Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА
из первых рук

2(82) • 2019

www.scfh.ru

ЗВЕЗДНЫЕ ВЗРЫВЫ

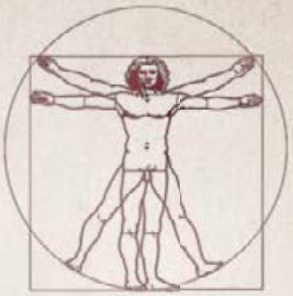
ЧТО МЫ ЗНАЕМ О ДЕНИСОВЦАХ

КНИГИ СТАРОГО ДОМА

РАЗГРОМ БОЛЬШОГО ПОСАДА

Какого цвета нефрит?

Познавательный журнал
для хороших людей



Редакционная коллегия

главный редактор
акад. Н.Л. Добрецов

заместитель главного редактора
акад. В.В. Власов

заместитель главного редактора
акад. Г.Н. Кулипанов

заместитель главного редактора
Л.М. Панфилова

заместитель главного редактора
И.А. Травина

акад. И.В. Бычков

акад. М.А. Грачев

акад. А.П. Деревянко

акад. А.В. Латышев

д.ф.-м.н. Г.В. Майер

акад. В.Н. Пармон

акад. Н.П. Похиленко

чл.-кор. М.П. Федорук

д.ф.-м.н. В.Д. Шильцев

чл.-кор. А.Н. Шиплюк

акад. М.И. Эпов

Редакционный совет

акад. Н.А. Колчанов
акад. А.Э. Конторович
чл.-кор. А.Л. Кривошапкин
акад. М.И. Кузьмин
чл.-кор. И.Ю. Кулаков
акад. В.И. Молодин
д.б.н. М.П. Мошкин
чл.-кор. С.В. Нетесов
д.ф.-м.н. А.Р. Оганов
И.О. Орлов
чл.-кор. Н.В. Полосьмак
акад. В.К. Шумный
д.и.н. А.Х. Элерт

Над номером работали

к.б.н.	*Л. Овчинникова*
	Л. Панфилова
к.б.н.	*М. Перепечаева*
	А. Харкевич
к.ф.н.	*Е. Игнатова*
	А. Мистрюков

«Естественное желание хороших людей – добывать знание»

Леонардо да Винчи

Периодический научно-популярный журнал

Издается с января 2004 года

Периодичность: 6 номеров в год

Учредители:
Сибирское отделение Российской академии наук (СО РАН)
Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН
Институт археологии и этнографии СО РАН
Лимнологический институт СО РАН
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН
ООО «ИНФОЛИО»

Издатель: ООО «ИНФОЛИО»

Адрес редакции и издателя:
630090, Новосибирск,
ул. Золотодолинская, 11
Тел.: +7 (383) 238-37-20
e-mail: zakaz@infolio-press.ru
e-mail: editor@infolio-press.ru

www.scfh.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство ПИ № ФС77-37577 от 25 сентября 2009 г.

ISSN 1810-3960

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии ООО «ИД „Вояж“» (Новосибирск)

Дата выхода в свет 26.04.2019

Свободная цена

Перепечатка материалов только с письменного разрешения редакции

© Сибирское отделение РАН, 2019

© ООО «ИНФОЛИО», 2019

© Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, 2019

© Институт археологии и этнографии СО РАН, 2019

© Лимнологический институт СО РАН, 2019

© Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, 2019

© Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, 2019

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 2019

Дорогие друзья!

Более двух тысяч лет назад древнеримский поэт Гораций писал: «...То, что скрыто под землей, время покажет при свете дня». Если мы заменим «время» на «новые технологии», то слова эти как нельзя более подойдут ко дню сегодняшнему. С помощью современных технологий нам сегодня удается читать скрытые страницы эволюционной истории человечества.

Большинство грандиозных открытий последнего времени, связанных с исследованиями происхождения человека и буквально перевернувших наши представления о путях становления Homo sapience, были сделаны благодаря развитию палеогенетики. «Прочитав» древнюю ДНК, скрытую в ископаемых костях, исследователи вернули в нашу родословную неандертальцев, а также открыли денисовцев – ранее неизвестную группу первобытных людей, которые внесли весомый генетический вклад в современное человечество. О работах по расшифровке древней ДНК, изменивших наши представления о линейном характере эволюции человека, рассказали в этом номере один из основателей палеогенетики профессор Сванте Паабо и его молодая сотрудница Вивиан Слон из лаборатории эволюционной генетики Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка (Лейпциг, ФРГ).

Дальнейшее изучение костных останков из Денисовой пещеры и унаследованных от денисовцев генов обещает нам еще немало неожиданностей. До последнего времени в «досье» на этого гоминина был лишь геном, полученный из нескольких зубов и кусочка кости. Но сейчас, судя по докладу на ежегодной конференции Американской ассоциации в марте 2019 г., на основе митоходриальной ДНК были впервые идентифицированы фрагменты теменной кости денисовца, найденные новосибирскими археологами в 2016 г. На той же конференции был обнародован и другой сенсационный результат: ученые выяснили, что представители одной из предковых популяций денисовцев благополучно скрещивались с людьми современного типа еще 30—15 тыс. лет назад, т. е. буквально на пороге исторического времени! Детали этих открытий пока не опубликованы.

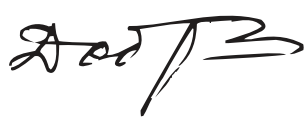
Антропологические и палеогенетические исследования останков древних людей очень важны для понимания популяционных процессов, происходивших на территориях их обитания. Источником уникальных сведений может быть не только ДНК, извлеченная из ископаемых костей, но и сам скелет, если он отличается хорошей сохранностью и комплектностью. С помощью современных технологий визуализации стало возможным не только в деталях рассмотреть строение костной ткани необычного человека с палеолитической стоянки Костенки 14, но и реконструировать удивительную историю его жизни и смерти, с которой наши читатели могут познакомиться в новом выпуске.

