

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ

12²³
декабрь



Небесный курьер (новости астрономии)
История астрономии 21 века Небо над нами: ДЕКАБРЬ - 2023

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



Астрономический календарь на 2005 год <http://astronet.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://astronet.ru/db/msg/1364103>
 Астрономический календарь на 2019 год <http://astronet.ru/db/msg/1364101>
 Астрономический календарь на 2020 год <http://astronet.ru/db/msg/1364099>
 Астрономический календарь на 2021 год <http://astronet.ru/db/msg/1704127>
 Астрономический календарь на 2022 год <http://astronet.ru/db/msg/1769488>
 Астрономический календарь на 2023 год <http://astronet.ru/db/msg/1855123>
 Астрономический календарь на 2024 год <http://astronet.ru/db/msg/1393061>
 Астрономический календарь на 2025 год <http://astronet.ru/db/msg/1393062>
 Астрономический календарь на 2026 год <http://astronet.ru/db/msg/1393063>
 Астрономический календарь на 2027 год <http://astronet.ru/db/msg/1393065>
 Астрономический календарь на 2028 год <http://astronet.ru/db/msg/1393067>
 Астрономический календарь на 2029 год <http://astronet.ru/db/msg/1393068>
 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>

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

Календарь наблюдателя на декабрь 2023 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



<http://astronet.ru>



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



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



<http://www.vokrugsveta.ru>



Вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на многих Интернет-ресурсах, например, здесь:

<http://www.astronet.ru/db/sect/300000013>

<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 <http://astronomy.ru/forum>



Уважаемые любители астрономии!

В ясные ночи декабря можно совершать увлекательные путешествия по звездному небу. «Подлинная красота туманности Ориона открывается 150-мм инструменту достаточно редко, в жутко ледяные, но особо прозрачные ночи. Тогда широкоугольный окуляр, дающий небольшое увеличение раскроет туманность чуть ли не с фотографической красотой. Боковым зрением становятся заметны эти прекрасные арки струящегося газа, их которых самая длинная загибается к самой нижней звезде Меча - γ Ориона. Слабый отблеск этой дуги у γ Ориона имеет собственное обозначение по Дрейеру - NGC 1980. Сама же звезда - это не отдельная звезда, а главный член рассеянного скопления Cr 72 - очередного прекрасного <ювелирного> образчика. Вряд ли случайно несколько пар двойных и кратных звездочек спроецировались в этом месте. Опять перед нами очередной пример того, как один культовый объект может затмить своим величием все остальные, находящиеся поблизости. Так что потаенные сокровища стоит искать не только в густом воздухе у южного горизонта, но и возле своих <закадычных знакомых> - объектов, казалось бы, изъезженных вдоль и поперек. Что ж, на этом закончился Меч, но не закончился Шампур Ориона. Следующим и уже последним объектом в нем является крохотная туманность NGC 1999. По своей сути она является отражательной и подсвечивается очень молодой звездой, еще не вошедшей в фазу стабильного существования - V 380. Эта звездочка настолько юна, что еще не развеяла мощным потоком излучения тот газопылевой кокон, из которого вылупилась. В центральной части свечения этот пылевой мешок проецируется черным пятнышком, поэтому У. Гершель, открывший объект, причислил его к планетарным туманностям. Темное пылевое облачко есть ни что иное, как <глобула Бока> - насыщенный сгусток холодного газа и пыли, являющихся строительным материалом для новых звезд. Полностью статью можно прочитать в декабрьском номере журнала «Небосвод» за 2009 год. Не смотря на давность публикации, она актуальна и сейчас. Наблюдайте и присылайте ваши статьи в журнал «Небосвод».

Ясного неба и успешных наблюдений!

Редакция журнала «Небосвод»

Содержание

4 Небесный курьер (новости астрономии)

Прямое наблюдение космических
лучей: что нового увидели
орбитальные детекторы
Михаил Столповский

7 История астрономии 21 века

Анатолий Максименко

22 Небо над нами: ДЕКАБРЬ - 2023

Обложка: Венера в ультрафиолете от аппарата "Акацуки"

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

Почему Венера так сильно отличается от Земли? Чтобы попытаться выяснить это, Япония запустила автоматический космический аппарат "Акацуки", который вышел на орбиту вокруг Венеры в конце 2015 года после незапланированного пятилетнего путешествия по внутренней области Солнечной системы. Хотя "Акацуки" уже превысил запланированный срок жизни, космический аппарат и его оборудование работали так хорошо, что стало возможным выполнить большую часть поставленных ранее задач. "Акацуки", известный также как Орбитальный исследователь климата Венеры, с помощью находящихся на борту инструментов исследовал многие ранее неизвестные свойства планеты-сестры Земли, включая вулканическую активность, места вспышек молний в плотной атмосфере и ветры, скорость которых намного превышает скорость вращения планеты. На этом изображении, полученном камерой UVI на борту "Акацуки", запечатлена дневная сторона Венеры с облаками, образующими похожую на букву V фигуру размером со всю планету. Изображение получено в трех диапазонах ультрафиолетового излучения и демонстрирует область с пониженным содержанием двуокиси серы, показанное бледно-голубым цветом. Анализ полученных "Акацуки" изображений и данных показали, наряду с другими открытиями, что на Венере есть экваториальный поток, похожий на присутствующий на Земле.

