоящих из серы и солей серной кислоты. Именно эти облака высокой плотности не дают уходить теплу в открытый космос и сохраняют высокую температуру на поверхности. Атмосферное давление на Венере в 92 раза превышает земное. Благодаря наличию атмосферы на планете происходят такие природные явления, как дожди и ветры. Дожди, преимущественно, кислотные часто идут на планете, но, из-за высокой температуры, испаряются, не достигая поверхности. В 2011 г. исследователи обнаружили в атмосфере Венеры озоновый слой, но он очень тонкий и располагается над поверхностью планеты гораздо выше, чем земной.

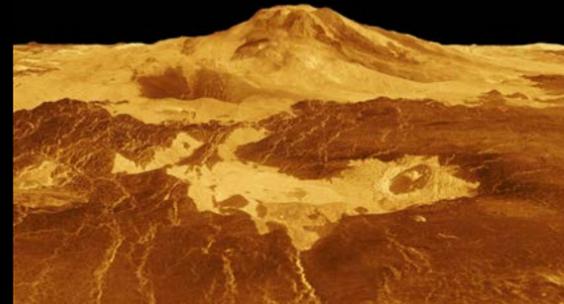
Наличие атмосферы на Венере не создаёт условий для существования там жизни. Хотя, многие учёные придерживаются мнения, что некогда жизнь на планете всё же существовала. Согласно этим предположениям, климат на Венере был совершенно другим: температура была более низкой, на планете, возможно, существовало магнитное поле. Но, позже климат претерпел изменения из-за природных или космических катаклизмов. Однако, это лишь ничем не подтверждённая гипотеза. К тому же, для существования жизни

на планете необходимо определённое количество воды. На Венере есть вода, но лишь в газообразном состоянии в виде пара – высокая температура не позволяет воде принимать жидкую или твёрдую форму. Процент этого водяного пара незначителен. Для существования жизни атмосфера Венеры слишком ядовита (по крайней мере для земных видов).



Поверхность планеты покрыта кратерами и вулканами. Последние являются свидетельством вулканической активности. Кратеров на Венере гораздо меньше, чем на Меркурии. Это свидетельствует о том, что планета меньше подвержена ударам метеоритов и прочих небесных тел. Возможно, из-за наличия атмосферы, так как метеориты имеют свойство частично или полностью сгорать в атмосфере. Также на Венере присутствуют равнины и низменности, но перепады высот незначительны. Эти участки называют землями и названы они, преимущественно, женскими

именами с мифологическим уклоном (земля Афродиты, земля Иштар).



Вулканов на Венере очень много, но среди них довольно мало действующих в настоящее время. Исследования установили, что некогда планета была сейсмически активна и вся её поверхность была сформирована именно благодаря вулканическим процессам. Сейчас на планете совершенно другая картина. Космические аппараты изредка фиксируют извержения венерианских вулканов. Упомянутые выше появились как раз в результате вулканической активности – застывания лавовых потоков в кратерах и наиболее низких участках рельефа планеты.

Хоть Венера и такая же горячая и близкая к Солнцу, как и Меркурий, исследовать её немного проще. Во-первых, она расположена близко к Земле, что упрощает телескопические наблюдения, во-вторых, благодаря наличию атмосферы, аппараты могут приближаться к ней на более короткое расстояние, чем к Меркурию без опасности ожогов и сильных повреждений.

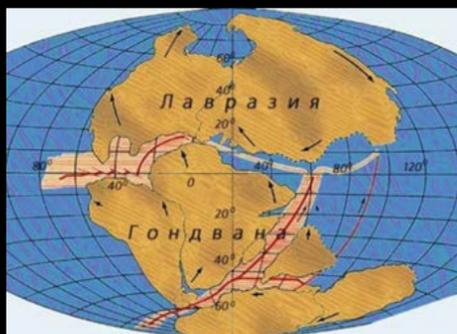
В исследовании планет Солнечной системы, по большому счету, человечество едва-едва делает первые шаги. Загадок по сей день куда больше, чем ответов. Например, на Южном полюсе Венеры ученые обнаружили странный закручивающийся вихрь, ведущий себя подобно сильному шторму. Откуда? Дождей на планете нет. Раскаленные до высоких температур газы? Возможно. Но еще более удивительно поведение этого таинственного вихря: вращается он в 60 раз быстрее скорости вращения планеты. И это странно, ведь на Земле скорость бурь никогда не превышает скорости вращения нашей планеты.

Земля



Единственная в Солнечной системе планета, населённая разумными существами и сложными организмами, условия для существования которых здесь присутствуют. За свой цвет на фотографиях из космоса получила неофициальное название «голубая планета». Это связано с наличием большого количества воды.

Вследствие тектонической активности единый материк раскололся пополам, образовав два больших материка в северном и южном полушарии – Лавразию и Гондвану. Они стали прародителями нынешних шести континентов Земли.



Как и все планеты Солнечной системы, Земля образовалась более 4,5 млрд. лет назад. Мировой океан в то время был гораздо больше по площади, а суша представляла собой один гигантский материк под названием Пангея. Как показали исследования, Пангея не была исходным материком со времени образования планеты. Причиной тому была высокая тектоническая активность и движение литосферных плит. Вследствие этой активности единый материк раскололся пополам, образовав два больших материка в северном и южном полушарии – Лавразию и Гондвану. Они стали прародителями нынешних шести континентов Земли.

Строение Земли выглядит следующим образом: ядро, мантия, земная кора. Ядро состоит из двух слоёв, тем самым, словно делится пополам – на внутреннее и внешнее. Внутреннее ядро твёрдое, состоит из железа и никеля; внешнее – жидкое, из расплавленных металлов, являющееся также источником магнитного поля планеты. Мантия – самый широкий слой, образованный из множества силикатных пород. Высокая температура мантии поддерживает её в полужидком или, образно говоря, вязком, состоянии.



Рельеф Земли очень богат и разнообразен. Здесь есть горы и впадины, равнины и возвышенности, пустыни

и леса, озёра и океаны, а также много других природных объектов. На всех материках, за исключением Антарктиды, присутствуют горные цепи. Исключение составляют вулканы, как действующие, так и потухшие, которые находятся не только на суше (на всех, без исключения, континентах), но и под водой.

Богатый растительный и животный мир, существование человека – вот чем выделяется Земля из ряда планет Солнечной системы. Атмосфера планеты состоит из азота, кислорода и множества других газов. Она предохраняет поверхность от чрезмерного воздействия солнечного излучения и создаёт условия для существования всех известных форм жизни. Именно благодаря химическим соединениям атмосферы небо на Земле голубого цвета – так оно воспринимается визуально. Знакомый всем термин «воздух» часто

отождествляют именно с атмосферой. Он необходим для жизни практически всех обитателей планеты. Температура на Земле также вполне комфортная: даже в тех областях, где очень высокая или низкая температура, живые организмы вполне могут существовать.



Вода – один из главных источников существования жизни на Земле, наряду с воздухом. Водные ресурсы планеты носят название Мирового океана. По своей площади он гораздо больше суши. Мировой океан включает в себя все водные образования, как с пресной,

Если в атмосферу Земли поместить солнечное вещество размером всего-навсего с булавочную головку, «кусочек солнца» начнет с такой скоростью поглощать кислород, что уничтожит все живое в радиусе 150 км за доли секунд.



так и с солёной водой. К нему относятся не только океаны, моря, реки и прочие водоёмы, но также и ледники, которые являются замёрзшей пресной водой.

К водным образованиям можно отнести и облака, формирующиеся в атмосфере Земли, а также выпадающие из них осадки в виде дождя и снега. Облака присутствуют почти на всех планетах Солнечной системы, но земные образованы из водяного пара в жидком или ледяном состоянии.

Суша занимает меньшую часть Земли. Она представлена шестью континентами: Евразия, Африка, Австралия, Северная Америка, Южная Америка, Антарктида. На всех материках присутствуют различные формы жизни. Но лишь пять из них населены людьми. Антарктида не заселена, так как это единственный ледяной материк. На нём располагаются лишь исследовательские станции. Из-за льда и низких температур условия для проживания человека там некомфортные. В Антарктиде практически отсутствует растительный мир, зато есть животный, представленный несколькими видами эндемиков.

Весь живой мир Земли носит название биосфера. Сюда входят люди, животные, растения, микроорганиз-

мы. Биосфера распространяется буквально на все области планеты: живые существа обитают в воздухе, в воде, в земле и даже в безвоздушном пространстве (анаэробные организмы). Они приспособлены под условия местности, в которой живут.

Климат Земли соответствует условиям для существования живых организмов. На планете есть места, где температура достигает крайне низких или высоких значений, но это не является существенной проблемой, так подобная температура в этих местах не держится постоянно. Самая высокая температура была зафиксирована в США в 1910 г. (+57°C), а самая низкая – в Антарктиде в 2004 г. (-91°C).

Луна является единственным спутником Земли. Она постоянно видна на небе, так же, как и Солнце, хотя находится гораздо ближе, чем главная звезда системы – на расстоянии почти 400 тыс. км. На сегодняшний день она является наиболее изученным космическим телом. Как образовался спутник Земли, до конца не выяснено: о его происхождении ходит довольно много теорий. Согласно самой популярной из них, Луна появилась после столкновения Земли с неизвестным космическим телом, со-



Если сравнить размеры планет Солнечной системы и их спутников, получается удивительная картина. Луна значительно больше, чем должна бы быть. Это самый большой из спутников, размер его около четверти диаметра Земли.



поставимом по размерам с Марсом (предположительно, это была планета Тейя). Осколки этого объекта и сформировали впоследствии земной спутник.

На протяжении долгого времени Луна считалась небесным светилом наравне с Солнцем. Учёные исследовали её движение по небу, фазы, затмения. Луну обожествляли, так же, как и Солнце. У древних народов были боги (чаще – богини), олицетворяющие ночное светило. И даже в христианскую эпоху она не утратила своего мистического ореола. Кроме того, Луна не раз вдохновляла деятелей искусства: она бесчисленное количество раз упоминается в стихах, прозе и песнях, появляется на полотнах художников.

С изобретением телескопа Луну впервые смогли разглядеть подробнее. Её близость к Земле позволила уже в XVII в. составить карту поверхности Луны. Автором её был итальянский астроном Джованни Риччиоли. Именно он назвал «морями» тёмные участки лунной поверхности, хотя доподлинно известно, что водоёмов на спутнике нет. Это название закрепилось в науке и им пользуются до сих пор. Спустя столетие хорватский

учёный Руджер Бошкович представил доказательства того, что у Луны отсутствует атмосфера. Благодаря появлению фотографии в астрономии и телескопических наблюдениях во второй половине XIX в. появилась возможность составить детальную карту лунной поверхности.



Луна была первым космическим телом, которое исследовали при помощи космических аппаратов. В 1959 г. советский космический аппарат «Луна-2» впервые достиг поверхности спутника Земли. Правда, этот эксперимент завершился неудачно: аппарат врезался в лунную поверхность, по сути, так и не выполнив свою миссию. Запуск следующего аппарата – «Луна-3» месяц спустя прошёл более удачно. Была исследована обратная сторона Луны и получены многочисленные снимки рельефа спутника.



Давно доказанный факт: полнолуние может вызвать бессонницу. Одна из теорий гласит, что Луна воздействует на вестибулярный аппарат человека своими гравитационными полями, теми же, что вызывают приливы и отливы.

Успехи в изучении Луны, а также последующий вскоре первый полёт человека в космос привели к тому, что стало возможным изучить земной спутник не только при помощи аппаратов. В 1969 г. американский астронавт Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны. Впоследствии космонавты ещё несколько раз высаживались на поверхность спутника, однако, с 1972 г. высадок на Луну больше не было. Тем не менее, побывка людей на Луне позволила взять образцы веществ со спутника и дополнить картину представления людей о Луне.

Исследования Луны продолжают до сих пор. С развитием науки и техники не раз возникали различные проекты, в том числе, и очень смелые: от культивации в лунном грунте некоторых растительных культур до колонизации Луны.



По своему строению Луна очень похожа на планеты земной группы. Она состоит из ядра, мантии и твёрдой коры. Ядро состоит из железа в твёрдом и жидком состоянии (внутреннее и внешнее ядро). Но, в целом, наличие металлов в химическом составе спутника крайне невелико. Учёные, исследовав образцы лунного грунта, обнаружили следы кремний, магния, алюминия, а также различных оксидов и диоксидов.

Лунная поверхность покрыта реголитом – смесью из пыли и мелких обломков, оставшихся от столкновения с другими космическими телами. Почти повсеместно присутствуют кратеры, которые образовались также в результате столкновений с метеоритами, астероидами и другими телами. Их можно даже разглядеть в телескоп. Кратеры, как правило, называют именами выдающихся учёных прошлых времён (Пуанкаре, Лейбниц, Ландау и др.). Самые глубокие из них и есть те самые «моря», которые увидел Д. Риччи-

оли в телескоп. Одно время считалось, что они, подобно кратерам Венеры, заполнены застывшей лавой, и, хотя это предположение позже подтвердилось, на Луне не было обнаружено вулканической активности, хотя, сами вулканы, по всей видимости есть, но потухшие.



Как уже говорилось выше, атмосфера, как и гидросфера, на Луне отсутствуют (хотя, как удалось установить, присутствует небольшое количество льда). У спутника нет магнитного

поля и гравитация гораздо ниже земной. Отсутствие атмосферы на Луне приводит к очень большому перепаду температур: от -170 до $+130^{\circ}\text{C}$. Существует предположение, что некогда атмосфера на Луне всё же была, но из-за отсутствия магнитного поля она испарилась. Однако, это всего лишь гипотеза.

Несмотря на то, что лунные моря составляют меньше половины площади поверхности спутника, количество их значительно. Все эти «водоёмы» разделяются на океаны, моря, заливы, озёра и даже болота. При их наименовании учёные не придерживаются какой-либо строгой концепции, вроде имён мифологических персонажей или учёных. Лунные моря вперемешку именованы по погодным явлениям (море Дождей, океан Бурь), по человеческим чувствам (море Спокойствия, залив Любви), по природным процессам (болото Гниения), и по именам известных людей (море Гумбольдта, море Смита).



То, что человек на Земле видит ночью, как лунный свет – всего лишь отражение Луной солнечного света, так как Луна не является звездой и не может давать свечение. В зависимости от положения спутника по отношению

к Солнцу можно наблюдать луну на земном небе полностью или частично – так называемые, лунные фазы. Так как Луна движется чуть медленнее Земли, то её оборот (лунный месяц) меньше земного. Именно благода-

ря солнечному свету Луна на Земле визуально воспринимается как белая, хотя, на самом деле, её поверхность имеет очень тёмный оттенок.

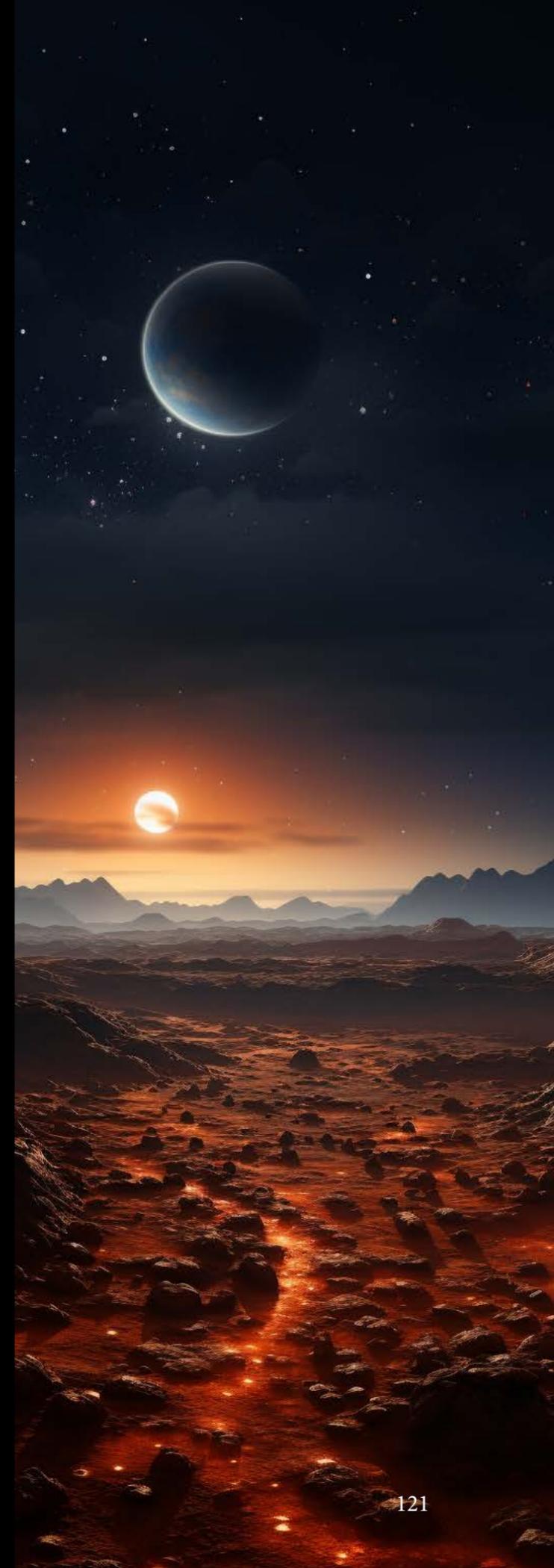
Подобно тому, как планеты вращаются вокруг Солнца, так и Луна вращается вокруг Земли – это характерный признак для спутника любой планеты. Что характерно, спутник виден с нашей планеты только с одной стороны. Несмотря на то, что у Луны низкая гравитация, она влияет на происходящие на Земле природные явления и процессы – так называемые приливы и отливы. Иногда, в определённое суток Луна кажется, то большой (когда ближе к горизонту), то очень маленькой (когда высоко в небе). Но это не более, чем оптическая иллюзия, так же, как жёлтый или красный оттенки.

То, что человек на Земле видит ночью, как лунный свет – всего лишь отражение Луной солнечного света, так как Луна не является звездой и не может давать свечение. В зависимости от положения спутника по отношению к Солнцу можно наблюдать луну на земном небе полностью или частично – так называемые, лунные фазы. Так как Луна движется чуть медленнее Земли, то её оборот (лунный месяц) меньше земного. Именно благодаря солнечному свету Луна на Земле визуально воспринимается как белая, хотя, на самом деле, её поверхность имеет очень тёмный оттенок.

Марс



Последняя, самая удалённая от Солнца планета земной группы. Это, пожалуй, самая загадочна и самая популярная в мировой культуре планета (не зря в обиходе многие до сих пор употребляют термин «марсиане», нередко в несвязанной с космосом тематике), названная в честь древнеримского бога войны Марса. В XX в. появилось множество теорий, от вполне рациональных до откровенно безумных, относительно существования жизни на Марсе. Ещё до освоения людьми космического пространства появилась версия, что «красная планета», как неофициально называли Марс, могла быть вполне пригодной для жизни. Данная версия послужила толчком к написанию многих фантастических произведений, ставших впоследствии культовыми. Например, ещё в конце XIX в. Герберт Уэллс создал роман «Война миров» о вторжении марсиан на Землю. А советский писатель А.Н. Толстой в своём фантастическом романе «Аэлита» привёл теорию, что земляне – ни кто иные, как потомки переселенцев с соседней планеты.



Подобно Земле, называемой голубой планетой, Марс также получил своё неофициальное название – красная планета. Причиной этому послужил его цвет, воспринимаемый человеческим глазом именно как красный. Собственно, красный оттенок и был одной из причин, почему планету назвали Марсом, так как этот цвет ассоциировался именно с божеством войны. Такая окраска объясняется наличием в коре Марса большого количества минерала магнетита, придающего поверхности красноватый оттенок. Этот минерал, а также другие вещества с высокой концентрацией оксида железа составляют основную часть марсианской пыли. Она покрывает Марс слоями от нескольких миллиметров до двух метров. При помощи ветра марсианская пыль распространяется по планете и попадает в атмосферу. Но, красный цвет – не единственный оттенок

почвы планеты. Поверхность Марса имеет весь спектр цветов: жёлтый, бурый, золотистый, коричневый, рыжий, зелёный. Это, как правило, зависит от химического состава грунта того или иного участка поверхности.

Из всех планет солнечной системы, не считая Земли, Марс исследован лучше всего (его опережает только земной спутник – Луна). Его наблюдали ещё древние астрономы. Поскольку Марс был хорошо виден с Земли, вавилонские, египетские и греческие астрономы изучали планету и её движение по небосводу.

С развитием науки и техники стало возможным изучать Марс гораздо ближе, и здесь первопроходцем стал Галилео Галилей, который наблюдал планету в телескоп. Близость Марса к Земле позволило, пусть и не со стопроцентной точностью, исследовать его поверхность. В середине XVII в.



Самый крупный вулкан Солнечной системы – это «Олимп», расположенный на Марсе. Его высота 27 км (сравните: высота пика горы Эверест, самой высокой точки нашей планеты, всего 8,5 км), протяженность более 600 км. Данные были получены с помощью лазерного высотомера. Согласно данным ученых, «Олимп» представляет собой потухший щитовой вулкан и сформировался он около 3 млрд лет назад, во время гесперийского периода Марса. Тогда на планете, по предположениям исследователей, все было иначе: атмосфера плотнее, окружающая среда теплее, а на поверхности была текущая вода. И возможно, «Олимп» – массивный вулканический остров, извержения которого стекали в океан.

голландский астроном Кристиан Гюйгенс обнаружил снежные шапки на полюсах планеты. Во второй половине XIX в. учёные открыли два спутника Марса: Фобос и Деймос.

В 1971 г. к Марсу отправился космический аппарат «Маринер-9». Его задачей было исследование поверхности планеты, её рельефа, климата и атмосферы, а также изучение спутников Марса. Аппарат успешно справился со своей задачей и впоследствии стал первым искусственным спутником планеты.

Внутреннее строение Марса вполне типовое как для планет земной группы, так и для Солнечной системы в целом. Планета состоит из коры со средней толщиной 50 км, силикатной мантии и ядра. Ядро частично жидкое и содержит, в основном, железо и примеси серы и ещё некоторых неметаллических веществ, причём

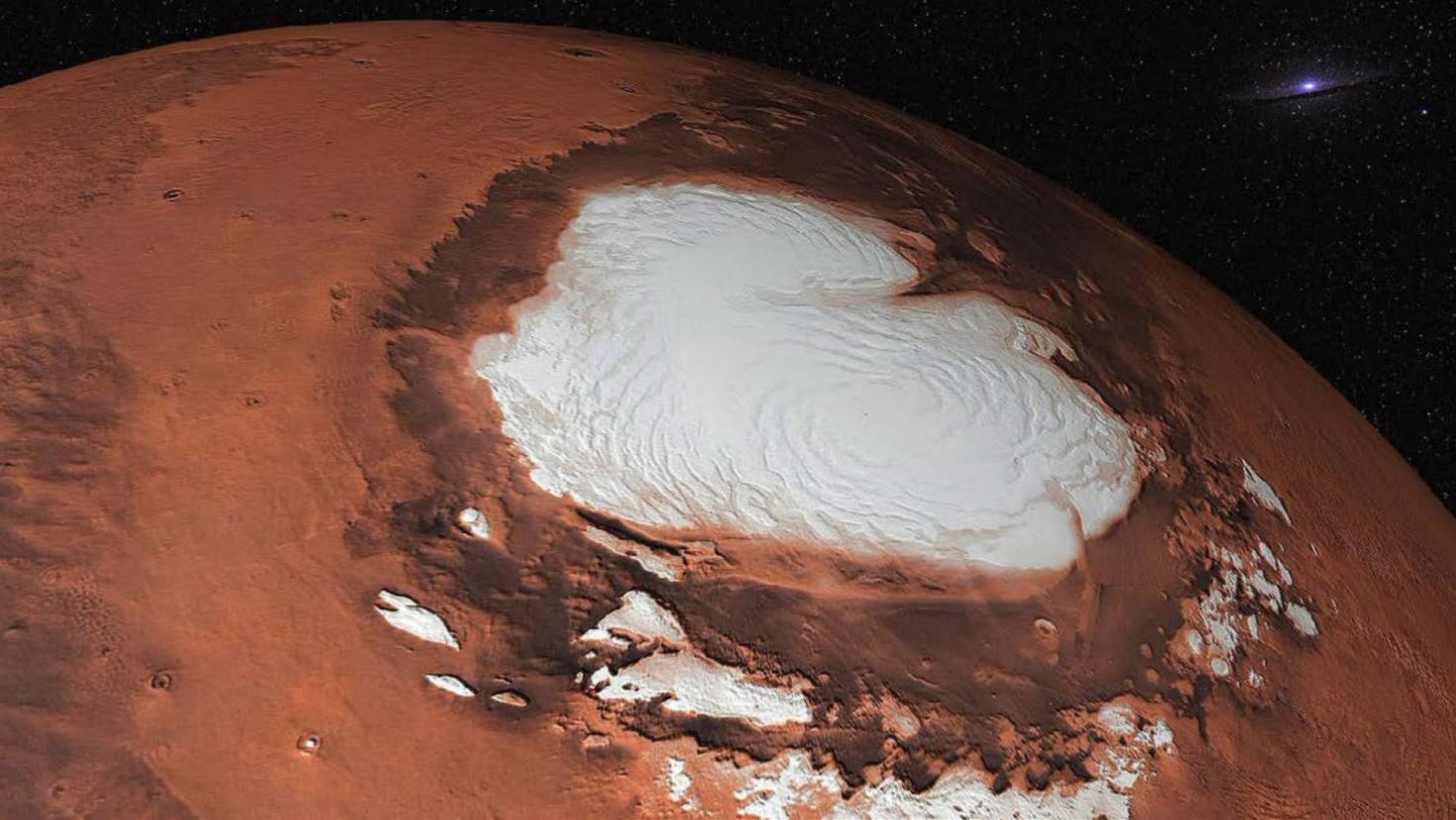
содержание лёгких элементов вдвое выше, чем в ядре Земли. У Марса присутствует слабое магнитное поле.

На планете существует смена времён года, похожая в некоторой степени на земную. Перигелий (ближайшее расстояние от Солнца) Марс проходит в середине зимы в северном полушарии и лета в южном, афелий (самое удалённое расстояние) – наоборот, в середине зимы в южном полушарии и, соответственно, лета в северном. Вследствие этого климат северного и южного полушарий различается. Для северного полушария характерны более мягкая зима и прохладное лето; в южном полушарии зима более холодная, а лето более жаркое.

Температура на планете колеблется от $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$ на полюсах зимой и до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ на экваторе летом, средняя температура около -63



После открытия человеком космоса Марс был не раз исследован космическими аппаратами серии «Маринер». В 1964-1965 гг. аппарат «Маринер-4» подошёл к Марсу на довольно близкое расстояние и сделал множество снимков планеты и её поверхности.

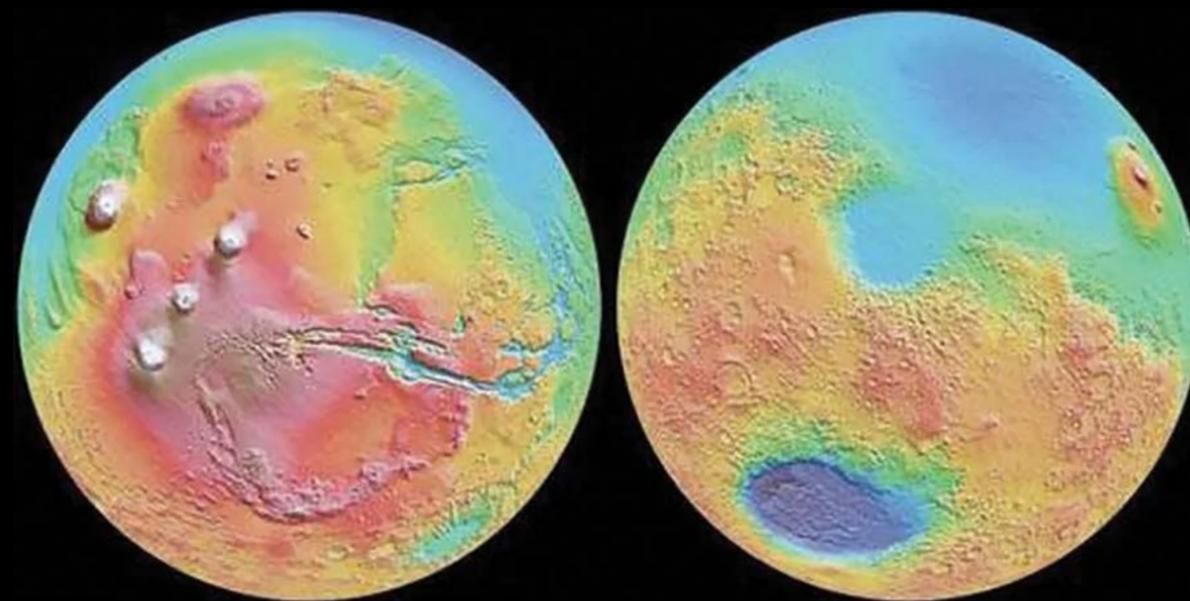


Полярные шапки Марса – единственный, образно говоря, источник воды на планете. По сути, это вечный лёд, правда, подверженный сезонным изменениям. Так как на Марсе существует смена времён года, ледяные «шапки» в тёплое время могут подтаивать, что влечёт за собой различные погодные явления, схожие также с земными: пыльные бури и смерчи, ураганы и т.п. В связи с весенним таянием, возникают своеобразные гейзеры, выбрасывающие в атмосферу планеты потоки углекислоты вместе с песком, пылью и грязью.

°С. В средних широтах температура колеблется от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ зимней ночью до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ летним днём, среднегодовая температура $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Вопрос о существовании жизни на Марсе не раз поднимался не только любителями, но и учёными. Как известно, для существования хотя бы простейшей формы жизни необходимы соответствующие условия. Исследования климатических характеристик Марса не дают утвердительный ответ на этот вопрос. Хотя, до сих пор выдвигаются гипотезы, что жизнь на планете могла существовать ранее, либо в будущем на Марсе появятся условия, пригодные для существования видов, аналогичных земным. В настоящее



У Марса – два лица. На высотной карте это заметно. Красный цвет – возвышенности, чем краснее, тем выше. Северное полушарие планеты плоское, почти гладкое, с множеством низменностей. Его даже называют одним из самых ровных мест в Солнечной системе. Ученые могут только догадываться о причинах, «выгладивших» поверхность. Одна из версий – когда-то там была текучая вода. Зато южное полушарие неровное, изрытое огромными кратерами, и выше северного на несколько километров. Может быть, это вызвано ударом гигантского астероида.

время Марс обладает некоторыми характеристиками, при которых на нём теоретически могла бы существовать жизнь: подходящая температура поверхности (пусть и не на всей планете), наличие воды. Но, вода на планете присутствует только в виде льда на полярных «шапках». Атмосфера Марса сильно разрежена, давление в ней гораздо

ниже земного, а преобладающий элемент – углекислота (хотя, присутствуют и кислород, и водород, но в очень малом количестве).

Рельеф Марса похож на земной, однако, он имеет и свои уникальные черты. На планете есть горы и каньоны, природные объекты, похожие на русла высохших рек, а также кратеры. Если смотреть на карту рельефа планеты, то можно увидеть, что две трети поверхности Марса занимают светлые области, получившие название материков, около трети – тёмные участки, называемые морями. По поводу происхождения и назначения последних среди учёных нет единого мнения. Самая распространённая гипотеза исходит из самого названия: некогда на месте этих самых «морей» была или могла быть вода.

Несмотря на то, что из всех планет (не только земной группы) Марс наиболее близок к тому, чтобы на нём могли существовать какие-либо формы жизни, пока что это лишь



научные теории да фантазии творческих людей. Возможно, как уже упоминалось, когда-то жизнь на Марсе была или может возникнуть в перспективе. Но, для последнего условия необходимо, чтобы прошло не одно

столетие, климатические изменения, влияние извне. К тому же, как хорошо бы ни был исследован Марс, он всё равно ещё таит в себе много загадок, неразгаданных человеком.



У Марса всего лишь два спутника – Фобос и Деймос. Назвали их так не случайно. Эти имена носили сыновья древнегреческого бога войны Ареса, который в Риме в период тесного взаимодействия с греческим миром отождествляли с похожим божеством – Марсом. По предположению учёных, в прошлом это были астероиды, притянутые планетой. Возможно, они образовались в процессе столкновения. Спутники были открыты в 1877 г. американским астрономом Асафом Холлом.



ПЛАНЕТЫ-ГИГАНТЫ

Своё название этот вид планет получил из-за своих размеров. Это самые большие планеты Солнечной системы. В свою очередь, гиганты делятся на два подвида: газовые и ледяные, в зависимости от химического состава поверхности и атмосферы. Газовые содержат в себе больше газов, таких, как водород и гелий. В этом есть некая схожесть с Солнцем, но, в отличие от центральной звезды системы, температура поверхности гигантов не столь высока, а, скорее, наоборот. Холод характерен для всех гигантов. Ледяные включают, помимо вышеперечисленных газов, метан и аммиак,

а также воду. Благодаря наличию воды и низких температур на этих планетах, на их поверхности появляются ледяные образования, из-за чего они и заслужили своё название. Есть ещё признаки, отличающие гигантов от планет земной группы: отсутствие твёрдой поверхности (наиболее характерно он выражен у газовых гигантов) и наличие системы колец – своеобразных поясов из осколков космических тел, льда и пыли вокруг планет. Наиболее заметно этот признак выражен у Сатурна.

К гигантам относятся четыре планеты солнечной системы: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

Юпитер



Самая крупная из всех планет Солнечной системы. Названа она была в честь одного из верховных римских божеств – Юпитера. Несмотря на внушительные размеры, жизнь на этой планете невозможна категорически из-за низких температур атмосферы и поверхности и высокой концентрации газов. Некоторые учёные называют его «неудавшейся звездой». Возможно, тому есть определённые причины. Например, Солнце образовалось в результате газопылевого сжатия. Может быть, такие же предпосылки были и у Юпитера, но в какой-то момент он всё же сформировался, как планета, а не как звезда. По предположениям учёных, Юпитер теоретически мог бы стать коричневым карликом – космическим телом, представляющим собой нечто среднее между звездой и планетой.

Юпитер относится к ряду планет, изученных с помощью телескопа Г. Галилеем в начале XVII в. Помимо самой планеты, итальянский учёный открыл четыре самых крупных её

спутника. Спустя полвека итальянским астрономом Джованни Кассини были исследованы полосы на Юпитере.

Со второй половины XX в. активно проводятся исследования Юпитера как с помощью наземных телескопов и радиотелескопов, так и с помощью космических аппаратов: телескопа «Хаббл» и многочисленных зондов.

Запускаемые в сторону Юпитера космические аппараты помогли не только изучить внешний вид планеты, но и углублённо исследовать её химический состав. Но, ни один аппарат не смог опуститься на поверхность планеты. Во-первых, из-за состава атмосферы, во-вторых: Юпитер не имеет твёрдой поверхности и аппарат, вероятно, просто не смог бы закрепиться.

Строение Юпитера выглядит следующим образом: атмосфера, состоящая из нескольких уровней, поверхность – оболочка из гелия и водорода, жидкого водородного слоя, твёрдого (металлического) водородного слоя и ядра, предположительно, каменного.

Атмосфера Юпитера, в свою очередь, состоит из трёх слоёв: верхнего (водород), среднего (водород и гелий) и нижнего (водород, гелий, примеси и соли аммиака и воды). В нижнем слое атмосферы находятся облака из ледяных кристаллов аммиака и гидросульфида аммония. Ниже идут вода и лёд, а то, что под ними – для учёных до сих пор загадка.

Температуру на Юпитере условно можно назвать самой тёплой для всех гигантов. Она составляет чуть ниже -100°C . Однако, эта величина



К газовым гигантам относятся Юпитер и Сатурн. Это самые большие по своим размерам планеты Солнечной системы. Их общий и характерный признак: большое количество газов, составляющих не только атмосферу планет, но и образующих их поверхность.

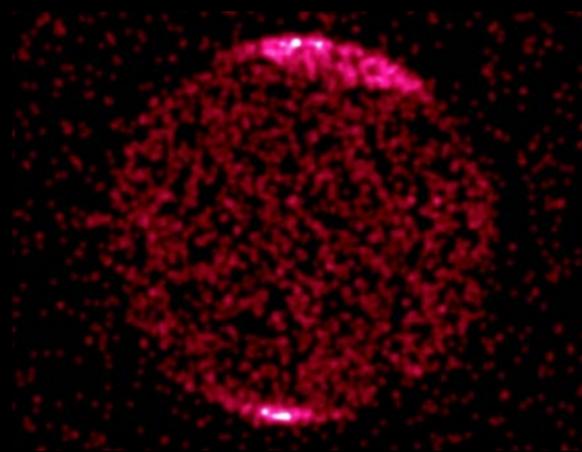
характерна не для всей планеты: каждый слой атмосферы имеет свою температуру. Самыми холодными являются нижние широты, которые ближе к условной поверхности. Верхние атмосферные слои, напротив, могут быть очень горячими и достигать плюсовых значений, сопоставимых с температурой на Марсе или Венере.

Химический состав внутренних слоёв Юпитера невозможно определить современными методами наблюдений, однако распределение химических элементов во внешних

слоях атмосферы известно с относительно высокой точностью, поскольку они непосредственно исследовались спускаемыми космическими аппаратами в конце XX в. Два основных компонента атмосферы Юпитера – молекулярный водород и гелий. Атмосфера содержит также немало простых соединений, как неорганических, так и органических, например, воду, метан, сероводород, аммиак и фосфин. Их количество в нижнем слое подразумевает, что атмосфера Юпитера богата углеродом, азотом, серой и, возможно, кислородом.



У Юпитера самое быстрое вращение из всех планет. Сутки составляют примерно 10 земных часов, а вот орбитальный период очень долгий – 12 земных лет. Кроме того, у планеты очень сильное магнитное поле. Оно притягивает заряженные частицы, ко-



Юпитер подает наиболее мощные радиосигналы во всей Солнечной системе, если не считать Солнца. Они состоят из всплесков радиоизлучений. А еще орбитальный телескоп «Чандра» обнаружил источники рентгеновских пятен (см. фото) – пульсирующего рентгеновского излучения. И если радиоизлучения можно хоть как-то объяснить – например, наличием мощных потоков плотных газов и их столкновением – то рентгеновские пятна на данный момент необъяснимы.

торые содержатся в солнечных ветрах и спутниках Юпитера. Часть из них порождает полярные сияния на полюсах планеты. Излучение в них является самым мощным в Солнечной системе. Благодаря магнитному полю Юпитера планеты земной группы защищены от метеоритных дождей и столкновений с астероидами – магнитное поле Юпитера корректирует их траекторию.

Если разглядывать Юпитер в телескоп или на снимках из космоса, то можно увидеть полосы на поверхности планеты. Это не что иное, как сильные ветры и ураганы, гуляющие по поверхности планеты. Они движутся с разной скоростью, но, даже самый слабый поток может сильнее земного урагана. Цвет этих ветровых полос – облака нижних слоёв атмосферы, окраску которым придают содержащиеся в них вещества. Это связано с быстрым вращением Юпитера вокруг своей оси.



Большое красное пятно – один из примеров таких погодных явлений на Юпитере. Оно является сильным штормом больших размеров, который длится непрерывно и визуально напоминает воронку или смерч. По размерам красное пятно в два раза превосходит Землю. Однако длительные наблюдения показали, что, начи-

ная с 1930 г., ураган начал постепенно уменьшаться и, вероятно, ослабевать. Причём, с каждым годом сжатие пятна происходит все быстрее. Учёные предполагают, что через несколько десятков лет его будет тяжело различить без сильного увеличения и даже есть вероятность либо его полного исчезновения, либо трансформации в одну из ветровых полос планеты, несмотря на то, что ветры Юпитера способны в течение длительного времени сохра-



Космический аппарат NASA «Юнона» в 2016 году сделал снимки Юпитера в инфракрасном диапазоне. Полосы и пятна – свидетели того, что под облачным слоем планеты расположен мощный источник тепла. Что удивительно, Юпитер излучает на 60% больше энергии, чем получает от Солнца. Исследователи предполагают, что это возможно в результате приливных гравитационных сил, возникающих при взаимодействии Юпитера со спутниками, а их у него много – на данный момент насчитано 79! Еще одна версия: радиоактивный распад, идущий в недрах планеты. Также может быть, что Юпитер накопил огромный запас энергии, образующейся при сжатии материи на стадии зарождения планеты.

нять свою форму. По одной из версий о возникновении большого красного пятна, оно могло сформироваться из нескольких ветровых потоков.

