

БОРИС КРИГЕР



СТОЛПЫ
ТВОРЕНИЯ

БОРИС КРИГЕР

СТОЛПЫ
ТВОРЕНИЯ



© 2025 Boris Kriger

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from both the copyright owner and the publisher.

Requests for permission to make copies of any part of this work should be e-mailed to krigerbruce@gmail.com

Published in Canada by Altaspera Publishing & Literary Agency Inc.

Столпы Творения

Эта книга — попытка подробно рассмотреть явление, которое на первый взгляд кажется исключительно астрономическим, но при более внимательном взгляде оказывается сопряжённым с вопросами происхождения, структуры, времени и восприятия. Отправной точкой становится изображение Столпов Творения — гигантских облаков газа и пыли в туманности Орла, запечатлённых телескопами Хаббл и Джеймс Уэбб. Через изучение их физики, химического состава, эволюции и места в галактическом контексте выстраивается не просто описание объекта, но смелое приближение к логике космоса, где разрушение и рождение — не противоположности, а этапы одного процесса.

Научные данные здесь не противопоставлены философии: наоборот, они включаются в рассуждение о природе материи, времени и наблюдателя. Рассматриваются парадоксы звездообразования, скрытая роль пыли, квантовые механизмы, делающие возможным термоядерный синтез внутри звёзд, и странность того, что пыль может собираться в планеты в условиях, казалось бы, полностью этому противоречащих. Вопросы, возникающие на этом пути, касаются не только физики — они затрагивают восприятие, память, границы образа и мышления. Что бы почувствовал человек, впервые увидевший это изображение, не зная, что перед ним? Почему такие структуры вообще возможны — и как они связаны с происхождением звёзд, планет, а значит, и нас самих?

Столпы Творения

Если бы астрономам прошлого — тем, кто вглядывался в небо с помощью простейших линз, отмечал туманные пятна в звёздных каталогах, строил модели Солнечной системы на бумаге и вслушивался в молчание звёзд — вдруг показали снимок Столпов Творения, сделанный недавно запущенным космическим телескопом James Webb, это бы изменило само ощущение границы между наблюдением и воображением. Перед ними предстал бы не просто объект, а доказательство того, что Вселенная умеет складывать вещество в формы, не отличимые от мифа. Картина, где материя, тьма и свет сливаются в нечто, что больше напоминает видение, чем результат прибора.

Для того, кто в юности вглядывался в звёзды, изучал координаты туманностей, представлял себе далекие миры — появление такого изображения стало бы подтверждением того, что космос не только бесконечен, но и способен на невыразимую красоту, не подвластную человеческому расчёту. То, что когда-то казалось случайным пятном на небе, размытым и неясным, вдруг обрело глубину, масштаб, структуру. Столпы, уходящие в никуда, освещённые изнутри, окружённые звёздной пылью — всё это не похоже на схемы в учебниках. Это — нечто, на что невозможно смотреть без чувства тишины.

Именно в этом моменте — заключается главный эффект такого изображения. Оно пробуждает в человеке то, что долго дремало под столбцами цифр, под ворохом графиков и моделей: способность удивляться не

теоретически, а непосредственно. Почти как откровение. Фото Столпов не даёт ответа, оно не объясняет — оно возвращает вопрос, который был почти забыт: как возможно, что такое существует? Как возможно, что космос — не только измерим, но и непостижимо выразителен?

Для астронома прошлого, для каждого, кто когда-то разглядывал небо в ожидании чего-то большего, это фото стало бы не просто открытием, а подтверждением надежды. Оно говорило бы: за границей видимого — действительно есть нечто, что стоит попытаться понять.

Столпы Творения — колоссальные, словно застывшие в вечности башни из газа и пыли, вырастающие на фоне сияющей туманности Орла. В их глубинах, подобно зерну в утробе земли, зарождаются звёзды. Эти структуры пронзают пространство на многие световые годы, скрывая внутри себя новые солнца, ещё не рожденные, но уже пульсирующие жизнью. Их форма — результат тонкого равновесия между светом, звёздным ветром и тьмой, между разрушением и творением.

На обложке нашей книги — недавно ставшая знаменитой фотография, сделанная телескопом James Webb, изображающая Столпы Творения. Это не просто красивая иллюстрация, а точка входа в масштабное движение, происходящее за пределами человеческой меры времени. Перед нами не колонны и не башни, а пыль и газ, сжимающиеся, испаряющиеся, порождающие свет. Фото фиксирует момент, которого на самом деле не существует — потому что туманность уже меняется, пока

мы смотрим на её прошлое, застывшее в лучах, идущих к нам тысячи лет.

Если бы изображение Столпов Творения — например, то, что было получено телескопом James Webb — показать человеку, никогда не знавшему ни телескопов, ни понятий астрономии, ни представления о масштабе Вселенной, реакция могла бы быть не менее подлинной, чем у любого учёного. Только язык этой реакции был бы иным: не научным, а образным, не аналитическим, а телесным, почти мифологическим.

Такой человек, лишённый контекста, но не восприятия, скорее всего увидел бы в этом образ знакомые архетипы — огонь, тьму, очертания, напоминающие фигуры, колонны, дым, животных или духов. Он не стал бы искать звёзды — он почувствовал бы форму как движение, как дыхание, как нечто живое и присутствующее. Возможно, он воспринял бы это не как явление, удалённое во времени и пространстве, а как знак, как послание, как лицо, обращённое из глубины.

Он бы не задался вопросом о фотонах, спектре или гравитационном коллапсе. Но, глядя на эти светящиеся структуры, мог бы сказать: «Это мир, который дышит». Он мог бы подумать, что это вход в другой слой реальности, или свидетельство чего-то, что существует между духом и материей.

И здесь возникает тонкость: ведь даже современный человек, вооружённый знаниями о длине волн, о составе газа, о механизме звездообразования, при взгляде на эти изображения часто замирает не от понимания, а от того

же самого чувства — границы, света, глубины, неподдающегося определению. На каком-то уровне разница между учёным, юным астрономом и «дикарем» исчезает: перед изображением, в котором материя и свет складываются в нечто невообразимо большее, все оказываются в одинаковом положении — не знающего, но узñaющего.

Однако, эта фотография важна не своей эстетикой, хотя она поразительна, и не своей научной точностью, хотя она беспрецедентна. Она важна тем, что отучает от иллюзии стабильности. То, что кажется формой, — иллюзия плотности. То, что кажется краем, — просто граница чувствительности инструмента. И всё же, несмотря на временность и кажущуюся абстрактность, это изображение связано с тем, из чего мы сами стоим.

Вынос изображения на обложку — не жест оформления, а приглашение: остановиться перед этим фрагментом Вселенной и посмотреть на него не как на чужое, далёкое, а как на что-то, к чему мы принадлежим, пусть и незримо. Это взгляд на начало — не только звёзд, но и тех структур, в которых со временем появляются планеты, молекулы, наблюдатели.

Долгое время человечество не подозревало о существовании Столпьев Творения лишь потому, что взгляд земного наблюдателя был слеп перед толщей космической пыли. Только в 1995 году, когда телескоп «Хаббл» прорезал этот завес инфракрасным зрением, из безмолвия глубин впервые прступил их силуэт — ускользающий и величественный, как сама Вселенная.

Туманности, несмотря на их фундаментальную роль в устройстве Вселенной, часто остаются в тени более модных объектов — звёзд, чёрных дыр, галактик. Научно-популярная литература склонна уделять внимание тем явлениям, которые драматичны, легко визуализируются или сопряжены с крайностями — взрывами, гравитационными безднами, далекими мирами. А туманности, словно медленные дыхания космоса, действуют в ином ритме: они не вспыхивают мгновенно и не поглощают свет, а незаметно меняют структуру вещества, из хаоса формируя порядок, из пыли — свет.

Именно в туманностях, в их холодных и плотных областях, начинаются жизненные циклы звёзд и планет. Вещество, скавшись под собственной гравитацией, начинает разогреваться, пока не вспыхнет термоядерной реакцией. Оттуда же формируются протопланетные диски — зачатки будущих систем, подобных нашей. Каждый элемент, из которого состоит человеческое тело, однажды прошёл через пылающее сердце звезды, рождённой в туманности. Без этих рассеянных облаков космос был бы лишен не только звёздного света, но и самой возможности для жизни.

Их значимость не ограничивается только звездообразованием. Некоторые туманности — следы погибших светил, и, изучая их, можно восстановить историю взрывов сверхновых, понять эволюцию звёздных систем, проследить, как обогащается межзвёздная среда тяжёлыми элементами. Они — не просто фоны для астрономических открытий, а

действующие лица, определяющие ход событий на масштабах миллионов и миллиардов лет.

Представление о том, что в космосе пыль сама собой слипается и в какой-то момент порождает планеты, звучит почти интуитивно — как будто это естественный, почти механический процесс. Но при внимательном рассмотрении оказывается, что образование хоть сколько-нибудь крупных тел из мельчайших пылевых частиц в условиях межзвездного вакуума — это один из самых странных, неочевидных и до конца не решённых вопросов современной астрофизики.

Внутри даже самых плотных молекулярных облаков плотность вещества крайне мала. То, что на языке астрономии называется «плотным регионом», с земной точки зрения — практически пустота. В среднем в кубическом сантиметре — всего лишь тысячи или десятки тысяч частиц, в том числе пылинок. Между ними — километры ничем не заполненного пространства. Давление, трение, соударения — всё это почти не действует. Температуры низки, скорости хаотического движения малы, но всё равно — никакой очевидной силы, которая должна заставить пыль собираться в нечто большее, нет.

Более того, простые столкновения частиц, особенно на высоких скоростях, не способствуют слипанию. Наоборот, они чаще ведут к разрушению, отскакиванию, эрозии. Представление, что миллиметровые или микронные частицы просто сталкиваются и прилипают, не подтверждается в лабораторных условиях. В вакууме при таких условиях слипание маловероятно. Вопрос, как

из рассеянного облака пыли рождаются хотя бы камешки — не говоря уже о километровых планетезималах — остаётся предметом активных исследований.

Среди возможных объяснений предлагаются гипотезы о том, что первые ступени роста пыли происходят за счёт электростатического притяжения между заряженными частицами, образования пористых и «цепких» фрактальных структур, а также влияния газовых потоков, создающих зоны концентрации. Но всё это работает только в узких диапазонах условий. Считается, что газ, двигаясь относительно пыли, может создавать участки повышенного давления, где скапливаются частицы, и уже там, при достаточно высокой локальной плотности, возможно образование всё более крупных агрегатов. Но и здесь остаётся множество нестыковок: при достижении размеров в миллиметры и сантиметры вновь возникает «барьер разрушения» — столкновения становятся слишком сильными, и агрегаты разрушаются.

Некоторые модели предполагают, что образование планетезималей — это катастрофический, а не постепенный процесс: пыль скапливается до критической плотности, после чего под действием гравитации происходит быстрое схлопывание в более крупные тела. Этот сценарий требует тонкого баланса между массой, скоростью, турбулентностью и магнитным полем. Всё это не даёт уверенности, что планеты должны образовываться в каждом диске — скорее, наоборот: это событие крайне чувствительное к условиям и в каком-то смысле исключительное.

Тем не менее, планеты существуют. Следовательно, природа каким-то образом решает этот парадокс — и делает это снова и снова. Но сам факт того, что мы воспринимаем их существование как нечто естественное, скорее дань обыденной перспективе. На деле каждый планетоид — это след удачного выхода из почти невозможной конфигурации, переход от хаоса микронного мира к порядку тел с гравитацией. То, что кажется механическим и неизбежным, — результат цепочки событий на грани вероятного.

Неспешность и масштаб туманностей делают их неудобными для кратких сюжетов. Они не отвечают на вопросы в форме сенсаций, но именно в их материи скрыты глубинные ответы. Увидев их один раз глазами научного понимания, уже невозможно относиться к ним как к безмолвным пятнам на небе — в них звучит та самая тишина, из которой рождаются миры.

На заре телескопической эпохи небеса оставались загадкой, наполненной светящимися пятнами, многие из которых ускользали от точного понимания. Небесные объекты различались по яркости, цвету и форме, но не по сути — звёзды, туманности, кометы, галактики воспринимались как разновидности одной и той же стихии, скрытой за прозрачной пеленой атмосферы. Среди множества расплывчатых образов на ночном небе особое недоумение вызывали объекты, не дающие чёткой точки света, но и не движущиеся, как кометы. Эти тусклые образования, окружённые ореолом неуверенности, ставили под сомнение саму систему небесной классификации.

Шарль Мессье, французский астроном XVIII века, одержимый охотой за кометами, находился в постоянной борьбе с подобными ложными целями. Его телескоп нередко улавливал неподвижные, мутные скопления света, которые поначалу могли показаться хвостатыми странниками. Чтобы избежать путаницы, он начал составлять каталог таких объектов — не из научного любопытства, а из практической необходимости. Туманности, рассеянные звёздные скопления, остатки сверхновых и другие загадочные образы, находившиеся в пределах видимого неба, были собраны им в перечень — так появился знаменитый список Мессье.

Тогда ещё не существовало различий между галактиками и туманностями в современном смысле. Многие объекты, позднее признанные гигантскими звёздными системами за пределами Млечного Пути, считались просто яркими туманностями, подобными газовым облакам внутри нашей Галактики. Только спустя столетия, с ростом оптической мощности телескопов и развитием спектроскопии, стало ясно: перед глазами наблюдателя могут находиться как ближние остатки звёзд, так и далёкие острова Вселенной. Границы между кометой, рассеянным скоплением и галактикой постепенно вырисовывались, но в эпоху Мессье всё это принадлежало одному царству неразличимого света.

И всё же, несмотря на начальное недопонимание, классификация, созданная из желания устраниТЬ помехи в поисках, невольно стала фундаментом для научного упорядочивания космоса. Каталог Мессье стал вратами, за которыми открывался новый взгляд на строение Вселенной. Объекты, отмеченные как препятствия,

превратились в символы новой астрономии. То, что было ошибкой, стало откровением.

До сих пор простая буква «М», стоящая перед числом в названиях небесных объектов — будь то М 16, М 31 или М 42 — несёт в себе отзвук той эпохи, когда границы между мирами были ещё не очерчены. Эта литера, унаследованная от Шарля Мессье, продолжает объединять в один каталог совершенно различные по своей природе структуры: одни из них представляют собой газовые туманности в пределах Млечного Пути, другие — гигантские галактики, удалённые на миллионы световых лет.

Такое сосуществование отражает путь познания, в котором наблюдение предшествовало пониманию. Мессье не стремился к теоретическому объяснению увиденного, он оставлял метки — ориентиры, предостерегающие от заблуждений в поисках комет. Но именно эти метки стали первыми шагами к научной систематизации небесных явлений. Позднее, по мере того как возможности телескопов позволили различать отдельные звёзды внутри некогда «туманных» пятен, и когда выяснилось, что одни из этих объектов — гравитационно связанные звёздные скопления, другие — светящиеся облака газа, а трети — целые звёздные миры, понятие «туманности» обрело сложность и точность.

Тем не менее, в обозначениях это различие не отразилось. Так, М 16 — это туманность Орёл, внутри которой происходит формирование новых звёзд. А М 31 — галактика Андромеды, соседствующая с нашей в локальной группе. М 1 — Крабовидная туманность,

остаток взрыва сверхновой, а М 51 — галактика Водоворот, со спиральными рукавами и активным ядром. Всё это — звенья одного списка, где знак «М» продолжает напоминать, как легко в науке то, что считалось ошибкой, становится началом новой картины мира.

Эта традиция, не будучи изменённой даже с приходом новых классификаций, свидетельствует о преемственности научной мысли. Буква «М» больше не указывает на сходство объектов, но указывает на общую историю их открытия — момент, когда человек, вооружённый простым телескопом, впервые начал систематически вглядываться в хаос света и тьмы, пытаясь на ощупь вычертить карту Вселенной.