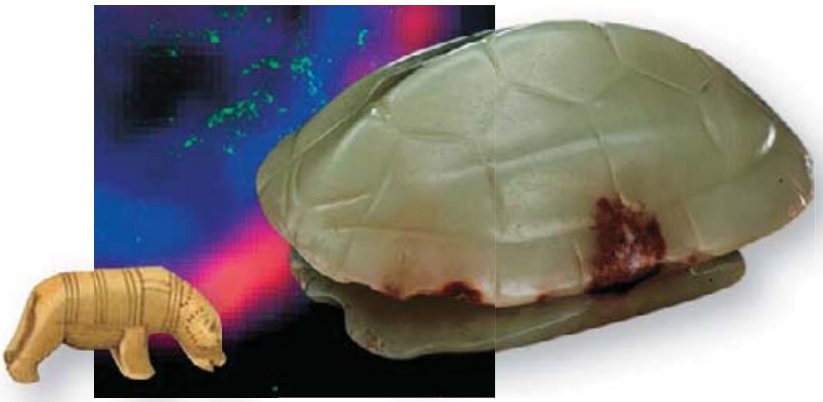
Мы живем в удивительное время, когда благодаря науке стало возможным «увидеть» и невидимые объекты далекого космоса. 10 апреля в ходе прошедших по всему миру пресс-конференций, посвященных итогам проекта ЕНТ (Телескоп горизонта событий), все желающие смогли полюбоваться на черную дыру или, по крайней мере, на ее «тень». Астрономам потребовалось полтора года, чтобы откалибровать и визуализировать данные наблюдений за двумя таким сверхмассивными объектами массой в 4.3 млн и 7.2 млрд (!) раз больше солнечной.

Черные дыры формируются из звезд с массой 30—100 солнечных, ядра которых очень быстро коллапсируют (сжимаются). В новом выпуске журнала известный научный журналист и историк науки Алексей Левин рассказал о судьбах одиночных светил и звездных пар, от легких коричневых карликов, которым суждено закончить жизнь, медленно остывая, до супермощных взрывов гиперновых – «детей» звезд-тяжеловесов. А самые массивные звезды с начальной массой более 250—260 солнечных, которые изобиловали в ранней Вселенной, не взрываются, а просто исчезают, давая начало черным дырам.

Конечно, на первый взгляд кажется, что человек и безбрежный космос вокруг нас – слишком неравноценные объекты с точки зрения познания. Но, как написал в своем философском мини-сочинении один из московских студентов, «сегодня мы понимаем, что наша роль в жизни ничтожно мала не только во Вселенной, но даже и на родной планете. Временные рамки жизни человека не позволяют ему совершить что-то значительное. Однако человек стремится к большему, ...шаг за шагом передавая свои знания следующим поколениям, он постигает масштабы Вселенной и находит в ней свое место».

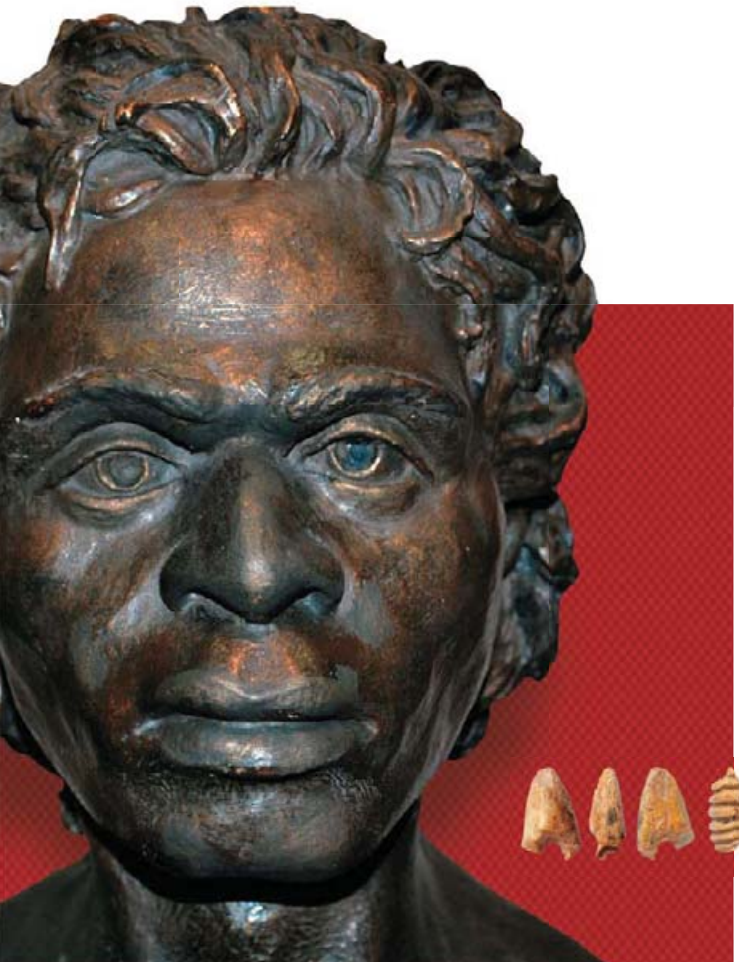
Академик Н. Л. Добрецов,
главный редактор





