

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

Радиофизика шестидесятников:  
история двух великих открытий



12'18  
декабрь

Небесный курьер (новости астрономии)    Как жизнь вернулась в кратер Чиксулуб  
История астрономии 2000-х годов    Пояс вселенского вдохновения  
Интересные наблюдения: открытие осеннего астросезона    Небо над нами: декабрь - 2018



## Книги для любителей астрономии из серии «Астробиблиотека» от 'АстроКА'



Астрономический календарь на 2005 год (архив – 1,3 Мб)  
<http://files.mail.ru/79C92C0B0BB44ED0AAED7036CCB728C5>

Журнал «Земля и Вселенная» - издание для любителей астрономии с полувековой историей  
<http://earth-and-universe.narod.ru>

- Астрономический календарь на 2006 год <http://astronet.ru/db/msg/1208871>
- Астрономический календарь на 2007 год <http://astronet.ru/db/msg/1216757>
- Астрономический календарь на 2008 год <http://astronet.ru/db/msg/1223333>
- Астрономический календарь на 2009 год <http://astronet.ru/db/msg/1232691>
- Астрономический календарь на 2010 год <http://astronet.ru/db/msg/1237912>
- Астрономический календарь на 2011 год <http://astronet.ru/db/msg/1250439>
- Астрономический календарь на 2012 год <http://astronet.ru/db/msg/1254282>
- Астрономический календарь на 2013 год <http://astronet.ru/db/msg/1256315>
- Астрономический календарь на 2014 год <http://astronet.ru/db/msg/1283238>
- Астрономический календарь на 2015 год <http://astronet.ru/db/msg/1310876>
- Астрономический календарь на 2016 год <http://astronet.ru/db/msg/1334887>
- Астрономический календарь на 2017 год <http://astronet.ru/db/msg/1360173>
- Астрономический календарь на 2018 год <http://www.astronet.ru/db/msg/1364103>
- Астрономический календарь-справочник <http://www.astronet.ru/db/msg/1374768>



Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1211721>  
Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1228001>



Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)  
<http://astronet.ru/db/msg/1236635>

«Астрономическая газета»  
<http://www.astro.websib.ru/astro/AstroGazeta/astrogazeta>  
и [http://urfak.petsu.ru/astronomy\\_archive/](http://urfak.petsu.ru/astronomy_archive/)

- Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>
- Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>
- Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1219122>
- Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1225438>



Противостояния Марса 2005 - 2012 годы (архив - 2 Мб)  
[http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005\\_2012.zip](http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip)



Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!  
КН на декабрь 2018 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



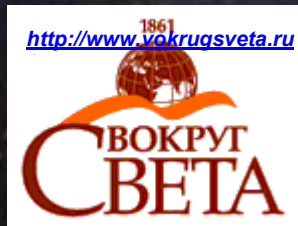
<http://www.nkj.ru/>



«Астрономический Вестник»  
НЦ КА-ДАР –  
<http://www.ka-dar.ru/observ>  
e-mail [info@ka-dar.ru](mailto:info@ka-dar.ru)



Вселенная.  
Пространство. Время  
<http://wselennaya.com/>



Вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на следующих Интернет-ресурсах:  
<http://www.astronet.ru/db/sect/30000013>  
<http://www.astrogalaxy.ru>  
<http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm>  
<http://www.astro.websib.ru/sprav/jurnalN> (журнал + все номера КН)  
<http://ivmk.net/lithos-astro.htm>  
ссылки на новые номера - на основных астрофорумах....



## Содержание

### Уважаемые

### любители астрономии!

*«Чудесно небо декабря!»  
Окончен бал, пришёл финал.  
Я тогда ещё не знал,  
Когда стихи в журнал писал,  
Что может, делал это зря.  
Сейчас по кругу вновь пойдёт:  
«Розетка», Мира и «Пузырь».  
Другой вдохновенье здесь найдёт,  
А я иссяк, устал, остыл.  
Другой здесь нужен тамада.  
С Новым годом, господа!!  
02.02.2018. Семенюта А.С., г. Павлодар*

Месяц самых длинных ночей обычно не балует нас ясной погодой. А ведь именно в декабре можно наблюдать еще один метеорный поток-гигант: знаменитые Геминиды, превосходящие по количеству "падающих звезд" все остальные ежегодные метеорные потоки, включая августовские Персеиды. Восходят Лев и Гидра. Яркая группа зимних созвездий Возничего, Тельца, Близнецов, Ориона, Единорога, Малого и Большого Псов, приближаются к кульминации с юго-востока. Именно в этой части неба природа собрала почти половину самых ярких звезд неба! Включая самую яркую, видимую с Земли звезду после Солнца - лучезарный Сириус ( $\alpha$  Большого Пса; -1.46m). Особую прелесть этим созвездиям придает Млечный Путь, проходящий через них и тянущийся далее, через зенит (Персей и Кассиопея) к северо-западной части горизонта (Цефей и Лебедь). Южная часть неба занята невыразительным созвездием Эридана - мифической подземной реки, по которой умершие отправлялись в свой последний путь.

Ближе к западу склонились Кит, Рыбы и Пегас. Еще далее, на северо-западе, видны уходящие Лебедь, Лира и Геркулес.

Двойные звезды:  $\theta$ 1,2 Тельца;  $\delta$ ,  $\lambda$  и  $\sigma$  Ориона;  $\theta$  Возничего;  $\epsilon$  Единорога;  $\alpha$  и  $\delta$  Близнецов,  $\iota$  и  $\zeta$  Рака. Переменные звезды: Z Большой Медведицы; RT Возничего; W Близнецов;  $\beta$  Персея.

Зв. скопления, туманности и галактики:  $\chi$  и h Персея, M1, M31-33, M35, M36-38, M42, M45, M52, M74, M77, M78.

<http://edu.zelenogorsk.ru/astron/constell/15dec.htm>

### Ясного неба и успешных наблюдений!

Редакция журнала «Небосвод»

- 4 Небесный курьер (новости астрономии)  
9 Радиофизика шестидесятников:  
история двух великих открытий  
Алексей Левин  
20 Жизнь вернулась в кратер Чиксулуб  
почти сразу после падения астероида  
Александр Марков  
23 Интересные наблюдения  
Открытие осеннего астросезона  
Богуслав Вилкочинскас  
24 История астрономии  
2000-х годов 20 века  
Анатолий Максименко  
30 Пояс вселенского вдохновения  
Богуслав Вилкочинскас  
32 Небо над нами: ДЕКАБРЬ - 2018  
Александр Козловский

### Обложка: Неправильная галактика NGC 55

<http://www.astronet.ru/db/apod.html>

Неправильная галактика NGC 55, вероятно, похожа на Большое Магелланово Облако (БМО). Однако если БМО удалено от нас всего на 180 тысяч световых лет и является хорошо известным спутником нашей Галактики Млечный Путь, то NGC 55 находится гораздо дальше – на расстоянии в 6 миллионов световых лет и принадлежит к группе галактик Скульптора. БМО классифицируют как неправильную галактику, однако на глубоких изображениях она похожа на дисковую галактику с перемычкой. Размер NGC 55 – более 50 тысяч световых лет, мы смотрим на нее сбоку и видим только узкий, вытянутый профиль, поэтому она не кажется похожей на БМО, которую мы видим плашмя. В БМО большие области звездообразования создают эмиссионные туманности, и в NGC 55 тоже наблюдаются признаки формирования молодых звезд. На этом замечательном портрете галактики NGC 55 выделяются яркое ядро, розоватые эмиссионные туманности и молодые голубые звездные скопления.

Авторы и права: [Мартин Пью](#)

Перевод: Д.Ю. Цветков

## Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

Издается с октября 2006 года в серии «Астробиблиотека» (АстроКА)

Гл. редактор, издатель: Козловский А.Н. (<http://moscowaleks.narod.ru> - «Галактика», <http://astrogalaxy.ru> - «Астрогалактика») (созданы редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

Дизайнер обложки: Н. Демин, корректор С. Беляков [stgal@mail.ru](mailto:stgal@mail.ru)

В работе над журналом могут участвовать все желающие ЛА России и СНГ

Веб-ресурс журнала: <http://www.astronet.ru/db/author/11506>, почта журнала: [stgal@mail.ru](mailto:stgal@mail.ru)

Тема журнала на Астрофоруме - <http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,19722.0.html>

Веб-сайты: <http://astronet.ru>, <http://astrogalaxy.ru>, <http://astro.websib.ru>, <http://ka-dar.ru>, <http://astronomy.ru/forum>

Сверстано 15.10.2018

© Небосвод, 2018



### Что мы узнали об эволюции галактик за последние 20 лет



*Рис. 1. Сталкивающиеся спиральные галактики NGC 2207 и IC 2163. Столкновения и слияния галактик — это один из очень эффективных механизмов нового запуска звездообразования в галактиках. Фото с сайта hubblesite.org*

Первые статьи на тему истории звездообразования во Вселенной вышли больше 20 лет назад, и по-прежнему сотни ученых по всему миру активно ищут общие закономерности формирования и эволюции галактик в последние 10 миллиардов лет. Теперь мы знаем, что историю галактик можно рассматривать как связный процесс, в котором каждая следующая эпоха логически вытекает из предыдущей и ничто не остается неизменным. Предлагаем вам обзор текущего состояния дел в этой области астрофизики.

#### «История звездообразования во Вселенной»

Мы еще многого не знаем про галактики, но уже точно можем сказать: они эволюционируют. Зарождаясь в облаке темной материи, они проходят через несколько стадий (не обязательно именно в таком порядке): увеличение плотности и охлаждение первородного газа, его фрагментация на более мелкие облака, из которых появляются первые звезды, активный этап звездообразования, появление сверхмассивной черной дыры в центре, поглощение карликовых галактик-компаньонов, исчерпание материала для формирования новых звезд, изменение морфологии вследствие постепенной эволюции или столкновений с другими массивными галактиками (рис. 1).

Эволюция галактик идет, не останавливаясь, миллиарды лет: они набирают массу, меняют размер и плотность, новые звезды зажигаются, а старые умирают, и всё это влияет на видимые цвета галактик. Наблюдать эти изменения невозможно: мы живем слишком мало для этого. Но в последние десятилетия на основе того, что доступно наблюдениям, астрофизики смогли составить эволюционную модель галактик.

Галактика — очень сложная структура. Описать ее подробно, характеризуя каждый компонент в отдельности, — уже нелегкая задача, а когда счет

галактик идет на миллионы или даже миллиарды — то и вовсе невыполнимая. Поэтому, говоря об общих свойствах галактик, разбросанных по всей Вселенной, ученые обычно ограничиваются несколькими самыми важными параметрами: масса (измеряемая в массах Солнца), размер (в килопарсеках), расстояние до нас (обычно выражаемое в безразмерных единицах красного смещения  $z$ ), количество новых звезд, которые появляются в этой галактике (темп звездообразования), металличность (количество элементов тяжелее водорода и гелия), количество пыли, газа и темного вещества и, наконец, морфология (галактики могут быть дисковыми, сферическими, линзовидными или неправильными).

Это всё в теории. В реальности же знания о галактике у нас или неполные, или их точность крайне низка. Если попросить астрофизика выбрать только три параметра, по которым ему придется изучать галактику, он скажет: «Дайте мне массу, красное смещение и темп звездообразования». Этих параметров достаточно, чтобы заложить в компьютерную модель данные какой-то известной галактики, и, начав с того самого первичного облака темной материи, которое служит гравитационной ловушкой для водорода, получить через положенные миллиарды лет (по шкале времени галактики, конечно, — компьютер выполняет эти операции за минуты) галактику, очень похожую на ту, которую мы наблюдаем.

Если эволюция одной галактики описывает историю жизни всех ее элементов, то что получится, если мы попытаемся исследовать эволюцию всех доступных нам галактик во Вселенной? Отдельные галактики могут рождаться, сталкиваться и умирать, но интересно, были ли у них, проводя аналогию с историей человечества, свой Древний мир, Средневековье, Новое Время? Можно ли сказать, что, несмотря на стохастический процесс формирования и эволюции каждой галактики в отдельности, есть эпохи, когда большинство галактик имеют конкретные свойства — ровно такие, а не иные, — и причина этого нам известна? Оказывается, что да.

Впервые идею исследовать изменение всех галактик во времени как единый процесс выдвинул в 1996 году астрофизик Саймон Лилли (Simon Lilly) в своей статье *The Canada-France Redshift Survey: The Luminosity Density and Star Formation History of the Universe to  $z \sim 1$* . Эта короткая — всего на четыре страницы — статья имела фундаментальной значение.

Его идея была в том, чтобы рассортировать все доступные галактики по расстоянию от нас. Из-за конечности скорости света это равносильно сортировке по времени, которое от нее шел свет: мы видим близкие галактики такими, какие они есть «сейчас», галактики, расположенные на красном смещении  $z = 1$ , — какими они были 8 миллиардов лет назад (красное смещение  $z = 1$  примерно соответствует расстоянию 8 млрд световых лет; подробнее см. схему). Галактики были разбиты на группы: галактики, находящиеся не дальше, чем в

миллиарде световых лет от нас; галактики, находящиеся от одного до двух миллиардов световых лет от нас, и так далее. Рассчитав скорость звездообразования в галактиках в солнечных массах в год и разделив ее на объем шарового слоя, он получил плотность звездообразования в галактиках в данную эпоху (рис. 2). Дальше — уже дело техники: нужно нанести эти точки на график зависимости плотности от времени, и тогда можно узнать, как изменялась средняя плотность звездообразования Вселенной со временем.

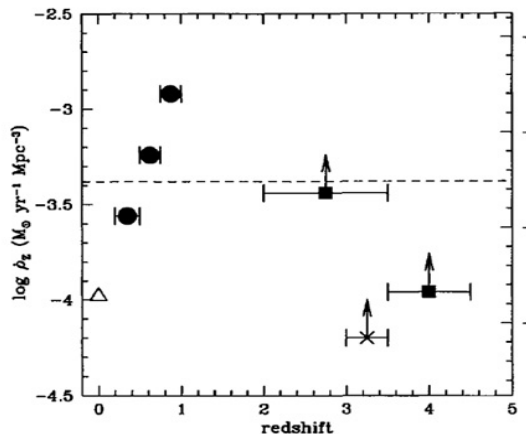


Рис. 2. График из статьи Саймона Лилли 1996 года — ученые называют его «историей звездообразования во Вселенной» (*star formation history of the Universe*). Точки на графике показывают темп звездообразования в зависимости от красного смещения (*redshift*). Ноль на горизонтальной оси соответствует текущему времени, отметка 4 — времени спустя всего один миллиард лет после Большого взрыва

Перейти от темпа звездообразования к массе не сложно, идея состоит в следующем. Если в новой галактике формируются в среднем 100 звезд солнечной массы в год, то простым суммированием получим, что за тысячу лет в ней будет сто тысяч звезд и ее массу можно принять за  $10^5$  солнечных. Для более сложных систем вместо суммирования применяют интегрирование скорости звездообразования по времени. Таким образом, всегда можно поставить в соответствие темп звездообразования и полную массу галактики, а значит, построить график роста средней звездной плотности во Вселенной за всё время, доступное для наблюдений. Фантастически красивая работа, где в нескольких точках и кривых спрятана история всей Вселенной!

## Массы бывают разные

Тут необходимо сделать отступление, чтобы разобраться, а какую массу мы, собственно, измеряем. По современным представлениям, есть два вида массы — темная материя, частицы которой до сих пор не найдены и о чьей природе мы можем только рассуждать, и привычная нам барионная масса, включающая протоны и нейтроны. Состав и процентное соотношение различных компонентов барионной материи — это отдельная и сложная тема, но в статье Шулля, Смита и Данфорга 2012 года приводится следующее соотношение, которое, несмотря на допустимые ошибки в целых 50%, в общем, принимается научным сообществом:

- 57% барионной массы — это горячая плазма и то, что называется *warm-hot intergalactic*

*medium* (тепло-горячая межгалактическая среда). Это вещество гравитационно не связано с галактиками и, скорее всего, никогда не было их частью, и оно слишком горячо, чтобы под действием самогравитации уплотниться и начать формировать звезды.

- 5% — это чрезвычайно разреженное вещество, которое гравитационно связано со скоплениями галактик, но также не принадлежит ни одной галактике по отдельности.
- 7% — это газ (в том числе молекулярный), который гравитационно связан с какой-нибудь галактикой. Это или строительный материал для новых звезд, или вещество, которое было уже выброшено из их недр взрывом сверхновой.
- 0,1% — пыль. Казалось бы, очень небольшая, но самая «вредная» часть вещества Вселенной: скрывая многие детали галактик и искажая цвета, она мешает астрономам, чем бы они ни занимались (если только они не изучают саму пыль). Влияние пыли универсально — как мы хуже видим, когда едем по пыльной дороге, так и телескопы «мучаются». Именно для того, чтобы преодолеть влияние пыли, ученые разрабатывают инфракрасные телескопы, но об этом мы поговорим чуть позже.
- 0,01% — масса всех сверхмассивных черных дыр в галактиках.
- 6% — это звезды. Это именно та масса, которую измерил Саймон Лилли. Всего 6%, но это самые важные для нас проценты. Ведь, по определению, галактика — это гравитационно-связанная система звезд!

Внимательный читатель заметит, что если сложить все проценты, то чего-то будет не хватать. И речь не про планеты, кометы и астероиды — их полная масса меньше тысячной процента от всей барионной массы. Эта масса была измерена по результатам нескольких космических миссий (например, WMAP и Planck) по изучению однородности реликтового излучения — теплового шума с температурой 2,725 К. Было показано, что реликтовое излучение действительно однородно с высокой степенью точности, то есть является «отпечатком» Большого взрыва, сохранившимся во Вселенной. Небольшие неоднородности, которые можно заметить на карте, — это результат эффекта Сюняева — Зельдовича, при котором области с большим количеством барионов разогревают реликтовые фотоны чуть выше общего фона.

Изучение этих неоднородностей, а также ограничения, накладываемые теориями первичного образования материи сразу после Большого взрыва, дало ученым представление о всей барионной массе во Вселенной. И оказалось, что порядка 25% массы существует в еще неизвестной нам форме (еще раз подчеркнем, что мы говорим о барионной массе, а не о темной материи). «Пропавшая барионная масса» (см. *Missing baryon problem*), как ее стали называть ученые, вроде была недавно обнаружена с помощью рентгеновских телескопов и представляет собой нити горячей плазмы, протянувшиеся между парами галактик, образуя подобие галактических гантелей (см. новость *Астрофизика во время футбола: проверка ОТО на галактических масштабах* и недостающее барионное вещество, «Элементы»,



02.07.2018 и статью A. de Graaff et al., 2017. Missing baryons in the cosmic web revealed by the Sunyaev-Zel'dovich effect).

Таким образом, нужно договориться, что, когда мы далее будем говорить о массе галактик, мы подразумеваем именно звездную массу, то есть массу галактики, заключенную во всех ее звездах, и будем выражать ее в солнечных массах (например, звездная масса нашего Млечного Пути — примерно 60 млрд солнечных, а галактики Андромеды — 103 млрд солнечных).

### Определение массы галактик

Теперь, когда мы знаем, какая масса нам нужна, давайте попытаемся ее определить. Единственная информация, приходящая к нам от галактик, — это свет. Перевод света в массу — нетривиальная задача, в которой тоже много тонкостей. Начнем со света от одной звезды. Знаменитая диаграмма Герцшпрунга — Рассела позволяет найти для каждой звезды (почти) уникальное положение на графике «цвет — светимость», который также можно трактовать как зависимость «масса — температура». Таким образом, определив цвет звезды, можно однозначно узнать ее массу, температуру и, во многих случаях, возраст. На рис. 3 по горизонтальной оси отложен цвет звезды в небыхных единицах.  $B-V$  — это разность звездных величин звезды, полученных в фильтре  $B$ , пропускающем синий цвет, и в фильтре  $V$ , пропускающем зеленый, желтый и оранжевый цвета. Нулю на этой оси соответствует звезда, одинаково яркая в обоих фильтрах (и, как видно по графику, — в сто раз ярче Солнца), а чем дальше по оси в положительной области находится звезда — тем она краснее. Если астрономы найдут скопление объектов, для которых  $B-V = 0$ , а светимость превышает солнечную не в сто раз, как положено, а в сто тысяч, это будет очень молодое скопление, в котором как раз тысяча звезд, каждая из которых ярче Солнца в 100 раз.

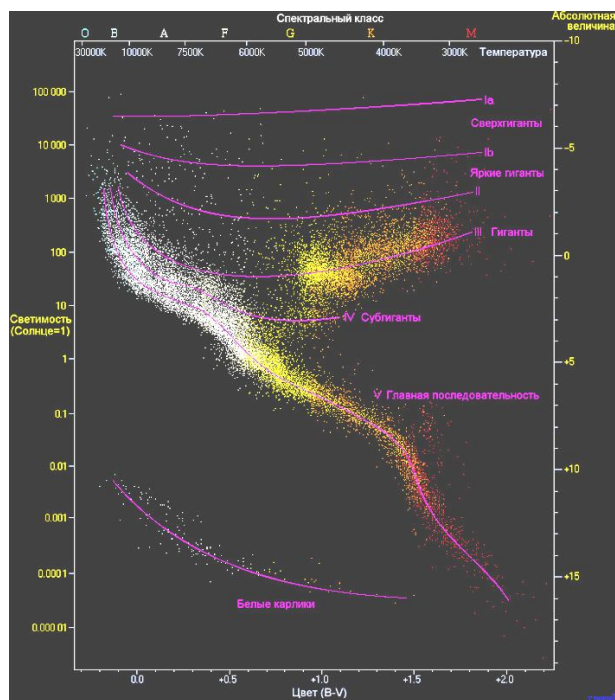


Рис. 3. Диаграмма Герцшпрунга — Рассела. Изображение с сайта ru.wikipedia.org

С галактиками всё сложнее. Во-первых, в любой галактике есть звёзды разных масс, светимостей и возрастов — от только что родившихся до старых, готовых вспыхнуть как сверхновая. И большинство галактик в телескоп не разрешаемы — и голубые, и желтые, и красные, и вообще все звезды сливаются в одно пятно. А две желтых звезды могут дать примерно тот же цвет, что одна синяя и одна красная.