В силу физических, химических и природных особенностей возникновения жизни на Юпитере не представляется возможным. Однако, в 70-е гг. XX в. американский астроном Карл Саган высказал предположение о существовании трёх форм жизни на Юпитере, которые могут жить в условиях атмосферы, наполненной водородом и аммиачными соединениями. Эта теория была воспринята научным сообществом довольно скептически, и, разумеется, ничем не подтверждена. Впрочем, для научного подтверждения или опровержения теории Сагана требуется непосредственно приземлиться на Юпитер, взять образцы веществ и провести различные необходимые исследования. А это, как уже было упомянуто, пока не представляется возможным.



Юпитер имеет примерно 90 спутников (возможно, чуть по больше, по данным разных источников). Среди всех планет, у него больше всего спутников. Самые крупные и известные из них были открыты Галилеем почти

одновременно с самой планетой: Ио, Европа, Ганимед и Каллисто. Иногда к ним причисляют и пятый спутник – Альматею, открытую в конце XIX в., но в силу её размеров, спутник, скорее, можно отнести к малым. Все крупные



Юпитер имеет кольца, правда они не так заметны, как у Сатурна, визуально больше похожи на тоненький ободок. Они состоят преимущественно из пыли и мелкой крошки, которая удерживается за счёт силы притяжения планеты. Предположительно, кольца Юпитера образовались из-за частого столкновения его спутников с астероидами. От ударов небольшие объекты улетали в открытый космос и притягивались планетой, а её стремительная скорость вращения сформировала из них кольца. Они гораздо тоньше и уже, в отличие от Сатурна, поэтому разглядеть их можно из космоса или в очень мощный телескоп. Правда, даже за счёт сильного притяжения со стороны Юпитера кольца не расширились.

спутники Юпитера названы именами персонажей из греческой мифологии, так или связанных с богом Юпитером, а, точнее, его греческим аналогом – Зевсом. Ближе всех расположена Ио. Из-за высокого содержания серы её поверхность имеет желтый цвет, также на ней находится более 400 активных вулканов, что является рекордным показателем среди всех объектов Солнечной системы. Европа известна своей гладкой поверхностью, на которой отсутствуют кратеры, зато присутствуют трещины и полосы, из-за чего спутник имеет серо-коричневый окрас. Ганимед – самый крупный спутник в Солнечной системе. Его поверхность состоит из участков, усеянных кратерами, а также из скалистых областей. Внешне Ганимед серого цвета из-за силикатных пород и ледяных озёр. Существует версия, что подо льдом находится вода в жидком состоянии. Каллисто полностью состоит из льда и горных пород и на ней отсутствует радиационный фон. В будущем учёные планируют расположить на поверхности спутника станции для дальнейшего изучения Юпитера.

Остальные спутники планеты гораздо меньших размеров. От больших спутников их отличает неправильная (т.е., не шарообразная форма). По внешнему виду они напоминают астероиды или обломки космического тела. Возможно, какие-то спутники и являются таковыми, а, может быть, они приобрели такую форму из-за столкновений с другими космическими телами, например, попали под метеоритный дождь.

Сатурн



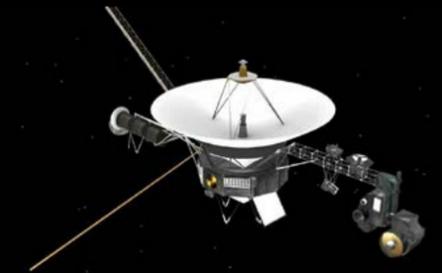
Шестая по удалённости от главной звезды планета Солнечной системы. Сатурн был назван в честь древнеримского бога земледелия. Он входит в число планет, которые видно с Земли невооружённым глазом. Сатурн известен своими широкими кольцами, которые являются своего рода визитной карточкой планеты.

Как и Юпитер, Сатурн является газовым гигантом, т.е., планетой, имеющей внушительные размеры, в составе которой преобладают газы и газообразные вещества. Планета обладает наибольшим из всех в Солнечной системе сжатием, но очень малой плотностью, что, в принципе, характерно для всех планет-гигантов.

Наблюдая Сатурн через телескоп, Галилей принял кольца планеты за её спутники. Однако это предположение вскоре было опровергнуто. Чуть позже К. Гюйгенс открыл несколько спутников планеты, в том числе, самый крупный – Титан.

Во второй половине XX в., в эпоху освоения людьми космоса, к планетам Солнечной системы для их

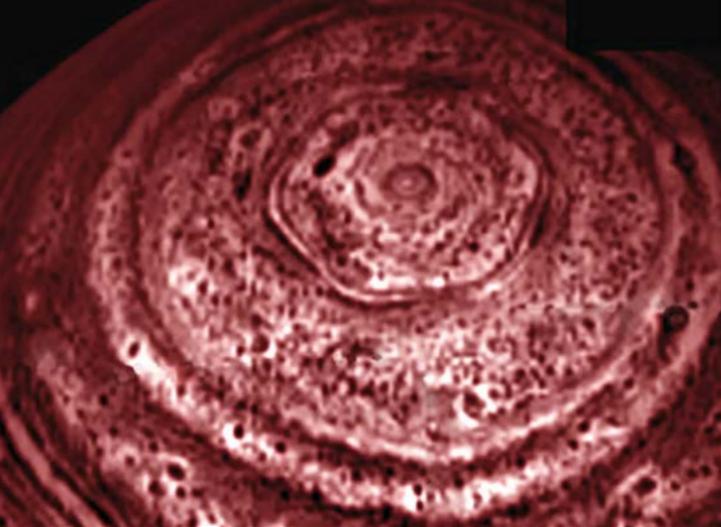
изучения начали отправляться космические аппараты. Не стал исключением и Сатурн. В 1979 г. космический аппарат «Пионер-11», запущенный для исследования газовых гигантов, сделал из космоса снимки Сатурна.



Год спустя к Сатурну ещё один космический аппарат «Вояджер-1», также запущенный с целью исследования Сатурна и его соседа. Снимки «Вояджера-1» оказались более подробными и детальными, чем фотографии с «Пионера-11».

Структура Сатурна, по данным исследований, очень похожа на структуру Юпитера. В центре планеты находится твёрдое ядро. За ним следует слой жидкого водорода. Далее расположен слой молекулярного водорода (т.е., в газообразном состоянии). Так, как планета является газовым гигантом, именно газы и газообразные вещества составляют подавляющее большинство химического состава планеты.





Таинственный шестиугольник из облаков на одном из полюсов Сатурна заметили еще в 1980-х годах благодаря миссии «Вояджер». Уже в 2004 году аппарат «Кассини», отправленный исследовать планету, заснял все тот же шестиугольник, не изменившийся за прошедшее двадцатилетие. Это образование огромно, в фигуре с легкостью разместились бы четыре наших Земли. Наука объяснить наличие шестиугольника не может. Уфологи убеждены, что это результат деятельности иной цивилизации – такая сатурнианская Великая стена. А может быть, станция слежения, или портал в иные миры, или космозаправка для инопланетян...

У Сатурна имеется также атмосфера. Атмосфера представляет собой двухуровневый слой облаков, состоящих из аммиачных соединений и воды. Периодически в атмосфере Сатурна возникают белые пятна. Их природа, по всей вероятности, схожа

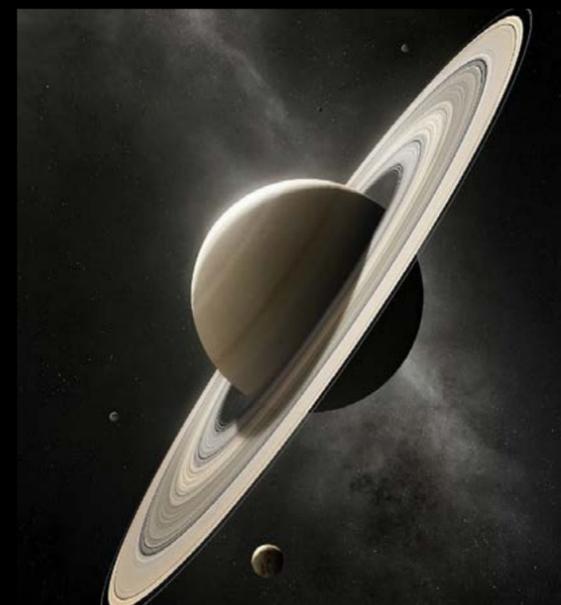
с подобными пятнами на Юпитере и является не чем иным, как бурями и ветрами. Среди них даже можно выделить Большое белый овал (пятно, почти аналогичное красному на Юпитере) – ураган неимоверной силы. На Сатурне также можно наблюдать одно весьма интересное явление: шестиугольные облака почти идеальной формы на северном полюсе планеты. Это явление характерно только для данной планеты. В центре шестиугольника находится мощный вихрь. Несмотря на то, что он был обнаружен ещё в 1980-х гг., учёные пока не могут объяснить происхождение данного явления.

Если говорить о химическом составе планеты в целом, то основную часть (примерно 95-96%) составляет водород в различных агрегатных состояниях. Оставшуюся часть занимают гелий, аммиак, метан и другие органические соединения. Газы составляют поверхность планеты, из-за чего она недоступна для изучения с очень близкого расстояния, не говоря уж о том, чтобы посадить на её поверхность какой-либо космический аппарат. Разумеется, на планете вряд ли возможно существование какой-либо формы жизни. И причина тому не только в газах, но и в наличии низких температур на поверхности (до -150°C) и очень высокого давления атмосферы.

Стоит сказать об одной интересной особенности, которая отличает Сатурн не только от своих братьев-гигантов, но и вообще от других планет Солнечной системы. У Сатурна сильно наклонена ось вращения, из-за

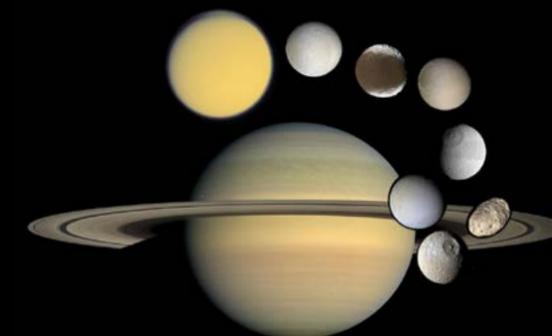


чего возникает картина, что планета вращается и движется по орбите под очень большим углом (но, не полностью на боку, в отличие от Урана). Полный оборот вокруг своей оси планета проходит чуть больше, чем за 10 земных часов, а полное прохождение по своей орбите вокруг Солнца – почти за тридцать земных лет.

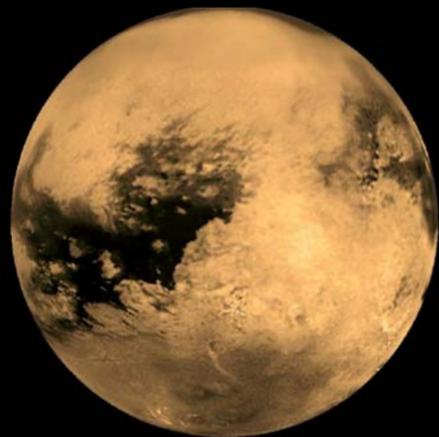


Кольца Сатурна давно стали его

визитной карточкой. К слову, почти все планеты-гиганты обладают кольцами, но у Сатурна они самые широкие и заметные. Состоят из обломков метеоритов, астероидов и космической пыли. Выделяют семь крупных колец, которые учёные обозначили первыми семью буквами латинского алфавита. Большие кольца, в свою очередь, складываются из более мелких. Основной причиной возникновения колец учёные называют разрушение небесного тела, предположительно, спутника Сатурна, подвергшегося либо сильному воздействию гравитационной силы планеты, либо столкновению с другим космическим телом.



У Сатурна имеется большое количество спутников. Учёные предполагают, что их свыше ста, но только 62 из них находятся поблизости от планеты. Остальные расположены от планеты на значительном расстоянии. К тому же есть спутники постоянные, а есть и временные. Самыми крупными спутниками считаются Титан и Диона. Остальные имеют довольно небольшие размеры. Спутники могут располагаться как между кольцами и самой планетой (внутренние луны), так и за пределами колец (внешние). По большей части они состоят из льда и горных пород. Но лишь два из них представляют для учёных наибольший интерес.



Титан является самым большим из всех спутников Сатурна. Он похож на мини-планету: у спутника имеется своя атмосфера, похожая на туман, состоящий из метана и азота. На поверхности можно также разглядеть равнины и кратеры. Также на Титане были обнаружены моря из углеводородов. По мнению учёных, при наличии данных факторов, на спутники вполне могут существовать простейшие формы жизни вроде бактерий.

Правда, это лишь предположение – Титан не настолько хорошо изучен, чтобы делать подобные выводы.



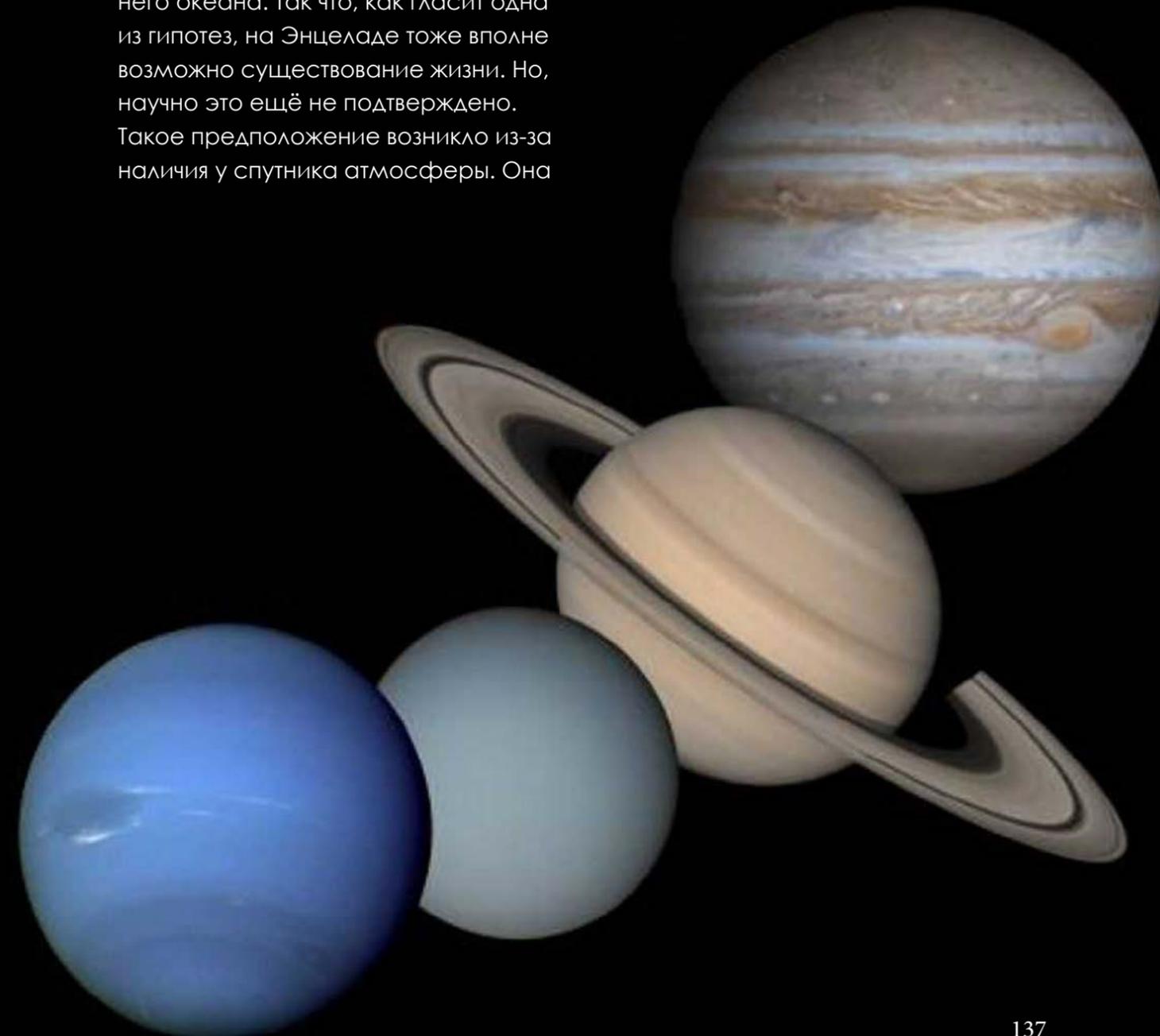
Диона – второй крупный спутник Сатурна. Она была открыта в конце XVII в., но своё название получила лишь более полувека спустя. Поверхность покрыта льдом с примесью каменных пород, а также усеяна кратерами и похожими на трещины белыми полосами. Последнее – ледяные хребты и обрывы. Также у Дионы есть и тёмные участки, которые пока ещё остаются загадкой для науки. На спутнике присутствует тонкий слой атмосферы, содержащий ионы кислорода. Как полагают учёные, из-за большого количества льда под поверхностью Дионы может находиться океан (либо находился когда-то).



Энцелад – самый маленький спутник не только у Сатурна, но и во всей Солнечной системе. Был открыт

в конце XVIII в. Он относится к числу внутренних спутников, находящихся между самой планетой и её кольцами. Исследования спутника установили, что на его поверхности постоянно происходит тектоническая активность, в результате которой на Энцеладе образуются трещины и которая сильно влияет на рельеф спутника. На поверхности есть кратеры, равнины впадины и небольшие хребты. Кроме того, там возникают гейзеры, что указывает на наличие воды и, возможно, внутреннего океана. Так что, как гласит одна из гипотез, на Энцеладе тоже вполне возможно существование жизни. Но, научно это ещё не подтверждено. Такое предположение возникло из-за наличия у спутника атмосферы. Она

разреженная, но, довольно плотная. В ней есть вещества, способные сделать её пригодной для существования каких-либо форм жизни: вода в виде пара, азот, водород, метан.



ЛЕДЯНЫЕ ГИГАНТЫ



К ледяным гигантам относятся две самые далёкие планеты Солнечной системы – Уран и Нептун. Раньше их цепочку замыкал Плутон, но, в начале XXI в. он был переведён в разряд карликовых планет, несмотря на то, что обладал примерно такими же характеристиками, что и его ближайшие ледяные соседи.

Характерные признаки этого вида заключены в самом названии. Подобно всем планетам-гигантам они не имеют такой же твёрдой поверхности, какая присутствует у планет земной группы, однако, Уран и Нептун покры-

ты льдами, состоящими преимущественно из замороженных газов. Ещё один признак – наличие очень низких температур, которыми и обусловлено наличие льда на этих планетах. Ледяные гиганты были открыты позже других планет из-за большой удалённости не только от Солнца, но и от Земли. Кроме того, и Уран, и Нептун имеют цвета синеватого или голубого оттенка (визуально), что может говорить о схожем химическом составе обеих планет. Но, Уран более голубого цвета, а Нептун – лазурного.

Уран



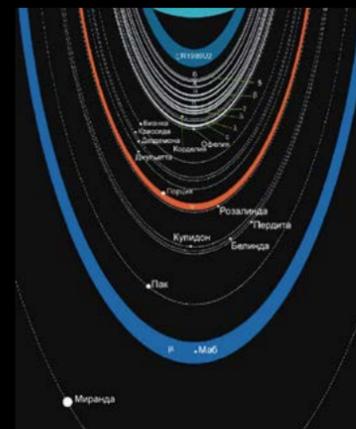
Седьмая по удалённости от Солнца планета системы. Названа в честь Урана – древнегреческого бога неба, вероятнее всего, из-за своего светло-голубого цвета. Уран открыл английский астроном Уильям Гершель в 1781 г. Относится к типу гигантов, но, в отличие от своих более близких к Солнцу соседей, к ледяным. Планету можно увидеть с Земли невооружённым глазом, но она будет при просмотре похожа на тусклую звезду.

Так как Уран расположен далеко, как от Солнца, так и от Земли, его

исследования космическими аппаратами состоялись гораздо позже, в отличие от более близких планет. К слову, его удалённость и была одной из причин позднего, по сравнению с более близкими к Солнцу планетами, открытия. В 1986 г. аппарат «Вояджер-2», запущенный девятью годами ранее для изучения более далёких объектов Солнечной системы, подлетел к Урану на довольно близкое расстояние и сделал снимки его поверхности, которые дали информацию о планете.

Скорость вращения Уран также характерна для планет-гигантов. Полный оборот вокруг своей оси планета совершает примерно за 17 земных часов, а вокруг Солнца по орбите – за 84 земных года.

Строение Урана ничем не отличается от его газовых или ледяных «собратьев». В центре планеты находится ядро, которое покрывает мантия, состоящая из льда. Верхний слой – газовая атмосфера. Вот только лёд на Уране не представляет собой лёд в общеизвестном смысле, к тому же образован он не только из воды. В его состав входят также метан и аммиак. По одной из научных версий поверх-



У Урана обнаружили 13 колец, почти все темные. Нашли их в 1977 году только благодаря тому, что они перекрывали свет от звезд. Одиннадцать из колец практически черные, оставшиеся два – синее (внешнее) и красное (внутреннее). Внешнее кольцо самое широкое – его ширина 96 км, остальных – около 10 км.



ность Урана, как и сама мантия, состоит из ледяной каши и, тем, самым, не является твёрдой, а, скорее, рыхлой.

Атмосфера Урана состоит из трёх слоёв: термосферы, стратосферы и тропосферы. Именно в атмосфере сконцентрированы газы, находящиеся не в жидком и не в твёрдом состоянии. Подавляющее большинство занимают водород и гелий, но присутствуют также уже упомянутые метан и аммиак. Именно метановые соединения придают планете небесно-голубой цвет. В атмосфере Урана присутствуют облака, преимущественно, на нижних слоях. Температура планеты опускается примерно до -220°C , однако, в верхних слоях она

может быть очень высокой. Стоит отметить, что такое явление характерно для всех планет-гигантов. Некоторые учёные считают Уран самой холодной планетой Солнечной системы.

Ось вращения Урана сильно наклонена (даже больше, чем у Сатурна), отчего планета кажется лежащей на боку перпендикулярно Солнцу. Из-за наклона оси на планете происходит смена сезонов и присутствуют такие погодные явления, как ветры и штормы. Скорость ветра на разных участках планеты неоднородна и где-то даже может превышать скорость цунами на Земле (больше 1000 км/ч). Причём вихревые потоки на Уране могут быть как постоянными, так и временными.

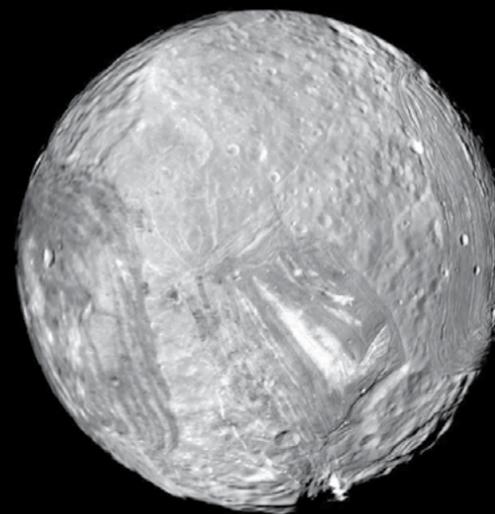


Как и всех гигантов, у Урана имеются кольца. Но они очень слабо видны, даже через мощные оптические приборы. У. Гершель, открывший планету, увидел кольца в телескоп, но их изображение, видимо, было настолько нечётким, что учёный засомневался в их существовании. Спустя два столетия научные исследования и снимки с космического телескопа «Хаббл» подтвердили наличие системы колец у Урана. Всего колец 13 и сформировались они гораздо позже самой планеты. Но и на космических снимках они выглядят как тонкие круглые сеточки.

У Урана 27 спутников. Из них пять самые крупные: Титания, Оберон, Ариэль, Умбриэль и Миранда. Все они были названы в честь персонажей произведений Уильяма Шекспира. Оберон и Титания были обнаружены У. Гершелем спустя несколько лет после открытия Урана. В 1851 г. ан-

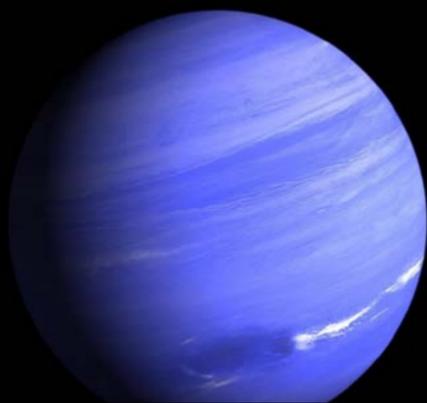
глийский астроном Уильям Лассел нашёл ещё два спутника – Ариэль и Умбриэль. Спустя почти столетие американский учёный Джерард Койпер (в честь которого был назван пояс из космических тел, находящихся за пределами орбиты Нептуна) открыл последний крупный спутник Урана – Миранду. Наличие остальных спутников было зафиксировано космическим аппаратом «Вояджер-2».

Спутники Урана (или, как их ещё называют, луны) исследованы меньше самой планеты. Предположительно, они состоят из льда и каменных пород. На поверхности Титании были обнаружены следы вулканической активности, такие, как длинные каналы, похожие на русла пересохших рек; на поверхности Миранды – ледяные впадины. Вряд ли на каком-либо из спутников могла существовать жизнь ввиду отсутствия подходящих для этого условий.

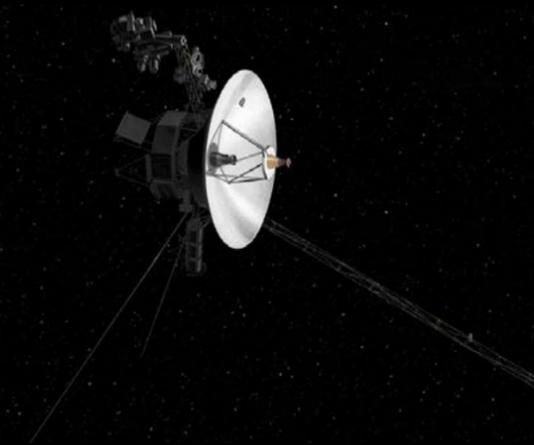


Спутник Урана, Миранда, входит в шестёрку крупнейших. Диаметр Миранды – 470 км . На снимках спутника заметна область, практически не тронутая метеоритами – так называемый «шеvron», размером $140 \times 200\text{ км}$. Подобные отметины спутникам планет несвойственны, и ученые не знают, что и думать. Исследователи предполагают, что это внешние проявления процессов, происходящих внутри Миранды. Как показывает анализ, «шеvron» – самая молодая структура на Миранде, ей всего от сотни до нескольких сотен миллионов лет. Сравните: Солнечная система появилась $4,5$ миллиарда лет назад! Ученые предполагают, что, возможно, так сказалось влияние Урана на его спутник.

Нептун



Самая дальняя планета Солнечной системы, названная в честь древнеримского морского божества. Вероятно, название было дано не случайно: при просмотре в телескоп и на снимках из космоса Нептун – синего цвета, как и водоёмы Земли (как их воспринимает человеческий глаз).



Из-за своей удалённости Нептун был открыт позже всех остальных планет, не считая Плутона – в середине XIX в. Первоначально он был обнаружен даже без телескопических наблюдений: английские математики и астрономы с помощью вычислений выдвинули гипотезу, что на Уран влияет расположенное неподалёку небесное

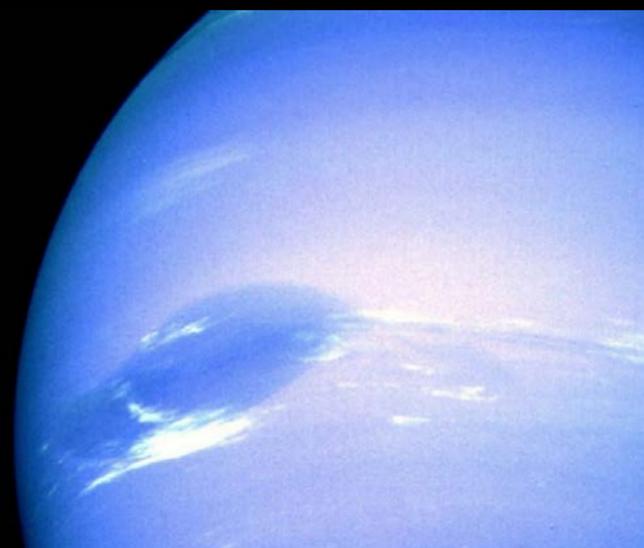
тело и озвучили версию, что это может быть ещё неизвестная науке планета. Гипотеза подтвердилась, когда новую планету впервые увидели через телескоп Берлинской обсерватории в 1846 г. Первооткрывателем Нептуна считается немецкий астроном Иоганн Галле.

На столь позднее открытие планеты повлияло также то, что полный оборот вокруг Солнца Нептун делает за 165 земных лет. Поэтому он не всегда был в зоне досягаемости для телескопов в тот период, когда открывались другие, более близкие планеты Солнечной системы.

Строение Нептуна типично для всех планет-гигантов: твёрдое ядро (состоящее из железа, никеля и силикатов), мантия из льда, который, вопреки значению этого слова, имеет более высокую температуру, чем атмосфера и сама атмосфера, состоящая из нескольких слоёв – тропосфера,

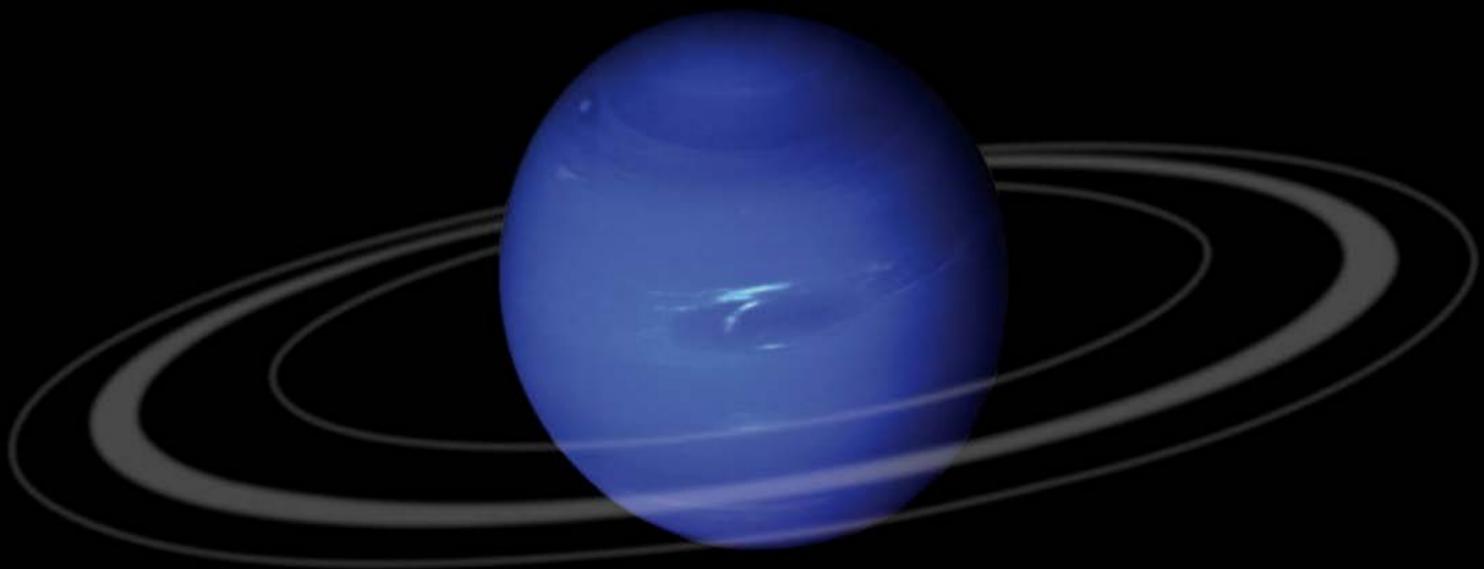
Расположение Нептуна делает его ещё менее доступным для исследований, чем находящийся близко от Солнца Меркурий. Лишь однажды космический аппарат подлетал к планете, чтобы сделать снимки её поверхности. Это был запущенный для изучения самых дальних планет «Вояджер-2», который в 1989 г. пролетел мимо Нептуна и исследовал поверхность планеты, её атмосферу, а также кольца и спутники. Через тридцать с лишним лет с помощью космического телескопа «Джеймс Уэбб» были сделаны новые снимки Нептуна, его колец и спутников.

тропопауза, стратосфера и термосфера. В нижних слоях атмосферы зафиксирована температура ниже -200°C . Верхние слои напротив, могут быть очень горячими и учёные не могут с полной уверенностью сказать, в чём причина данной аномалии. В атмосфере планеты формируются облака, которые можно увидеть на снимках. Как и на других планетах класса гигантов, на Нептуне могут возникать сильные ветра и бури.



Одним из примеров таких погодных явлений является большое тёмное пятно на поверхности планеты. Оно похоже на красное пятно на Юпитере или белое на Сатурне и также является ураганом, с той разницей, что красное и белое пятна функционируют непрерывно, а тёмное пятно Нептуна – явление временное. Оно может появляться и исчезать. К тому же оно не возникает на одном и том же месте, а может проявляться на различных участках поверхности.

Кольца Нептуна очень тонкие, редкие и не всегда видны даже в космическом пространстве. Пожалуй, они самые незаметные из всех систем колец планет-гигантов. «Вояджер-2» сумел сфотографировать их лишь когда они попали в зону солнечного освещения. С по-



мощью «Джеймса Уэбба» удалось получить более чёткие снимки, благодаря инфракрасному излучению.

На сегодняшний день известно 14 спутников Нептуна. Все они были названы по имена морских мифических существ. Самый крупный из них – Тритон – был открыт практически одновременно с планетой. Пример-

но половина спутников была обнаружена аппаратом «Вояджер-2». Последний спутник нашли в 2013 г. На это повлияла не только удалённость планеты и её спутников как от Солнца, так и от Земли, но и сами размеры спутников Нептуна. Они гораздо меньше самой планеты и далеко не все имеют правильную форму.



Тритон был открыт несколько дней спустя после обнаружения Нептуна. По своему виду и строению спутник напоминает маленькую планету: у него есть ядро, мантия и атмосфера. Учёные полагают, что Тритон был притянут сильным магнитным полем Нептуна из пояса Койпера – области, находящейся за пределами орбиты планеты и состоящей из ледяных обломков. Спутник считается самым холодным местом в Солнечной системе (температура на поверхности Тритона ниже, чем на Нептуне). Тритон обладает геологической активностью, так как на нём была зафиксирована активность гейзеров, предположительно из азота и воды. Однако, даже при наличии воды на Тритоне учёные сомневаются в том, что там могла бы существовать жизнь.





КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ

Карликовыми планетами называются небесные тела, занимающие промежуточную позицию между обычными планетами и астероидами. Они могут обладать признаками и тех, и других, но не будут являться ни астероидами, ни планетами в классическом понимании этих терминов.

Сам термин «карликовая планета» появился относительно недавно. В 2006 г. учёные пересмотрели классификацию небесных тел Солнечной системы и выделили ещё один вид космических тел. В группу карликовых планет попали тела, считавшиеся ранее полноценными планетами или астероидами.

В Солнечной системе находится 5 карликовых планет, официально признанных Международным астрономическим союзом (МАС): Плутон, Эрида, Церера, Хаумеа, Макемаке. Однако, не все учёные согласны с подобной оценкой: многие утверждают, что небесных тел такого

вида может быть гораздо больше. В частности, к карликовым планетам относят ещё 4 объекта Солнечной системы: Седна, Кварвар, Орк, Гун-гун (последний, правда, считается не столько карликовой планетой, сколько кандидатом в этот статус).

Многие ученые утверждают, что карликовых планет может быть гораздо больше пяти. В частности, к карликовым планетам относят ещё 4 объекта Солнечной системы: Седна, Кварвар, Орк, Гун-гун (последний, правда, считается не столько карликовой планетой, сколько кандидатом в этот статус). Большинство из них было обнаружено в начале XXI в. и исследованы они пока очень поверхностно. Существует также ряд небесных тел, хоть и обнаруженных, но толком не изученных, которые вполне могли бы претендовать на статус карликовых планет. В научном мире их так и называют: кандидаты в карликовые планеты.

Большинство из них было обнаружено в начале XXI в. и исследованы они пока очень поверхностно. Существует также ряд небесных тел, хоть и обнаруженных, но толком не изученных, которые вполне могли бы претендовать на статус карликовых планет. В научном мире их так и называют: кандидаты в карликовые планеты.

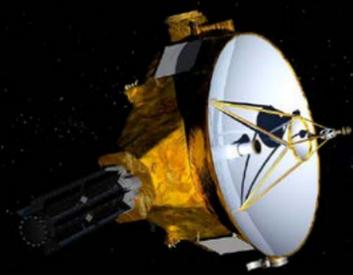
Их характерными признаками, помимо небольшого размера, являются следующие: вращение вокруг Солнца, наличие такой массы, которая позволяла бы космическому телу сохранять сферическую или близкую к ней форму, наличие свободного от космического мусора пространства вокруг планеты. Также карликовая планета не должна являться спутником какой-либо обычной планеты.

Все карликовые планеты Солнечной системы находятся на очень большом расстоянии от Солнца, дальше основных планет, что сильно затрудняет их изучение: не каждый космический аппарат или зонд способен преодолеть такое расстояние. Основным источником данных с карликовых планет являются фотографии с телескопов. Поэтому многие данные по этим космическим объектам выведены лишь гипотетически.

Плутон



Официально открытие Плутона произошло в 1930 г. и принадлежит американскому астроному Клайду Томбо. Однако, предположения о существовании ещё одной планеты высказывались уже во второй половине XIX в. после открытия Нептуна. В то время далёкое расположение Плутона от Земли сильно затрудняло его поиски, но Томбо удалось сделать снимки девятой планеты и, таким образом, открыть её миру.



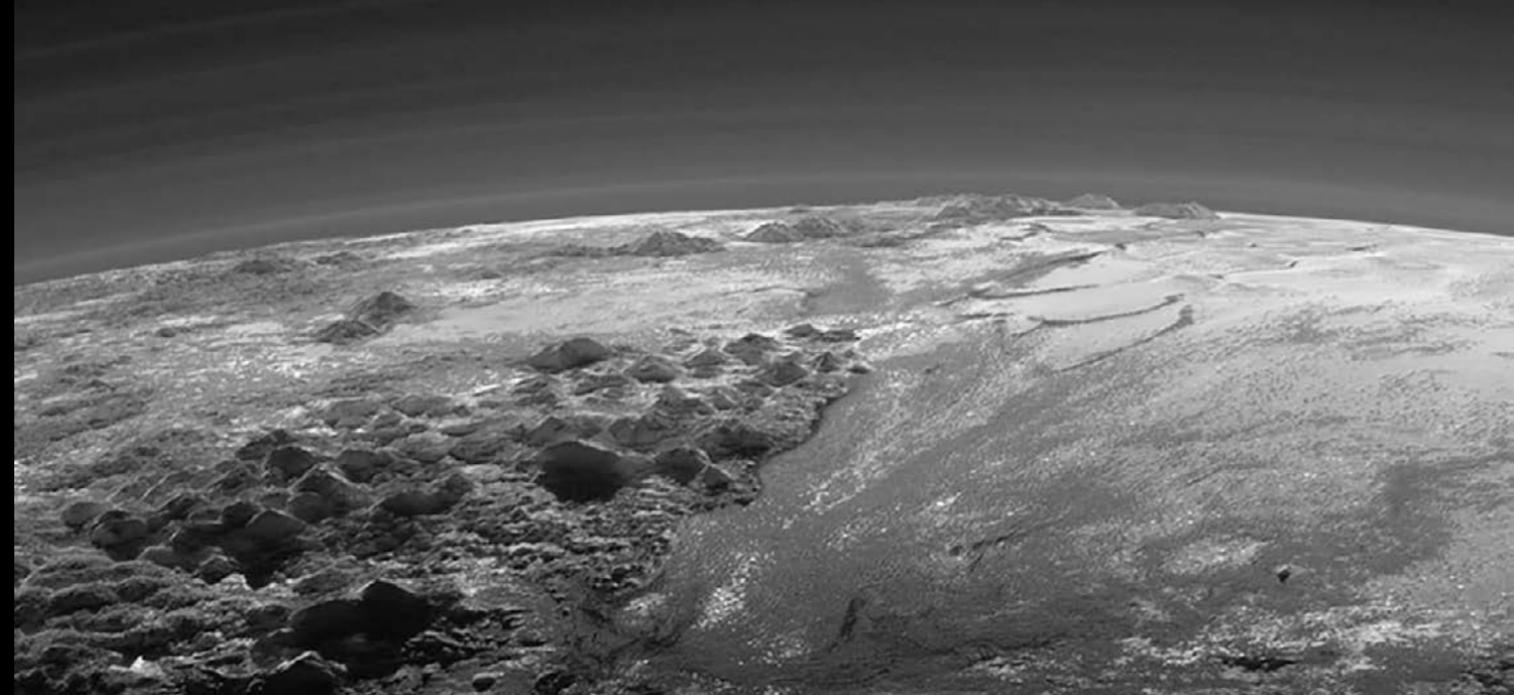
Но, даже с освоением космического пространства, Плутон был изучен и исследован далеко не сразу. Здесь сыграло свою роль его местоположение. Он располагался дальше Урана и Нептуна, которых лишь один раз посещал (образно говоря) космический аппарат «Вояджер-2». Лишь в 2015 г. автоматическая межпланетная станция «New Horizons», запущенная агентством

НАСА в рамках программы исследования удалённых космических объектов, провела исследование Плутона.