Несмотря на тяжелое **НАСЛЕДСТВЕННОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ**, верхнепалеолитический человек с Маркиной горы не уступал соплеменникам в **МЕТАНИИ КОПЬЯ**. **С. 38**

ХРАП, на который жалуется каждый второй россиянин, может стать **ПРЕДВЕСТНИКОМ** угрожающей жизни **ПАТОЛОГИИ** – апноэ во сне. **С. 70**



.01 ВСЕЛЕННАЯ

06 ***А.Е. Левин***
Звездные взрывы,
или Рождение «новых»

.02 ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

28 ***С. Паабо, В. Слон***
Палеогенетическая реконструкция каменного века

38 ***А.П. Бужилова, М.Б. Медникова***
Истории палеолита:
гуманисты с Маркиной горы

52 ***А.П. Деревянко, Тан Чун, Цзи Пин, С.А. Комиссаров***
Разные цвета нефрита

.03 ЧЕЛОВЕК

70 ***М.В. Бочкарев, М.Н. Анищенко, Л.С. Коростовцева, Ю.В. Свиряев***
Апноэ – смертельное «безветрие» ночи

ЧАГА, входящая в состав нового оздоровительного напитка, **ПОДАВЛЯЛА ВИРУСЫ** гриппа, натуральной оспы и даже ВИЧ на культурах клеток. **С. 96**

«Кому нужны книжки без картинок?» – правоту Алисы полностью подтвердила **УНИКАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА** дореволюционной **ДЕТСКОЙ КНИГИ** в главной библиотеке страны. **С. 104**

.04

ОТКРЫТИЕ СИБИРИ

80 ***А.Х. Элерт***
«Огненным боем с ними, коряками, управливаться трудно»
К истории русско-корякских отношений: разгром Большого посада в 1714 г.