Погружаясь в просторы созвездия Змеи, на границе с летним небом, можно отыскать загадочное скопление звёзд, окутанное светящимися облаками — именно здесь раскинулась туманность Орёл, или по каталогам — объект Мессье 16. Эта область не просто украшает небосвод; она представляет собой одну из наиболее ярких лабораторий звездообразования, удалённую от Солнца на расстояние около семи тысяч световых лет. В её пределах разворачивается медленное, почти безмолвное действие — рождение звёзд, происходящее в холодных и плотных регионах межзвёздной среды.

Туманность Орла, несмотря на свою локализованность и сравнительно скромные размеры по галактическим меркам, встроена в гораздо более широкий и сложный контекст — в динамику Млечного Пути как живой и

постоянно меняющейся системы. Она не существует изолированно. Её положение, структура и эволюция напрямую зависят от процессов, протекающих в галактическом масштабе — от движения звёзд и газа в рукавах, от волновых плотностей, от гравитационного взаимодействия с окружением.

Орёл расположен в одном из спиральных рукавов Галактики — в рукаве Стрельца, который является активной зоной звездообразования. Именно вдоль этих рукавов движение вещества концентрируется, усиливается и структурируется. Спиральные рукава — не постоянные объекты, а скорее области повышенной плотности, через которые проходит газ, уплотняется, замедляется и становится подверженным гравитационному коллапсу. В этом потоке и рождаются туманности вроде Орла. Их появление — не случайный выброс, а часть галактического дыхания, ритмичного и медленного.

Кроме того, молекулярные облака, к которым относится и туманность Орёл, участвуют в перераспределении вещества в диске Галактики. С течением времени такие облака формируют звёзды, звёзды живут, умирают, выбрасывая обратно обогащённое вещество, которое снова включается в циркуляцию. В этом смысле Орёл — один из элементов «внутреннего обмена» Млечного Пути, своего рода временный сосуд, где сырьё будущих поколений звёзд и планет собирается, претерпевает изменения и затем рассеивается.

Кроме чисто вещественного аспекта, туманности также чувствительны к гравитационным волнам, проходящим

через галактический диск. Проход спиральной волны или близкое расположение массивных звёзд могут инициировать сжатие, вызвать нестабильность. Даже движение Галактики по отношению к своим соседям, её положение в локальной группе влияет на структуру и распределение газа — пусть и не напрямую, а через масштабные деформации и перераспределение плотностей.

Очевидным образом, туманность Орёл — это не автономная красотка на галактических задворках, а звено в цепи. Она подчиняется тем же законам движения, циркуляции, трансформации, которые формируют общий облик Галактики. И когда она исчезнет — как структура, но не как вещество, — её элементы продолжат участвовать в этом потоке, встраиваясь в новые образования, становясь частью следующего витка звёздной истории.

Туманность Орла образует эмиссионную зону, или область Н II, испускающую свет под действием ионизации газа. В этих областях горячие и молодые звёзды наполняют пространство ультрафиолетовым излучением, разрывающим молекулы и заставляющим атомы испускать характерное свечение. Одним из таких центров и стала туманность Орёл, в чьём сердце сверкает молодое рассеянное звёздное скопление, обозначенное как NGC 6611. Его возраст — около 5,5 миллионов лет, что по астрономическим меркам приравнивается к началу зрелости. Эти звёзды, хотя и выглядят спокойными с расстояния, излучают огромные потоки энергии, способные разрушать окружающие газовые

облака и одновременно провоцировать появление новых звёзд, сжимая оставшиеся плотные участки вещества.

Разные регионы туманности представляют собой отдельные картины, словно вырезанные из полотна Вселенной. Наиболее известный из них — это, конечно, «Столпы Творения», но наряду с ними существует и область, названная «Феей», где очертания пылевой колонны порой навевают мысли о силуэте фантастического существа, вытянутого вдоль световых лет межзвёздного пространства. Размер этой структуры приближается к десяти световым годам, и она, подобно другим подобным образованиям, скрывает внутри себя области, где материя готова к новому витку звёздной эволюции. На вершинах Столпов видны и так называемые орлиные «яйца» — испаряющиеся газовые глобулы, EGG, в которых, защищённые от света внешних звёзд, зреют будущие светила. Эти образования, уязвимые и временные, словно оболочки, вскоре могут быть полностью разрушены, если давление излучения и ветра окажется слишком сильным.

Отдельный интерес вызывает история самого открытия. Описанная ещё в середине XVIII века французским астрономом Жаном-Филиппом Луа де Шезо, туманность Орёл долгое время оставалась всего лишь туманным пятном среди звёзд. Лишь с развитием телескопической техники стало возможно рассмотреть её структуру и выделить отдельные элементы, такие как скопление звёзд и окружающие их газовые облака.

Наблюдение за туманностью возможно даже в небольшой телескоп. Уже в оптике с апертурой от 100 мм

в ясную ночь можно различить характерное скопление звёзд, окружённое лёгкой дымкой. Эта дымка — и есть сама туманность, расправляющая свои пылевые крылья в виде своеобразной фигуры орла, чьи очертания при внимательном взгляде действительно напоминают птицу в полёте. Особенно выразительным становится наблюдение при помощи специальных фильтров, усиливающих контраст эмиссионного свечения. В таких условиях можно заметить даже тёмные прожилки, словно следы когтей, прорезающие светящиеся области, идущие от основания к вершинам Столпов.

С научной точки зрения туманность Орёл представляет собой модельную область для изучения эволюции звёздных скоплений. Она находится на критической стадии своего развития, когда интенсивные процессы ионизации и испарения ещё не завершены, а формирование звёзд продолжается. Вблизи неё фиксируются и проявления более драматичных событий — например, по данным инфракрасного телескопа «Спитцер», существует вероятность того, что некоторые образования внутри туманности уже пострадали от взрыва сверхновой, произошедшего приблизительно шесть тысяч лет назад. Учитывая удалённость объекта, последствия катастрофы станут видимыми для земного наблюдателя лишь спустя несколько веков.

Даже краткий взгляд в телескоп на этот участок неба становится приглашением в глубины времени: свет, исходящий от туманности, начал свой путь к Земле, когда на планете только начинались эпохи, оставившие отпечатки в геологических слоях. С каждым новым исследованием раскрываются всё новые грани этой

звёздной кузницы, где материя превращается в свет, а хаос формирует гармонию.

В глубинах туманности Орёл, возвышаются величественные фигуры, обретшие своё имя в сочетании поэтического воображения и научной точности — Столпы Творения. Эти исполинские образования, внешне напоминающие слоновьи хоботы, являются плотными скоплениями межзвёздного газа и пыли. Будучи продуктом взаимодействия света и материи, они стали символом рождения и разрушения, слияния стихии и времени.

Находясь на расстоянии приблизительно в семь тысяч световых лет от Земли, эти структуры представляют собой остатки центральной области туманности, где из молекулярного водорода и частиц космической пыли, подчиняясь невидимым законам гравитации, зарождаются новые звёзды. Когда-то здесь вспыхнули первые массивные светила, и, разрушая своим излучением окружающее вещество, они обнажили сердцевину туманности, позволив взгляду проникнуть внутрь этого звёздного инкубатора. Именно по этой причине Столпы предстают в образе динамичной структуры, в которой столкновение излучения и материи создаёт фантастические образы, отражающие внутреннюю архитектуру космоса.

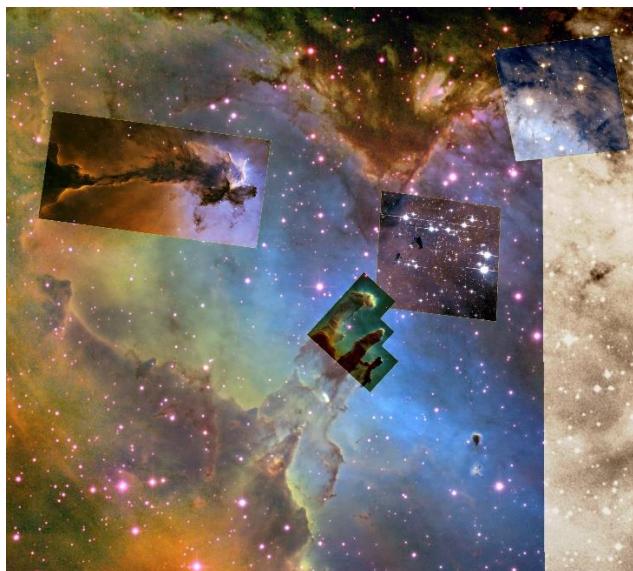
В этих столбах скрыты глобулы — плотные комки вещества, укрывающие от разрушительного воздействия ультрафиолета области за собой. В их тени, будто под покровом невидимой завесы, формируются так

называемые «пальцы» — выступы, вытянутые вверх к источнику света, чьи размеры превышают даже габариты Солнечной системы. На вершине одного из таких пальцеобразных образований уже зреет молодая звезда, чья масса приближается к солнечной, тогда как другой выступ скрывает в себе мощный рентгеновский источник, возможно, свидетельствующий о существовании ещё более массивного светила, вес которого достигает пяти масс Солнца.

Каждая из структур ориентирована особым образом: дальний из столпов, освещённый спереди, отчётливо демонстрирует свою текстуру, в то время как два других обращены к наблюдателю теневой стороной, создавая иллюзию скрытого движения и глубины. Верхушки этих образований покрыты изрезанными, зазубренными очертаниями, словно созданы не природными силами, а по замыслу древнего скульптора, передавшего в них дыхание времени и воли Вселенной. Здесь кислород, потеряв два электрона, излучает синий свет, водород — зелёный, а сера, утратив один электрон, окрашивает поверхность столпов в кроваво-красный оттенок, превращая кадр телескопа в палитру химических взаимодействий, выстроенную в мерцающей тишине космоса.

Однако красота этих гигантских структур скрывает за собой хрупкость. Свет и звёздные ветры, исходящие от ближайших молодых светил, продолжают размывать материю, выдувая вещество из внутренних областей. Подобная участь — лишь вопрос времени. Некоторые снимки, полученные с телескопа «Спитцер», обнаружили вблизи Столпов облако горячей пыли, вероятно,

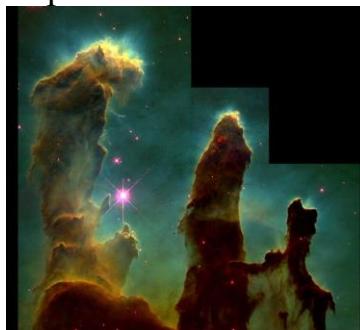
оставшееся после взрыва сверхновой. Если интерпретация верна, ударная волна, находясь на пути к этим исполинским башням, достигнет их примерно через тысячу лет, разрушив их окончательно. Хотя иные исследователи высказывают сомнения, объясняя тепловое излучение иными причинами — например, активным звёздным ветром — даже само присутствие горячего облака, вне зависимости от его происхождения, уже стало предвестником необратимых изменений.



С течением времени возможности наблюдения за этими объектами многократно возрастили. Сначала телескоп «Гершель» открыл инфракрасный взгляд внутрь структуры, а затем «Хаббл», отмечая своё двадцатипятилетие, вернулся к знаменитой сцене с новым разрешением, позволяя рассмотреть основание этих гигантов. В 2022 году к наблюдению присоединился и телескоп «Джеймс Уэбб», предоставив изображения, снятые в разных участках инфракрасного спектра.

Камеры NIRCam и MIRI раскрыли невидимую прежде глубину: сквозь пыль и газ стали различимы нити материи и очертания новых зарождающихся тел. Благодаря этим наблюдениям стало возможным воссоздать объёмное расположение Столпов в пространстве и изучить взаимодействие света и вещества в масштабе, недоступном обычному зрению.

Каждое новое изображение, появляющееся из глубин небесного океана, не только углубляет представление о природе Столпов, но и служит напоминанием: даже самые величественные сооружения Вселенной — временны, их форма, подобно миражу, подвластна свету, звёздному ветру и времени.



Эти величественные образования, прозванные столпами, на деле не обладают ни прочностью, ни твёрдостью — они состоят из разреженного газа и космической пыли, протянувшихся в длину на несколько световых лет. Каждая их часть — не более чем неуловимое облако, где плотность вещества столь мала, что в земных условиях аналогичный объём считался бы почти абсолютным вакуумом. И всё же, глядя на них сквозь телескопы, невольно возникает ощущение монументальности — словно перед взором встают каменные колонны,

вознесённые над бездной. Именно этот обман зрения и подарил им название.

Форма столпов обманчива: то, что кажется твёрдым силуэтом, — всего лишь результат того, как свет преломляется и рассеивается в пылевой завесе. Материя здесь не созидаёт границы, а скрывает свет, создавая силуэты, в которых воображение достраивает структуру. Иллюзия плотности возникает лишь потому, что пыль препятствует прохождению света от ярких звёзд, расположенных за этими образованиями. Тень становится формой, и форма — заблуждением. Уже в этом — намёк на философию, вырастающую из самой ткани космоса.

То, что с расстояния в тысячи световых лет кажется неподвижной архитектурой Вселенной, на деле находится в непрестанном изменении. Внутри этих пыльных башен происходит формирование звёзд, но процесс этот сочетается с разрушением: излучение и звёздный ветер ближайших светил неумолимо размывают плотные области. Материя сжимается, воспламеняется, и тут же испаряется, подчиняясь невидимым силам. Всё зиждется на нестабильности. Всё, что кажется неподвижным, — в действительности поток.

Это соотношение видимости и сути, когда иллюзорная прочность скрывает под собой непрерывное движение и рождение нового, позволяет воспринимать Столпы Творения не просто как астрономический феномен, но как космическую метафору. Они не просто фрагмент пейзажа Вселенной — они отражение самой её природы:

невидимое делает видимым, временное формирует устойчивое, пустота рождает свет.

В космологическом масштабе даже самые впечатляющие земные размеры теряют свою значимость, и только в сопоставлении с межзвёздными расстояниями начинает раскрываться истинный масштаб туманности. Столпы Творения, эти пылевые образования в туманности Орёл, достигают в длину почти пяти световых лет — расстояния, превышающего путь от Солнца до Проксимы Центавра, ближайшей звезды. Их величина такова, что целая звёздная система могла бы исчезнуть внутри одного из этих теневых силуэтов, не оставив на нём и следа.

Туманность, в пределах которой эти столпы выросли, представляет собой облако, насыщенное межзвёздным газом и пылью. В основе её вещества — водород, основной строительный элемент звёзд. Вместе с ним, пусть и в значительно меньших количествах, присутствуют и другие элементы — гелий, кислород, сера и следы углерода. Они неравномерно распределены в пространстве: наиболее плотные участки становятся очагами будущих звёзд, тогда как более разрежённые регионы слабо взаимодействуют с излучением и ускользают из поля зрения.

Внутри самих столпов плотность вещества повышена на несколько порядков по сравнению с окружающей средой. Здесь газ сжимается под действием гравитации, создавая зачатки протозвёзд. Эти области можно сравнить с зерном в оболочке: внешняя структура защищает

внутреннюю от воздействия мощных потоков излучения и звездного ветра. Именно эта изолированность и позволяет удерживать достаточную массу вещества для запуска процессов звездообразования.

Температура внутри этих структур сохраняется на низком уровне — от нескольких десятков до нескольких сотен кельвинов. По меркам Вселенной, где ядра звёзд нагреваются до миллионов градусов, такие температуры считаются крайне холодными. И всё же именно в этом холоде, в медленном и почти незаметном для человеческого глаза сжатии материи, закладываются основы будущего звёздного света. Холод здесь не синоним бездействия, а условие, при котором возможна концентрация, уплотнение, начало формирования ядра.

