

По массе твердые частички пыли составляют ничтожно малую часть Вселенной, однако именно благодаря межзвездной пыли возникли и продолжают появляться звезды, планеты и люди, изучающие космос и просто любующиеся звездами.

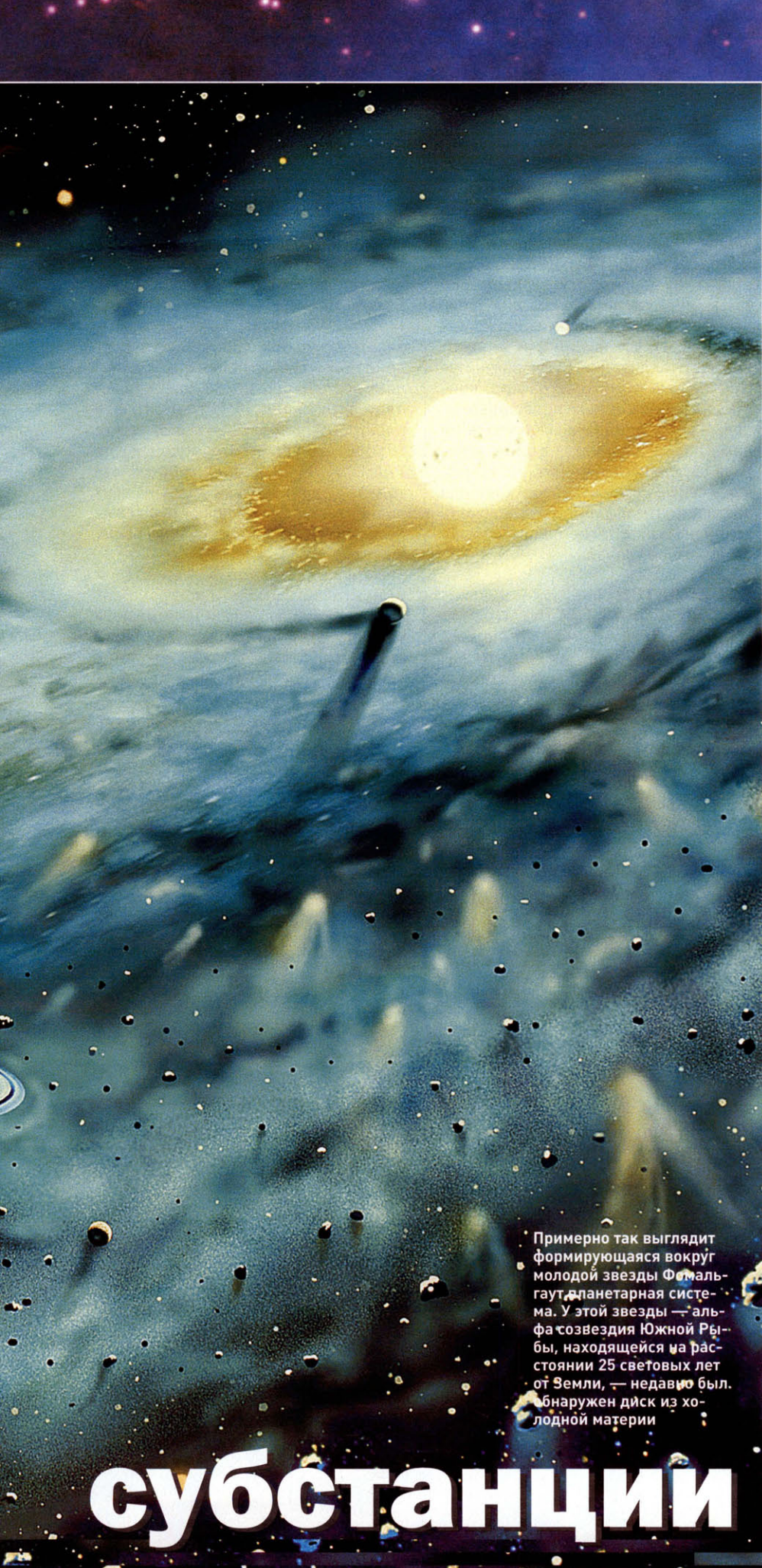
Что же это за субстанция такая — космическая пыль? Что заставляет людей снаряжать в космос экспедиции стоимостью в годовой бюджет небольшого государства в надежде всего лишь, а не в твердой уверенности добыть и привезти на Землю хоть крошечную горсточку межзвездной пыли?



# Тайны

ОЛЬГА МАКСИМЕНКО, кандидат химических наук

# особой



## МЕЖ ЗВЕЗД И ПЛАНЕТ

Пыль в астрономии называют небольшие, размером в доли микрона, твердые частицы, летающие в космическом пространстве. Часто космическую пыль условно делят на межпланетную и межзвездную, хотя, очевидно, и межзвездной вход в межпланетное пространство не запрещен. Просто найти ее там, среди «местной» пыли, нелегко, вероятность невысока, да и свойства ее вблизи Солнца могут существенно измениться. Вот если отлететь подальше, к границам Солнечной системы, там вероятность поймать настоящую межзвездную пыль весьма велика. Идеальный вариант — вообще выйти за пределы Солнечной системы.

Пыль межпланетная, во всяком случае, в сравнительной близости от Земли — материя довольно изученная. Заполняющая все пространство Солнечной системы и сконцентрированная в плоскости ее экватора, она родилась по большей части в результате случайных столкновений астероидов и разрушения комет, приблизившихся к Солнцу. Состав пыли, по сути, не отличается от состава падающих на Землю метеоритов: исследовать его очень интересно, и открытий в этой области предстоит сделать еще немало, но особенной интриги тут, похоже, нет. Зато благодаря именно этой пыли в хорошую погоду на западе сразу после заката или на востоке перед восходом солнца можно любоваться бледным конусом света над горизонтом. Это так называемый зодиакальный — солнечный свет, рассеянный мелкими космическими пылинками.