До 2006 г. Плутон считался девятой планетой Солнечной системы. Но, в начале XXI в. научное сообщество пересмотрело само определение термина «планета» и по своим параметрам Плутон под это определение не попадал. Поэтому он был переведён в разряд карликовых планет.

Снимки, полученные «New Horizons», а также телескопом «Хаббл» дают некоторое представление о Плуtone, хотя многие факторы до сих пор остаются лишь гипотезами. Но, что известно точно – это время прохождения планетой своей орбиты. Полный оборот вокруг Солнца Плутон совершает за 248 земных лет. Если говорить о строении, то она напоминает обычные планеты, преимущественно, из группы ледяных гигантов – ядро, мантия, атмосфера. Как в мантии, так и в атмосфере Плутона присутствуют ледяные образования. Из химических веществ на планете преобладают азот, метан и монооксид углерода (угарный газ). Также присутствует вода в виде льда. Собственно, все вещества на Плуtone находятся либо в газообразном, либо в ледяном состоянии. При этом, в зависимости от приближения к Солнцу или удаления от него, какое-либо вещество при нагреве может превратиться в газ, при остывании – в лёд.

Жизнь на Плуtone, разумеется, была бы невозможна даже при наличии воды. Удалённость карликовой планеты подразумевает наличие на



поверхности низких температур (до -240°C). Также Плутон, подобно ледяным гигантам, не имеет твёрдой поверхности – планету полностью покрывают льды из воды и замёрзших газов. Кроме того, атмосфера планеты сильно разрежена, а присутствие большого количества угарного и других газов не способствует зарождению каких-либо форм жизни.



Поверхность Плутона покрыта льдами, но её рельеф неоднороден. Здесь присутствуют кратеры, равнины, углубления и похожие на горы ледяные возвышенности. Также АМС был обнаружен весьма интересный объект – равнина Спутника. Она расположена в области Томбо (другое название – область Сердца, названная по ана-

логии с изображением сердца). Это абсолютно гладкая равнина, лишённая кратеров или гор. По мнению учёных, она образовалась совсем недавно.



У Плутона 5 спутников: Харон, Никта, Гидра, Цербер, Стикс. Подобно тому, как планета носит имя владыки подземного царства из древнеримской мифологии, её спутники получили названия существ из греческого царства теней. Самый крупный спутник – Харон. Спутники изучены ещё меньше, чем сама планета. О них известно только то, что сформировались они от удара другого космического тела о Плутон. Однако, это пока лишь неподтверждённая гипотеза. Кроме Харона все спутники имеют неправильную форму. Харон же больше похож на планету и вращается синхронно с Плутоном.



Эрида

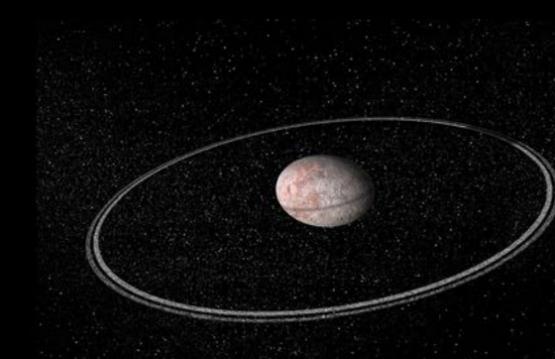
Эрида – вторая по величине карликовая планета после Плутона и самая удалённая из всех от Солнца. Она была обнаружена группой американских учёных (М. Браун, Ч. Трухильо, Д. Рабинович) в 2005 г. и через год (после пересмотра классификации объектов Солнечной системы) обрела статус карликовой планеты.

Планета получила своё название в честь древнегреческой богини раздора и это оказалось несколько символическим: учёные, открывшие Эриду, долго спорили, относится ли она к обычным планетам или малым, и можно ли её назвать десятой планетой Солнечной системы? Также не сразу появилось и официальное название планеты: учёные предлагали множество вариантов (как правило, связанных с мифологией, причём, не только с греческой), пока не остановились на Эриде.

Поскольку открытие Эриды состоялось относительно недавно, о самой планете известно ничтожно мало. Поэтому многие сведения являются гипотетическими. На планете очень низкая температура (ниже -250°C), а поверхность покрыта льдами из метана и этана. На участках, обращённых к Солнцу, температура немного повышается, что способствует подтаиванию льдов. Размороженные газы меняют своё агрегатное состояние и формируют тонкую оболочку, наподобие атмосферы. По предположению учёных, примерно через 2-3 столетия на Эриде может образоваться полноценная атмосфера.

У Эриды имеется всего один спутник – Дисномия, названный по имени дочери греческой богини Эриды. По своим размерам он в десятки раз меньше самой планеты и практически не изучен. Дисномия была обнаружена учёными примерно через полгода после открытия Эриды.

Хаумеа

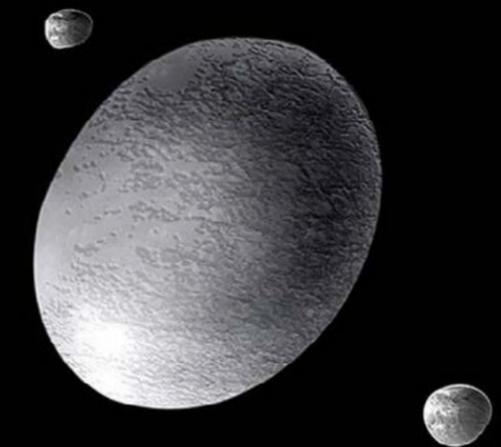


Хаумеа – пожалуй, самая необычная из ряда карликовых планет, расположенная в поясе Койпера. Она была открыта группой американских учёных, обнаруживших ещё две карликовые планеты, в конце 2004 г. Долгое время планета не имела названия (её обозначали различными кодами и номерами), пока в 2008 г. ей не присвоили имя гавайской богини плодородия и деторождения – Хаумеа.

Планета отличается от своих карликовых собратьев формой. Она не круглая, а вытянутая, овальная. Исследователи связывают это с быстротой вращения: Хаумеа вращается с высокой скоростью, что не позволяет ей принять шарообразную форму. Также она – единственная среди малых планет, имеющая систему колец. Кольца очень тонкие и узкие, но их можно разглядеть через телескоп.

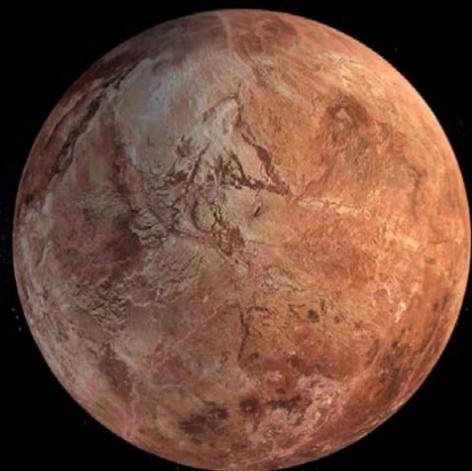
Телескопические исследования установили, что планета покрыта льдом, состоящим из воды и цианистых соединений. Возможно также наличие небольшого количества силикатов и углеродистых минералов. В 2009 г. британские астрономы обнаружили на поверхности Хаумеа аномалию –

большое пятно красноватого оттенка. По предположениям учёных это либо след от столкновения с другим небесным телом, либо область скопления минералов. Температура поверхности Хаумеа чуть выше, чем у других карликовых планет: примерно -225°C . Но, на сегодняшний день сложно сделать выводы о строении планеты, физических характеристиках и более подробном химическом составе



У Хаумеа два спутника – Хииака и Намака (по именам дочерей гавайской богини, имя которой носит планета). Они были открыты чуть позже самой планеты в 2005 г., а названия получили практически одновременно – в 2008 г. Хииака имеет традиционную для планет и многих спутников шарообразную форму, а Намака, как и Хаумеа – эллиптическую. Сведения о них очень скудные. Предположительно, они возникли в результате удара планеты о другое небесное тело, т.е., спутники – возможно, осколки Хаумеа. Поверхность Хииаки покрыта водяным льдом. Намака же в настоящее время почти не изучена.

Макемаке



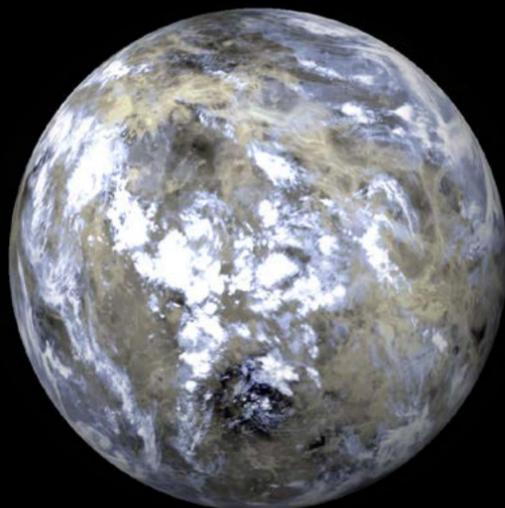
Макемаке по своим параметрам несколько превосходит Хаумеа, и, в отличие от неё, имеет традиционную форму шара. Планета является одним из самых крупных космических объектов в поясе Койпера, несмотря на то, что точный размер её (как, впрочем, и другие физические характеристики) до сих пор неизвестен. Она была обнаружена американскими учёными примерно в то же время, что и Эрида – в 2005 г.

Исследования установили, что по химическому составу поверхности Макемаке схожа с Плутоном. Она покрыта метановым льдом, содержащим также этан. Соединения последнего и придают планете красноватый оттенок. Какое-то время считалось, что на планете отсутствует азот, но, впоследствии эта теория была опровергнута: по неподтверждённым данным азот на Макемаке всё же есть, но в очень малых количествах.

Учёные долго не могли обнаружить ни одного спутника планеты, из-за

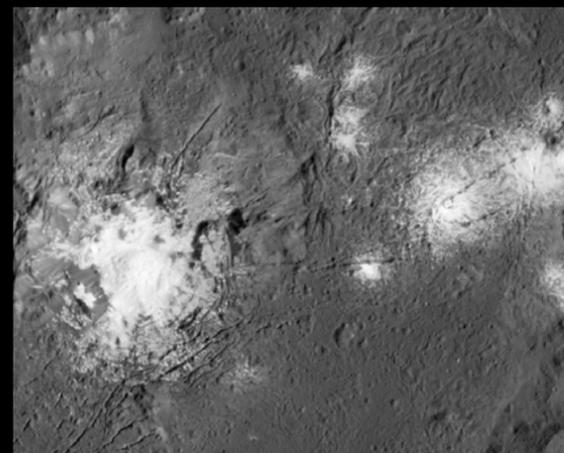
чего долгое время господствовала точка зрения, что они вообще отсутствуют. Но, в 2016 г. телескоп «Хаббл» зафиксировал спутник Макемаке. Он до сих не имеет названия (лишь кодовое обозначение S/2015 (136472) 1 или МК 2) и практически тусклый, поэтому разглядеть его с Земли даже в очень мощный телескоп пока что невозможно. Поэтому исследовать его учёным ещё предстоит.

Церера



Церера – самая маленькая из вышеприведённого списка карликовых планет. Однако, из всех них она была открыта самой первой. Также Церера – единственная из карликовых планет, не имеющая спутников. В 1801 г. её обнаружил итальянский астроном Джузеппе Пьяцци. Некоторое время Церера считалась планетой Солнечной системы наряду с уже открытыми (десятая планета), но, через год после своего обнаружения, была переведена в разряд астероидов. Лишь в 2006 г. Церере вернулись статус планеты, пусть и карликовой.

Расположение планеты позволило изучить её гораздо лучше, чем остальных «карликов» – она находится между планетами земной группы и газовыми гигантами. Правда, основные данные о Церере получены относительно недавно. Её неоднократно рассматривали и фотографировали через телескоп. А в 2015 г. автоматическая межпланетная станция «Рассвет», запущенная агентством НАСА, вышла на орбиту планеты и сделала множество снимков её поверхности.



По предположениям учёных, строение Цереры весьма похоже на стандартную для многих планет структуру: твёрдое каменное ядро, ледяная мантия, кора. Лёд на Церере водяной. Поверхность состоит из льда и реголита – остатков грунтовых отложений, смешанных с пылью. На планете есть вулканы и горы (самой высокой считается ледяная гора Ахуна). Проанализировав снимки АМС «Рассвет», учёные сделали вывод о геологической активности планеты. Есть вероятность присутствия на планете действующих вулканов. Существует версия, что Ахуна является криовулканом, который вместо лавы извергает



на поверхность потоки, похожие на селевые. Также на поверхности планеты можно увидеть светлые пятна. Большинство учёных предполагает, что это лёд, наполненный минеральными солями. Самое яркое из этих пятен находится в кратере Оккатор.

Несмотря на большое количество воды, жизнь на Церере не обнаружена и нет уверенности, что она там могла бы быть в настоящий момент. Во-первых, хоть Церера и гораздо теплее остальных карликовых планет, на ней наблюдается сильный разброс температур, в зависимости от удаления или приближения к Солнцу (от -30 до -100°C). Во-вторых, почти полное отсутствие атмосферы – на планете присутствует лишь тонкий слой, образованный водяными парами. В-третьих, на Церере очень низкая гравитация и нет магнитного поля, что сильно бы затруднило нахождение там многих земных видов, включая человека.



Седна

Седна открывает список карликовых планет, которые не признаны таковыми МАС, но которые такими считают многие учёные. Она была обнаружена в 2003 г. группой американских исследователей, открывших в начале XXI в. несколько карликовых планет. Можно с уверенностью сказать, что Седну нашли случайно, так как её путь по орбите вокруг Солнца занимает 11,5 тысяч лет и в тот момент, когда учёные увидели её в телескоп, планета была доступна для наблюдений. Её называли в честь эскимосской богини морей, которая, согласно легендам, живёт в глубинах Северного Ледовитого океана (хотя поначалу один из первооткрывателей – М. Браун назвал планету «Летучий голландец»).

Планета изучена весьма поверхностно, однако исследователям удалось получить о ней

кое-какую информацию. В частности, было установлено, что Седна не имеет спутников.

На снимках планета имеет красновато-кирпичный цвет. По предположению учёных, такой оттенок обусловлен наличием углеводов на поверхности. Однородность цвета говорит о том, что Седна наименее подвержена воздействию других космических тел. Гипотетически, планета покрыта метановыми и водяными льдами. Также на ней присутствуют следы азота, что даёт возможность сделать вывод, что когда-то на Седне могла быть атмосфера. Ещё одна гипотеза утверждает, что под поверхностью планеты может находиться водный океан. Чтобы изучить планету более досконально (определить её массу, плотность, гравитацию, наличие магнитного поля и т.д.), нужно отправить в её сторону исследовательский зонд, который сможет собрать больше сведений.



Планета получила свое название в честь эскимосской богини морей, которая, согласно легендам, живёт в глубинах Северного Ледовитого океана (хотя поначалу один из первооткрывателей – М. Браун назвал планету «Летучий голландец»).



Квавар

Квавар, как и Седна, имеет неофициальный статус карликовой планеты. Он был открыт чуть раньше, в 2002 г., но теми же учёными, что в первое десятилетие XXI в. обнаружили несколько карликовых планет – группой М. Брауна. Но, до того, как увидеть Квавар в телескоп, исследователи обнаружили планету на архивных снимках 50-х гг. XX в. Но, видимо в то время на планету либо не обратили внимания, либо отложили её более доскональное изучение. Квавар получил своё название по имени божества тонгва – одного из индейских племён Северной Америки.

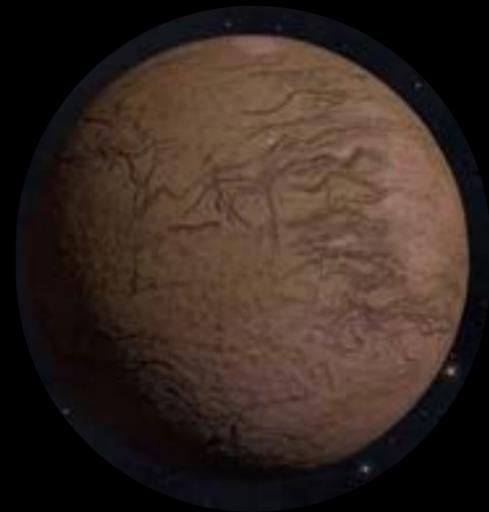
По предположению учёных Квавар состоит из каменных пород и льда. Также были обнаружены следы углеводов – метана и этана. Но льда на планете очень немного. Исследователи полагают, что в результате неких космических

Квавар получил своё название по имени божества тонгва – одного из индейских племён Северной Америки. Божество Квавар – это танцующий бог, одна из основных фигур в мифологии калифорнийских индейцев Юто-Ацтекской языковой группы.

катаклизмов (возможно, из-за метеоритного дождя или столкновения с астероидов) либо вулканической активности температура поверхности повысилась и лёд мог растаять и испариться. Предположительно, температура поверхности Квавара -160°C , хотя, раньше она могла быть ниже -200°C . Сама планета на снимках чаще всего имеет красноватый оттенок, но в некоторых случаях – тёмный, близкий к синему или фиолетовому. Возможно, на Кваваре присутствует (или когда-то была) сильно разреженная атмосфера.

На поверхности Квавара можно увидеть кратеры и криовулканы. Кроме того, учёные обнаружили рядом с планетой два весьма интересных объекта. Первый оказался спутником планеты и получил название Вейвот (в честь сына божества Квавара). Гипотетически он мог быть частью планеты, отколовшейся от удара астероида или другого космического тела. Вторым объектом – кольца. Это открытие было сделано совсем недавно. Согласно ему, Квавар имеет систему колец, расположенную на более дальнем расстоянии, чем, например, у планет-гигантов.

Орк



Карликовая планета Орк была открыта в 2004 г. группой М. Брауна. Своё название он получил в честь этрусского бога смерти (а вовсе не в честь чудовища из фэнтезийного мира Д. Толкиена). Из-за

своего сильно удалённого расположения Орк очень мало исследован. Однако, учёным удалось собрать о нём кое-какую информацию, хотя и большая её часть является гипотезами и предположениями. Так как Орк хорошо отражает солнечный свет, его поверхность может быть покрыта льдом. Вещества, образующие этот лёд – вода, аммиак и метан. Также, предположительно, на поверхности планеты могут находиться вулканы и какие-то из них, возможно, действующие.

У Орка имеется спутник – Вант, названный в честь этрусской богини из подземного мира. Гипотетически Вант может быть объектом, притянутым из пояса Койпера.

Гун-гун



Гун-гун был открыт последним из списка непризнанных карликовых планет и позже остальных. Его обнаружил группа М. Брауна и какое-то время

данный объект не имел названия, за исключением кодового. Эта планета самая большая из вышеупомянутого списка. Своё имя она получила в честь китайского водного божества в 2019 г. через 10 лет после официального объявления о её открытии.

По своим физическим и химическим характеристикам Гун-гун очень похожа на Квавар. Красноватый оттенок, которым обладает планета может говорить о наличии углеводородов (метана) и льда на её поверхности. Размеры планеты могли бы позволить ей удерживать на поверхности более простые вещества и неорганические соединения (азот, угарный газ, аммиак). Есть вероятность вулканической активности, а также присутствия атмосферы.

В 2016 г., благодаря архивным снимкам с телескопа «Хаббл» учёные сделали вывод, что у Гун-гуна может быть спутник. Исследования подтвердили наличие неизвестного космического тела рядом с планетой. После того, как Гун-гун обрёл своё название, имя было присвоено и спутнику – Сянлю, в честь демона из китайской мифологии, спутника бога Гун-гуна.

АСТЕРОИДЫ

В переводе с древнегреческого языка термин «астероид» означает «подобный звезде». Именно этим словом и воспользовались учёные, когда начали открытие этих небесных тел в Солнечной системе. Хотя, стоит отметить, что слово «астероид» – не древнего происхождения. Оно появилось в XVIII в. Авторство принадлежит английскому композитору Чарльзу Бёрни.

Само понятие «астероид» подразумевает космическое тело небольших размеров, которое вращается вокруг главной звезды (в данном случае – вокруг Солнца). Характерными признаками астероида, помимо габаритов, являются неправильная форма и отсутствие атмосферы. Правда, здесь есть небольшая оговорка: астероидами могут считаться космические тела с диаметром не менее 30 м (всё, что меньше – метеориты). На сегодняшний день известно, что в Сол-

нечной системе находятся свыше 700 тыс. астероидов, большинство из которых даже не имеют названий.

Изучение астероидов началось в конце XVIII в. после открытия У. Гершелем планеты Уран. Исследования продолжаются по настоящее время и редкий год обходится без открытия нового астероида. До 2006 г. астероиды приравнивали к малым планетам и лишь после пересмотра классификации небесных тел они были выделены в отдельную самостоятельную группу.

Первоначально астероиды, по уже устоявшейся традиции, получали имена мифологических персонажей (преимущественно, из греческого или римского фольклора). Впоследствии от этого негласного правила отошли. В настоящее время названия присвоены тем астероидам,

чья орбита уже хорошо изучена. В противном случае, они носят буквенно-числовые кодовые обозначения.

Большинство астероидов Солнечной системы находятся в главном поясе астероидов, расположенном между орбитами Марса и Юпитера. Однако, это не единственное место их скопления. Астероиды есть и в других областях системы: поясе Койпера, области рассеянного диска, облаке Оорта и на других участках. В главном поясе находятся самые крупные астероиды, такие, как Веста, Паллада, Гигея, Европа и др. К слову, долгое время астероидом, причём самым большим из всех, считалась Церера. Лишь в 2006 г. ей присвоили

статус карликовой планеты. Несмотря на то, что в главном поясе сосредоточена большая часть астероидов Солнечной системы, они расположены на значительном расстоянии друг от друга, так как космические аппараты могут пролетать сквозь пояс без какой-либо опасности столкновения.

Чаще всего астероиды классифицируют по трём группам: углеродные (класс C), силикатные (класс S), металлические (класс M). Принадлежность к одному из этих трёх классов определяется наличием наибольшей концентрации того или иного вещества. Данная классификация не является единственной. Астероиды могут группировать по типу движения по ор-



Происхождение астероидов может идти двумя путями. Первый: разрушение космического тела, из осколков которого образуются новые тела. Отчасти это объясняет неправильную форму большинства астероидов. Второй вариант: притяжение друг к другу частиц космической пыли, которые формируют новый объект.

бите, по спектру (способности принятия и рассеивания внешних излучений).



Существует группа астероидов, носящая название кентавры. Они находятся между орбитами Юпитера и Нептуна. Их отличительным признаком является то, что они обращаются вокруг Солнца преимущественно в области нахождения планет-гигантов, не приближаясь к планетам земной группы. По своим физическим и химическим признакам кентавры имеют небольшую схожесть с кометами: их поверхность может содержать летучие газы, а на более близком к Солнцу расстоянии у этих астероидов может формироваться кома – газопылевая светящаяся оболочка, характерная именно для комет. Орбиты кентавров не являются постоянными и могут периодически изменять свою траекторию.

Самыми известными из кентавров считаются Хирон, Фол, Несс, Асбол, Хилонома, Харикло. У Харикло имеется система тонких колец (как у планет-гигантов). Предположительно, кольца имеет и Хирон,



но научно это пока не доказано.

Поверхность любого астероида чаще всего неровная (что в небольшой степени обусловлено формой космического тела) и покрыта кратерами. Последнее – результат столкновений с другими объектами. Астероиды чаще, чем планеты, подвергаются подобным явлениям.

Несмотря на то, что по своим параметрам астероиды в десятки или даже сотни раз меньше обычных планет, столкновение с ними несёт большую угрозу. К примеру, падение астероида на Землю может повлечь за собой колоссальные разрушения и многочисленные жертвы. В кино жанра «фильм-катастрофа» обрушение инопланетного космического тела на земную поверхность и его последствия является, пожалуй, самым популярным сюжетом. Наиболее опасным для нашей планеты долгое время считался астероид Апофис. Но, в настоящий момент он находится на безопасном для Земли расстоянии и не представляет угрозы.

КОМЕТЫ

Кометы – самые яркие и удивительные космические тела. Люди наблюдали их ещё с древнейших времён и, порой, они были видны чаще, чем планеты. Но, в отличие от падающих звёзд (метеороидов), комета движется по другой траектории, хотя также способна пересекать участок неба и исчезать из вида. В стародавние времена с кометами было связано немало суеверий, самым распространённым из которых было предвещание скорой беды.



Но, несмотря на все суеверия и домыслы, кометы ещё в античное время были признаны небесными телами. С тех пор наблюдение за кометами не теряло актуальности. На

рубеже эпохи Возрождения и Нового времени их изучением занялись виднейшие учёные умы, такие, как Тихо Браге, Исаак Ньютон, Эдмунд Галлей и другие. По имени последнего одна из комет и получила своё имя. Галлей точно рассчитал время прохождения кометы мимо Земли – 1 раз в 75 лет.



В 1984-1986 гг. в космос были запущены советские аппараты «Вега-1» и «Вега-2», созданные для изучения Венеры и кометы Галлея. Аппараты близко подошли к комете и, помимо снимков, сделали исследования её физических и химических характеристик.

Комета представляет собой космическое тело, чаще всего, комической формы, окружённое облаком из пыли, газов и частиц льда, испаряющихся при приближении к Солнцу. Во время пролёта облако может вытягиваться, принимая вид своеобразного шлейфа, называемого хвостом. Именно это и послужило причиной, что эти космические тела стали называть кометами: в переводе с древнегреческого это слово означает «волосатый» или «косматый».

Если говорить научным языком, строение кометы выглядит так:

1. Ядро – основная (твёрдая) часть, скрытая под светящейся газовой оболочкой и почти недоступная для изучения;
2. Кома – газопылевая оболочка, окутывающая ядро;
3. Хвост – газопылевой шлейф, тянущийся за ядром и направленный в сторону, противоположную от Солнца. Часто выделяют два хвоста кометы: газовый и пылевой.



Джерард Койпер – нидерландский и американский астроном, член Национальной академии наук США, член Нидерландской королевской академии наук. Ученый открыл спутники планет – Урана (Миранду), Нептуна (Нереиду), наличие в атмосфере Марса углекислого газа, а у спутника Сатурна – Титана – атмосферы. Выявил множество двойных звезд и белых карликов. В его честь был назван пояс из каменно-ледяных тел за орбитой Нептуна, хотя сам Койпер отрицал возможность существования такого астрономического образования.



Если говорить о химическом составе кометы, то там преобладают следующие элементы: водород, кислород, углерод, азот и небольшие вкрапления металлов. По большей части, все эти газы присутствуют в виде простых и сложных соединений – вода, метан, углекислоты и т.д. Твёрдая часть кометы – ядро – состоит из льда, который, по мере приближения к Солнцу, нагревается и испаряется, превращаясь в газ.

Происхождение комет во многом остаётся для учёных загадкой. Самая распространённая теория гласит, что кометы появляются из облака Оорта – гипотетической области, служащей источником происхождения комет. Однако, наличие

облака даже не подтверждено (но, впрочем, и не опровергнуто), не говоря уж о каких-то исследованиях. Учёные даже не знают, как выглядит эта область. Предположительно, облако Оорта расположено дальше пояса Койпера, на огромном расстоянии от Земли, что делает невозможным его изучение. Поэтому, как и почему образуются кометы, как они покидают облако Оорта и попадают в Солнечную систему, науке пока неизвестно.

Точное количество комет в Солнечной системе назвать сложно: по различным данным оно колеблется от 3 до 7 тыс. Раньше названия кометам присваивали либо по имени/именам первооткрывателей (комета Галлея, комета Борелли, комета Чурюмова-Герасименко), либо по дате их обнаружения (Большая комета 1680 года, Большая сентябрьская комета 1882 года, Большая январская комета 1910 года). Позже им стали присваивать кодовые наименования, состоящие из букв, обозначающих периодичность их появления, и цифр – года и номера открытия. К примеру, комета Хейла-Боппа поначалу носила шифр С/1995 О1.

В отличие от астероидов, кометы не представляют для Земли столь серьёзной опасности. Конечно, комета может упасть на нашу планету, но столь серьёзных негативных последствий она не принесёт. К слову, по мнению некоторых учёных, многие земные кратеры образовались именно в результате падения комет.

Метеороиды



Метеороидами (или метеорными телами) называются самые маленькие космические тела. Меньше их только космическая пыль. Именно метеороиды известны людям, как метеоры и метеориты. Их название произошло от древнегреческого слова «метеорос», что значит «поднятый в воздух». Именно они являются теми самыми падающими звёздами, которые видят жители Земли в ночном небе.

Под самим термином «метеорит» подразумевается космическое тело маленьких размеров, достигшее поверхности другого космического тела более крупного по габаритам.

Метеор – не столько объект, сколько явление. По сути, это очень маленькие осколки космического тела, сгорающие при прохождении через атмосферу планеты. Именно метеоры дают тот светящийся эффект, видимый с Земли как падающая звезда. Самые яркие метеоры называют болидами.

Изучением метеоритов учёные занялись уже в эпоху Нового времени. Долгое время метеориты не признавались небесными телами. В немалой степени этому способствовало то, что в результате изучения найденных на



Земле метеоритов, исследователи обнаружили, что в их химический состав входят вполне земные элементы. Однако способ их попадания на земную поверхность, а также обнаружение впоследствии метеоритов на поверхности других планет, в конце концов, развеяли сомнения в том, что данные тела имеют космическое происхождение. К тому же, как показали исследования, метеориты – не что иное, как очень мелкие осколки астероидов.

Внешне метеориты имеют неправильную форму. У них есть три характерных для их вида признака: кора плавления (верхний слой, расплавленный при прохождении через атмосферу), регмаглипты (вмятины и углубления на поверхности) и магнитность. Они могут быть различных размеров, но, в любом случае, их диаметр либо самая широкая часть должна быть меньше 30 м, так как тела свыше этой величины переходят в разряд астероидов.

По своему составу метеориты делятся на три типа: железные, каменные и железно-каменные. Железные включают в себя сплавы из железа и никеля. Каменные – самые распространённые. Они содержат большое количество минералов силикатного происхождения (отсюда и название). Также делятся на две подгруппы: хондриты и ахондриты. Хондриты состоят целиком из минералов и силикатных вкраплений, ахондриты содержат небольшие металлические примеси. Железно-каменные метеориты – самые редкие, и, как следует из их

названия, являют промежуточными между железными и каменными. По всей вероятности, их химический состав в равных пропорциях включает как силикаты, так и металлы.

Когда метеорит входит в атмосферу планеты (если рассматривать на конкретном примере – атмосферу Земли), то, под воздействием температуры и скорости, он начинает разрушаться, проще говоря – гореть и плавиться. Поэтому, метеориты никогда не достигают поверхности Земли в том изначальном виде, в каком были в космосе. Известны случаи, когда падающие на нашу планету небесные тела разрушались в воздухе, не долетев до земли (история с Тунгусским метеоритом, которая до сих пор таит много загадок). Иногда при пролёте через атмосферу метеорит распадается на множество частей – более мелких метеоритов. Это явление называется метеоритным дождём. Его иногда путают с метеорным. Но, как уже говорилось выше, метеоры сгорают в атмосфере, не долетая до поверхности. Хотя, их, как и метеоритные дожди, хорошо видно невооружённым глазом. Метеорные дожди (или потоки) могут быть сезонным явлением, которое повторяется через определённый промежуток времени и, чаще всего, в одно и то же время. Например, метеорный поток Персеиды виден с Земли каждый год в конце июля и в августе; Ориониды появляются дважды в год – в начале мая и конце октября; Урсиды можно увидеть во второй половине декабря.



При столкновении метеорита с поверхностью планеты образуется большая вмятина – кратер, в науке называемый астроблемой. На Земле самыми известными и крупными кратерами считаются Вредефорт в ЮАР и Садбери в Канаде. Их диаметр свыше 250 км. Американский учёный Дэниел Бэрринджер был первым кто связал происхождение кратером с паданиями метеоритов.



Каждый год на поверхность нашей планеты падает несколько метеоритов. Тем не менее, деятели науки и не только не раз обнаруживали в разных уголках планеты метеориты, упавшие тысячи, а то и миллионы лет назад. Самым крупным из них считается Гоба на территории Намибии в Африке, обнаруженный случайно фермером при вспашке поля, самым изученным –

Альенде в Мексике. Метеорит Мёрчисон в Австралии называют самым «живым», так как при его исследовании обнаружилось, что он содержит более 14 тыс. органических соединений и около 70 аминокислот, что характерно именно для живого организма.



Падение метеоритов на Землю безусловно представляет опасность для её жителей и инфраструктуры, пусть и не такую разрушительную, как от астероида. Как правило, такие случаи встречаются не так часто. Последний раз подобное явление произошло 15 февраля 2013 г. в г. Челябинск. Метеорит взорвался над поверхностью в 30 км от города, вызвав ударные волны, нанёсшие разрушения (правда, не критичные) в самом городе и его окрестностях.

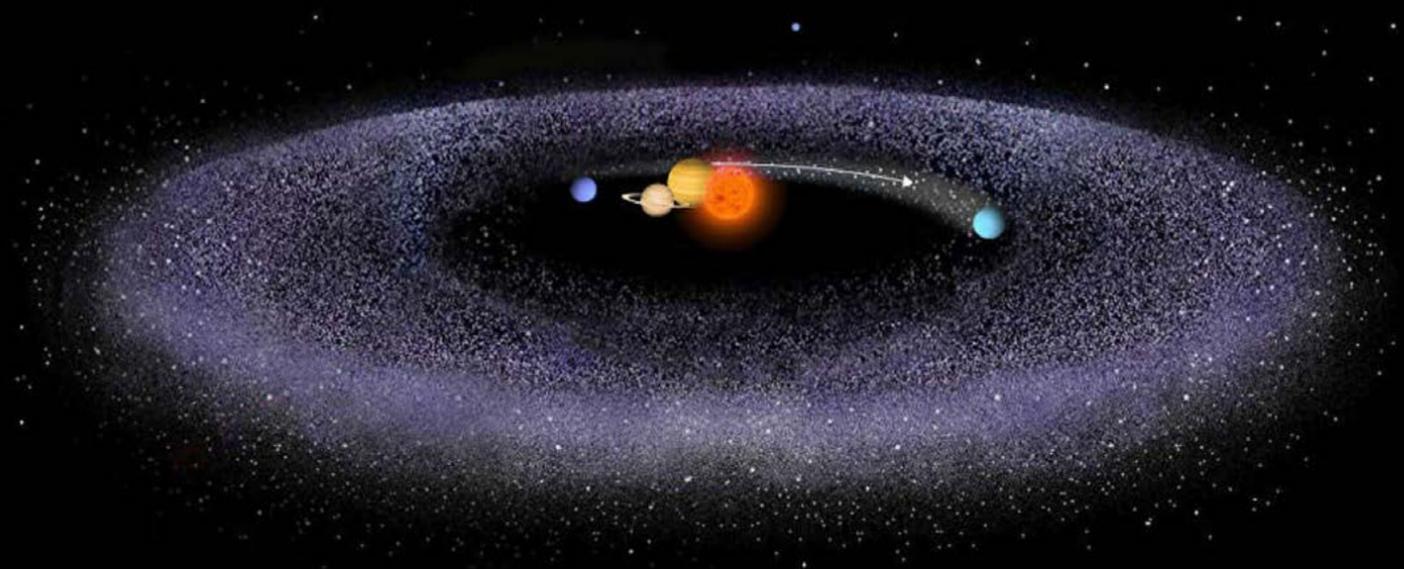


Пояс Койпера

Пояс Койпера – область Солнечной системы, расположенная за орбитой Нептуна, в которой находятся космические тела небольших размеров, такие, как карликовые планеты, спутники, астероиды, некоторые виды комет и более мелкие объекты. За глаза пояс называют окраиной Солнечной системы. Данная область имеет форму кольца и внешне похожа на пояс астероидов, находящийся между планетами земной группы и планетами-гигантами.

Пояс Койпера (или, как его ещё называют, пояс Эджворта-Койпера) был открыт в начале 90-х гг. XX в. Но, предположения о его существовании высказывались и ранее. В середине XX в. астрономы Кеннет Эджворт и Джерард Койпер выдвигали гипотезы о наличии за орбитой Нептуна области небольших небесных тел. Эджворт также полагал, что именно это участок Солнечной системы является родиной комет (впоследствии было доказано, что кометы, имеющие короткий период своего существования, появляются не из пояса Койпера, а из области рассеянного диска). Официальное открытие первых объектов пояса принадлежит американскому учёному Дэвиду Джуитту и его аспирантке Джейн Лу. Сам пояс получил имя одного из своих первооткрывателей – Д. Койпера, хотя нередко к этому названию добавляют имя К. Эджворта.

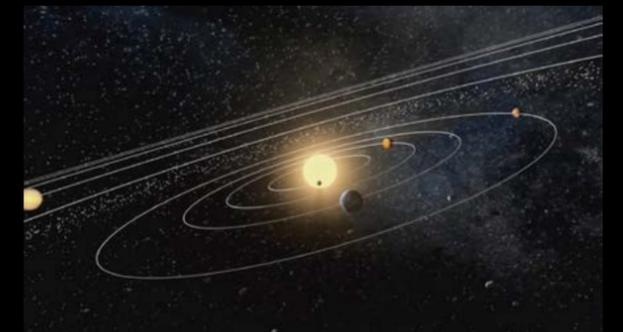
О том, как образовался пояс Койпера, существует несколько гипотез. Наиболее популярных две. Согласно



одной версии, пояс сформировался из осколков космических тел и мелких частей газов и пыли, оставшихся после формирования Солнца и планет. По второй версии, пояс изначально образовался гораздо ближе к Солнцу (возможно, даже был частью пояса астероидов), но позже, из-за гравитационной силы ледяных гигантов он был перемещён за орбиту Нептуна.

Так как пояс Койпера находится не только от Солнца, но и от Земли на очень большом расстоянии, его исследование ведётся преимущественно с помощью космических телескопов «Гершель» и «Кеплер». Автоматическая межпланетная станция «New Horizons», запущенная в 2006 г. агентством НАСА для изучения удалённых объектов Солнечной системы исследовала Плутон с его спутниками, несколько крупных астероидов, а также в течение нескольких лет вела наблюдение за другими космически-

ми телами из пояса Койпера. В настоящее время лучше всего из объектов пояса изучены карликовые планеты и их спутники, астероиды и несколько комет (например, комета Галлея). Для исследования других объектов потребовалось бы гораздо больше времени и более мощная техника.



Практически все космические тела, населяющие пояс Койпера, относятся к транснептуновым объектам. Под этим определением понимают те объекты, чьё среднее расстояние от собственной орбиты до Солнца превышает такое же

расстояние от Нептуна. Точное количество их не установлено, но по некоторым предположениям их может быть больше 70000. Объекты пояса имеют собственную классификацию. Их разделяют на три группы:

1. Классические объекты (или кьюбивано) – космические тела, имеющие шарообразную форму и наклонную орбиту, внешне похожие на планеты. Таких объектов примерно 530.

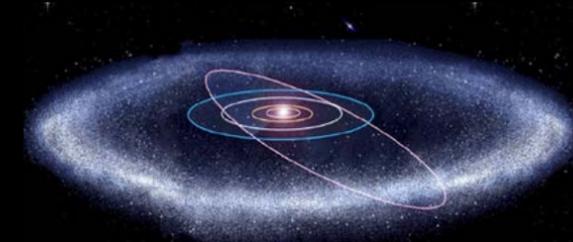
2. Резонансные объекты – тела, чья орбита находится в резонансе с орбитой Нептуна. Их примерно 20% от общего количества объектов пояса.

3. Рассеянные объекты – самый распространённый вид. Их центры орбиты в эксцентриситете находятся на значительном расстоянии от Солнца.

Большинство объектов пояса Койпера, по предположениям учёных состоят из льда и смеси органических и неорганических веществ. Точно удалось установить, что в состав многих тел входят метан и аммиак.

Ещё до официального открытия пояса Д. Койпер высказал предположение, что, со временем, данная область может исчезнуть совсем. Одной из главных причин голландский астроном назвал постоянное столкновение космических тел. Столкновения приводят к тому, что из-за них объекты пояса будут разрушаться и превращаться в пыль, которую будут уносить из области пояса космические ветра. Подобная теория вполне вероятна, но прежде чем произойдёт гипотетическое исчезновение пояса Койпера, должно пройти не одно столетие.