Авторы и права: Японское аэрокосмическое агентство, Проект Planet-C. Благодарность: Мехмет Хакан Озсарач

Перевод: Д.Ю. Цветков

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

Издается с октября 2006 года любителями астрономии

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

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://ivmk.net/lithos-astro.htm>

Сверстано 07.10.2023

© Небосвод, 2023

Прямое наблюдение космических лучей: что нового увидели орбитальные детекторы

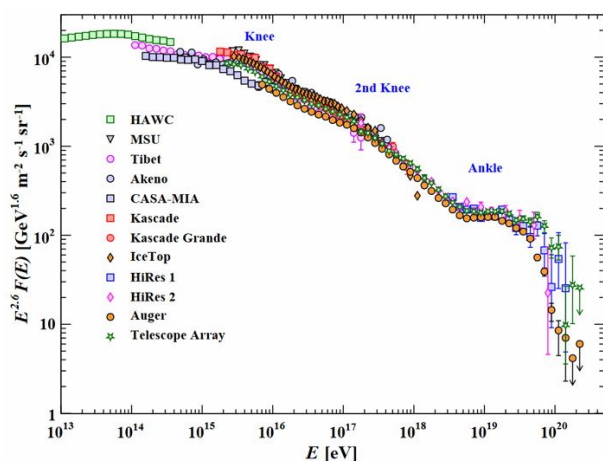


Рис. 1. Спектр космических лучей по данным разных наземных детекторов. На графике отмечены основные особенности спектра: два «колена» (Knee и 2nd Knee) и «лодыжка» (Ankle). Обе оси — логарифмические. Обратите внимание, что график нормирован: показана зависимость от энергии не просто потока частиц, а потока, умноженного на энергию в степени. Это сделано для того, чтобы компенсировать очень быстрое убывание величины потока, — иначе бы на графике ничего не было видно, кроме быстро убывающей кривой. График с сайта pdg.lbl.gov

Космические лучи — высокоэнергетические заряженные частицы, прилетающие на Землю от различных космических источников, — уже более ста лет составляют одну из главных загадок астрофизики. Они играют важную роль практически во всем, что происходит в нашей Галактике, а мы до сих пор не можем с уверенностью сказать, в ходе каких процессов эти частицы образуются и получают свою энергию, а также — как именно они путешествуют по Галактике. В последние двадцать лет физика космических лучей вышла на околоземную орбиту, и теперь ученые могут исследовать эти частицы напрямую. Сейчас на орбите трудятся три детектора космических лучей: AMS-02, CALET и DAMPE. В конце прошлого года коллаборации, работающие с этими детекторами, опубликовали очередную порцию интереснейших данных. Новые результаты, в которых видны странности в спектрах частиц, позволяют уточнить теоретические модели и приблизят нас к разгадке происхождения космических лучей.

Космические лучи

Существование в атмосфере таинственного вездесущего ионизирующего излучения было обнаружено еще в начале XX века (подробности см. в статье Л. Ткачева История, полная загадок). Вскоре было доказано, что оно имеет внеземную природу и происходит из космоса. По историческим причинам это излучение было названо

космическими лучами, как если бы это было электромагнитное излучение. Сейчас мы знаем, что космические «лучи» — это в основном ядра атомов от водорода до никеля (очень редко попадаются и более тяжелые ядра), около одного процента частиц — электроны и позитроны, фотонов же — совсем мало, порядка 0,1%, и далее мы их обсуждать не будем (кстати, фотоны обычно даже и не рассматриваются как составная часть космических лучей).

Космические лучи изучаются уже более ста лет. Долгое время они были единственным доступным для ученых ускорителем элементарных частиц. В ходе этих исследований было совершено немало важнейших открытий (например, были обнаружены позитроны, мюоны и пионы), некоторые из которых принесли впоследствии своим первооткрывателям Нобелевские премии.

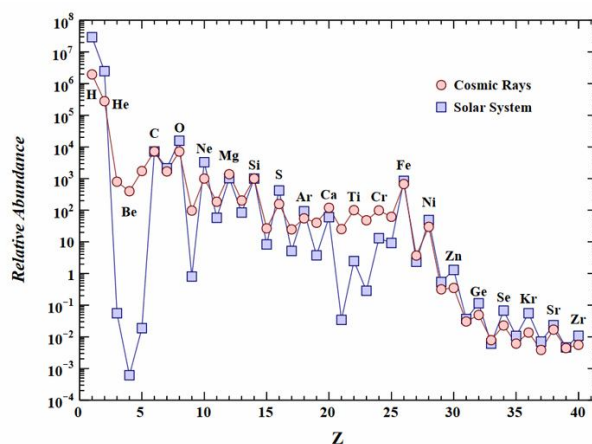


Рис. 2. Количество определенных ядер в составе космических лучей в зависимости от их заряда, нормализованное на количество кремния (кремний выставлен на значение 1000). Для сравнения показано относительное количество тех же элементов в Солнечной системе (синие квадратики). Вторичные элементы, такие как литий ($Z=3$), бериллий ($Z=4$), бор ($Z=5$) образуются при распаде первичных элементов в космических лучах (например, углерода и кислорода). График с сайта pdg.lbl.gov