Куда интереснее пыль межзвездная. Отличительная ее особенность — наличие твердого ядра и оболочки. Ядро состоит, по-видимому, в основном из углерода, кремния и металлов. А оболочка — преимущественно из замерзших на поверхность ядра газообразных элементов, закристаллизовавшихся в условиях «глубокой заморозки» межзвездного пространства, а это около 10 кельвинов, водорода и кислорода. Впрочем, бывают в ней примеси молекул и посложнее. Это аммиак, метан и даже многоатомные органические молекулы, которые налипают на пылинку или образуются на ее поверхности во время скитаний. Часть этих веществ, разумеется, улетает с ее поверхности, например, под действием ультрафиолета, но процесс этот обратимый — одни улетают, другие намерзают или синтезируются.

Сейчас в пространстве между звездами или вблизи них уже найдены, разумеется, не химическими, а физическими, то есть спектроско-

Примерно так выглядит формирующаяся вокруг молодой звезды Фомальгаут планетарная система. У этой звезды — альфа созвездия Южной Рыбы, находящейся на расстоянии 25 световых лет от Земли, — недавно был обнаружен диск из холодной материи

FOTOBANK.COM/REX FEATURES

# субстанции

пическими, методами: вода, оксиды углерода, азота, серы и кремния, хлористый водород, аммиак, ацетилен, органические кислоты, такие как муравьиная и уксусная, этиловый и метиловый спирты, бензол, нафталин. Нашли даже аминокислоту — глицин!

Интересно было бы поймать и изучить межзвездную пыль, проникающую в Солнечную систему и наверняка падающую на Землю. Проблема по ее «отлову» нелегка, потому как сохранить свою ледяную «шубу» в солнечных лучах, тем более в атмосфере Земли, мало какой межзвездной пылинке удастся. Крупные слишком сильно нагреваются — их космическая скорость не может быстро погаситься, и пылинки «обгорают». Мелкие, правда, планируют в атмосфере годами, сохраняя часть оболочки, но тут уж возникает проблема найти их и идентифицировать.

Есть еще одна, очень интригующая деталь. Касается она той пыли,

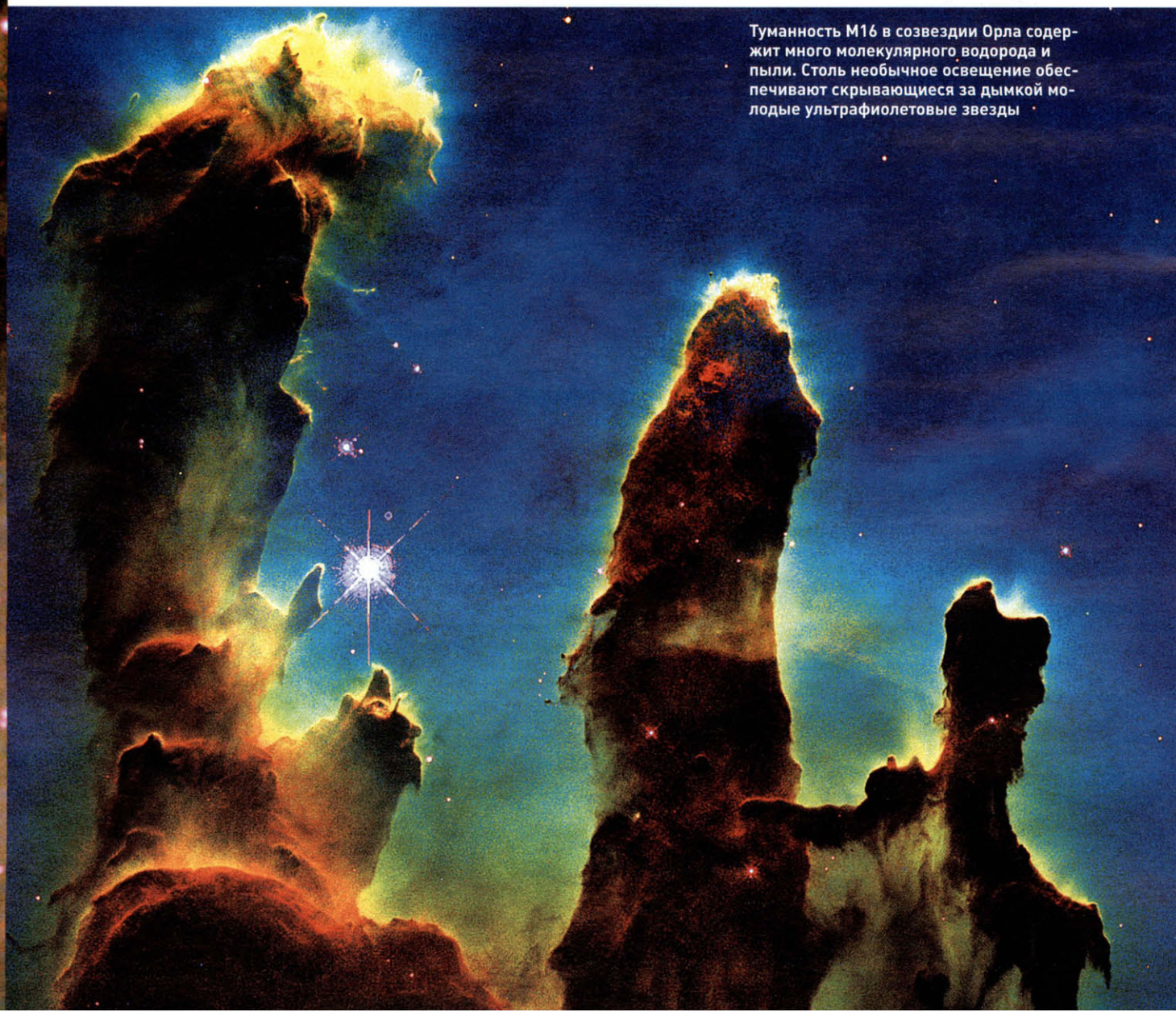
ядра которой состоят из углерода. Углерод, синтезированный в ядрах звезд и уходящий в космос, например, из атмосферы стареющих (типа красных гигантов) звезд, вылетая в межзвездное пространство, охлаждается и конденсируется — примерно так же, как после жаркого дня собирается в низинах туман из остывших паров воды. В зависимости от условий кристаллизации могут получиться слоистые структуры графита, кристаллы алмаза (только представьте — целые облака крошечных алмазов!) и даже полые шарики из атомов углерода (фуллерены). А в них, возможно, как в сейфе или контейнере, хранятся частички атмосферы звезды очень древней. Найти такие пылинки было бы огромной удачей.