Во-вторых, на некоторых участках диаграммы есть вырождение — один и тот же цвет (например,  $B-V = 1,3$ ) может быть у звезды, которая в 10 раз тусклее (а значит, и легче) Солнца, и у звезды, которая в 100 раз ярче, а значит, намного его массивнее. То есть галактика может быть красной потому, что большинство звезд там — это маломассивные красные карлики, а может быть потому, что в ней много короткоживущих массивных звезд (которые в сотни раз тяжелее Солнца), находящихся на последнем этапе своей жизни. В общем, одним цветом тут уже не отделаться.

Чтобы снять вырождение по цвету, надо найти еще какой-то параметр, который укажет, какие именно звезды дают красный цвет. И это как раз инфракрасное излучение (которое, естественно, регистрируется инфракрасными телескопами!). Оно идет от горячей пыли, которая, хоть всё еще очень мешает астрономам, но в этой ситуации и немного помогает: она выступает как признак идущего в галактике звездообразования.

Получается такая логическая цепочка. Если в галактике много горячей пыли, значит там много водорода (они ходят вместе) и что-то эту пыль активно нагревает. Водород является строительным материалом для звезд, которые, загораясь, как раз и разогревают окружающие их водородно-пылевые облака. Появляющиеся новые звёзды имеют все возможные массы и размеры, но именно самые массивные и яркие будут греть пыль особенно активно. Но такие звезды живут меньше всего, значит, они появились совсем недавно и в галактике, скорее всего, еще появляются новые звезды — то есть в ней идет активное звездообразование.

Если же ИК-излучение от галактики слабое, значит, там давно не было звездообразования, а все красные гиганты давно отжили свой век и весь красный цвет галактики может исходить только от маломассивных красных карликов.

Использование ИК-телескопов действительно очень сильно продвинуло астрофизику, начиная с последнего десятилетия XX века. В том числе потому, что закрыло одно из последних окон в электромагнитном спектре, которое было недоступно ученым, позволив «связать» радиодиапазон с оптическим. Помимо снятия вырождения на цвет звезд, это помогло отделить вклад в общее излучение галактик, вносимый звездами (полезный для изучения истории звездообразования во Вселенной), от света активных ядер галактик — излучения, выбрасываемого из области вблизи черных дыр, которое иногда может мимикрировать под излучение обыкновенной галактики.

Таким образом, первый шаг к измерению массы галактики — это измерить ее светимость в нескольких разных фильтрах, причем желательно, чтобы часть из них пропускала ИК-диапазон. После

этого можно построить спектральное распределение энергии (spectral energy distribution, SED) — его еще называют «спектром для бедных», потому что вместо непрерывной линии спектра, которую можно получить при длительном наблюдении за одним объектом, мы получаем всего несколько точек, которые лишь приблизительно говорят нам об особенностях галактики.

Следующий этап называется SED fitting (что можно перевести как «перебор шаблонных спектров») — полученное реальное распределение энергии галактики сравнивается с набором синтетических спектров, которые были получены на компьютере с использованием множества моделей, нашего понимания эволюции галактик, а также реальных наблюдений.

Важным фактором, ограничивающим ученых, является абсолютная зависимость конечных результатов от моделей, которые мы закладываем на входе. Любая галактика слишком сложна, чтобы полностью смоделировать всю ее предыдущую жизнь, поэтому на всех стадиях расчета подставляются упрощенные модели. Например, в исследованиях истории звездообразования очень часто в вычислениях предполагается, что все звезды в галактике появились одновременно, или, наоборот, — что звездообразование идет с одним и тем же темпом в течение всей жизни галактики, или же постулируется чуть более сложная зависимость, вроде экспоненциального снижения темпа звездообразования со временем.

В реальности, конечно же, любая галактика имеет намного более сложную историю формирования звезд, которую невозможно подогнать ни под одну «гладкую» функцию. То же и с остальными параметрами: изначальным распределением звезд по массам (начальная функция масс); металличностью, в том числе влияющей на скорость сжатия облака холодного водорода, из которого потом появится новая звезда; количеством пыли, которая поглощает часть излучения и искажает видимый цвет галактики. Все эти параметры либо определены на основе ближайших к нам галактик и могут не соответствовать происходящему на больших расстояниях, либо вообще были выведены теоретически, исходя из общих представлений.

Даже основа основ метода SED fitting — набор синтетических спектров отдельных звезд, из которых составляется спектр галактики, — периодически уточняется. Недавно в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* была опубликована статья астрофизиков из Англии и Новой Зеландии, в которой пересматривается возраст некоторых галактик и скоплений в результате использования более точных теоретических спектров. Речь в статье, в частности, идет о том, что все существующие программы рассчитывают эволюцию звезд как независимых объектов, в то время как примерно половина звезд в галактиках находится в гравитационно-связанных системах и часть из них обменивается веществом. Вещество, падающее на звезду, делает ее массивнее и как бы омолаживает: у нее появляется больше вещества для поддержания термоядерной реакции. Эта работа в очередной раз показывает, что ведется активный поиск новых и более точных решений в области звездообразования.

## От Большого взрыва к «космическому полудню»

Используя современные модели и новые телескопы, Саймон Лилли с последователями — Пьеро Мадау, Марком Диккинсоном, Симоном Драйвером, Леонидасом Мустакасом и другими астрофизиками — смогли за последние 20 лет значительно улучшить первоначальный график, на котором было всего семь точек, и теперь он выглядит так, как показано на рис. 4.

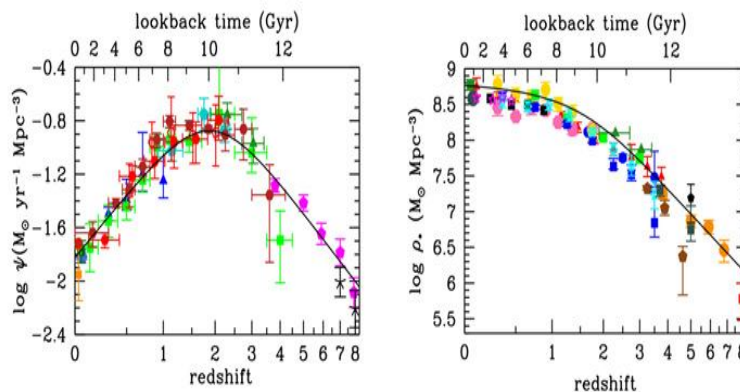


Рис. 4. Слева: современный график изменения темпа звездообразования во Вселенной (в десятичных логарифмах от количества новых звезд в год в кубическом мегапарсеке). Справа: изменение средней плотности звездной массы. Разные цвета соответствуют разным данным от разных научных групп. Чем глубже в прошлое Вселенной мы заглядываем (то есть чем больше красное смещение на графике), тем меньше данных и сильнее разброс данных. Графики из статьи P. Madau, M. Dickinson, 2014. *Cosmic Star-Formation History*

Эти графики разобраны по косточкам множеством научных групп, и они до сих пор уточняются, оспариваются и осмысляются, но самых важных момента в них два.

1. Звездная масса Вселенной непрерывно растет всё время, доступное нам для наблюдений: астрофизики не знают ни одной галактики, которая со временем теряла бы свою звездную массу (в отличие от массы газа или массы пыли, запасы которых могут со временем иссякать).

2. В истории Вселенной был «космический полдень» — время максимального темпа звездообразования, когда массы галактик росли особенно быстро. Он начался примерно 11 миллиардов лет назад и длился около двух миллиардов лет. Все наши знания о Вселенной говорят, что такого звездообразования больше никогда не будет, — просто не осталось такого количества свободного водорода!

Что еще можно сделать с этими графиками? Например, разделить галактики на две группы по цвету: голубые, то есть более яркие, обычно спиральные галактики, где идет активное звездообразование, и красные, «red and dead» как их еще называют, — старые эллиптические галактики, где почти не появляются новые звезды. Цвет в астрономии, как мы уже выяснили, — это разница яркостей в двух фильтрах. Эрик Белл с коллегами в 2003 году исследовали эволюцию масс этих двух



групп со временем и получили на первый взгляд противоречащие здравому смыслу результаты: средняя плотность галактик, в которых ежегодно рождались десятки новых звезд, оставалась одной и той же, в то время как плотность старых эллиптических галактик, где никакие новые звезды не появляются, только росла (E. F. Bell et al., 2003. The Optical and Near-Infrared Properties of Galaxies. I. Luminosity and Stellar Mass Functions).

Кажущееся противоречие можно снять, если принять во внимание, что эволюция галактик — это не только увеличение звездной массы. Когда запасы газа в галактике подходят к концу, ее звездообразование прекращается, самые яркие голубые звезды выгорают за несколько миллионов лет и в ней остаются только долгоживущие красные звезды. Если рядом пролетела другая галактика, или если они даже столкнулись, это приводит к перемешиванию газа и запускает новую волну звездообразования, но одновременно разрушает спиральные рукава, делая галактику более однородной. В конечном итоге в галактике нет больше ни холодного водорода, ни спиральных рукавов, ни близких карликовых галактик, которые могли бы подпитать ее, — она меняет свой цвет и становится красной мертвой эллиптической галактикой.

Именно это и демонстрирует рис. 5, где представлены недавние результаты исследований эволюции галактик в этих двух группах. Галактики разделены по массе на четыре категории. Видно, как плотность «мертвых» галактик растет (время на графиках течет справа налево), в то время как плотность галактик со звездообразованием остается неизменной или даже снижается.

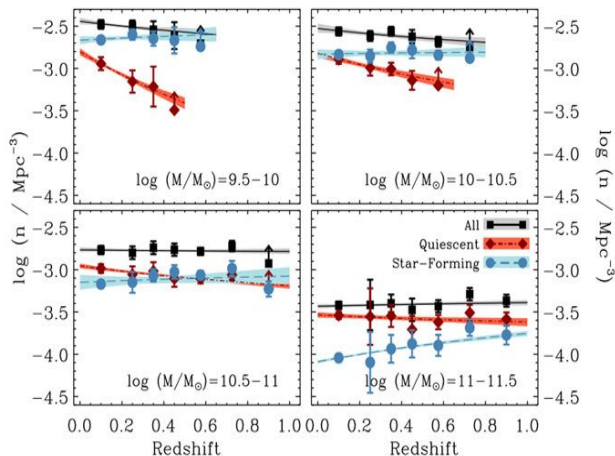


Рис. 5. Изменение плотности галактик на относительно небольших расстояниях от нас. Масса указана в единицах десятичного логарифма отношения массы галактики к массе Солнца (например, первая подгруппа соответствует галактикам массой 109,5–1010 солнечных). Черными точками обозначена средняя плотность всех галактик, синими — молодые галактики со звездообразованием, красным — тихие «мертвые» галактики, измеряемая в единицах десятичного логарифма на кубический мегапарсек (например, значение  $-3$  означает, что в один кубический мегапарсек приходится в среднем одна тысячная галактики). График из статьи J. Moustakas, 2013. PRIMUS: Constraints on Star Formation Quenching and Galaxy Merging, and the Evolution of the Stellar Mass Function From  $z = 0-1$

За 22 года, прошедшие после выхода статьи Лилли, более десятка научных групп провели свои исследования для уточнения параметров увеличения средней плотности звездной массы Вселенной. Часть из них использовала широкие обзоры неба (вроде Слоановского цифрового обзора), куда попали сотни тысяч галактик, но за это количество пришлось платить качеством: подобные обзоры видят только самые близкие или самые яркие галактики. Другая часть использовала доступные глубокие обзоры неба, вроде знаменитого участка Hubble Ultra Deep Field, который занимает всего одну двадцатистесятимиллионную от общей площади неба, но на котором телескоп «Хаббл» увидел больше десяти тысяч галактик (рис. 6).

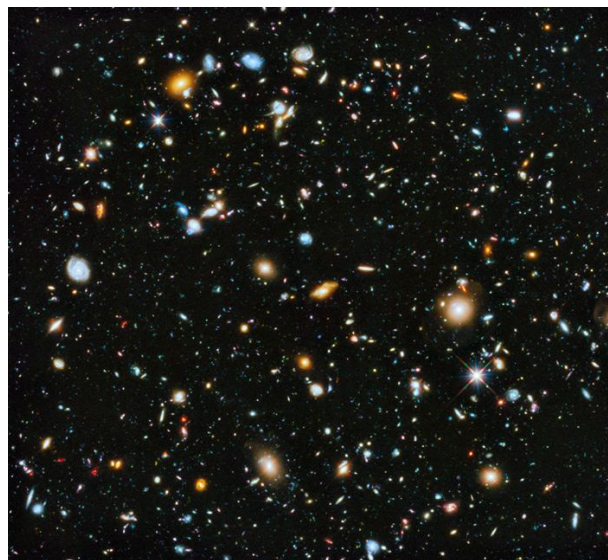


Рис. 6. Hubble Ultra Deep Field — участок неба со стороны всего 2,4 угловых минуты (примерно десятая часть углового размера Луны), на котором запечатлены тысячи галактик. Непрерывное время наблюдения этой области — 11 дней, но из-за технологических ограничений снимки, из которых в итоге было получено это изображение, были получены в течение нескольких месяцев. Фото с сайта ru.wikipedia.org

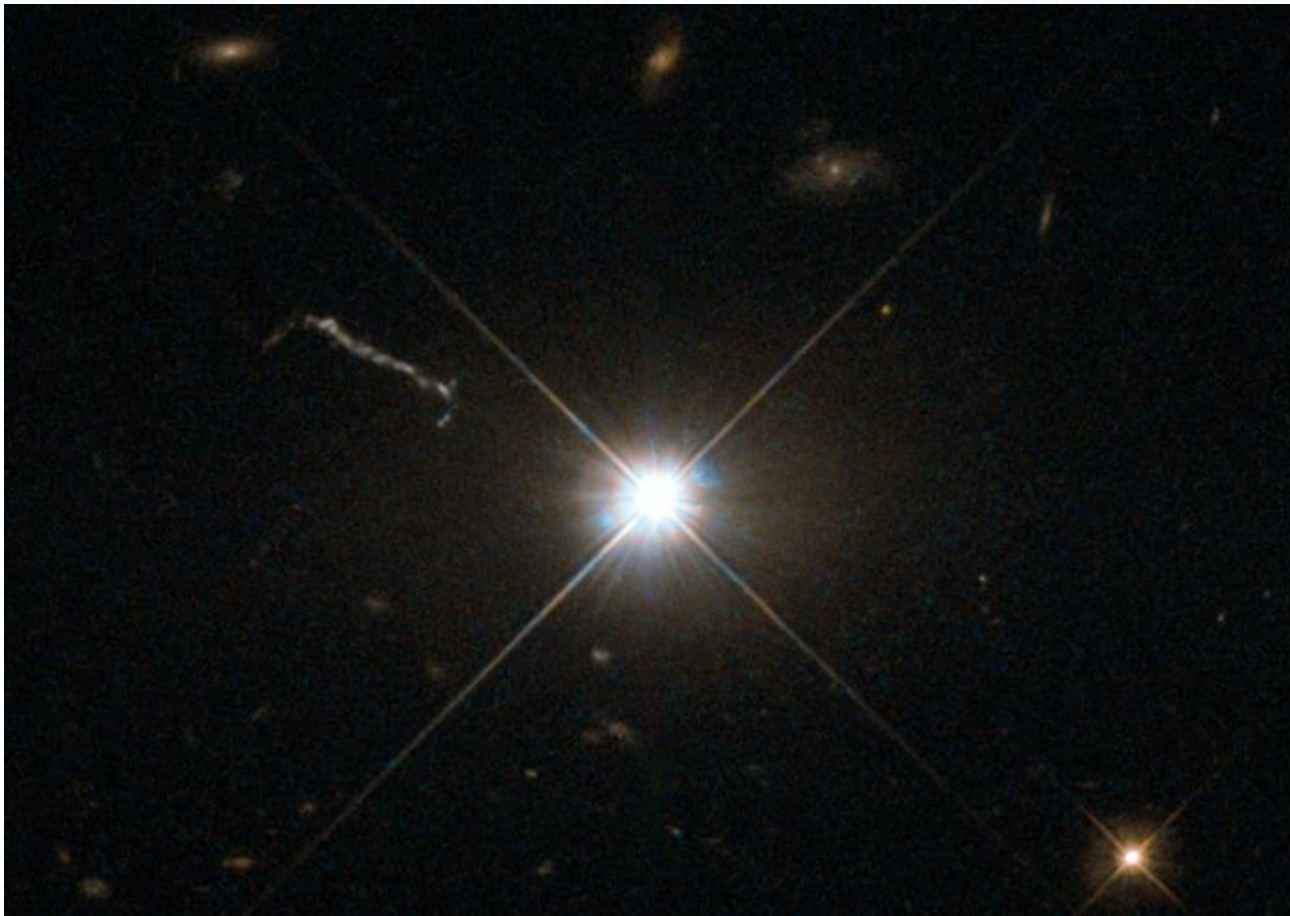
Таких хорошо исследованных участков на небе совсем немного (и они составляют крошечную часть от полной площади небесной сферы), однако только такие глубокие обзоры способны дать нам информацию о галактиках молодой Вселенной. Все точки на рис. 4, которые показывают звездную плотность на красных смещениях больше  $z \sim 1$ , получены именно с помощью этих участков. Дальше полученные данные о галактиках анализируются и экстраполируются уже на весь небесный свод. Это может приводить к большим ошибкам, если учесть, что распределение галактик неоднородно: никто не поручится, что случайно выбранный участок неба содержит именно среднее количество галактик всех масс на всех красных смещениях. Поэтому астрофизики всего мира так ждут запуска инструментов нового поколения — телескопов «Джеймс Уэбб», WFIRST, LSST, — а также активно используют ставшие доступными недавно возможности телескопа Pan-STARRS, который сочетает широкий угол зрения с хорошей чувствительностью.

**Марат Мусин,**

[http://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/5271928/Marat\\_Musin](http://elementy.ru/novosti_nauki/t/5271928/Marat_Musin)



## Радиофизика шестидесятников: история двух великих открытий



*Квазар 3C 273 находится примерно в 2,5 млрд световых лет от нас в созвездии Девы. При этом он является самым ярким и одним из самых близких к нам квазаров. Слева виден джет этого квазара. Фото с сайта [spacetelescope.org](http://spacetelescope.org)*

Шестидесятые годы прошлого века играют особую роль в истории астрономии. 55 лет назад, в 1963 году, в журнале *Nature* вышли статьи, посвященные квазару 3C 273. Их основной результат — то, что квазар удалось отождествить с далекой эллиптической галактикой, — можно считать открытием квазаров. А 50 лет назад, в 1968 году, в том же *Nature* вышли статьи с описанием быстропеременных внеземных радиоисточников неизвестной природы, получивших название пульсаров. Эти статьи и эти два открытия, по сути, положили начало радиоастрономии.

### Вместо введения

Слово «шестидесятники» в российской культуре ассоциируется с поколением, отмеченным особенной ролью в жизни общества. В этом же смысле шестидесятники не раз присутствовали и в истории науки.

В Британии в 1660-е годы было учреждено Королевское общество, а один из его основателей Роберт Бойль дал определение химического элемента и открыл первый из трех законов идеального газа. Джон Валлис (правильнее, Уоллис) создал теорию упругих и неупругих ударов и на ее основе пришел к общей концепции сохранения количества движения. Джеймс Грегори предложил оптическую схему зеркального телескопа и доказал фундаментальную теорему о связи дифференцирования и интегрирования, которая считается основной теоремой математического анализа. Исаак Ньютон разработал основы дифференциального исчисления, раскрыл цветовой спектр солнечного света, построил телескоп-рефлектор, сформулировал первую версию закона всемирного тяготения и вывел общую формулу биномиального разложения. Так что британским шестидесятникам тех времен выпала исключительная роль в Научной Революции XVII столетия.

Перенесемся на два столетия. В 1860-е годы Иван Сеченов выпустил фундаментальные труды по физиологии нервной системы, Джеймс Клерк Максвелл в «Трактате об электричестве и магнетизме» (*A Treatise on Electricity and Magnetism*)

опубликовал уравнения классической электродинамики, Грегор Мендель открыл законы наследственности, а Дмитрий Менделеев представил на суд химического сообщества периодическую систему элементов. И снова — серия величайших достижений всего за одно десятилетие. Да и великая книга Чарльза Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора» (*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*) вышла в свет в конце ноября 1859 года, а мировую известность приобрела в 1860-е годы.

Но и это еще не всё. В 1860 году отцы-основатели спектрального анализа Роберт Вильгельм Бунзен и Густав Кирхгоф обнаружили в спектре солнечного света линии поглощения нескольких химических элементов. Эти эксперименты положили начало новой науке — астрофизике. А без астрофизики не было бы открытий, которым посвящена статья.

Полвека назад, в седьмом десятилетии прошлого столетия, были созданы теория кварков и теория электрослабых взаимодействий, которые вскоре легли в основу Стандартной модели элементарных частиц. Однако самый (по крайней мере, на мой взгляд) богатый улов замечательных открытий пришелся на долю совсем молодой науки — радиоастрономии. Вот список ее главных достижений по годам:

*1962 — Обнаружено вращение Венеры и определена температура ее поверхности.*

*1963 — Открыты квазары.*

*1963 — Открыто радиоизлучение молекул межзвездного газа.*

*1964 — Открыто вращение Меркурия и произведена термометрия его поверхности.*

*1964 — Открыто реликтовое микроволновое излучение.*

*1965 — Открыты космические мазеры.*

*1968 — Открыты пульсары.*

Два пункта из этого перечня особенно повлияли на прогресс всего комплекса наук астрономического цикла. Это открытие квазаров и пульсаров (регистрация МРИ, конечно, была не менее фундаментальным достижением, но она больше проходит по ведомству космологии). Первое открытие отделяют от нас 55 лет, второе — ровно 50. О них и поговорим. Но сначала вспомним, как возникла радиоастрономия.

