

## **Панспермия и механизмы возникновения жизни во Вселенной**

А.Д. ПАНОВ,  
кандидат физико-математических наук  
НИИЯФ МГУ

---

***Гипотеза панспермии может означать не только переадресацию вопроса о происхождении жизни с Земли “в другое место” космоса, но и другие механизмы появления жизни (Земля и Вселенная, 1981, № 6). Они увеличивают вероятность возникновения жизни на много порядков по сравнению с предбиологической эволюцией на любой изолированной планете и приводят к почти одновременному появлению жизни на одной молекулярно-биологической основе сразу на многих планетах Галактики.***

В выпуске альманаха “Эволюция” за 2013 г. опубликована статья В.А. Анисимова “Гипотеза земного абиогенеза в свете данных палеонтологии, молекулярной биологии и анализа состава молекул ДНК”.

В ней на основе обратной экстраполяции зависимости “минимальной длины генома” от времени делается вывод, что геологическая история Земли просто не могла по времени вместить абиотическую предбиологическую эволюцию, поэтому место ее протекания найдется вне Солнечной системы. Следовательно, на Землю жизнь занесена из космоса, в процессе межзвездной панспермии. Используемая экстраполяция – явно сформулированное предположение, поэтому и все содержание статьи – только развернутая гипотеза. Статья В.А. Анисимова сопровождается критическими замечаниями – комментариями докторов биологических наук А.В. Маркова и Н.Н. Иорданского. В них справедливо отмечается гипотетический характер

используемой В.А. Анисимовым экстраполяции, но, помимо этого, приводятся и возражения методологического характера против гипотезы панспермии. С этими возражениями мы не можем согласиться в полной мере.

А.В. Марков пишет об одной из распространенных причин неприятия внеземного абиогенеза научной общественностью – это стремление не плодить сущности без необходимости: *“Если Земля – пока единственное место во Вселенной, где обнаружена жизнь, то естественно предположить, что здесь она и родилась”*. Иными словами, гипотеза происхождения жизни должна выбираться по “принципу простоты”, при этом именно земная гипотеза наиболее элементарна. Мы хотели бы обратить



внимание на то, что “аргумент от простоты” содержит, по сути, логическую ошибку или, как минимум, существенную долю субъективности в отношении оценки того, что считать простотой. Гипотеза земного происхождения жизни рассматривается здесь как самая простая по умолчанию, но в действительности существуют еще более простые гипотезы, и при этом вполне научные.

Действительно, если известная нам жизнь имеет земное происхождение, то следует предположить: на Земле имела место достаточно сложная абиогенная эволюция, которая и привела к появлению первых слож-

ных самореплицирующихся молекул (Земля и Вселенная, 1983, № 1; 1986, № 5). Значит, неизбежна дополнительная гипотеза абиогенной эволюции, так как в условиях Земли случайная “самосборка” таких молекул из отдельных элементарных блоков исключена по вероятностным соображениям. Однако, как показал В.А. Мазур, в рамках практически любых инфляционных космологических сценариев объем пространства, содержащего обычную материю в форме звезд, планет и т.д., оказывается столь велик (“инфляционно велик”, по терминологии В.А. Мазура), что вероятность случайного самозарождения жизни без

*Так художник изобразил предбиологическую эволюцию в результате панспермии. Рисунок Э. Кристи.*

всякой предварительной эволюции где-то в этом гигантском объеме чрезвычайно близка к единице. (Необходимо отметить, что инфляционная космология не только подтверждается наблюдениями, но и дала нетривиальные предсказания, часть которых тоже уже была подтверждена, а часть еще ждет проверки.) Эта гипотеза проще гипотезы земного происхождения жизни: она не требует дополнительного предположения о существовании нетриви-

ального абиогенеза. Если никаких других способов возникновения жизни кроме случайного самозарождения не существует, то и вероятность обнаружить ее в случайной заданной области пространства размером меньше космологического горизонта событий оказывается исчезающе малой. Это, однако, не является аргументом против случайного самозарождения. Если мы существуем, значит, мы — свидетели реализации такого маловероятного события.