Анатомия туманности предстает как сложная иерархия — от тончайших пылевых нитей, оплетающих пространство, до гигантских масс, формирующих колонны. Внутри них прячутся зародыши звёзд, окружённые коконами, не допускающими разрушительного света. Эти коконы, защищённые только временно, вскоре либо порождают новые светила, либо исчезают, испарённые внешним давлением. Всё это — лишь этап в долгом и непрерывном движении материи, стремящейся либо к гравитационной стабильности, либо к растворению в излучении.

Каждый элемент анатомии туманности связан с другим, образуя единое дыхание — незаметное и необратимое. Структуры, что кажутся статичными, — в действительности текучи. Видимое в них — результат

временного равновесия между сжатием и разрушением, между холодом и светом.

Путь к образованию звезды начинается в холодной тишине межзвёздного облака, где среди пыли и газа ничто ещё не предвещает появления света. Внутри туманности, среди медленно движущихся частиц, возникают области, где плотность становится чуть выше, чем вокруг. Эти незаметные сгущения, словно зародыши в утробе, начинают сжиматься под действием собственной гравитации, втягивая в себя всё больше вещества из окружающей среды. Этот процесс не резок и не стремителен — он может продолжаться миллионы лет, оставаясь скрытым от прямого взгляда.

Когда сжатие достигает критического уровня, давление в центре будущей звезды возрастает, температура медленно поднимается, и в какой-то момент пересекается невидимый порог — запускается термоядерная реакция. В этот миг водород начинает превращаться в гелий, выделяя колоссальное количество энергии. Именно тогда рождается свет. Внутри плотного кокона вспыхивает первая искра — не видимая снаружи, но уже начавшая преобразовывать материю в излучение.

Эти зародыши светил, скрытые глубоко внутри тёмных узлов пылевых столпов, известны как протозвёзды. Им суждено провести долгий отрезок времени, прежде чем они прорвутся сквозь свою оболочку и станут видимыми во всей полноте. Наблюдать их напрямую невозможно — плотные слои пыли и газа не пропускают оптический свет. Только инфракрасные телескопы, способные уловить тепло, исходящее из глубины облака, дают

представление о происходящем. Инфракрасные лучи, минуя завесу, раскрывают контуры тени и света, где светила только формируются.

Процесс звездообразования, несмотря на его фундаментальную роль в устройстве Вселенной, по сути своей полон противоречий и физически неочевиден. На первый взгляд кажется, что если облако газа достаточно массивное, то под действием гравитации оно неизбежно сожмётся до плотного состояния, пока в центре не начнётся термоядерный синтез. Но реальность гораздо сложнее: сама природа сжатия сталкивается с серией препятствий, и возникает парадокс — звезда должна удержаться от разрушения, чтобы начать излучать, но её излучение стремится разрушить то, что её породило.

Главный парадокс заключается в том, что когда облако начинает сжиматься под действием гравитации, температура его ядра растёт. И как только температура достигает определённого порога, запускаются термоядерные реакции: водород начинает превращаться в гелий, высвобождая энергию. Эта энергия, в свою очередь, создает давление — излучение и тепловой удар, которые стремятся разорвать или хотя бы стабилизировать вещество, прекратив дальнейшее сжатие. Получается, что звезда в момент своего рождения сразу же запускает механизм самосохранения, препятствующий продолжению коллапса. Это равновесие между гравитацией и внутренним давлением существует лишь в узком диапазоне параметров — чуть больше массы, чуть больше тепла, чуть меньше плотности — и сжатие прервётся, звезда рассыплется или

никогда не загорится. В большинстве случаев именно так и происходит.

Кроме того, термоядерный синтез — процесс крайне неэффективный. Вопреки образу яркого, бушующего огня, энергия в звезде выделяется не в лавинообразных вспышках, а каплями. На единицу объёма — это удивительно слабый процесс. Энергия, выделяемая в центре звезды, всего лишь немного превышает уровень, необходимый для компенсации тепловых потерь. Сравнение с плотностью энергии в реакторе или взрыве вводит в заблуждение: звёзды излучают много только потому, что они огромны. Плотность энергии, выделяемой в объёме солнечного ядра, сопоставима с энергией, которую выделяет компостная куча — просто в Солнце таких «куч» триллионы. Эффективность тут — вопрос масштаба, а не интенсивности.

Наконец, фундаментальная физика термоядерного синтеза уходит корнями в квантовую механику. С позиции классической физики слияние протонов — частиц с одинаковым положительным зарядом — попросту невозможно. Электрическое отталкивание между ними настолько велико, что при температурах, доступных в недрах даже самых горячих звёзд, они не должны приближаться друг к другу на расстояние, необходимое для начала ядерной реакции. И только эффект квантового туннелирования — способность частицы «просачиваться» сквозь энергетический барьер, даже если у неё нет достаточной энергии, — делает возможным слияние. Это не просто технический нюанс, а физическая загадка, благодаря которой вообще возможно существование термоядерных звёзд. Без

туннелирования Вселенная была бы наполнена только холодным газом, лишённым света, структуры и химии.

Внутри звезды, особенно в её плотных центральных областях, условия таковы, что свет — привычная для нас форма переноса энергии — оказывается почти бесполезен как способ быстро передать тепло наружу. Фотон, родившийся в самом центре звезды, сталкивается с таким количеством частиц на своём пути, что его движение напоминает не луч, а бесконечную череду рассеиваний, отражений и задержек. Он проходит лишь несколько миллиметров, прежде чем взаимодействует с очередным ядром, и снова меняет направление. Чтобы выбраться из недр, фотону требуется от сотен тысяч до миллионов лет. Свет буквально блуждает внутри звезды, теряя память о месте своего рождения.

Но существует другой носитель энергии — почти неуловимый, почти не взаимодействующий с веществом: нейтрино. В процессе термоядерных реакций, особенно в самых высокоэнергетических фазах, таких как превращение протонов в нейтроны или при распаде нестабильных ядер, наряду с гамма-излучением и частицами выделяются нейтрино. Эти частицы почти не взаимодействуют с материей. Их сечение взаимодействия чрезвычайно мало: они могут пройти сквозь целую звезду (и даже сквозь Землю) почти без столкновений.

Именно благодаря этой «прозрачности» нейтрино становятся ключевыми участниками переноса энергии в самых плотных и горячих зонах. Они покидают звезду практически мгновенно, унося с собой часть энергии, которая в противном случае надолго бы осталась запертой в недрах. Особенno важна их роль в самых

критических состояниях звёзд — например, во время коллапса ядра массивной звезды, предшествующего вспышке сверхновой. В этом мгновенном схлопывании температура и плотность достигают таких значений, что образуются буквально потоки нейтрино, которые за считанные секунды уносят колоссальную долю энергии — больше, чем во всех остальных формах излучения вместе взятых.

Без нейтрино звёзды были бы замкнутыми энергетическими системами: перегретыми изнутри, неспособными быстро охлаждаться или сбрасывать избыточную энергию. Они дольше удерживали бы состояние неустойчивости, и многие эволюционные переходы — например, взрывы сверхновых — просто не могли бы произойти. Благодаря нейтрино возможна быстрая разгрузка теплового давления, перераспределение внутренней энергии, запуск разрушительных, но жизненно важных фаз звёздной эволюции.

Нейтрино — не просто побочный продукт ядерных реакций. Это — канал связи между недрами и внешним пространством, между сердцем звезды и её окружением. Их почти абсолютная незаметность — и есть условие их эффективности. И хотя сами они не несут света, без них не было бы и света как результата.

Всё это означает, что звёзды — не самоочевидный продукт природы, не результат простого сжатия. Это хрупкое равновесие между силами, которые стремятся либо разрушить, либо остановить процесс ещё до начала. И каждый успешный акт звездообразования — это, по сути, исключение. Остальное — шум, неудачи,

рассеянные попытки. Но именно из таких редких совпадений рождается свет, галактики, планеты, элементы и, в конечном счёте, всё, что способно на наблюдение, размышление и возвращение взгляда к своему началу.

Всё, что кажется неподвижным в структуре туманности, на деле — сцена непрерывного движения. Там, где ещё недавно царила равномерная пустота, уже идёт накопление вещества, уже пульсирует внутренний жар. Каждый столп, каждая глобула — не просто форма, а место действия, где хаос принимает направление. Происходит разделение: часть материи падает внутрь, часть — отбрасывается наружу, выталкиваемая потоками плазмы и магнитными бурями, окружающими зарождающееся светило. В этом балансе, поддерживаемом невидимыми силами, из аморфной массы начинает формироваться центр, вокруг которого вскоре начнут кружиться будущие планеты.

Преобразование хаоса в порядок, тьмы в свет, случайного скопления — в термоядерное сердце, излучающее миллиарды лет, воплощается здесь в своей самой первозданной форме. Всё, что когда-либо будет освещено — начинается в тени, среди невидимых завихрений пыли, в недрах столпов, названных Творением.

Внутреннее устройство Столпов Творения невозможно рассматривать вне влияния окружающей их среды — тех звёзд, что уже появились внутри туманности Орёл и теперь воздействуют на вещество, из которого некогда

сами возникли. Механика звездообразования здесь неразрывно связана с процессом разрушения: ультрафиолетовое излучение, испускаемое массивными и горячими звёздами, постепенно выжигает газовую оболочку столпов, разрушая их изнутри. Этот процесс, известный как фотоэвапорация, действует как медленное, но неотвратимое истощение — атом за атомом вещество испаряется, уносимое светом и звёздным ветром.

И всё же именно это же излучение, разрушая, способствует рождению новых звёзд. Массивные светила, выступающие в роли катализаторов, оказывают давление на окружающий газ, сжимая его, пробуждая внутри облаков новые центры гравитационного коллапса. Их свет, подобно пламени, зажигает не только внешний облик туманности, но и внутренние процессы. Возникает парадокс: источники разрушения становятся и источниками жизни. Так, под действием внешней энергии столпы рождают светила, которые в свою очередь обречены разрушить колыбель, в которой были зачаты.

Каждая из этих пылевых структур — не более чем времененная форма. Их линии, кажущиеся строгими и устойчивыми, в действительности постоянно меняются, растекаясь и исчезая, как облака, размытые ветром. Время здесь — не абстракция, а видимая сила: то, что сейчас кажется башней из звёздной пыли, через несколько тысяч лет станет разреженным фоном, на котором останется только излучение. Свет буквально выпаривает тьму, и в этом процессе становится видимым то, что раньше скрывалось — протозвёзды, ранее

заключённые в пылевых коконах, оказываются обнажёнными, выходя на первый план, чтобы стать частью небесного пейзажа.

Определённым образом, в самой природе этих структур заключено единство противоположностей. Разрушение становится условием творения. Утрата формы даёт начало свету. То, что исчезает, оставляет за собой звёзды — долговечные, как сами галактики. И хотя столпы обречены на распад, именно этот процесс формирует образы, которые будут жить гораздо дольше, чем их источник. В этом цикле, где пыль становится огнём, а холод — зарождением тепла, раскрывается одна из самых точных моделей космического бытия.

Вглядываясь в гигантские структуры космоса, где простираются спиральные рукава галактик, невозможно не заметить одну странность, давно вызывающую недоумение у тех, кто размышляет о судьбах материи во Вселенной. В то время как звезды за миллиарды лет должны были преобразовать большую часть межзвёздного газа и пыли в плотные светила или рассеять его в межгалактическое пространство, туманности и облака газа продолжают наполнять галактики, подобные Млечному Пути. Их присутствие не только устойчиво, но и обильнее, чем можно было бы ожидать, если принять во внимание темпы фотоионизации, давление излучения и разрушительные процессы, сопровождающие звёздную эволюцию.

Хотя массовые выбросы вещества в результате взрывов сверхновых могли бы пополнять межзвёздную среду, подобные явления происходят с относительно редкой

частотой. Столкновения галактик или акреция из внешних резервуаров холодного газа, конечно, добавляют динамики, но не могут в полной мере объяснить постоянно поддерживаемую массу пыли и газа. Особенно парадоксально выглядит сохранность пыли, ведь для её образования требуется присутствие тяжёлых элементов, а процессы, разрушающие пылевые зёрна — от ударных волн до ультрафиолетового излучения — действуют беспрестанно, с течением времени лишь усиливаясь.

Сложность вопроса обостряется ещё и тем, что пыль формируется в основном в оболочках умирающих звёзд и в остатках сверхновых, где условия благоприятны для конденсации твёрдых частиц. Однако большая часть пыли, рождённой в таких экстремальных условиях, подвергается последующему разрушению. При этом наблюдаемая масса пыли в галактиках указывает на наличие либо крайне эффективного механизма её повторного образования, либо на приток вещества извне — и тот, и другой вариант порождают новые вопросы.

Галактическое вещество, несмотря на непрерывное действие процессов разрушения, не только сохраняется, но и остаётся активно вовлечённым в звездообразование, что указывает на сложную систему равновесия. Учитывая, что процессы фотоэвпопрации и давление излучения должны были бы рассеять газ в течение времени, сравнимого с возрастом галактик, приходится искать объяснение в нестандартных источниках пополнения межзвёздной среды. Одним из возможных механизмов является непрерывное охлаждение горячего газового гало, окружающего галактики, что позволяет

конденсироваться новому холодному газу. Кроме того, возможно, существуют скрытые процессы, при которых небольшие межгалактические облака газа постепенно встраиваются в галактическую структуру, насыщая её свежим веществом.

Пылевые зёрна, двигаясь в магнитных полях и сталкиваясь в турбулентных потоках газа, могут претерпевать сложные циклы разрушения и повторного роста, что частично компенсирует потери. Поддержание баланса между этими противоположными явлениями требует не только понимания локальных процессов, но и учёта масштабных движений вещества в галактике, включая вертикальные потоки газа, выносимого из плоскости диска звёздными ветрами, а затем оседающего обратно. Всё это создаёт впечатление, что галактики не просто пассивно теряют материю, а находятся в состоянии сложного внутреннего обращения, словно гигантские механизмы с множеством взаимосвязанных передач.

Внутреннее строение Столпов Творения, скрытое от глаза за плотной пеленой пыли, наполнено движением, тонким и беспокойным, словно дыхание самой материи. Внутри этих холодных, кажущихся неподвижными структур непрестанно протекают сложные турбулентные процессы — завихрения, перемешивания, столкновения молекул, порождающие едва уловимые, но неослабевающие токи. Эти движения не поддаются простому описанию, они образуют систему вихрей и потоков, где локальные области сжимаются, а другие — растекаются, в каждой точке подчиняясь балансу между гравитацией, теплом и магнитной инерцией.

Молекулярный газ в таких условиях способен организовываться в тонкие вытянутые образования — филаменты, нити, из которых рождаются звёздные ядра. Эти филаменты тянутся по всей длине столпов, в некоторых местах утолщаясь, уплотняясь и постепенно формируя сгустки, в которых запускается процесс звездообразования. Взаимодействие между молекулами, охлаждёнными пылью, приводит к тому, что тепловое давление падает, и вещество легче поддаётся гравитационному сжатию. Пыль в этом процессе играет ключевую роль: она не только блокирует свет и позволяет газу остывать, но и формирует защитные оболочки вокруг формирующихся протозвёзд, экранируя их от разрушительного воздействия внешнего излучения.

Однако равновесие здесь нестабильно. Противодействие гравитации оказывают не только тепловые потоки, но и магнитные поля, пронизывающие облако. Эти поля могут удерживать вещество от сжатия, задерживая формирование звёзд или направляя движение вещества вдоль определённых линий. Иногда они становятся каркасом для формирования вытянутых структур, а иногда — преградой, в которую упирается энергия, пытающаяся сбить облако в единый сгусток.