## **Начало науки**

В 1927 году американская корпорация AT&T запустила первый трансатлантический радиотелефон. Из-за множества помех связь была далека от совершенства, и 23-летний физик Карл Янский получил задание разобраться, почему это происходит. Для этого он смонтировал в Холмделе в штате Нью-Джерси 10 вертикальных прямоугольных рамочных антенн, объединенных в единую цепь и установленных на вращающейся тридцатиметровой раме. Система была настроена на прием сигналов на частоте 20,5 мегагерц (длина волны 14,6 метров).

В 1930 году Янский обнаружил очевидные и предсказуемые источники помех — далекие и близкие грозы. Однако в наушниках все время раздавалось слабое шипение, причина которого не поддавалась объяснению. К 1932 году он выяснил, что загадочные помехи меняются с периодичностью звездных суток (23 часа 56 минут) и, следовательно, возникают за пределами Солнечной системы. В дальнейшем стало понятным, что это излучение исходит из Млечного Пути — то есть, из плоскости нашей Галактики.

Янскому повезло вдвойне. Как раз в те времена плотность солнечных пятен была минимальной, и по ночам ионосфера отлично пропускала 15-метровые радиоволны. В период активного Солнца «карусель Янского» оказалась бы бесполезной.

Открытие межзвездных волн, как их называл Янский, вызвало немалый шум — в мае 1933 года о нем даже написала газета «Нью-Йорк Таймс». Янский пытался убедить руководство корпорации построить тридцатиметровую тарелочную антенну для изучения космических радиосигналов. Но менеджеры щедрости не проявили и перебросили его на другой проект. У астрономических обсерваторий тоже не было ни денег, ни желания тратиться на радиоаппаратуру. Янский изложил свои результаты в четырех статьях (две — в инженерном журнале, одна — в *Popular Astronomy*, и еще одна — в *Nature*) и на этом распрощался с астрономией.

Однако дело Янского не пропало. На его работы обратили внимание молодой радиоинженер Гроут Ребер и физик из Мичиганского университета Джон Краус (John D. Kraus). Краус в 1933 году соорудил небольшой радиотелескоп с отражающей антенной, но не смог ничего поймать из-за малой чувствительности приемника. После Второй мировой войны он основал радиоастрономическую обсерваторию при университете Огайо и написал классический учебник по новой науке. Ребер пошел много дальше и в 1937 году построил на пустыре около родительского дома первый радиотелескоп с поворотной параболической антенной. Отладив свое детище, он приступил к регулярным наблюдениям и в 1942 году опубликовал карту «радионеба» Северного полушария.

Изучением радионеба занялись и другие энтузиасты. В 1942 году англичанин Джеймс Хэй (James Stanley Hey) поймал радиосигналы Солнца. В 1942–43 годах радионаблюдения нашего дневного светила вели Ребер и Джордж Саутворт (George Clark Southworth), известный американский радиоинженер, один из создателей радиоволноводов. В те же годы разработчики немецких радаров фактически заметили отражение радиоволн от поверхности Луны, но об этом стало известно лишь после войны.

Бурное развитие радиоастрономии началось после 1945 года. Этому сильно поспособствовали работы над радарными системами ПВО. В частности, в Англии в астрономию пришли талантливые молодые исследователи, служившие во время войны на радарных станциях. Британское правительство



передало ученым несколько работоспособных установок, к тому же английские и голландские астрономы получили в свое распоряжение трофейные немецкие радиолокаторы с 740-сантиметровыми антеннами. После перенастройки эта аппаратура была использована для поиска космических радиосигналов.

Это было лишь начало. Вскоре (сначала в Англии, а потом и в других странах) начали строить крупные радиотелескопы с антеннами в десятки метров (сперва неподвижными, затем и поворотными), а потом — и системы из нескольких связанных радиотелескопов — радиоинтерферометры. В 1960-е годы появились фазированные решетки с тысячами антенн, интегрированных в единые (и вскоре компьютеризованные) сети. Эти нововведения в сочетании с более совершенной аппаратурой для усиления и фильтрации радиосигналов (в частности, мазерами и параметрическими усилителями) значительно увеличили чувствительность радиотелескопов и их угловое разрешение. Радиоастрономия превратилась в большую науку, важнейшую компоненту всего комплекса исследований небесных явлений. В 1960-е годы она стала такой же серьезной дисциплиной, как и оптическая астрономия.

### Эти странные квазизвезды

В истории открытия квазаров особенную роль сыграли две обсерватории — английская и австралийская. В 1952 году неподалеку от знаменитой Кавендишской лаборатории вступил в действие радиотелескоп оригинальной конструкции — Кембриджский интерферометр (Cambridge Interferometer). Он состоял из четырех неподвижных цилиндрических антенн, которые действовали как интегрированная система, осуществляющая функции двойного интерферометра. Этот телескоп был создан двумя будущими Нобелевскими лауреатами — руководителем Радиоастрономической группы Кембриджского университета (нынешнее название — Кавендишская астрофизическая группа, Cavendish Astrophysics Group) Мартином Райлом и его коллегой Энтони Хьюишем. Установку использовали для сканирования космического пространства, результатом которого стала публикация двух обширных списков радиосточников — Второго и Третьего кембриджских каталогов (первый каталог был составлен ранее на основе информации, полученной другой обсерваторией). Каталог 3С (The Third Cambridge Catalogue of Radio Sources), в который вошли 470 космических объектов, был закончен в 1959 году.

Некоторые из новооткрытых источников находятся в плоскости Млечного Пути. Их удалось отождествить с горячими газовыми туманностями, излучающими радиоволны вследствие теплового движения заряженных частиц. Еще часть источников сочли останками сверхновых звезд, генерирующих радиоволны посредством синхротронного излучения. Прочие источники, вошедшие в этот каталог, признали

самостоятельными галактиками. Один из них, обозначенный 3С 273, четыре года спустя открыл список квазаров.

В его возвышении главную роль сыграл новый австралийский радиотелескоп с поворотной 64-метровой тарелочной антенной. Он вступил в строй осенью 1961 года и к весне 1962 года был полностью отлажен. Инициатором этого проекта был еще один видный разработчик британских и американских радиолокационных систем Эдвард Боуэн (Edward George Bowen), перебравшийся после войны на Пятый континент. Новую обсерваторию возвели в двадцати километрах от города Паркс в провинции Новый Южный Уэльс, названного в честь одного из отцов-основателей Австралийской федерации сэра Генри Паркса. Крупнейший на то время радиотелескоп Южного полушария также получил его имя — Parkes Radio Telescope.



64-метровая «тарелка» радиотелескопа имени Паркса. С его помощью был открыт первый квазар, а позже — и большинство известных пульсаров из нашей Галактики. Фото с сайта [scienceimage.csiro.au](http://scienceimage.csiro.au)

Радиосточник 3С 273 находится в созвездии Девы и может наблюдаться и в Северном, и в Южном полушариях. Совсем рядовым его не назовешь — в каталоге 3С по радиояркости он входит в первую десятку (занимает седьмое место). Вскоре после публикации каталога этим источником заинтересовались в Калифорнийском технологическом институте, где в 1960-е годы работала сильная (вероятно, сильнейшая в США) группа радиоастрономов. Калтех к тому времени располагал собственной обсерваторией OVRO (Owens Valley Radio Observatory), построенной в 1958 году к востоку от горной цепи Сьерра-Невада в 350 км от Лос-Анджелеса. Там имелся первоклассный интерферометр, состоящий из пары

27-метровых радиотелескопов, установленных по линии восток-запад.

С начала 1960-го года на этой установке начали наблюдения космических радиоисточников. Она могла измерять их угловые координаты с очень хорошей для своего времени точностью — порядка десяти угловых секунд. Сотрудники обсерватории без большой задержки определили положение 3C 273 на северном небосводе, однако эти результаты были опубликованы (в списке позиций 226 источников космических радиоволн) лишь в ноябре 1964 года. Во всяком случае, координаты 3C 273 были известны калтеховским астрономам еще в середине 1961 года. Но дальше этого у них дело не пошло.

Уточнение позиций новооткрытых радиоисточников отнюдь не было самоцелью. Астрономы намеревались их сопоставить с наблюдаемыми в оптические телескопы космическими объектами. Эта задача становилась все актуальней, поскольку к концу 1960 года ученые не сомневались в наличии в третьем кембриджском каталоге большого числа галактик. За неимением лучшего имени эти очень удаленные сверхмощные радиоизлучатели называли радиозвездами — radio stars.

В 1960 году калтеховские астрономы Томас Мэттьюс (Thomas A. Matthews) и Джон Болтон предположительно отождествили источник 3C 48 из созвездия Треугольника с очень слабым светящимся объектом 16-й звездной величины. Сначала его сочли за одну из звезд нашей Галактики, однако информация об его излучении оказалась очень неопределенной, и вопрос так и остался открытым. Забегая вперед, замечу, что 3C 48 действительно оказался квазаром, удаленным от нас почти на 4 миллиарда световых лет, но окончательно это было доказано лишь в 1982 году.

Для идентификации радиоисточника необходимо как можно точнее измерить его угловые координаты, чтобы подобрать подходящего кандидата в оптическом спектре. Однако разрешающая способность радиотелескопов первого и второго поколений была довольно мала. Установка Янского работала с точностью порядка 30 градусов, а радиотелескоп Ребера давал двенадцатиградусную погрешность. Законченный в 1957 году британский радиотелескоп обсерватории Джодрелл-Бэнк (сейчас — радиотелескоп имени Б. Ловелла) с 76-метровой полноповоротной антенной обеспечивал в лучшем случае угловое разрешение в 10 угловых минут.

Конечно, калтеховский интерферометр с его десятью угловыми секундами работал точнее, но и его возможности бледнели по сравнению с лучшими оптическими инструментами. Крупнейший телескоп середины XX века, 200-дюймовый рефлектор Паломарской обсерватории при оптимальных атмосферных условиях обеспечивал угловое разрешение порядка 0,5 секунды. Справедливости ради стоит отметить, что со временем возможности радиоастрономии значительно улучшились. Так, действующая с мая 1993 года американская сеть из

десяти интегрированных радиотелескопов Very Long Baseline Array (8 антенн на континентальной территории США, одна на Гавайях, одна на карибском острове Санта-Крус) дает разрешение вплоть до 0,0002 секунды.

Однако для аккуратного определения позиций очень далеких (и потому хорошо локализованных) радиоисточников существовал еще один метод, не требующий интерферометров и позволяющий использовать унитарные радиотелескопы (конечно, с достаточно крупными фокусирующими антеннами). В принципе, он был известен давно, хотя применялся нечасто. В 1909 году британский математик майор Перси МакМагон (Percy Alexander MacMahon) предложил измерять угловой размер и положение звезд, наблюдая (естественно, в оптические телескопы) их накрытие (на языке астрономии — оккультацию) лунным диском. Эту идею раскритиковал Артур Эддингтон, утверждавший, что из-за дифракции звездного света нельзя добиться хорошего разрешения. Однако Эддингтон не понял, что анализ дифракционных кривых может увеличить точность измерений. В конце 1930-х годов это продемонстрировал на практике Альберт Уитфорд (Albert Edward Whitford) — американский астроном и астрофизик, крупный специалист по электронной фотометрии. Во время войны его привлекли к разработке радаров (и тут радары!), и больше он к этой теме не возвращался. Но в 1950 году в Техасском университете на основе техники лунной оккультации началась длительная серия измерения расстояний между двойными звездами. В 1950-х годах с ней принялись успешно экспериментировать и радиоастрономы. Правда, в 1970-е годы его применение сошло на нет, поскольку появились радиоинтерферометры очень высокого разрешения.

Этот метод блестяще сработал в ходе наблюдений источника 3C 273. Его усовершенствовал молодой (1928 года рождения, это уже «послерадарное» поколение) радиоастроном Сирил Хазард (Cyril Hazard). В начале 1960-х годов в ходе работы на радиотелескопе обсерватории Джодрелл-Бэнк он определил координаты источника 3C 212 с точностью в три угловые секунды. Затем Хазард приехал в Австралию, присоединился к группе астрономов Сиднейского университета и приступил к наблюдениям на радиотелескопе имени Паркса. Его целью был источник 3C 273, чьи оккультации раз в 20 лет становятся наблюдаемыми из Южного полушария.

Поскольку очередной период оккультаций пришелся на 1962 год, Хазард зарезервировал время на телескопе имени Паркса. Он и его коллеги отследили три оккультации — 15 апреля, 5 августа и 26 октября. По техническим причинам радиотелескоп смог зарегистрировать лишь одно волновое поле сразу после выхода источника из лунной тени (emersion) в апреле, и одно поле в октябре — на этот раз непосредственно перед входом в тень (immersion). Больше всего информации было пролучено в августе, когда аппаратура «Паркса» измерила френелевскую



дифракцию радиоволн и на входе, и на выходе, причем сразу на двух частотах (136 и 410 мегагерц). Очень ценными оказались и наблюдения октябрьской оккультации, которые удалось провести на частотах 410 и 1420 мегагерц. Поскольку более высокая частота обеспечивала лучшее разрешение, у источника обнаружили не одна, а две излучающие зоны, заметно разнесенные на небосводе. Так что эти данные не только позволили определить положение источника с ошибкой менее одной угловой секунды, но и привели к выявлению его пространственной структуры.

На пальцах объяснить улучшение разрешающей способности телескопа методом лунной оккультации невозможно — нужна серьезная математика. Поэтому ограничусь минимумом сведений. Предельная разрешающая способность телескопа при обычных наблюдениях определяется отношением длины волны излучения к размеру апертуры. Анализ дифракционной картины, возникающей при огибании радиоволнами края лунного диска, обеспечивает разрешение порядка квадратного корня от отношения длины волны к удвоенному расстоянию от Земли до Луны (а это 770 тысяч километров). Это обстоятельство плюс ряд технических приемов, использованных Хазардом, обеспечили разрешение порядка одной угловой секунды.

Хазард и его группа представили результаты в статье, опубликованной 16 марта 1963 года в журнале *Nature*. Как уже было сказано, они пришли к выводу, что 3С 273 включает два излучающих центра, компоненту А и вчетверо менее яркую компоненту В, разделенные дистанцией примерно в 20 угловых секунд. Компонента А наблюдается как вытянутое ядро поперечником в 2 секунды, окруженное шестисекундным гало. Компонента В имеет овальное ядро поперечником в половину секунды и гало шириной в 7 секунд. Это означает, что излучение компоненты В сильнее сконцентрировано в ее центре, нежели излучение компоненты А. Стоит отметить, что немного раньше французский астрофизик Джеймс Лекё (James Lequeux) с помощью интерферометрических наблюдений также выявил бинарную структуру 3С 273, хотя не столь детально.

С группой Хазарда сотрудничал Джон Болтон, который участвовал в сооружении телескопа имени Паркса и стал первым директором этой обсерватории. Хазард и не вошедший в число соавторов Болтон сочли полученные результаты настолько важными, что сами доставили их в Сидней, причем во избежание случайностей летели разными рейсами. И им было о чем беспокоиться! Австралийским радиоастрономам впервые удалось детально реконструировать структуру радиоисточника, который предположительно находился на космологической дистанции от нашей Галактики. Предположительно — но все же не наверняка. Истинное расстояние до 3С 273 оставалось неизвестным.

Как это часто бывает даже (впрочем, почему даже?) в науке, прояснению этой ситуации помогли личные связи. 20 августа (то есть задолго до полной расшифровки структуры 3С 273) Болтон ознакомил с собранной информацией голландского астронома Мартена Шмидта, который тремя годами ранее эмигрировал в США и приступил к работе в Калтехе. В своем письме Болтон просил проверить этот участок небосвода на предмет оптической идентификации радиоисточника. Интересно, что в координаты 3С 273, только что вычисленные Хазардом, вкралась ошибка приблизительно в 15 секунд (позже, естественно, она была исправлена), и поэтому в письме Шмидту содержались не вполне точные данные о его местоположении. К счастью, ничего страшного от этого не произошло.

Шмидт имел доступ к пятиметровому телескопу Паломарской обсерватории, оснащенный первоклассным спектрографом. До декабря 3С 273 находился чересчур близко к Солнцу, что препятствовало наблюдениям в оптическом диапазоне. В результате Шмидт получил первые фотоснимки и спектрограммы требуемого участка небосвода лишь 27 декабря. В наблюдаемом районе имелась голубая звезда 13-й величины. Рядом с ней можно было разглядеть тонкую светящуюся полосу, которую Шмидт идентифицировал как джет. Ее координаты, как выяснилось позднее, соответствовали положению компоненты В, выявленной группой Хазарда. Эту звездочку астрономы обнаружили на фотопластинках еще в конце XIX века — конечно, на тогдашних телескопах джета не было видно.

Первые спектрограммы оптического излучения этой звезды (вернее, космического объекта, который приняли за звезду) оказались некачественными, однако 29 декабря Шмидт получил отчетливую картинку. На ней просматривалось несколько полос, не соответствовавших спектральным линиям ни единого из известных элементов. Шмидт убрал фотопластинку в стол и переключился на подготовку к новогодним праздникам.

Кто знает, сколько времени она там пролежала бы, если бы Болтон не предложил опубликовать наблюдения Шмидта в *Nature* одновременно с работой группы Хазарда. Поэтому 5 или 6 февраля (относительно точной даты источники расходятся) Шмидт вернулся к изучению пластинки. И в этот судьбоносный день он вдруг понял, что три самые узкие и потому хорошо различимые полосы на спектрограмме точно соответствуют трем линиям серии Бальмера, одной из спектральных групп излучения водорода, сдвинутым на 15,8% в красную часть спектра (позже выяснилось, что аналогичная интерпретация годится и для трех менее четких полос). Это была первостатейная сенсация!

Шмидт немедленно поделился своими выводами с профессором астрофизики Джессе Гринстайном, который в то время занимался изучением радиоисточника 3С 48, и с профессором астрономии Джоном Оуком (John Beverley Oke), чьи кабинеты были расположены рядом. Весь остаток рабочего

дня они пытались найти другие объяснения странного спектра, но из этого ничего не вышло. По ходу беседы Гринстайн показал коллегам незаконченную статью о 3С 48. К ней были приложены сделанные Гринстайном и другим калтеховским профессором астрономии Гвидо Мюнхом (Guido Münch) спектрограммы уже упоминавшегося оптического источника 16-й величины, расположенного по соседству. На этих спектрограммах, как и на снимках объекта 3С 273, наблюдались линии, которые никак не получалось идентифицировать. После недолгого мозгового штурма ученые пришли к выводу, что эти линии тождественны спектральным линиям ионов магния, неона и кислорода, сдвинутым к красной границе спектра аж на 37%. Гринстайн предложил коллегам немедленно выпить за свои потрясающие открытия (см. Fifty Years of Quasars).

Статья Шмидта появилась в выпуске Nature от 16 марта 1963 года рядом с публикацией группы Хазарда. В этом же номере напечатана статья Оука, посвященная распределению энергии в оптическом спектре 3С 273, и статья Гринстайна и Мэттьюса с данными о красном смещении спектра 3С 48. Сейчас эти четыре работы считаются классикой астрономии и астрофизики двадцатого столетия.

Статья Шмидта не впечатляет ни длиной, ни разнообразием графического материала. Это короткая заметка на две трети журнальной страницы. Шмидт почему-то не добавил к тексту отпечатка со своей исторической фотопластинки. Он ограничился таблицей, в которой даны наблюдаемые длины волн шести загадочных полос излучения, и те же длины волн, пересчитанные с поправкой на красное смещение  $z = 0,158$ . В последнем столбце таблицы отмечено, что четыре полосы соответствуют линиям бальмеровской серии водорода, а оставшиеся две — излучению ионизированных атомов магния и кислорода. Шмидт подчеркнул, что эта «беспрецедентная идентификация спектра вроде бы звездного объекта в терминах значительного красного смещения допускает два возможных объяснения».

Далее следуют объяснения, причем для каждого автору статьи хватило одного абзаца. Во-первых, пишет Шмидт, можно предположить, что красное смещение имеет гравитационную природу, то есть, обусловлено уменьшением частоты излучения в очень сильном поле тяготения. В этом случае источник света — сверхмассивная звезда с радиусом порядка десяти километров. Шмидт отметил, что эта версия практически не согласуется с наблюдаемой структурой спектральных линий.

Вторая интерпретация гораздо интересней. Загадочный звездный объект представляет собой ядерную область галактики с космологическим красным смещением 0,158, которое соответствует видимой скорости 47 000 км/сек и дистанции порядка 500 мегапарсек (эту оценку Шмидт сделал на основе закона Хаббла, хотя в тексте на него не сослался). Диаметр ядерной области составляет менее одного килопарсека, а ее светимость в

оптическом спектре, как минимум, в сто раз превышает светимость галактик, которые до сих пор были зарегистрированы как источники радиоизлучения. Если наблюдавшийся на оптических снимках тусклый джет и выявленная группой Хазарда компонента А источника 3С 273 принадлежат одной и той же галактике, то они находятся приблизительно в 50 килопарсеках от ее ядра.