Заметим, что в рамках механизма случайного самозарождения практически везде в обозримом космосе жизнь может появиться лишь в результате панспермии. Следовательно, наиболее вероятно, что именно на нашей планете жизнь появилась благодаря панспермии — и это вывод из гипотезы формально более простой, чем земная. Гипотеза самосборки имеет также одно проверяемое (в принципе) следствие: где бы в Галактике ни была обнаружена жизнь, она будет существовать на одной универсальной молекулярно-биологической основе, так как два независимых случайных самозарождения жизни в пределах Галактики можно полностью исключить.

Хотя гипотеза случайного самозарождения

жизни в определенном смысле проще, чем гипотеза предбиологической эволюции на Земле, автор настоящей статьи вовсе не утверждает, что ему ближе именно эта, более простая гипотеза и нужно сосредоточиться на ее изучении. Вывод из приведенного нехитрого анализа: нельзя переоценивать значение принципа простоты, так как в понимании его может оказаться слишком много субъективного или оно может оказаться основанным просто на недоразумении (по мнению автора, это имеет место при возникновении жизни на Земле).

Другое возражение философски-методологического характера против гипотезы панспермии приведено у Н.Н. Иорданского: *“Гипотеза панспермии, которую поддерживает в своей статье В.А. Анисимов, по сути дела, игнорирует саму проблему происхождения живых существ из компонентов неживой материи, просто подменяя ее предположением о заносе каких-либо зачатков жизни на Землю из космоса. По отношению собственно к проблеме происхождения жизни эта идея изначально является совершенно неплодотворной”*. Иными словами, гипотеза панспермии не имеет отношения к решению проблемы происхождения жизни, но только пере-

адресует вопрос к какому-то неопределенному “другому месту” на просторах Вселенной.

На первый взгляд, возражение совершенно неотразимо. Но в действительности гипотеза панспермии может означать другие механизмы возникновения жизни с очень нетривиальными следствиями.

Предположим, что жизнь возникает как результат некоторой естественной химической предбиологической эволюции (не благодаря случайному самозарождению). Никто пока не может оценить теоретически или экспериментально продолжительность такого процесса на планетах. По этой причине мы предполагаем столь огромную временную шкалу абиогенной эволюции, которая не уместается в геохронологическую историю Земли. Это предположение не является совершенно произвольным. Действительно, хотя оно следует уже из анализа В.А. Анисимова, его можно получить и из совсем простого наблюдения. Эволюция первых фаз существования жизни на Земле (первобытная прокариотная биосфера, одноклеточная эукариотная биосфера) была очень медленной, по крайней мере в отношении качественных изменений биосферы. С развитием биосферы (многоклеточ-

ные, позвоночные и т.д.) скорость процесса все возрастала. Например, многоклеточные организмы получили массовое распространение в ходе Кембрийского взрыва около 570 млн лет назад, в то время как одноклеточные процветали до этого около 3 млрд лет. То есть чем выше эволюционный уровень системы, тем быстрее она развивается. Но химическая абиотическая эволюция – это уровень, предшествующий жизни, поэтому более примитивный, чем любые фазы развития биосферы. Ожидаемая продолжительность абиотических фаз эволюции – многие миллиарды или даже десятки миллиардов лет, которые не вмещаются не только в геологическую историю Земли, но и в историю Вселенной.