Внутренние образования в столпах — не статичные узлы, а подвижные формы, напоминающие щупальца, пальцы, отростки, вытягивающиеся по направлению к свету. Их очертания меняются с течением времени: одни сжимаются, другие теряют форму, испаряясь под действием ветра и ультрафиолетового излучения. Эти выступы создаются в результате теней, отбрасываемых

более плотными областями: газ за ними меньше подвержен разрушению, и в этих зонах накапливается вещество, способное расти. Порой в этих тонких участках можно наблюдать начальные стадии рождения звезды, скрытые от прямого взгляда, но обозначенные сгустками инфракрасного излучения.

Такая тектоника газа и пыли напоминает внутреннюю динамику планетарных недр: всё находится в движении, всё подчинено силам, которые сталкиваются, договариваются, временно уравновешиваются, но никогда не замирают. Это глубинное течение, в котором нет покоя, формирует не только структуру самих столпов, но и определяет судьбы светил, что однажды вспыхнут в их глубинах. Столпы не просто исчезают под давлением света — они разрушаются изнутри, изменяясь, преобразуя себя в новые формы, в материю, которая однажды станет центром гравитационного притяжения, теплом, а позже — светом.

Столпы Творения, несмотря на свою кажущуюся монументальность, существуют лишь в пределах ограниченного астрономического мгновения. Их век — десятки или, в лучшем случае, сотни тысяч лет, что по меркам Вселенной равнозначно вспышке искры в ночи. Эти структуры не предназначены для долговечности. Они рождаются в результате хрупкого равновесия между внутренним сжатием и внешним разрушением, развиваются в условиях постоянного давления и, в конечном счёте, исчезают, растворяясь в свете тех же звёзд, которым послужили колыбелью.

Когда последний фрагмент облака исчезает под воздействием излучения, остаётся открытое пространство, в котором уже нет пыли, но появляются молодые звёзды, ещё окружённые остатками своей прежней среды. Некоторые из них объединяются в рассеянные скопления — свободные группы светил, не связанных жёстко гравитацией, но ещё удерживаемых общим происхождением. Со временем и они разлетаются, теряя связи, растворяясь в галактическом диске, становясь частью более широкой структуры. Но несмотря на утрату формы, эти звёзды несут в себе отпечаток условий, в которых они родились: химический состав, скорость вращения, масса — всё это было заложено в момент рождения, внутри испаряющихся облаков.

Есть основания полагать, что и Солнце — источник жизни на Земле — появилось в подобной звёздной «фабрике», окружённой пылью, в обществе множества родственных светил. Однако за миллиарды лет своего существования оно давно утратило связь с тем местом. Его сородичи, если они и сохранились, рассеялись по Галактике, и от первоначальной туманности, быть может, не осталось даже следа. Так и Столпы Творения, наблюдаемые сегодня, спустя тысячелетия исчезнут, не оставив за собой ничего, кроме света, идущего от рождённых в них звёзд.

Потому их значение — не в форме, которую они временно принимают, а в роли, которую играют в бесконечном процессе. Они не являются завершёнными творениями и не символизируют начало в прямом смысле — это лишь эпизод в непрерывной цепочке

преображений. То, что сегодня называется Столпами, завтра уже станет лишь зоной разреженного газа, а спустя ещё одно мгновение — лишь областью пустоты, в которой будут сиять светила, не помнящие, из чего они родились. В этом исчезновении сохраняется истина космоса: ничто не возникает без причины, но ничто не остаётся в изначальной форме. Всё изменяется, оставляя след — и продолжение.

Сколько подобных туманностей — звездных инкубаторов, пылевых колыбелей, временных обителей света — уже возникло и исчезло в недрах нашей Галактики, точно не знает никто. Но известно, что таких областей было не тысячи и не десятки тысяч — их количество измеряется миллионами. На протяжении более чем десяти миллиардов лет существования Млечного Пути, звёздная активность не прекращалась ни на миг: каждый виток спирального рукава приносил с собой сжатие газовых облаков, появление новых звёздных скоплений, рождение временных форм, подобных туманности Орёл. Некоторые туманности были величественнее, некоторые — скромнее, но все они проходили один и тот же путь: возникновение, созревание, распад.

Каждая звезда, излучающая сейчас в Галактике — а таких насчитывается около ста миллиардов, — когда-то родилась в пределах подобной газовой области. По мере звездообразования и разрушения туманностей, их материал снова возвращался в межзвёздную среду, обогащённый тяжелыми элементами, и цикл начинался вновь. Некоторые туманности, особенно вблизи центров

галактических рукавов, могли становиться особенно активными: за короткий по космическим меркам период там появлялись тысячи светил. Затем, под действием света и ветра, сама структура разрушалась, уступая место следующей.

В других галактиках, особенно спиральных, процессы идут аналогично. Если каждая из сотен миллиардов галактик во Вселенной содержит, в среднем, порядка ста миллиардов звёзд, и если большая часть этих звёзд сформировалась в течение первых десяти миллиардов лет, то число туманностей, через которые прошёл свет, исчисляется невообразимыми величинами. Это не просто миллиарды, а числа с двадцатью и более нулями — каждое из которых скрывает в себе целую эпоху, сотни световых лет пыли, колебания температуры, рождение звёзд, испарение оболочек, рассеивание скоплений, возвращение вещества в Галактику и повторение цикла.

Туманности — мгновенные, но фундаментальные этапы в эволюции космоса. Они не оставляют после себя долговечных следов — в отличие от звёзд, планет или остатков сверхновых. Их красота и значимость заключены в том, что они действуют как мастерские, в которых выковываются элементы, из которых затем рождается структура Вселенной. Глядя на них, можно видеть не завершённую форму, а процесс. И в этом процессе космос проявляется не как безжизненная пустота, а как живой, непрерывный акт рождения — не разовый, не уникальный, но повсюду происходящий.

Туманности исчезают, словно дыхание на стекле, но их исчезновение — всегда условное. Материя не теряется,

она перетекает, трансформируется, образует новое. Космос и впрямь — мастерская чудес, но в этой мастерской не создаются законченные произведения. Здесь всё живёт в переходе: из пыли — в звезду, из света — в гравитацию, из структуры — в хаос и обратно. Столпы Творения, как и бесчисленные им подобные, — это не исключение, а правило, часть тихого, но нескончаемого потока творения.

Химическая природа туманностей — одна из тех невидимых основ, на которых строится понимание космических процессов. Хотя в визуальных наблюдениях они предстают как изысканные формы света и тени, в действительности каждая такая структура — это сплав атомов, ионов, молекул и пылинок, движущихся и взаимодействующих в условиях разреженного, но насыщенного событиями пространства. В основе состава — водород, элемент, возникший вскоре после Большого взрыва и до сих пор остающийся наиболее распространённым во Вселенной. Он составляет до девяноста процентов вещества туманностей по числу атомов и проявляет себя в разных состояниях: как нейтральный атом (H), как ионизированная плазма (H^+), а в наиболее плотных и холодных зонах — как молекула H_2 , скрытая от оптического обзора.

Следом за водородом идёт гелий — инертный, слабо взаимодействующий, но значимый в энергетических расчётах. Далее, в малых долях, присутствуют элементы, которые определяют тонкие черты химического портрета: кислород, азот, углерод, сера и другие. Именно они, взаимодействуя с излучением, дают характерные спектральные линии, позволяющие с точностью

восстанавливать физические условия внутри туманности. Спектроскопия становится в этом контексте основным инструментом: не видя напрямую происходящее, можно судить о температуре, плотности, ионизации, скорости движения вещества, ориентируясь по распределению длин волн света, испускаемого или поглощаемого различными элементами.

Внутри активных регионов, таких как Столпы Творения, газ движется неравномерно. Одни области светятся ярче за счёт ионизации — например, HII-регионы, где водород уже утратил электроны и испускает свет при их повторном захвате. Другие скрыты — холодные, молекулярные зоны, где H_2 не светится напрямую, но обнаруживается по вторичным признакам: излучению CO (угарного газа), которое сопровождает его. Каждый спектральный сдвиг, каждая линия несёт в себе информацию о скорости движения, о внутренней температуре, о плотности среды. Наблюдая за ними, астрономы восстанавливают картину, в которой туманность — не просто пятно на небе, а движущийся, меняющийся мир с тонкой структурой.

Особую роль играет пыль. Частицы, размером в доли микрон, состоят из углеродистых соединений, силикатов и, возможно, даже льда в наиболее холодных регионах. Эти частицы, несмотря на ничтожную массу по сравнению с газом, оказывают решающее влияние: они экранируют свет, охлаждают газ, участвуют в формировании оболочек протозвёзд. Без пыли звёзды не смогли бы сжиматься до нужной плотности — излучение слишком быстро рассеивалось бы наружу, и вещество не достигало бы критических температур. Кроме того,

именно на поверхности пылевых частиц могут происходить химические реакции, невозможные в газовой фазе, включая образование молекул водорода и сложных органических соединений.

На самых ранних стадиях звёздной эволюции, в пределах этих плотных и защищённых зон, может происходить первичный синтез более тяжёлых элементов — например, лития. Хотя он в основном возник в первые минуты после Большого взрыва, определённое количество этого элемента может также формироваться в условиях звездообразования, особенно в нестабильных, пульсирующих протозвёздах.

Определённым образом, химический состав туманности — не просто набор цифр. Это след, оставленный прошлым космоса, ключ к пониманию настоящего и указание на то, каким будет будущее тех звёзд, что только начинают зажигаться в глубинах пылевых облаков.

Если мысленно перенестись на сотни миллиардов лет вперёд, в эру, где современная Вселенная покажется молодым и ещё не определившимся организмом, туманности и газовые облака пройдут долгий путь изменений, отражая накопленные следы звёздных жизней. Каждое поколение светил, завершая свой жизненный цикл, будет отдавать обратно в межзвёздную среду не только лёгкие элементы, но и всё более обогащённые тяжёлыми ядрами фрагменты вещества, сбрасывая их в виде звёздных ветров, вспышек сверхновых, коллапсирующих оболочек. Эти добавки, поглощаясь газовыми облаками, постепенно изменят их

состав до такой степени, что первозданная простота, когда водород и гелий составляли почти всю массу, станет далёким воспоминанием.

Накопление углерода, кислорода, железа, кремния и других тяжёлых элементов будет не только следствием, но и причиной перемен, касающихся процессов звездообразования. Пылевые зёрна, становясь всё более многочисленными и разнообразными по составу, повышают степень охлаждения газа за счёт излучения в инфракрасном диапазоне, способствуя более эффективному коллапсу облаков. В то же время избыток металлов сделает будущие звёзды менее массивными в среднем, так как повышенное излучение ионных линий приведёт к более сильному рассеянию фрагментов до завершения аккреции. Звёзды будут рождаться менее массивными и дольше живущими, двигая галактическую эволюцию в сторону замедления.

Со временем, пройдя множество итераций звёздных поколений — а это, по грубым оценкам, десятки циклов, каждый из которых охватывает миллиарды лет, — облака газа полностью преобразятся. После десятого, пятнадцатого поколения звёзд среда утратит былую прозрачность, насытившись пылью и тяжёлыми элементами настолько, что её химический профиль станет ближе к тому, что сегодня наблюдается в ядрах старых эллиптических галактик или в зонах активного звездообразования с высокой металличностью. Однако даже это обогащение не будет бесконечным, ведь сами тяжёлые элементы будут в конечном счёте поглощаться, запечатываться в остатках звёзд, в чёрных дырах,

нейтронных звёздах и других формах недоступной материи.

Не стоит забывать и о самих механизмах поддержания существования облаков. Пока галактики будут сталкиваться, поглощать карликовые спутники, черпать материал из галофер и выбрасывать его обратно в диск, пока останутся остатки холодного газа и не завершится процесс космической рекомбинации до полного термального равновесия — до тех пор туманности будут возникать вновь, пусть и в изменённой форме. Движение спиральных рукавов, выступающее не просто как визуальный узор, а как волна плотности, будет продолжать сжимать газ в локальные области, поддерживая циклы рождения звёзд, пока в наличии останется хоть немного вещества, способного на коллапс. В конечном счёте, когда большая часть газа либо превратится в звёзды, либо будет захвачена гравитационными колодцами, останутся лишь редкие участки, где гравитационные флюктуации или приливные силы смогут вызвать локальные сжатия.

В далёком будущем, спустя сотни миллиардов лет, когда звездообразование станет редким и вялым, сами туманности примут другой облик. Они будут плотнее, химически сложнее, с повышенным содержанием пыли, возможно, более стабильные против разрушения, но и менее пригодные для образования массивных звёзд. Внешний облик галактик изменится, теряя былую спиральную структуру и превращаясь в более однородные, гладкие образования. Прозрачность межзвёздной среды снизится, а свет новых звёзд, всё более редких и тусклых, будет пробиваться сквозь

сложную сеть тяжёлых элементов, окрашивая будущие галактики в мягкие красные тона, почти лишенные юной яркости.

Приглашаю вас ознакомиться с моей статьей *The fate of nebulae and gas clouds in the far future: Implications of heavy element enrichment on star formation and galactic dynamics* (Судьба туманностей и газовых облаков в далёком будущем: последствия обогащения тяжёлыми элементами для звездообразования и галактической динамики), опубликованной в *Global Science News*. В этой статье я исследую, как повышенное содержание тяжёлых элементов в межзвёздной среде может повлиять на дальнейшее существование туманностей и процесс формирования звёзд. Буду рад вашему вниманию к моей статье, в которой обсуждаются изменения, происходящие в структуре Вселенной на масштабах космического времени.

Познание таких объектов, как Столпы Творения, требует инструментов, превосходящих возможности человеческого зрения. Даже самый чувствительный оптический телескоп ограничен стеной пыли и света, которая скрывает большую часть происходящего внутри этих космических структур. Первый детальный образ Столпов был получен телескопом «Хаббл», который видит лишь то, что доступно в пределах видимого спектра, и потому его изображение — это не отражение всей структуры, а скорее контур, внешняя оболочка.

Истинное содержание столпов открылось позже, с приходом телескопа James Webb, способного заглядывать в глубины туманности в инфракрасном

диапазоне. Инфракрасный свет, благодаря большей длине волны, проникает сквозь плотные пылевые облака, показывая то, что для оптики остаётся навсегда скрытым. Там, где «Хаббл» видит лишь силуэт, James Webb обнаруживает зародыши звёзд — слабые, но чёткие источники тепла, окружённые остатками вещества. Его камера фиксирует не только присутствие этих объектов, но и их форму, температуру, даже направление потоков, вырывающихся из молодых светил. То, что ещё недавно казалось сплошной тенью, оказывается насыщенным пространством, наполненным активными процессами.

Дополняя эту картину, радиотелескопы предоставляют данные, недоступные ни одному из оптических инструментов. В их поле зрения попадают молекулярные переходы — характерные сигналы, испускаемые молекулами вроде CO, NH₃ и HCN. Эти линии излучения позволяют определить химический состав, скорость движения газа, плотность и температуру в местах, где свет не пробивается вовсе. Радиоволны проходят через пыль беспрепятственно, словно рентген через плотную материю, и потому именно радиоастрономия даёт возможность «услышать» дыхание молекулярных облаков, отследить формирование филаментов и увидеть очертания даже в самых затемнённых зонах.

И всё же наблюдения — это только часть картины. Остальное воссоздаётся через моделирование: численные симуляции, основанные на уравнениях гидродинамики, гравитации, радиационного давления и магнитных взаимодействий. Эти модели позволяют, используя исходные данные, «внутрь заглянуть» — построить трёхмерную структуру туманности,

наблюдать за её эволюцией в ускоренном масштабе времени. Благодаря этому можно понять, как возникают филаменты, как развивается сжатие, где формируются плотные ядра, а где — происходит разрушение.