Четыре статьи, появившиеся 16 марта 1963 года в Nature, произвели сильное впечатление на астрономов. Вскоре (все в том же каталоге 3С) нашлось еще несколько столь же необычных источников. Их угловые размеры не превышали половины секунды — против минимум трех секунд у типичных звездных скоплений, удаленных от Млечного Пути на сравнимые расстояния. С другой стороны, мощность их радиоизлучения была на несколько порядков выше, нежели у обычных галактик.

Новооткрытые аномальные источники радиоволн стали основной темой Международного симпозиума по гравитационному коллапсу и другим проблемам релятивистской астрофизики (International Symposium on Gravitational Collapse and Other Topics in Relativistic Astrophysics), состоявшегося в Далласе 16–18 декабря 1963 года. Поскольку память о недавнем убийстве президента Кеннеди была еще свежа, участники встречи проголосовали за переименование ее в Симпозиум памяти Джона Ф. Кеннеди (John F. Kennedy Memorial Symposium).

После интенсивных дискуссий ученые пришли к следующим выводам. Во-первых, эти источники представляют собой чрезвычайно массивные и в то же время очень компактные объекты (не менее ста миллионов солнечных масс в пространстве поперечником не более одного килопарсека). Во-вторых, это не звездные скопления, пусть сколь угодно плотные. В-третьих, время их жизни превышает 10 тысяч лет. В-четвертых, хоть эти источники и генерируют чрезвычайно сильное радиоизлучение, пик их мощности приходится на оптическую зону. В-пятых, плотность заряженных частиц на поверхности этих объектов очень невелика — порядка десяти миллионов на кубический сантиметр. И, наконец, в-шестых, их полная энергия превышает энергию покоя миллиона звезд солнечной массы. В общем, стало понятным, что астрономия столкнулась с совершенно необычными обитателями Космоса.

Авторы первых публикаций использовали для этих источников названия “stellar object” и “star-like object”. Позже был предложен довольно неуклюжий термин “quasi-stellar radio source” (квазизвездный радиоисточник), но продержался он недолго. Следующей весной в журнале Physics Today появился подробный отчет о далласском симпозиуме, написанный сотрудником Годдардовского института космических исследований Хонг-Йи Чью (Hong-Yee Chiu). Он предложил для краткости и удобства заменить



длинное название аббревиатурой «quasar». Новое слово быстро привилось и восторжествовало в устных дискуссиях и научно-популярной литературе. Однако главный печатный орган астрофизики, *Astrophysical Journal*, еще долго не допускал его использования в своих публикациях. Лишь с 1970 года оно было наконец-то санкционировано (причем с сожалением) главным редактором журнала великим Субраманьяном Чандрасекаром.

С момента открытия квазаров их поиск пошел чрезвычайно быстро. К концу 1964 года число известных квазаров достигло четырех десятков. Некоторые имели красное смещение порядка двух и, следовательно, были отдалены от нашей Галактики на 10 миллиардов световых лет (а вот наблюдения квазаров с красным смещением более трех пришлось ждать до 1973 года). С этим открытием астрономия реально вышла на максимальные масштабы космологических дистанций. Сегодня рекорд удаленности принадлежит квазару J1342 + 0928. Его красное смещение равно 7,5, что соответствует возрасту всего в 690 миллионов лет от момента Большого Взрыва.

Природа квазаров и источники их излучения были окончательно установлены намного позднее их открытия. Описание этой истории лежит за рамками моей статьи, поэтому ограничусь кратчайшей информацией. Сейчас установлено, что в центре большинства галактик лежат одиночные черные дыры с массой в миллионы и даже миллиарды солнечных масс. Общая светимость галактики сильно зависит от того, что происходит в пространстве вблизи центральной дыры. Если там нет или почти нет направленных к дыре потоков вещества, она проявляет себя вовне только своим притяжением (именно это и происходит в центре нашей собственной Галактики). Напротив, если в этой области много частиц свободного газа и пыли, они притягиваются дырой и закручиваются в окружающем пространстве, образуя аккреционный диск. В нем происходят сложные и не до конца понятные процессы, которые влекут за собой интенсивную генерацию электромагнитного излучения. В этом случае галактика имеет так называемое активное ядро. Квазары — это особо активные галактические ядра, порождающие излучение максимальной мощности в широких частотных диапазонах. В таких ядрах из обеих полярных областей черной дыры вырываются мощные плазменные струи, которые движутся почти со скоростью света (они называются релятивистскими джетами). Именно такой джет заметил Мартен Шмидт.

Иногда по воле случая один из джетов оказывается направленным на нашу Галактику (а второй, естественно, в противоположную сторону). Квазары с такой ориентацией джетов называют блазарами. Из-за усиления светимости (relativistic beaming), вызванного релятивистским эффектом Доплера, блазары выглядят много ярче квазаров одинаковой мощности, чьи джеты ориентированы по-иному. Типичные блазары порождают фотоны самых

различных энергий — от радиоволн до гамма-квантов. Открытый Шмидтом квазар как раз принадлежит к числу блазаров, что было установлено лишь в 1981 году. Именно этим объясняется его аномально высокая светимость, так поразившая Шмидта. И было чему удивляться: 3C 273 был и остается на земном небосводе самым ярким квазаром как в радиоспектре, так и в инфракрасном и оптическом диапазонах.

Астрономы со временем скорректировали численные оценки Шмидта — впрочем, не слишком сильно. По уточненным данным, квазар 3C 273 лежит в ядре гигантской эллиптической галактики, чей видимый угловой размер составляет 30 секунд. Расстояние до этого квазара составляет 749 мегапарсек, или 2,4 миллиарда световых лет. Длина замеченного Шмидтом джета приблизительно равна двумстам тысячам световых лет. Масса черной дыры определена не особенно точно —  $886 \pm 187$  миллионов солнечных масс. Скорее всего, еще не миллиардник, но что-то около.

В заключение стоит отметить, что лишь десять процентов известных ныне квазаров генерируют сильное радиоизлучение. Поэтому термин, придуманный как сокращение первоначального названия «квазизвездный радиисточник», предпочтительней не только из-за краткости (и, не побоюсь этого слова, некоторой загадочности), но и потому, что не содержит явной отсылки к радиоволнам.

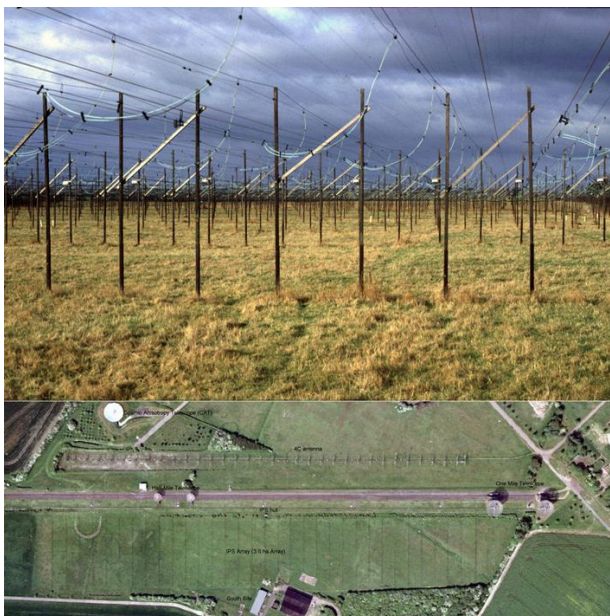
### Космические тик-таки

Открытие пульсаров связано с еще одним радиотелескопом. Он был построен в 1967 году по инициативе Энтони Хьюиша, который, как и раньше, работал в Кавендишской лаборатории. К этому времени кембриджские радиоастрономы располагали несколькими инструментами, объединенными в Маллардовскую радиоастрономическую обсерваторию (Mullard Radio Astronomy Observatory, MRAO). Своим названием она обязана британской электронной корпорации Mullard Limited, которая субсидировала этот проект сотней тысяч фунтов стерлингов.

В середине 1960-х годов Хьюиш подключился к исследованию квазаров. Незадолго до этого он пришел к выводу, что сигналы от очень компактных космических радиисточников с угловыми размерами порядка одной секунды должны рассеиваться на плазменных облаках, которые подпитываются частицами солнечного ветра в межпланетной среде. В результате такого рассеивания интенсивность зарегистрированных радиотелескопом сигналов хаотически колеблется. Этот эффект, который сродни мерцанию звезд из-за рассеяния на флуктуациях земной атмосферы, получил название межпланетной сцинтилляции (interplanetary scintillation). Хьюиш понял, что находка мерцающих радиисточников — путь к открытию новых квазаров.

Однако для этого требовались новые аппаратные возможности. Конкретно, Хьюш нуждался в радиотелескопе с очень высокой разрешающей способностью, приспособленном для регистрации быстрых колебаний радиополя. Он самостоятельно спроектировал такую систему и в 1965 году получил под нее финансирование.

Радиотелескоп Хьюша был рассчитан на прием сигналов на частоте 81,5 мегагерц в полосе шириной в один мегагерц. Для приема радиоволн была спроектирована антенна с фазированной решеткой из 2048 дипольных принимающих элементов. Она представляла собой прямоугольник со сторонами 470×45 метров, внутри которого были смонтированы шестнадцать одинаковых рядов диполей. Длинная сторона прямоугольника была ориентирована по линии север-юг, короткая — по линии восток-запад. Телескоп позволял сканировать радионебо в широкой зоне с угловыми координатами по склонению от минус восьми до сорока четырех градусов (то есть, ему была доступна почти половина северного небосвода и небольшая часть южного).



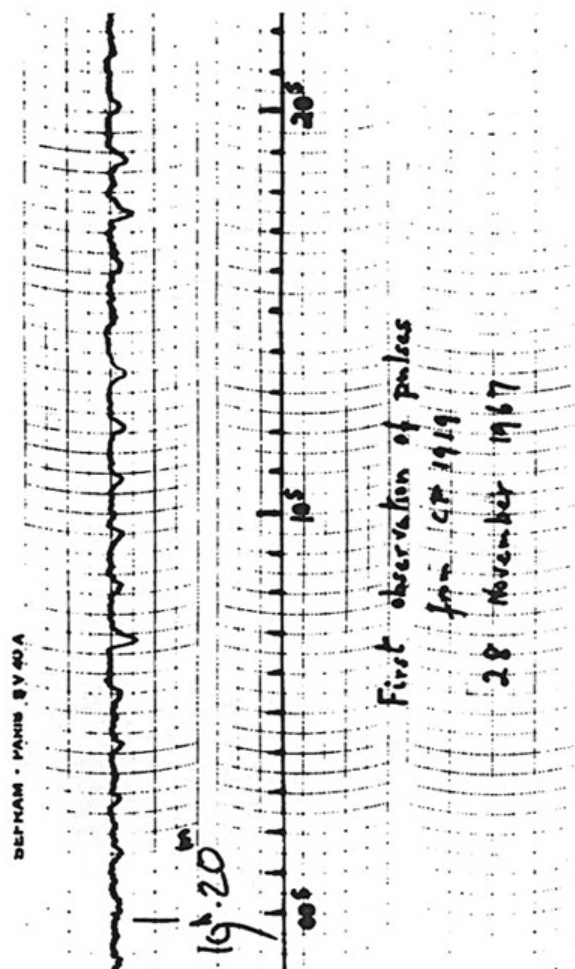
Установка для изучения межпланетной сцинтилляции Interplanetary Scintillation Array (IPS). Вверху — принимающие элементы установки крупным планом. Внизу — вид с высоты птичьего полета на оборудование Маллардовской радиоастрономической обсерватории в Кембридже. Данная установка занимает целое поле (IPS Array). Фото с сайта [radio.astro.gla.ac.uk](http://radio.astro.gla.ac.uk)

Новая установка, Interplanetary Scintillation Array, была завершена в 1967 году. Ее строила команда из пяти человек, среди которых была и 24-летняя аспирантка Хьюша Джоселин Белл (Jocelyn Bell), которая занималась монтажом кабельной сети, соединяющей диполи. В июле 1967 года, после того как телескоп прошел первые испытания, Белл приступила к пробным наблюдениям.

Вскоре судьба преподнесла ей сюрприз. Радиоэлектронная аппаратура телескопа записывала информацию на бумажных лентах четырех первых

самописцев. Вскоре (впервые — 6 августа) Джоселин Белл заметила на графиках небольшие спорадические изломы. Их можно было приписать дефектам еще не отлаженных регистраторов, но Джоселин заподозрила, что это какие-то флуктуирующие сигналы, пришедшие из космоса. Ей удалось определить прямое восхождение предполагаемого источника — 19 часов 19 минут (отсюда последующее название CP 1919). Хьюш посоветовал ей повторить этот эксперимент и записать его на новом высокоскоростном самописце. В октябре этот прибор был установлен. Сначала его использовали для регистрации сигналов знаменитого источника 3C 273, поскольку Хьюш намеревался проверить некоторые аспекты своей теории межпланетных сцинтилляций. Поэтому до Джоселин Белл очередь дошла лишь в ноябре.

Оказалось, что предчувствия ее не обманули. К концу месяца она выяснила, что загадочные зубцы кривых — это пульсации протяженностью примерно 0,3 секунды, разделенные промежутками в 1,337 секунды. Последующие наблюдения показали, что эта периодичность сохраняется с очень высокой точностью — возможное относительное отклонение не превышало одной десятиллионной!



Лента самописца, записывавшего сигнал с радиотелескопа Interplanetary Scintillation Array. Характерные выемки на верхней жирной линии — «почерк» пульсара PSR B1919+21. Как видно, этот сигнал проявился 28 ноября 1967 года в 19:20. Изображение с сайта [astronomy.com](http://astronomy.com)



Хьюиш не сразу поверил в космическую природу зарегистрированных (впервые — 28 ноября) радиоимпульсов. Проявив похвальную осторожность, он предложил поискать для них другие источники — такие как сигналы с искусственных спутников Земли или отражения радиоволн от лунной поверхности. Однако из этого ничего не получилось, и он склонился к выводу, что источник сигналов находится далеко за пределами Солнечной системы. В этом он окончательно уверился, когда его сотрудники Пол Скотт (Paul Scott) и Р. А. Коллинс (R. A. Collins) на другом радиотелескопе отловили такие же сигналы с тем же небесным адресом.

Сомнения окончательно рассеялись после того, как Джоселин Белл 21 декабря выявила второй пульсирующий сигнал, а в середине января — еще два, причем они исходили от источников, разнесенных на небесной сфере далеко друг от друга. Теперь уже и самому Хьюишу, и членам его команды стало ясно, что они столкнулись с еще неизвестным космическим феноменом, и о нем необходимо сообщить астрономическому сообществу. Спешить с этим тем более было нужно, что к концу года в профессиональной среде уже множилось слухи о результатах кембриджской группы.

8 февраля Энтони Хьюиш и четверо его сотрудников отправили в Nature статью о своем открытии, причем подпись Джоселин Белл стояла на втором месте. 24 февраля их работа появилась в печати. Четырьмя дня ранее Хьюиш доложил ее на семинаре в Максвелловской аудитории Кавендишской лаборатории. В апреле Nature опубликовал еще одну работу кембриджской группы с анализом сигналов от остальных трех источников. Следует отметить, что в марте периодическое излучение источника CP 1919 было зарегистрировано на телескопе имени Паркса сразу на пяти различных частотах от 85 до 1410 мегагерц, и об этом австралийские радиоастрономы сообщили в сентябре.

Термин «пульсар» — по явной аналогии с квазаром — придумал Хьюиш, скорее всего, не позднее марта 1968 года. Так и получилось, что новые радиоисточники оказались обязаны квазарам не только открытием (ведь Хьюиш искал именно квазары!), но и названием.

В первой же статье Хьюиш и его коллеги не просто рассказали о загадочном пульсирующем источнике радиоволн, но и высказали соображения о его природе. Они отметили, что расстояние от источника до Земли никак не меньше тысячи астрономических единиц. Сделать этот вывод было не так уж сложно, поскольку параллакс источника не превышал двух угловых минут. В этом же разделе авторы обсудили гипотезу, в соответствии с которой источником сигналов были радиальные вибрации белых карликов или нейтронных звезд. Одним из предположений было, что такие вибрации порождают ударные волны на звездной поверхности, и именно эти волны генерируют радиомагнитные импульсы. Соавторы весьма

осторожно отнеслись к этой гипотезе и подчеркнули, что «для понимания странного нового класса радиоисточников понадобится новые наблюдения».

Точности ради надо отметить, что белые карлики к этому времени были давно открыты и хорошо изучены. Нейтронные же звезды, напротив, были предсказаны теоретиками еще в 1930-е годы, но по-прежнему считались гипотетическими объектами (см. статью Метрика Карла Шварцшильда: предыстория, история и часть постистории).

Как нередко случается, понимание природы нового явления в своей основе было достигнуто еще до его открытия. 11 ноября 1967 года в Nature появилась статья итальянского астрофизика Франко Пачини (Franco Pacini) (он в то время работал в Корнеллском университете) с провидческим заголовком Energy Emission from a Neutron Star. В ней Пачини показал, что вращающаяся намагниченная нейтронная звезда служит источником электромагнитных волн, которые преимущественно исходят вдоль ее магнитной оси. Если эта ось не совпадает с осью вращения звезды, то направленный вовне узкий поток радиоволн крутится в космическом пространстве и, возможно, на каждом обороте задевает нашу планету. Такой поток радиотелескопы смогут зарегистрировать как последовательность пульсаций, приходящих на Землю с частотой вращения звезды (подобно тому, как вращающийся прожектор маяка периодически освещает далекие корабли). Хотя Пачини этого вывода не сделал, он непосредственно следует из его модели.

Пачини дал оценку мощности излучения звезды с магнитным полем порядка  $10^{10}$  гаусс, получив весьма солидную величину в  $2 \times 10^{40}$  эрг/сек. Отсюда следует (хотя, опять-таки, Пачини на этом специально не остановился), что если ее излучение не будет поглощено межзвездной средой, оно сможет проявиться на расстояниях, сравнимых с размерами крупных галактик.

Пачини сам отметил, что его модель «косого ротатора» (oblique rotator, что можно перевести и как «наклонный ротатор») чрезмерно идеализирована, так что сильно намагниченные нейтронные звезды требуют дальнейшего изучения. В ретроспективе основная слабость этой модели вполне очевидна. Пачини рассматривал нейтронную звезду как магнитный диполь, ось которого пересекает центр звезды под углом к оси ее вращения. В результате ось диполя вычерчивает коническую поверхность (откуда и название «наклонный ротатор»), по которой уходят радиоволны. Такая система генерирует монохроматическое излучение очень низкой частоты, равной угловой частоте вращения звезды (Пачини оценил ее в тысячу герц). Поэтому длины испущенных радиоволн составляют сотни километров. Такие волны должны сильно отражаться и поглощаться межзвездной плазмой на весьма умеренных дистанциях от источника. В результате, заключил Пачини, «нас такие электромагнитные волны достичь не могут».

Напомню, что статья Пачини вышла из печати всего за две с половиной недели до первых пульсаций источника CP 1919, обнаруженных Джоселин Белл на ленте самописца. Тогда эту работу мало кто заметил и, во всяком случае, не связал с открытием первого пульсара. Возможно, вывод Пачини о радионевидимости нейтронных звезд для земных наблюдателей стал фактором снижения интереса астрономов и астрофизиков к его работе. Впрочем, мне как историку науки, задним числом несложно предложить такое объяснение, поэтому я на нем и не настаиваю.

Декану астрономического факультета все того же Корнелла Томасу Голду (Thomas Gold) повезло гораздо больше. Он предположил, что зарегистрированные кембриджской группой радиоимпульсы порождены релятивистскими движениями плазмы в магнитосфере быстро вращающейся нейтронной звезды. В целом, эта та же модель, что и у Пачини, но с явным указанием на роль динамических процессов в магнитосфере (кстати, это термин придумал тот же Голд). Совсем занятно, что Голд не только не обратил внимания на статью Пачини, но и не обсудил с ним собственную гипотезу, хотя их кабинеты находились в одном коридоре. Мартену Шмидту с коллегами повезло больше.

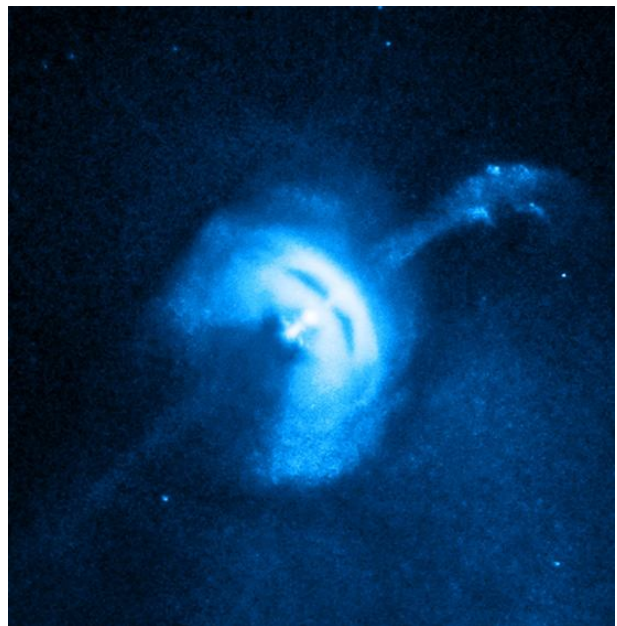
Голд хотел доложить свою работу на конференции по пульсарам в Нью-Йорке 20–21 мая 1968 года. Но не получилось. Организатор этой встречи известный астрофизик Алистер Камерон (A. G. W. Cameron) счел гипотезу Голда чересчур экстравагантной и отказался предоставить ему слово. Однако тогдашний редактор Nature (не астроном и не физик, а биолог!) Джон Мэддокс (John Maddox) не только поверил Голду, но и немедленно отправил его статью в набор. Она поступила в редакцию журнала 20 мая, а 25 мая была опубликована. Насколько я знаю, это абсолютный рекорд в истории журнала.