### ГДЕ ВОДИТСЯ КОСМИЧЕСКАЯ ПЫЛЬ?

Надо сказать, что само понятие космического вакуума как чего-то совершенно пустого давно осталось

лишь поэтической метафорой. На самом деле все пространство Вселенной, и между звездами, и между галактиками, заполнено веществом, потоками элементарных частиц, излучением и полями — магнитным, электрическим и гравитационным. Все, что можно, условно говоря, потрогать, — это газ, пыль и плазма, вклад которых в общую массу Вселенной, по разным оценкам, составляет всего около 1—2% при средней плотности около  $10^{-24}$  г/см<sup>3</sup>. Газа в пространстве больше всего, почти 99%. В основном это водород (до 77,4%) и гелий (21%), на долю остальных приходится меньше двух процентов массы. А еще есть пыль — по массе ее почти в сто раз меньше, чем газа.

Хотя иногда пустота в межзвездном и межгалактическом пространствах почти идеальная: порой на один атом вещества там приходится 1 л пространства! Такого вакуума нет ни в земных лабораториях, ни в пределах



Туманность M16 в созвездии Орла содержит много молекулярного водорода и пыли. Столь необычное освещение обеспечивают скрывающиеся за дымкой молодые ультрафиолетовые звезды


Солнечной системы. Для сравнения можно привести такой пример: в  $1 \text{ см}^3$  воздуха, которым мы дышим, примерно 30 000 000 000 000 000 молекул.

Распределена эта материя в межзвездном пространстве весьма неравномерно. Большая часть межзвездного газа и пыли образует газопылевой слой вблизи плоскости симметрии диска Галактики. Его толщина в нашей Галактике — несколько сотен световых лет. Больше всего газа и пыли в ее спиральных ветвях (рукавах) и ядре сосредоточено в основном в гигантских молекулярных облаках размерами от 5 до 50 парсек (16—160 световых лет) и массой в десятки тысяч и даже миллионы масс Солнца. Но и внутри этих облаков вещество распределено тоже неоднородно. В основном объеме облака, так называемой шубе, преимущественно из молекулярного водорода, плотность частиц составляет около 100 штук в  $1 \text{ см}^3$ . В уплотнениях же внутри облака она достигает десятков тысяч частиц в  $1 \text{ см}^3$ , а в ядрах этих уплотнений — вообще миллионов частиц в  $1 \text{ см}^3$ . Вот этой-то неравномерности в распределении вещества во Вселенной обязаны существованием звезды, планеты и в конечном итоге мы сами. Потому что именно в молекулярных облаках, плотных и сравнительно холодных, и зарождаются звезды.


Что интересно: чем выше плотность облака, тем разнообразнее оно по составу. При этом есть соответствие между плотностью и температурой облака (или отдельных его частей) и теми веществами, молекулы которых там встречаются. С одной стороны, это удобно для изучения облаков: наблюдая за отдельными их компонентами в разных спектральных диапазонах по характерным линиям спектра, например CO, OH или  $\text{NH}_3$ , можно «заглянуть» в ту или иную его часть. А с другой — данные о составе облака позволяют многое узнать о процессах, в нем происходящих.

Кроме того, в межзвездном пространстве, судя по спектрам, есть и такие вещества, существование которых в земных условиях просто невозможно. Это ионы и радикалы. Их химическая активность настолько высока, что на Земле они немедленно вступают в реакции. А в разреженном холодном пространстве космоса они живут долго и вполне свободно.