Область рассеянного диска



Рассеянный диск – самая удалённая область Солнечной системы. Она расположена следом за поясом Койпера и даже частично наслаивается на него. Диск и пояс довольно схожи между собой, что часто отмечается в научных работах и литературе по данной тематике. Это объясняется тем, что различий у них очень мало: расстояние от Солнца, большие наклоны орбит космических тел, непостоянное присутствие тех или иных объектов. Также рассеянный диск является областью появления периодических комет и астероидов (раньше считалось, что они появляются из пояса Койпера).

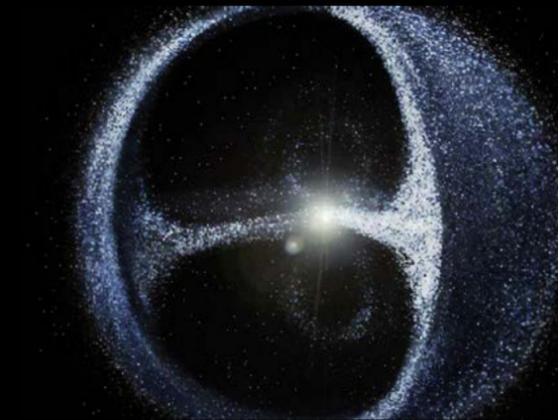
Учёные начали классифицировать тела области рассеянного диска как объекты именно этой области лишь во второй половине 90-х гг. XX в. Тогда они открыли несколько космических тел, чьи орбиты мало того, что выходили за пределы пояса Койпера, так ещё и были нестабильны, могли изменять свою траекторию, как по длине, так и по направлению. В целом, область рассеянного диска изучена очень мало. Как она возникла и образовалась, когда –

на эти и многие другие вопросы учёным ещё предстоит ответить.

Все тела, населяющие область рассеянного диска, состоят из льда и пыли. Практически все они (известные на данный момент) относятся к транснептуновым объектам. Крупных тел очень мало. Самые известные из них – карликовые планеты Эрида и Седна. Какое-то время считалось, что именно к рассеянному диску относятся астероиды-кентавры, но, как показали дальнейшие исследования, они относятся как к диску, так и к поясу Койпера (в той зоне, где эти две области пересекаются).

В настоящий момент известно более 300 изученных объектов данной области, но, вероятно, количество космических тел, населяющих как пояс Койпера, так и рассеянный диск, примерно равно.

Облако Оорта



Облако Оорта является, вероятно, последним пределом, границей Солнечной системы. Однако, у него есть одна интересная особенность, которая уже упоминалась

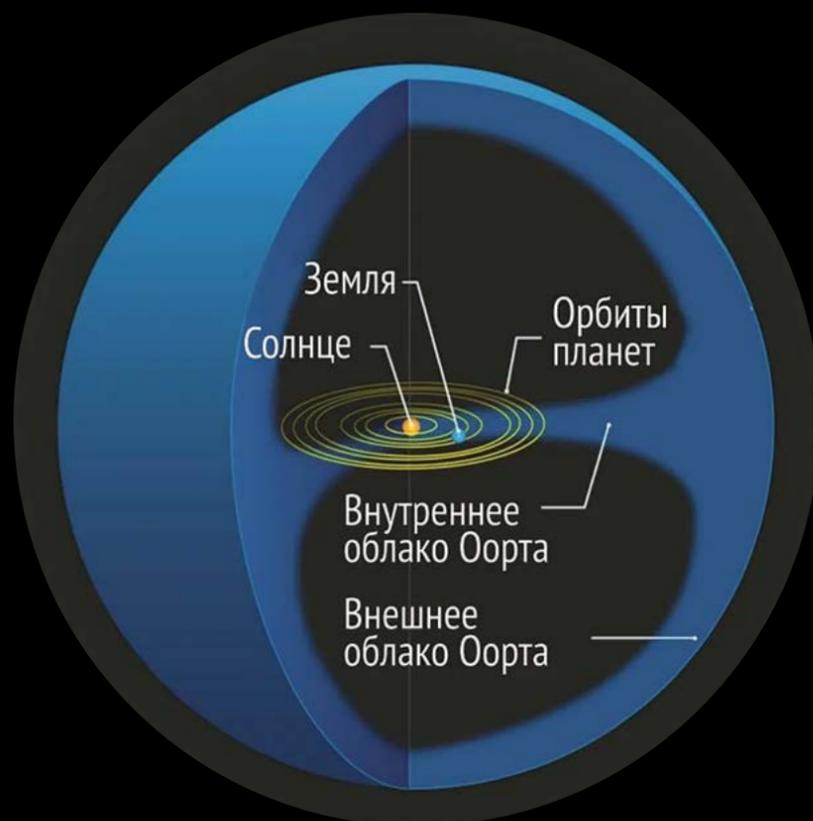
выше: существование облака научно не доказано, но и его отсутствие не опровергнуто. Поэтому облако существует чисто гипотетически, однако мало кто резко опровергает его существование. В отличие от пояса Койпера или области рассеянного диска, которые похожи на круги, облако Оорта изображают в виде сферы. Предположительно, именно этот регион является источником долгопериодических комет (типа кометы Галлея). Вероятно, там присутствуют и другие виды космических тел, состоящие преимущественно из водяного льда и замороженных органических соединений (углеводороды, циановодороды). Условно это облако делится на две части: внутреннее (или облако Хиллса, названное по имени учёного, предположившего его существование) и внешнее, из которого и появляются долгопериодические кометы.

Гипотеза о существовании области на границе Солнечной системы была высказана голландским учёным Яном Оортом в 1950 г. Он создал эту теорию именно с целью объяснить откуда берутся кометы и как попадают в зону действия планет и Солнца. Однако, данная гипотеза не даёт ответа на вопрос, как именно образуются кометы, под воздействием каких сил покидают своё облако и устремляются ближе к Солнцу. Также не установлено даже приблизительное количество объектов облака Оорта. Возможно, их гораздо больше, чем в поясе Койпера и области рассеянного диска.

Так как облако Оорта находится на огромном расстоянии, за пределами рассеянного диска, исследования в той области, независимо от того, существует она или нет, даже сверхмощными космическими аппаратами не представляется возможным. Если это, действительно, то место, где заканчивается Солнечная система, то влияние центральной звезды будет там более слабым. К тому же, по расчётам учёных, любой зонд или АМС могли бы достигнуть облака

Оорта, вероятно, не раньше, чем через несколько десятков тысяч лет.

Вполне возможно, что в будущем исследователи найдут ответы если не на все, то на многие вопросы и разгадают многие, пока ещё окутанные тайной, загадки Солнечной системы. А научно-технический прогресс позволит создать новые космические аппараты, способные преодолевать огромные расстояния и изучать космические тела, о которых человечество мало что знает или не знает почти ничего.



По разным оценкам, в облаке Оорта находится 2-3 триллиона комет, ядро которых в диаметре более километра. По предположениям ученых, масса облака Оорта может составлять 3×10^{25} кг, что почти в 5 раз превышает массу Земли. Считается, что в облаке Оорта существуют ледяные объекты, состав которых – преимущественно метан, вода, аммиак, окись углерода и цианистый водород. Возможно, это небесное образование – остаток исходного протопланетного диска.



ВСЕЛЕННАЯ



Вопросами об устройстве Вселенной люди начали задаваться с давних времен. Сначала их интересовал мир вокруг, да и о существовании далеких космических тел за пределами планеты они не подозревали. Звездам в небе наши предки присваивали божественные качества и ориентировались по ним во время путешествий. Сложно утверждать, что знания о космосе много значили для древних цивилизаций. Однако, то, с каким энтузиазмом и увлечением ученые тех времен пытались исследовать звездное небо, говорит о непреодолимом стремлении человечества к расширению и совершенствованию познаний.

На сегодняшний день получен огромный массив всевозможной информации, который дает представление об устройстве Вселенной – от черных дыр и темной материи до возможности существования жизни на далёких экзопланетах. Астрофизика постоянно дробится на всевозможные отдельные области изучения – ученые занимаются конкретными явлениями, знания о которых складываются в единую картину. Охватить всю информацию о Вселенной, как и познать ее до конца, не представляется возможным.

Структура Вселенной



На данный момент структура, форма и состав Вселенной изучены достаточно хорошо. Большинство фундаментальных знаний основаны на теоретических расчетах, но многие теории уже нашли свое практическое подтверждение. Большую роль в этом сыграло бурное развитие технологий в конце XX века, вызвавшее совершенствование оптических систем наблюдения и космических аппаратов. Например, обнаружение реликтового излучения и его исследование помогло доказать, что с большой вероятностью наша Вселенная имеет плоскую форму.

Люди живут на планете, освещаемой Солнцем, и естественно, что именно звезды и планеты интересуют нас больше всего. Хотя на самом деле твердые тела вроде Земли занимают всего 0,03% от всего состава Вселенной, звезды – 0,5%. А весь остальной состав – то, что люди не могут увидеть, – темная материя и темная энергия.

Темной энергии приписывают свойства вакуума, в котором нет частиц. Нет частиц – нет энергии. Так казалось вплоть до 1998 года, когда наблюдения за разбеганием галактик доказали, что энергия у космического вакуума как раз есть, и она положительная. К тому же отсутствие частиц объясняет ее однородное распространение во Вселенной, ведь в вакууме совершенно ничему сталкиваться и коллапсировать.

Темная энергия составляет основу Вселенной – 69%, количество

Нейтрино (итал. neutrino — нейтрончик) – гипотетические элементарные частицы с нейтральным зарядом. Они в больших количествах образуются при термоядерном синтезе внутри ядер звезд, излучаются ими и выбрасываются в космос во время взрывов сверхновых. Нейтрино мало взаимодействуют с материей, лишь немного поддаются влиянию гравитационных полей. Поэтому способны преодолевать огромные расстояния. Они вторые по вездесущности после фотонов. Каждую секунду сквозь все объекты на Земле, включая людей, пролетают миллиарды нейтрино, которые излучает Солнце.

темной материи составляет 30%. Темная материя удерживает элементы Вселенной рядом, за счет мощного гравитационного поля не давая им разбежаться слишком быстро. А темная энергия не дает Вселенной «схлопнуться» до изначальных размеров. Это невидимые стражи Вселенной, обеспечивающие ее равновесие. Благодаря темной энергии Вселенная расширяется с ускорением.

Основные элементы Вселенной:

- твердые компоненты (планеты, спутники, астероиды, кометы, метеороиды) 0,03%;
- нейтрино 0,3%;
- звезды 0,5%;
- межзвездный газ – водород и гелий 4%;
- темная материя 30%;
- темная энергия 69%.

Размеры Вселенной

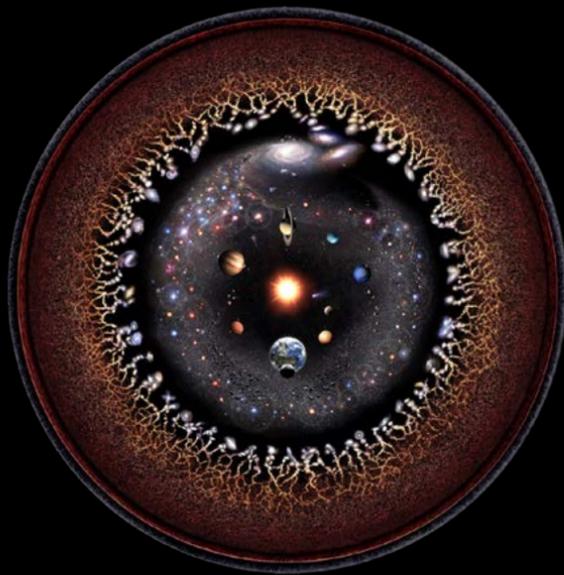
Расстояния в космосе настолько гигантские, что их почти невозможно представить. Можно сравнить, например, расстояние от нашей планеты до Солнца (149,6 млн км) с протяженностью окружности Земли (40 тыс. км). Значит, полет до Солнца – это 3 725 кругосветных путешествий. Уже небольшая цифра, внушающая изумление. Что говорить о других галактиках, расстояние до которых – многие миллиарды километров. Астрономы даже ввели специальные величины для измерения космического пространства – парсеки и гигапарсеки. Более того, то, что люди видят, используя мощные телескопы, на окраинах Вселенной – в тот момент уже не является реальностью. Как так происходит?

На сетчатке человеческого глаза предмет проецируется за счет отраженного от него света, и получается нечто похожее на мгновенную фотографию. Свет – это электромагнитное излучение, состоящее из фотонов и имеющее волновую структуру. Фотоны распространяются в пространстве со скоростью, которая составляет 300 тыс. км/с. Скорость света впервые измерил астроном из Дании Олаф Рёмер в 1676 году. Свет звезд может преодолевать такие расстояния, которые человеку даже сложно вообразить. Предметы рядом с людьми можно видеть в реальном времени, так как отраженный от них свет достигает сетчатки глаза моментально, за миллионные доли секунды. Чуть медленнее «доходит» изображение с горизонта. И все же мы можем с уверенностью сказать, что

с тех пор, как свет отразился от деревьев на горизонте, с них не упал ни один листочек. Мы видим окружающий мир в реальном времени. А вот что касается космических объектов, которые находятся за миллиарды километров от нас, дело обстоит несколько иначе.

Источником света в первую очередь в нашей Вселенной являются звезды. Они огромны, их излучение настолько мощное, что преодолевая огромные расстояния, освещает соседние космические объекты. Луну мы видим за счет отраженных от нее солнечных лучей. Луна находится от Земли примерно в 380 тыс. км. Значит, если скорость света примерно 300 000 км/с, с нашей планеты можно увидеть то, какой Луна была за секунду до этого. Но такая задержка незначительна, во всяком случае для рядовых наблюдателей. Другое дело, например, Эрида. Она находится на расстоянии более 14 млрд км от Земли, и свет от нее достигает Земли примерно за 13 часов. Даже если наблюдатель с Земли через сверхмощный телескоп, видит происходящее на Эриде, то он видит то, что происходило 13 часов назад.

Космос очень сильно меняется за то время, пока мы получаем актуальную информацию о нем. Этот процесс похож на запоздалые новости. Например, совершено ограбление, о нем сообщают на новостном канале спустя 1 час. В то время, когда диктор читает эту новость, грабителя уже поймали. Но мы узнаем об этом еще спустя 1 час, когда выйдет новый выпуск новостей. То же происходит с космическими объектами. Они значительно меняют свое положение в космосе, пока мы



Наблюдаемая Вселенная в представлении художника. Автор: *Unmismoobjetivo*

их рассматриваем. Например, среднее расстояние, на котором Венера оказывается от Земли – 108,2 млн км. Значит, визуальную информацию о ней наблюдатель с Земли получит с запозданием на 6 минут. Кажется, не так много. Но с учетом скорости вращения планеты вокруг Солнца, которая составляет 35 км/с, Венера за 6 минут успевает переместиться на 12 600 км. И чем дальше от Земли находится планета, тем дальше она улетает, пока отраженный от нее свет достигает человеческих глаз. А некоторые объекты, которые видит человек в космосе, уже давно перестали существовать. Например, знаменитые «Столпы творения».

Так как расстояния в космосе измерять чрезвычайно сложно, а также сложно соотносить их с земными понятиями о пространстве и времени, в астрономии существует понятие, объединяющее время и расстояние, а именно «световой год».

Световой год – это расстояние, которое свет в вакууме проходит за один земной (общепринятый) год. То есть если говорится, что расстояние до звезды Проксимы Центавра — 4,2 светового года, то это значит, что наблюдатели с Земли видят звезду с запозданием примерно на 4,2 земных года. Термин был введен немецким астрономом Отте Уле в 1851 году. В метрической системе световой год равен приблизительно 10 трлн км.

Радиус наблюдаемой Вселенной равен примерно 46,5 млрд световых лет. Диаметр – 93 млрд световых лет, 28,5 гигапарсек, $8,8 \times 10^{26}$ метров, или 880 йоттаметров. Граница наблюдаемой Вселенной – реликтовое излучение. Так как Вселенная расширяется, то и ее радиус постоянно увеличивается. С другой стороны, расширяются и возможности наблюдения с помощью телескопов и других аппаратов. Таким образом, каких-либо точных данных о размерах Вселенной не существует.

Метагалактика – это та часть Вселенной, в которой наблюдается излучение любого вида – электромагнитное, инфракрасное, рентгеновское и т.д., то есть любой регистрируемый признак «жизни». Ее радиус – примерно 14 млрд световых лет. За ее пределами, теоретически, может находиться космологическая сингулярность, то есть конец Вселенной. А может находиться Мультивселенная – космическая структура, в которой действуют иные фундаментальные константы. Разница в диаметрах наблюдаемой Вселенной и Метагалактики связана с расширением Вселенной, а также с особенностями движения потоков света в ней.

История вселенной

Самые первые мгновения жизни Вселенной – предмет наиболее активного изучения астрофизиков. Ведь ответ на вопрос, как происходило зарождение всего сущего, прольет свет на многие явления окружающего мира, которые пока покрыты тайной. Это знание поможет в освоении космических просторов за пределами Земли и даже Солнечной системы, о чем мечтают люди с давних пор. Самый главный вопрос, который стоит перед человечеством – что ожидает нас впереди. И на него ученые смогут уверенно ответить, лишь тогда, когда будут точно знать, что было в самом начале времен.

Основная существующая в настоящее время теория возникновения той Вселенной, частью которой мы являемся, носит название теория Большого взрыва и основывается на обнаруженном не так давно явлении космологического расширения.

Ученым удалось установить (или, что более правдиво, предположить), что первые частицы Вселенной зародились около 13,8 млрд лет назад. До 2023 года предполагалось, что день рождения Вселенной был еще раньше – более 15 млрд лет назад. Данные все еще уточняются.

Нельзя утверждать со стопроцентной уверенностью, что теория Большого взрыва – это единственно возможный вариант развития событий. Часто к понятиям, являющимся составными частями теории Большого взрыва, примыкает приставка «гипотетический». Она постоянно претерпевает корректировки. Можно предположить, что значительно видоизменяясь, через несколько лет или десятилетий она будет разительно отличаться от той, какой ее задумывал создатель – бельгийский физик Жорж Леметр.

Расширение Вселенной. Большой взрыв

История возникновения теории Большого взрыва началась в 1919 году, когда выдающийся астрофизик Эдвин «Хаббл» сделал решающее для понимания устройства Вселенной открытие.



Эдвин «Хаббл» (1889-1953)

Благодаря наблюдениям с помощью самого мощного на тот момент телескопа, удалось установить, что Млечный путь, который ранее представляли единой галактикой, а в целом и Вселенной, является скоплением множества галактик. «Хаббл» также установил, что галактики постоянно удаляются от наблюдающего их человека. Свет, излучаемый дальними галактиками, краснее, чем свет от близких галактик. В соответствии с волновой теорией это означает, что небесные тела постепенно удаляются от нас. И не только от нас. Если наблюдать за другими галактиками из любой точки вселенной, они так же будут отдаляться. При этом координаты галактик остаются неизменными, но расстояние между ними увеличивается. Это явление называется

«разбеганием галактик». Чем дальше галактики от Земли (или от любой иной точки наблюдения), тем больше скорость их разбегания. Это явление получило название закона «Хаббла».



Жорж Леметр (1894-1966)

Исследования «Хаббла» продолжил и дополнил Жорж Леметр, бельгийский священник, физик, астрофизик, математик, космолог, один из самых авторитетных ученых XX века. Он объяснил красное смещение в спектрах галактик, обнаруженное «Хабблом», расширением Вселенной. Вселенная расширяется, и расстояние между объектами равномерно растет во всех ее точках. Свое объяснение этого процесса Леметр опубликовал в 1927 году. Если объяснять теорию Леметра простыми словами, то можно представить Вселенную как резиновый мяч. Если на его поверхности нарисовать точки (галактики) и начать надувать, то расстояние между точками

будет расти равномерно по всей поверхности мяча. Леметр выдвинул предположение, что Вселенная могла образоваться из «одного атома», ведь подобное расширение должно иметь начальную точку.

Подтверждением того, что теория Большого взрыва может стать ответом на вопрос о рождении Вселенной, стало открытие реликтового электромагнитного излучения. Существование этого излучения было предсказано советским ученым Георгием Антоновичем Гамовым в 1948 году. По его предположению излучение должно было сохраниться во Вселенной с момента Большого взрыва, когда Вселенная нагрелась

до невообразимой температуры. Но до того, как существование реликтового излучения было доказано, как в теории Большого взрыва, так и в том, что взрыв был «горячим», оставались сомнения. Некоторые ученые придерживались «холодной» теории взрыва, согласно которой в момент зарождения Вселенной она состояла из вещества с низкой температурой. В 1964 году американским астрономам Арно Пензиасу и Роберту Вильсону удалось эмпирическим путем обнаружить реликтовое излучение. В 1978 году за свое открытие, изменившее представление о сотворении мира, ученые получили Нобелевскую премию.



Название «Большой взрыв» придумал британский космолог и астроном Фред Хойл, и в его устах оно звучало с немалой долей иронии. Он является автором стационарной модели Вселенной, принципиально отличающейся от модели, которую предлагает Теория Большого взрыва. Его предположение гласит, что между разлетающимися галактиками образовывается новая материя. Но данная теория сегодня имеет мало последователей и опровергается новыми данными, полученными эмпирическим путем.



Георгий Антонович Гамов (1904-1968)

Чтобы понять, как произошел Большой взрыв, нужно представлять себе мир, состоящий из сверхмелких частиц и обладающий невероятными свойствами. Развитие квантовой физики и физики элементарных частиц способствовало формированию основных постулатов теории Большого взрыва. В конце XX века рядом ученых, таких как Алан Гут, Алексей Старобинский, Андрей Линде, Вячеслав Муханов, была разработана инфляционная модель Вселенной. Инфляционная теория гласит, что до Большого взрыва существовало нестабильное инфлатонное поле, которое обеспечило стремительное расширение Вселенной. Инфлатон - это гипотетическая частица, существование которой предполагается в рамках инфляционной теории. Автором теории инфлатонного поля является Алан Гут, американский физик и космолог.



Алан Харви Гут (1947)

С тех пор, как была разработана инфляционная модель зарождения Вселенной, наконец был снят вопрос о причинах Большого взрыва. Однако, возник новый, пока не решенный – откуда появилась инфляция, что послужило причиной этого явления и как именно оно произошло.

Согласно инфляционной теории, инфлатонное поле заполняло пространство и в какой-то момент создало определенную однородную конфигурацию благодаря происходившим колебательным процессам. В первый момент образованная сущность имела размер всего 10-27 см. Вот тот самый момент, когда всё происходит из ничего. За доли секунды после этого данный объект в тысячи раз увеличил свой размер. Этот процесс назвали инфляцией. В тот же момент произошло нагревание частиц, которое стимулировало дальнейшее образование и разбрасывание частиц. Это и есть легендарный Большой взрыв. Вселенная как бы вырва-

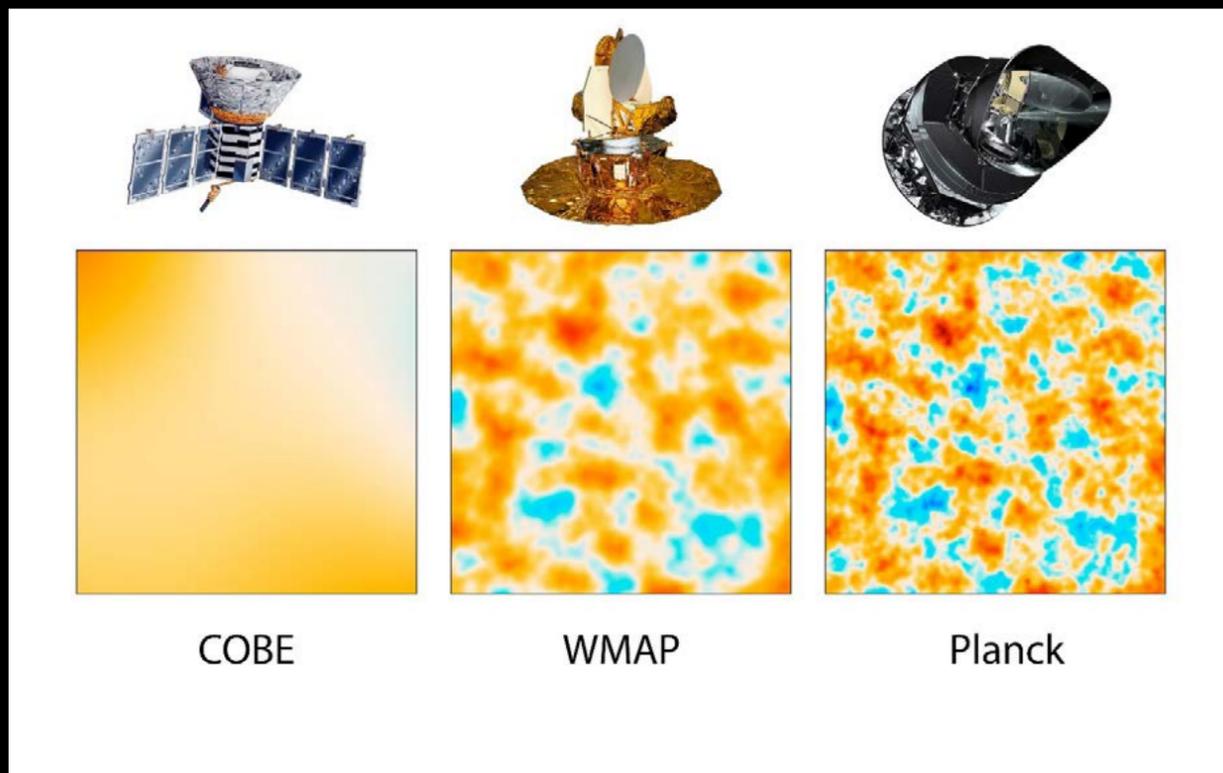
лась из микроскопического пузыря и начала заполнять пространство.

Вначале температура зародившейся Вселенной была невообразимо высокой, но резко снизилась, начали образовываться частицы, которые нам уже хорошо знакомы, в отличие от гипотетических частиц, которые существовали до этого. Вначале это были кварки, затем кварки связались в протоны и нейтроны. Стало возможным образование материи и антиматерии. Дальнейшее сниже-

ние температуры привело к формированию ядер водорода и гелия. Все эти процессы произошли за ничтожно короткий отрезок времени – примерно несколько секунд. А вот затем прошло примерно 300 000 лет, прежде чем температура снизилась настолько, чтобы ядра притянули к себе электроны и начали образовываться полноценные атомы водорода и гелия. Вселенная продолжала расширяться, ее заполняли газовые облака, и через много тысяч лет стало возможным зарождение первых звезд.



Название Большой взрыв не совсем корректное и иногда способно ввести в заблуждение настолько, что люди не могут поверить в реальность этой теории, только потому, что представляют себе вспышку наподобие взрыва сверхновой. На самом деле речь идет о сверхмалых величинах, которые обладали огромной температурой и начали расширяться. Возможно, как таковая вспышка и была, но мы бы точно не увидели ее невооруженным взглядом. С другой стороны, слово «большой» в некоторой степени соответствует масштабу этого события. А оно было поистине великим – произошло рождение целой Вселенной. Считается, что инфлатонное поле произвело и до сих пор производит массу других вселенных. Но так как человеку пока крайне сложно понять даже строение собственной, то другие вселенные еще надолго останутся в теории. Однако, вполне возможно, что какое-то невероятное открытие сделает в будущем возможным изучение не только далекого космоса, но и того, что за его пределами.



Сравнение изображений реликтового излучения, полученных обсерваториями COBE, WMAP и «Планк».

Наряду с образованием элементарных частиц, которые стали основой известного нам вещества Вселенной, в процессе ее формирования образовывались античастицы. Если бы частиц и античастиц было одинаковое количество, они бы уничтожили друг друга, и ничего похожего на современную Вселенную не получилось. К счастью для нас, античастиц было гораздо меньше. Материя смогла образоваться. Реликтовое излучение – это следы взаимного уничтожения частиц и античастиц на заре существования.



ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ – ПРИЗРАКИ ВСЕЛЕННОЙ

Темная материя в представлении художника

Одна из самых больших загадок современности – темная материя Вселенной. Термин «тёмная материя» (фр. *matière obscure*) ввел французский ученый Анри Пуанкаре в 1906 году. Открытие темной материи связано с изучением скрытой массы, заключенной в галактических скоплениях. К настоящему моменту ученые выяснили, что темная материя занимает порядка 25% всей массы-энергии Вселенной. Правда, в Солнечной системе ее не так много, что осложняет изучение. Чтобы обнаружить в космическом пространстве темную материю, астрофизики проводят много наблюдений и подсчетов, ведь увидеть ее совершенно невозможно. Это похоже на охоту за призраками.

Темная материя никак не взаимодействует с остальным веществом

Вселенной, иначе как гравитационно. Движения космических тел порой отклоняются от предначертанных им законами небесной динамики траекторий, тогда-то и говорят о том, что на них повлияла скрытая темная материя. Свойства и происхождение темной материи мало изучены. Главное, что известно – она кардинально отличается от привычной нам материи, которую называют барионной. А еще именно она может служить тем «клеем», который гравитационно притягивает и удерживает барионную материю. Выходит, темная материя ответственна за всю макроструктуру Вселенной.

Кардинальные отличия темной материи от барионной позволили ученым предположить, что, возможно, для зарождения темной материи



Темная материя в представлении художника

понадобился еще один Большой взрыв, совершенно иного качества. Он мог произойти спустя некоторое время после первого. Этот взрыв назвали «темным». Если не будут обнаружены признаки иных взаимодействий между темной и барионной материями, эта теория может оказаться весьма перспективной.

Чем больше люди узнают о прошлом и настоящем Вселенной, тем более ясным становится ее будущее. Теория о постепенном расширении Вселенной в 70-е годы XX века дала повод считать, что в какой-то момент, через многие сотни миллиардов лет, вещество Вселенной станет настолько разряженным, что никаких реакций происходить не будет, настанет так называемая «тепловая смерть». Это довольно сложно представить, особенно в нашем

мире, где нет ни единой точки пространства, в которой не происходило бы хоть какого-то взаимодействия частиц. Перспектива бесконечного расширения долгое время казалась вполне очевидной. Когда была обнаружена темная материя и даже рассчитана скрытая масса Вселенной, оказалось, что ее гравитационное поле достаточно велико для того, чтобы остановить разбегание частиц. И вот вместо мрачной теории вечного расширения ученые получили теорию «мгновенного схлопывания». Если верить ей, в какой-то момент гравитационные силы окажутся сильнее, и Вселенная сожмется до размеров, которые имела при образовании. К счастью, это событие произойдет еще очень нескоро, да и Солнечной системы к тому времени, скорее всего, уже не будет.



РОЖДЕНИЕ ЗВЕЗД И ГАЛАКТИК



В первые 300 000 лет во Вселенной происходили неведомые процессы, ученые могут только моделировать их, исходя из полученных знаний об элементарных частицах. Еще несколько десятков миллионов лет потребовалось, чтобы сформировались плотные газовые облака из водорода и гелия. И вот через 100 млн лет после Большого взрыва газ наконец достиг достаточной плотности и температуры, чтобы при помощи гравитационных сил из в нем начали зарождаться первые светила.

Туманность Вуаль в созвездии Лебедя. Образовалась после вспышки сверхновой около 5000-8000 лет назад. Находится в 2400 световых лет от Солнца, протяженность – более 50 световых лет. Предполагается, что результаты первых вспышек сверхновых выглядели аналогично, только были большего размера. Автор изображения: Mikael Svalgaard

Древние звезды (относятся к населению III типа) были огромными и раскаленными. Если сейчас самые массивные звезды не превышают 150 масс Солнца, то в ту пору звезды могли весить почти в тысячу раз больше Солнца. Они быстро исчерпывали водородное топливо в своих ядрах, взрывались сверхновыми и разбрасывали по Вселенной тяжелые элементы, которые образовались в их недрах в процессе термоядерного синтеза. В результате межзвездное вещество обогащалось различными элементами, из которых формировались звезды нового типа. В молодом космосе звезды рождались со скоростью, в 10 раз превышающую скорость современ-

ного звездообразования. Постепенно звезды зарождались изначально более плотными за счет набранных металлов, интенсивность звездообразования снижалась, зато звездные тела становились устойчивее. Началось формирование первых галактик. Первые га-

лактики были расположены с высокой плотностью. Звезды внутри них постоянно сталкивались и сливались. Сливались и черные дыры, и сами галактики. В результате слияния нескольких галактик сформировался Млечный путь.



Модель эволюции Вселенной. NASA/WMAP Science Team, Public domain, via Wikimedia Commons

Изучение первых звезд – одна из самых интересных областей современной астрофизики. Во Вселенной не осталось ни одной такой звезды, но можно обнаружить их следы. Для этого изучают самые далекие галактики, которые образовались одними из первых. Излучение от них, которое передает информацию о том, что там происходит, доходит до Земли за миллиарды лет. Это своеобразная машина времени. Таких удивительных галактик несколько. Почти каждый год астрономы обнаруживают новые далекие галактики. Одна из самых сенсационных, галактика HD1, была открыта в 2022 году в созвездии Секстанта. Расположена на расстоянии 13,5 млрд световых лет от Солнца, зародилась через 330 млн лет после Большого взрыва. Наблюдая за ней, ученые надеются увидеть древние звезды III населения, точнее, их визуальные проекции..



КОСМИЧЕСКИЕ ТУМАННОСТИ

Космические туманности – одни из самых интересных объектов во Вселенной. Они представляют собой плотные скопления, похожие на облака, состоящие из космической пыли и газа – гелия, водорода, плазмы. Туманности могут быть светлыми и темными. В туманностях происходят процессы, в результате которых рождаются новые звезды. Поэтому их часто называют «космическими яслями». На снимках, полученных благодаря мощным современным телескопам, туманности выглядят невероятно эффектно из-за своих необычных форм и расцветок.

На протяжении долгого времени туманностями именовали различные космические объекты, не обладающие определенной формой. В их число входили и далекие галактики, которые тогда еще не были открыты. Таким образом галактика Андромеды получила свое название Туманности Андромеды, которое используется в некоторых источниках до сих пор. Однако, туманности – это совершенно отдельное явление. Сегодня они достаточно хорошо изучены и классифицированы. Туманности классифицируют в зависимости от их происхождения, способности излучать, отражать, либо поглощать свет, а также учитывается их способность к звездообразованию.

Происхождение туманностей

Основные пути образования туманностей:

- из межзвездного газа и пыли в результате гравитационных коллапсов;
- в результате взрыва сверхновой звезды;
- в результате гибели красного гиганта (планетарные туманности).

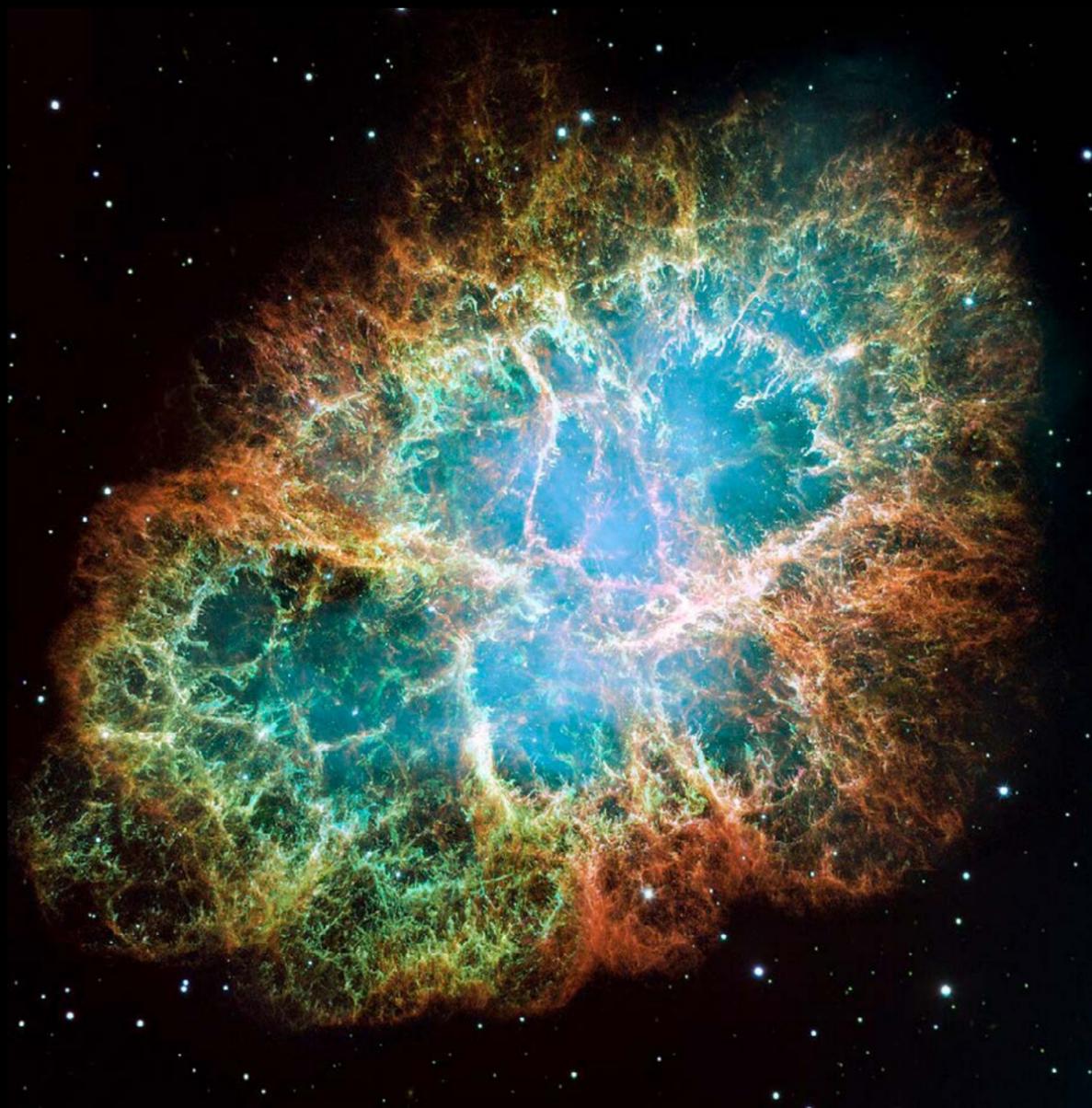
Самые крупные туманности образуются из межзвездного вещества – частиц газа и пыли. Межзвездная среда достаточно рассредоточенная, но из-за большого количества находящихся поблизости частиц в какой-то момент гравитационные силы заставляют их сближаться, образуя более плотные сгустки. Чем плотнее материя в новорожденной туманности, тем сильнее действует на нее гравитационное поле. В результате давление гравитации приводит к нагреванию газообразного вещества. Начинаются термоядерные реакции и возникают предпосылки для формирования звезд.

Туманность Ориона (NGC 1976) в созвездии Ориона была рождена из скопления межзвездного вещества и является звездообразующей. Эта туманность имеет видимую звездную величину 4^m и хорошо видна невооруженным взглядом из любой точки нашей планеты. Была открыта в 1610 году французским ученым Николя-Клодом Фабри де Пейреском. Находится на расстоянии 1,3-1,6 тыс. световых лет от Земли, в диаметре составляет около 30 световых лет. Является одним из объектов Облака Ориона, в который также входит туманность Конская голова и еще несколько туманностей. Туманность Ориона – настоящий «звездный питомник». В ее центре находится звездное скопление – Трапеция Ориона, состоящее из более чем 1000 молодых звезд. Также туманность включает в себя множество протозвезд. Когда формирование звезд завершится, а остатки пыли и газа рассеются, туманность превратится в рассеянное звездное скопление.

NGC 2392, или туманность Эскимос — планетарная туманность в созвездии Близнецы. Открыта в 1787 году Уильямом Гершелем. Все известные туманности внесены в Новый общий каталог туманностей и звездных скоплений (англ. New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars или NGC). Этот каталог ведется астрономами-любителями, является неспециализированным и самым масштабным на данный момент. Он содержит около 8 000 записей о различных типах космических объектов. NGC был основан астрономом Джоном Людвигом Эмилем Дрейером в конце XIX века. Существует также несколько обновленных версий каталога. Все объекты, фиксируемые в каталоге, имеют префикс NGC или IC.



Туманность Ориона. Источник: снимок телескопа «Хаббл»



| Крабовидная туманность. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Еще один вид туманностей – остатки сверхновых. В результате взрыва при образовании сверхновой звезды в космическое пространство выбрасывается масса газообразного вещества и пыли. Попадая в межзвездную среду, это вещество связывается с ней, образуя туманности. Чаще всего туманности, образовавшиеся в результате гибели звезд, сами не могут дать жизнь новым звездам и рассеиваются через сотни тысяч лет.