.05

ЛИЦОМ К ПРИРОДЕ

96 ***Т.В. Теплякова***
Кофе с грибами

.06

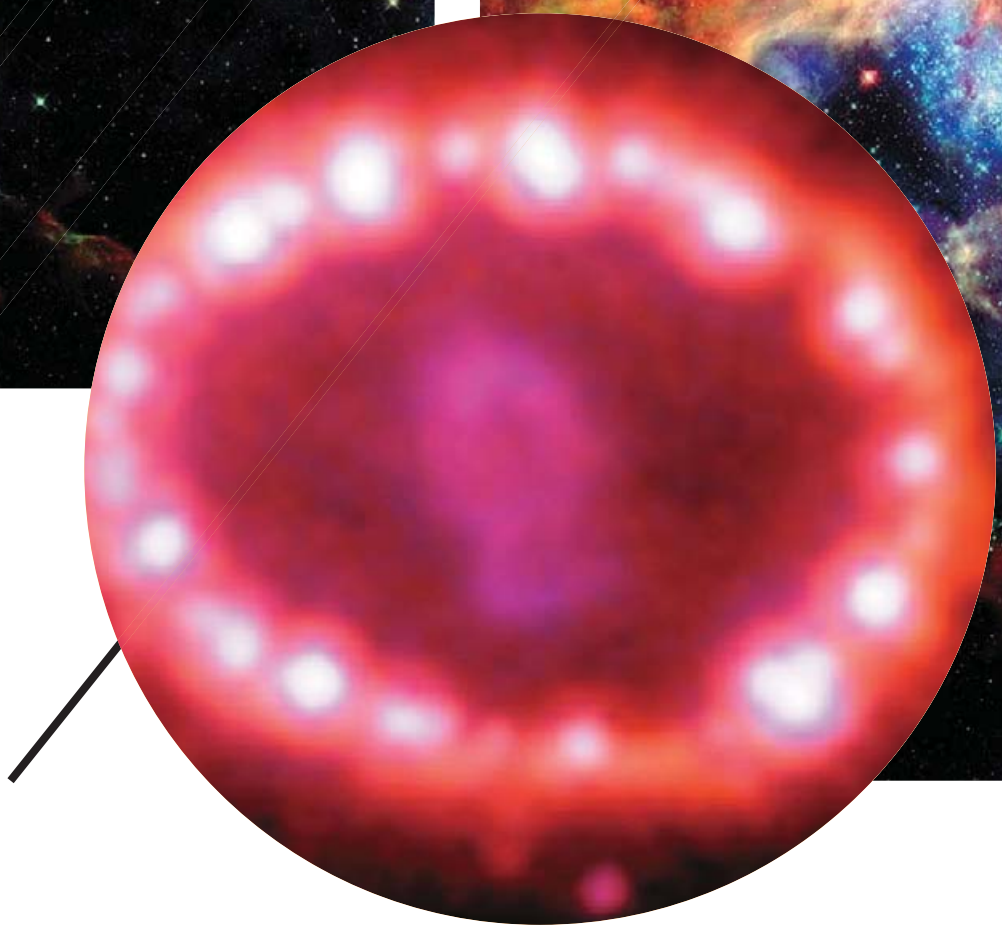
КНИЖНАЯ ПОЛКА

104 Книги старого дома
Портрет самой главной библиотеки России

А. Е. ЛЕВИН

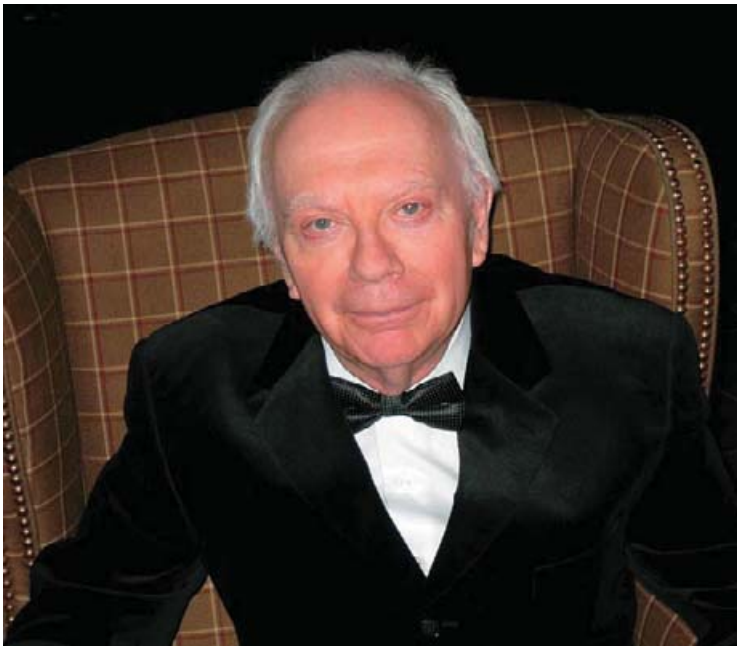
ЗВЕЗДНЫЕ ВЗРЫВЫ, ИЛИ ИЛИ ИЛИ ИЛИ

Рождение «НОВЫХ»



Туманность Тарантул в Большом Магеллановом Облаке – одна из крупнейших звездообразующих областей вблизи Млечного Пути. На снимке объединены данные космической рентгеновской обсерватории «Чандра» (*синий цвет*), космических телескопов «Хаббл» (*зеленый*) и «Спитцер» (*красный*). Рентгеновские лучи обнаруживают газ с температурой в миллионы градусов, зеленым светят массивные звезды, излучающие свет в видимой части спектра, а инфракрасное излучение обнаруживает области с относительно более холодными газом и пылью. *© X-ray: NASA/CXC/ PSU/L. Townsley et al.; optical: NASA/STScI; Infrared: NASA/JPL/PSU/L. Townsley et al.*

Свет этой сверхновой достиг Земли 23 февраля 1987 г., хотя сам взрыв произошел около 160 тыс. лет назад. Звезда, названная SN 1987A, вспыхнула на окраине туманности Тарантул в Большом Магеллановом Облаке, карликовой галактике-спутнике Млечного Пути. В мае 1987 г. она была видна невооруженным глазом – это самая близкая вспышка сверхновой, наблюдавшаяся со времен изобретения телескопа. На снимке, сделанном космическим телескопом «Хаббл» 28 ноября 2003 г. (*слева*), видно много ярких пятен вдоль кольца, как жемчужины на ожерелье. Это след взрывных ударных волн, врезающихся в газовое кольцо с огромной скоростью. Газ нагревается, вызывая свечение. Первую из этих горячих точек обнаружили в 1996 г., и с тех пор их число все растет – спустя годы кольцо станет непрерывным. Удлиненный и расширяющийся объект в центре – осколки, оставшиеся после взрыва звезды, «подогреваемые» главным образом титаном-44, образовавшимся при вспышке. *© NASA and R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics)*