Вообще газ в межзвездном пространстве бывает не только атомарным. Там, где похолоднее, не более 50 кельвинов, атомам удается удержаться вместе, образуя молекулы. Однако большая масса межзвездного газа



В звездном скоплении Плеяды (M45) много не только молодых звезд, но и облаков газа, светящихся рассеянным светом. Оно находится в 440 световых годах от Земли и содержит около 500 звезд в возрасте от 75 до 150 млн. лет



Газопылевая туманность в созвездии Ориона (M42, NGC 1976), находящаяся на расстоянии 1 500 световых лет, имеет в поперечнике 40 световых лет и хорошо видна даже в полевой бинокль

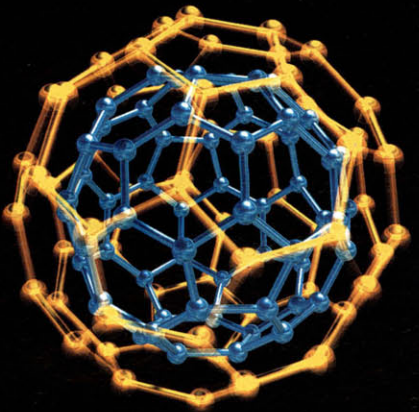
## Звезды проглядывают сквозь космические облака протяженностью десятки триллионов километров

находится все же в атомарном состоянии. В основном это водород, его нейтральная форма была обнаружена сравнительно недавно — в 1951 году. Как известно, он излучает радиоволны длиной 21 см (частота 1 420 МГц), по интенсивности которых и установили, сколько же его в Галактике. Между прочим, он и в пространстве между звездами распределен неоднородно. В облаках атомарного водорода его концентрация достигает нескольких атомов в  $1 \text{ см}^3$ , но между облаками она на порядки меньше.

Наконец, вблизи горячих звезд газ существует в виде ионов. Мощное

ультрафиолетовое излучение нагревает и ионизирует газ, и он начинает светиться. Именно поэтому области с высокой концентрацией горячего газа, с температурой около 10 000 К выглядят как светящиеся облака. Их-то и называют светлыми газовыми туманностями.

И в любой туманности, в большем или меньшем количестве, есть межзвездная пыль. Несмотря на то что условно туманности делят на пылевые и газовые, пыль есть и в тех, и в других. И в любом случае именно пыль, по видимому, помогает звездам образовываться в недрах туманностей. ▶



Молекула фуллерена C<sub>60</sub> напоминает футбольный мяч размером 3 нм. Внутри таких «мячей» могут находиться частицы далекой материи и молекулы чужих атмосфер



Планетарная туманность Яйцо находится на расстоянии 3 000 световых лет. Саму звезду закрывает темное пылевое облако (темная полоса поперек туманности). Четыре ярких луча, освещающих газ туманности, возникают благодаря провалам в темном пылевом облаке

## ТУМАННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Среди всех космических объектов туманности, может быть, самые красивые. Правда, темные туманности в видимом диапазоне выглядят просто как черные кляксы на небе — лучше всего их наблюдать на фоне Млечного Пути. Зато в других диапазонах электромагнитных волн, например инфракрасном, они видны очень хорошо — и картинки получаются очень необычными.

Туманностями называют обособленные в пространстве, связанные силами гравитации или внешним давлением скопления газа и пыли. Их масса может быть от 0,1 до 10 000 масс Солнца, а размер — от 1 до 10 парсек.

Сначала туманности астрономов раздражали. Вплоть до середины XIX века обнаруженные туманности рассматривали как досадную помеху, мешавшую наблюдать звезды и искать новые кометы. В 1714 году англичанин Эдмонд Галлей, имя которого носит знаменитая комета, даже составил «черный список» из шести туманностей, дабы те не вводили в заблуждение «ловцов комет», а француз Шарль Мессье расширил этот список до 103 объектов. К счастью, туманностями заинтересовались влюбленный в астрономию музыкант сэр Вильям Гершель, его сестра и сын. Наблюдая небо с помощью построенных своими руками телескопов, они оставили после себя каталог туманностей и звездных скоплений, насчитывающий сведения о 5 079 космических объектах!

Гершели практически исчерпали возможности оптических телескопов тех лет. Однако изобретение фотографии и большое время экспонирования

## Туманности могут не только испускать и рассеивать свет, но и поглощать излучение других объектов

ния позволили найти и совсем слабо светящиеся объекты. Чуть позже спектральные методы анализа, наблюдения в различных диапазонах электромагнитных волн предоставили возможность в дальнейшем не только обнаруживать много новых туманностей, но и определять их структуру и свойства.

Межзвездная туманность выглядит светлой в двух случаях: либо она настолько горячая, что ее газ сам светится, такие туманности называют эмиссионными; либо сама туманность холодная, но ее пыль рассеивает свет находящейся поблизости яркой звезды — это отражательная туманность.

Темные туманности — это тоже межзвездные скопления газа и пыли. Но в отличие от светлых газовых туманностей, видимых порой даже в сильный бинокль или телескоп, как, например, туманность Ориона, темные туманности свет не испускают, а поглощают. Когда свет звезды проходит сквозь такие туманности, пыль может полностью поглотить его, преобразовав в ИК-излучение, невидимое глазом. Поэтому выглядят такие туманности как беззвездные провалы на небе. В. Гершель называл их «дырами в небе». Возможно, самая эффектная из них — туманность Конская Голова.

Впрочем, пылинки могут не полностью поглотить свет звезд, но только частично рассеять его, при этом выборочно. Дело в том, что размер частиц межзвездной пыли близок к длине

волны синего света, поэтому он сильнее рассеивается и поглощается, а до нас лучше доходит «красная» часть света звезд. Между прочим, это хороший способ оценить размер пылинок по тому, как они ослабляют свет различных длин волн.

## ЗВЕЗДА ИЗ ОБЛАКА

Причины, по которым возникают звезды, точно не установлены — есть только модели, более или менее достоверно объясняющие экспериментальные данные. Кроме того, пути образования, свойства и дальнейшая судьба звезд весьма разнообразны и зависят от очень многих факторов. Однако есть устоявшаяся концепция, вернее, наиболее проработанная гипотеза, суть которой, в самых общих чертах, заключается в том, что звезды формируются из межзвездного газа в областях с повышенной плотностью вещества, то есть в недрах межзвездных облаков. Пыль как материал можно было бы не учитывать, но ее роль в формировании звезд огромна.