Томас Голд дал своей работе совсем уж говорящий заголовок “Rotating Neutron Stars as the Origin of the Pulsating Radio Sources”. Ни убавить, ни прибавить — всё сказано. В конце короткой (чуть больше журнальной страницы) статьи даны два важнейших предсказания. Голд пишет, что поскольку радиоволны испускаются за счет ротационной энергии нейтронной звезды, скорость ее вращения постепенно замедляется, а периоды пульсаций увеличиваются. Во-вторых, скорость вращения нейтронной звезды может достигать сотен оборотов в секунду, поэтому не будет неожиданным открытие космических радиопулсаций с такими же короткими периодами.

Модель Голда выгодно отличается от модели Пачини еще в одном аспекте. Она не ограничивает электромагнитную активность нейтронной звезды

излучением радиоволн очень низких частот. Релятивистские движения частиц ее плазменного окружения в принципе могут генерировать радиоволны разных частот, в том числе, в диапазоне от десятков до сотен мегагерц. Именно такие сигналы наблюдали британские и австралийские астрономы.

Голд оказался прав по всем основным пунктам своей теории. Хотя механизмы излучения радиопулсаров еще далеки от полной ясности, не приходится сомневаться, что его генерируют динамические процессы в магнитосферах нейтронных звезд. Предсказанные Голдом пульсары с периодами, измеряемыми тысячными долями секунды (миллисекундные пульсары) действительно существуют. Первый такой пульсар PSR B1937+21 с периодичностью 1,558 миллисекунд (что дает угловую частоту нейтронной звезды в 642 оборота в секунду) был обнаружен в 1982 году астрономом из Калифорнийского университета Дональдом Баккером и его группой. Что до другого предсказания Голда, то ежедневный прирост периода пульсара в Парусах (он же PSR J0835-4510) на 10 наносекунд, вызванный замедлением вращения нейтронной звезды-источника, был обнаружен посредством наблюдений на радиотелескопе имени Паркса еще зимой 1968–1969 годов.



*Рентгеновский снимок пульсара в Парусах, полученный космическим телескопом «Чандра». Нейтронная звезда находится в районе круглого светлого пятна в самой яркой области снимка. Расплывчатая полоса, идущая из левого нижнего в правый верхний угол снимка, — это джет, выбрасываемый пульсаром. См. также видео, на котором этот пульсар запечатлен в движении. Фото с сайта [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)*



Поиск новых пульсаров и исследование их свойств составляют не менее увлекательную главу истории астрономии и астрофизики, нежели изучение квазаров. На этом пути было сделано (и, конечно, будет сделано) множество интереснейших открытий. Но, как и в случае с квазарами, это совершенно самостоятельная тема.

Кое-что, так сказать, осталось на сладкое. Мало какое описание открытия пульсаров обходится без упоминания, что кембриджские астрономы одно время допускали искусственный характер зарегистрированных сигналов. Это верно, как верно и то, что в шутку они называли отправителей маленькими зелеными человечками — little green men. Однако это обсуждалось лишь как экзотическая версия, да и к тому же недолго. Уже в первые дни января 1968 года подобные разговоры полностью прекратились.

И последнее. Достигнув к началу 1960-х годов и технической, и идейной зрелости, радиоастрономия вполне ожидаемо вышла на достижения нобелевского уровня, и в Стокгольме это быстро признали. В 1974 году лауреатами стали Мартин Райл (за разработку и результаты интерферометрических методов радиотелескопических наблюдений) и Энтони Хьюиш (за определяющую роль в открытии пульсаров). Это была первая, но отнюдь не последняя Нобелевская премия по физике, присужденная радиоастрономам. Четыре года спустя ее получили Арно Пензиас и Роберт Вильсон (за открытие микроволнового реликтового излучения).

Поскольку нобелевский статут ограничивает число получателей премии в каждой номинации тремя лауреатами, Джоселин Белл в принципе могла бы разделить с Хьюишем награду за открытие пульсаров. Шведские академики так не посчитали — и, на мой взгляд, справедливо. В самом деле, вклады Энтони Хьюиша и его аспирантки в это великое открытие попросту несоизмеримы. Хьюиш предложил оригинальный исследовательский проект и сконструировал для его выполнения уникальную антенную мультисистему. Белл, действительно, заметила первые признаки космических радиопульсаций и доказала их реальность. Она проявила и наблюдательность, и упорство, но ей еще и сильно повезло. Однако эти ценные качества, равно как и удача — слишком слабое основание для причисления к сонму нобелистов. Особенно, если учесть, — и об этом необходимо сказать открыто — что по окончании аспирантуры она не обогатила науку новыми открытиями. Ее профессиональные достижения ограничились благополучной карьерой университетского профессора.

К тому же судьба не обидела Джоселин Белл (после замужества — Джоселин Белл Бёрнелл)

многочисленными знаками отличия. Королева Елизавета дала ей дворянский титул Dame, а университеты и научные общества удостоили членством, медалями и премиями. 6 сентября 2018 года было объявлено о присуждении ей Премии по фундаментальной физике (Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics) — то ли к ее 75-летию, то ли к 50-летию юбилею открытия пульсаров. А это, как-никак, 3 миллиона долларов — Нобелевская премия в денежном выражении почти втрое меньше.

Я понимаю, что lamentации по поводу того, что кому-то дали, а кому-то не дали Нобелевскую премию — разговоры в пользу бедных. И все же меня удивляет, что Сирил Хазард, Мартен Шмидт и Джессе Гринстайн не были удостоены этой награды за открытие квазаров. Возможно, везения не хватило.

### Очень короткое заключение

В 1960–80-е годы радиоастрономия лидировала в области качественного и количественного расширения возможностей наблюдений космического пространства с наземных платформ. Оптическая астрономия в эти времена не то, чтобы стагнировала, но развивалась относительно медленно. Пятиметровый рефлектор Паломарской обсерватории вплоть до 1976 года оставался самым большим в мире. Конечно, оптические обсерватории оснащали более совершенными фотокамерами и спектрографами, но эти приборы монтировали на уже имеющихся телескопах. Строительство гигантских рефлекторов нового поколения с 8–10 метровыми зеркалами началось лишь в 1990-е годы. Позднее их начали оснащать системами активной и адаптивной оптики, позволявшими в несколько раз увеличить разрешающую способность. Новые телескопы объединяли в интерферометрические системы и оснащали компьютерной управляющей аппаратурой. Это привело к революционному перевороту в оптической астрономии, которая стала достойным партнером астрономии радиоволн.

Однако радиоастрономия шестидесятников обязана своими открытиями не одному лишь прогрессу аппаратных и вычислительных ресурсов. Ее активным человеческим ядром была не особенно многочисленная (во всяком случае, по сегодняшним меркам) группа первоклассных исследователей, объединенных неформальными личными связями (а иногда — и опытом совместной работы над военными проектами). Эти связи и опыт сыграли в высшей степени конструктивную роль в становлении новой научной дисциплины.

**Алексей Левин**

[http://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/1763182/Aleksey\\_Levin](http://elementy.ru/novosti_nauki/t/1763182/Aleksey_Levin)

## Жизнь вернулась в кратер Чиксулуб почти сразу после падения астероида

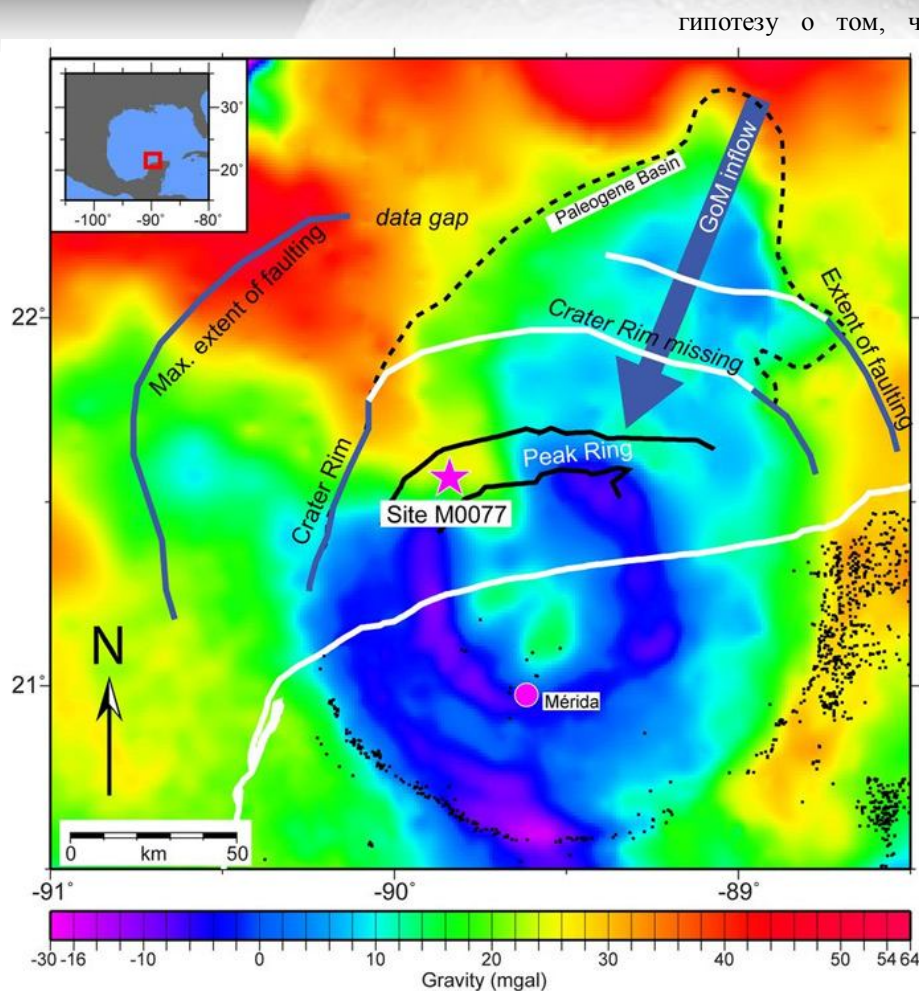


Рис. 1. Гравитационная карта кратера Чиксулуб. Разными цветами показана величина гравитационной аномалии (mgal — миллигал, см. гал). Современная береговая линия полуострова Юкатан показана белым; Mérida — город Мериды, столица мексиканского штата Юкатан. Сициневая звездочка (Site M0077) — точка, где проводилось бурение и был обнаружен «переходный слой», образовавшийся сразу после импакта. Crater Rim — приподнятый край кратера, Peak Ring — кольцевое поднятие, характерное для центральных частей очень крупных ударных кратеров. Черные точки — сеньоты. Рисунок из обсуждаемой статьи в Nature

Международная команда геологов и палеонтологов обработала результаты подводного бурения, проведенного в 2016 году в центральной части кратера Чиксулуб (Мексиканский залив). Кратер образовался 66 млн лет назад в результате падения астероида, вызвавшего массовое вымирание. Изучение 76-сантиметрового слоя осадков, сформировавшегося сразу после импакта, показало, что жизнь (в виде фораминифер и мелких ползающих и роющих донных животных) вернулась в кратер очень быстро — возможно, всего через несколько лет. Новые данные не подтверждают

гипотезу о том, что скорость послекризисного восстановления биоты определялась удаленностью от эпицентра катастрофы.

К настоящему времени у большинства специалистов не осталось сомнений в том, что массовое вымирание на рубеже мела и палеогена было вызвано падением астероида диаметром 10–15 км, оставившего на поверхности планеты след в виде кратера Чиксулуб (см.: Радиоизотопные датировки подтвердили связь падением Чиксулубского метеорита и усилением траппового вулканизма, «Элементы», 05.10.2015). Астероид упал в мелкое море, подняв в воздух огромное количество соединений серы (сера входит в состав гипса, присутствующего в мелководных морских отложениях), что, вероятно, и обусловило столь тяжелые для биосферы последствия. В наши дни половина кратера находится на дне

Мексиканского залива, половина — на суше (на полуострове Юкатан, рис. 1).

Изучение пограничных отложений, образовавшихся незадолго до и вскоре после импакта, показало, что в разных регионах восстановление морских экосистем после кризиса шло с разной скоростью. В Мексиканском Заливе, Северной Атлантике и Западном Тетисе — то есть в бассейнах, ближайших к эпицентру катастрофы, — морские экосистемы, по-видимому, восстанавливались медленнее, чем в большинстве других регионов. Это наводит на мысль, что падение астероида могло оказать на ближайшие морские бассейны какое-то локальное негативное воздействие, которое продолжало ощущаться довольно долго (десять и даже первые сотни тысячелетий). В роли такого локального фактора гипотетически могло бы выступить, например, отравление морской воды тяжелыми металлами. Чтобы проверить это предположение, важно выяснить, как развивались события в самом эпицентре, то есть непосредственно в кратере Чиксулуб.

В 2016 году в рамках международных проектов International Ocean Discovery Program и International Continental Drilling Program было проведено бурение



на дне Мексиканского залива, в том месте, где под 600-метровым слоем кайнозойских отложений сохранилось кольцевое поднятие (peak ring), окружающее центр кратера (рис. 1). Большой международный коллектив геологов и палеонтологов сообщил 30 мая на сайте журнала Nature о важных результатах, полученных в ходе изучения добытых образцов.

В изученной точке на глубине около 750 м под поверхностью морского дна залегают растрескавшиеся граниты и импактные расплавы, то есть породы, переплавленные выделившимся при ударе теплом. Выше лежит 130-метровая толща суевита (suevite) или импактной брекчии — породы, состоящей из частично переплавленных обломков, размер которых постепенно уменьшается в направлении снизу вверх. Всё это — непосредственные следы катастрофы, образовавшиеся немедленно после импакта.

Между суевитом и залегающим выше раннепалеоценовым пелагическим известняком был обнаружен чрезвычайно интересный 76-сантиметровый слой, который авторы назвали «переходным». Как выяснилось, этот слой сохранил бесценную информацию о самых первых этапах возвращения жизни в эпицентр катастрофы.

«Переходный слой» образовался в результате оседания поднятой астероидом мути. Чудовищный удар раздробил в мелкий порошок огромную массу донных отложений мелководного мезозойского моря. В этих отложениях было много ископаемых остатков мелких организмов — фораминифер и известкового нанопланктона. Среди них были виды, вымершие задолго до импакта. Все это смешалось с морской водой, пока по кратеру пронеслись туда-сюда гигантские цунами, а затем осело на дно.

В нижних 56 см переходного слоя нет следов ползания и рытья (см. Trace fossil), зато сохранилась характерная слоистость, свидетельствующая о мощных придонных течениях, вызванных, скорее всего, теми самыми цунами. Авторы полагают, что нижняя часть переходного слоя сформировалась буквально в первые дни после импакта.

В верхних 20 см переходного слоя нет признаков мощных течений, но есть отчетливые следы ползания и рытья (см.: Planolites, Chondrites). Сразу над переходным слоем залегают белый раннепалеоценовый известняк. Он содержит руководящие виды фораминифер, о которых известно, что они впервые появились в палеоцене, а в мелу (до катастрофы) их еще не было. Судя по набору ископаемых, нижние слои этого известняка сформировались спустя 30 000 лет после импакта.

Поскольку бесспорные свидетельства присутствия донных животных (следы ползания) впервые появляются в верхней части переходного слоя, важно понять, когда она сформировалась. Данные биостратиграфии (то есть набор ископаемых остатков живых организмов) позволяют лишь утверждать, что формирование переходного слоя

завершилось не позднее, чем через 30 000 лет после импакта. Но эта оценка наверняка сильно завышена. По мнению авторов, между завершением формирования переходного слоя и началом накопления пелагического палеоценового известняка был долгий перерыв, возможно, связанный с послекризисным упадком планктонных сообществ, ответственных за формирование таких известняков.

Скорость осадконакопления можно оценивать по концентрации в осадочных породах изотопа  $^3\text{He}$ , который поступает на Землю с космической пылью. Скорость его поступления с некоторыми оговорками можно считать примерно постоянной, а падение чиксулубского метеорита само по себе не привело к заметным скачкам концентрации  $^3\text{He}$  в осадочных породах (то есть метеорит не принес с собой дополнительную неучтенную порцию гелия-3). Применение этого метода позволило ограничить максимальное время формирования переходного слоя восемью тысячами лет после импакта. Если же при этом еще и учесть, что часть  $^3\text{He}$  могла попасть в переходный слой не из постепенно оседающей космической пыли, а из взбаламученных астероидом древних отложений (что почти наверняка так и было), то получается, что переходный слой сформировался менее чем за тысячу лет.

Более того, если принять, что переходный слой состоит в основном из поднятой астероидом мути (а все факты говорят именно об этом), то время его формирования можно оценить по размеру составляющих слой частиц, используя закон Стокса). В таком случае получается, что весь слой, включая верхнюю часть со следами ползания, сформировался менее чем за шесть лет. Авторы считают именно эту датировку наиболее достоверной.

С таким выводом согласуются и другие данные, полученные в ходе изучения керна (рис. 2). Например, ископаемые фораминиферы и известковый нанопланктон в переходном слое представляют собой так называемый «мел-палеоценовый пограничный коктейль» (Cretaceous/Palaeogene boundary cocktail), ранее обнаруженный в пограничных отложениях в разных точках Мексиканского залива и Карибского бассейна. «Коктейль» состоит из переотложенных меловых (в основном маастрихтских и кампанских) ископаемых. Доля видов, действительно переживших кризисный рубеж, в нижней части переходного слоя минимальна и постепенно растет снизу вверх. Резкое преобладание выживших видов характерно лишь для верхней части слоя, там, где уже есть следы ползания.

Таким образом, следы ползания и рытья, обнаруженные в верхних 20 см переходного слоя, говорят о том, что уже через несколько лет после импакта в кратере кипела какая-то донная жизнь. Следы были оставлены, пока осадок был еще очень мягким, то есть во время или сразу после формирования переходного слоя.

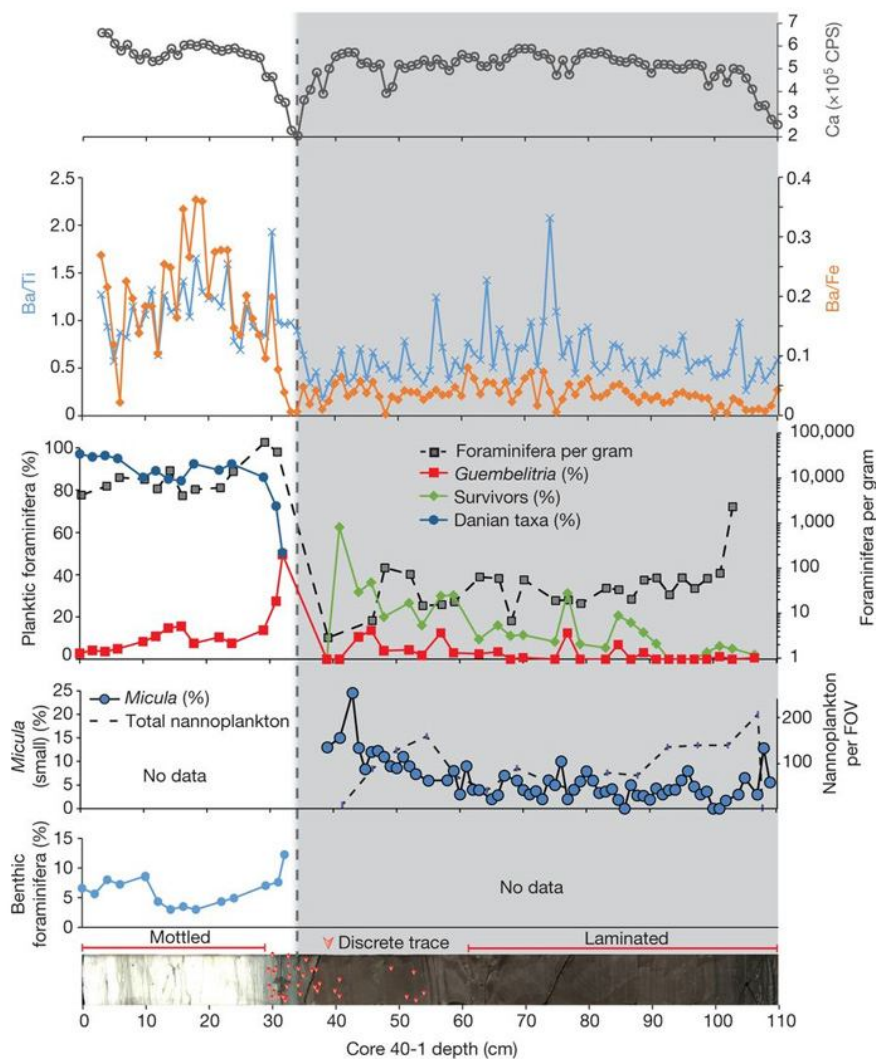


Рис. 2. Характеристики переходного слоя. Внизу — фотография изученного ядра и шкала в сантиметрах (ноль соответствует глубине 616,24 м под поверхность морского дна). Розовыми стрелочками показаны следы ползания и рытья, свидетельствующие о присутствии донной фауны. Серая область — переходный слой, вертикальная пунктирная линия — граница переходного слоя и вышележащего палеоценового известняка. На графиках показаны, сверху вниз: содержание кальция; относительные содержания бария, титана и железа (по этим показателям судят о продуктивности древних экосистем); обилие планктонных фораминифер (серые квадраты — общая численность, красные квадраты — *Guembeltria*, один из переживших катастрофу родов, зеленые ромбы — другие виды фораминифер, пережившие кризис, синие круги — виды, впервые появившиеся в начале палеоцена — в датском веке); известковый нанопланктон; донные фораминиферы. Изображение из обсуждаемой статьи в *Nature*

Полученные результаты не подтверждают гипотезу о том, что метеорит отравил окружающие воды или каким-то иным способом задержал восстановление экосистем в непосредственной близости от эпицентра. Упомянутая выше задержка восстановления биоты, отмеченная в некоторых районах Северной Атлантики и Западного Тетиса, по-видимому, объясняется другими причинами:

местными условиями, набором уцелевших видов, конкуренцией между ними или чем-то еще.