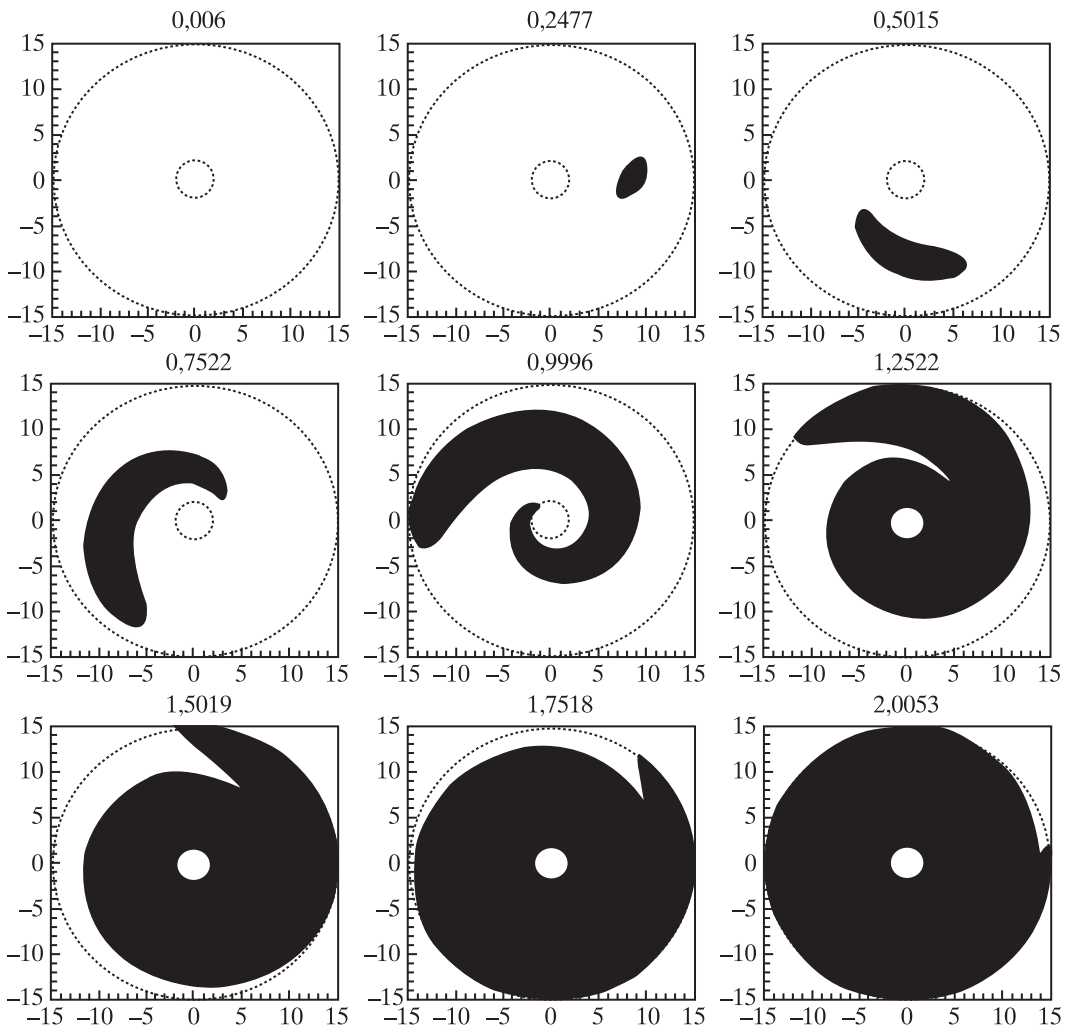
Если предположение о чудовищно длительной естественной шкале планетарной предбиологической эволюции верно, то жизнь, во всяком случае, не могла возникнуть на Земле, а попала сюда в результате панспермии. Но откуда же она взялась вне Земли, если даже возраста Вселенной могло не хватить на естественную абиогенную эволюцию? Возможный ответ состоит в том, что местом предбиологической эволюции была не какая-то отдельная планета, но вся Галактика как единая система, и

это обстоятельство могло многократно увеличить скорость предбиологической эволюции. Рассматриваемый ниже механизм предбиологической панспермии и когерентной общегалактической предбиологической эволюции принадлежит автору, но наблюдение, согласно которому такая эволюция может быть во много раз быстрее планетарной, принадлежит Г.А. Скоробогатову (2004).