Всё это знание собирается не как целостная панорама, а как мозаика. Астроном — словно археолог, работающий не с руинами, а с лучами света, с частицами излучения, с микроскопическими сигналами, приходящими из глубины космоса. По ним выстраивается реконструкция, в которой каждый спектр, каждый сдвиг длины волны, каждый отклик телескопа становится фрагментом давно ушедшего процесса. То, что мы видим, — отражение прошлого. То, что понимаем, — результат многослойного анализа. А то, что представляем, — приближение к действительности, столь далёкой, что даже свет шёл к нам сквозь века, прежде чем запечатлеть мгновение рождения новой звезды.

Созерцая туманности, невозможно не почувствовать, как восприятие ускользает от привычных масштабов, а разум вступает в диалог с тем, что гораздо древнее, шире и тише самого сознания. Эти пылевые образования, возникшие из невидимого слияния гравитации, времени и вещества, не просто порождают звёзды — они дают начало видимому миру. Без туманностей не было бы света. Не было бы и форм, потому что именно в процессе сжатия, охлаждения, разогрева и распада появляется то, что можно назвать структурой, очертанием, рождением.

Космос, вопреки образу безмолвной пустоты, оказывается колыбелью. Его основа — не безжизненный вакуум, а организованное вещество, пронизанное

законами. Даже там, где царит тьма, работает порядок, скрытый в завихрениях, в потоках, в молекулярной симметрии, в повторяющихся ритмах гравитационных взаимодействий. Турублентность — не случайность, а узор, где каждая точка пространства связана с другой через движение и притяжение. И в этой ткани — закономерность, не нуждающаяся в наблюдателе, но допускающая его появление как одно из возможных следствий своей организации.

Разрушение и созидание — две стороны одной силы. То, что умирает как структура, становится условием для новой формы. Столпы Творения исчезнут, но останется свет их звёзд. Такова универсальность: всякая потеря — часть непрерывного превращения. Этот принцип не ограничивается космосом как внешним ландшафтом. Он касается и материи, из которой состоит всё живое. Атомы углерода, кислорода, азота, входящие в человеческое тело, прошли через недра звёзд, рождённых в аналогичных туманностях. Мы не просто связаны с этими образованиями — мы и есть их продолжение. Химически и физически человек — это космический след, воплотившийся во времени и ставший сознанием.

Наблюдение за туманностью становится актом, в котором пересекаются наука и интуиция. Это не только измерение длины волны, температуры и плотности. Это — попытка увидеть своё происхождение не в метафоре, а в материи. Туманность становится образом, в котором отражается не просто структура Вселенной, но и структура мысли. В ней нет ничего человеческого, но в ней — всё, из чего человек возник. Она пугает своей масштабностью, но и утешает: в ней нет произвола,

только закономерность, только путь, по которому шло вещество от хаоса к свету.

В бесконечности космоса нет центра. И всё же каждый взгляд, направленный к Столпам Творения или к любой другой туманности, становится точкой соприкосновения — между внутренним и внешним, между разумом и природой, между страхом исчезновения и уверенностью в принадлежности. И в этом соединении тишины и понимания, вероятно, и скрыт смысл — не объясняющий, но позволяющий быть.

В каждом из нас таится внутренняя туманность — неуловимая, неразрешённая область, где пересекаются стремления, сомнения, импульсы и сны. Она неуловима для анализа, как молекулярный газ, и столь же изменчива: то уплотняется, образуя ядро желания, то рассеивается под давлением страха или времени. Как межзвёздный газ ищет равновесие между гравитацией и давлением, так и человек балансирует между стремлением к устойчивости и необходимостью меняться. Внутренний процесс созревания, поиска, принятия и отбрасывания — не что иное, как личная версия звездообразования.

Мы боимся бесконечности не из-за её природы, а из-за того, что в ней нет границ, с которыми можно соотнести себя. Пространства, где невозможно отмерить «я» и где это теряет своё привычное очертание, вызывают неуверенность. Но именно в этом отсутствии центра и рождается освобождение. Космос не требует цели — он просто существует. И уже само это существование, реализуемое во множестве форм, от молекулы до

галактики, от человека до пылевого облака, становится молчаливым утверждением: всё есть потому, что может быть. Возможность становится смыслом.

Столпы Творения, рассматриваемые сквозь призму метафоры, перестают быть лишь далекими объектами. Они превращаются в образ — не конкретной точки в пространстве, а самой идеи становления. Их структура — неустойчивая, их форма — временная, но в этих условиях рождается свет. Они исчезают, но то, что из них вышло, продолжает жить. Это и есть архетип любого творческого акта: из хаоса — напряжение, из напряжения — кристалл, из кристалла — распад, за которым следует новое начало.

В этой последовательности туманность становится не просто астрономическим явлением, а символом внутреннего ритма. Человек возвращается к ней не ради наблюдения, а ради узнавания. Это не объяснение жизни, но её отображение, не модель разума, но его отражение. Столпы внутри нас не менее подвижны, чем те, что в Орле, и не менее важны: они формируют направление, притягивают опыт, создают плотность, необходимую для формирования смысла. А когда этот смысл вспыхивает, он освещает не только личный мир, но и ту самую бесконечность, что раньше казалась пугающей, а теперь — родной.

Космическое пространство никогда не было полностью пустым. После Большого взрыва Вселенная заполнилась первичными элементами — водородом и гелием, и на протяжении миллиардов лет этот газ медленно собирался в более плотные скопления под действием гравитации. Вещество стекалось в области повышенной плотности,

как вода в понижениях рельефа, и со временем образовывало гигантские молекулярные облака. К тому же звёзды, умирая, выбрасывают наружу огромное количество вещества: через солнечные ветры, вспышки, взрывы сверхновых. Это вещество, богатое тяжёлыми элементами, не исчезает, а возвращается в межзвёздную среду и становится сырьём для новых поколений звёзд. Туманности — результат длительного накопления, унаследованного от предыдущих звёздных эпох. В их массе — пыль от умерших светил, газ из ранней Вселенной, следы столкновений галактик. Всё это складывается, наслаивается, концентрируется, формируя объекты, простирающиеся на десятки, а иногда и сотни световых лет.

Туманности — это не стабильные объекты. Они живут, дышат, разрушаются, трансформируются. Под действием внутренних турбулентных движений, гравитации, излучения и внешнего давления, они постепенно теряют форму. Часть их вещества сжимается и даёт начало звёздам, часть испаряется, рассеивается в окружающем пространстве. Но хотя каждая отдельная туманность живёт относительно недолго — от сотен тысяч до нескольких миллионов лет — сама Галактика всё время производит новые. Материя, пройдя цикл формирования звёзд, снова возвращается в газовую фазу и формирует следующую волну туманностей. Этим объясняется их постоянное присутствие: они не задерживаются надолго в одной форме, но непрерывно возникают заново, как дыхание Галактики. В определённом смысле, они не исчезают, а лишь меняют состояние. Структура рассеивается, но вещество остаётся — и снова собирается.

Такие туманности можно сравнить с «дремлющими» формами. Внутри них уже присутствуют сложные молекулы: молекулярный водород, угарный газ (CO), аммиак (NH_3), иногда даже зачатки органики. Эти молекулы находятся в равновесии, в условиях низкой температуры и плотности, где нет ни достаточно сильного сжатия, ни внешнего возмущения, чтобы начать процесс звездообразования. Они ждут импульса — волн сжатия, проходящего фронта сверхновой, гравитационного воздействия. Пока этого не происходит, облако остаётся тёмным, холодным, инертным. Но даже в такой фазе оно может медленно развиваться: охлаждаться, уплотняться, формировать скрытые филаменты. Эти «спящие» облака — потенциальные колыбели звёзд. Их химический состав, температурный режим и внутренняя структура уже подготавливают сцену для будущих превращений. Покой — кажущийся. Внутри таких объектов медленно зреет возможность.

Если бы Солнечная система не покинула пределы своей родной звёздообразующей туманности, наш небесный ландшафт был бы совершенно иным. Пространство вокруг было бы заполнено пылью и газом, рассеивающими солнечный свет. Это повлекло бы значительное ослабление солнечной радиации и, возможно, изменение климата планет. На Земле атмосфера играла бы роль дополнительного фильтра, и в дневное время небо не было бы чисто голубым: оно могло бы принимать перламутровые, молочные, серовато-золотистые оттенки. В ночное время многие звёзды были бы просто не видны — они утонули бы в фоне светящейся пыли, как лампы в тумане.

Но взамен открылась бы фантастическая панорама самой туманности: светящиеся облака, протяжённые нити и размытые силуэты, плавающие в небесной глубине. Их сияние не было бы резким — скорее рассеянным, приглушенным, но всё же заметным. Иногда можно было бы наблюдать слабое световое мерцание, вызванное движением и переменами плотности облака. Возможно, небо стало бы постоянным фоном для рассеянного света, как тлеющее окно в бесконечность. Астрономические наблюдения из таких условий были бы затруднены:искажённый свет, фоновая засветка, нестабильность сигналов. Но с чувственной стороны — это было бы зрелище, родственное мирам снов.

Приближение к туманности на космическом корабле не сопровождалось бы внезапными изменениями, как в атмосфере планеты: нет ветра, давления или ударной волны. Газ и пыль там настолько разрежены, что прямого физического воздействия почти не ощущалось бы. Но визуально пространство начинало бы меняться. Постепенно вокруг начинала бы сгущаться светящаяся завеса, становясь всё плотнее.

Цвета — неяркие, но глубокие: зеленоватые, розовые, фиолетовые, тёпло-синие. Они бы изменялись при смене угла зрения, как переливчатый дым, освещённый изнутри. Туманность не статична: звёздный свет пробивался бы сквозь разрывы в облаках, в других местах его бы полностью блокировала пыль.

Психологически это приближение могло бы оказаться сродни наблюдению за живым телом, движущимся в масштабе, превышающем всё известное. Человек ощущал бы себя внутри непостижимой, медленно дышащей структуры, где каждый луч — след процесса,

длящегося миллионы лет. Внутреннее чувство, вероятно, было бы смесью благоговения и лёгкой тревоги, вызванной сознанием собственного ничтожного масштаба в этом гигантском пространстве.

Если бы Земля оказалась внутри активной области звездообразования, насыщенной газом и пылью, небо днём стало бы бледно-золотистым или перламутровым из-за рассеивания солнечного света на пылевых частицах. Ночью привычная чёрная бездна уступила бы место сложной игре рассеянного свечения.

По всему небу растянулись бы светящиеся туманности: их цвета зависят от состава — ионизированный водород светился бы розовато-красным, кислород — голубым, сера — оранжево-жёлтым. Облачные формы плыли бы через небо как световые волны, а в просветах между ними проступали бы отдельные звёзды, будто сквозь мутное стекло. Это не было бы «тёмное» небо в привычном смысле. Оно стало бы мягким, светящимся фоном, живым и пульсирующим.

Звёзды не мерцали бы так ярко — туманность поглощала бы и рассеивала часть их света. Зато сама небо превратилось бы в свечение, родственное полярному сиянию, но не временному, а постоянному.

Хотя в вакууме звук невозможен, излучение, приходящее от туманностей в виде радио- и инфракрасных волн, можно преобразовать в акустический диапазон. Такие «переведённые» звуки уже создаются в научных проектах — они не являются звуками в физическом смысле, но отражают структуру и параметры сигналов. Медленные, ритмичные колебания в молекулярных линиях, как у CO или NH₃, звучали бы как глубокий гул

или мягкое пульсирование. Более энергичные переходы, возникающие в зонах ионизации, могли бы создавать всплески, перекаты, словно дыхание, прерываемое ударами. Спектры определённых элементов, наложенные друг на друга, создавали бы многоуровневую композицию: низкие гармонии молекул и резкие ноты возбуждённых атомов.

В таких «звуках» можно было бы услышать ритм, порядок, беспокойство. Их акустическая картина напоминала бы органную пьесу: медленно развертывающуюся, меняющуюся в зависимости от плотности, температуры и состава. Не шум, но текстура. Не мелодия, но дыхание пространства.

Туманность, породившая Солнце около 4,6 миллиарда лет назад, давно исчезла, но её образ можно попытаться восстановить, сопоставив известные данные о составе Солнечной системы с наблюдениями аналогичных звёздообразующих регионов. Судя по количеству тяжёлых элементов в Солнце, оно возникло не в первичной, а уже обогащённой поколениями сверхновых туманности. Вероятно, она была похожа на те, что наблюдаются сегодня — например, на туманность Орёл, Орион или Ро Змееносца: облако размером в десятки световых лет, с внутренними уплотнениями, в которых образовывались звёзды.

Её химический состав включал водород и гелий как основу, а также обилие кислорода, углерода, железа, кремния, азота и других элементов, выброшенных в межзвёздную среду предыдущими поколениями звёзд. Возможно, она подверглась воздействию ударной волны от сверхновой, которая вызвала локальное сжатие и запуск коллапса в том участке, где формировалось

протосолнце. Облик её можно представить как клубящееся, полупрозрачное облако, пронзённое лучами ультрафиолета, в глубинах которого зреют светила, а вокруг них медленно вращаются пылевые диски — будущие планетные системы.

Считается, что Солнце не появилось в одиночестве. По оценкам, вместе с ним в том же молекулярном облаке родилось от одной до двух тысяч звёзд — самых разных по массе и светимости. Такие скопления, называемые рассеянными, недолго сохраняют свою структуру: гравитационные связи между звёздами слабы, и со временем они рассеиваются под действием взаимных притяжений, а также под влиянием галактического диска. Сегодня большинство этих сородичей — так называемые солнечные сиблинги — разбросаны по Млечному Пути. Некоторые, возможно, находятся совсем близко — но из-за общего количества звёзд в галактике (порядка ста миллиардов) и схожести химических характеристик с другими звёздами их крайне трудно идентифицировать. Однако поиски ведутся: спектроскопия позволяет искать «химических близнецов», обладающих одинаковым изотопным составом и возрастом. Несколько кандидатов уже выделены. Найти остатки родного скопления — значит заглянуть в начало собственной истории.

Атомы кислорода, углерода, кальция, железа в человеческом теле не возникли в Солнце, они были образованы в глубинах звёзд, существовавших задолго до него. После их гибели в результате сверхновых эти элементы были выброшены в космос, стали частью туманности, а затем вошли в состав нашей звезды, планет и, в конечном счёте, — живых организмов.

Структура туманности — это не только облако, но и система перераспределения вещества. Мы — не случайный результат, а часть процесса, в котором материя, достигнув определённой сложности, обрела способность к самоосознанию. Туманности — это не просто место, где рождаются звёзды; это фаза в истории вещества, в которой создаются условия для рождения жизни, если среда позволяет. Тело, дыхание, мысли — продолжение волокон, некогда колебавшихся в пыли звездообразующего облака.

В молекулярных туманностях уже обнаружены десятки органических соединений, в том числе те, которые могут быть предшественниками биомолекул. В спектрах, регистрируемых радиотелескопами, найдены глицин, формамид, простейшие сахара, этанол, муравьиная кислота, ацетон, а также углеводороды, сходные по структуре с жирными кислотами. Особенно богаты сложной химией тёмные и плотные области — например, туманность Тау Быка или звёздообразующие регионы в центре Галактики.

Такие молекулы, как предполагается, могут «прилипать» к поверхности пылинок, на которых происходят химические реакции при низких температурах. Затем, при разрушении пылинок в процессе формирования звёздных дисков, они могут попадать в протопланетное вещество. Вероятно, именно так органика попала в древние тела Солнечной системы — кометы, астероиды, а позже — на молодую Землю.

Следовательно, химия, близкая к живой, не редкость в космосе. Она может быть разбросана по всей Галактике, и каждый раз, когда сжимается очередной фрагмент

туманности, эта невидимая нить возможностей снова натягивается между светом и жизнью.