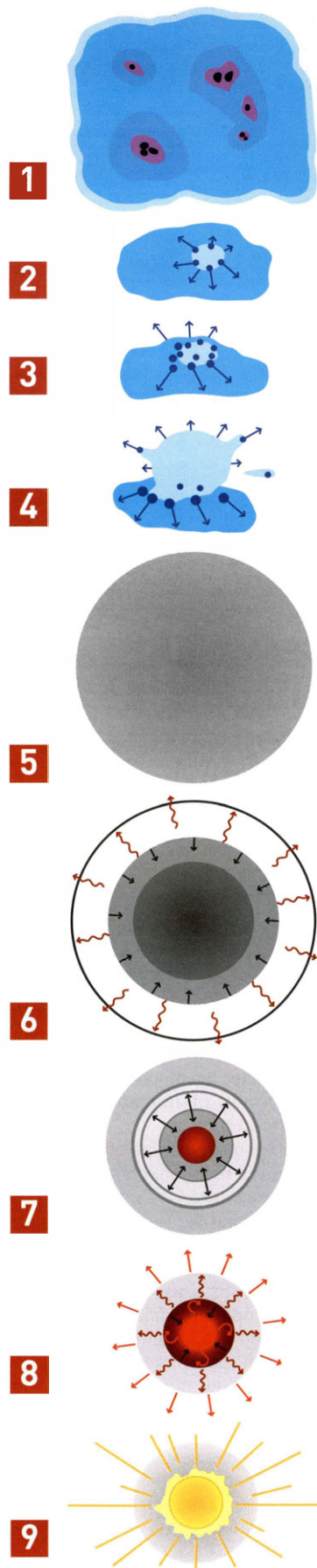
Происходит это (в самом примитивном варианте, для одиночной звезды), по-видимому, так. Сначала из межзвездной среды конденсируется протозвездное облако, что, возможно, происходит из-за гравитационной неустойчивости, однако причины могут быть разными и до конца еще не ясны. Так или иначе, оно сжимается и притягивает к себе вещество из окружающего пространства. Температура и давление в его центре



Темная туманность Конская Голова (B33) в созвездии Ориона заслоняет свет, идущий от туманности IC 434. Удаленность от Земли 1 500 световых лет

SP/LEAST NEWS [K3]

## Формирование молодых звезд



**1** Гигантское галактическое молекулярное облако размером 100 парсек, массой 100 000 солнц, температурой 50 К, плотностью  $10^2$  частиц/см<sup>3</sup>. Внутри этого облака имеются крупномасштабные конденсации — диффузные газопылевые туманности (1—10 пк, 10 000 солнц, 20 К,  $10^3$  частиц/см<sup>3</sup>) и мелкие конденсации — газопылевые туманности (до 1 пк, 100—1 000 солнц, 20 К,  $10^4$  частиц/см<sup>3</sup>). Внутри последних как раз и находятся сгустки-глобулы размером 0,1 пк, массой 1—10 солнц и плотностью  $10^5$ — $10^6$  частиц/см<sup>3</sup>, где формируются новые звезды

**2** Рождение звезды внутри газопылевого облака

**3** Новая звезда своим излучением и звездным ветром разгоняет от себя окружающий газ

**4** Молодая звезда выходит в чистый и свободный от газа и пыли космос, отодвинув породившую ее туманность

**Этапы «эмбрионального» развития звезды, по массе равной Солнцу**

**5** Зарождение гравитационно-неустойчивого облака размером 2 000 000 солнц, с температурой около 15 К и исходной плотностью  $10^{-19}$  г/см<sup>3</sup>

**6** Через несколько сотен тысяч лет у этого облака образуется ядро с температурой около 200 К и размером 100 солнц, масса его пока равна только 0,05 от солнечной

**7** На этой стадии ядро с температурой до 2 000 К резко сжимается из-за ионизации водорода и одновременно разогревается до 20 000 К, скорость падения вещества на растущую звезду достигает 100 км/с

**8** Протозвезда размером с два солнца с температурой в центре  $2 \times 10^5$  К, а на поверхности —  $3 \times 10^3$  К

**9** Последний этап предэволюции звезды — медленное сжатие, в процессе которого выгорают изотопы лития и бериллия. Только после повышения температуры до  $6 \times 10^6$  К в недрах звезды запускаются термоядерные реакции синтеза гелия из водорода. Общая продолжительность цикла зарождения звезды типа нашего Солнца составляет 50 млн. лет, после чего такая звезда может спокойно гореть миллиарды лет

растут до тех пор, пока молекулы в центре этого сжимающегося газового шара не начинают распадаться на атомы и затем на ионы. Такой процесс охлаждает газ, и давление внутри ядра резко падает. Ядро сжимается, а внутри облака распространяется ударная волна, отбрасывающая его внешние слои. Образуется протозвезда, которая продолжает сжиматься под действием сил тяготения до тех пор, пока в центре ее не начинаются реакции термоядерного синтеза — превращения водорода в гелий. Сжатие продолжается еще какое-то время, пока силы гравитационного сжатия не уравновесятся силами газового и лучистого давления.

Понятно, что масса образовавшейся звезды всегда меньше массы «породившей» ее туманности. Часть вещества, не успевшего упасть на ядро, в ходе этого процесса «выметается» ударной волной, излучением и потоками частиц просто в окружающее пространство.