Крабовидная туманность (NGC 1952) является продуктом взрыва сверхновой звезды SN 1054. Ее открыл в 1731 году английский астроном Джон Бевис. Туманность находится на расстоянии 6,5 тыс. световых лет от Земли, в диаметре составляет около 11 световых лет. Датой ее рождения считается 1054 год. Именно тогда китайские астрономы зафиксировали взрыв сверхновой звезды-пра-

родительницы. В центре туманности расположена молодая нейтронная звезда – Крабовидный пульсар, который испускает мощное рентгеновское излучение. Его диаметр – 25 км, а скорость вращения – около 30 оборотов в секунду. Поток заряженных частиц от пульсара, так называемый пульсарный ветер, оказывает существенное влияние на туманность. Туманности, которые питает ветер пульсаров, называют плерионами.

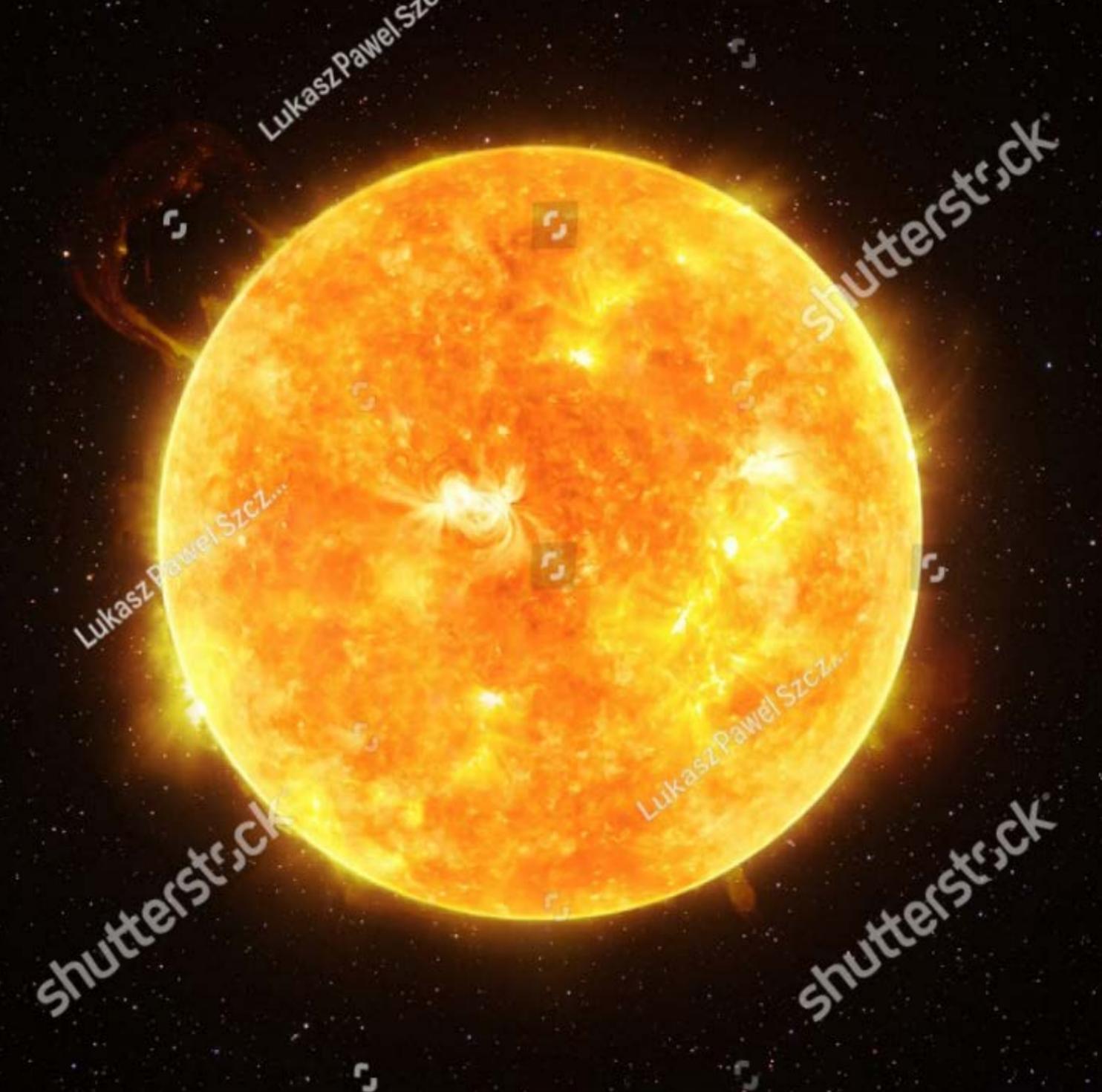
Планетарные туманности – это туманности, образовавшиеся после гибели карликовых звезд, красных гигантов или сверхгигантов. Такая звезда в конце своего эволюционного цикла сбрасывает оболочку, превращаясь в белого карлика. Взорвавшаяся оболочка в виде ионизированного газа окружает белый карлик, рассеиваясь спустя несколько десятков тысячелетий. Свое название планетарные туманности получили из-за схожести с планетами благодаря округлой форме. Изначально считалось, что из этих туманностей впоследствии образуются планеты. Однако при более детальном наблюдении выяснилось, что такие туманности имеют более сложную форму, шарообразными являются всего 5% из них. А планеты из этого вида туманностей никогда не образуются. Но название уже закрепилось. Большой вклад в изучение планетарных туманностей внес советский астроном Иосиф Самуилович Шкловский, выдвинув в 1956 году идею об их образовании в результате гибели красных гигантов. На сегодняшний день известно около 2 тыс. планетар-

ных туманностей. Всего, как предполагается, их существует более 10 тыс.



Иосиф Самуилович Шкловский (1916-1985)

Одна из самых известных, и поистине прекрасных, планетарных туманностей – Кошачий глаз (NGC 6543). Располагается в созвездии Дракона. В диаметре составляет порядка 20 световых лет, от Земли находится на расстоянии 3,3 тыс. световых лет. Туманность была обнаружена английским астрономом Уильямом Гершелем в 1786 году и названа так из-за схожести с глазом кошки. NGC 6543 является самой сложной по структуре среди известных планетарных туманностей. Она состоит из газовых колец, струй, пузырей и узлов, на которые влияет быстрый солнечный ветер центральной звезды. Туманность невооруженным взглядом неразличима, зато хорошо видна в бинокли или любительские телескопы на небе северного полушария.



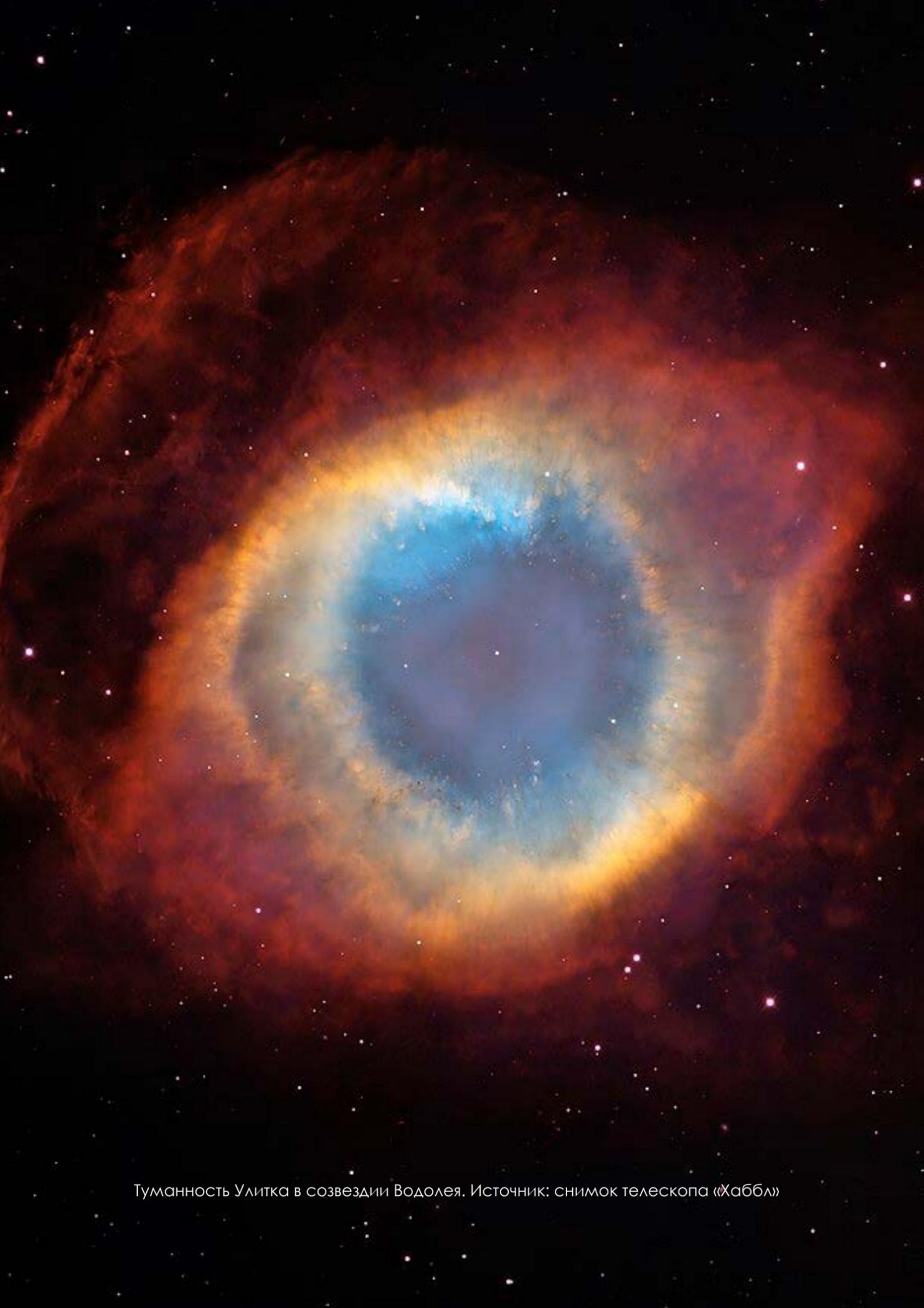
Солнце в процессе своей эволюции приблизительно через 8 млрд лет от настоящего момента, в возрасте 12,5 млрд лет превратится в планетарную туманность. Вначале оно станет красным гигантом, а затем его оболочка будет разрушена, образовав туманность вокруг белого карлика.



| Планетарная туманность Кошачий Глаз. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Ближе всего к нашей планете расположена планетарная туманность Улитка, или Спираль (NGC 7293), расположенная в созвездии Водолея. Она находится на расстоянии 650 световых лет от Земли. Ее диаметр – около 2,5 световых года, возраст

– около 10 тыс. лет. Ее обнаружил и каталогизировал в 1824 году немецкий астроном Карл Людвиг Хардинг. В 2003 году снимок туманности был сделан телескопом «Хаббл». После публикации этой фотографии туманность получила прозвище «Око Бога».



Туманность Улитка в созвездии Водолея. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Свечение туманностей

Астрономы могут изучать и классифицировать объекты далекого космоса только на основе визуальных измерений. Неудивительно, что классификация туманностей, как и многих других космических объектов, в большой степени основана на их видимости. Способность излучать или поглощать свет зависит от химического и физического состава туманностей, поэтому спектральный анализ дает массу информации о них. А после ввода в эксплуатацию телескопов, способных «просвечивать» космические объекты в инфракрасном спектре, возможности науки возросли в сотни раз, особенно в области исследования темных туманностей.

Типы туманностей в зависимости от способности излучать свет в видимом диапазоне:

- диффузные;
- эмиссионные;
- отражательные;
- недиффузные (тёмные).

Диффузные, или светлые, туманности излучают световые волны самостоятельно или опосредованно. К ним относятся такие туманности, как эмиссионные, отражательные, остатки сверхновых. Недиффузные туманности, или темные, не излучают световых волн. Одна туманность может отно-

ситься сразу к нескольким типам, если содержит различные участки, подходящие под определение той или иной классификации. Например, туманность Ориона является и эмиссионной, и отражательной, а также звездообразующей.

Эмиссионные туманности образуются в ходе взаимодействия межзвездной среды и горячих звезд О-типа, которые ионизируют межзвездный газ. В состав эмиссионных туманностей входит большое количество ионизированного водорода, который излучает световые волны в видимом диапазоне. Форма этих туманностей неправильная, причудливая, они имеют красноватый оттенок. Их также называют «газовыми туманностями». В них часто происходит зарождение новых звезд.

В созвездии Золотая Рыба находится эмиссионная туманность Тарантул (NGC 2070). Она удалена от Земли на 170 тыс. световых лет, ее диаметр – 600 световых лет. Эта туманность входит в состав галактики Большое Магелланово Облако. Благодаря тому, что в туманности имеется огромная масса ионизированного водорода, здесь идет процесс интенсивного звездообразования. Это настоящая «колыбель звезд». На территории туманности зародились тысячи звезд и протозвезд. В том числе здесь находится звезда R136a1, обладающая самой большой массой и яркостью из всех известных человечеству. Ее вес превышает вес Солнца в 315 раз, а яркость превышает солнечную в 8,7 млн раз.



| Туманность Тарантул: Источник: снимок телескопа «Джеймс Уэбб»

Отражательные туманности – это скопления межзвездного газа и пыли, которые светятся в видимом диапазоне за счет отражения света соседней звезды или эмиссионной туманности. Эти туманности, в отличие от эмиссионных, называют «пылевыми». В их составе нет ионизированного водорода. Звезда, влияющая на межзвездную среду (обычно это звезды В-типа), не такая яркая и горячая, чтобы ионизировать газ, но достаточно мощная, чтобы подсвечивать пылевые частички. Отражают свет частицы углерода, железа и никеля в составе туманности. Так как свет в синем спектре отражается эффективнее, чем красный, отражательные туманности обычно имеют синий оттенок.

Одна из самых известных отражательных туманностей – Голова Ведьмы (IC 2118). Находится в созвездии Ориона. Источник ее свечения – звезда Ригель, сверхгигант, излучающая световые волны в синем диапазоне. Ригель хорошо видна на звездном небе в районе экватора. Ее излучение настолько мощное, что освещает пылевые облака поблизости, чем и обусловлено образование туманности Голова Ведьмы. Ее форма объясняется влиянием звездного ветра от Ригеля. В туманности Голова ведьмы происходит образование новых звезд.

Темные туманности состоят из концентрированных сгустков межзвездной пыли, которая поглощает свет, поэтому эти объекты выглядят, как густые темные облака



на фоне более ярких космических объектов – звездных скоплений или светлых туманностей. Вещество темных туманностей обладает низкой температурой. Благодаря этому в них создаются идеальные условия для химических реакций с образованием водорода, из-за чего в этих туманностях образуется множество новых звезд. Если здесь сформируется достаточно массивная звезда и сможет ионизировать газовые облака материнской туманности, то последняя из темной превратится в светящуюся. Известно около 1,8 тыс. поглощательных туманностей. Одни из самых известных – Угольный Мешок и Конская Голова.

Туманность Конская Голова (IC 434) расположена в созвездии Ориона и является одним из самых узнаваемых объектов на звездном небе. По форме она напоминает голову лошади или морского конька. Туманность была открыта в 1888 году британской ученой Вильяминой Флеминг. Конская Голова вырисовывается темным пятном на фоне красноватого свечения, которое создают облака водорода, ионизированные ближайшей яркой звездой. Внутри туманности происходит зарождение новых звезд. В основании Конской Головы различимы яркие пятна – здесь формируются молодые звезды.



| Туманность Голова Ведьмы. Источник: НАСА/ЕКА

Witch Head Nebula

Data from the STScI Digitized Sky Survey, Blue, R
Processed into a Full Color



Снимок туманности Конская Голова
в инфракрасном диапазоне. Источник:
снимок телескопа «Хаббл»

Столпы Творения в туманности Орел

Одна из самых известных космических туманностей – Орел (NGC 6611). Она имеет видимую звездную величину 6,4m. Хорошо видна в бинокли и телескопы в «хвосте» созвездия Змеи. Если всмотреться в снимок туманности, можно действительно различить расправленные крылья, хвост, голову и темный клюв вообража-

емой птицы. Туманность образовалась из сжатого межзвездного вещества около 5 млн лет назад. Подсвечивают ее молодые горячие звезды, располагающиеся внутри и вокруг туманности. Самая яркая звезда в 80 раз больше Солнца и в миллион раз ярче его, а всего туманность произвела на свет около 8 тыс. новых звезд. Также в области туманности находится множество протозвезд – они видны на снимке как темные участки.



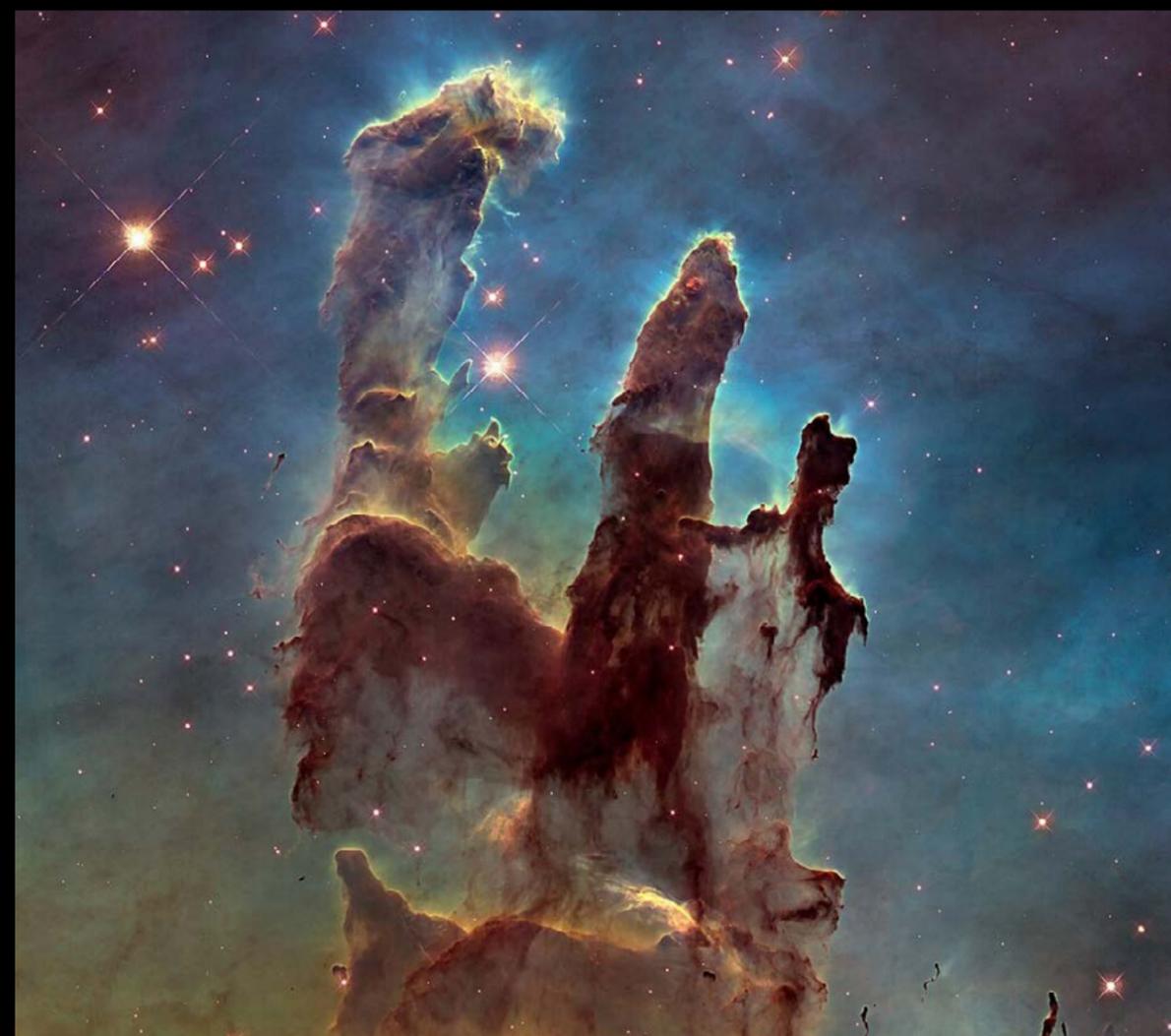
| Туманность Орел

Один из участков в самом центре туманности Орел походит на столбы из пыли, а так как в нем происходит активное звездообразование, то этот объект прозвали «Столпами Творения». Столпы имеют удивительную осо-

бенность. При том, что они видны на звездном небе, на самом деле их уже давно не существует. Ученые обнаружили на снимках, сделанных телескопом «Спитцер» в 2007 году, следы взрыва сверхновой недалеко от Стол-

пов. Произошел взрыв более 6 тыс. лет назад, ударная волна от него развеяла газ и пыль, из которых состоят Столпы, а также разрушила едва успевшие образоваться звезды в этом районе. Туманность Орел находится от Земли на расстоянии 7 тыс. световых лет. То есть мы видим Столпы такими, какими они были еще до взрыва сверхновой. И только через 1 тыс. лет можно будет увидеть, во что превратились Столпы после взрыва, который произошел в далеком прошлом. Эта история напоминает путешествие во времени.

Парадоксальный пример с исчезающими Столпами Творения наглядно показывает, насколько относительна информация, получаемая людьми о дальнем космосе. Еще долго он будет оставаться неразгаданной тайной из-за своих невообразимых масштабов. Но история исследований Столпов Творения также демонстрирует, насколько совершеннее стали инструменты изучения космических пространств, как далеко наука продвинулась в своих знаниях об устройстве Вселенной.



| Столпы Творения в туманности Орел, 2014 год. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Самая холодная космическая туманность

Туманность Бумеранг в созвездии Центавра, также известная как Галстук-бабочка, – самое холодное место во Вселенной. Температура ее поверхности приближается к абсолютному нулю, достигая -272

°С. Абсолютный нуль температуры – это такая температура вещества, при которой тепловое движение частиц останавливается, и они создают неподвижную упорядоченную структуру. По шкале Цельсия минимальный предел температуры равен $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, по Фаренгейту – $-459,67\text{ }^{\circ}\text{F}$. Такая температура в известной нам Вселенной считается недостижимой. Но туманность Бумеранг всего на 1 градус «теплее».

Туманность Бумеранг.
Источник: НАСА/ЕКА

ЗВЕЗДЫ

«Звездная кузница» - область звездообразования N11 в Большом Магеллановом Облаке. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Звезды занимают во Вселенной доминирующее положение. Они образуются, когда облака звездного газа и пыли создают под воздействием силы тяжести единую сущность, в которой начинает происходить ядерная реакция. Планеты образуются из того космического материала, который не стал частью звезд. Звезды производят энергию и выделяют свет и тепло самостоятельно, планеты же лишь отражают свет звезд. Планеты вращаются вокруг звезд под влиянием их мощного гравитационного поля.

Звезды отличаются от прочих космических тел прежде всего своими размерами. Они состоят в основном

из газа, в составе которого большую часть занимает водород и гелий. За счет огромной массы звезда создает колоссальное гравитационное поле. В результате воздействия мощной гравитации в ядре звезды происходит ядерная реакция - слияние двух атомов водорода с образованием атома гелия. Благодаря высвобождаемой из-за термоядерного синтеза энергии звезда получает свечение и тепло. В виде электромагнитных волн тепло и свет от звезд достигает ближайших планет и нагревает их поверхность. Так много тысячелетий назад образовалась жизнь на Земле – Солнце нагрело поверхность нашей планеты до нужной температуры.

Жизнь звезд не вечна, хотя в понятии человека это целая вечность. Срок жизни звезды напрямую зависит от ее размера, причем чем больше звезда, тем меньшее время она существует. Самые крупные звезды могут просуществовать всего несколько миллионов лет, тогда как звезды поменьше живут более десяти миллиардов лет.

Из-за своей температуры и газообразного состояния звезды не пригодны для жизни и ни при каких обстоятельствах не становятся планетами, тогда как некоторые газообразные планеты при достижении определенной массы могут стать звездами. Например, если произойдет столкновение нескольких планет и масса звездной пыли и газа будет достаточной, образуется новая звезда. Этот процесс теоретически может происходить прямо сейчас где-то на просторах Вселенной.

Сколько звезд на небе?

Электромагнитное излучение звезд в миллиард раз мощнее, чем излучение, которое исходит от планет. Зная об этом факте, легко понять, что на небосклоне люди могут невооруженным взглядом разглядеть лишь те планеты, которые находятся в пределах Солнечной системы - Венеру, Меркурий, Марс, Юпитер, Сатурн. Все остальные светящиеся точки – это далекие звезды. А планеты, вращающиеся вокруг них, можно рассмотреть лишь в супермощные телескопы, и то не все.

Звезду от планеты в небе можно отличить по следующим признакам:

- Планеты на звездном небосклоне светят ярче звезд, так как любая видимая планета Солнечной системы находится от нас во много раз ближе, чем звезды. Самая яркая планета – Венера, следом идут Юпитер и Марс. Самая яркая звезда Сириус на небе выглядит бледнее, чем эти планеты.
- Если светящийся объект не ночью мерцает – это звезда. Планеты всегда светят ровным светом.
- Планеты Солнечной системы располагаются приблизительно в той же области, по которой движется по небосклону Солнце, а именно в районе эклиптики. Это объясняется тем, что орбиты планет располагаются в единой плоскости. Поэтому в пределах



эклиптики яркими точками скорее могут оказаться планеты, а за ее пределами – звезды.

Сколько звезд на небе? Этот вопрос из разряда риторических для простых людей для ученых-астрономов становится насущным и вполне решаемым. На данный момент подсчитано, что в видимой с Земли части Вселенной располагается порядка 10 трлн звезд. Наша галактика Млечный путь включает 200-400 млрд звезд.

Видимых невооруженным глазом планет на небосклоне всего четыре, остальные яркие точки – это далекие звезды Млечного пути. Остальные планеты Солнечной системы можно увидеть с помощью мощных телескопов. Некоторые экзопланеты – планеты других звездных систем, помимо Солнечной системы, – удалось зафиксировать с помощью сверхмощной современной оптической техники. А вот звезды и тем более планеты за пределами галактики Млечный путь недоступны для наблюдения, за редкими исключениями. Например, довольно качественные снимки звезд в галактике Андромеды удалось получить с помощью телескопа «Хаббл» в 2011 году. Некоторые удаленные галактики можно увидеть даже без специальной техники при идеальных условиях – черном небе, находясь на высоте, в ясную спокойную погоду. Например, это Галактика Большое Магелланово облако, Галактика Андромеды, Галактика Центавр А.

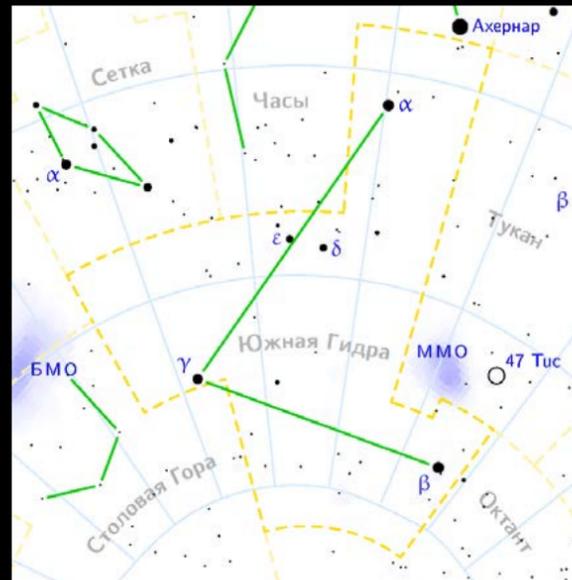
Звездные населения (популяции)

Все звезды астрономы делят на три вида населений (или популяций). Они отличаются по химическому составу, возрасту и другим параметрам. Главные отличия звезд разных популяций – содержание тяжелых элементов, или металлов. К так называемым металлам астрономы относят все элементы, которые тяжелее гелия.

Классификацию звезд по двум видам населений предложил немецкий астрофизик Вальтер Бааде в 1944 году. Он выявил взаимосвязь между содержанием тяжелых элементов в звезде и временем ее появления во Вселенной. Предположительно, чем больше металлов в звезде, тем она моложе. В 1970-м году астрономы открыли третье звездное население.

Звезды, относившиеся к звездному населению III, уже давно погибли. Это самые первые звезды, зародившиеся после Большого взрыва из межзвездного газа, очень массивные и быстро эволюционировавшие. После того, как первые звезды взорвались сверхновыми, к газу в межзвездном пространстве присоединились небольшие количества звездной пыли, в которой присутствовали металлы. Из этой материи появились звезды населения II. Это самые старые звезды во Вселенной, им более 10 млрд лет. Расположены такие звезды в основном в галактическом гало. В дисках

Галактик находятся звезды населения I. В них много тяжелых элементов, они образовались из того материала, который оставляли после взрывов сверхновых звезды населения II.

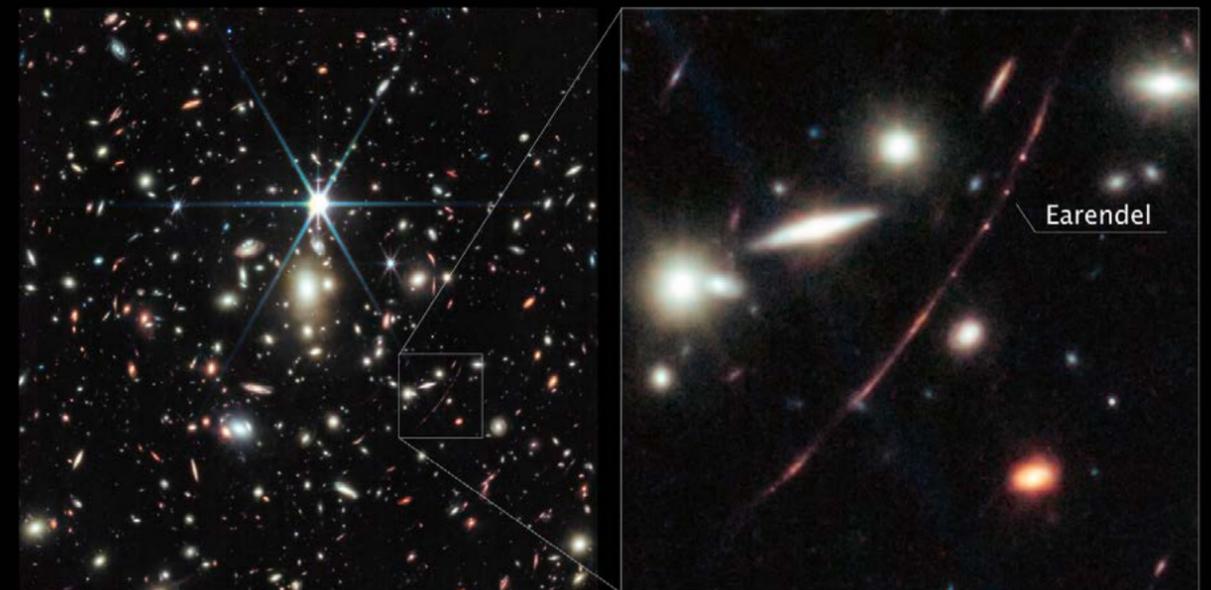


Наиболее интересными для ученых являются звезды популяции III, самые древние, образовавшиеся на заре Вселенной. Их невозможно обнаружить, так как они прожили всего около 1 млн лет. Но следы их взрывов в теории могут найти инфракрасные сверхмощные телескопы. Информация о самых первых звездах многое расскажет о моменте зарождения Вселенной. Древняя звезда SMSS J031300.36-670839.3 в созвездии Южной Гидры насчитывает 13,7 млрд лет. Находится она в нашей галактике Млечный путь, за 6 тыс. световых лет от Солнца. Она возникла из вещества, образованного после взрывов самых первых звезд.

В 2022 году была открыта звезда WHL0137-LS в созвездии Кита, которую назвали Эарендель (др.-англ.

earendel, «утренняя звезда»). Астроном Мишель Таллер, участвовавшая в исследовании звезды, рассказала, что название было подобрано не случайно – оно встречается в книгах Дж. Р. Р. Толкина. Эарендель, по оценкам ученых, находится примерно в 28 миллиардах световых лет от нас. Световое излучение, которое «поймал» телескоп «Хаббл», звезда испустила примерно 12,9 млрд лет назад. На данный момент это самая древняя и удаленная от нас из всех обнаруженных звезд. Она была рождена

спустя 900 млн лет после Большого взрыва. Ее масса примерно 50-100 M_{\odot} , температура поверхности 20 000 К. Есть шанс, что Эарендель относится к древнейшим звездам III популяции. Вероятнее всего, так как период жизни столь массивных звезд – всего несколько миллионов лет, этой звезды уже нет. Но благодаря ее проекции, которая будет сохраняться еще многие тысячелетия, ученые смогут изучать поведение этого уникального вида древних светил.

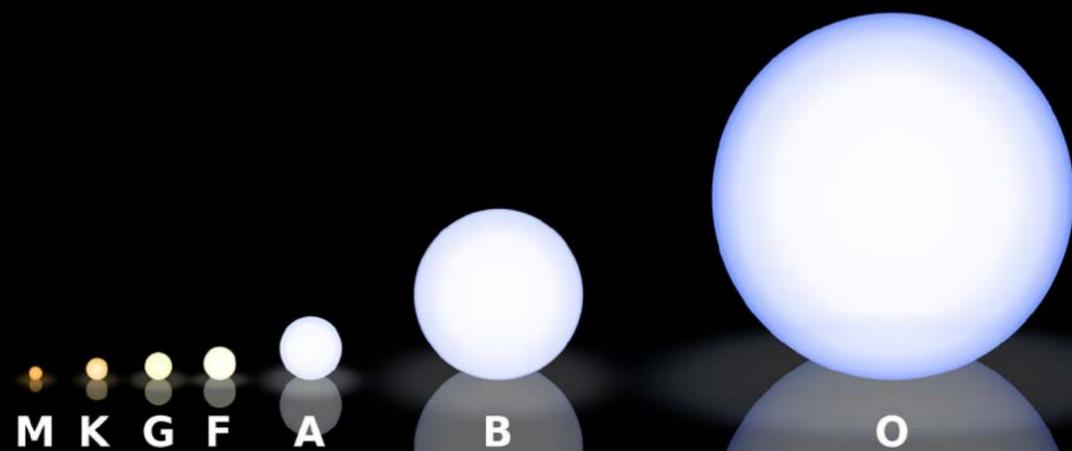


Эарендель. Источник: снимок телескопа «Джеймс Уэбб», 2023

Спектральные классы звезд

Звезды делятся на спектральные классы в зависимости от температуры их поверхности. От температуры звезды в свою очередь зависит ее цвет. Большинство звезд можно отнести к семи основным классам: O, B, A, F, G, K, M, где O – самый «горячий» класс, а M – самый «холодный». Цвет звезд от класса O к классу M постепенно

меняется от белого к желтому, оранжевому и, наконец, к ярко-красному, огненному. Для запоминания этой последовательности есть мнемоническое правило: «О Борис Александрович, Физики Ждут Конца Мучений». Внутри каждого класса температура звезд значительно отличается, поэтому их подразделяют на спектральные подклассы от 0 до 9. Звезды с более высокими температурами принято называть «ранними», а с низкими – «поздними».



| Звёзды различных спектральных классов. Автор: Rursus

Звезды класса O имеют температуру поверхности более 30 000 K, они белого цвета. Это самые большие и яркие звезды. Живут они относительно недолго, зато обеспечивают галактики ярким свечением и после смерти обогащают космос тяжелыми элементами, например, кислородом.

Температура звезд класса M составляет 2500—3800 K, они красного цвета. К этому классу относится 70% изученных звезд, в том числе Проксима Центавра (M5.5) и Бетельгейзе (M1–M2). Проксиму Центавра практически нельзя рассмотреть на ночном

небе. Бетельгейзе, напротив, очень яркая звезда в созвездии Ориона. Таким образом, к одному и тому же спектральному классу могут относиться как звезды яркие, так и тусклые. Объясняется это различием других характеристик звезд. Проксима Центавра относится к маломассивным звездам, красным карликам, а Бетельгейзе – свехгигант, масса которого в 11-19 раз превышает массу Солнца.

| Бетельгейзе. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Существует еще несколько спектральных классов для менее распространенных звезд, например, L, T, Y для коричневых карликов. Звезды класса Y отличаются температурой поверхности менее 600 K. Это самые холодные и тусклые звезды во Вселенной. Например, температура поверхности обнаруженного неподалеку от Солнечной системы в 2011 году коричневого карлика WISE 1828+2650 (Y2) может опускаться до 250 °K (–23 °C).





Классы светимости звезд

Для определения такой характеристики звезды, как светимость, астрономы используют информацию о том, сколько электромагнитной энергии она испускает в видимом и невидимом диапазонах. Классы светимости обозначают латинскими цифрами. Начинается классификация от самых крупных и ярких звезд, сверхгигантов, а заканчивается самыми маленьким и тусклыми – карликами.

Желтый карлик Солнце относится к типу G2V, где G – спектральный класс, 2 – подкласс в пределах данного класса, а V – класс светимости.

Классы светимости звезд от самых ярких к наименее ярким:

- 0 Гипергиганты
- Ia+ Ярчайшие сверхгиганты
- Ia Яркие сверхгиганты
- Ib Нормальные сверхгиганты
- II Яркие гиганты
- III Нормальные гиганты
- IV Субгиганты
- V Карлики главной последовательности
- VI Субкарлики
- VII Белые карлики

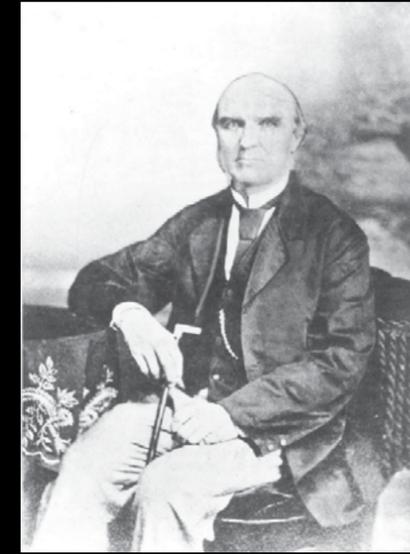
Звездная величина

Звездная величина, или блеск звезды, выражается в числовой характеристике, которая отражает поток энергии от объекта (энергию всех фотонов в секунду) на единицу площади. Обозначается буквой m (лат. *magnitudo* «величина»). Чем меньше звездная величина, тем ярче объект в восприятии наблюдателя с Земли.

Еще в древности люди замечали, что одни звезды ярче других, и в этом есть определенная закономерность. В древней Греции во II веке до н. э. астроном Гиппарх предложил разделить все видимые невооруженным взглядом звезды на шесть категорий в зависимости от интенсивности блеска. Самые яркие стали называть звездами первой величины, побледнее – второй величины и так далее, вплоть до самых тусклых звезд шестой величины.

С изобретением телескопов понадобилась новая классификация яркости звезд, которая включала бы все звезды вне зависимости от их различимости невооруженным взглядом. Методику классификации звезд предложил в 1856 году английский астроном Норман Погсон. Он использовал изначальную классификацию Гиппарха, но также дополнил ее тем, что разница между яркостью звезд первой и шестой величин различается в сто раз. Между каждой звездной величиной разница блеска одинакова. Значит, яркость звезд одной звездной величины в 2,512 раз больше, чем яркость звезд следующей звездной величины. Таким образом, шкала звездных величин,

на которой располагаются космические объекты, логарифмическая.



Норман Роберт Погсон (1829-1891)

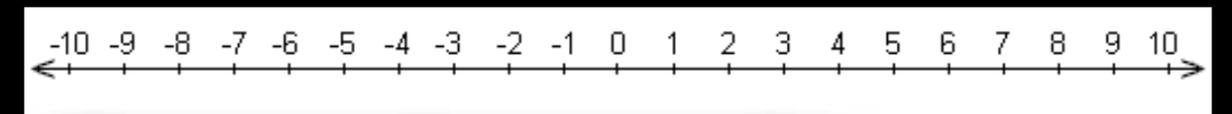
За точку отсчета была взята Вега в созвездии Лиры. Ее звездная величина была принята за 0^m . Есть звезды ярче Веги, и они будут иметь отрицательную звездную величину. Например, звездная величина Сириуса $-1,47^m$. В последующие годы точка отсчета звездных величин была уточнена, теперь она более абстрактная. Но и в этом случае звездная величина Веги близка к нулю и равна $+0,03^m$.