Почему формы туманностей часто напоминают земные образы — колонны, крылья, силуэты животных? Это случайность или отражение структурных закономерностей?

Такие образы — не преднамеренные, но и не абсолютно случайные. Человеческое восприятие склонно к парейдолии — распознаванию знакомых форм в неопределённых контурах. В очертаниях пылевых структур наш мозг легко достраивает фигуры, напоминающие животных, тела, крылья, лица. Но сами формы туманностей возникают под действием вполне определённых физических процессов: гравитация, давление, излучение, магнитные поля формируют сложные, часто фрактальные границы. Участки, защищённые плотными глобулами, образуют «тени», в которых вещество сохраняется дольше, вырастая в тонкие пальцеобразные выступы или уплотнённые дуги. Форма здесь — результат конфликта: свет стремится испарить материю, гравитация — удержать её. На пересечении этих сил возникают вытянутые структуры, нити, полости, башни, завихрения — и в этом спонтанном рельефе природа неизбежно порождает то, что человек интерпретирует через призму земного опыта. Значит, не столько сами туманности «похожи» на земные формы, сколько мы наделяем их узнаваемостью, глядя на проявления универсальных структурных закономерностей: потоков, сжатий, границ, возникающих повсюду, от облаков в атмосфере до водоворотов в жидкости.

Если представить, что технологии будущего позволят безопасно расположить научные станции в пределах плотных звёздообразующих туманностей, это откроет возможность изучать процессы звездообразования изнутри. Обсерватория внутри туманности могла бы регистрировать инфракрасное и радиоволновое излучение с невероятной детализацией, отслеживая формирование филаментов, движение газа, динамику коллапса.

Визуально наблюдатель внутри туманности оказался бы окружён мягким светом — не ослепляющим, но постоянным, проникающим из глубин. Вокруг струились бы облака пыли, тонкие, как дым, медленно пульсирующие под действием звёздных ветров. Яркие источники света — молодые звёзды — появлялись бы как тепловые пятна в инфракрасном диапазоне, окружённые коконами пыли. Визуальный пейзаж напоминал бы погружение в свечение тумана, освещённого изнутри. Такие обсерватории позволили бы не просто наблюдать, а реконструировать рождение звёзд с поразительной точностью: не по косвенным данным, а как очевидцы.

Звезда в привычном сознании — кульминация, конечная цель, венец. Но в действительности она — эпизод в цепочке превращений, результат временного баланса между сжатием и давлением, между хаосом и порядком. Она не стоит в центре событий, а возникает на периферии процессов, идущих в туманности. Осознание этого меняет угол зрения: Вселенная перестаёт быть сборником «готовых» объектов и становится пространством процессов, где всё — в переходе. Туманности, а не звёзды, становятся действующими силами эволюции галактики. Свет — лишь краткий

результат их внутренней работы. Мысль перестраивается: не искать статичное, но понимать динамичное; не фиксироваться на ярком, а вглядываться в то, что его породило. Всё, что кажется прочным, оказывается лишь фазой — в том числе и сама форма жизни. Тогда важным становится не результат, а путь, не то, что возникло, а как это происходило. И в этом космос обретает философскую глубину, где структура уступает место процессу.

Туманности — это словно внутренние органы галактики, поддерживающие её активную жизнь. Они участвуют в звёздном метаболизме: в них рождаются новые звёзды, и из них же происходят процессы, питающие межзвёздную среду. Их вещество переходит из одной фазы в другую — как энергия в живом теле.

Когда звезда умирает, её останки выбрасываются в пространство, пополняя запасы газа, из которого потом образуются новые структуры. Этот цикл непрерывен: образование — распад — повторное включение. Это не просто круговорот вещества, а поток, в котором галактика сохраняет способность к самообновлению. Без туманностей она была бы мёртвой: звёзды бы выгорали, но ничто не рождалось бы вновь.

Туманности обеспечивают передачу «внутреннего дыхания» галактики — через движение, химические превращения, градиенты плотности и температуры. Они — органы роста, но и органы забвения: они скрывают, растворяют, перерабатывают. Глядя на них, можно видеть не только космос, но и аналогию с живым организмом, в котором каждое исчезновение — подготовка к новому началу.

Если бы туманности сияли в ночном небе так же отчётливо, как Луна или Млечный Путь, визуальная культура человечества с самых ранних времён была бы насыщена их образами. Небо перестало бы быть чёрным полотном, усеянным точками — оно стало бы глубоким, живым, многоцветным пространством, размытым и текучим, как дыхание неведомой субстанции. Вместо простых геометрий звёздных карт появились бы представления о расплывчатых крыльях, клубящихся телах, сжимающихся колоннах света.

Мифологии могли бы по-другому интерпретировать происхождение мира — не как отделение твёрдого от пустоты, а как зарождение из туманного, пульсирующего первооблака. Искусство, ритуалы, архитектура, возможно, отразили бы формы туманностей — не как абстракции, а как ежедневное зрительное присутствие. В литературе и поэзии они стали бы символами становления, растворения, связи между светом и тенью. И, может быть, наука о звёздах развились бы быстрее, если бы уже в древности человечество могло видеть не только точки света, но и то, из чего этот свет возник.

На первый взгляд кажется, что туманность — это абстрактная структура, далёкая от земной жизни. Но её движение подчиняется тем же фундаментальным законам: гидродинамике, термодинамике, уравнениям переноса вещества, турбулентности и диффузии. То, как газ сжимается в филаменты, напоминает то, как облака закручиваются в атмосфере перед бурей. Завихрения в туманности схожи с течением воды в океанских глубинах.

Даже в теле человека те же физические принципы управляют потоками крови, распределением кислорода,

перемещением ионов через клеточные мембранны. Разница — лишь в масштабах, температуре и составе. Космос не изобретает новых законов для каждого явления — он повторяет их в разных регистрах. В этом повторении рождается узнаваемость: когда мы изучаем туманности, мы изучаем и самих себя, только в иной, замедленной и разреженной версии.

Понять, с какого объёма начинается поведение межзвёздного облака как газа, можно, если представить себе постепенное расширение пространства: от комнаты, до стадиона, до планеты, до всей Солнечной системы и дальше.

Если бы мы находились внутри маленького участка туманности — скажем, размером с дом или даже с город, — мы бы не почувствовали ничего: ни движения газа, ни звука, ни давления. Пространство казалось бы совершенно пустым. Ни один наш орган чувств и вообще даже прибор не дал бы нам понять, что вокруг вообще есть какая-то среда. Это была бы тишина абсолютного вакуума.

Лишь когда пространство становится огромным — сначала как вся Солнечная система, потом ещё в десятки, сотни и тысячи раз больше — тогда поведение +облака начинает напоминать газ. Внутри него появляются огромные, медленные потоки, разности плотности, завихрения, области сжатия и разрежения. Но всё это настолько растянуто во времени и пространстве, что никакое живое существо не заметит этого напрямую. Это можно «увидеть» только с помощью длительных

наблюдений, фотографий, спектроскопии и компьютерных моделей.

Очевидным образом, поведение как у газа не существует в малых масштабах. Оно начинается только в пространстве, которое охватывает не одну планету, а целые участки галактики — области, в которых можно было бы разместить тысячи Солнечных систем. Только тогда появляется возможность говорить о давлениях, течениях и даже — со временем — о зарождении новых звёзд.

Межзвёздный газ — это среда, которая молчит вблизи, но проявляется только в космических масштабах. Чтобы услышать её дыхание, нужно не только охватить огромное пространство, но и растянуть само время.

Магнитные поля в молекулярных облаках — явление на первый взгляд загадочное. Ведь сами облака состоят в основном из нейтрального газа, преимущественно молекул водорода, на которые магнитное поле напрямую действовать не может. Как же тогда эти поля не просто существуют, но и активно влияют на форму, движение и эволюцию таких облаков, словно невидимые архитекторы, выстраивающие космические формы?

Ответ скрыт в том, что даже в самых плотных и холодных участках облаков полная нейтральность недостижима. Всегда присутствует небольшая, но принципиально важная доля ионизированных частиц — электронов, ионов, ионизированных атомов и даже заряжённых пылинок. Хотя эта доля может составлять всего малую часть от общего количества вещества, именно она

«чувствует» магнитное поле напрямую. А нейтральный газ, сталкиваясь с ионизированной частью, как бы следует за ней. Таким образом, магнитное поле опосредованно управляет движением всей среды. Нейтральные молекулы не подчиняются полю напрямую, но через частые столкновения с заряженными компонентами они втягиваются в его структуру и начинают «танцевать» в его ритме.

Магнитное поле ограничивает направление течений, сдерживает сжатие, замедляет вращение и даже управляет тем, где и как в облаке могут формироваться звёзды. Оно тормозит турбулентность, не давая ей разрушить структуру облака, и удерживает вещество вдоль невидимых силовых линий. Именно поэтому многие туманности выглядят вытянутыми или волокнистыми — это следы влияния поля, словно след от гребня на поверхности воды. Даже коллапс, приводящий к рождению звезды, часто замедляется или перенаправляется из-за так называемого магнитного торможения: поле рассеивает избыточный угловой момент и не даёт веществу стремительно обрушиться внутрь.

Но откуда берутся эти поля?

Они не возникают спонтанно внутри облаков. Их происхождение — результат масштабной эволюции материи во Вселенной. Галактики обладают глобальными магнитными полями, порождёнными ещё в ранние эпохи космической истории. Эти поля возникли, вероятно, как крошечные флуктуации в ионизованной плазме, но со временем были усилены за счёт вращения

и сжатия вещества — так называемого динамо-эффекта. Подобно тому как вращение генератора создаёт электрический ток, так и галактическое вращение может усиливать и упорядочивать слабые поля, превращая их в структуру, пронизывающую весь звёздный диск.

Когда в галактическом диске начинается формирование молекулярного облака, этот участок уносит с собой часть уже существующего магнитного поля. И, поскольку плазма и поле тесно связаны, при сжатии облака поле не ослабевает, а напротив — становится более концентрированным. Кроме того, внутри самих облаков происходят сложные движения, турбулентные потоки, неравномерное сжатие, завихрения — всё это также способно усилить поле. Это и есть локальный динамо-эффект, работающий в пределах отдельных облаков.

Дополнительную роль играют внешние источники ионизации — космические лучи, ультрафиолетовое излучение, остаточное фоновое свечение. Они поддерживают наличие заряжённых частиц даже в глубоких и тёмных слоях туманности, тем самым обеспечивая постоянную связь между полем и веществом.

Итак, магнитные поля в молекулярных облаках — это не случайная деталь, а ключевой структурный элемент. Они унаследованы от всей галактической среды, усилены в ходе сжатия и вращения, поддерживаются за счёт тонкой ионизации и пронизывают облака, влияя на их форму, поведение и будущее. В безмолвной глубине космоса они играют роль не только направляющих, но и

ограничителей, удерживающих разреженное вещество в рамках удивительно организованных форм.

Гравитация в молекулярных облаках действует почти незримо, без вспышек и драматических эффектов, но с неизбежной неотвратимостью. В отличие от других сил природы, ей неважно, насколько разрежена среда. Её не волнует температура, ионизация, количество столкновений или плотность в привычном смысле. Гравитация чувствует только одно — массу. И если эта масса распределена по огромному, почти пустому объёму, она всё равно создаёт поле притяжения, точно так же, как если бы была сжата в плотный шар или даже в чёрную дыру. Для внешнего наблюдателя влияние останется тем же — одинаковое искривление пространства, одинаковое притяжение.

Это свойство называется эквивалентностью гравитационного поля для одинаковой массы, или, более формально, теоремой Гаусса для гравитации, применённой к сферически симметричным распределениям массы. В рамках общей теории относительности это проявляется как одинаковое искривление пространства-времени вне сферически симметричного объекта, независимо от того, как распределена масса внутри него — плотная или разрежённая, главное, чтобы суммарная масса и симметрия сохранялись.

Проще говоря, вне пределов массы гравитационное поле определяется только её общей величиной и расстоянием до центра масс, а не внутренней структурой. Это и означает, что снаружи туманность и чёрная дыра

одинаковой массы создадут одинаковое гравитационное воздействие на внешнего наблюдателя, если они обе сферически симметричны и достаточно удалены.

В более техническом языке общей относительности это описывается как следствие решения Шварцшильда — метрики, которая определяет форму пространства-времени вне сферически симметричного тела.

Именно это свойство делает возможным гравитационный коллапс в молекулярных облаках. Несмотря на почти вакуумную разреженность, каждый участок туманности притягивает каждый другой. Частицы, молекулы, пылинки — всё испытывает взаимное притяжение. В течение миллионов лет, без каких-либо преград, это притяжение начинает сказываться. Если давление и магнитные силы недостаточны, чтобы уравновесить гравитацию, облако становится неустойчивым. Начинается сжатие. Медленно, но неуклонно вещество тянется к центрам уплотнений, и с каждым шагом этого движения поле становится всё сильнее, ускоряя дальнейшее сжатие. Это и есть начало рождения звезды.

Массы гигантских молекулярных облаков действительно поражают воображение и во многих случаях превосходят даже массу центральной чёрной дыры галактики.

Один единственный молекулярный комплекс, такой как, например, Облако Ориона или Комплекс в Стрельце B2, может содержать сотни тысяч или даже миллионы солнечных масс. Эти облака не просто большие — они могут простираться на сотни световых лет, занимая целые участки спиральных рукавов, и при этом быть

заполненными газом, пылью и зародышами будущих звёзд. В галактике Млечный Путь одновременно существует несколько десятков таких гигантских структур, каждая из которых сопоставима по массе с ядром галактики.

Для сравнения: масса центральной сверхмассивной чёрной дыры Млечного Пути, находящейся в Стрельце А*, оценивается примерно в четыре миллиона солнечных масс. А гигантские молекулярные облака могут, в совокупности, значительно превышать этот показатель. В этом смысле именно они являются одними из самых массивных структур галактики, уступая только галактическому гало из тёмного вещества и, возможно, старым шаровым скоплениям как совокупности.

Однако в отличие от чёрной дыры, сконцентрированной в одной точке, облака — это рассеянные, подвижные, изменчивые структуры. Их масса распределена на колоссальных объёмах. Поэтому их гравитационное влияние ощущается иначе: не как стремительный притягивающий центр, а как фоновая тяжесть, как гравитационный рельеф, влияющий на движение звёзд, газа и других облаков. Их гравитация — не резкий скачок, а мягкое, но всеохватывающее притяжение, создающее условия для рождения новых поколений звёзд.

Можно сказать, что если чёрная дыра — это крохотный и тёмный центр, вокруг которого закручивается галактическое ядро, то молекулярные облака — это её дыхание и плоть, разбросанные по рукавам, наполняющие галактику массой, движением и будущим.

Они — хранилище вещества, из которого ещё будут рождаться светила, планеты и, возможно, жизни.

Кстати, массы центральной чёрной дыры никогда бы не хватило, чтобы удержать галактику — ни по масштабу, ни по мощности её притяжения. Это широко распространённое недоразумение, будто бы чёрная дыра в центре галактики играет роль её «якоря» или «гравитационного двигателя». На самом деле её масса, пусть и огромная по человеческим меркам — миллионы, иногда миллиарды солнечных масс — составляет лишь ничтожную долю от общей массы всей галактики.

Для примера: масса Млечного Пути оценивается в триллионы солнечных масс, особенно если учитывать и тёмное вещество. Из них масса центральной чёрной дыры — меньше одной десятитысячной доли процента. Даже суммарная масса всех звёзд в галактике — порядка ста миллиардов солнечных масс — на порядки превышает массу центральную сверх дыру Стрельца А*. Следовательно, удерживающее притяжение, заставляющее звёзды вращаться в рукавах, не может исходить от центральной дыры.