Если естественная шкала времени абиогенной планетарной эволюции велика, то панспермию жизни заведомо следует считать возможной, иначе на Земле не было бы жизни. Так как продукты предбиологической химической эволюции должны быть менее чувствительны к трудностям космического путешествия (жесткое излучение, холод, вакуум), чем любые биологические системы, то, тем более, должна быть возможна панспермия абиогенных продуктов эволюции – предбиологическая панспермия. Возможность предбиологической панспермии приводит к интересным результатам.

Какое время необходимо для распространения предбиологической “инфекции” по Галактике? Уточним сначала некоторые детали механизма панспермии. Предположим, вопрос касается

распространения некоторого абиогенного продукта, характеризующегося высокой гибкостью и конкурентоспособностью по сравнению с другими подобными системами. Попав на планету, пригодную для адаптации, такой продукт может быстро (за сотни или тысячи лет) распространиться по всей планете, вытесняя более слабые местные системы. С поверхности планеты предбиологические системы могут попадать в космос вместе с осколками грунта, выбиваемого с планеты крупными метеоритами, из-за чего планета сама становится источником панспермии такого продвинутого продукта эволюции. Родительская звезда этой планеты будет окружена облаком “инфекции”, и если такая инфицированная звездная система пролетает неподалеку от другой звезды, то последняя может быть заражена инфицированным облаком и сама станет источником панспермии. Скорость распространения инфекции по космосу будет определяться пекулярной скоростью звезд. Распространение волны панспермии не будет иметь диффузионного характера, но будет иметь характер автоволнового процесса, распространяющегося с некоторой средней постоянной скоростью. Типичная скорость пекулярного



*Модель распространения волны панспермии по диску нашей Галактики. Время, соответствующее приведенным фазам эволюции волны, указано в галактических годах. Галактика вращается против часовой стрелки. В качестве начальной точки для волны панспермии выбрано положение Солнца в Галактике (30 тыс. св. лет от центра).*

хаотического движения звезд имеет решающее значение. Ее величина (30 км/с) – типичная скорость волны панспермии в Галактике.

Для моделирования волны панспермии может быть использован принцип Гюйгенса. Каждая область Галактики,

до которой дошла волна панспермии, сама становится источником сферической волны, распространяющейся со скоростью примерно 30 км/с. Такая модель содержит много упрощений, например типичные пекулярные скорости различны для разных расстояний

от центра нашей Галактики, но годится для качественной оценки. Из-за дифференциального характера вращения Млечного Пути его охват волной панспермии полностью завершится за два галактических года (период обращения Солнца вокруг центра Га-

лактики – галактический год – равен 216 млн лет), а 70% Галактики заселяется за 300 млн лет. Это и есть характерное время галактической панспермии.

Итак, мы имеем две шкалы времени: длинная,  $T_{\text{chem}} \sim 10$  млрд лет и более, это длительность естественной химической предбиологической эволюции на изолированных планетах, другая – короткая,  $T_{\text{pansp}} \sim 300$  млн лет, это масштаб продолжительности галактической панспермии. Из существования этих двух сильно различающихся шкал времени следует, что абиогенная эволюция на отдельных планетах не могла протекать независимо от других планет, так как каждая планета находится под непрерывным давлением гораздо более быстрого, чем местные процессы абиогенеза, инфицирования со стороны всей остальной Галактики.

Предположим, что некоторая конкурентоспособная предбиологическая система случайно появляется на планете, находящейся в стадии абиогенной эволюции. Тогда в течение короткого времени, порядка  $T_{\text{pansp}}$ , этот продукт распространяется по большей части Галактики, вытесняя менее эффективные локальные системы благодаря механизму естественного отбора. Из-за условия

$T_{\text{pansp}} \leq T_{\text{chem}}$  этот процесс должен синхронизировать (с точностью  $T_{\text{pansp}}$ ) предбиологическую эволюцию во всем Млечном Пути. Жизнь в конце концов зарождается почти одновременно на всех планетах с подходящими условиями для ее существования, с одним генетическим кодом и одинаковой киральностью. Предбиологическая эволюция и возникновение жизни благодаря панспермии могут быть самосогласованным коллективным процессом в масштабе всей Галактики, но не процессом, локализованным на отдельных планетах, как это обычно предполагается.