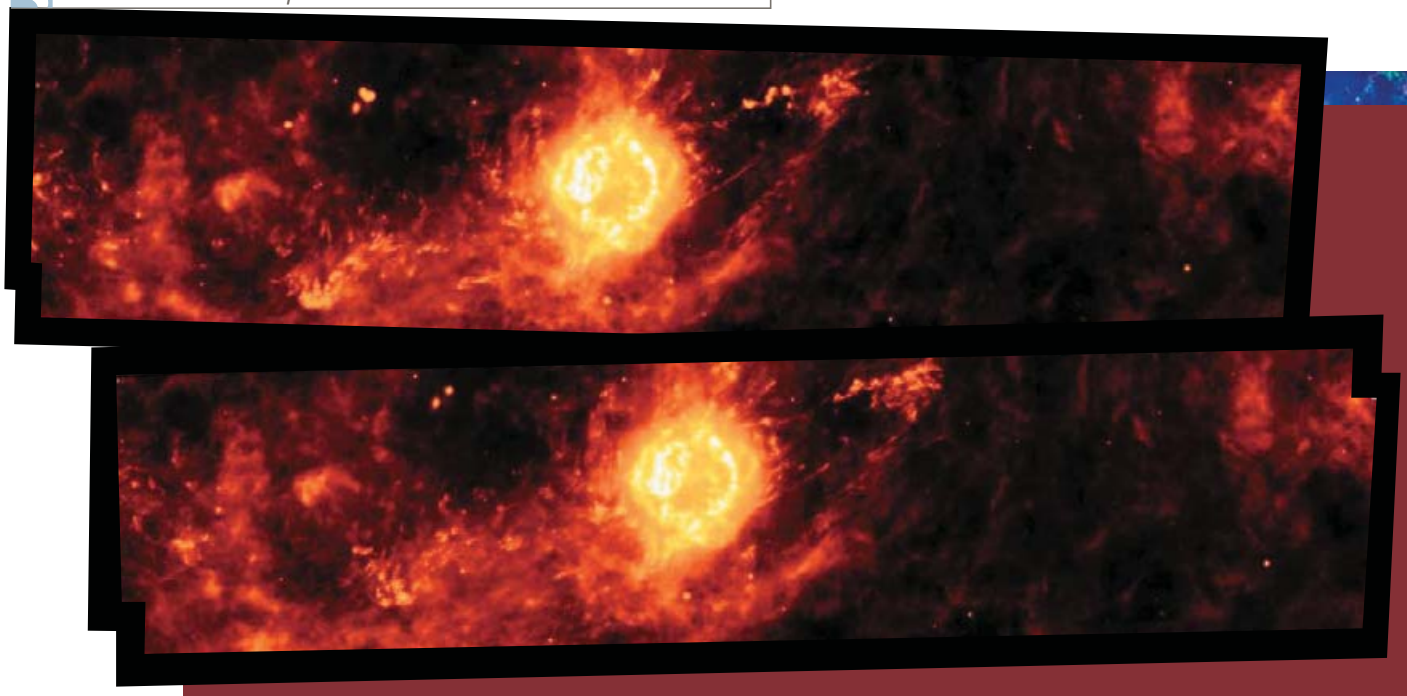


ЛЕВИН Алексей Ефимович – кандидат философских наук, историк науки, науковед, научный журналист. Выпускник физфака Московского государственного университета (1968). В 1987 г. переехал в США. Много лет был научным обозревателем вашингтонской редакции радио «Свобода», затем «Голоса Америки». С 2005 г. пишет для известных российских научно-популярных ресурсов, последнее время сотрудничает преимущественно с популярным электронным ресурсом «Элементы большой науки»

«Ведь, если звезды зажигают – значит – это кому-нибудь нужно?» Этот вопрос с точки зрения астрономии допускает двойное толкование, о котором юный Маяковский, конечно, не думал. Под зажиганием можно понимать как рождение звезды, так и практически мгновенное (за месяцы, дни или даже секунды) увеличение ее яркости – подчас на много порядков. Такие вспышки могут закончиться гибелью звезды, но могут и неоднократно повторяться без ее разрушения. Эти внезапно вспыхивающие звезды называют «новыми»

Ключевые слова: звезды, взрывы звезд, эволюция звезд, новая звезда, сверхновая, гиперновая, красные карлики, звездное ядро, аккреция, коллапс, излучение, Вселенная.
Key words: stars, explosions of stars, evolution of stars, new stars, supernova, hypernova, red dwarf, stellar core, accretion, collapse, radiation, Universe

© А.Е. Левин, 2019



Кассиопея А – это остаток некогда массивной звезды, погибшей в результате взрыва сверхновой 325 лет назад. Снимки с космического телескопа «Спитцер», сделанные с интервалом в один год в 2003–2004 гг., показывают, как в окружающих Кассиопею А пыльных облаках гаснет свет от вспышки, случившейся около 50 лет назад. Такое явление – «инфракрасное эхо» – возникает, когда свет, проникая сквозь скопления пыли, нагревает их, заставляя последовательно светиться в инфракрасном диапазоне подобно цепочке рождественских лампочек. Результат – оптическая иллюзия, что пыль разлетается со скоростью света. Это инфракрасное эхо, простирающееся более чем на 50 световых лет от Кассиопеи А, – самое большое из когда-либо виденных.
© NASA/JPL-Caltech/University of Arizona

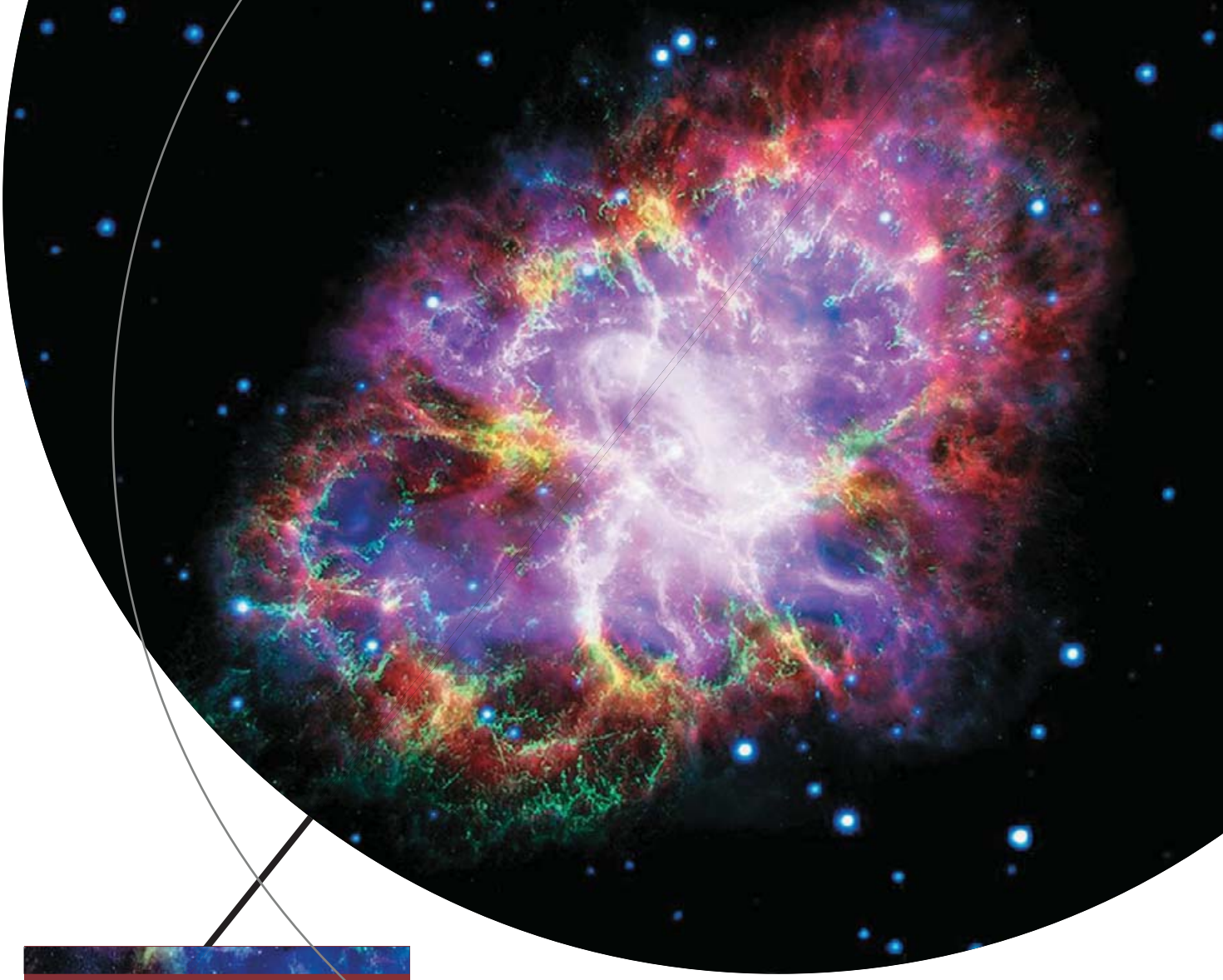
Термином «новая звезда» наука обязана великому датчанину Тихо Браге, астроному и астрологу Возрождения. 11 ноября 1572 г. он увидел в созвездии Кассиопеи внезапно вспыхнувшую звезду и долго следил за изменением ее блеска. Звезду заметили, и даже раньше, многие другие европейские астрономы. Но только Браге детально описал свои наблюдения в монографии *De Nova Stella* («О новой звезде») (1573), первом астрономическом труде на эту тему, который принес его автору европейскую известность. В декабре 2008 г. международная группа астрофизиков подтвердила, что Браге наблюдал сверхновую типа Ia, о чем еще в 1945 г. догадался работавший в США немецкий астроном Вальтер Бааде.