Это хорошо видно и на практике: если бы галактики держались на гравитации своих центральных чёрных дыр, скорости вращения звёзд резко падали бы с расстоянием от центра — как это происходит у планет в Солнечной системе, где всё держится на массе Солнца. Но наблюдения показывают, что звёзды в диске вращаются с почти постоянной скоростью независимо от расстояния до центра — это прямое свидетельство того,

что масса галактики распределена по всему объёму, а не сосредоточена в центре.

Основные источники гравитационного поля галактики — это: гипотетическое тёмное вещество, составляющее львиную долю массы, звёзды, распределённые по всему объему галактики, газ и пыль, включая массивные молекулярные облака, и только в последнюю очередь — центральная чёрная дыра.

Практическим образом, чёрная дыра — скорее яркий символический центр, чем архитектурная опора. Она важна для процессов в окрестностях ядра, для динамики аккреционного диска, для выбросов энергии и излучения, но она не управляет судьбой галактики целиком. В то время как молекулярные облака, разлёгшиеся по рукавам, — это именно та масса, из которой строится сама галактика, как живое тело, питающееся, движущееся, обновляющееся.

Да, и здесь снова вступает в силу тот же эффект, о котором мы уже говорили — гравитационная эквивалентность массы, выраженная через теорему Гаусса и решение Шварцшильда. Вне пределов распределения массы — будь то звезда, облако газа или вся галактика — гравитационное поле определяется только полной массой внутри и расстоянием до центра масс, а не тем, как именно распределено вещество внутри. Это означает, что для внешнего наблюдателя галактика с миллиардами звёзд и гигантскими облаками ведёт себя гравитационно точно так же, как в случае, если бы та же масса была сосредоточена в одной точке. Но внутри галактики — ситуация иная.

Именно потому, что звёзды, газ, пыль и туманности распределены по всему объёму, а не сосредоточены в центре, галактическое гравитационное поле имеет особую форму. Внутреннее распределение массы создаёт условия, при которых объекты в разных частях галактики движутся с разной скоростью, но не так, как это было бы при центральной массе. Звёзды в периферии галактики не «чувствуют» только центральную чёрную дыру — они находятся внутри гравитационного объёма, а значит, на них действует только масса, заключённая внутри их орбиты. Масса, находящаяся за пределами, гравитационно компенсируется. Именно это создаёт относительно плоский профиль скоростей вращения — и это одно из главных доказательств наличия большого количества невидимой, тёмной массы, распределённой в гало.

Таким образом, именно распределённая масса — звёзды, облака, пыль, туманности, и особенно тёмное вещество — формирует динамику галактики. Благодаря своей рассеянности эта масса создаёт не резкое притяжение, как чёрная дыра, а гравитационный фон, в котором рождаются, живут и движутся звёзды. Именно распределённая масса определяет форму гравитационного ландшафта, по которому текут молекулярные облака, формируя рукава и звёздные скопления.

Галактика — это не система, привязанная к тяжёлому центру, а гравитационно связанное целое, где каждый элемент участвует в формировании общего поля. И в этом общем поле всё — от самой далёкой пылинки до

гигантской звезды — гравитирует и движется по траекториям, заданным не одной массой, а всей массой сразу.

Галактика куда больше напоминает гигантскую туманность или облако газа, чем механически организованную систему вроде Солнечной. В этом и заключается её фундаментальное отличие от привычной нам модели: в галактике нет чёткой иерархии с доминирующим центральным телом и подчинёнными объектами. В ней нет «Солнца», вокруг которого всё вращается строго по кругу. Вместо этого мы имеем распределённую массу, разлитую по всему объёму, в виде звёзд, газа, пыли и тёмного вещества. Галактика — это скорее самогравитирующее облако, живущее в состоянии динамического равновесия.

Каждый её элемент — звезда, облако, пылинка — движется не вокруг одной центральной массы, а внутри гравитационного поля, созданного всеми остальными элементами. Подобно молекуле в облаке газа, звезда в галактике движется по сложной траектории, определяемой суммарным воздействием всего, что её окружает. А значит, поведение галактики ближе к поведению гигантского космического флюида, чем к механике планетных систем.

Кроме того, галактика — живая и изменчивая. Она пульсирует, колышется, сталкивается сама с собой, рождает звёзды, теряет облака, накапливает вещество. Внутри неё — вихри, плотные сгустки, разреженные области, потоки и волны. Всё это делает её похожей не на часы, а на медленно дышащее, текучее тело. Даже

спиральные рукава — это не фиксированные структуры, а плотностные волны, подобные узорам в струях дыма или морских течениях.

Солнечная система — это чётко выстроенный балет тел, подчинённых центру. Галактика — это скорее танец без центра, или, если угодно, огромный балет, в котором каждый участник одновременно и ведёт, и следует, создавая сложную, но устойчивую композицию.

Очевидным образом, чтобы по-настоящему понять природу галактики, нужно отказаться от механических моделей и представить её как огромное, самоорганизующееся облако вещества, где всё связано со всем, и где звёзды — это не спутники, а частицы одного большого космического дыхания.

Галактика по своей сути напоминает не столько механически организованную систему, подобную Солнечной, сколько гигантское, сверхразреженное облако — флюид, в котором звёзды играют роль отдельных молекул. Но не молекул в плотном земном газе, где царит постоянное столкновение, а молекул в космическом облаке, таком разреженном, что каждая частица может пролетать огромные расстояния, не встретив ни одной другой. Именно в этом смысле звёзды подобны молекулам: они почти не взаимодействуют напрямую, но все вместе создают общее гравитационное поле, внутри которого и происходит их движение. Каждая звезда как бы "плывёт" в этом поле, чувствует на себе влияние не отдельных объектов, а всей массы, рассеянной вокруг.

В такой системе траектории тел определяются не как в планетной модели — не орбитами вокруг центра, — а скорее как в вихревом, пульсирующем тумане, где гравитация создаёт общий рельеф, в котором звёзды текут, рассеиваются, собираются, иногда сливаются в более плотные области, как если бы где-то в облаке формировались временные сгустки. И хотя между ними почти нет касаний, их коллективное поведение напоминает газовую динамику, только растянутую на масштабы галактики и замедленную во времени до почти вечного движения.

Эта аналогия особенно выразительна, если вспомнить, что звёзды — дети молекулярных облаков. Когда-то они и сами были молекулами, частицами водорода, углерода, пыли, заключёнными в реальных туманностях. Со временем эти частицы сжались, соединились, загорелись — и стали звёздами. А теперь, уже став светилами, они ведут себя как молекулы новой системы, только на порядок выше — в звёздном флюиде самой галактики. Получается удивительное соответствие: звёзды — это молекулы, родившиеся в газе, и вновь вернувшиеся к поведению газа, но теперь на новом уровне материи и масштабов.

Так галактика предстает не как совокупность отдельных тел, а как текучая, связанная структура, в которой материя, создав однажды звёзды, продолжает ими дышать.

Любопытно, что при внешнем спокойствии облака внутри них происходит постоянная работа. Гравитация

как бы всё время «пробует» вещество на прочность, взвешивает, где можно начать сближение, где уже нарушено равновесие. Части облака, даже самые далёкие друг от друга, тянут друг друга как огромные медленные танцоры, движущиеся в полной темноте, следя только нащупанным притяжением.

В этом процессе магнитные поля играют сдерживающую роль. Они могут замедлить падение, перераспределить угловой момент, направить вещество вдоль своих невидимых линий. Благодаря им облака нередко принимают вытянутые, волокнистые формы. Но даже магнитные поля не в силах навсегда остановить гравитацию. Как только локальный участок облака теряет устойчивость, всё начинает сходиться к центру — сперва медленно, затем всё быстрее, пока в недрах не образуется плотное горячее ядро, из которого затем вспыхнет новая звезда.

Так разреженные, едва ощущимые глазу туманности, кажущиеся бессодержательными и неподвижными, в действительности оказываются ареной колоссального космического процесса. Их гравитационная тишина — это не покой, а подготовка к великому событию. Коллапс в этих облаках — не катастрофа, а путь к созданию. Даже там, где кажется, что ничего не происходит, пространство уже сжимается, частицы сближаются, и Вселенная вновь готовится к свету.

Ни одно молекулярное облако в космосе не пребывает в состоянии полной неподвижности. Даже самые спокойные на вид туманности на самом деле движутся, врачаются, колеблются. Внутри них всегда присутствует

угловой момент — остаточное вращение, след взаимодействий с другими облаками, отпечаток былых гравитационных процессов. Это вращение может быть еле уловимым, но оно никогда не равно нулю. Космос не знает абсолютной тишины: даже в самых разреженных объемах газ не стоит на месте, а ведёт себя как текучая, вялая, но живая субстанция.

Угловой момент играет в жизни облака ключевую роль. Он сдерживает полный и одновременный коллапс всей массы, препятствуя стремительному схлопыванию вещества к центру. Но при этом он же создаёт условия для локального сжатия. Вращение распределяет массу неравномерно, формируя уплотнения, потоки, спиральные или дисковые структуры. Именно там, где вещество замедляется, где встречные потоки сталкиваются, где вращение приводит к накоплению материи, начинают формироваться зародыши звёзд. Эти зоны сгущения — как водовороты в медленно текущей реке, словно очаги, в которых возникает напряжение, переходящее в процесс коллапса.

Вращение также приводит к постоянному перемешиванию вещества. Облако не однородно, в нём всегда присутствуют внутренние течения, слабые, но не исчезающие вихри, разности температур и плотностей. Благодаря этому перемешиванию структура облака может долго оставаться стабильной, не разрушаясь под собственной тяжестью. Но именно в этих движениях, в этой динамике и зарождаются новые структуры. Вещество переносится с одного края облака на другой, локальные сгущения то исчезают, то появляются снова, и всё это — результат медленной, вязкой работы углового

момента, как если бы сама природа пыталась растянуть момент рождения звёзд во времени, позволяя ему созреть, подготовиться.

Таким образом, угловой момент — не просто физическая характеристика. Это внутреннее дыхание облака, его ритм, его сопротивление и одновременно путь к разрушению. Он не даёт коллапсу наступить сразу, но не отменяет его. Напротив, он выстраивает архитектуру будущего распада, направляя вещество по спиралям, сжимая его в диски, позволяя гравитации работать точечно, но неумолимо. В каждом вращающемся облаке уже содержится его собственный план на будущее — карта тех мест, где вещество соберётся в уплотнение, где возникнет нестабильность, где однажды вспыхнет новая звезда.

Таким образом, туманность — это не просто холодный и неподвижный сгусток материи, а напряжённая, текучая система, в которой каждая частица находится в движении, а каждая линия вращения несёт в себе возможность коллапса. И чем больше таких линий, чем сложнее структура вращения, тем богаче судьба облака — и тем больше шансов, что в его недрах возникнет новая звезда, может быть, даже с системой планет, и с возможностью новой жизни.

Движение и вращение молекулярных облаков — не случайны. Они не возникают из ниоткуда и не являются капризом локальных условий. В их основе лежит фундаментальный физический закон — закон сохранения углового момента. Вся материя, из которой состоят облака, ранее принадлежала другим структурам:

разреженному межзвёздному газу, остаткам сверхновых, потоком от звёздных ветров, реликтам галактических взаимодействий. Эти фрагменты уже имели движение, уже участвовали в глобальной динамике. Когда такие потоки начинают сближаться, сжиматься, формировать более плотные структуры, они уносят с собой и своё вращение — сжимаются, но продолжают крутиться, как фигура конькобежца, прижимающего руки к телу.

Именно так возникают начальные завихрения, ротации, спирали, которые затем формируют крупные вращающиеся структуры в пределах самого облака. Вдобавок, вся галактика, в которой формируются облака, тоже вращается. Галактическое вращение придаёт крупным скоплениям газа начальный момент, который, в процессе гравитационного сжатия и фрагментации, передаётся внутренним элементам. Таким образом, облако не просто наследует движение случайного происхождения — оно является прямым продолжением более масштабных потоков. Его вращение — это эхо вращения галактики, свитое в плотный, локальный узел.

Эта передача углового момента — от галактического масштаба к облаку, от облака к ядру, от ядра к протозвезде — создает структуру, в которой всё пронизано движением. Ни одна звезда не рождается из покоя. Каждая — результат огромной цепи вращений и сжатий, начавшейся задолго до её появления. Это как если бы сама Вселенная закручивала пространство, постепенно передавая свой ритм всё меньшим и меньшим формам, пока наконец этот ритм не сожмётся в точку — и не вспыхнет в светило.

Темное вещество, хотя и невидимо, играет в судьбе молекулярных облаков и в формировании звёзд не менее важную, хоть и скрытую роль. Оно не входит в состав самих облаков, не участвует в химических реакциях, не испускает света и не взаимодействует с обычным веществом напрямую. Но оно присутствует вокруг, создавая гравитационный ландшафт, в котором развивается вся динамика галактики.

Термин «тёмное вещество» стал настолько привычным, что мало кто задумывается, насколько он условен и даже вводит в заблуждение. На самом деле, физики изначально столкнулись вовсе не с загадочным веществом, а с дефицитом массы — с тем, что наблюдаемая масса в галактиках, скоплениях и других структурах не может объяснить наблюдаемое гравитационное поведение. Скорости вращения звёзд на окраинах галактик, гравитационное линзирование, динамика скоплений — всё это указывает на то, что в расчётах чего-то не хватает. Но что именно — неизвестно. Вместо того чтобы признать ограниченность наших моделей или использовать строго описательные термины вроде «гравитационный остаток» или «массовый дефицит», науке пришлось ввести операциональный ярлык — «тёмное вещество», якобы обладающее массой, но никак не взаимодействующее со светом. Таким образом, была допущена логическая подмена: описание эффекта (недостаточность гравитации) превратилось в гипотезу о субстанции, причём гипотезу, существование которой не доказано. «Тёмное вещество» — это не название сущности, а признание пробела в понимании, но со временем это признание стало звучать как утверждение. Поэтому гораздо точнее — и философски честнее —

называть его тем, чем оно и является: необъяснённый дефицит массы в моделях, основанных на ньютоновской и релятивистской механике.

Молекулярные облака формируются и эволюционируют внутри галактик, а галактики — в свою очередь — погружены в огромные гало тёмного вещества. Именно это тёмное гало создаёт гравитационную "ванну", в которой удерживается вся видимая материя: звёзды, газ, пыль, туманности. Без тёмного вещества вращение галактик было бы невозможным в наблюдаемых формах — края вращались бы медленнее, чем это есть на деле. Но благодаря скрытой массе, распределённой в огромном объёме, галактика вращается как единое целое, с почти постоянной скоростью на всех радиусах.

Это означает, что и молекулярные облака, находясь в галактическом диске, движутся в поле тёмного вещества, чувствуют его притяжение и подчиняются общей динамике. Их начальный угловой момент, движение, направление потоков — всё это происходит не в пустоте, а в среде, формируемой гравитацией тёмного вещества. Более того, его присутствие стабилизирует крупномасштабную структуру галактики, не давая ей распасться, и тем самым создаёт условия, в которых облака могут собираться, сохраняться и эволюционировать в течение миллионов лет.

Можно сказать, что тёмное вещество не участвует в самом процессе звездообразования напрямую, но поддерживает пространство, в котором этот процесс возможен. Оно — как сцена, на которой разворачивается вся драма светлой материи. Без этой сцены спектакль бы

не состоялся: облака не удержались бы в галактике, потоки разрушились бы, структура звёздных рукавов рассыпалась бы.

Таким образом, рождение звезды — это результат взаимодействия множества факторов: движения, вращения, гравитационного коллапса, магнитных полей, и даже невидимого притяжения тёмного вещества. Всё это — как оркестр, где каждая сила играет свою партию. И хотя тёмное вещество, возможно, звучит тише других, без его глубокой и постоянной поддержки музыка звёзд не смогла бы зазвучать.