Если такой механизм действительно работает, тогда вскоре после появления жизни где-то в первый раз она уже нигде не сможет возникнуть в процессе естественной планетарной абиогенной эволюции, так как естественные предбиологические процессы неконкурентоспособны по сравнению с гораздо более быстрым процессом заражения планеты через панспермию. Как только на планете складываются условия, пригодные для жизни, она немедленно оказывается инфицированной из космоса. Возможно, именно это и произошло на Земле, чем и объясняется невероятно быстрое зарождение жизни после

появления воды в жидком состоянии.

Теперь заметим, что механизм предбиологической панспермии не только синхронизирует абиотическую эволюцию по всей Галактике, но также может существенно ее ускорять. Действительно, любой случайный успех предбиологической эволюции на одной из порядка  $10^9$  планет Галактики, где она может протекать, становится достоянием и всех остальных планет практически немедленно (точнее, за характерное время  $T_{\text{pansp}}$ ). Другими словами, вероятность такого успеха по сравнению с процессом на отдельной планете увеличивается в  $10^9$  раз! Скорость предбиологической эволюции увеличивается примерно в той же пропорции. Следующее удачное событие произойдет уже на другой планете и снова почти немедленно станет почти достоянием всех. Даже если возникновение жизни на отдельных изолированных планетах крайне маловероятно, оно может стать вполне возможным в общегалактическом когерентном течении предбиологической эволюции.

Описанный выше сценарий самосогласования абиогенной эволюции в Галактике может быть лишь частью реально действующего механизма. Хорошо известно, что синтез сложных

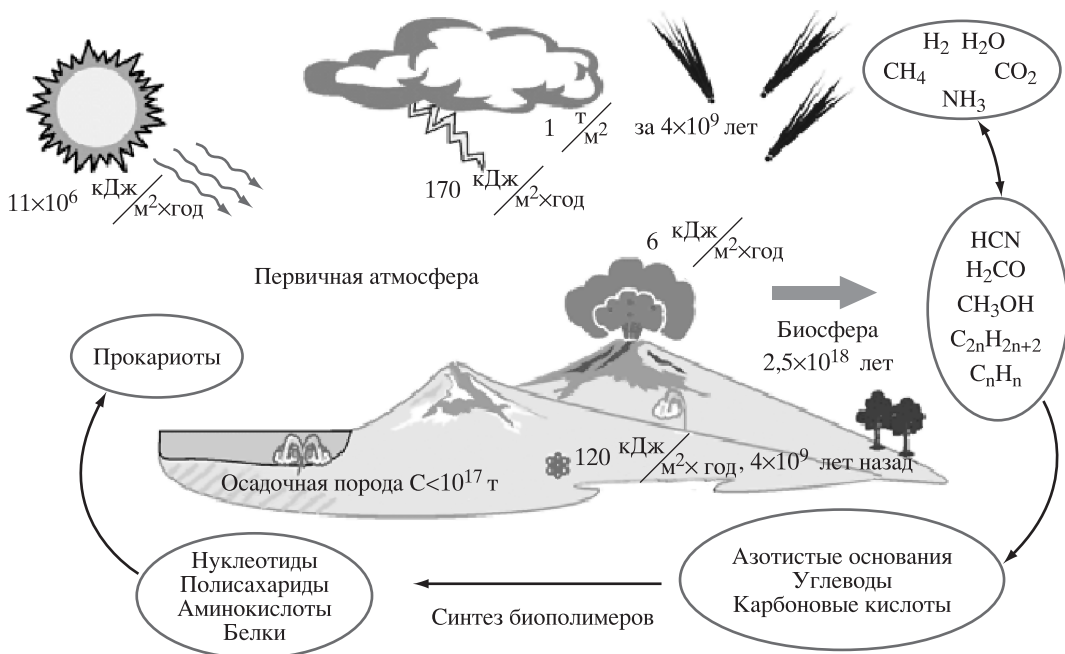


Схема образования земной биосферы.