На процесс формирования звезд и звездных систем влияют многие факторы, в том числе и магнитное поле, которое часто способствует «разрыву» протозвездного облака на два, реже три фрагмента, каждый из которых под действием гравитации сжимается в свою протозвезду. Так возникают, например, многие двойные звездные системы — две звезды, которые обращаются вокруг общего центра масс и перемещаются в пространстве как единое целое.

По мере «старения» ядерное топливо в недрах звезд постепенно выгорает, причем тем быстрее, чем больше звезда. При этом водородный цикл реакций сменяется гелиевым, затем в результате реакций ядерно-

го синтеза образуются все более тяжелые химические элементы, вплоть до железа. В конце концов ядро, не получающее больше энергии от термоядерных реакций, резко уменьшается в размере, теряет свою устойчивость, и его вещество как бы падает само на себя. Происходит мощный взрыв, во время которого вещество может нагреваться до миллиардов градусов, а взаимодействия между ядрами приводят к образованию новых химических элементов, вплоть до самых тяжелых. Взрыв сопровождается резким высвобождением энергии и выбросом вещества. Звезда взрывается — этот процесс называют вспышкой сверхновой. В конечном же итоге звезда, в зависимости от массы, превратится в нейтронную звезду или черную дыру.

Наверное, так все и происходит на самом деле. Во всяком случае, не вызывает сомнений тот факт, что молодых, то есть горячих, звезд и их скоплений больше всего как раз в туманностях, то есть в областях с повышенной плотностью газа и пыли. Это хорошо видно на фотографиях, полученных телескопами в разных диапазонах длин волн.

Разумеется, это не более чем самое грубое изложение последовательности событий. Для нас же принципиально важны два момента. Первый — какова роль пыли в процессе образования звезд? И второй — откуда, собственно, она берется?

## ВСЕЛЕНСКИЙ ХЛАДАГЕНТ

В общей массе космического вещества собственно пыли, то есть объединенных в твердые частицы атомов углерода, кремния и некоторых других элементов, настолько мало, что их, во всяком случае, как строительный материал для звезд, казалось бы, можно и не принимать во внимание. Однако на самом деле их роль велика — именно они охлаждают горячий межзвездный газ, превращая его в то самое холодное плотное облако, из которого потом получаются звезды.

Дело в том, что сам по себе межзвездный газ охладиться не может. Электронная структура атома водорода такова, что избыток энергии, если таковой есть, он может отдать, излучая свет в видимой и ультрафиолетовой областях спектра, но не в инфракрасном диапазоне. Образно говоря, водород не умеет излучать тепло. Чтобы как следует остыть, ему нужен «холодильник», роль которого как раз и играют частицы межзвездной пыли.

Во время столкновения с пылинками на большой скорости — в отличие



## Космос очень динамичен, но протяженность большинства процессов измеряется там миллионами лет

от более тяжелых и медленных пылинок молекулы газа летают быстро — они теряют скорость и их кинетическая энергия передается пылинке. Так же нагревается и отдает это избыточное тепло в окружающее пространство, в том числе в виде ИК-излучения, а сама при этом остывает. Так, принимая на себя тепло межзвездных молекул, пыль действует как своеобразный радиатор, охлаждая облако газа. По массе ее не много — около 1% от массы всего вещества облака, но этого достаточно, чтобы за миллионы лет отвести избыток тепла.

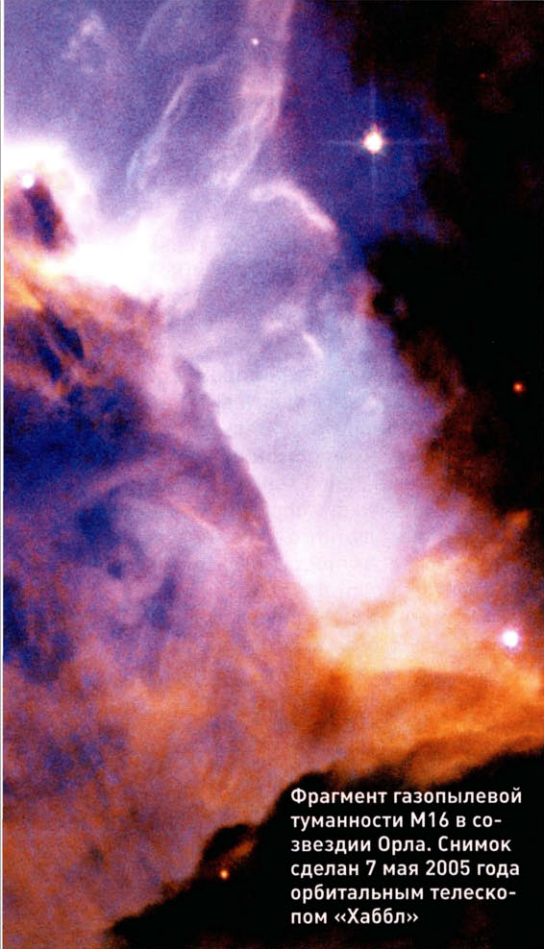
Когда же температура облака падает, падает и давление, облако конденсируется и из него уже могут родиться звезды. Остатки же материала, из которого родилась звезда, являются в свою очередь исходным для образования планет. Вот в их состав пылинки уже входят, причем в большем количестве. Потому что, родившись, звезда нагревает и разгоняет вокруг себя весь газ, а пыль остается летать поблизости. Ведь она способна охлаждаться и притягивается к новой звезде гораздо сильнее, чем отдельные молекулы газа. В конце концов рядом с новорожденной звездой оказывается пылевое облако, а на периферии — насыщенный пылью газ.