Вега хорошо видна на ночном небе. Достаточно ясно можно видеть объекты с отрицательными звездными величинами. А вот объекты, чья звездная величина больше 4 или 5, уже с трудом различимы невоору-

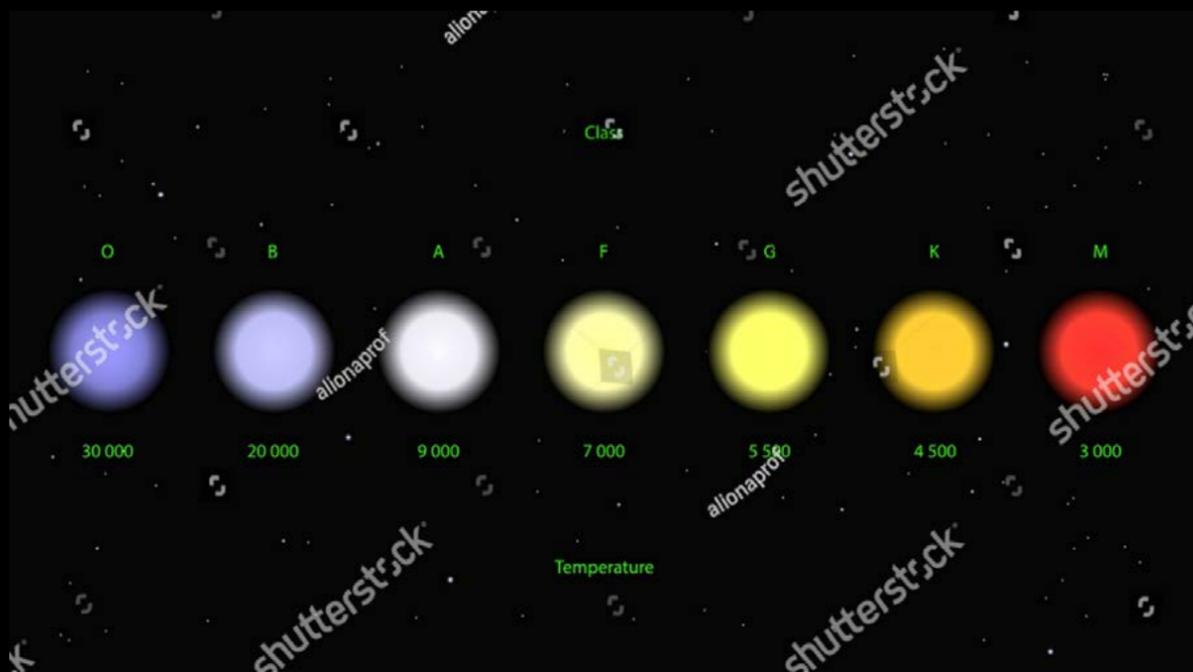
женным взглядом. В самых идеальных условиях можно разглядеть звезды шестой величины (те самые, которые Гиппарх относил к самым тусклым на звездном небе). В любительские телескопы можно рассмотреть звезды вплоть до 15 звездной величины. Проникающая способность телескопов указывается в звездных величинах.

Позже были введены еще два понятия на основе звездной величины – абсолютная звездная величина (M) и видимая звездная величина (m). Абсолютной называют такую звездную величину, которую имел бы космический объект при наблюдении с расстояния 10 парсек. Эта величина позволяет сравнивать яркость звезд без учета расстояния от них до Земли. Видимая звездная величина – это все та же звездная величина, названная так для отличия от абсолютной. Если говорится о звездной величине космического объекта, имеется в виду его видимая звездная величина, и наоборот.

Сириус – самая яркая звезда на ночном небе. Находится в созвездии Большого Пса, относится к классу A1. Его видимая звездная величина $-1,46^m$. Сириус играет большую роль на протяжении всей жизни человечества. Его обожествляли, связывали с ним множество примет и легенд, ориентировались по нему во время путешествий. Древнеегипетскую богиню неба Со-



Шкала звездных величин. Чем левее расположен объект на этой шкале, тем он ярче на звездном небе



Эволюция звезд

Жизненный цикл звезд

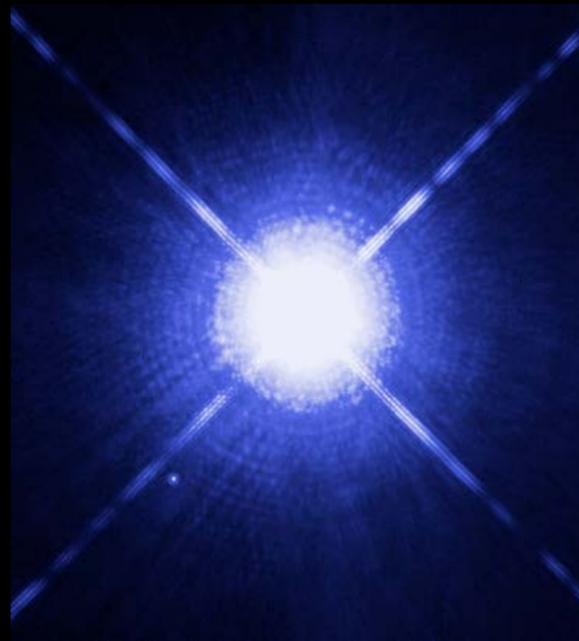
включает следующие этапы:

- Формирование молекулярного облака из газа и пыли – сырья для будущей звезды.
- Протозвезда – зарождение.
- Главная последовательность – основная фаза жизни звезд.
- Смерть – включает несколько этапов после выхода звезды из стадии главной последовательности.

Этапы жизни звезды напрямую зависят от того, какой массой она обладает, что в свою очередь обусловлено объемом межзвездного облака, из которого она формируется. За эталон массы астрономы берут массу Солнца (M_{\odot}), так как ее удалось точно подсчитать. Массу остальных звезд вычисляют приблизительно, используя спектрографический анализ, ведь находятся они на огромных расстояниях от Земли. Солнце относится к классу легких звезд. Остальные представители этого класса имеют массу от 0,8 до 1,2 M_{\odot} . Среди изученных звезд легкие занимают основное место.

Звездные величины применяются для измерения яркости любых космических объектов – звезд, туманностей, галактик, планет, астероидов, вспышек сверхновых и даже космических станций. Звездная величина Солнца $-26,7^m$, Луны $-12,74^m$. Яркость МКС оценивают в -4^m . Одна из самых далеких галактик UDFj-39546284 имеет звездную величину $+49,8^m$. Ученые даже подсчитали яркость Земли, если смотреть на нее с Солнца! Она будет составлять $-3,84^m$.

из самых тяжелых из обнаруженных белых карликов Сириус В ($1,02 M_{\odot}$).

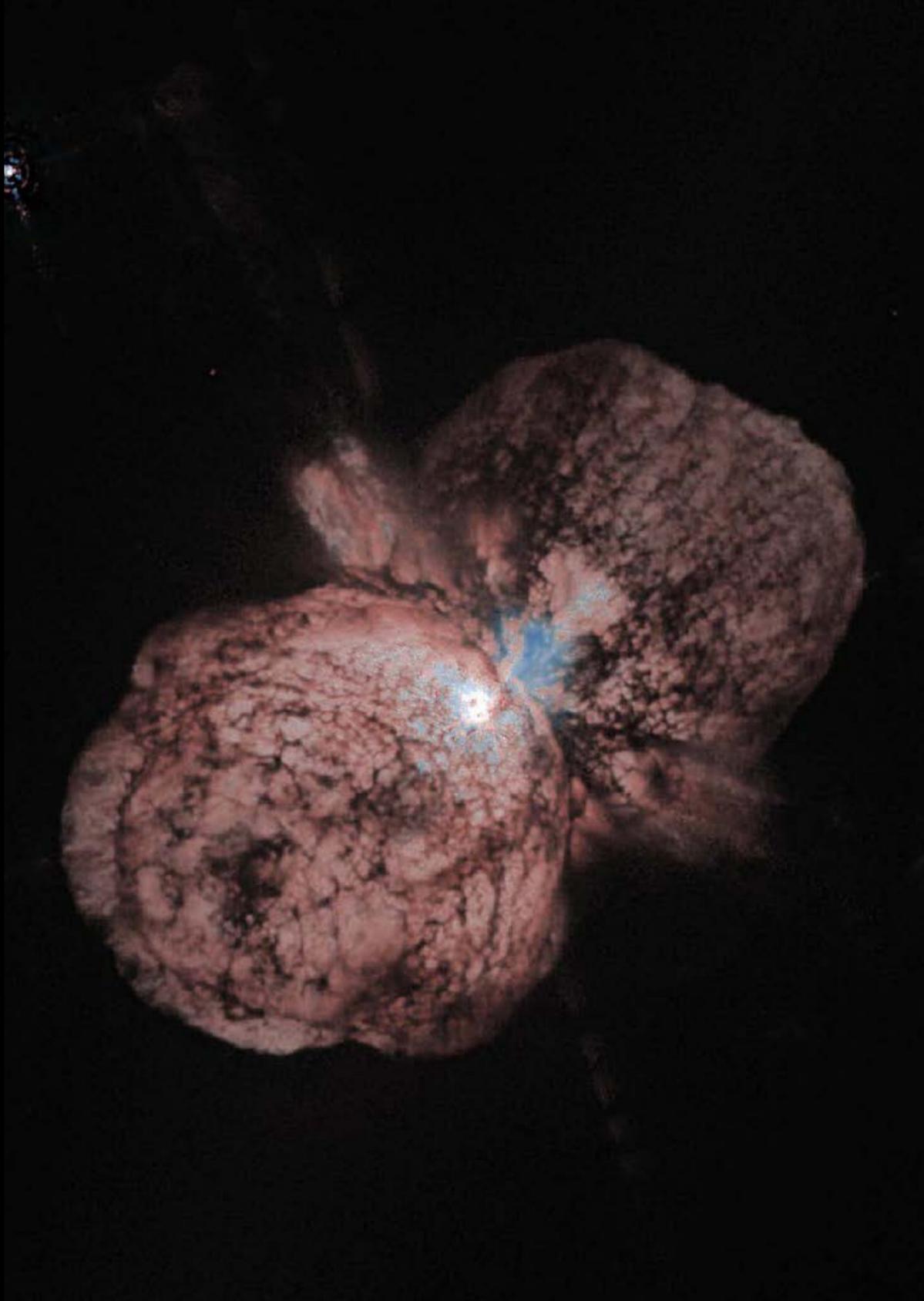


Сириус. В центре – Сириус А, звезда главной последовательности спектрального класса А1, внизу слева – Сириус В, белый карлик. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

дет олицетворял Сириус. Эта звезда часто упоминается в научной фантастике и привлекает внимание астрономов, как профессионалов, так и любителей. Она расположена в 8,6 световых годах от Солнца, масса равна примерно 2 M_{\odot} . Возраст Сириуса – около 250 млн лет. В XIX веке было доказано, что Сириус – это двойная звездная система. В ее состав входит один



Самая близкая к Солнечной системе звезда Проксима Центавра относится к легкому классу и обладает массой 0,1221 M_{\odot} . Ее невозможно рассмотреть на звездном небе. А вот звезду-супергиганта Эту Киля, или Форамен, масса которой около 150 M_{\odot} , легко заметить, так как она очень яркая, и постепенно ее яркость увеличивается. При этом расстояние до Проксимы Центавра составляет около 4,2 тыс. световых лет, а до Эты Киля – почти в 2 раза больше, около 7,5 тыс. световых лет.



Туманность Гомункул. Звезда Эта Киля — белая точка в центре изображения. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Тяжелые звезды исследованы куда меньше, чем легкие, ведь расстояние до них от нашей планеты составляет тысячи световых лет. Известно, что их масса больше солнечной в сотни раз. Светимость массивных звезд может быть в миллионы раз интенсивнее, чем у Солнца. Из-за высокой массы гравитационное сжатие в их ядре возрастает, а это стимулирует более активные термоядерные реакции. В результате и энергии у такой звезды больше, и светит она ярче. Но гораздо менее продолжительное время, чем легкая. Ведь если сгорание водорода происходит быстрее, то и его запасы исчерпываются с молниеносной скоростью.

Трудности в изучении далеких звезд порождают ошибки в определении их характеристик. Масса может отличаться в сотни раз при использовании разных методик подсчета. В процессе изучения тяжелых звезд некоторые из них были идентифицированы, как двойные звездные системы. До сих пор не до конца изучен механизм образования сверхтяжелых звезд. Например, предполагается, что самая массивная обнаруженная на данный момент звезда R136a1 в туманности Тарантул могла стать результатом слияния нескольких звезд.

Эволюция легких звезд:

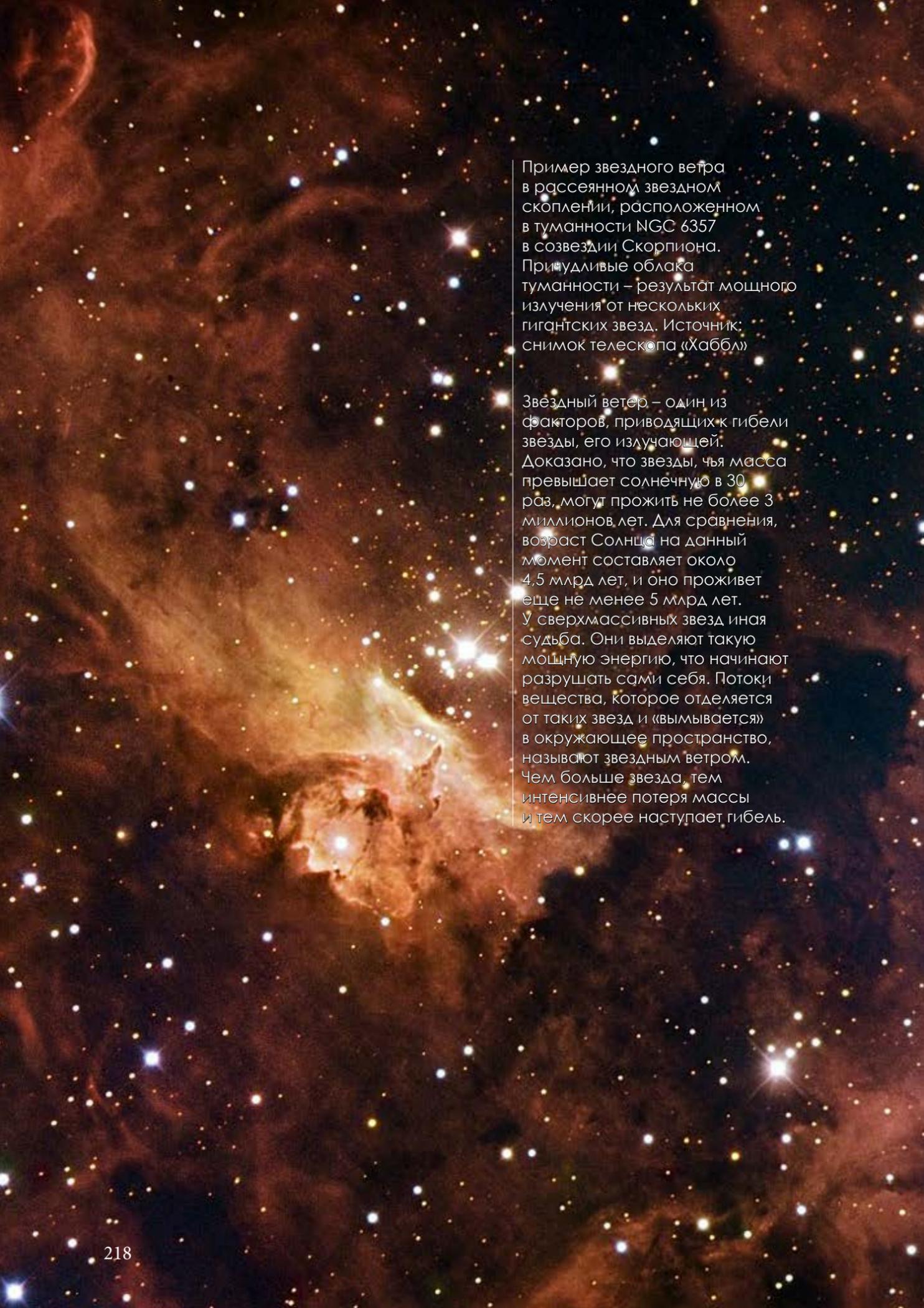
- Молекулярное облако из пыли и газа.
- Образование «узлов» (уплотнений) в молекулярном облаке.
- Протозвезда.
- Молодая звезда.

- Легкая звезда главной последовательности.
- Выход из главной последовательности.
- Красный гигант.
- Разрушение оболочки звезды.
- Белый карлик.

После разрушения оболочки звезды ее вещество оказывается рассеянным вокруг образовавшегося белого карлика. Так образуется планетарная туманность. В планетарных туманностях новые звезды не формируются. Зато эти туманности служат в качестве своеобразного «склада» нового строительного вещества для Вселенной, так как содержат большое количество тяжелых элементов — кислорода, углерода, азота, которые были произведены звездой в процессе жизненного цикла. При рождении Вселенной большая часть межзвездного вещества содержала водород и гелий, из которых зарождались и сейчас в основном зарождаются звезды. Постепенно планетарные туманности пронизывают пространство тяжелыми элементами. Последующие поколения звезд уже при рождении будут более насыщены ими, что существенно повлияет на свойства и эволюцию этих звезд, галактик и Вселенной в целом.

Эволюция тяжелых звезд:

- Молекулярное облако из пыли и газа.
- Образование «узлов» (уплотнений) в молекулярном облаке.
- Протозвезда.
- Молодая звезда.



Пример звездного ветра в рассеянном звездном скоплении, расположенном в туманности NGC 6357 в созвездии Скорпиона. Причудливые облака туманности – результат мощного излучения от нескольких гигантских звезд. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Звездный ветер – один из факторов, приводящих к гибели звезды, его излучающей. Доказано, что звезды, чья масса превышает солнечную в 30 раз, могут прожить не более 3 миллионов лет. Для сравнения, возраст Солнца на данный момент составляет около 4,5 млрд лет, и оно проживет еще не менее 5 млрд лет. У сверхмассивных звезд иная судьба. Они выделяют такую мощную энергию, что начинают разрушать сами себя. Потoki вещества, которое отделяется от таких звезд и «вымывается» в окружающее пространство, называют звездным ветром. Чем больше звезда, тем интенсивнее потеря массы и тем скорее наступает гибель.

Тяжелая звезда главной последовательности.

Выход из главной последовательности.

Красный сверхгигант.

Взрыв сверхновой.

Нейтронная звезда / Черная дыра.

Рождение звезд. Протозвезды

Рождение звезды – грандиозный процесс, длительный и масштабный, но для Вселенной он вполне рутинный. Можно сказать, что образование новой звезды – это часть круговорота звездного вещества во Вселенной. Звезды появляются из молекулярных космических облаков – пыли и газа, которые оставляют после себя разрушившиеся звезды. Из этого же вещества появляются планеты и астероиды. Исследования показывают, что молекулярные облака чаще всего распадаются на несколько частей – две и более, поэтому часто звезды представляют собой парную систему или скопление.

При всей сложности процесса звездообразования, его механизм достаточно просто понять. В скоплении межзвездного газа и пыли постоянно происходит движение. В какой-то момент турбулентность в газопылевом облаке приводит к образованию «узлов», в которых возникает мощное гравитационное поле. Частицы вещества начинают притягиваться друг к другу, материя сжимается, вплоть до наступления гравитационного коллапса, когда температура и давление внутри «узла» становятся настолько высокими, что начинают происходить термоядерные реакции. Основная



ядерная реакция звезд – это сжигание водорода с образованием гелия. Она лежит в основе возникновения звезды, на протяжении активной жизни дарит звезде энергию, она же является причиной старения и гибели звезд.

Протозвезда – это одна из стадий жизненного цикла звезд продолжительностью от 10⁵ до 10⁹ лет. Чем крупнее возникающая звезда, тем быстрее она проходит начальную стадию эволюции, а впоследствии и все остальные эволюционные этапы. Стадией протозвезды считается период от начала сжатия молекулярного облака до возникновения термоядерного синтеза в его ядре. Часть вещества, которое не становится звездой, но находится ближе к ней, образует протопланетные диски. Это материя, вращающаяся вокруг звезды и впоследствии образующая планетные системы.

Молодые звезды

Еще до входа в главную последовательность протозвезды несколько меняют свои свойства и могут быть отнесены к классу молодых звезд, или звезд до главной последовательности. Эту стадию рассматривают и как часть эволюции протозвезды, и как отдельный этап эволюции звезд. Молодые звезды видны в оптическом диапазоне, чем принципиально отличаются от протозвезд. Однако, главным источником их излучения все еще, как и у протозвезд, является энергия гравитационного сжатия. Термоядерные реакции уже начинаются, но лишь при входе в главную последовательность они станут главным и единственным источником энергии.

Молодые звезды больше, холоднее и ярче, чем звезды главной последовательности, и все еще продолжают сжиматься. Стадия до главной последовательности у Солнца длилась около 30 млн лет. У самых массивных звезд молодость пролетает стремительно и длится около 100 тыс. лет. У звезд малой величины стадия до главной последовательности может продолжаться порядка 1 млрд лет.



Туманность пузырь (NGC 7635) в созвездии Кассиопеи. Область формирования молодых звезд. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Основная масса звезд рождается в космических туманностях, потому их называют «звездными яслями». Молодые звезды, испуская ультрафиолетовое излучение, подсвечивают туманность, в результате чего она может из темной или отражательной перейти в класс эмиссионных, то есть излучающих свет, туманностей.

Главная последовательность звезд

Главная последовательность – это самая продолжительная стадия жизни звезды, она занимает более 90% ее жизненного цикла. Главную последовательность можно считать начавшейся, когда сжатие звезды прекращается, а термоядерные реакции становятся основным источником ее энергии. В этот момент протозвезда становится полноценной звездой, и начинается отсчет ее возраста. На протяжении всей главной последовательности звезда существует за счет термоядерных реакций водорода с образованием гелия в ее ядре, при этом гелий в термоядерном синтезе никак не участвует.

На главной последовательности звезда в основном находится в равновесном состоянии. Но активные химические и физические реакции

в ней все же идут, влияя на ее характеристики, в том числе на светимость. Термоядерные реакции сжигают водород в ядре звезды, а гелия становится больше. Гелий более плотный, чем водород, поэтому ядро постепенно начинает сжиматься за счет гравитационных сил оболочки звезды. Чем больше сжимается ядро, тем быстрее происходят в нем термоядерные реакции, и тем ярче становится звезда.

Солнце находится в главной последовательности своей эволюции. При входе в нее светило было на 30% менее ярким, чем сейчас, когда оно находится в главной последовательности около 4,5 млрд лет. А к моменту выхода из нее его светимость увеличится почти в 3 раза по сравнению с изначальной.



Термоядерные реакции в ядре звезды происходят быстрее за счет давления, возникающего в нем в результате воздействия гравитационных сил оболочки звезды, а гравитация тем сильнее, чем больше эта оболочка. Поэтому массивные звезды сгорают быстрее, чем легкие, а малые звезды могут существовать в стадии главной последовательности сотни миллиардов лет.

Коричневые карлики

Коричневые карлики, или субзвезды, — это звезды сверхмалой массы, от 0,01 до 0,08 M_{\odot} . Они образуются при сжатии межзвездного газа и пыли. В их ядрах происходят термоядерные реакции, но чаще всего они не связаны с горением водорода и быстро завершаются. Для продолжения реакций этим небесным телам не хватает массы и температуры. Их

главное отличие состоит в том, что они не вступают на главную последовательность эволюции звезд. Из-за этого их называют «несостоявшимися звездами». Постепенно такие звезды начинают гаснуть, превращаясь в черных карликов. Срок их жизни не превышает 4-5 млрд лет. Исследовать коричневых карликов стало проще с изобретением инфракрасных оптических систем. Известно около 11 тыс. подобных космических объектов.

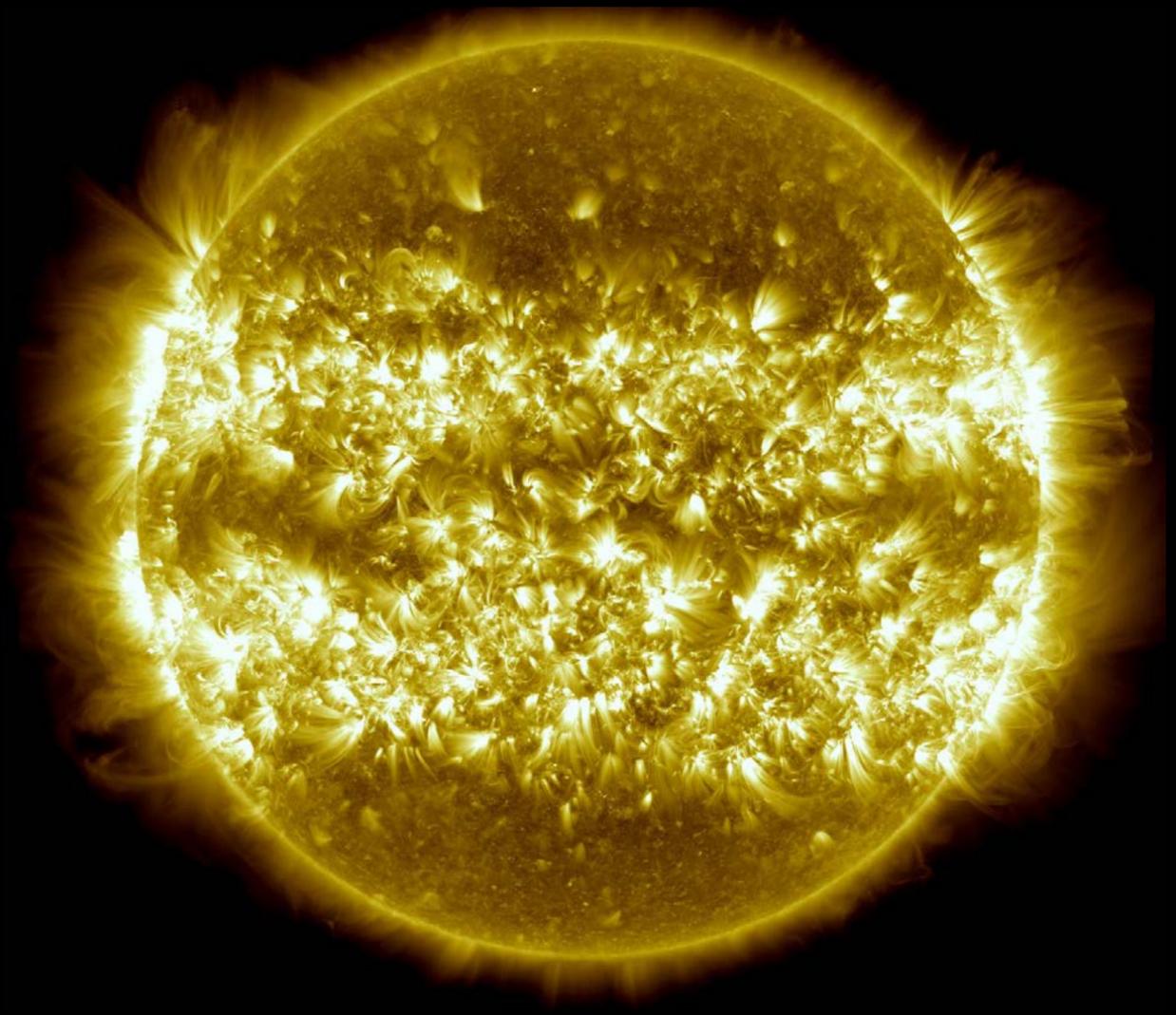


Коричневые карлики интересны тем, что на поверхности самых маленьких из них может образовываться вода, следовательно, они могут быть пригодными для некоторых форм жизни. Правда, поверхность звезды не твердая, но жизнеспособные организмы могут обитать, например, в ее атмосфере. Более крупные коричневые карлики могут иметь на своей орбите планеты, пригодные для жизни.

Желтые и оранжевые карлики

Желтым карликам относятся звезды главной последовательности массой от 0,8 до 1,2 M_{\odot} . Солнце является желтым карликом. Темпера-

тура поверхности желтых карликов 5000-6000 К. Они белые, несмотря на название. На главной последовательности желтый карлик остается примерно 10 млрд лет. Затем превращается в красного гиганта, после чего становится белым карликом.



Желто-оранжевое или красное свечение Солнца наблюдается из-за искажения его лучей атмосферой Земли. В определенном положении на небе без каких-либо атмосферных помех Солнце можно наблюдать в его истинном белом цвете.

Самый близкий к Земле желтый карлик после Солнца – Альфа Центавра А, или Ригиль Кентаурус. Находится на расстоянии 4,4 световых года в тройной звездной системе Альфа Центавра. В этой системе пару Ригелю Кентаурусу составляет оранжевый карлик – Альфа Центавра В, Толиман. Он менее яркий и обладает меньшей массой. К оранжевым карликам относят звезды массой от 0,5 до 0,8 M_{\odot} с темпе-

ратурой поверхности 3900-5200 К.

Желтые и оранжевые карлики представляют наибольший интерес для науки, так как из-за схожести с Солнцем их изучение может дать много полезной информации о нашем светиле. При этом на их орбитах могут оказаться экзопланеты, на которых возможно зарождение жизни. Теоретически, какая-либо биологическая жизнь в системах желтых карликов может существовать уже сейчас.



Красные карлики

Красными карликами называют небольшие звезды, находящиеся на стадии главной последовательности. Их масса составляет от 0,08 до 0,2 M_{\odot} . Они излучают мало света и относятся к спектральному классу М, в отдельных случаях – К. Температура на их поверхности составляет 3500 К. Такую же температуру имеет спираль лампы накаливания. Неудивительно, что эти звезды практически не видны на небе невооруженным взглядом, да и для мощных телескопов они трудноразличимы. Но тем не менее их больше всего в известной нам Вселенной. Количество звезд этого типа оценивается в 30-50% от всех исследованных звезд. И при этом они изучены меньше других.

Эволюция красных карликов имеет массу особенностей. Неизвестно ни одного красного карлика, который на данный момент сошел бы с главной последовательности. Это объясняется тем, что из-за малого размера реакции в их ядрах происходят очень медленно, и запасы водорода исчерпываются за десятки миллиардов или даже триллионов лет. Чем меньше звезда, тем дольше она не покинет главную последовательность. Ученые даже предполагают, что Вселенная может исчезнуть раньше, чем один из красных карликов переродится в нечто иное. Поэтому эти звезды часто называют вечными. И все же если красный карлик наконец переработает весь водород в своем ядре, термоядерные реакции с участием гелия не смогут начаться из-за малой массы звезды. Красный карлик превратится в голубого карлика.

Самая близкая к Солнечной системе звезда - Проксима Центавра, красный карлик. Она входит в тройную звездную систему Альфа Центавра, расположенную в созвездии Центавра. Две звезды этой системы находятся рядом и хорошо видны на звездном небе. А вот Проксиму Центавра удалось идентифицировать только в 1915 году, хотя из трех звезд она ближе всего к Земле – находится на расстоянии 4,244 световых года от нашей планеты. Ее открыл английский астроном Роберт Иннес, возглавлявший обсерваторию на Мысе Доброй Надежды. Видимая звездная величина

Проксимы Центавра – всего 11m, чтобы ее рассмотреть, нужен очень мощный телескоп. Масса звезды в 8 раз меньше массы Солнца. Проксима Центавра относится к вспыхивающим переменным звездам. На ее орбите была обнаружена экзопланета, которая может отдаленно напоминать Землю. Изучать Проксиму Центавра и ее планеты пока можно только на расстоянии. Полет любого современного космического аппарата к этой звезде с целью ее изучения займет не менее нескольких десятков тысячелетий. Ситуация может измениться после изобретения ядерных двигателей.

Звезды после главной последовательности

В стабильном состоянии на стадии главной последовательности звезда пребывает очень долго - от миллионов до многих миллиардов лет. Гравитационное поле внутри нее уравновешено давлением термоядерных реакций внутри ядра, и звезда не расширяется и не сжимается, только совсем незначительно. Но в какой-то момент запасы водорода в ядре исчерпываются окончательно. Основным веществом становится гелий. В этот момент термоядерный синтез прекращается. Гравитационное поле начинает превалировать и сжимать звезду, точно так же, как было в начале ее формирования. И то, что произойдет после этого, зависит от массы звезды.

Эволюцию звезд малой массы, менее $0,2 M_{\odot}$, изучать еще сложнее, чем жизнь далеких массивных звезд. Ведь маленькие звезды настолько медленнее развиваются по сравнению с более крупными, что ни одна из таких известных на данный момент звезд не сошла с главной последовательности. Следовательно, что будет происходить с ними на завершающем этапе развития, как и то, как именно они вошли в главную последовательность, достоверно неизвестно. Теоретические расчеты показывают, что малые звезды после прохождения основного этапа жизни, когда водорода в них почти не останется и ядро станет полностью гелевым, за счет гравитационного поля начнут сжиматься и нагреваться, но не взорвут-

ся, а станут голубыми карликами.

Звезды средней массы – от $0,5$ до $8 M_{\odot}$, после выхода из главной последовательности, прежде чем превратиться в гигантов и сверхгигантов, переживают короткую стадию субгигантов. В это время ядро звезды полностью гелевое, реакции в нем не идут. Но в оболочке ядра все еще есть водород, который начинает перерабатываться в гелий. Звезда увеличивается в диаметре, ее гелевое ядро постепенно разрастается. Температура поверхности и светимость при этом изменяются. На этой стадии звезды обычно становятся пульсирующими переменными, как правило, цефеидами. Длится этап субгиганта в зависимости от массы звезды от 1 млн до 700 млн лет.

Стадия субгигантов заканчивается превращением звезды в красного гиганта или сверхгиганта. Это происходит тогда, когда гелевое ядро становится достаточно массивным и начинает сжиматься. При этом оболочка ядра стремительно увеличивается в размерах, а температура поверхности звезды падает. Красный гигант превращается со временем в белого карлика с образованием вокруг планетарной туманности, а сверхгигант взрывается сверхновой.

Звезды массой более $8 M_{\odot}$ становятся сверхгигантами. У звезд массой $8-10 M_{\odot}$ есть особенность – в их ядрах на стадии сверхгиганта может произойти вспышка углерода, тогда звезда взорвется сверхновой. Но если этого не произойдет, звезда продолжит накапливать в ядре тяжелые элементы и в конце жизни может сбросить обо-



Проксима Центавра. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

лочку и стать белым карликом, либо взорваться сверхновой. В звездах массой более 10 M_{\odot} после исчерпания запасов водорода и гелия происходит постепенное горение углерода в ядре, а также термоядерный синтез с участием других металлов, в том числе железа. В какой-то момент в ядре звезды приостанавливаются все термоядерные реакции, оно сжимается, происходит ядерный коллапс и взрыв сверхновой. Массивные звезды после взрыва сверхновой оставляют за собой нейтронные звезды или черные дыры.

Сверхмассивные звезды, чья масса превышает 100-150 M_{\odot} , эволюционируют несколько иначе. Когда они выходят из главной последовательности, происходит чрезвычайно мощный взрыв с образованием сверхновой, которая обладает огромным излучением и рассеивает свое вещество в космос, не образуя каких-либо остаточных объектов. Этот процесс называется взрывом гиперновой. В конце XX века было обнаружено несколько гиперновых.

Красные гиганты

Красными гигантами становятся звезды массой от 0,2 до 10 M_{\odot} после выхода из стадии главной последовательности. Стадия красных гигантов длится у звезд 10% их жизни, поэтому доля таких звезд в космосе невелика и составляет также 10% от всех видимых невооруженным взглядом звезд. Красные гиганты относятся к спектральным классам K и M, они имеют красноватый оттенок, температура их поверхности варьируется от 3000 до 5000 K. Если бы не огромные радиусы этих звезд, их было бы не видно на небе. Но за счет расширяющейся внешней оболочки такие звезды имеют радиусы, в 10-200 раз превышающие радиус Солнца. Они относятся к III классу светимости, их абсолютные звездные величины – от 0m до -3m.

К красным гигантам относится звезда Арктур в созвездии Волопаса. Это одна из самых ярких звезд на ночном небе. Ее видимая звездная величина -0,05^m. Арктур – это двойная звездная система. Ее можно увидеть из любой точки Земного шара. Находится звезда за 37 световых лет от Солнца, ее возраст - около 7,1 млрд лет. Арктур с древности привлекал внимание людей, особенно ученых. Эту звезду первую после Солнца удалось увидеть в телескоп днем. Это сделал французский астроном Жан-Батист Морен в 1635 году. Свое открытие он описывал в дневниках с большой радостью. Ведь именно такие моменты делают работу ученых-астрономов наиболее увлекательной и вдохновляющей.



| Арктур. Источник: НАСА/ЕКА

Красные сверхгиганты

Красные сверхгиганты образуются, когда звезды массой более 10 M_{\odot} проходят главную последовательность эволюционного пути. Их радиус больше солнечного в 200-1500 раз. Температура поверхности – 3000-5000 K. Они относятся к спектральным классам K и M, к I классу светимости. Строение у них такое же, как у красных гигантов – плотное ядро из гелия и протяженная разряженная оболочка.

Красным сверхгигантом является Антарес – самая яркая звезда в созвездии Скорпиона. Расположена на расстоянии 550 световых лет от Солнца. Относится к спектральному классу M1. Видимая звездная величина варьируется от +0,96^m до +5,5^m.

Антарес хорошо виден с территории России. Его яркий красный цвет всегда привлекал к себе внимание. Древние арабы называли эту звезду Калб-аль-Акраб - Сердце Скорпиона. В Древнем Египте она была частью религиозных церемоний. Свое название получила из-за схожести с планетой Марс – в переводе с древнегреческого Антарес означает «Против Ареса (Марса)».



Фотография поверхности Антареса. Источник: снимок телескопа «Очень большой телескоп»

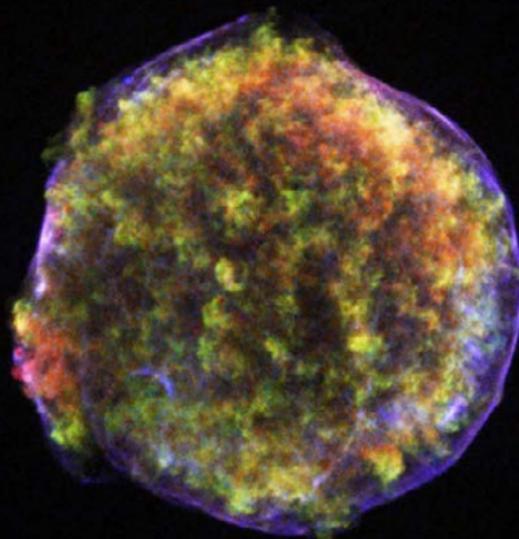
Сверхновые и гиперновые

Сверхновой называют не саму звезду, а событие, который с ней происходит в самом конце жизни. Правильнее говорить – вспышка сверхновой. Когда в ядре красных сверхгигантов заканчиваются термоядерные реакции, в нем происходит гравитационный коллапс, а затем мощный взрыв. Во время взрыва сверхновой ее яркость увеличивается в сотни раз, освещая близлежащую галактику. Выбрасывается огромная энергия и масса тяжелых элементов. После себя сверхновые оставляют нейтронную звезду или черную дыру. А в окружающем пространстве – огромное количество вещества, которое послужит строительным материалом для новых звезд.

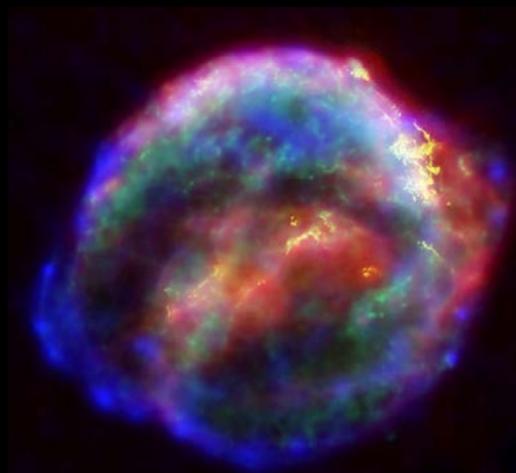
Существует два типа сверхновых – тип I и тип II. Сверхновые II типа – это эволюционировавшие звезды массой более 8 M_{\odot} . Сверхновыми I типа взрываются белые карлики в двойных системах. Они «перетягивают» на себя вещество от звезды-компаньона, в результате достигая массы, достаточной для начала ядерных реакций, а когда они заканчиваются, звезда взрывается. Сверхновые I типа удалось открыть, когда телескопы стали достаточно мощными и процессы, происходящие в двойных звездах перестали быть загадкой.