К концу первой четверти прошлого века астрономы выяснили, что новые звезды зажигаются и во Млечном Пути, и в соседних галактиках, расстояния до которых были приблизительно известны. Результаты фотометрических измерений показали, что *абсолютная яркость* (суммарная мощность излучения) новых звезд различается как минимум на три порядка. В 1925 г. шведский астроном Кнут Лундмарк предложил выделить звезды с максимальной светимостью в группу новых высшего класса, двумя годами позже Бааде назвал их «главными новыми», но эти термины не прижились.

В начале 30-х гг. переселившийся в США из Швейцарии и мигрировавший из физики в астрономию Фриц Цвикки в лекциях для аспирантов Калтеха стал называть такие вспышки *super-novae* (*сверх-новыми*). Термин имел успех, лишь лишился дефиса. Дальнейшая классификация новых звезд пришлась на вторую половину прошлого века. Сегодня эта группа включает несколько семейств: карликовые, обычные (классические), симбиотические, повторные, сверхновые различных типов и даже гиперновые. По всей вероятности, и эта классификация неокончательная.

Как зажигаются звезды

Судьба одиночного светила зависит от его начальной массы. Звезды образуются в результате *гравитационного коллапса* газовых облаков, состоящих в основном из молекулярного водорода и гелия (один атом He на 12 атомов H_2), следовых количеств более тяжелых

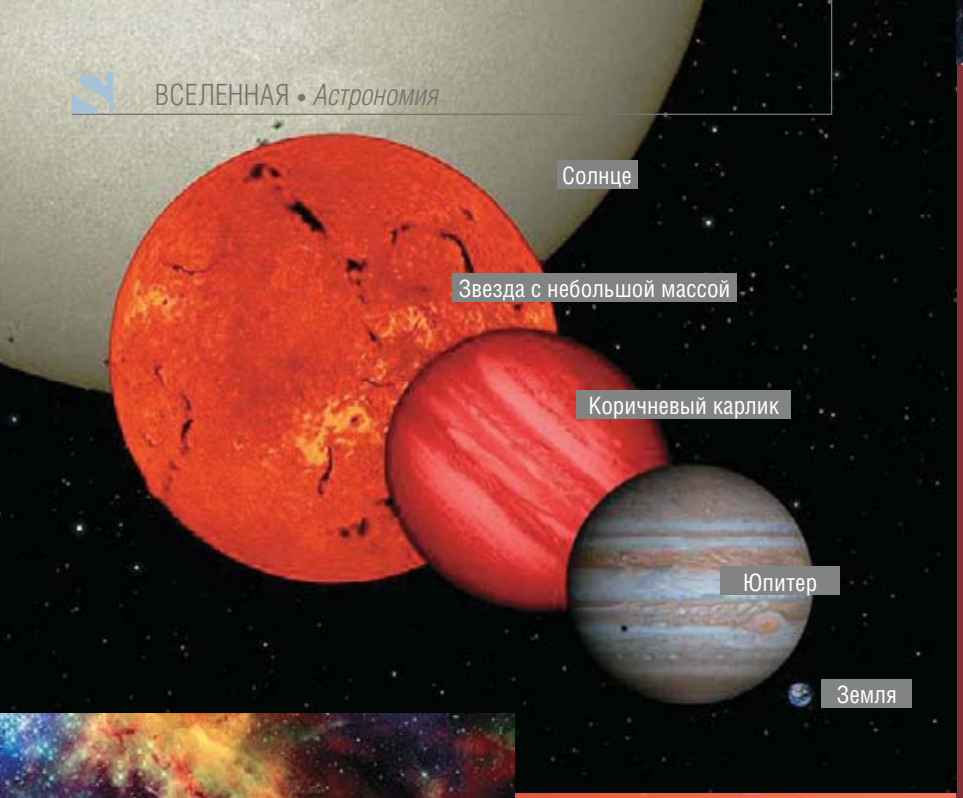


Летом 1054 г. китайские и арабские астрономы увидели на небе новую звезду, такую яркую, что несколько месяцев ее было видно на дневном небе. Спустя 700 лет английский астроном Д. Бевис заметил на ее месте туманность в виде клешни краба. Сегодня мы знаем, что газообразная Крабовидная туманность в созвездии Тельца – это остаток сверхновой SN 1054, взорвавшейся на расстоянии 6.5 тыс. световых лет от Земли. В конце 1960-х гг. астрономы обнаружили «сердце», питающее туманность, – ультраплотную нейтронную звезду, источник интенсивного электромагнитного излучения. *© NASA, ESA, NRAO/ AUI/NSF and G. Dubner (University of Buenos Aires)*