Там рождаются газовые планеты, такие как Сатурн, Уран и Нептун. Ну а вблизи звезды появляются твердые планеты. У нас это Марс, Земля, Венера и Меркурий. Получается довольно четкое разделение на две зоны: газовые планеты и твердые. Так что Земля в значительной степени оказалась сделанной именно из межзвездных пылинок. Металлические пылинки вошли в состав ядра планеты, и сейчас у Земли огромное железное ядро.

## ТАЙНА ЮНОЙ ВСЕЛЕННОЙ

Если галактика сформировалась, то откуда в ней берется пыль — в принципе ученым понятно. Наиболее значительные ее источники — новые и сверхновые, которые теряют часть своей массы, «сбрасывая» оболочку в окружающее пространство. Кроме того, пыль рождается и в расширяющейся атмосфере красных гигантов, откуда она буквально выметается давлением излучения. В их прохладной, по меркам звезд, атмосфере (около 2,5 — 3 тысяч кельвинов) довольно много сравнительно сложных молекул.

Но вот загадка, не разгаданная до сих пор. Всегда считалось, что пыль — продукт эволюции звезд. Иными словами — звезды должны зародить-



Фрагмент газопылевой туманности M16 в созвездии Орла. Снимок сделан 7 мая 2005 года орбитальным телескопом «Хаббл»



В туманности Лагуна активно идут процессы зарождения новых звезд. На изображении видно, как звездный ветер и излучение разгоняют облака пыли и газа. Эта красивая туманность находится на расстоянии 5 000 световых лет в направлении созвездия Стрельца

SPL/EAST NEWS (x2)

ся, просуществовать какое-то время, состариться и, скажем, в последней вспышке сверхновой произвести пыль. Только вот что появилось раньше — яйцо или курица? Первая пыль, необходимая для рождения звезды, или первая звезда, которая почему-то родилась без помощи пыли, состарилась, взорвалась, образовав самую первую пыль.

Что было вначале? Ведь когда 14 млрд. лет назад произошел Большой взрыв, во Вселенной были только водород и гелий, никаких других

элементов! Это потом из них стали зарождаться первые галактики, огромные облака, а в них — первые звезды, которым надо было пройти долгий жизненный путь. Термоядерные реакции в ядрах звезд должны были «сварить» более сложные химические элементы, превратить водород и гелий в углерод, азот, кислород и так далее, а уж после этого звезда должна была выбросить все это в космос, взорвавшись или постепенно сбросив оболочку. Затем этой массе нужно было охладиться,

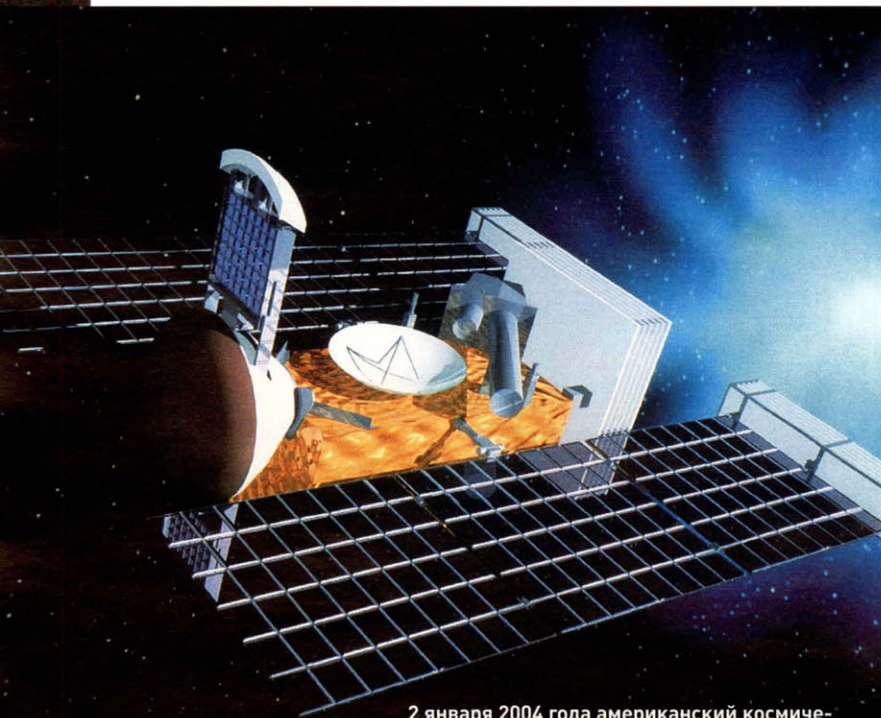
остыть и, наконец, превратиться в пыль. Но уже через 2 млрд. лет после Большого взрыва, в самых ранних галактиках, пыль была! С помощью телескопов ее обнаружили в галактиках, отстоящих от нашей на 12 млрд. световых лет. В то же время 2 млрд. лет — слишком маленький срок для полного жизненного цикла звезды: за это время большинство звезд не успевает состариться. Откуда в юной Галактике взялась пыль, если там не должно быть ничего, кроме водорода и гелия, — тайна. ▶



Межпланетная станция *Ulysses* была запущена на гелиоцентрическую орбиту, перпендикулярную плоскости эклиптики, не только для того, чтобы осмотреть наше светило со всех сторон, но и изучить пыль, находящуюся вне плоскости вращения планет



## На поверхности космических пылинок могут синтезироваться и аминокислоты — основа жизни



2 января 2004 года американский космический аппарат *Stardust* (Звездная пыль) встретился с кометой *Wild-2*, пролетев мимо нее на расстоянии всего 240 км. Возвращение аппарата на Землю ожидается 15 января 2006 года

### ПЫЛИНКА — РЕАКТОР

Мало того что межзвездная пыль выступает в роли своеобразного вселенского хладагента, возможно, именно благодаря пыли в космосе появляются сложные молекулы.