Название суперновых звезд обычно формируется из аббревиатуры SN (лат. *supernova*, «более чем новая»)

и года открытия объекта. Вспышки сверхновых можно видеть с Земли. В 1054 году китайские астрономы наблюдали вспышку сверхновой SN 1054. Из остатков этой звезды образовалась Крабовидная туманность. В 1885 году, в конце августа, в созвездии Андромеды вспыхнула сверхновая звезда SN 1885A, являвшаяся частью галактики Андромеды. Излучение этой звезды было настолько ярким, что его можно было видеть с земли даже невооруженным взглядом. В 1987 году в Малом Магеллановом Облаке на краю туманности Тарантул вспыхнула сверхновая SN 1987A. Вспышка некоторое время была видна на небосклоне, как маленькая звезда.



Суперновая SN 1572 в созвездии Кассиопеи. Названа «сверхновой Тихо Браге» по имени первооткрывателя. Источник: снимок телескопа «Чандра», 2003



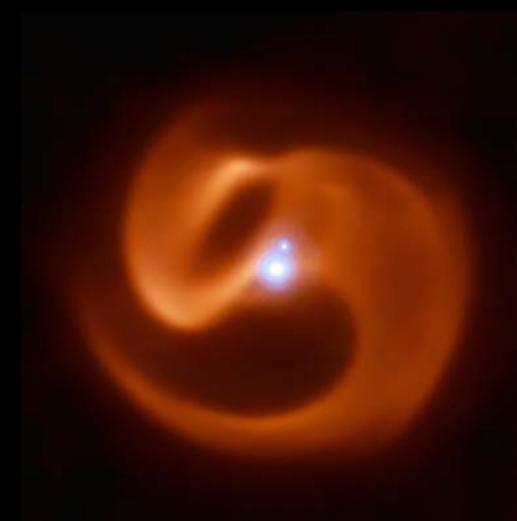
SN 1604, или Сверхновая Кеплера в созвездии Змееносца. Источник: композиционный снимок, сделанный в разных спектрах излучения телескопами «Хаббл», «Спитцер» и «Чандра»

Звезды, масса которых больше массы Солнца в 100 раз, взрываются гиперновыми. Это самый мощный и самый редкий вид взрывов во Вселенной. При взрыве гиперновой имеют место масштабные выбросы гамма-излучения, которое способно распространяться на многие тысячи световых лет. Если бы рядом с Солнечной системой находилась звезда, способная взорваться, как гиперновая, Земле угрожала бы большая опасность.

Некоторые ученые предполагают, что взрыв гиперновой, произошедший в шести тысячах световых лет от Земли, послужил причиной Ордовикско-силурийского вымирания около 440-445 млн лет назад. Тогда погибло более половины морских беспозвоночных. Версий произошедшего несколько. Одна из них гласит, что причиной вымирания могло стать гамма-излучение от вспышки гиперновой, которое достигло атмосферы нашей планеты и почти

в два раза уменьшило озоновый слой.

Очень красивая и опасная звезда Апоп (2XMM J160050.7-514245) была открыта в 2004 году в созвездии Наугольника. Это тройная звездная система, которая состоит из двух звезд Вольфа — Райе (массивных ярких звезд на последних стадиях эволюции) и сверхгиганта. Вокруг звезд вращаются на огромных скоростях облака звездной пыли и газа. Из-за них звезду и назвали Апоп в честь древнеегипетского змея. Апоп находится на расстоянии 8 тыс. световых лет от Солнечной системы. В этой звездной системе происходят сложные и масштабные события из-за взаимодействия трех мощных звезд. В конечном итоге, как считают астрономы, Апоп способен взорваться гиперновой, выбросив массивное гамма-излучение. К счастью, ученые также высчитали, что этот всплеск не достигнет Земли из-за того, что ось вращения звездной системы на 30 градусов отклонена по отношению к нашей планете.



Звёздная система Апоп. Источник: снимок телескопа «Очень большой телескоп»

Голубые карлики

Существование голубых карликов на данный момент подтверждено только теоретическими расчетами. В современной Вселенной они еще не появились. Голубыми карликами должны стать красные карлики после прохождения стадии главной последовательности. Но до этого момента еще многие десятки миллиардов лет. Голубыми карликами станут звезды от 0,08 до 0,2 M_{\odot} . Они не смогут превратиться в красных гигантов или взорваться сверхновыми, так как давление и температура в их ядрах после исчерпания запасов водорода окажется недостаточной для запуска термоядерных реакций с участием гелия.



Голубой карлик в представлении художника. Автор: Варегоокато

Голубой карлик будет представлять собой ядро из гелия, окруженное облаком водорода, в котором не будут происходить какие-либо термоядерные реакции, поэтому звезда постепенно начнет остывать. Но вначале она будет очень горячей, ее свет будет иметь голубой оттенок, отсюда и название. Голубой карлик просуществует еще

несколько сотен миллиардов лет, а затем превратится в белого карлика. Считается, что в процессе существования голубого карлика массой около 0,16 M_{\odot} в его планетарных системах может зародиться жизнь, так его излучение как раз будет достаточным для этого.

Отсутствие в обозримом космосе голубых карликов для науки служит одним из доказательств того, что Вселенная имела определенное начало, и скорее всего, у нее будет и свое завершение. Ведь если бы время существования Вселенной было бесконечным, отдельные красные карлики, жизнь которых длинна, но все же не вечна, уже эволюционировали бы в голубых карликов. Но пока этого не произошло.

Белые карлики

Белые карлики – это звезды, чья масса достаточно большая (около 1 M_{\odot}), а радиус маленький. На звезду действуют мощные гравитационные силы, в результате чего она сильно разогревается, излучая свет в белом спектре. Белые карлики – это звезды после главной последовательности. В них превращаются красные гиганты, а также, теоретически, белыми карликами должны стать гипотетические голубые карлики в результате эволюции.

Внешняя оболочка красных гигантов очень разреженная и плохо связана с ядром звезды. При этом красным гигантам свойственны регулярные пульсации, в результате которых оболочка отделяется и как бы повисает в пространстве вокруг ядра, становящегося ярким плотным белым карликом. Обо-

лочка же в свою очередь превращается в планетарную туманность. Такая судьба уготована многим звездам во Вселенной, в том числе и нашему Солнцу.

Первый обнаруженный белый карлик – Сириус В в двойной звездной системе Сириус. Теоретически его существование предположил немецкий астроном Фридрих Бессель в 1844 году, а обнаружил в процессе практических наблюдений американский исследователь Альван Грэхэм Кларк в 1862 году.



Фридрих Вильгельм Бессель (1784-1846)

Белые карлики имеют два пути эволюции. Они могут притянуть к себе вещество от соседних массивных звезд в двойных звездных системах и взорваться сверхновой. Либо белые карлики начинают постепенно остывать, превращаясь в черных карликов, состоящих их полностью отработанного вещества. Но этот процесс настолько длительный, что совре-

менные белые карлики имеют все шансы дожить до конца Вселенной.

Нейтронные звезды

В результате мощного взрыва сверхновых образуются нейтронные звезды или черные дыры. Это одни из самых загадочных объектов космоса, в которых происходят химические и физические процессы, понять природу которых человечество пока не в состоянии. Но то, насколько далеко продвинулись ученые в исследованиях этих космических чудес, много говорит о невероятно активном развитии современной астрономической науки.

Во Вселенной находятся много миллионов нейтронных звезд. В нашей галактике Млечный путь за всю историю ее существования образовалось несколько миллионов таких объектов. И до сих пор примерно раз в 100 лет взрывается сверхновая и рождается нейтронная звезда.



Сьюзен Джоселин Белл Бернелл (1943)

Первую нейтронную звезду обнаружила в 1967 году британская исследовательница Джоселин Белл. В то время она являлась аспиранткой под руководством Энтони Хьюиша, первооткрывателя пульсаров. В процессе изучения радиопульсаров и были открыты нейтронные звезды. За это открытие Энтони Хьюиш был номинирован на Нобелевскую премию совместно с одним из своих коллег. Известие о том, что Джоселин Белл не была включена в число нобелевских лауреатов, вызвало большой скандал в рядах ученых. Однако, Белл получила заслуженное признание и до сих пор является одним из самых влиятельных ученых-астрофизиков мира. Иосиф Шкловский, выдающийся советский астроном, отмечал, что Белл в области изучения нейтронных звезд совершила величайшее открытие XX века.

Отчасти формирование нейтронных звезд похоже на то, как образуются белые карлики. В случае белых карликов после разрушения оболочки звезды остается горячее плотное ядро из вырожденного газа. В случае нейтронных звезд после взрыва сверхновой остается быстро вращающееся ядро, состоящее из нейтронов. Дело в том, что из-за массивности звезд еще до взрыва в их ядрах благодаря мощнейшей гравитации протоны и электроны начинают объединяться, образуя нейтроны. При этом и происходит вспышка сверхновой из-за высвобождающейся энергии.

Ядра нейтронных звезд чрезвычайно плотные. Внутри них, по мере приближения к центру ядра, атомы сжимаются до плоского состояния,

превращаются в одномерные структуры, атомные ядра располагаются так близко, что почти касаются друг друга. В самом центре звезды находятся только нейтроны и протоны (нуклоны). Материя внутри ядра нейтронной звезды – загадка для науки. Считается, что она может принимать очень странные формы и пребывать в самых неожиданных состояниях.

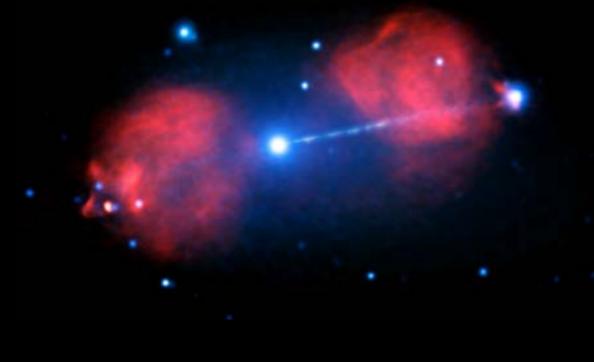
Один из видов нейтронных звезд – пульсары. Они испускают электромагнитное излучение и обладают огромными скоростями, в результате которых очень быстро перемещаются в космосе. Многие из родившихся в нашей галактике нейтронных звезд из-за этого давно улетели за ее пределы.

Черные дыры

Черная дыра образуется по тем же принципам, что и нейтронная звезда. Разница лишь в том, что в случае нейтронной звезды гравитационное сжатие материи в какой-то момент останавливается, а при образовании черной дыры оно продолжается до бесконечности. Какой именно объект образуется после взрыва сверхновой, зависит от массы ядра звезды. Наиболее массивные ядра в результате взрыва коллапсируют и превращаются в черные дыры.

Нет ничего более загадочного и притягивающего внимание людей в космосе, чем черные дыры. Ведь практически невозможно увидеть и даже предположить, что происходит внутри. А происходят там поистине необыкновенные процессы. Это и пугает, и завораживает одновременно.

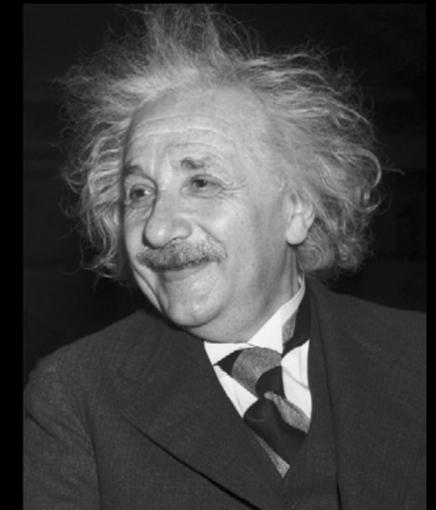
Черные дыры подвергаются воздействию столь мощной гравитации, что не пропускают сквозь себя даже фотоны света. На фоне яркой и многоцветной Вселенной они практически не видны. Их существование ученые предполагают по косвенным признакам – искажение гравитационных полей вокруг них, а также по воздействию, которое они оказывают на соседние космические объекты. У черной дыры есть определенная граница – горизонт событий. Пройдя его и попав внутрь черной дыры, любой объект будет разорван чудовищной гравитацией на атомы и более мелкие частицы, которые гравитационное поле сожмет в центре черной дыры.



Радиогалактика Живописец А, виден джет рентгеновского излучения (синий) длиной 300 тыс. световых лет, исходящий из сверхмассивной чёрной дыры. Считается, что в черных дырах происходят процессы, которые существенно отличаются от привычных для нас понятий о пространстве и времени. Возможно, о них человечество никогда не узнает. Поэтому так популярны черные дыры среди писателей фантастов, ведь любые фантазии относительно этих космических провалов в пространстве-времени, хоть сколько-то основанные на научных представлениях, нельзя ни подтвердить, ни опровергнуть.

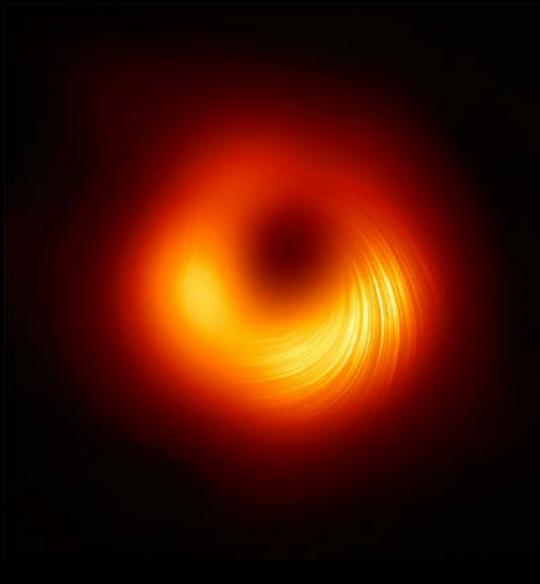
Гравитация сверхмассивных черных дыр настолько велика, что вокруг них движутся все объекты самых крупных галактик. Неизвестно, могут ли эти черные дыры поглощать вращающиеся вокруг них объекты. Либо, возможно, именно так наступит конец известной нам Вселенной – она будет постепенно поглощена черными дырами и превратиться в нечто иное.

Первооткрывателем черных дыр стал немецкий астроном Карл Шварцшильд. Он опирался на теорию относительности Альберта Эйнштейна, которая теоретически предсказывала существование подобных гравитационных аномалий. Все теоретические представления о черных дырах в современной науке основаны на теории относительности.



| Альберт Эйнштейн (1879-1955)

Первой черной дырой, которую удалось сфотографировать, стала M87* в галактике Messier 87. В 2019 году был получен ее снимок, который стал поистине прорывом в изучении далекого космоса.



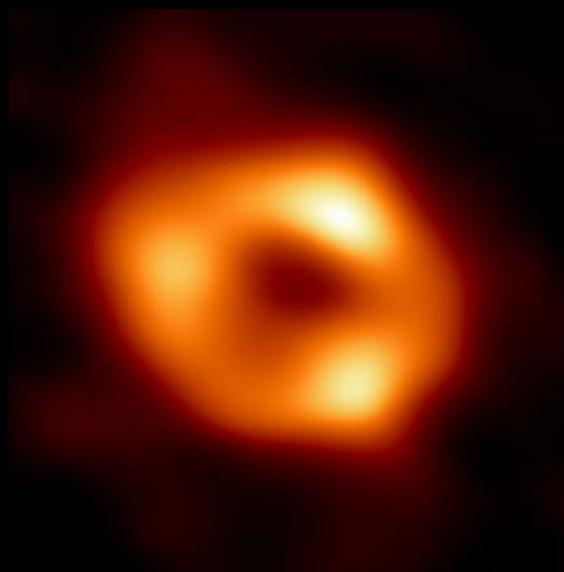
Сверхмассивная чёрная дыра M87*. Источник: снимок телескопа «Телескоп горизонта событий»

В центре галактики Млечный путь есть своя черная дыра, вокруг которой она вращается – Стрелец A* (Sgr A*). Это источник излучения, масса которого превышает массу Солнца в 4 млн раз, при этом он обладает радиусом около 6 световых часов (6,7 млрд км). Материя на этом участке сжата с невообразимой плотностью. Находится эта сверхмассивная черная дыра на расстоянии примерно 26 тыс. световых лет от Солнца.

Впервые радиопомехи, исходящие от Стрельца A*, услышал в 1931 году Карл Янский, американский радиофизик, основоположник радиоастрономии. Понадобилось несколько десятилетий кропотливой работы ученых-астрофизиков, чтобы доказать, что Стрелец A* содержит в себе черную дыру. В 1994 году его удалось рассмотреть в телескопы. В 2020 году Нобелевскую премию по физике получили Райнхард Генцель и Андреа Гез за доказательство того,

что Стрельца A* действительно является сверхмассивной черной дырой.

В 2022 году случилось еще более волнующее событие – удалось получить первый фотоснимок Стрельца A* с помощью телескопа «Горизонт событий». В 2023 году ученые обнаружили следы мощной вспышки в районе Стрельца A*. Это событие перевернуло представление о черной дыре в центре нашей галактики. Ранее считалось, что этот космический объект спит вот уже на протяжении многих миллионов лет. Но сейчас ученые считают, что около 200 лет назад (практически вчера по космическим меркам) Стрелец A* внезапно пробудился. Предполагается, что черная дыра поглотила какой-то гигантский объект – облако газа или сверхмассивную звезду. Дальнейшие исследования этого события позволят науке еще больше узнать о черных дырах и их эволюции, а, возможно, ответить и на самые главные вопросы Вселенной – откуда она произошла и куда направляется.



Черная дыра Стрелец A*. Источник: снимок телескопа «Телескоп горизонта событий»

Переменные звезды

Звезды, яркость которых периодически меняется, называются переменными. Они относятся к наиболее интересным и популярным объектам для изучения астрономами. Каждый может внести свой вклад в науку, проведя собственное исследование одной из этих необычных звезд. Ведь их так много, что еще на долгие годы хватит работы по их классификации, и скорее всего, в этой области будет сделано еще много открытий.

Основные типы переменных звезд:

- затменно-переменные;
- пульсирующие;
- мириды;
- цефеиды.

Еще один большой класс переменных звезд – неправильные. Их пульсации не регулярны и не имеют четко выраженной амплитуды. Однако, если учесть, что во Вселенной нет ничего случайного, и все процессы чем-либо обусловлены, то можно предположить, что периодичность пульсации таких звезд и их причина будут когда-то раскрыты.

Затменно-переменные звезды

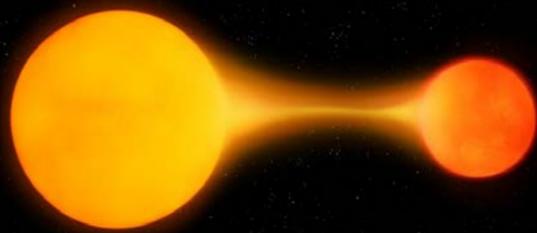
Одной из первых обнаруженных астрономами звезд с переменной яркостью была Алголь из созвездия Персея. В древности ее называли Алгуль - «злой дух» из-за ее необычного переменного свечения. В 80-х годах

XIX века исследователи определили, что Алголь (Бета Персея) является тройной звездой. Две звезды этой тройной системы Алголь A и Алголь B, обладающие разными размерами и мощностью излучения, вращаются по одной орбите, затмевая друг друга с периодичностью 2,8 суток. Этим и обусловлена смена интенсивности блеска Алголя, которую наблюдают с Земли. Алголь относится к типу переменных затменных звезд.

Затменные звезды, или фотометрические двойные, – это системы из двух звезд, которые вращаются на одной орбите и тесно связаны друг с другом. С Земли они кажутся единым целым, а их орбита находится в одной плоскости с лучом зрения земных наблюдателей. Звезды в двойной системе имеют различную яркость. Они затмевают друг друга, что и создает эффект переменного свечения. Таким образом, периодическое изменение их блеска связано не с физическими метаморфозами, а с тем, что они находятся в «удачном» положении относительно Земли.

Насчитывается более 5 000 затменных звезд. В составе двойной системы могут находиться гиганты, сверхгиганты, белые карлики, ядра планетарных туманностей. Отдельно выделяют переменные звезды, которые затмеваются экзопланетами. Затменные звезды можно найти в созвездиях Возничий (Алмааз, Северная Корона (Альфекка, или Гемма), Лира (Шелиак), Орион (Минтака), Персей (Алголь), а также в созвездиях Тельца, Рака, Большой Медведицы и других.

Интересное явление двойных звездных систем – перетекание материи одной звезды в сторону другой. Каждая звезда в системе имеет вокруг себя «личное пространство», так называемую полость Роша. Полости обеих звезд пересекаются в точке Лагранжа. Когда одна из звезд в процессе эволюции увеличивается и заполняет всю свою полость Роша, через точку Лагранжа ее вещество начинает перемещаться в сторону второй звезды-спутника. В результате форма звезды из круглой трансформируется в эллипсоидную. Одновременно происходит эволюция и второй звезды, которая также постепенно заполняет свою полость Роша. В итоге получается необычная звезда в форме двух сросшихся эллипсоидов, с общей оболочкой. Такая звезда, вращаясь по собственной орбите, также имеет переменное свечение. К эллипсоидным затменным звездам относится Бета Лиры, или Шелиак.



Перетекание материи двойных звездных систем в представлении художника

Парадокс Алголя – необычное поведение двух звезд парной системы Алголя А и Алголя В. При том, что звез-

ды образовались почти в одно и то же время, меньшая по размеру Алголь В находится на более поздней стадии эволюции, чем более массивная Алголь А. Как известно, более крупные звезды должны развиваться быстрее из-за ускоренного расходования водорода. Много лет ученые не могли объяснить феномен Алголя и даже сомневались в правильности теории эволюции звезд. Наконец было установлено, что на самом деле когда-то Алголь В была более массивной и прошла большую часть своего эволюционного пути, заполнив полость Роша и превратившись в субгиганта. И в этот момент она передала существенную часть своей массы второй звезде-компаньону Алголю А, которая стала больше. Но изменение масс никак не повлияло на эволюционный статус звезд. Такой тип развития присущ многим двойным тесно связанным звездным системам, в том числе Сириусу.



VFTS 352 — тесная двойная система в туманности Тарантул, созвездие Золотая Рыба, в представлении художника. Необычную форму звезды журналисты окрестили «Последним поцелуем звезд». Авторы: ESO/L. Calçada

Пульсирующие переменные звезды

Светимость пульсирующих звезд периодически меняется вследствие изменения физических размеров этих звездных тел. Внешняя оболочка пульсирующей звезды то расширяется, то сжимается, меняется ее температура, в результате чего звезда испускает то больше, то меньше видимого светового излучения. Для обычных звезд такие пульсации тоже свойственны, но быстро затухают, и звезда приходит в равновесное состояние. У пульсирующих звезд регулярные пульсации поддерживаются так называемым каппа-механизмом.

Первой пульсирующей звездой, замеченной на небосклоне еще в древности, стала Мира, или Омикрон Кита. Мира – это двойная звезда в созвездии Кита. Пульсирующей в этой звездной системе является Мира А – красный гигант. Ее звезда-компаньон Мира В – белый карлик. Период Миры А составляет 332 дня. В своем максимуме она хорошо видна на небе, в минимуме становится невидимой для невооруженного взгляда. Мира дала название группе переменных звезд – мирид.

Мириды – это переменные звезды, которые являются красными гигантами. Их интенсивность излучения меняется с периодичностью 80-1000 дней. Яркость в минимуме и максимуме может отличаться в несколько сотен раз.

Планета-компаньон Миры А, белый карлик Мира В, также является переменной звездой, и служит примером неправильных переменных.

Изменение свечения Миры В неравномерное, так как связано с тем, что на ее поверхность хаотично поступает вещество, истекающее с более крупной соседки Миры А.



«Хвост» Миры. Источник: снимок телескопа GALEX

Мира Кита – уникальный космический объект. Это гигантская комета, несущаяся в космосе. Ее хвост простирается на 12 световых лет. Двигаясь со скоростью 130 км/с в космическом пространстве, Мира сбрасывает с себя материю, которая рассеивается позади нее. Вещество, находящееся в конце хвоста, согласно расчетам, звезда сбросила 30 тыс. лет назад. А всей материи, которую она потеряла за это время, хватило бы на «строительство» трех тысяч планет размером с Землю. Почти все звезды Млечного пути движутся вокруг центра галактики со скоростью примерно 25 км/с, а вот Мира куда-то «торопится». И причины такого ускорения ученым еще предстоит выяснить.

Большой вклад в становление знания о переменных звездах внесла Генриетта Ливитт, американская ученая в области астрономии. Она работала в обсерватории Гарварда и занималась исследованием переменных звезд. Ливитт открыла более тысячи переменных звезд и хорошо изучила пульсирующие звезды – цефеиды. Она же предложила способ измерения расстояний в космосе при помощи цефеид.



| Генриетта Суон Ливитт (1868 – 1921)



Южный Крест, фото через телескоп. Американскому астроному Томасу Шепли принадлежит высказывание о том, что цефеиды «дали самый надежный способ определения больших расстояний. А ведь вся история астрономии – это спор о расстояниях. Сначала до Луны и Солнца, затем до звезд, туманностей и галактик». Шепли считал эти звезды самыми важными во Вселенной. Их также называют «вехами», «маяками», «верстовыми столбами» Вселенной.

Цефеиды – это класс переменных пульсирующих звезд с периодом 1-70 дней. За этот период их яркость меняется на 0,1-2 звездные величины. Звезды этого типа массивные, яркие, имеют спектральный класс F при максимальной светимости, класс G или K при

минимальной. Название группы происходит от Беты Цирфея (Альфирк). Яркость этой звезды изменяется с периодичностью 12 часов. Полярная звезда в созвездии Малой Медведицы – тоже цефеида, ее блеск меняется раз в 4 дня.

Цирфеиды идеально подходят для изучения астрономами-любителями, так как их периоды довольно короткие, а сами по себе они очень яркие. В нашей галактике их насчитывается несколько сотен. Они делятся на подклассы в зависимости от массы, возраста, стадии эволюции и других особенностей. Периодичность изменения светимости у всех цефеид сходна.

Звездные скопления

Звезды образуются из межзвездного вещества группами. Это разнородные по своей структуре общности, которые называют звездными скоплениями. Иногда к звездным скоплениям, как и к галактическим, применяют название кластер.

Типы звездных скоплений:

- шаровые скопления;
- рассеянные, или открытые скопления;
- звездные ассоциации.

Шаровые скопления названы так, потому что их форма близка к сферической. Диаметр таких скоплений достигает 10-30 световых лет. В их составе может быть от 10 тыс. до нескольких миллионов звезд. В основном шаровые скопления содержат старые звезды населения II. Это обычно желтые или красные звезды малой массы. Более массивные звезды этих скоплений уже взорвались

сверхновыми или превратились в белых карликов. Голубые звезды этих скоплений называют «отставшими». Считается, что это звезды, находящиеся в стадии слияния. Шаровые скопления в нашей галактике в основном распространены в пределах гало. Шаровые скопления достаточно стабильные, так как звезды в них тесно связаны гравитацией. Поэтому они и просуществовали так долго.

В галактике Млечный путь найдено около 150 шаровых скоплений. Считается, что некоторые из них когда-то принадлежали другим галактикам, которые были «захвачены» Млечным путем. Некоторые шаровые скопления хорошо видны невооруженным взглядом, например, Омега Центавра в созвездии Центавра, а также Мессье 13 в созвездии Геркулеса.



Шаровое звездное скопление Мессье 4 (M 4) в созвездии Скорпион. Предполагается, что в центре скопления находится массивная черная дыра. Источник: снимок телескопа «Хаббл»

Рассеянные скопления обладают слабой гравитационной связью. Они находятся на галактической спирали (обычно в спиральных рукавах), и поэтому постоянно подвергаются внешним воздействиям. В результате чего эти скопления обречены вскоре рассеяться.

Обычно содержат несколько сотен звезд на протяженности около 30 световых лет. Чаще всего рассеянные скопления существуют около 100 млн лет. Самое известное звездное рассеянное скопление – Плеяды в созвездии Тельца.



| Рассеянное скопление Плеяды

Звездные ассоциации – это скопления молодых звезд, которые образовались примерно в одно и то же время, но не связаны гравитационно. Либо связь очень слабая. Такие скопления существуют несколько миллионов лет и распадаются. Звездные ассоциации открыл и классифицировал в 1947 году советский астрофизик Виктор Амазаспович Амбарцумян, один из основоположников теоретической астрофизики.



| Виктор Амазаспович Амбарцумян (1908-1996)



МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ

Млечный Путь – это спиральная галактика, в которой расположена Солнечная система и планета Земля. Млечный Путь включает в себя от 100 до 400 миллиардов звезд, масса и светимость галактики существенно выше, чем у других.

16 килопарсек – величина радиуса звездного диска Млечного Пути и радиус галактики, сама Солнечная система находится от центра на расстоянии 7,5–8,5 килопарсека,

скорость движения Солнечной системы вокруг центра – 220 км/с.

Почему появилось название «Млечный Путь»? В ночном небе видна светлая туманная полоса, ее свет возникает от большого количества тусклых звезд в галактическом диске. Наша планета расположена внутри Млечного Пути, поэтому мы не можем точно сказать о внешнем виде галактики.

Основное количество звезд в нашей галактике находится в галактическом диске со спиральными рукавами. В галактике есть звездное скопление (балдж) средних разме-

С далекой древности Млечный Путь интересовал разных народов, само название связано с греко-римской мифологией. Есть легенда, что верховная олимпийская богиня Гера не хотела кормить грудью незаконнорожденных детей Зевса. Но однажды к груди спящей Геры поднесли младенца Геракла. Богиня проснулась и оттолкнула ребенка, при этом из груди брызнуло молоко, превратившись в Млечный Путь. С этим мифом связано и слово «галактика», означающее в переводе с древнегреческого «молочный круп».

ров, также есть перемишка, т.е. структура из газа и звезд (бар). В центре галактики находится черная дыра, а сам диск Млечного пути окружает гало с небольшим количеством звезд и значительным количеством загадочной темной материи.

Люди знают о Млечном пути с незапамятных времен. В начале семнадцатого столетия Галилео Галилей определил, что множество тусклых звезд образуют свет полосы Млечного пути. Прошло примерно полтора века, и в 1784–1785 году Фредерик Уильям Гершель, английский астроном, впервые задумался о форме и размере нашей галактики. Ученый выдвинул гипотезу, что Млечный Путь похож на диск, однако правильных выводов о его размере он пока сделать не смог. Уже в начале двадцатого века американский астроном Харлоу Шелли смог определить, что Солнце расположено далеко от центра галактики, а чуть позже, в 1924–1925 году великий американский астрофизик и космолог Эдвин Хаббл доказал, что наша галактика – это далеко не вся Вселенная, а только лишь ее незначительная часть.

Древние легенды остались в культурном пространстве людей, а изучением Млечного Пути стала заниматься галактическая астрономия. Благодаря развитию физики и астрономии появились точные данные о величине космических объектов, их массе и расстоянии между ними. Но, разумеется, этих данных пока недостаточно, многое человечеству еще только предстоит узнать.

ГАЛАКТИКИ И СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК

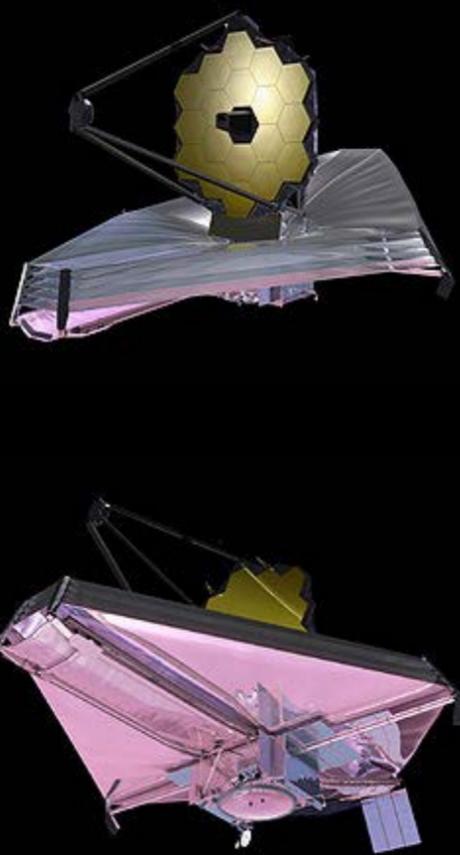
Открытие галактик

Галактика – это система, состоящая из звезд, планет, межзвездного газа и пыли, а также темной материи. Существует множество галактик, каждая из которых расположена на значительном расстоянии от нашей. Открытие галактик стало возможным благодаря развитию науки и техники. Современные телескопы позволяют проводить наблюдение на ультрафиолетовой или инфракрасной волне. Телескопы способны обнаружить свет далеких галактик, и это позволяет получить определенную информацию о тех или иных космических объектах. Спектральный анализ света, исходящего от галактики, – фактор, который необходим для изучения.

В 2021 году с космодрома Куру был запущен космический телескоп «Джеймс Уэбб» – это орбитальная инфракрасная обсерватория, дающая возможность проводить необходимые исследования. Сначала обсерватория носила название «Космический телескоп нового поколения», но в 2002 году телескоп был назван в честь Джеймса Уэбба, второго руководителя НАСА (1906–1992 гг.).



В 2022 году телескоп вышел на орбиту и буквально в первые месяцы работы была получена информация о различных космических объектах: об отдаленных галактиках и о планетах Солнечной системы. Запуск телескопа Джеймс Уэбб стало настоящим научным прорывом. Благодаря работе обсерватории ученые получили возможность изучить состав атмосферы планет, расположенных в сотнях световых лет от Земли.



3D-модель космического телескопа Джеймса Уэбба с полностью развернутыми компонентами

Классификация галактик

Классификация галактик основывается на их внешнем виде. Наиболее популярной является простая, но весьма удобная для описания, классификация Хаббла. Согласно данной классификации, галактики подразделяются на: эллиптические; линзовидные; спиральные; неправильные – образующие последовательность, которая делится на две части.

Скрытая масса галактик

Скрытая масса галактик – одна из тайн Вселенной, которую людям пока еще не под силу разгадать. Под данным термином подразумевается некая форма материи, которую не удастся обнаружить даже с помощью современных телескопов. На чем же основываются предположения о наличии скрытой массы? На наблюдениях за гравитационными взаимодействиями. Ведь у звезд, расположенных вблизи скрытой массы, изменяются траектории. Впервые гипотеза о наличии скрытой массы появилась в начале двадцатого столетия. Ее выдвинул швейцарский астроном Фриц Цвикки при изучении скорости вращения звезд в Звездном кластере Большого Магелланова облака. Ученый обратил внимания, что по всем параметрам скорость вращения звезд должна быть существенно выше, чем та, что была определена. Соответственно, возникло

предположение о наличии некоей значительной массы, никак себя не проявляющей, но влияющей на гравитацию.



У астрономов возникли различные гипотезы относительно скрытой массы. Одна из версий – наличие так называемой «темной материи». Она не излучает, не поглощает и не отражает электромагнитное излучение. Именно «темная материя» становится причиной дополнительной массы галактик. Другая версия – существование черных дыр, которые имеют огромную массу. Эти объекты не светятся, соответственно их масса как раз является скрытой.

Одной из гипотез существования скрытой массы можно отнести наличие невидимых звезд. Это могут быть темные и холодные объекты, которые мы пока еще не обнаружили. Но они существуют, становясь причиной скрытой массы галактик. Еще одна версия основывается на наличии в галактиках газа и пыли, что становится причиной скрытой массы.

Возникает вполне закономерный вопрос: зачем ученым нужно изучать скрытую массу? В первую очередь изучение скрытой массы позволяет ответить на ряд вопросов, связанных с взаимодействием между различными объектами в галактике. Эта

информация, в свою очередь, дает возможность понять, как происходит формирование и эволюция галактик.

Взаимодействующие галактики

Различные космические объекты так или иначе взаимодействуют друг с другом, галактики в данном случае не исключение. Под взаимодействующими галактиками подразумевают галактики, которые находятся в относительной близости, в результате взаимная гравитация оказывает определенное воздействие на целый ряд процессов, среди которых форма вещества и звезд, их движение и процессы образования новых объектов.



Галактики «Мышки» (NGC 4676A и NGC 4676B). Фотография телескопа «Хаббл».

В качестве примера близких взаимодействующих галактик можно привести Млечный путь и Карликовую эллиптическую галактику в Стрельце. Карликовая галактика расположена внутри Млечного пути, находится от центра на расстоянии 19 кпк. И есть гипотеза, что через определенное время, приблизительно через 1 миллиард лет, Млечный путь поглотит и разрушит Карликовую галактику.

Эллиптические галактики

Эллиптические галактики – это особый класс галактик, обладающих эллипсоидной или сферической структурой. Их принято обозначать буквой E. Именно они относятся к одному из основных типов галактик. Каких-то явных особенностей у эллиптических галактик нет, в них уже завершились процессы образования звезд, газа и пыли нет. Именно поэтому в галактиках данного типа есть только старые звезды. Это могут быть красные и желтые карлики, белые карлики и красные гиганты. Галактики отличаются выраженным красным цветом.



Эллиптическая галактика ESO 325-G004

Спиральные галактики

Спиральные галактики – это галактики, у которых есть выраженная дисковая составляющая, а также обязательно присутствует балдж (уплотнение из звезд, расположенное в центре). У галактик данного типа обязательно есть заметные спиральные рукава, с чем и связано название. По мнению ученых, примерно 50% известных нам галактик являются спиральными. Их принято обозначать буквой S. По классификации Хаббла спиральные галактики относятся к одному из основных типов. Их изучение ведется достаточно давно, впервые их описание было сделано в 1845 году Уильямом Парсонсом. Он определил эти объекты как «спиральные туманности». В то время предполагалось, что спиральные галактики расположены в Млечном пути, представляют собой скопления пыли и газа. Но в начале двадцатого столетия было доказано, что это мнение ошибочно, и «туманности» не имеют никакого отношения к Млечному пути.



Спиральная галактика Вертушка (M 101)

Линзовидные галактики

Линзовидные галактики – тип галактик, который является промежуточным между эллиптическими и спиральными. К галактикам данного типа относятся дисковые галактики, утратившие межзвездный газ, вследствие чего у них значительно снижена частота формирования звезд. В дисках галактики могут сохраниться немалые запасы пыли, а в самих галактиках представлены в основном старые звезды. Согласно классификации Хаббла, линзовидные галактики относят к классу S0.

В линзовидных галактиках ярко видны как сам диск, так и балдж. Если сравнивать их со спиральными галактиками, то в линзовидных более выражен балдж, а рукавов чаще всего нет. Но может присутствовать бар (перемычка из звезд высокой яркости, которая выходит из центра и проходит посередине галактики).

Звездный состав линзовидных галактик аналогичен составу эллиптических, в них преобладают старые и красные звезды, также есть шаровые звездные скопления и много пыли. А вот межзвездного газа сравнительно мало, это ученые смогли определить по линиям нейтрального водорода.

Относительно формирования линзовидных галактик есть разные гипотезы. Предполагают, что линзовидные галактики – это старые спиральные галактики, в которых завершился процесс образования новых звезд.

Нередко яркость линзовидных галактик выше, чем у спиральных. Возможно, что яркие линзовидные галактики образуются в результате столкновения галактик и их слияния. Таким образом возникает крупная дисковая галактика, не имеющая спиральной структуры.



Галактика Веретено (NGC 5866), линзообразная галактика в созвездии Дракон

Неправильные галактики

Существуют галактики неправильной формы, их нельзя отнести ни к эллиптическим, ни к спиральным. В связи с этим они не подходят под классификацию галактик Хаббла. Это галактики, у которых нет спиральных ветвей и ярко выраженного ядра, форма у них хаотичная. Астрономы утверждают, что такие галактики когда-то были эллиптическими или спиральными, но на них оказала влияние гравитация других галактик, в результате чего они были деформированы.

В неправильных галактиках бывает множество молодых звезд. Они значительно меньше других галактик, но их изучение очень важно для развития науки.



Неправильная галактика в созвездии Эридан NGC 1427A

Карликовые галактики

Само название «карликовые» уже дает понять, что галактики небольших размеров, в них сравнительно немного звезд. Для сравнения: в нашей галактике несколько сотен миллиардов звезд, а в карликовых всего несколько миллиардов, т.е. в сотни раз меньше.

Карликовые галактики бывают разные, их различия основываются в первую очередь на факторе поверхностной яркости. Низкая светимость приводит к тому, что ученым непросто изучить эти галактики. Относительно изученными могут быть карликовые галактики, расположенные относительно близко.

Нередко карликовые галактики находятся рядом с яркими и крупными галактиками, часто они расположены рядом с группами и скоплениями галактик.



Галактика I Zw 18, Цвикки впервые была открыта швейцарским астрономом Фрицем Цвикки при фотографическом обзоре галактик в 1930-х годах. По первоначальным данным, она считалась самой молодой из обнаруженных галактик, около 500 млн лет (сравните: Млечный Путь образован порядка 12 млрд лет назад, что типично для всех галактик во Вселенной). Позже в галактике Цвикки были найдены звезды возраста 1 млрд лет, а возможно, и более. Соответственно, эта галактика, скорее всего, формировалась в то же время, что и большинство остальных.