Изучение раннепалеоценового известняка, залегающего над переходным слоем, показало, что сообщество планктонных организмов, обитавшее в толще воды над кратером спустя 30 000 лет после катастрофы, было вполне здоровым и высокопродуктивным (на это указывают, в частности, высокие показатели Ba/Ti и Ba/Fe на втором сверху графике на рис. 2). Признаков аноксии (пониженной концентрации кислорода) обнаружить не удалось. Этим чиксулубский кратер отличается от более позднего и меньшего по размеру чесапикского (см. Chesapeake Bay impact crater), образовавшегося в конце эоцена, 35,5 млн лет назад. Скорее всего, чиксулубский кратер «выручило» то обстоятельство, что он, в отличие от чесапикского, не был изолирован от окружающего океана. Поэтому и жизнь смогла так быстро вернуться в эпицентр катастрофы, погубившей 76% обитавших на планете видов.

Источник: Christopher M. Lowery, Timothy J. Bralower, Jeremy D. Owens, Francisco J. Rodríguez-Tovar, Heather Jones, Jan Smit, Michael T. Whalen, Phillipe Claeys, Kenneth Farley, Sean P. S. Gulick, Joanna V. Morgan, Sophie Green, Elise Chenot, Gail L. Christeson, Charles S. Cockell, Marco J. L. Coolen, Ludovic Ferrière, Catalina Gebhardt, Kazuhisa Goto, David A. Kring, Johanna Lofi, Rubén Ocampo-Torres, Ligia Perez-Cruz, Annemarie E. Pickersgill, Michael H. Poelchau, Auriol S. P. Rae, Cornelia Rasmussen, Mario Rebolledo-Vieyra, Ulrich Riller, Honami Sato, Sonia M. Tikoo, Naotaka Tomioka, Jaime Urrutia-Fucugauchi, Johan Vellekoop, Axel Wittmann, Long Xiao, Kosei E. Yamaguchi & William Zylberman. Rapid recovery of life at ground zero of the end-Cretaceous mass extinction // *Nature*. Published online 30 May 2018. DOI: 10.1038/s41586-018-0163-6.

См. также: Радиоизотопные датировки подтвердили связь между падением Чиксулубского метеорита и усилением траппового вулканизма, «Элементы», 05.10.2015.

**Александр Марков,**  
[https://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/379113/Aleksandr\\_Markov](https://elementy.ru/novosti_nauki/t/379113/Aleksandr_Markov)



## Открытие осеннего астросезона - 2018

Астро сезон свой открыл я к концу августа, проведя ряд наблюдений... Новым было то, что наблюдать стал с крыши, с кирпичной пристройки своего дома в деревне, которую я покрыл оцинкованными листами, сделав скат совсем небольшим, так что и ходить и обозреть с неё довольно уютно. Руководствовался тем, что в пору холодных ночей хотелось быть менее досягаемым для рос...

Результаты следующие... Крыша всю ночь остаётся сухой и при этом холодной. Пристройка работает в качестве слабой грелки для ГЗ, но никакой турбулентции не вызывает... А уже чуть выше запотевание происходит в штатном режиме. Искатель и вторичку это не спасает, да и трубки фермы покрываются обильной влагой через часок-другой. Но есть явное ощущение, что на крыше эти процессы протекают всё же медленнее. Это понимаешь, когда спускаешься на землю в холодный сырой воздух...

На крыше я позволял себе и то, что каждому хотелось бы, но удаётся не часто: ложился на спину и бродил по небу в свободном полёте с искателем в руке. Особенно впечатляли сгустки звёздной и тёмной материи в Лебедь. Кстати, в искатель видны и два окаймляющих элемента космического ансамбля Вуаль (Метла, Щука). Столь же изумительно (по-туманному) выглядит и близ лежащая рассеянка NGC6940.

Из посещений дальних окрестностей запомнились две ходки (в разные ночи)... Но скажу кратко предысторию, что к началу сезона был почему-то разбит морально. Не было ни огонька, ни мотивации к свиданию с небом, что-то словно надломилось. Внутри звучали поганенькие вопросы: "А зачем мне это?... А смысл?... К чему лишние затраты энергии?" Пришлось себя заставлять, раскачиваться, и лишь когда отправился в путешествие по слабым туманным призракам, то почувствовал себя весьма счастливым и богатым человеком, ибо это у меня одно из самых любимых увлечений в жизни.

Первый экскурс было в Андромеду. После того, как протестировал небо на трио шедевре (M31,32,110) и нашей соседке из Треугольника, и убедился, что условия довольно приличные, хотя и не дотягивают до лучших вариантов... Пошёл к NGC891 и, насладившись её ракурсом "с ребра" и некоторыми деталями (тёмная полоса, балдж), приступил к деликатесам Abell347, поднимая один за другим все её сокровища из моего Deer Sky Hunter атласа... По памяти сравнил, как мне наблюдаются слабые галактики в 18" (в данном случае) и как наблюдались в бино 100X25. Ощущения следующие: слабые объекты 10,5-11m в мой проницательный бинокль выглядят примерно так же, как 13,5-14 m в восьмидесяти. Визуальная разница приблизительно на 3 m.

Вот эти галактики Абеля: NGC898, 906, 909, 911, 910, 914, 923, UGC1841. А на выходе из Абеля прихватил NGC846 и 812. Отмечу, что самые яркие из увиденных галактик Abell347 далеко за 12 m (ближе к 13 m), а самые слабые приближаются к 14 m. Вернулся из похода в Андромеду с изменённым сознанием, и это было не просто спортом, а

волшебным сеансом... В качестве постлюдии смотрел и слушал земной рассвет, любясь восходящими яркими звёздами. Ярченный двойной Поллукс в телескоп встречал словно восход Солнца.

Стоит упомянуть ещё об одном казусе, случившимся в это наблюдение. Телескоп был задран довольно высоко (напомню, ферма 18"), а я поправлял искатель. Вдруг... он вываливается из гнезда и падает вместе с ножкой с двухметровой высоты. Во тьме раздаётся душераздирающий лязг о стекло!!!... Мои внутренности перевернулись, а перед глазами уже встали жуткие последствия катастрофы... Осматриваю ГЗ фонариком... Никаких повреждений. Оказывается, удар пришёл о самое ребро ГЗ, где нет покрытия. С тех пор заработал себе навязчивую привычку закручивать винт искателя чрезмерно крепко. Но неплохо было бы ещё какую-нибудь страховочную резинку наматывать...

Второе моё путешествие было в привлекательное звёздное окошко в Треугольнике, точнее внутри очертания самой фигуры Треугольника. Выяснилось, что там скрываются семь туманных чуд... Кстати, стал практиковать такое: если при наступлении ночи чувствую упадок сил и клонит ко сну, то ложусь в одежде на диван на пару часов, просыпаюсь и выхожу на дело в лучшем состоянии. Это приходилось проделывать и по причине позднего захода Луны.

В этот раз проснулся пол второго. Пока собирался, располагался на крыше, немного прошёлся по классике, в итоге – приступил к Треугольнику ближе к трём часам. Оказалось, немного не рассчитал, и первые признаки рассвета застали меня врасплох. Но я уже взял одну галактику и решительно двинулся дальше, энергично перемещаясь от атласа к окуляру. А признаки рассвета, тем временем, всё отчётливее выдавали себя не только на горизонте, но и в поле зрения телескопа в глубинах высокого Треугольника... Но мне удалось хорошо зацепиться за туманный формат слабых сигналов, и открытия мои продолжались под собственное удивление и ликование. Фиксация некоторых из галактик была просто жест! И так все семь: NGC769, 778, 777, 785, 783, 789, 798. Яркость только у двух из них составляет 12 m, а у остальных варьирует от 13 m до 13,6 m... В ту ночь я был очень признателен своему монстрику за минуты счастья и приобретение хорошего опыта...

Ну, а этот рассвет я встречал под восход Ригеля словно египетский жрец, и даже спутник был ещё при нём... Вокруг стояла невероятная тишь – ни колебания воздуха, ни звука, будто куда-то убрали атмосферу. Я просто стоял на крыше и проникался чудом мироздания. Вдруг из каких-то дальних деревень стало доноситься едва уловимое пение петухов. Это было так далеко и тихо, что приходилось напрягаться, словно я продолжал собирать космические сигналы. И меня это даже увлекло: вот слышится, но на пределе, а вот мерещится на грани глюка и т.д. )

**Богуслав Вилкочинскас, любитель астрономии, boguslav на <https://astronomy.ru>**

*Продолжение (предыдущая часть в номере 11 за 2018 год)*



**2001г На проходящей в Сан-Диего (шт. Калифорния, США) 197-й ежегодной встрече Американского астрономического общества 7-9 января объявлено:**

1) **ДВЕ ГАЛАКТИКИ СОЕДИНЯЕТ "ТРУБОПРОВОД"**. Распространен очередной снимок, сделанный камерами орбитального телескопа "Hubble". На изображении виден межгалактический "трубопровод" вещества, текущего между двумя галактиками, столкнувшимися 100 миллионов лет назад. "Трубопровод" (на снимке - темная струя материи) начинается в галактике NGC 1410 (слева), растягивается на 20 тысяч световых лет и обертывает, подобно ленте, галактику NGC 1409 (справа). Хотя астрономы и раньше наблюдали подобные картины космических катастроф, это изображение является наиболее четким представлением процесса перетекания вещества из одной галактики в другую. Пока неясно, из какого места в NGC 1410 истекает вещество и почему оно движется в сторону NGC 1409, а не наоборот. Также непонятно, происходит ли в NGC 1409 процесс образования новых звезд или приобретенное галактикой вещество используется в иных "целях". Снимок был сделан "Hubble" 25 октября 1999 года.

2) **ЕЩЕ У ДВУХ ЗВЕЗД ОБНАРУЖЕНЫ ПЛАНЕТЫ**. Астрономы объявили об открытии новых планет у других звезд. Это открытие, по мнению специалистов, может заставить пересмотреть современные взгляды на строение как планетарных систем и даже изменить само определение "планета". Бригада "охотников" за планетами во главе с американским астрономом Джеффри Марси (р.29.09.1954, Geoffrey Marcy) из Калифорнийского университета в Беркли сообщила об обнаружении очень большой планеты у звезды HD 168443. Ее размеры, как минимум, в 17 раз превосходят размеры Юпитера, что является беспрецедентным для объектов данного типа.

Предыдущий рекорд равнялся 13 массам Юпитера. Звезда удалена от Земли на расстояние в 123 световых года, а планета облетает светило по орбите за 4,85 земных года при удалении всего в 430 миллионов километров. Расстояние планеты от звезды вызывает наибольшее удивление. Никогда ранее не обнаруживались столь большие тела на таком незначительном удалении. Размеры планеты и расстояние между ней и звездой может заставить пересмотреть понятие планеты, так как стирается грань между ними и коричневыми карликами. Кроме гиганта, у HD 168443 есть еще одна планета юпитерианского класса, но меньшая по размерам. Другая планетарная система найдена у небольшой звезды Gliese 876 в 15 световых годах от Земли. В дополнение к ранее открытой планете, облетающей звезду за 60 дней, открыта еще одна планета, меньшая по размерам, облетающая звезду за половину этого срока. Обе планеты как бы находятся в точках гравитационного резонанса. Такое впервые обнаружено за пределами Солнечной системы. В нашей системе в точках гравитационного резонанса находятся Нептун и Плутон (3:2; Нептун трижды облетает Солнце, а Плутон делает это дважды за тот же срок), а также спутники Юпитера Ио, Европа и Ганимед (4:2:1). С учетом последнего открытия, к настоящему времени известны уже 55 планет вне Солнечной системы. И череда открытий продолжается.

3) **НАЙДЕН САМЫЙ БОЛЬШОЙ ОБЪЕКТ ВО ВСЕЛЕННОЙ**. Астрономы нашли то, что может являться самым большим образованием во Вселенной - скопление квазаров и галактик, занимающее область в 600 миллионов световых лет в поперечнике. Структура, включающая в себя миллиарды и миллиарды звезд, удалена от Земли на 6,5 миллиардов световых лет. "Изучив данные астрономических наблюдений за многие годы, мы не нашли в архивах ничего большего, чем открытый кластер", - заявил Джордж Уиллиджер (George Williger) из национальной обсерватории США, ныне работающий в Центре космических полетов имени Годдарда (NASA Goddard Space Flight Center). Если смотреть с Земли, то скопление расположено чуть ниже созвездия Льва. Его размеры - 2 на 5 угловых градусов, что в 40 раз больше полной Луны, как она видится с Земли. Уиллиджер заявил, что пока неясно, возникло ли это скопление в результате гравитационного взаимодействия или случайно сформировалось как результат Большого взрыва. Не исключено, что в этой части Вселенной после Большого взрыва возникли условия, которые сделали возможным интенсивное формирование близко расположенных друг к другу звезд и галактик. Структура включает в себя 11 галактик и 18 квазаров, хотя по всем расчетам в этой области Вселенной должны были присутствовать только 2-3 квазара и четыре галактики. Уиллиджер и его коллеги вели наблюдения с помощью 4-метрового



телескопа Cerro Tololo в межамериканской обсерватории в Чили. Структуру удалось обнаружить на основе косвенных данных - при наблюдении расположенного еще дальше квазара было обнаружено поглощение излучения, которое могло произойти только при существовании такого огромного звездного образования. Уиллиджер считает, что суперкластер Льва по своим размерам в два раза больше кластера Великая Стена, считавшегося до недавнего времени крупнейшей структурой во Вселенной.

4) ИЗУЧАЯ АРХИВЫ, АМЕРИКАНСКИЕ АСТРОНОМЫ НАШЛИ ПУЛЬСАР. Представлен доклад о взрыве сверхновой звезды, свидетелями которого стали астрономы Древнего Китая. Естественно, древние астрономы не использовали термин "сверхновая", но в своих записях упоминают о появлении в период с середины апреля до середины мая 386 года в созвездии Стрельца новой звезды. В 70-е годы XX века на этом месте радиоастрономы обнаружили расширяющуюся газовую туманность и поток высокоэнергетических частиц. Открытый объект получил наименование G11.2-0.3. В 1997 году с помощью рентгеновского телескопа в этой же области был обнаружен пульсар. Спустя три года на основе данных с рентгеновского космического телескопа "Chandra" было выяснено, что найденный пульсар, находящийся точно в геометрическом центре туманности, это и есть то, что осталось от взрыва сверхновой. Это второй пульсар, образовавшийся в результате зафиксированного в архивах взрыва сверхновых. До сего дня только о пульсаре в Крабовидной туманности было известно, что он появился после взрыва сверхновой в 1054 году. В записях историков имеется не менее десятка упоминаний появления на небе звезд, которые, возможно, были взрывами сверхновых.

5) ОТКРЫТО 154 БЫСТРОВРАЩАЮЩИЕСЯ ЗВЕЗДЫ. Сотрудник Института земной и планетарной физики Ливерморской национальной лаборатории Эндрю Дрейк (Andrew J. Drake) представил доклад об открытии в центральной части Млечного Пути 154 быстро движущихся звезд. Обнаружение новых астрономических объектов стало результатом семилетних наблюдений за центром нашей галактики. Открытие примечательно тем, что движущиеся звезды идентифицированы на фоне миллионов других звезд, расположенных в этом секторе галактики. До сих пор быстро движущиеся звезды удавалось обнаружить только на окраинах Млечного Пути. Для поиска быстро движущихся звезд были использованы фотографии, полученные с помощью Большого Мельбурнского Телескопа в Канберре (Австралия). Для дальнейших исследований предполагается использовать космический интерферометр "SIM" ("Space Interferometry Mission"), запуск которого запланирован на 2009 год.

6) Используя радиотелескоп "Very Large Array" (VLA) в штате Нью-Мексика (США) и радиотелескоп "Westerbork Synthesis" (WSRT) в Нидерландах, астрономы получили самые детальные чем когда-либо изображения водородного газа в спиральной галактике М33, известной также как Pinwheel Galaxy. "Изображения с тем уровнем

детализации, которого мы достигли, дает нам возможность определить соотношение масс звезд и массы межзвездного газа. А это, в свою очередь, поможет более точно определить возраст галактики", - заявил сотрудник Национальной радио обсерватории США Дэвид Тилкер (David Thilker), принимавший участие в исследованиях. VLA и WSRT принимали радиоволны в диапазоне 21 см, что соответствует излучению атомов водорода. Используя эти данные, астрономы смогли построить распределение атомов нейтрального водорода в М33. Кроме того, учитывая, что атомы водорода излучают в определенном диапазоне, ученые смогли обнаружить вращение галактики. Галактика М33 вместе с Млечным Путем и Туманностью Андромеды образует локальную группу галактик. По своим размерам М33 вдвое меньше, чем наша галактика.

7) Используя для изучения живописной планетарной туманности "Кошачий глаз" (Cat's Eye), известной также под обозначением NGC 6543, рентгеновский телескоп "Chandra", астрономы неожиданно для себя обнаружили центральную стареющую звезду, испускающую мощный поток рентгеновского излучения. По всем признакам, температура поверхности звезды не превышает 60 тысяч градусов, хотя для такого мощного излучения необходима температура в несколько миллионов градусов. Через несколько миллионов лет звезда должна превратиться в белого карлика. Наложив снимки, сделанные в оптическом диапазоне телескопом "Hubble" и в рентгеновском телескопом "Chandra", ученые смогли получить красочное изображение. Специалисты надеются, что изучение туманности позволит им лучше понять процессы, происходящие при формировании планетарных систем типа Солнечной



2001г В 2001 году к шести звездам солнечного типа было отправлено «Детское радиопослание» (Teen-Age Message). Здесь впервые была применена трехзвенная структура: сначала излучалось монохроматическое зондирующее

колебание, затем передавалась аналоговая информация (музыка) и, наконец, цифровая. В качестве источника аналогового колебания использовался электромузыкальный инструмент терменвокс, генерирующий квазимонохроматические сигналы с низким уровнем обертонов, что облегчает обнаружение и «восприятие» таких сигналов на межзвездных расстояниях. Цифровая часть состояла из 28 двоичных изображений суммарным размером 648220 бит. имя обозначение созвездие

#### отправлено

HD 197076	Дельфин	29 августа 2001	Февраль 2070
47 UMa	Большая Медведица	3 сентября 2001	Июль 2047
37 Gem	HD 50692 Близнецы	3 сентября, 2001	Декабрь 2057
HD 126053	Дева	3 сентября, 2001	Январь 2059
HD 76151	Гидра	4 сентября, 2001	Май 2057
HD 193664	Дракон	4 сентября, 2001	Январь 2059

#### прибытие

**2001г** Группа учёных Франции, США и Чили опубликовала в журнале «The Astrophysical Journal» за январь 2001г результаты исследований, исходя из которых спиральные галактики, в частности и наша образовались из компактных галактик. Основаниями для этой гипотезы легли те факты, что спектры далёких ярких компактных галактик очень похожи на спектры ядер спиральных галактик. По мнению учёных современные компактные галактики также могут эволюционировать в спиральные. Существования галактики такого типа ещё до открытия предвидел швейцарский астрофизик Ф. Цвикки. Ближайшая к нам компактная галактика – М 32. Компактные галактики распределяются по типу спектра излучения: от голубых до инфракрасных.

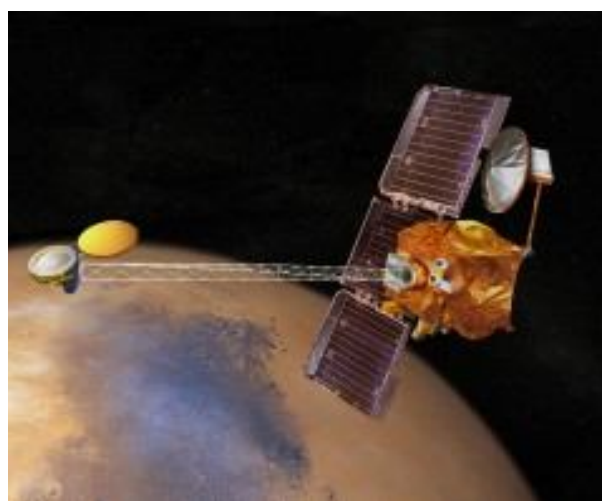
Компактная галактика — далёкая галактика, которая на звёздном небе похожа на обычные звёзды. Этот объект с высокой яркостью поверхности, который имеет большое красное смещение, что свидетельствует о значительном расстоянии до него. Крупнейшие галактики из-за своей яркости могут превышать в сотни раз яркость сверхгигантских галактик, имея голубой цвет. В большинстве из них обнаружено радиоизлучение не теплового происхождения. Согласно теории астронома И. Шкловского, такое излучение возникает вследствие торможения в магнитном поле электронов и более тяжёлых заряженных частиц. Эти частицы должны двигаться со скоростями, близкими к скорости света. Такие скорости развиваются в результате значительных взрывов в галактике.

**2001г** В Санкт-Петербургском университете 6-12 августа прошла Всероссийская астрономическая конференция. Это первое общенациональное астрономическое мероприятие. Форум собрал более 500 российских ученых. Участники представили около 250 устных докладов и примерно столько же стендовых в 8 секциях: от космологии до Солнечной системы, не были забыты астрометрия и техника наблюдений. В частности на конференции прозвучало много наблюдательных докладов. Причем речь идет о первоклассных

результатах, в том числе полученных на отечественных инструментах: на 6-метровом телескопе и РАТАНе-600 в САО, на Пушинских радиотелескопах, на Калязинской 64-метровой антенне, на космических аппаратах ГРАНАТ, КВАНТ, Конус-Винд и т.д. Было много докладов с проектами астрономических наблюдений на МКС, проектами новых наземных и космических установок. Также прошло отдельное заседание, посвященное астрономическому образованию, и несколько других более официальных мероприятий.