Дело в том, что поверхность пылинок может служить одновременно и реактором, в котором образуются из атомов молекулы, и катализатором реакций их синтеза. Ведь вероятность того, что сразу много атомов различных элементов столкнутся в одной точке, да еще и провазаимодействуют между собой при температуре чуть выше абсолютного нуля, невообразимо мала. Зато вероятность того, что пылинка последовательно столкнется в полете с различными атомами или молекулами, особенно внутри холодного плотного облака, довольно велика. Собственно, это и происходит — так образуется оболочка межзвездных пылинок из намерзших на нее встреченных атомов и молекул.

На твердой поверхности атомы оказываются рядом. Мигрируя по поверхности пылинки в поисках наиболее энергетически выгодного положения, атомы встречаются и, оказываясь в непосредственной близости, получают возможность прореагировать между собой. Разумеется, очень медленно — в соответствии с температурой пылинки. Поверхность частиц, особенно содержащих в ядре металл, может проявить свойства катализатора. Химики на Земле хорошо знают, что самые эффективные катализаторы — это как раз частицы размером в доли микрона, на которых собираются, а затем и вступают в реакции молекулы, в обычных условиях друг к другу совершенно «равнодушные». По-видимому, так образуется и молекулярный водород: его атомы «налипают» на пылинку, а потом улетают с нее — но уже парами, в виде молекул.

Очень может быть, что маленькие межзвездные пылинки, сохранив в своих оболочках немного органических молекул, в том числе и простейших аминокислот, и занесли на Землю первые «семена жизни» около 4 млрд. лет тому назад. Это, конечно, не более чем красивая гипотеза. Но в ее пользу говорит то, что в составе холодных газопылевых облаков найдена аминокислота — глицин. Может, есть и другие, просто пока возможности телескопов не позволяют их обнаружить.

### ОХОТА ЗА ПЫЛЬЮ

Исследовать свойства межзвездной пыли можно, разумеется, на расстоянии — с помощью телескопов и других приборов, расположенных на Земле или на ее спутниках. Но куда заманчивее межзвездные пылинки поймать, а потом уж обстоятельно изучить, выяснить — не теоретически, а практически, из чего они состоят, как устроены. Вариантов тут два. Можно добраться до космических глубин, набрать там межзвездной пыли, привезти на Землю и проанализировать всеми возможными способами. А можно попытаться вылететь за пределы Солнечной системы и по пути анализировать пыль прямо на борту космического корабля, отправляя на Землю полученные данные.

SPL/IST NEWS (2)

Первую попытку привезти образцы межзвездной пыли, и вообще вещества межзвездной среды, несколько лет назад предприняло NASA. Космический корабль оснастили специальными ловушками — коллекторами для сбора межзвездной пыли и частиц космического ветра. Чтобы поймать пылинки, не потеряв при этом их оболочку, ловушки наполнили особым веществом — так называемым аэрогелем. Эта очень легкая пенистая субстанция (состав которой — коммерческая тайна) напоминает желе. Попав в нее, пылинки застревают, а дальше, как в любой ловушке, крышка захлопывается, чтобы быть открытой уже на Земле.

Этот проект так и назывался Stardust — Звездная пыль. Программа у него грандиозная. После старта в феврале 1999 года аппаратура на его борту в конечном итоге должна собрать образцы межзвездной пыли и отдельно — пыль в непосредственной близости от кометы Wild-2, пролетавшей неподалеку от Земли в феврале прошлого года. Теперь с контейнерами, наполненными этим ценнейшим грузом, корабль летит домой, чтобы приземлиться 15 января 2006 года в штате Юта, неподалеку от Солт-Лейк-Сити (США). Вот тогда-то астрономы наконец увидят своими глазами (с помощью микроскопа, конечно) те самые пылинки, модели состава и строения которых они уже прогнозировали.

А в августе 2001 года за образцами вещества из глубокого космоса полетел Genesis. Этот проект NASA был нацелен в основном на поимку частиц солнечного ветра. Проведя в космическом пространстве 1 127 дней, за которые он пролетел около 32 млн. км, корабль вернулся и сбросил на Землю капсулу с полученными образцами — ловушками с ионами, частицами солнечного ветра. Увы, произошло несчастье — парашют не раскрылся, и капсула со всего маху шлепнулась об землю. И разбилась. Конечно, обломки собрали и тщательно изучили. Впрочем, в марте 2005-го на конференции в Хьюстоне участник программы Дон Барнетти заявил, что четыре коллектора с частицами солнечного ветра не пострадали, и их содержимое, 0,4 мг пойманного солнечного ветра, ученые активно изучают в Хьюстоне.

Впрочем, сейчас NASA готовит третий проект, еще более грандиозный. Это будет космическая миссия Interstellar Probe. На этот раз космический корабль удалится на расстояние 200 а. е. от Земли (а. е. — расстояние от Земли до Солнца). Этот корабль никогда не вернется, но весь будет «напичкан» самой разнообразной аппаратурой, в том числе — и для анализа образцов межзвездной пыли. Если все получится, межзвездные пылинки из глубокого космоса будут наконец пойманы, сфотографированы и проанализированы — автоматически, прямо на борту космического корабля. ●

Редакция благодарит кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга Владимира Георгиевича Сурдина за помощь в подготовке материала.