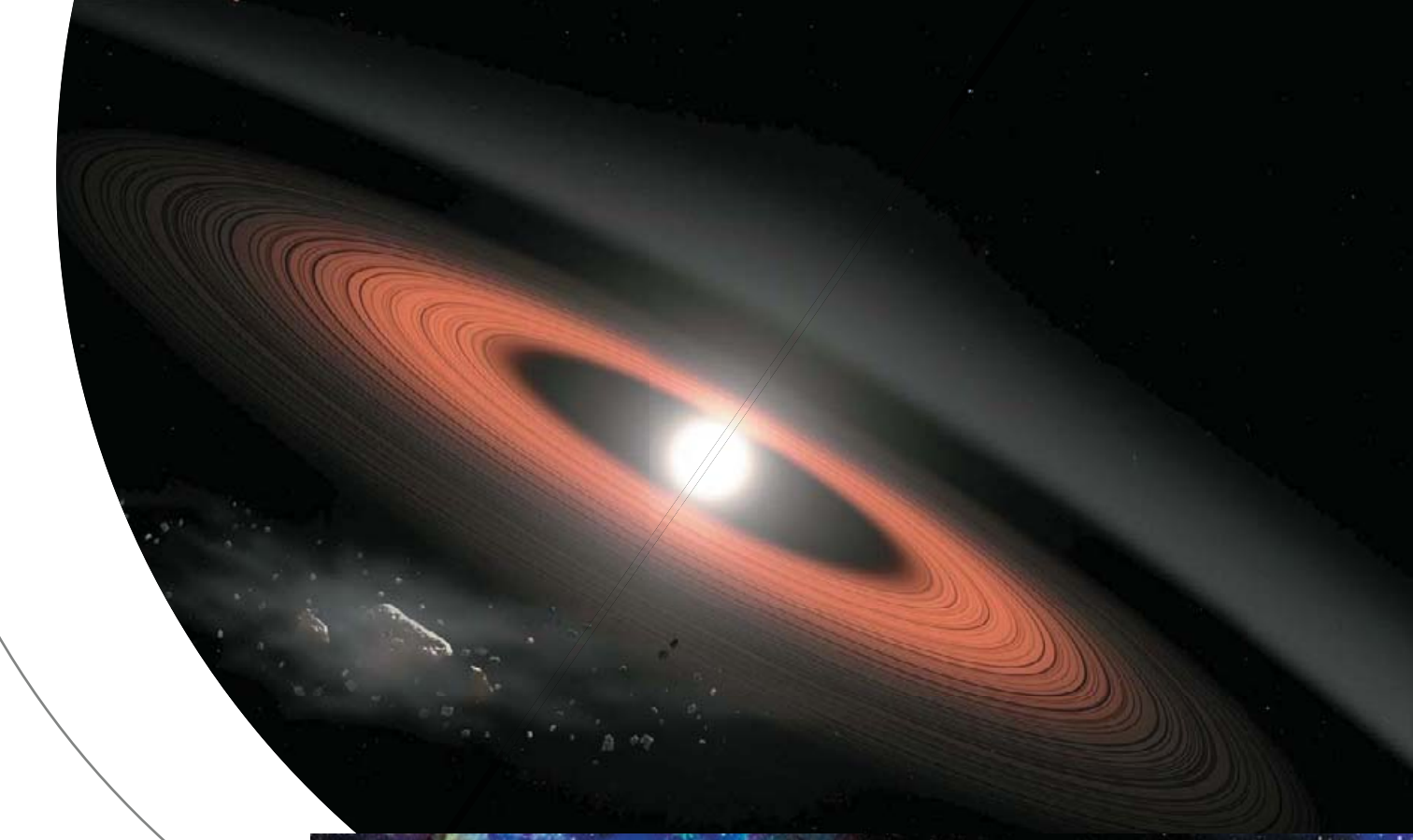
элементов и твердых пылевых частиц. Коллапс завершается рождением протозвезды, которая имеет шанс превратиться в полноправное светило. Для этого в ее ядре должно начаться устойчивое термоядерное горение водорода, способное полностью компенсировать потери энергии, уносимой в космос излучением звезды (гелий в этом процессе не участвует, поскольку для его поджога требуются куда большие температуры). Минимальная температура, необходимая для воспламенения водорода, составляет около 3 млн К. Согласно модельным вычислениям, для достижения этого порога масса протозвезды должна превысить 0,075 массы Солнца.

Существуют и «недоразвившиеся» светила, возникшие из протозвезд с массой от 0,07 до 0,075 массы Солнца, их называют *коричневыми карликами*. Как это нередко случается в астрономии, они были открыты «на кончике пера»: в 1962 г. их существование предсказал Шив Кумар, двадцатитрехлетний американский астроном индийского происхождения, только что защитивший докторскую диссертацию в Мичиганском университете. Первый коричневый карлик был обнаружен спустя треть столетия, в 1995 г. Считается, что общая масса коричневых карликов составляет десятую часть от массы всех звезд нашей Галактики.