Кроме представителей ведущих научных центров: САО, ИКИ, АКЦ ФИАН, ГАО (Пулково), ГАИШ и др. на конференции присутствовали ученые из множества других университетов, обсерваторий и институтов. Были гости из бывших советских республик, а также российские ученые, работающие сейчас за рубежом.

Следующую конференцию планируется провести только в 2004 г.



**2001г** 7 апреля ракетой-носителем «Дельта II» был запущен КА «Марс Одиссей» (Mars Odyssey) — космический аппарат НАСА, исследующий планету Марс с его орбиты. Главная задача, стоящая перед аппаратом, заключается в изучении геологического строения планеты и поиске минералов. В октябре «Одиссей» прибыл на марсианскую орбиту. Аппарату удалось получить данные, свидетельствующие о крупных запасах воды на Марсе. По-видимому, в некоторых областях на глубине порядка 45 см залегает порода, состоящая из замёрзшей воды на 70% по объёму. Изучение марсианского водяного льда продолжил аппарат «Феникс», который сел на поверхность планеты 26 мая 2008 года. «Одиссей» используется в качестве ретранслятора для передачи информации с марсоходов Спирит и Оппортьюнити.

Стартовая масса 725,0 кг, сухая масса — 331,8 кг, из которых 44,5 кг приходится на научную аппаратуру. Аппарат похож по конструкции на запущенную двумя годами ранее станцию Mars Climate Orbiter, но на 100 кг тяжелее. В стартовом положении аппарат имеет размеры 2,2x2,6x1,7 м, длина развёрнутой солнечной батареи — 5,8 м. Как и МСО, он состоит из двух основных отсеков — двигательной установки и приборного отсека в составе платформы служебного оборудования и платформы научной аппаратуры. Отличительной



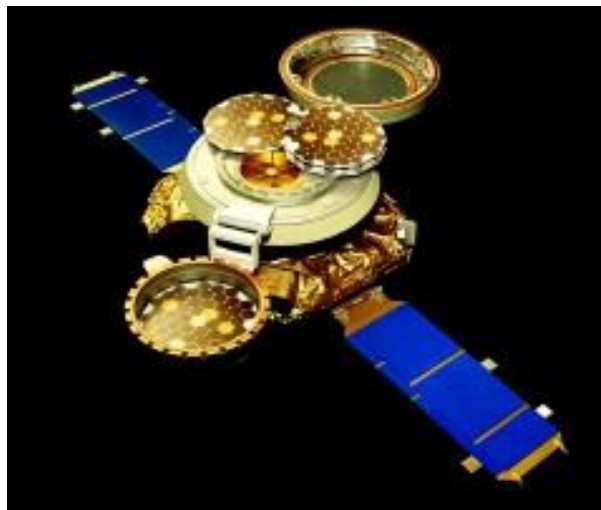
чертой MO-2001 является развертываемая 6-метровая штанга, на которой размещены датчики гамма-спектрометра GRS. На аппарате установлены следующие научные приборы: Гамма-лучевой спектрометр GRS. Это набор из трёх инструментов — собственно гамма-спектрометра GRS, детектора нейтронов высоких энергий HEND и нейтронного спектрометра NS.

Детектор HEND был изготовлен в Лаборатории космической гамма-спектроскопии ИКИ РАН и используется для обнаружения подповерхностных запасов водяного льда и элементного анализа состава поверхности по измерению потоков эпитепловых, резонансных и быстрых нейтронов. Основными регистрирующими устройствами прибора являются три пропорциональных счётчика с  $^3\text{He}$  и сцинтилляционный блок. Пропорциональные счётчики детектируют нейтроны с энергиями 0,4-1,0 электрон-вольт, 1,0 эВ — 1,0 кэВ и 1,0 кэВ — 1,0 МэВ.

Аппаратура MARIE (Mars Radiation Environment Experiment) предназначена для изучения радиационной обстановки на трассе перелёта и на орбите спутника Марса с последующим анализом возможных доз облучения и его последствий для человека. Инструмент представляет собой спектрометр энергичных частиц в диапазоне 15-500 МэВ на нуклон с полем зрения  $56^\circ$  и двумя кремниевыми детекторами размером 25,4x25,4 мм. Прибор THEMIS (Thermal Emission Imaging System) предназначен для многоспектральной съёмки поверхности Марса в видимой и инфракрасной части спектра. Прибор создан на базе камеры MARCI от MCO, имеет поле зрения  $4,6 \times 3,5^\circ$  и  $2,9 \times 2,9^\circ$  и разрешение — 100 и 20 м в инфракрасном и видимом диапазоне соответственно.

Аппарату удалось получить данные, свидетельствующие о крупных запасах воды на Марсе. По-видимому, в некоторых областях на глубине порядка 45 см залегает порода, состоящая из замёрзшей воды на 70 % по объёму. Изучение марсианского водяного льда продолжил аппарат «Феникс», который сел на поверхность планеты 25 мая 2008 года. «Одиссей» использовался в качестве ретранслятора для передачи информации с марсохода Спирит, используется по настоящее время для обеспечения связи с марсоходом Оппортьюнити. В июле 2012 года орбита Одиссея была скорректирована для передачи информации от нового марсохода Кьюриосити. В связи с возникшими проблемами в ноябре 2012 КА был переключён на запасной комплект оборудования и возобновил свою работу.

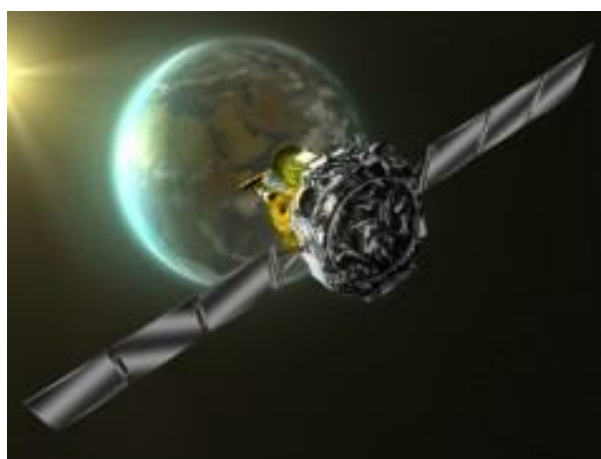
**2001г 8 августа был запущен Genesis — космический аппарат НАСА предназначенный для сбора и доставки на Землю образцов солнечного ветра. Вернулся он на Землю 8 сентября 2004г. Из-за ошибки при установке одного из датчиков ускорения приземление прошло нештатно — парашют не раскрылся и капсула с образцами на высокой скорости врезалась в землю. Тем не менее после анализа обломков учёным удалось получить некоторое количество образцов.**



**2001г 28.04.2001г. учёные с помощью телескопа «Хаббл» смогли увидеть в другой галактике пыль для зарождения новых планет.**

**2002г 11.04.2002г. – Американцы открыли 2 новые звезды, которые состоят не из нейтронов.**

**2002г Витимский болид упал в районе посёлков Мама и Витимский Мамско-Чуйского района Иркутской области в ночь с 24 на 25 сентября 2002 года. Витимский болид был зафиксирован спутником ВВС США и потерян им из вида на высоте 30 км. По свидетельствам очевидцев, видимые размеры болида были немногим меньше видимых размеров Луны и его свет долгое время освещал ночную тайгу. После падения метеорита был слышен звук, похожий на взрыв. Событие имело большой общественной резонанс, хотя общая энергия взрыва метеорита, по-видимому, сравнительно невелика — 200 тонн тротилового эквивалента (при начальной энергии 2,3 килотонны), максимальная начальная масса (до сгорания в атмосфере) — 160 тонн, а конечная масса осколков — порядка нескольких сотен килограммов.**



**2002г 17 октября с космодрома Байконур (Казахстан) запущена на орбиту 9 000 — 153 000 км с периодом обращения 72 часа Международная обсерватория гамма лучей (INTERNATIONAL GAMMA-RAY ASTROPHYSICS LABORATORY/INTEGRAL)— орбитальная обсерватория, предназначенная для изучения галактических и всенегалактических объектов в**

**жёстком {рентгеновском и гамма диапазоне.** INTEGRAL — проект Европейского Космического Агенства (ЕКА) в сотрудничестве с Роскосмосом и НАСА. Спутник INTEGRAL управляется из Центра управления в Дармштадте, Германия через наземные станции в Бельгии (Реду) и США (Голдстоун).

Основными объектами изучения для обсерватории являются: компактные галактические объекты (чёрные дыры, нейтронные звёзды, белые карлики); активные ядра галактик в ближней Вселенной; линии излучения радиоактивных элементов, возникающие в межзвёздной среде Галактики; аннигиляционное излучение позитронов в нашей Галактике;

В настоящее время приборы этой обсерватории являются наиболее чувствительными инструментами для детектирования фотонов таких больших энергий и построения изображений в этом диапазоне. Ввиду того, что фотоны жёсткого рентгеновского и гамма диапазонов практически невозможно отклонить от прямого пути и таким образом сфокусировать, то для построения изображений основные инструменты обсерватории используют принцип кодирующей апертуры. Скорее всего, инструменты обсерватории INTEGRAL (а также телескоп BAT обсерватории SWIFT) будут являться последними в серии телескопов жёстких рентгеновских лучей с кодирующей апертурой, ввиду того, что для дальнейшего значительного увеличения чувствительности инструментов такого типа необходимо увеличивать массу инструментов в более чем 10 раз, что в настоящее время невозможно при имеющихся носителях (масса обсерватории INTEGRAL ~4,2 тонны). Космический аппарат INTEGRAL является копией спутника XMM-Ньютон, что позволило значительно сократить затраты на проект. Для управления спутником используется двигатель на гидразине, 544 кг которого было запасено в 4 подвесных баках. Благодаря специальной схеме запуска спутника удалось сохранить неожиданно большую часть топлива, что теперь позволяет аппарату физически работать на орбите более 10-15 лет. Солнечные батареи имеют размах 16 метров и обеспечивают мощность 2,4 кВт. Производитель спутника — компания Алениа (Alenia Spazio). Обсерватория состоит из двух основных (IBIS, SPI) и двух вспомогательных приборов (JEM-X, OMC).

IBIS — телескоп с кодирующей маской. Рабочий диапазон энергий — от 15 кэВ до 10 МэВ. В диапазоне 15-300 кэВ фотоны регистрируются детектором ИСГРИ (набор кадмий-теллуридовых элементов), в диапазоне 300 кэВ-10 МэВ — в основном детектором ПИКСИТ (цезий-йодовые элементы). Детекторы телескопа имеют полную площадь около 2500 кв.см, половина из которых затмевается кодирующей маской.

SPI — германиевый спектрометр, состоящий из 19 отдельных детекторов. Рабочий диапазон энергий от 20 кэВ до 8 МэВ. Германиевые детекторы охлаждаются до температуры ~80° К, что даёт возможность достичь беспрецедентного энергетического разрешения 2 кэВ на энергии 1МэВ. Комплекс детекторов помещён в систему активной

антисовпадательной защиты, построенной на кристаллах германата висмута (BGO).

Вспомогательные приборы JEM-X и OMC предназначены для изучения объектов в обычном рентгеновском (<10-20 кэВ, JEM-X) и оптическом (OMC) диапазонах

Обсерватория INTEGRAL продолжает успешно работать на орбите. Среди основных результатов обсерватории необходимо отметить:

Построение карты области Центра Галактики в жёстком рентгеновском диапазоне с очень высокой чувствительностью.

Открытие целого набора галактических источников жёсткого рентгеновского излучения, скрытых поглощением пыли в других диапазонах энергий (например, стандартном рентгеновском 1-10 кэВ, или оптическом)

Открытие новой жёсткой рентгеновской компоненты в излучении так называемых аномальных рентгеновских пульсаров и магнитаров. Природа возникновения этой компоненты не до конца ясна.

Измерение с высокой точностью формы спектра аннигиляционного излучения позитронов из галактического центра.

Впервые измерено излучение хребта Галактики на энергиях выше 20 кэВ. Показано, что до энергий 50-60 кэВ оно создаётся суммарным излучением большого количества аккрецирующих белых карликов.

Проведены подсчёты источников жёсткого рентгеновского излучения на всём небе. По результатам этих подсчётов измерены статистические характеристики галактических и внегалактических источников в ближней Вселенной.



**2003г 1 февраля — катастрофа многоразового транспортного космического шаттла «Колумбия» (полёт STS-107). Корабль взорвался при заходе на посадку; все семеро членов экипажа погибли: командир Рик Хасбэнд, пилот Уильям МакКул, бортовой инженер Майкл Андерсон, научные специалисты Лорел Кларк, Дэвид Браун, Калпана Чавла и первый израильский астронавт Илан Рамон. Это было 28-е космическое путешествие «Колумбии».**

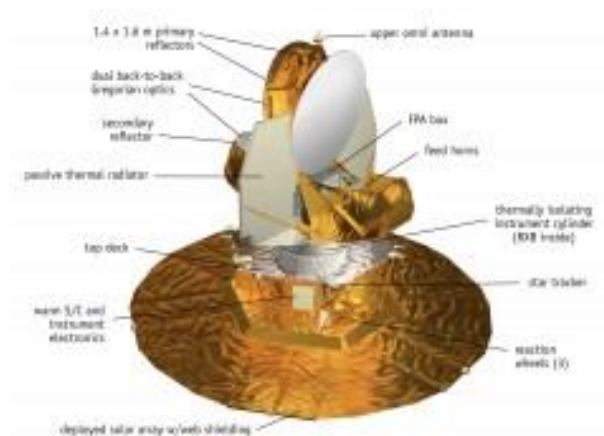


Строительство «Колумбии» было начато 27 марта 1975 года, а 24 марта 1979 года «Колумбия» была передана в эксплуатацию НАСА.

Первый пилотируемый полёт многоразового транспортного космического корабля «Колумбия» STS-1 состоялся 12 апреля 1981 года (до этого момента НАСА не выводила астронавтов на орбиту уже 6 лет). Командиром экипажа был ветеран американской космонавтики Джон Янг, пилотом — Роберт Криппен, до этого не бывавший на орбите. Полёт был (и остаётся) уникальным: самый первый, фактически, испытательный запуск космического корабля, проводился с экипажем на борту (причина в том, что шаттл не может сесть без пилотов).

Во время полёта Колумбии STS-9 (28 ноября 1983г) впервые на борту был экипаж из 6 астронавтов. Среди этих шести астронавтов находился Ульф Мербольд (ФРГ), он был первым иностранцем на американском космическом корабле.

Командиром полета «Колумбии» (STS-93) (27 июля 1999г) была Айлин Коллинз — первая женщина-командир американского космического корабля.



**2003г 11 февраля — космический аппарат WMAP завершил первое детальное картографирование распределения космического микроволнового фонового излучения.**

WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) — космический аппарат НАСА, предназначенный для изучения реликтового излучения, образовавшегося в результате Большого взрыва в момент зарождения Вселенной.

Аппарат был выведен на орбиту спутника Земли 30 июня 2001. Первоначально предполагалось, что продолжительность активного существования зонда составит 27 месяцев, из которых 3 месяца уйдут на перемещение аппарата в точку либрации L2, а ещё 24 месяца — собственно на наблюдения микроволнового фона. По завершении ожидаемого срока работы было решено продлить миссию до сентября 2009 года. 6 октября 2010 года НАСА объявило, что спутник закончил свою миссию и будет отправлен на орбиту захоронения. Размеры: 3,8x5 м;

Масса: 840 кг;

Орбита: около точки Лагранжа Земля-Солнце в 1,5 млн. км от Земли.

Чувствительность радиометров: 20 микрокельвинов на пиксел (квадрат со стороной 0.3°).

Первоначально аппарат назывался MAP («карта» — англ.). После смерти одного из научных руководителей проекта Давида Вилкинсона (Wilkinson) 5 сентября 2002, спутник был переименован в его честь.

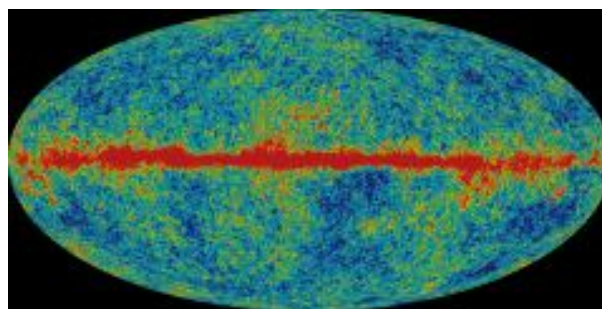
Собранная WMAP информация позволила учёным построить самую детальную на сегодняшний день карту флуктуаций температуры распределения микроволнового излучения на небесной сфере. Ранее первую подобную карту удалось построить по данным аппарата НАСА COBE, однако её разрешение существенно — в 35 раз — уступало данным, полученным WMAP.

Данные WMAP показали, что распределение температуры реликтового излучения по небесной сфере имеет определённую структуру, его флуктуации не полностью случайны. Параметры функции, описывающей измеренное распределение, согласуются с моделью Вселенной, состоящей:

на 4 % из обычного вещества,

на 23 % из так называемой тёмной материи (возможно, из гипотетических тяжёлых суперсимметричных частиц) и

на 73 % из ещё более таинственной тёмной энергии, вызывающей ускоренное расширение Вселенной.



Данные WMAP позволяют утверждать, что тёмная материя является холодной (то есть состоит из тяжёлых частиц, а не из нейтрино или каких-либо других лёгких частиц). В противном случае лёгкие частицы, движущиеся с релятивистскими скоростями, размывали бы малые флуктуации плотности в ранней Вселенной.

Среди других параметров, из данных WMAP определены (исходя из  $\Lambda$ CDM-модели, то есть Фридмановской космологической модели с  $\Lambda$ -членом и холодной тёмной материей):

возраст Вселенной установлен 21 февраля в:  $(13.73 \pm 0.12) \times 10^9$  лет;

постоянная Хаббла:  $71 \pm 4$  км/с/Мпк;

плотность барионов в настоящее время:  $(2,5 \pm 0,1) \times 10^{-7}$  см<sup>-3</sup>;

параметр плоскостности Вселенной (отношение общей плотности к критической):  $1,02 \pm 0,02$ ;

суммарная масса всех трёх типов нейтрино:  $< 0,7$  эВ.

**Анатолий Максименко, любитель астрономии, <http://astro.websib.ru/>**

## ПОЯС ВСЕЛЕНСКОГО ВДОХНОВЕНИЯ

*"Всё, что я делаю, – это попытки приблизиться к тому, что не я делаю, а что уже есть, и я должен только зафиксировать..." А.Шнитке*

*Изображение: JAXA*



Трудно было в это верить. В происходящее передо мною и непосредственно со мною. Больше всего удивляло то, что при этом не было никакого страха и тревоги. Внезапное потрясение, сковавшее сознание будто электрической дугой, растворялось и исчезало куда-то, уступая место осмыслению происходящего... Удивительное чувство. Всё становится понятным без вопросов и объяснений: и наличие предо мною летательного аппарата, и эти люди... Я их воспринимал как людей, хотя осознавал, что они не из наших. Двое стояли у открытого входа в дивную машину, куда я направлялся по их бессловесному приглашению. Осознание всего происходящего меня не покидало, и при этом интуитивно чувствовал, что я подключён к некоему полю взаимопонимания... На последних шагах ко входу мелькнуло: неужели я в последний раз вижу этот лес, Землю, расстанусь с семьёй и со всем, что именуем жизнью на Земле?!

Я уверенно вошёл внутрь и будто стал частью команды. Лица их были спрятаны за тонированными

гермошлемами, но мы общались на понятном и мне, и им, языке. В едином поле взаимопонимания становится очевидным смысл происходящего, и нас уже объёмлет одна общая цель... Машина новых технологий мчит нас в глубины Вселенной. За основным монитором отчётливо видно смещение и приближение звёзд, словно мы в виртуальной игре. И при этом, ощущение полнейшего спокойствия, пребывания в чьих-то надёжных руках.

Попутчики обнажили головы, но лиц пока не вижу, они сидят впереди меня у монитора. При тусклом свете разглядываю их затылки. Действительно, всё в их образе выглядит очень почеловечески. Из тех немногих слов понимаю, что мы перемещаемся в миры обитания этих двух. Длительное молчание, тишина и, завораживающая взор, живая космическая картина перед нами.

Ко мне начала поступать новая информация от попутчиков, с более подробным изложением о цели и маршруте. Поворотом кресел оба разворачиваются ко мне лицами. Внутренний покой неожиданно сменяется волнением и изумлением. Такие знакомые лица, но распознать их и осмыслить сразу не получается... О, Боже, передо мною отец и сын Тарковские! Почти родные лица, но необычайно умиротворённые, безо всякой печати прожитого на земле. Просто ангельские лица! И оба примерно одного возраста. Слушаю их и, как могу, сдерживаю свои эмоции, не смея разрушать общей гармонии и серьёзности атмосферы...

Приближаемся к назначенной цели. Вот он, тот самый гигантский Пояс малых планет-астероидов. Уже появился вдали в виде тусклого светящегося облака... По мере приближения, облако становится всё ярче и красивее... Вот уже начинают подробнее проявляться его отдельные детали. Фактура Пояса вырисовывается россыпью многочисленных планет. Восхищают небывалой красоты их цвета и оттенки. Мы уже практически входим в эти мириады небесных тел. Среди них и крупные, и малые, есть просто осколки.