органических соединений может происходить не только на поверхности планет, но и в космосе, в газопылевых облаках. Химические реакции в водном растворе при нормальной температуре протекают гораздо быстрее, чем в условиях космоса, однако заключенная в межзвездных облаках масса эволюционирующего вещества (H, C, N, O) на много порядков превосходит массу органического вещества на поверхности всех планет Галактики. Поэтому предбиологическая эволюция в косми-

ческом пространстве может оказаться в каком-то отношении не менее эффективной, чем на поверхности планет. Роль химических реакторов могут выполнять и кометы (Земля и Вселенная, 1987, № 1; 1998, № 1). В реальности предбиологическая эволюция может быть результатом очень сложного взаимодействия и конкуренции процессов, происходящих в открытом космосе, в ядрах комет и на планетах при участии межзвездной абиогенной панспермии разных типов.

Таким образом, гипотеза панспермии может быть далеко не только "переадресацией вопроса о происхождении жизни". Она может означать существенно новые механизмы эволюции, кото-

рые, в частности, могут отвечать за ее многократное ускорение и за синхронизацию абиогенного процесса во всей Галактике.

Проверяемое предсказание модели – это единство молекулярной основы жизни во всей Галактике, но оно относится к однотипным "экологическим нишам", в которых могут существовать живые организмы. В Галактике может существовать несколько типов таких ниш, например ледяные углеводородные экосистемы, как на Титане, водные экосистемы, как на Земле и, возможно, на Марсе. Так как предбиологические системы одних ниш не будут конкурировать с системами других ниш, то рассмотренный выше

механизм синхронизации может работать для каждой ниши отдельно, порождая специфический для нее тип жизни, но единый в Галактике.

В заключение отметим, что это предсказание напоминает предсказание рассмотренной

выше модели спонтанного самозарождения жизни, которая тоже предсказывает единую молекулярно-биологическую основу жизни во всей Галактике. Различие состоит в том, что в модели спонтанного самозарождения следу-

ет ожидать одного типа жизни для всей Галактики, а в модели когерентной галактической эволюции их может быть несколько, по одной для каждой ниши. Таким образом, модели могут быть разделены по их следствиям.

---

## Информация

---

### Планеты-скитальцы

Одинокие планеты могут рождаться без участия звезд. К такому выводу пришла группа астрономов под руководством Госты Гама из Технологического университета Чалмерса (Швеция), изучив необычные молекулярные облака. По их оценкам, в нашей Галактике может насчитываться до 200 млрд планет-скитальцев (Земля и Вселенная, 2011, № 5, с. 77). Ранее предполагали, что все они когда-то

были выброшены в результате сложных гравитационных взаимодействий из своих родительских звездных систем. Авторы открытия считают, что рождаются такие экзопланеты вне звезд. Исследовалась эмиссионная туманность Розетка (NGC 2237), находящаяся в 4600 св. лет от нас в созвездии Единорога. Туманность представляет собой гигантскую область ионизованного водорода, где происходят активные процессы звездообразования. Ученые заметили, что рядом с туманностью есть множество газопылевых облаков (глобул) размером 30 а.е. и массой  $13 M_{\odot}$ , удаляющихся от нее со скоростью около 80 тыс. км/с.

Радионаблюдения позволили измерить плотность и физические характери-

стики глобул. Оказалось, что они довольно компактные и многие из них имеют плотное ядро (до тысячи частиц на кубический сантиметр). Часть глобул в будущем сколлапсируют под действием собственной гравитации и образуют свободно летающие планеты. При этом в центре самых массивных облаков рождаются карликовые звезды.

Следующий шаг – картирование внутренней структуры некоторых глобул с помощью нового радиотелескопа ALMA в Чили. Эти планеты могут быть обнаружены, когда запустят большие космические инфракрасные обсерватории следующего поколения.