В ядрах коричневых карликов идут реакции синтеза гелия из водорода, но их интенсивность очень низка, и выделившаяся энергия покрывает не более половины потерь на излучение. Поэтому коричневый карлик



Одна из задач инфракрасного космического телескопа WISE, запущенного на околоземную орбиту 14 декабря 2009 г., – поиск коричневых карликов. Эти космические тела занимают промежуточное положение между звездами и планетами. Судя по данным космического телескопа «Спитцер», планеты вокруг таких холодных звезд могут содержать другую смесь формообразующих химических веществ, чем юная Земля. По крайней мере, в газопылевых дисках этих звезд не обнаружены молекулы цианида водорода, считающегося «пребиотиком». На рисунке (*внизу*) изображена именно такая гипотетическая планета.
© NASA/JPL-Caltech/UCB и NASA/JPL-Caltech



Недавно ученый-волонтер, работающий в проекте НАСА, обнаружил самый старый и самый холодный белый карлик, расположенный в созвездии Козерога на расстоянии 145 световых лет от Земли. Его возраст – около 3 млрд лет, температура – примерно 5800 °С. Звезда LSPM J0207 + 3331 окружена кольцом (возможно, двойным) пыльных обломков. Материалом для этих колец, предположительно, служат разрушающиеся астероиды, как это показано на рисунке. *© NASA's Goddard Space Flight Center/Scott Wiessinger*

охлаждается, несмотря на тлеющую в его ядре водородную печь, сохраняющую активность от одного до десяти миллиардов лет. Затем синтез гелия прекращается, хотя в ядре и остается немало несожженного водорода. Наблюдать коричневые карлики сложно из-за их малой яркости. Завершая свою жизнь постепенным остыванием, коричневые карлики никогда не взрываются.

Начальные массы настоящих звезд лежат в диапазоне от 0,075 до двух-трех сотен масс Солнца. Самые легкие (с массами не выше половины солнечной) относятся к семейству *красных карликов*, самые массивные – *голубых сверхгигантов*. Все они до конца сжигают свои водородные ядра, после чего теряют стабильность и претерпевают различные изменения. Для достаточно массивных (но не самых!) звезд все заканчивается взрывом. Продолжительность нормальной жизни самых легких красных карликов исчисляется триллионами лет, голубых сверхгигантов – миллионами. Таким образом, разброс начальных масс составляет четыре порядка, зато разброс возрастов – целых шесть.

Но начальная масса определяет эволюцию лишь тех звезд, которые не имеют близких соседей. Однако примерно половина светил не существуют, как Британия былых времен, *in splendid isolation*: звезды любят объединяться в пары, связанные взаимным притяжением. В таких системах возможен, и часто происходит, перенос (или, если угодно, «перетек») вещества с одной звезды на другую. Эти процессы имеют прямое отношение ко вспышкам новых звезд различных типов.

«Замученной звезды молочно-белый свет»

Чтобы закончить жизнь по взрывному сценарию, новорожденная звезда должна тянуть как минимум на восемь солнечных масс. Однако в бинарных системах взрываются звезды и с весьма скромной начальной массой, с которых мы и начнем.

Звезды с массами до половины солнечной (красные карлики) синтезируют в своих ядрах гелий из водорода

Шаровое звездное скопление 47 Тукана – второе по яркости скопление из сотен тысяч звезд, видимое с Земли: его можно увидеть невооруженным глазом рядом с Малым Магеллановым Облаком. С помощью широкоугольной камеры космического телескопа «Хаббл», дающей изображение в ультрафиолетовом диапазоне, удалось проследить за движением в нем более 3 тыс. белых карликов – конечного продукта эволюции звезд с начальными массами до нескольких солнечных. По мере своего старения и потери массы звезды «изгоняются» из центра на периферию скопления в результате гравитационной борьбы с более массивными собратьями. Первые реальные наблюдения за «исходом» звезд разного возраста позволили сделать вывод, что до половины своей массы звезды теряют не на стадии красного гиганта, а в течение последующих 10 млн лет, до полного превращения в белые карлики.
© NASA, ESA, and H. Richer and J. Heyl (University of British Columbia, Vancouver, Canada)

и на этом успокаиваются. Светила потяжелее ведут себя гораздо интересней. Когда в центре такой звезды образуется гелиевое ядро, где горение уже не идет, оно начинает сжиматься под действием тяготения. При сжатии температура ядра возрастает, и прилегающий слой водорода нагревается до порога, за которым начинаются термоядерные реакции. Поскольку тепло перетекает из этого слоя к поверхности звезды, ее атмосфера раздувается настолько, что звезда разбухает в десятки и сотни раз. В процессе расширения звездная оболочка постепенно остывает, максимум ее оптического спектра смещается в сторону длинных волн, и звезда превращается в *красный гигант*. Такая судьба ожидает и наше Солнце.

Судьба звездного ядра также зависит от начальной массы звезды. Если она ненамного больше половины солнечной, ядро остается гелиевым. До поры до времени оно продолжает сжиматься, но не нагревается до температур порядка 100 млн градусов, когда начинаются новые термоядерные превращения. Ядра более массивных звезд нагреваются так, что становятся способны производить углерод и кислород. Если же начальная масса звезды в несколько (но не более, чем в восемь) раз превосходит солнечную, то в ее ядре синтезируются неон и магний. А вот элементы с большими атомными номерами там не возникают, поскольку такая звезда не способна спрессовать ядро для достижения температур, нужных для их синтеза.