Свет некоторых планет ярок, а иные отражают тусклое матовое свечение. Каждая отдельная из этой россыпи по-своему красива и неповторима. Мы любуемся лишь внешним видом тел, поскольку за атмосферой, как за ширмой скрывается их поверхность, их действительный облик. Природа этого удивительного разнообразия состоит в том, что Пояс располагается среди скопления ярких разноцветных звёзд, и каждая планета отражает сочетания этих цветов по-своему.



“Все эти планеты имеют отношение к вам, – произнёс Андрей, – это Пояс Вселенского Вдохновения. То, что происходит на этих планетах, служит вам искрами радости и утешения, обогащает ваш духовный мир, порождает творческие идеи, вдохновляя особо чувствительных создавать произведения искусства. Композиторов, художников, писателей, режиссёров... Сейчас ты увидишь, что происходит на этих планетах”.

Андрей включил специальный фильтр. Планеты на экране в одночасье перестали светиться и сделались однообразными. Они стали отличаться друг от друга лишь размерами, формой. Звёздный корабль почти до предела уменьшил свою скорость, а изображение планет на мониторе стало увеличиваться. На отдельных окошечках экрана возникло множество планетных панорам, и мы стали разглядывать их крупным планом, каждую отдельно. Отчётливо и подробно предстало происходящее на них... Но что же это?! Я увидел знакомые мне образы. Некоторые планетки, например, напоминали павильоны киностудий, в которых узнавались сюжеты наших земных фильмов. Их герои жили там самостоятельной жизнью. Можно было увидеть даже сюжеты мультфильмов. Встречались и тихие планеты с потрясающими пейзажами и молчаливыми сценами. Я узнавал их в картинах земных художников. Среди них были также астероиды, оформленные абстрактными образами, а иные передавали лишь звучание великолепной музыки.

“В то же время, когда во Вселенной произошёл Великий сбой – продолжал Андрей, – в этом Поясе стали происходить ужасные вещи. Смотри...”

На экране появились отвратительные сцены, безобразные образы, пошрое звучание. Всё это хранили в себе множество планет, и отличить их от остальных еще совсем недавно не представлялось возможным. В них я тоже стал узнавать образцы нашего земного искусства. И это было таким отвратительным контрастом, что смотреть было невыносимо.

“Вскоре мы сойдём на одну прекрасную маленькую планету. Там ты примешь послание...”, – закончил говорить Андрей.

Когда наши ноги ступили на эту планету, я почти сразу же узнал её, испытав прилив большой радости. На этой планетке так легко дышалось, а атмосфера была наполнена замечательным ароматом розы. Да, это была обитель Маленького Принца, словно оживший объёмный рисунок Экзюпери! Принц сидел недалеко от своей Розы и о чём-то мечтал, совсем не замечая нас. Молча обойдя крохотную планету с вулканами, мы остановились вновь у нашей родной звёздной машины. “Нам пора прощаться” – сказал Арсений... Во мне что-то будто перевернулось. Очень хотелось возразить и как-то остановить это, но разум мой понимал, что я не

имею права не довериться этим двум моим проводникам в мире чудес.

Арсений продолжал: “Сейчас ты получишь некий дар и благополучно отправишься обратно домой... Ты – писатель, и здесь ты увидел очень многое. Храни этот свет в глазах и в своём сердце, и прими как завещание от нас. А о чём писать – ты знаешь сам. Прощай...”

Я терпеливо молчал. Мне так хотелось броситься на шею возвращающимся в свой звездолёт дорогим моим друзьям. И вдогонку лишь вырвалось: “А как называется ваша планета?!”

– Зеркало, – впервые немного улыбнулся Андрей, и дверь корабля сокрыла его последний доброжелательный взгляд...

Моё сердце внезапно стал наполнять огромный поток необычной энергии, и я как будто стал растворяться в ней, сделался невесомым и куда-то вместе с ней полетел... Очнулся в незнакомой комнате. На меня в упор смотрели большие умные задумчивые глаза юного мальчика. Я же по-прежнему был невесом. И вскоре сообразил, что мальчик разглядывает не меня, а книгу, читает её. А я нахожусь внутри книги и вокруг неё. Мальчик стал перелистывать страницы прямо через меня, но я этого совершенно не чувствовал. Это были страницы “Маленького Принца”. Юный читатель что-то начал шептать, перечитывая несколько раз отрывок. Останавливался, размышлял. Мне трудно было оторваться от его одухотворённых глаз. Они мне напоминали недавних моих путников-небожителей.

В комнате заиграла мелодия. Мальчик поднёс телефон к уху и принялся разговаривать. Мне отчётливо слышался далёкий голос его матери. Она попросила прийти на остановку и встретить её с автобуса. Человек быстро оделся, и, прихватив под мышку книгу, вынес её из квартиры вместе со мною. Пробежался по нескольким ступенькам, а затем одним прыжком одолел оставшуюся часть лестничного проёма. Я же остался висеть где-то позади резвого юнца. Медленно опускаясь на землю, тело моё стало наполняться тяжелой материей, приобретая свой первоначальный вид и прежнее состояние. С каким же удовольствием я прошагал по ступенькам путь до выхода из подъезда. Вид хорошо знакомой улицы привёл меня в неописуемый восторг.

Неспешно побрёл домой вместе с потоком воспоминаний, среди которых вновь отчётливо звучало: “А о чём писать – ты знаешь сам”...

**Богуслав Вилкочинскас, любитель астрономии, boguslav на <https://astronomy.ru>**

479 Caprera occults HIP 33753 on 2018 Dec 10 from 20h 25m to 20h 48m UT

Star:  
Mv = 7.7  
RA = 7 0 39.3021 (J2000)  
Dec = 12 44 24.045 ...  
[of Date: 7 1 43, 12 42 40]  
Prediction of 2017 May 24.0

Max Duration = 9.8 secs  
Mag Drop = 5.2  
Sun : Dist = 152 deg  
Moon : Dist = 163 deg  
illum = 12 %  
E 0.037"x 0.012" in PA 87

Asteroid:  
Mag = 12.9  
Dia = 70km, 0.072"  
Parallax = 6.558"  
Hourly dRA = -1.760s  
dDec = 6.40"



### Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

3 декабря - Луна ( $\Phi = 0,16-$ ) близ Спика и Венеры,

5 декабря - Луна ( $\Phi = 0,02-$ ) близ Меркурия,

6 декабря - Луна ( $\Phi = 0,01-$ ) близ Юпитера,

7 декабря - Меркурий в стоянии с переходом от попятного движения к прямому,

7 декабря - новолуние,

7 декабря - Марс проходит в двух угловых минутах (!) севернее Нептуна,

7 декабря - долгопериодическая переменная звезда R Лисички близ максимума блеска (7m),

8 декабря - максимум действия метеорного потока Моноцеротиды (ZHR= 2) из созвездия Единорога,

8 декабря - астероид (40) Гармония (9,4m) в противостоянии с Солнцем,

9 декабря - покрытие Луной ( $\Phi = 0,04+$ )

Сатурна при видимости в Сибири,

9 декабря - Луна ( $\Phi = 0,04+$ ) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,

10 декабря - покрытие на 10 секунд астероидом Капрера (479) звезды HIP33753 (7,7m) из созвездия Близнецов при видимости на Европейской части России,

10 декабря - Луна ( $\Phi = 0,11+$ ) в нисходящем узле своей орбиты,

12 декабря - Луна ( $\Phi = 0,23+$ ) в апогее своей орбиты на расстоянии 405175 км от центра Земли,

13 декабря - максимум действия метеорного потока Геминиды (ZHR= 120) из созвездия Близнецов,

14 декабря - Луна ( $\Phi = 0,42+$ ) близ Нептуна,

15 декабря - Луна ( $\Phi = 0,45+$ ) близ Марса,

15 декабря - Луна в фазе первой четверти,

15 декабря - Меркурий достигает максимальной утренней (западной) элонгации 21,5 градуса,

16 декабря - покрытие на 4 секунды астероидом Альфатерна (1191) звезды HIP32535 (7,5m) из созвездия Единорога при видимости на Европейской части России,

18 декабря - Луна ( $\Phi = 0,75+$ ) близ Урана,

18 декабря - астероид (433) Эрос (9,4m) в противостоянии с Солнцем,

21 декабря - Луна ( $\Phi = 0,97+$ ) близ Альдебарана,

21 декабря - Меркурий проходит в градусе севернее Юпитера,

21 декабря - зимнее солнцестояние,

22 декабря - полнолуние,



22 декабря - максимум действия метеорного потока Урсиды ( $ZHR=10$ ) из созвездия Малой Медведицы,  
 23 декабря - Луна ( $\Phi=0,99$ -) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,  
 23 декабря - Юпитер проходит в 5 градусах севернее Антареса,  
 23 декабря - покрытие Луной ( $\Phi=0,97$ -) звезды дзета Близнецов ( $4,0m$ ) при видимости в северной половине страны,  
 24 декабря - Луна ( $\Phi=0,96$ -) в перигее своей орбиты на расстоянии 361060 км от центра Земли,  
 24 декабря - Луна ( $\Phi=0,96$ -) в восходящем узле своей орбиты,  
 26 декабря - Луна ( $\Phi=0,8$ -) близ Регула,  
 27 декабря - долгопериодическая переменная звезда S Большой Медведицы близ максимума блеска ( $7m$ ),  
 29 декабря - Луна в фазе последней четверти,  
 29 декабря - астероид (6) Геба ( $8,5m$ ) в противостоянии с Солнцем.

**Обзорное путешествие по звездному небу декабря** в журнале «Небосвод» за декабрь 2009 года (<http://www.astronet.ru/db/msg/1232207>).

**Солнце** до 18 декабря движется по созвездию Змееносца, а затем переходит в созвездие Стрельца. Склонение центрального светила к 21 декабря в 16 часов 28 минут по всемирному времени достигает минимума (23,5 градуса к югу от небесного экватора), поэтому продолжительность дня в северном полушарии Земли минимальна. В начале месяца она составляет 7 часов 23 минуты, 22 декабря составляет 6 часов 56 минут, а к концу описываемого периода увеличивается до 7 часов 02 минут. Приведенные выше данные по продолжительности дня справедливы для городов на широты Москвы, где полуденная высота Солнца почти весь месяц придерживается значения 10 градусов. Наблюдать центральное светило можно весь день, но нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно обязательно (!) проводить с применением солнечного фильтра. (рекомендации по наблюдению Солнца имеются в журнале «Небосвод» <http://astronet.ru/db/msg/1222232>).

**Луна** начнет движение по зимнему небу в созвездии Льва у границы с созвездием Девы при фазе 0,4-. В созвездии Девы стареющий месяц пробудет до 4 декабря, уменьшив фазу до 0,1-. 3 декабря лунный серп пройдет севернее Спика и Венеры, а 4 декабря перейдет в созвездие Весов. 5 декабря старый месяц ( $\Phi=0,02$ -) пройдет севернее Меркурия, а 6 декабря при фазе 0,01- сблизится с Юпитером уже в созвездии Скорпиона. В этот же день Луна перейдет в созвездие Змееносца и примет здесь фазу новолуния 7 декабря, выйдя на вечернее небо. Постепенно увеличивая фазу, молодой месяц будет наблюдаться низко над горизонтом на фоне вечерней зари. 8 декабря тонкий лунный серп при фазе 0,1+ вступит во владения созвездия Стрельца, где покроет Сатурн при видимости в Сибири 9 декабря при фазе 0,04+ (близ максимального склонения к югу от небесного экватора). В этом созвездии Луна пробудет до конца дня 10 декабря, а в созвездие Козерога войдет при фазе 0,12+ близ

нисходящего узла и апогея своей орбиты. В созвездии Козерога Луна пробудет до 13 декабря, а в созвездие Водолея перейдет ( $\Phi=0,3+$ ). Здесь при фазе 0,42+ Луна пройдет южнее Нептуна 14 декабря, а на следующий день сблизится с Марсом при фазе 0,45+. В созвездии Водолея 15 декабря Луна примет фазу первой четверти, а 16 декабря посетит созвездие Рыб при фазе 0,55+. В этот же день ночное светило перейдет в созвездие Кита, а 17 декабря при фазе 0,7+ вновь вступит в созвездие Рыб и пойдет на сближение с Ураном, южнее которого пройдет на следующий день при фазе 0,75+. 18 декабря Луна при фазе 0,8+ вновь перейдет в созвездие Кита, а 19 декабря достигнет созвездия Овна при фазе 0,85+. 20 декабря яркий лунный овал перейдет в созвездие Тельца при фазе более 0,9+, где на следующий день пройдет в полутора градусах севернее Альдебарана при фазе 0,97+. Покрытия звезды не произойдет, т.к. текущая серия покрытий закончилась, а в следующий раз Луна покроет Альдебаран только 18 августа 2033 года. 22 декабря лунный диск посетит созвездие Ориона, где примет фазу полнолуния. 23 декабря полная Луна перейдет в созвездие Близнецов, находясь близ максимального склонения к северу от небесного экватора и перигея своей орбиты. 24 декабря Луна достигнет созвездия Рака при фазе 0,95-, находясь южнее кометы P/Stephan-Oterma (38P). Здесь 25 декабря ночное светило при фазе 0,92- пересечет рассеянное звездное скопление Ясли (M44) близ восходящего узла своей орбиты. При фазе 0,88- лунный овал 25 декабря достигнет созвездия Льва и устремится к Регулу, севернее которого пройдет на следующий день при фазе 0,8-. В созвездии Льва 28 декабря, когда при фазе 0,62- перейдет в созвездие Девы. Здесь Луна примет фазу последней четверти 29 декабря, а 30 декабря пройдет севернее Спика при фазе 0,38-. 31 декабря при фазе 0,28-, стареющий серп перейдет в созвездие Весов и закончит здесь свой путь по небу 2018 года при фазе 0,23-.

**Большие планеты Солнечной системы.**  
**Меркурий** перемещается попятно по созвездию Весов, меняя здесь движение на прямое 7 декабря. 15 декабря быстрая планета переходит в созвездие Скорпиона, а 20 декабря достигает созвездия Змееносца. Меркурий находится на утреннем небе, и наблюдается на фоне зари достаточно высоко над юго-восточным горизонтом. 15 декабря планета достигает утренней (западной) элонгации 21,5 градуса при продолжительности видимости более часа. В начале месяца видимый диаметр Меркурия имеет значение около 10 угловых секунд, а затем начинает уменьшаться, достигая к конца года значения 5 секунд дуги. Фаза планеты постепенно увеличивается от 0,1 в начале описываемого периода и до 0,9 к концу декабря. Это означает, что при наблюдении в телескоп Меркурий будет иметь вид серпа, превращающегося в полудиск, а затем - в овал. Блеск планеты увеличивается от 2m до -0,5m к середине месяца, а затем медленно начинает уменьшаться. В декабре 2016 года Меркурий прошел по диску Солнца, а следующее прохождение в следующем году 11 ноября.

**Венера** движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Девы, 13 декабря переходя в созвездие Весов. Планета видна на утреннем небе, увеличивая угловое удаление к западу от Солнца от 40 до 47 градусов, практически достигая к концу года максимальной западной элонгации. Во второй половине месяца Венера сблизится со звездой альфа Весов до 3 градусов. В телескоп наблюдается

тонкий серп без деталей. Серп планеты легко наблюдается даже в бинокль! Видимый диаметр Венеры уменьшается от 40" до 28", а фаза увеличивается от 0,25 до 0,45 при блеске, придерживающемся значения -4,8m.

**Марс** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея, 21 декабря переходя в созвездие Рыб. Планета наблюдается в вечерние часы над южным горизонтом в виде яркой красноватой звезды выделяющейся на фоне других звезд. Блеск планеты за месяц уменьшается от 0m до +0,4m, а видимый диаметр - от 9" до 7,5". Заканчивается благоприятный период видимости загадочной планеты в этом году. Марс 27 июля этого года прошел великое противостояние с Солнцем. Детали на поверхности планеты визуальное еще можно наблюдать в инструмент с диаметром объектива от 60 мм, и, кроме этого, фотографическим способом с последующей обработкой на компьютере.

**Юпитер** перемещается прямым движением по созвездию Скорпиона, постепенно сближаясь с Антаресом и переходя в созвездие Змееносца 13 декабря. Газовый гигант наблюдается в лучах восходящего Солнца. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы составляет около 31" при блеске, придерживающемся значения -1,7m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника видны уже в бинокль, а в телескоп в условиях хорошей видимости можно наблюдать тени от спутников на диске планеты. Сведения о конфигурациях спутников имеются в таблицах выше.

**Сатурн** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца близ шарового звездного скопления M22. Наблюдать окольцованную планету можно на фоне вечерней зари. Блеск планеты составляет 0,5m при видимом диаметре около 15". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимые размеры кольца планеты составляют в среднем 40x15" при наклоне к наблюдателю 26 градусов.

**Уран** (5,9m, 3,4") перемещается попятно по созвездию Овна (близ звезды омикрон Psc с блеском 4,2m) до 3 декабря, когда перейдет в созвездие Рыб. Планета видна всю ночь, а найти ее можно при помощи бинокля. Разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планету можно увидеть в периоды новолуний на темном чистом небе. Спутники Урана имеют блеск слабее 13m.

**Нептун** (7,9m, 2,3") движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея близ звезды лямбда Aqr (3,7m). Планета видна почти всю ночь. Для поисков самой далекой планеты Солнечной системы понадобится бинокль и звездные карты в [Астрономическом календаре на 2018 год](#), а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Фотографическим путем Нептун можно запечатлеть самым простым фотоаппаратом с выдержкой снимка 10 секунд и более. Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

**Из комет**, видимых в декабре с территории нашей страны, расчетный блеск около 10m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: P/Wirtanen (46P) и P/Stephan-Oterma (38P). Первая при максимальном расчетном блеске около 4m движется по созвездиям Кита, Эридана, Тельца, Персея, Возничего и Рыси. Вторая перемещается по созвездиям Рака и Рыси при максимальном расчетном блеске около 9m. Подробные сведения о других кометах месяца имеются на <http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://195.209.248.207/>.

**Среди астероидов** самыми яркими в декабре будут Юнона (7,6m) - в созвездии Эридана, а также Веста (8,0m) - в созвездии Козерога. Эфемериды этих и других доступных малым телескопам астероидов даны в таблицах выше. Карты путей этих и других астероидов (комет) даны в приложении к КН (файл mapkn122018.pdf). Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

**Из относительно ярких долгопериодических переменных звезд** (наблюдаемых с территории России и СНГ) максимума блеска в этом месяце по данным AAVSO достигнут: S Жирафа 8,1m - 4 декабря, Y Персея 8,4m - 5 декабря, R Геркулеса 8,8m - 6 декабря, X Кита 8,8m - 7 декабря, R Лисички 8,1m - 7 декабря, RT Центавра 9,0m - 22 декабря, R Микроскопа 9,2m - 24 декабря, U Змеи 8,5m - 25 декабря, U Персея 8,1m - 26 декабря, S Большой Медведицы 7,8m - 27 декабря, X Жирафа 8,1m - 30 декабря. Больше сведений на <http://www.aavso.org/>.

*Среди основных метеорных потоков 8 декабря в максимуме действия окажутся Моноцеротиды (ZHR= 2) из созвездия Единорога. Луна в период максимума этого потока будет иметь небольшую фазу и не будет помехой для наблюдений. 13 декабря в 12 часов 30 минут по всемирному времени максимума действия достигнут Геминиды (ZHR= 120) из созвездия Близнецов. Мощный зимний поток с высоким радиантом. Луна, в фазе близкой к первой четверти, частично помешает наблюдениям. 22 декабря максимума действия достигнут Урсиды (ZHR= 10) из созвездия Малой Медведицы. Луна, в фазе близкой к полнолунию, будет помехой наблюдениям. Подробнее на <http://www.imo.net>  
Другие сведения о явлениях года имеются в АК\_2018 - <http://www.astronet.ru/db/msg/1364103>*

### Ясного неба и успешных наблюдений!

Дополнительно в Астрономическом календаре на 2018 год - <http://www.astronet.ru/db/msg/1364103>

Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php> и на форуме Старлаб <http://www.starlab.ru/forumdisplay.php?f=58> Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в [Календаре наблюдателя № 12 за 2018 год](#) <http://www.astronet.ru/db/news/>

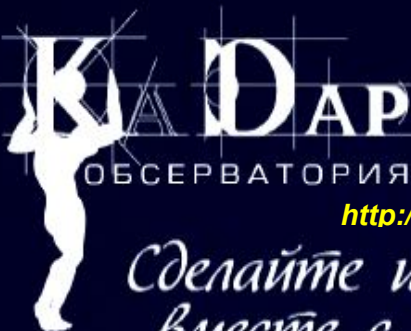
Александр Козловский, журнал «Небосвод»



# Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



КА ДАР  
ОБСЕРВАТОРИЯ

<http://www.ka-dar.ru/observ>

Сделайте шаг к науке  
вместе с нами!

**Астрономический календарь на 2018 год**

<http://www.astronet.ru/db/msg/1364103>

# АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца

<http://shvedun.ru>

<http://www.astro.websib.ru>

[astro.websib.ru](http://astro.websib.ru)



# Астрономия .RF

<http://астрономия.рф/>

Общероссийский астрономический портал

ТЕЛЕСКОПЫ - НАША ПРОФЕССИЯ

# Звездочет

<http://astronom.ru>

(495) 729-09-25, 505-50-04

Офис продаж: Москва, Тихвинский переулок д.7, стр.1 [\(карта\)](#)

О НАС    КОНТАКТЫ    КАК КУПИТЬ И ОПЛАТИТЬ    ДОСТАВКА    ГАРАНТИЯ



# большая вселенная

<http://www.biguniverse.ru>

# Неправильная галактика NGC 55



Небосвод 11 - 2018