Масса наиболее маленьких карликовых галактик равна массе несколько миллионов масс Солнца. Размеры варьируются от менее 100 парсек до нескольких килопарсек (кпк).

В карликовые галактики могут входить звезды разного возраста, в составе также могут быть пыль, газ и темная материя, которую пока не удастся изучить ученым. Но уже есть гипотезы, что масса темной материи во много раз выше массы других объектов галактики,

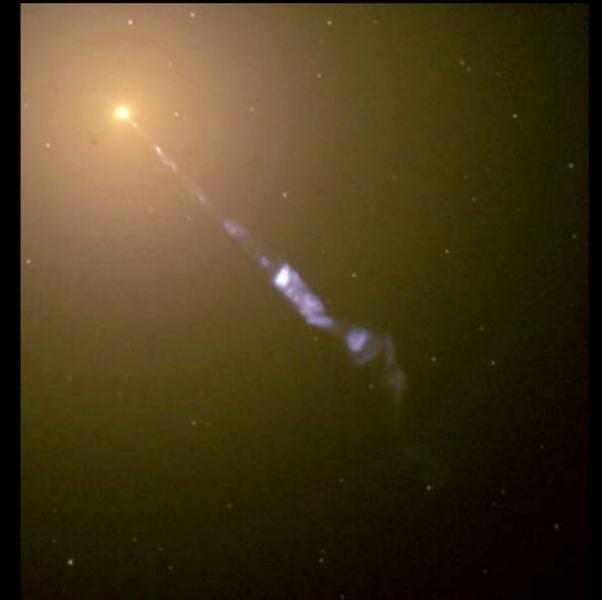
У многих карликовых галактик кроме небольшого размера и невысокой яркости есть интересная особенность: в звездах и газе существенно меньше тех химических элементов (железо, кислород, углерод и др.), синтез которых происходит в массивных звездах. Сравнительно невысокое содержание может объясняться тем, что продукты взрыва звезд быстро уходили из неплотных галактик, соответственно, не смогли оказаться в составе новых молодых звезд, образование которых происходит из межзвездного газа.

Галактики с активными ядрами

В космосе много интереснейших для изучения объектов, среди которых пристальное внимание ученых привлекают галактики с активными ядрами. В чем особенность этих галактик? Они излучают колоссальное количество энергии, а в дальнейшем могут стать черными дырами.

В составе каждой галактики есть огромное количество звезд и иных

объектов. Нередко в составе галактики есть огромное ядро, (это может быть черная дыра), которая может проявлять необычайную активность. Иными словами, вокруг ядра в данной галактике образуется значительное количество энергии.



Активная гигантская эллиптическая галактика M87. Из центра галактики вырывается релятивистская струя (джет).

Галактики с активными ядрами нередко называют «активными галактиками», к отличительным особенностям можно отнести необычайную яркость. У подобных галактик также могут быть заметные искажения формы, что объясняется активностью ядра.

К проявлениям активности ядра ученые относят выбросы газовых струй или быстрых частиц; высокую мощность радиоизлучения; быстрое движение газа; излучение огромной мощности в коротковолновых областях спектра, концентрация которого происходит в небольшой области размером менее одного светового года.

Из ядра активной галактики обычно выходит релятивистская струя (струя плазмы). Интересной особенностью является то, что у многих активных галактик наблюдается переменное рентгеновское излучение, оно может проявляться от нескольких дней до нескольких часов, т.е. активной галактика является периодически, а не постоянно.

Почему возникает активность ядер галактики, этот вопрос не может не волновать ученых. Существуют разные гипотезы. Активность галактического ядра может быть связана со вспышками сверхновых звезд. Иными словами, вспышка сверхновой освобождает энергию, сосредоточенную во всей области ядра. С точки зрения ученых, именно вспышки сверхновых – это причина необычайной активности ядер. Но ученые пока не могут объяснить, с чем связаны выбросы струй плазмы.



Спиральная галактика M74 находится в созвездии Рыбы, на расстоянии примерно 30 миллионов световых лет (9,2 млн парсек) от Земли. Была обнаружена французским астрономом Пьером Мешеном в 1780-м году.

Следующая гипотеза основывается на том, что активность ядра вызвана звездоподобным объектом, обладающим сильным магнитным полем. Но в данном случае вопросы вызывает сам объект.

Наиболее распространенной теорией является та, которая за основу принимает наличие в центре галактики сверхмассивной черной дыры. Активность вызвана именно ее существованием.

Активные галактики бывают разного типа, их формы и размеры также могут варьироваться. Классификация основывается на типе активности ядра. К основным типам активности ядра относят, во-первых, радиочастотную активность. Из ядра излучаются радиоволны, и это дает возможность сравнительно легко обнаружить галактику. Во-вторых, бывает оптическая активность, при этом галактика испускает свет в видимом диапазоне, т.е. является весьма яркой. Это распространенный тип активности.

Активные галактики, безусловно, на данном этапе развития науки не могут быть хорошо изучены. Сверхмассивные черные дыры, которые находятся в центре галактики, являются загадочными и интересными объектами. Галактики с активными ядрами отличаются не только необычной формой и значительной яркостью, но также имеют огромные размеры, в них могут входить миллиарды звезд. А еще активные галактики оказывают заметное воздействие на окружающие объекты, например, они могут сжать или раздуть звездные облака. Это, в свою очередь, влечет за собой образование новых звезд или может стать причиной, что звезды вообще не образуются.

Скопления галактик

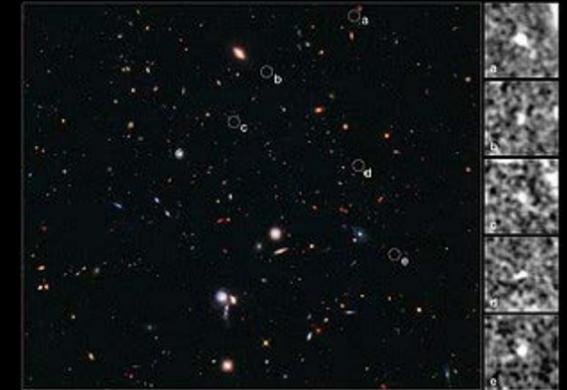
Скопления галактик – это галактические системы, представляющие собой самые значительные по размеру структуры во Вселенной. В эти системы могут входить от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч разных галактик. В составе галактических скоплений также всегда находятся межгалактический газ, температура которого десятки миллионов кельвинов, и темная материя (темная масса). Типичный размер галактического скопления по диаметру – десятки миллионов световых лет.

Все скопления галактик можно разделить на регулярные и иррегулярные.

К регулярным принято относить скопления, отличающиеся правильной сферической формой. В них обычно присутствуют эллиптические и линзовидные галактики, в которых четко

выражена центральная часть. Обычно в центральной части скоплений находятся гигантские эллиптические галактики.

К иррегулярным принято относить скопления, не обладающие определенной формой. По количеству галактик они уступают регулярным. В иррегулярных скоплениях обычно бывает больше всего спиральных галактик.



Составное изображение пяти галактик, которые сгруппировались через 600 миллионов лет после образования Вселенной

Квезары

Квезар – класс наиболее ярких астрономических объектов, расположенных во Вселенной. Само слово «квезар» в переводе с английского обозначает quasi-stellar («радиоисточник, похожий на звезду»).



Галактика NGC 4319 и квезар Маркарян 205

Согласно выводам современных ученых, квезары – это активные ядра галактик на начальном этапе своего развития. В этих ядрах сверхмассивной черной дырой поглощается окружающее вещество, в результате чего формируется аккреционный диск (особая структура, которая возникает вокруг звезд в тесных двойных системах, во вращающихся галактиках и в протопланетных образованиях. Эта структура представляет собой нагретое пространство, возникающее от трения частиц пыли, газа и иных материалов, сталкивающихся друг с другом). Аккреционный диск образует радиацию, нагревается, гене-

рирует радиоволны, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение.

Иными словами, именно диск испускает мощное излучение, которое может в сотни раз превысить суммарную мощность всех звезд нескольких галактик. Квазары светят чрезвычайно ярко, но мы видим только центр, а другие части пока ученым увидеть не удалось.

Квазары были найдены как объекты с большим красным смещением, обладающие электромагнитным излучением (включая радиоволны и видимый свет). Интересно, что квазары обладают малыми угловыми размерами, поэтому долгое время их не могли отличить от звезд.

На самом деле квазары – это не звезды, а молодые галактики, расположенные на огромном расстоянии от Солнечной системы. С Земли их можно увидеть только благодаря невероятной яркости. Каждый отдельный квазар в тысячу раз ярче, чем весь Млечный Путь и примерно в 27 трлн ярче, чем Солнце.

Необычайная яркость квазаров вызывает пристальный интерес ученых. Из-за огромного расстояния между нашей планетой и этими космическими объектами у нас есть возможность увидеть их именно в том состоянии, в котором они были в самом начале образования Вселенной. В 2022 году ученые смогли обнаружить наиболее старый квазар, его назвали J0313-1806. Он расположен в 13 миллиардов световых лет от Земли, а у ученых есть возможность увидеть его в возрасте 670 миллионов лет с момента Боль-

шого взрыва (сравнительные данные: предполагают, что сама Вселенная существует примерно 14 миллиардов лет, Солнечная система существует примерно 4,5 миллиарда лет).

Гравитационные линзы

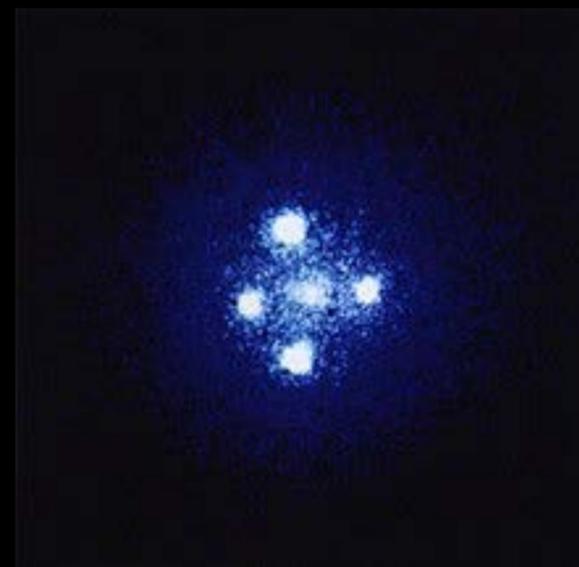
Гравитационные линзы – это какое-либо массивное тело (например, звезды, планеты, галактики и их скопления, или темная материя), которая своим гравитационным полем меняет направление электромагнитного излучения. Название связано именно с этим качеством, ведь обыкновенная линза способна изменить направление светового луча.

Влияние гравитации на искривление светового луча было известно достаточно давно благодаря общей теории относительности А. Эйнштейна. И поэтому открытие гравитационных линз только подтвердило общую теорию относительности.

Обычно гравитационные линзы, которые могут значительно повлиять на тот или иной объект, – это объекты, обладающие огромной массой, т.е. галактики или скопления галактик. Однако звезды, масса которых существенно меньше, тоже могут влиять на световые лучи. Но в данном случае отклонения будут сравнительно небольшими, и ученые не смогут их зафиксировать. Тем не менее ученые смогут определить увеличение яркости объекта-линзы, когда ее путь проходит между фоновым объектом и Землей. Изменение будет незаметным, если

объект-линза обладает значительной яркостью. Но если объект-линза не обладает большой яркостью или же совсем не виден, то ученые смогут наблюдать вспышку. Подобные явления носят название «микролинзирование».

Внимание к подобным явлениям вызвано именно тем, что благодаря наблюдением за процессом линзирования дает возможность найти значительные скопления материи, которые не удастся обнаружить другими способами.



Крест Эйнштейна – четыре изображения квазара стали обрамлением галактики, которая в данном случае является гравитационной линзой

Галактика Андромеды

Галактика Андромеды (у нее есть и другие названия: Туманность Андромеды; M31; NGC 224; PGC 2557) – это спиральная галактика, которую можно наблюдать в созвездии Андромеды. Диаметр – 47 килопарсек, это

существенно больше, чем у нашей галактики; по содержанию звезд она также превышает Млечный Путь, но масса примерно равна массе нашей галактики или даже немного меньше.

От нашей галактики до Туманности Андромеды примерно 800 килопарсек, что позволяет ее отнести к ближайшим из крупных галактик; она является крупнейшей галактикой Местной группы.



Галактика Андромеды в ультрафиолетовых лучах

Галактика Андромеды представляет большой интерес для космических исследований. Учеными уже были обнаружены ряд планет в той галактике, среди которых есть похожие на нашу планету.

Как люди могут изучать столь далекие космические объекты? Для исследований применяются мощные телескопы, позволяющие уловить мельчайшие изменения в звездном свете. Все это позволяет предположить наличие планет, вращающихся

ся вокруг звезд. Методы физических расчетов помогают определить наличие планет по их воздействию на траектории звезд в галактике.

О галактике Андромеды часто идет речь в фантастических произведениях. За ней также любят наблюдать астрономы-любители, благо ее можно заметить даже невооруженным глазом. Об этой галактике люди знали с незапамятных времен, одно из первых сведений относится к 964 году нашей эры. Однако только в начале двадцатого столетия, в 1923 году Эдвин Хаббл определил, что Туманность Андромеды находится вне Млечного Пути. В настоящее время именно эта галактика относится к наиболее изученным.

Интересно, что галактика Андромеды уже начала сталкиваться и сливаться с Млечным Путем. И через 4 миллиарда лет эти галактики столкнутся, затем последует их слияние.

Галактика Треугольника

Галактика Треугольника (ее еще называют Туманность Треугольника; M 33, NGC 598) – это одна из ближайших к нам спиральных галактик позднего типа, находится в созвездии Треугольник; в ней происходит активное звездообразование. Расстояние от Млечного Пути до Галактики Треугольника составляет от 750 до 1000 килопарсек.

Галактика расположена в Местной группе галактик, находится на третьем

месте после Галактики Андромеды и Млечного Пути по следующим параметрам: массе, размеру, светимости.

Диаметр данной галактики примерно в два раза меньше, чем у Млечного Пути, количество звезд в ней также существенно меньше, чем в нашей галактике (приблизительно 40 миллиардов, в то время, как в нашей от 100 до 400 миллиардов).

Галактика Треугольника сближается с Млечным Путем со скоростью 180 км/с. Движение происходит в общем гравитационном поле Местной группы, но больше всего на эту галактику влияет Туманность Андромеды. В дальнейшем предполагают, что Галактика Треугольника может столкнуться с Туманностью Андромеды, нашей галактикой (это может произойти примерно через 2–4 миллиарда лет) или же она уйдет из Местной группы.

Структура Галактики Треугольника аналогично структуре спиральных галактик позднего типа. В центре находится небольшое ядро, нет выраженного балджа, в диске присутствуют 4 спиральных рукава, вдоль их внутренних кромок заметны пылевые полосы. В центре галактики нет массивной черной дыры, эта особенность является интересной и заслуживающей внимания.

Образование первых звезд в Галактике Треугольника произошло примерно 10–12 миллиардов лет назад, именно так была образована сферическая звездная подсистема. Наиболее активный процесс звездообразования происходил от 3 до 6 миллиардов лет назад, примерно 50% галактических звезд было обра-

зовано в тот период. Звезды указанного возраста формируют дисковую подсистему Галактики Треугольника.

Газ распределен равномерно, в центральной части галактики водород находится в молекулярном состоянии, во внешних областях – в атомарном, в диске водород находятся гигантские молекулярные облака из водорода.



| Галактика Треугольника

Галактики Антенны

Галактики Антенны – это взаимодействующие галактики в созвездии Ворона, в которых происходят процессы активного звездообразования. Расстояние от галактик Антенны до Млечного Пути приблизительно 45 миллионов световых лет. В результате столкновения газовых и пылевых облаков в присутствии магнитного поля существенно возрастают темпы образования звезд. Галактики Антенны открыл Уильям Гершель в 1785 году.



| Галактики Антенны (NGC 4038 слева и NGC 4039 справа)

Галактики Антенны находятся на стадии столкновения, происходит соединение их ядер, в дальнейшем из них будет образована одна гигантская эллиптическая галактика. Ядра галактик Антенны после слияния станут единым ядром, которое состоит из газа, звезд и пыли. Приблизительно это будет в ближайшие 400 миллионов лет.

Столкновение на определенном этапе и дальнейшее слияние – эти события ожидают множество галактик. Предполагается, что когда Млечный Путь столкнется с Галактикой Андромеды, произойдет их слияние, образуется одна гигантская галактика.

Название «Галактики Антенны» были даны по причине наличия двух длинных хвостов из звезд, пыли и газа, которые были выброшены из галактик. Эти хвосты похожи на антенны насекомых. В этих галактиках находится сравнительно молодая популяция массивных шаровых скоплений, образованных в процессе столкновения

этих космических систем. Молодой возраст шаровых скоплений заметно отличается от иных образований, возраст которых не менее 12 миллиардов лет. Возникновение этих шаровых скоплений связано с ударными волнами, которые возникают в результате столкновения галактик. Ударные волны сжимают массивные молекулярные облака, что становится причиной образования новых звездных скоплений.

Когда-то, примерно 1,2 миллиарда лет назад, галактики Антенны были отдельными галактиками. Одна из них, NGC 4038 была спиральной галактикой с перемычкой, а галактика NGC 4039 была спиральной галактикой большего размера. 900 миллионов лет назад началось сближение галактик, примерно 600 миллионов лет галактики Антенны прошли друг через друга. И 300 миллионов лет назад из этих галактик стали уходить звезды, именно поэтому в настоящее время два потока вышедших за пределы галактик звезд тянутся далеко за их пределы, образуя хвосты, напоминающие антенны.

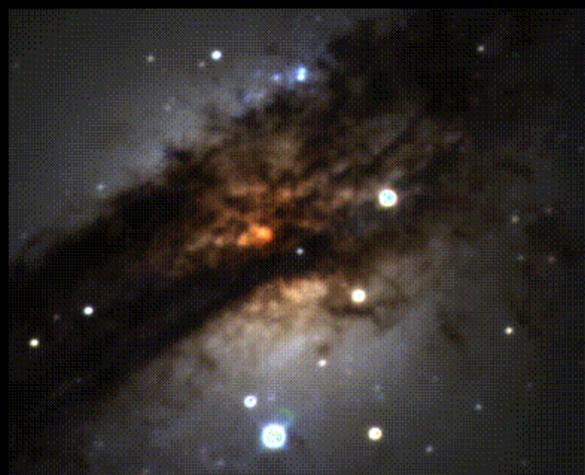
Интересно, что при изучении изображений ученые пришли к выводу, что в данных галактиках есть области, где содержится много кремния, магния, неона. Именно эти элементы необходимы для создания планет, где могут развиваться различные формы жизни.

Галактика Кентавр А

Галактика Кентавр А – это ближайшая к нашей планете активная эллиптическая галактика, обладающая сложной внутренней структурой. Рас-

стояние от Млечного Пути составляет примерно 10 миллионов световых лет. Галактика считается весьма необычной, потому что через ее центр проходит огромная толстая полоса пыли, практически полностью закрывающая центр. Безусловно, в каждой галактике есть пыль, но ее существенно меньше. Есть предположения, что пыль и газ скрывают массивную черную дыру.

Если сравнивать Кентавр А с любой другой галактикой, то здесь существенно больше молодых голубых звезд. Галактика Кентавр А – источник мощного радиоизлучения. Есть предположения, что галактика возникла после столкновения двух других галактик.



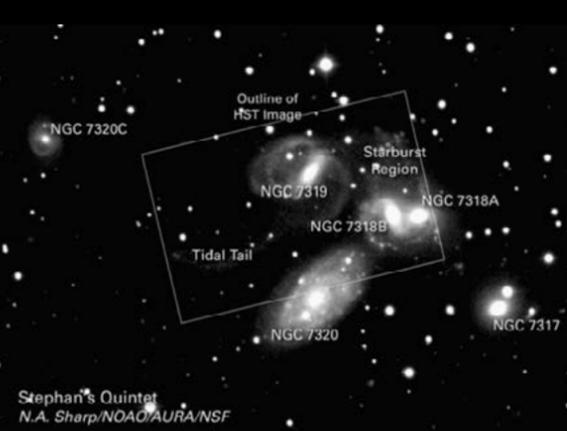
| Галактика Кентавр А

Квинтет Стефана

Квинтет Стефана – скопление, состоящее из пяти галактик в созвездии Пегаса. Четыре галактики образуют компактную группу галактик, пятая проецируется на эту группу. В 1877 году французский астроном Эдуард Жан-Мари Стефан обнаружил данное галактическое скопление.



| Квинтет Стефана
(скопление галактик)



| Галактики, которые входят
в Квинтет Стефана

В Квинтете Стефана четыре галактики постоянно взаимодействуют друг с другом, производя ударные волны. Столкновение галактик NGC 7318B и NGC 7318A приводит к образованию молекулярного водорода, именно это образование считается одним из самых активных мест, где когда-либо было отмечено данное явление. Изучение за столкновением галактик дает возможность понять, какие процессы происходили примерно 10 миллиардов лет назад, когда только начала образовываться Вселенная.

Планетные системы Вселенной

Планетная система (планетарная система) – это система звезд и любых астрономических объектов (планет, их спутников, астероидов, комет, космической пыли и др.), вращающихся вокруг общего центра масс. Звездную систему образуют звезды с замкнутыми орбитами и их планетные системы, гравитационно влияющие друг на друга.

Солнечная система – это планетная система, в которую входит Земля и Солнце.



| Солнечная система

Ученые утверждают, что образование планетных систем происходит из пыли и газа, которые окружают звезды под воздействием гравитационных и электромагнитных сил. Начало образования каждой планетной системы – это гравитационный коллапс части межзвездного облака из пыли и газа, возникающего в результате уплотнения облачного вещества. Процесс уплотнения может начинаться из-за того, что сквозь облако проходит ударная волна от взрыва сверхновой.

Другой вариант – уплотнение может произойти из-за естественной динамики облака. Но так или иначе облако становится центром гравитационного притяжения для окружающего вещества (центром гравитационного коллапса). Обычно у такого облака присутствует начальный угловой момент, а также оно содержит не только основные элементы (гелий и водород), но и более тяжелые химические элементы (кислород, азот, неон, углерод и другие). При гравитационном сжатии размеры облака уменьшаются, при этом возрастает скорость вращения облака (так как действует закон сохранения углового момента). Это влечет за собой уплощение облака и образование газопылевого диска. Кроме того, в результате сжатия возрастает плотность и интенсивность взаимодействия частиц вещества, это приводит к увеличению температуры вещества, из которого состоит диск. Но особенно значительно увеличивается температура в центральной части диска. Эта часть начинает светиться, что означает

завершение образования протозвезды.

Протозвезда продолжает притягивать вещество из облака. Это вещество падает на протозвезду, еще увеличивает температуру и давление в центре диска, при этом внешние области диска остаются холодными. Во внешних областях за счет гидродинамических неустойчивостей происходит развитие отдельных уплотнений вещества. Они становятся локальными центрами формирования планет из вещества данного протопланетного диска.

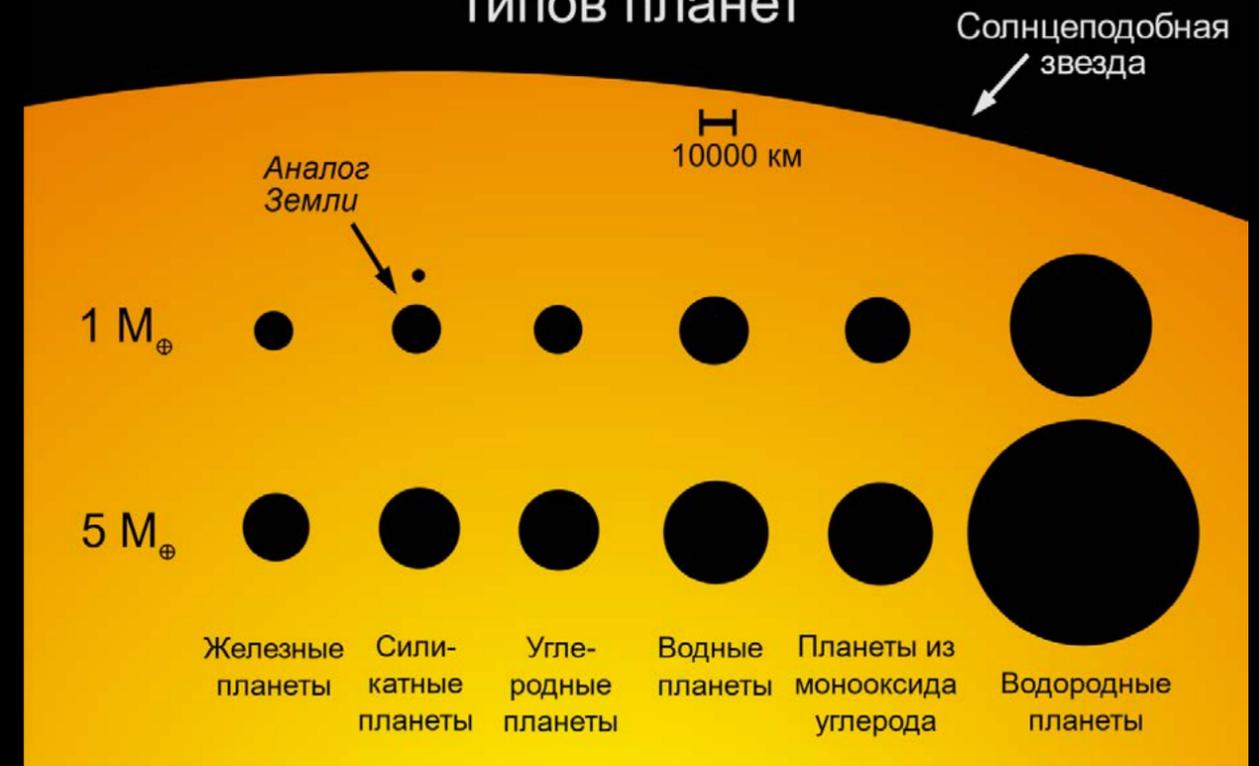
Температура в центре протозвезды возрастает до уровня миллионов кельвинов, при этом там происходит реакция термоядерного синтеза гелия из водорода. Соответственно, протозвезда превращается в звезду главной последовательности. Во внешней области вокруг звезды из вещества протопланетного диска образуются планеты, вращающиеся по орбитам разных конфигураций вокруг этой звезды. Так происходит образование планетных систем.

Экзопланеты

Экзопланета (внесолнечная планета) – планета, которая находится за пределами Солнечной системы. Сравнительно недавно

вопрос обнаружения планет представлял существенные сложности, ведь планеты обладают небольшими размерами, а сами звезды находятся чрезвычайно далеко от Солнца.

Предполагаемые размеры различных типов планет



Система пульсара PSR 1257+12 (Лич) (PSR B1257+12) была одной из первых обнаружена за пределами Солнечной системы. В 1992 году астрономы Александр Вольщан из Польши и Дейл Фрейл из Канады совместно опубликовали результаты исследований пульсара PSR 1257+12. По данным исследования, пульсар периодически изменял частоту испускаемых импульсов, что ученые объяснили воздействием двух планет с массой, в четыре раза превышающей земную. Позже обнаружили еще одну планету, с массой, в два раза больше массы Луны. Происхождение планет не вполне ясно.

Предположительные размеры планет типа суперземля, в зависимости от их массы и химического состава. Примеры таких планет: планета-океан, в значительной части состоящая из воды; железная планета, углеродная планета

Первые экзопланеты были обнаружены в конце двадцатого столетия, в настоящее время возможности науки и техники позволяют открывать далекие планеты. Большинство известных экзопланет было открыто благодаря различным методикам детектирования, визу-

альное наблюдение в данном случае помочь не могло. Первый снимок был сделан телескопом «Джеймс Уэбб» в сентябре 2022 года. Это была фотография газового гиганта HIP 65426 b.

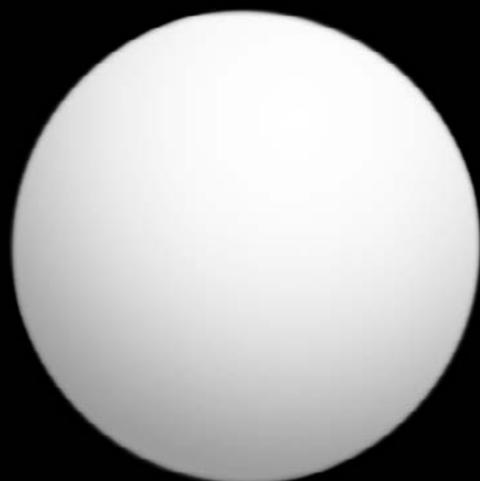
Многие известные экзопланеты являются газовыми гигантами, они по своим параметрам больше похожи на Юпитер, чем на Землю. На самом деле такие планеты (короткопериодичные массивные) обнаружить существенно легче, так как пока у землян ограничены методы исследования.



Проксима Центавра b (также известна как Проксима b) представляет собой экзопланету, которая вращается вокруг красного карлика Проксима Центавра, звезды, ближайшей к Солнцу. Планета находится на расстоянии приблизительно 4,22 светового года (1,3 парсека, 40 трлн км) от Земли в созвездии Центавра. Была открыта сотрудниками Европейской южной обсерватории 24 августа 2016 года методом радиальных скоростей.

Обнаружить звезды нам пока значительно легче, ведь в результате ядерного синтеза в ядре в звездах образуется тепло и свет, происходит выделение энергии. Это электромагнитное излучение и свет, соответственно, мы можем обнаружить их даже на огромном расстоянии. В планетах не происходит подобных процессов, они сами отражают звездный свет. Именно поэтому экзопланеты не удастся так отчетливо увидеть на небе, как можно увидеть звезды. Например, звезда, подобная Солнцу, в миллиард раз ярче отраженного света от планеты, которая вращается вокруг нее.

В настоящее время ученые достоверно подтвердили существование более 5000 экзопланет, которые расположены в 3992 планетных системах. В галактике Млечный Путь не менее 100 миллиардов планет. Ученые предполагают, что от 5 до 20 миллиардов планет похожи на Землю. И по некоторым параметрам около 300 миллионов планет в галактике Млечный Путь могут быть обитаемыми.

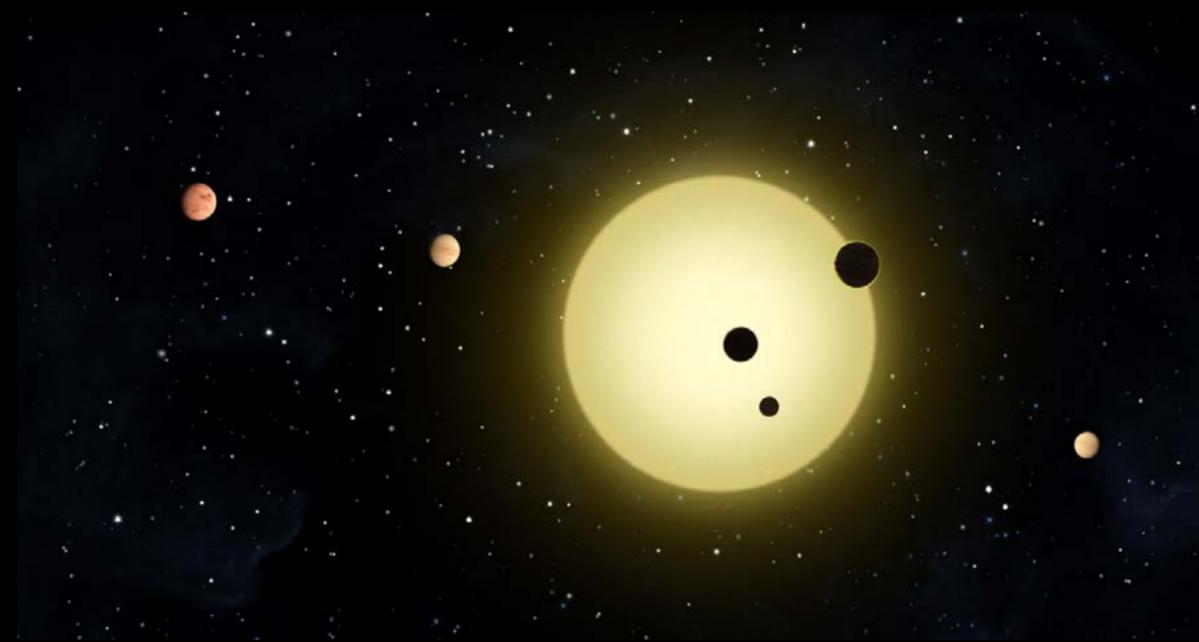


Сравнение размеров TrES-2b с Юпитером. TrES-2b – это черный газовый гигант, который вращается вокруг звезды спектрального класса G0V GSC 03549-02811. Экзопланета была открыта транзитным методом в рамках проекта «Трансатлантический экзопланетный обзор» в 2006 году. По состоянию на 2011 год представляет собой самую черную из всех известных планет. Она отражает менее одного процента солнечного света, падающего извне. Температура ее атмосферы более 980 °С.

Экзопланеты могут быть разными, некоторые обладают поистине уникальными качествами. Например, ученые обнаружили экзопланету – газовую планету-гигант, которая обладает весьма низкой плотностью (примерно 600 г/м³). По плотности экзопланета похожа на зефир, а по внешнему виду она напоминает

Юпитер. Планета вращается вокруг звезды, относящейся к типу «красный карлик», которая находится на расстоянии примерно 580 световых лет от Земли. Планету назвали TOI-3757 b.

Красные карлики – звезды, которые часто встречаются в галактике Млечный Путь. Они отличаются небольшими размерами, являются относительно тусклыми и холодными. В ядрах таких звезд в процессе ядерного синтеза водород превращается в гелий. Красные карлики существенно холоднее Солнца, но из-за атомных реакций в них высокая активность, в результате чего запускаются мощные газовые вспышки. Которые могут разрушить атмосферу различных небесных тел на их орбите. Поэтому в окрестностях Красных карликов обычно не бывает экзопланет. Но вот обнаружение TOI-3757 b опровергло это правило.



Звезда Кеплер-11 в представлении художника во время тройного транзита. Кеплер-11 — одиночная звезда в созвездии Лебедя. Находится на расстоянии около 613 парсек от Солнца (около 2000 световых лет). Вокруг звезды обращается как минимум 6 планет.

Планета с плотностью зефира расположена очень близко к красному карлику. Орбиту звезды TOI-3757 b проходит за чрезвычайно короткий срок – за 3,5 дня. Сама экзопланета по размерам превышает Юпитер, который является самой большой планетой Солнечной системы.

TOI-3757 b – уникальная планета, которая вызвала удивление и значительный интерес ученых. Есть гипотезы, связанные с ее образованием. Формирование газовых гигантов происходит следующим образом: массивные каменные ядра, которые не менее чем в 10 раз превышают массу Земли, способны втягивать огромное количество окружающего газа. В ре-

зультате появляются планеты, похожие на Юпитер. В красном карлике, вокруг которого вращается «зефирная планета», было сравнительно мало тяжелых элементов. И поэтому ядро экзопланеты образовывалось медленно, что привело к замедлению прибавления объема газа. И плотность планеты получилась столь низкой.

Другая причина – орбита экзопланеты имеет форму эллипса, соответственно время от времени TOI-3757 b максимально близко подходит к Красному карлику. По причине подобных сближений планета сильно нагревалась, и в атмосферу выбрасывался газ.

Поиски внеземных цивилизаций

Поиски внеземных цивилизаций интересовали человечество с незапамятных времен. Нам бы очень хотелось знать, есть ли обитаемые планеты, где они находятся, и какая форма жизни там существует. Интересно, что сравнительно недавно у ученых появилась интересная информация,

Ближайшая от Солнца звезда – это Проксима Центавра, она относится к типу красных карликов, расстояние от Земли – приблизительно 4,244 световых лет. Фактический диаметр Проксимы Центавра примерно в 7 раз меньше солнечного диаметра, в 1,5 раза больше диаметра Юпитера. Масса превышает массу Солнца приблизительно в 8 раз.

Чем же привлек ученых этот красный карлик, известный достаточно давно? Еще в начале двадцатого столетия Проксима Центавра была известна ученым, именно тогда определили, что данный красный карлик – звезда с минимальной измеренной в то время светимостью.

В середине двадцатого века астрономы определили, что Проксима Центавра является вспыхивающей звездой, т.е. периодически ее яркость увеличивается. Сравнительно близкое расстояние до нее позволяло тщательно фиксировать ее активность.

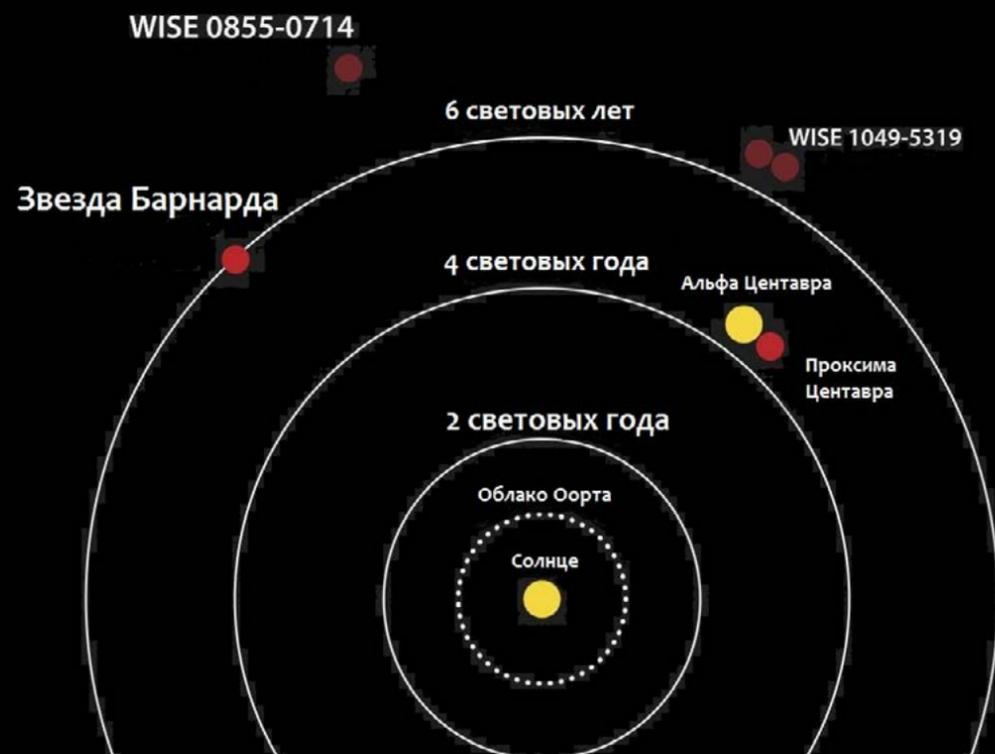


Фотография Проксимы Центавра, которая была сделана космическим телескопом «Хаббл»

Система Проксима Центавра привлекает внимание ученых еще с двадцатого столетия. Было множество попыток найти экзопланеты в этой системе. Но только в 2016 году Европейская южная обсерватория подтвердила, что в зоне красного карлика Проксима Центавра находится планета. Но будет ли она обитаемой, ведь периодические вспышки на звезде подвергают планету постоянным дозам радиации. Поэтому вполне вероятно, что планета будет безжизненной. Но, с другой стороны, мы не можем ориентироваться исключительно на земную форму жизни. Некоторые микроорганизмы обладают радиационной устойчивостью, так что могут адаптироваться к подобным условиям обитания.

В 2019 году ученые открыли, что у Проксимы Центавра есть еще одна экзопланета, она находится достаточно далеко от своей материнской звезды. В 2020 году существование

Ближайшие соседи Солнца



этой планеты ученые подтвердили с помощью данных спектрографа.

Наличие экзопланет заставляет задуматься, что в системе ближайшей к нашей Солнечной планете звезды может быть жизнь. Тем более, что ученые сравнительно недавно обнаружили необычный радиосигнал. Он был зафиксирован с помощью телескопа Паркса, находящегося в восточной Австралии. По мнению некоторых ученых, характеристики этого радиосигнала более похожи на искусственное происхождение, чем на естественный радиоисточник. Однако другие исследователи полагают, что радиосигнал может являться природным явлением, которое людям не удавалось зафиксировать раньше.

Пока исследователи ведут научные дискуссии, писатели-фантасты в своих произведениях активно используют сюжеты, связанные с внеземными цивилизациями. Люди уверены, что наша планета не может быть единственной во Вселенной, безусловно, есть и другие обитаемые планеты. Но эти открытия еще только ожидают человечество. Возможно, новая информация вот-вот будет получена, по крайней мере, ученые в разных странах на это надеются. Хочется верить, что, когда мы найдем в космосе братьев по разуму, это не приведет к космическим конфликтам и звездным войнам.