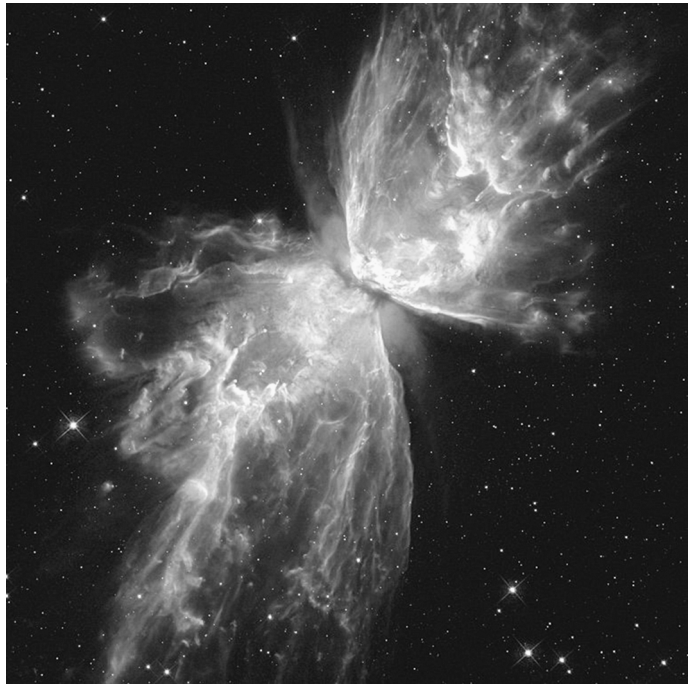
По материалам РИА Новости, 28 августа 2013 г.



### Необычные биполярные туманности

Группа американских астрономов из Манчестерского университета с помощью КТХ и телескопа NTT Европейской Южной Обсерватории в центральной части Млечного Пути изучила 130 диффузных туманностей, различных по строению и особенностям. Ученые разделили их, в зависимости от характеристик и форм, на три типа – эмиссионные (планетарные), отражательные и остатки сверхновых. Большинство туманностей имеют сферический вид, но часть – асимметричны. Выяснилось, что 10% планетарных туманностей ориентированы в пространстве в одном направлении, то есть биполярны. Это может быть обусловлено взаимодействием ударных волн сбрасываемой оболочки с поверхности формирующегося белого карлика (например, NGC 6543 Кошачий Глаз, MyCn 18 Песочные Часы, Mz3 Муравей). “Любая выделенная ориентация космических объектов неожиданна, и в особенности необъяснимой она кажется в густонаселенной центральной области нашей Галактики”, – заключил Альберт Жильстра, один из исследователей.

Наблюдения показали, что большие оси некоторых биполярных туманностей зеркально симметричны и похожи на крылья бабочек,



*Биполярная туманность NGC 6302 Бабочка (созвездие Скорпиона), находящаяся в 4 тыс. св. лет от Земли. Ее структура – одна из самых сложных среди структур туманностей данного типа. Центральная звезда ярко светит в УФ-диапазоне, однако скрыта от прямых наблюдений плотным пылевым тором. Он пересекает яркую полость ионизованного газа. 2009 г. КТХ. Фото NASA.*

они ориентированы вдоль плоскости нашей Галактики. Как полагают, это объясняется влиянием магнитных полей в центральной части нашей Галактики, которые в прошлом могли быть значительно сильнее, чем сегодня.

Биполярные туманности могут напоминать песочные часы, восьмерку или бабочку. Например, на бабочку похожи отражательные туманности NGC 6302 в Скорпионе и Sharpless 2-106 (S106) в Лебеде (см. стр. 4 обложки). Свое имя Sharpless 2-106 получила в честь астронома Стюарта Шарплесса, который об-

наружил ее в 1950 г. В центре туманности размером 2 св. года находится молодая звезда массой  $15 M_{\odot}$ , температура ее поверхности около 250 тыс. градусов. В туманности идет активное звездообразование с колоссальным выделением энергии. Разогретые газопылевые облака распространяются по туманности со скоростью более 200 км/с. Процесс формирования примерно 150 новых звезд в туманности начался 100 тыс. лет назад.

Пресс-релизы NASA и ESO,  
5 сентября 2013 г.