Приглашаю вас ознакомиться с моей статьей "Dynamics and star formation in giant molecular clouds: A multi-factorial perspective" (Динамика и звездообразование в гигантских молекулярных облаках: мультифакторная перспектива), опубликованной в The Common Sense World. В этой статье я рассматриваю сложные процессы, происходящие в гигантских молекулярных облаках, включая факторы, влияющие на формирование звёзд. Буду рад вашему вниманию к моей статье, где я анализирую взаимодействие различных физических явлений, определяющих эволюцию этих структур во Вселенной.

Если представить форму сознания, зародившуюся внутри плотной, непрозрачной туманности, лишённую доступа к звёздам, к внешнему пространству, её картина мира была бы совершенно иной. Пространство казалось бы ей замкнутым, полным медленно движущихся структур.

Свет пришёл бы не извне, а изнутри — от редких вспышек образования звёзд или случайных разрядов. Такой разум воспринимал бы реальность как вязкую, перетекающую субстанцию, без чётких границ и горизонтов. Время измерялось бы не по движениям планет, а по изменениям плотности и температуры, по отклику на внутренние токи. Мир оказался бы без «внешнего», без бесконечности, только с тем, что можно ощутить вокруг — как пульсирующее тело, несущее в себе своё будущее и прошлое.

Открытие внешнего пространства стало бы для такого разума не просто научным откровением, а философским потрясением: осознанием того, что то, что казалось всей Вселенной, — лишь плотная завеса, за которой бесконечно больше.

Если принять, что сознание — это свойство сложной, организованной, саморазвивающейся системы, то не исключено, что такие системы могли бы сформироваться в условиях, далёких от земных. Пылевые глобулы — плотные, холодные образования, насыщенные органикой, защищённые от разрушительного излучения — потенциально могут быть местом, где формируются молекулярные сети с логикой, отличной от углеродной ДНК, но не менее функциональной.

Сознание в такой среде, возможно, не имело бы чёткого центра, не развивалось бы в телесной оболочке, а представляло собой распределённую систему — диффузное «я», не связанное на индивидуальность. Оно могло бы воспринимать не объекты, а отношения; не события, а процессы. Такое сознание, возникшее в туманности, не стремилось бы к выживанию в привычном смысле, а существовало бы как форма

сопряжения с переменами — как отклик на поток материи, как гармонизация с внутренними ритмами среды.

И тогда человек, встретив такой разум, возможно, не распознал бы в нём мышление — но, поняв его природу, увидел бы в нём зеркальное проявление того же стремления: осознать форму в потоке, свет в тени, смысл — в структуре вещества.

Если допустить, что жизнь звезды — лишь побочный эффект кратковременного сжатия газа в малом участке огромного облака, восприятие времени начинает утрачивать привычную опору. То, что раньше казалось вечностью — миллиарды лет существования светила, — начинает восприниматься как вспышка, крохотная вспышка в ткани событий, растянутых на геологические и галактические масштабы. Звезда становится не центром хронологии, а мгновением, возникшим на границе фаз, переходом между нестабильными состояниями вещества.

В таком взгляде исчезает иллюзия длительности как признака важности. Не то, что длится долго, а то, что возникает из взаимодействия, становится носителем значения. Время перестаёт быть прямой линией, и превращается в ткань, где события — это узлы пересечений. Сжатие облака — не начало звезды, а продолжение цепочки: поток охлаждается, плотность растёт, начинается нестабильность, возникает центр — и только потом, если условия совпадают, рождается светило. Всё это — момент, один среди миллиардов подобных. И если наблюдать достаточно издалека,

звёзды не кажутся неподвижными маяками, а вспыхивают и гаснут, как искры в космическом дыхании.

Для человеческого сознания, привязанного к земным масштабам — дням, годам, жизням — такая перспектива сначала отталкивающа: она размывает границы, растворяет чувство длительности. Но за этим приходит ясность: важна не длина жизни явления, а степень его включённости в поток. Структура времени в туманности — это не отсчёт, а пульсация. Тогда и жизнь звезды — не история, а эпизод, не цель, а преобразование. И человек, родившийся на планете, возникшей из осколков такой звезды, может начать воспринимать собственное существование не как исключение, а как форму этой же пульсации — краткий, но значимый резонанс в бесконечном движении вещества.

За последние годы интерес к Столпам Творения в туманности Орёл получил новый импульс благодаря возможностям телескопа James Webb и ряду других инструментов. Однако за визуальной красотой скрывается не просто туманная форма, а сложный, динамичный и временный процесс, в котором рождаются звёзды, а сама структура находится в постоянной трансформации.

Инфракрасные камеры телескопа James Webb — NIRCam и MIRI — позволили заглянуть сквозь пылевую завесу столпов и увидеть то, что было скрыто от оптических телескопов: множество молодых звёзд, только начинающих формироваться в плотных узлах внутри этих газовых выступов. Ранее считалось, что активность звездообразования в этом регионе идёт на спад, но новые

данные показали, что процесс продолжается, и, более того, — он может быть даже активнее, чем предполагалось. Внутри столпов обнаружены протозвёзды на самых ранних стадиях развития, а также признаки активных потоков вещества, свидетельствующих о продолжающемся коллапсе вещества под действием гравитации.

Одновременно с наблюдениями в инфракрасном диапазоне, астрономы изучают химию и движение вещества с помощью радиотелескопов. Такие инструменты, как ALMA или обсерватория SOFIA (до её закрытия), позволяют фиксировать сигналы от молекул вроде CO и NH₃, излучающих в миллиметровом диапазоне. По этим данным учёные восстанавливают картину движения газа: в пределах столпов происходят как сжатие — то есть внутрь, к зарождающимся звёздам, — так и истечение вещества наружу под давлением ионизирующего излучения от массивных звёзд, находящихся поблизости. Иными словами, столпы одновременно собираются и распадаются, что придаёт им характер переходной, неустойчивой фазы. Фронты излучения буквально «выжигают» материал, испаряя пыль и отрывая слои газа, обнажая молодые светила.

Чтобы понять, как именно формируются и исчезают такие структуры, астрофизики используют численные симуляции. Ведущие группы, включая Mackey, Geen и других исследователей, создают трёхмерные модели, в которых учитываются гравитация, излучение, турбулентность, магнитные поля и движение газа. По результатам таких симуляций становится ясно: столпы появляются в тех зонах, где плотные участки туманности

— так называемые глобулы — отбрасывают тень, защищая за собой область от разрушительного ультрафиолета. В этих теневых зонах и формируются вытянутые «пальцы» пыли и газа, напоминающие колонны. Со временем они утрачивают устойчивость: излучение разрушает оболочку, ветер звёзд отрывает внешние слои, и структура медленно исчезает.

Одновременно продолжается обсуждение вопроса, насколько похожи такие регионы на ту туманность, в которой когда-то родилось наше Солнце. Судя по химическому составу Солнечной системы и данным из изотопного анализа метеоритов, существует высокая вероятность, что оно появилось в подобной же звёздообразующей среде, под воздействием внешнего давления от близкой массивной звезды. Солнце, по всей видимости, родилось не в одиночестве — вместе с ним сформировалось до двух тысяч звёзд, которые со временем разлетелись по Галактике. Некоторые из них, возможно, до сих пор вращаются рядом, но из-за движения по спиральным рукавам Млечного Пути найти их непросто.

Интересно, что современные наблюдения подтверждают наличие органических молекул в туманностях: уже обнаружены аммиак, угарный газ, формальдегид, этанол, ацетон, даже простейшие сахара и соединения, напоминающие фрагменты аминокислот. Всё это говорит о том, что химия, лежащая в основе жизни, могла зародиться ещё до появления планет — на поверхности пылевых частиц, дрейфующих в глубинах молекулярных облаков.

Естественным образом, Столпы Творения становятся не просто символом красоты Вселенной, но и лабораторией её эволюции. Сегодня мы видим, как звёзды рождаются внутри них. Завтра — их не станет. Но свет этих звёзд останется. И каждый шаг в изучении этих процессов приближает понимание того, как устроена не только галактика, но и история собственного происхождения.

Такие книги как эта возникают не потому, что нужно объяснить устройство звезды или пересказать биографию молекулы. Они появляются там, где возникает необходимость соединить наблюдение с размышлением, где научное приближение к объекту становится одновременно приближением к границе собственного восприятия. Ведь когда взгляд направлен к таким структурам, как туманности, речь идёт не только о них — но и о том, что можно увидеть через них.

Писать о космосе — всё равно что разматывать нить, ведущую из темноты во что-то чуть более различимое. Этот путь не прямой: в нём нет окончательных выводов, как нет и неподвижных истин. Но в процессе разглядывания и называния появляются связи, которые раньше ускользали. На пересечении астрофизики и интуиции, спектральных данных и внутренней тишины, возникает пространство, где возможно думать иначе.

Такие книги — не руководство и не доказательство. Скорее — способ смотреть, наблюдать, быть рядом с тем, что бесконечно удалено и в то же время неразрывно включено в собственное происхождение. Они не предлагают формулы смысла, но создают среду, в

которой этот смысл начинает медленно просвечивать сквозь форму.

Приглашаю вас ознакомиться с моей статьей Photoevaporation-driven star formation in the Pillars of Creation: Balancing radiative destruction and gravitational collapse in M16 (Формирование звёзд, вызванное фотоиспарением, в Столпах Творения: баланс между радиационным разрушением и гравитационным коллапсом в M16), опубликованной в Global Science News.

Буду рад вашему вниманию к моей статье, где я рассматриваю уникальные процессы образования звёзд в знаменитых "Столпах Творения". В ней обсуждаются противоборствующие силы, такие как разрушительное влияние излучения и притяжение, способствующее коллапсу, которые вместе формируют динамику в звёздных яслях региона M16.

БИБЛИОГРАФИЯ

Kriger, B. (2025). Photoevaporation-driven star formation in the Pillars of Creation: Balancing radiative destruction and gravitational collapse in M16. Global Science News.

Kriger, B. (2025). The paradox of persistent interstellar gas and dust in spiral galaxies: Investigating the longevity of molecular clouds and dust in the interstellar medium. Global Science News.

Kriger, B. (2025). The fate of nebulae and gas clouds in the far future: Implications of heavy element enrichment on star formation and galactic dynamics. Global Science News.

Kriger, B. (2025). Dynamics and star formation in giant molecular clouds: A multi-factorial perspective. The Common Sense World.

Chevance, M., Kruijssen, J. M. D., Hygate, A. P. S., et al. (2019). The lifecycle of molecular clouds in nearby star-forming disc galaxies. arXiv preprint

Draine, B. T. (2011). Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium. Princeton University Press.

Krumholz, M. R., McKee, C. F., & Bland-Hawthorn, J. (2019). Star formation. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 57, 227–303.

Murray, N., Quataert, E., & Thompson, T. A. (2010). The disruption of giant molecular clouds by radiation pressure and the efficiency of star formation in galaxies. *The Astrophysical Journal*, 709(1), 191.arXiv

Tacconi, L. J., Genzel, R., Neri, R., et al. (2010). High molecular gas fractions in normal massive star-forming galaxies in the young Universe. *Nature*, 463(7282), 781–784.

Tielens, A. G. G. M. (2005). *The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium*. Cambridge University Press.

Wolfire, M. G., Hollenbach, D., McKee, C. F., et al. (2003). Neutral atomic phases of the interstellar medium in the Galaxy. *The Astrophysical Journal*, 587(1), 278.

Zhukovska, S., Gail, H. P., & Trieloff, M. (2008). Evolution of interstellar dust and stardust in the solar neighbourhood. *Astronomy & Astrophysics*, 479(2), 453–480.

Zubko, V., Dwek, E., & Arendt, R. G. (2004). Interstellar dust models consistent with extinction, emission, and abundance constraints. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 152(1), 211.

Dwek, E., & Cherchneff, I. (2011). The origin of dust in the early universe: Probing the star formation history of galaxies by their dust content. *The Astrophysical Journal*, 727(2), 63.

Adkins, J. M., Meixner, M., Arendt, R. G., Andrews, J., Carey, S. J., & Ueta, T. (2022). NASA's Webb takes star-filled portrait of Pillars of Creation. *NASA Webb Science Blog*.

- Bertoldi, F. (1989). The photoevaporation of interstellar clouds. *The Astrophysical Journal*, 346, 735–755.
- Dale, J. E., Ercolano, B., & Bonnell, I. A. (2013). Ionizing feedback from massive stars in massive clusters — I. Effects of H II regions on dense gas. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 430(1), 234–246.
- Gritschneder, M., Naab, T., Walch, S., Burkert, A., & Heitsch, F. (2009). Driving turbulence and triggering star formation by ionizing radiation. *The Astrophysical Journal Letters*, 694(1), L26–L30.
- Gritschneder, M., Burkert, A., Naab, T., Walch, S., & Heitsch, F. (2010). H II regions: Sculpting pillars and triggering star formation. *The Astrophysical Journal*, 723(2), 971–984.
- Geen, S., Rosdahl, J., Blaizot, J., Devriendt, J., & Slyz, A. (2023). The role of photoionization in shaping star-forming clouds. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 520(2), 2647–2662.
- Hester, J. J., Scowen, P. A., Sankrit, R., et al. (1996). Hubble Space Telescope WFPC2 imaging of M16: Photoevaporation and emerging young stellar objects. *The Astronomical Journal*, 111(6), 2349–2360.
- McCaughrean, M. J., & Andersen, M. (2002). HST/NICMOS imaging of the Eagle Nebula. *Astronomy & Astrophysics*, 389(2), 513–518.

- McLeod, A. F., Dale, J. E., Evans, C. J., Ginsburg, A., & Kruijssen, J. M. D. (2015). Triggered star formation in the Eagle Nebula. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 450(1), 1057–1073.
- Mellema, G., Arthur, S. J., Henney, W. J., Iliev, I. T., & Shapiro, P. R. (2006). Photoevaporation of cosmological minihaloes during reionization. *The Astrophysical Journal*, 647(2), 397–409.
- Tremblin, P., Audit, E., Minier, V., Schmidt, W., Schneider, N., & Commerçon, B. (2012). Ionization feedback from massive stars in turbulent clouds. *Astronomy & Astrophysics*, 546, A33.
- Binney, J., & Tremaine, S. (2008). *Galactic dynamics* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Crutcher, R. M. (2012). Magnetic fields in molecular clouds. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 50, 29–63.
- Elmegreen, B. G. (2000). Star formation in a crossing time. *The Astrophysical Journal*, 530(1), 277–281.
- Ferrière, K. (2001). The interstellar environment of our galaxy. *Reviews of Modern Physics*, 73(4), 1031–1066.
- Goodman, A. A., Benson, P. J., Fuller, G. A., & Myers, P. C. (1993). Dense cores in dark clouds. X — Shapes of cores in Taurus. *The Astrophysical Journal*, 406, 528–547.

Krumholz, M. R., McKee, C. F., & Bland-Hawthorn, J. (2019). Star clusters across cosmic time. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 57, 227–303.

McKee, C. F., & Ostriker, E. C. (2007). Theory of star formation. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 45, 565–687.

Mouschovias, T. C., & Ciolek, G. E. (1999). Magnetic fields and star formation: A theory reaching adulthood. In V. J. Martinez, M. J. Pons-Borderia, F. S. Labiano, & M. T. Garcia-Gomez (Eds.), *The evolution of the interstellar medium* (Vol. 168, pp. 305–326). ASP Conference Series.

Sofue, Y., & Rubin, V. (2001). Rotation curves of spiral galaxies. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 39, 137–174.

Spitzer, L. (1978). *Physical processes in the interstellar medium*. Wiley-Interscience.