Одна из важнейших характеристик частиц в космических лучах — их энергия. Диапазон очень большой: от единиц МэВ (10^6 эВ) до сотен ЭэВ (10^{20} эВ, см. Oh-My-God particle). Наибольший интерес для ученых представляют самые энергичные частицы. Проблема в том, что они же являются самыми редкими: поток космических лучей зависит от энергии по степенному закону с показателем около $-2,6$ (рис. 1; см. также задачу Степенная зависимость из ничего). Это означает, что за то же время на той же площади будет зарегистрировано в среднем в несколько сот раз меньше частиц с энергией $10E$, чем частиц с энергией E (поэтому, например, если в среднем за год можно ожидать одну частицу с энергией 1 ПэВ на один квадратный метр земной поверхности, то для энергии 1 ЭэВ одну частицу нужно ожидать уже на площади 1 кв. км).

Естественное решение проблемы наблюдения высокоэнергетических космических лучей — использование наземных детекторов, которые могут покрывать огромную площадь и время работы которых может измеряться десятками лет. Такие детекторы существуют и успешно работают. Например, обсерватория им. Пьера Оже (Pierre Auger Observatory), расположенная в Аргентине, занимает площадь 3000 км² (это больше площади Москвы даже с учетом Новой Москвы). Недостаток наземных экспериментов в том, что они наблюдают не сами космические лучи, а лишь вторичные ливни частиц (см. Космические дожди), образующиеся в атмосфере при взаимодействии первичной частицы с молекулами воздуха. Поэтому по их данным очень трудно судить о составе потока космических лучей: эта важнейшая информация ускользает от ученых.

В физике космических лучей есть небольшая путаница с терминами. Слова «первичный» и «вторичный» в этом контексте могут употребляться в двух смыслах. Применительно к наземным экспериментам говорят, что первичный космический луч — то есть частица, прилетевшая из космоса, — рождает ливень вторичных частиц, взаимодействуя с атмосферным воздухом. Физики, работающие с прямыми наблюдениями космических лучей, а также теоретики под первичными космическими лучами чаще подразумевают заряженные частицы, рождающиеся в астрофизических источниках (например, при взрывах сверхновых), а под вторичными — частицы, которые образовались при взаимодействии первичных с межзвездной средой.

Напрашивающийся выход — забраться повыше, в верхние слои атмосферы, туда, куда еще могут долетать первичные космические лучи. Эксперименты на стратосферных шарах принесли немало важных открытий, однако у них есть очевидный недостаток — уж очень короткое время работы (не больше нескольких месяцев). Хорошо бы иметь возможность накапливать статистику в течение хотя бы нескольких лет. Такую возможность дают наблюдения с околоземной орбиты.

В последние несколько лет анализ данных, собранных орбитальными детекторами, принес много важных результатов. О них и пойдет дальше речь.

Орбитальные детекторы

Уже начиная со «Спутника-2» космические аппараты оснащались детекторами радиации. С их помощью, например, были изучены радиационные пояса Земли, что подготовило почву для освоения космоса человеком (см. Радиационные пояса Земли: открытие и первые исследования). Однако до астрофизических исследований было еще далеко.

Серьезным прорывом был запуск в 1998 году эксперимента AMS-01 (AMS означает Alpha Magnetic Spectrometer — магнитный альфа-спектрометр). Он был установлен на борту шаттла «Дискавери», который выполнял транспортную миссию к станции «Мир». Этот эксперимент длился всего 10 дней и, по сути, служил для проверки работоспособности самой идеи детектирования космических лучей в околоземном пространстве. Его наследник AMS-02 установлен на борту МКС и непрерывно работает с 2011 года (рис. 3).

Результаты AMS-02 заслуженно считаются золотым стандартом прямых наблюдений космических лучей. Сердцем эксперимента является большой постоянный магнит, в поле которого траектории

заряженных частиц искривляются. Это позволяет весьма точно измерить характеристику, называемую магнитной жесткостью частицы:

$$R = \frac{pc}{Z} \approx \frac{E}{Z},$$

где c — скорость света, p — импульс частицы, E — ее энергия, а Z — заряд.

Жесткость космических лучей обычно измеряют в гигавольтах (GV). Например, для протона ($Z=1$) один GV жесткости соответствует одному ГэВ (GeV) энергии, для гелия ($Z=2$) один GV соответствует 2 ГэВ и т. д. Измерение жесткости полезно тем, что ускорение и распространение космических лучей тоже определяются магнитными полями: вокруг их источника и в рукавах Галактики. Таким образом AMS-02 напрямую измеряет наиболее важную с точки зрения астрофизики характеристику частиц космических лучей.

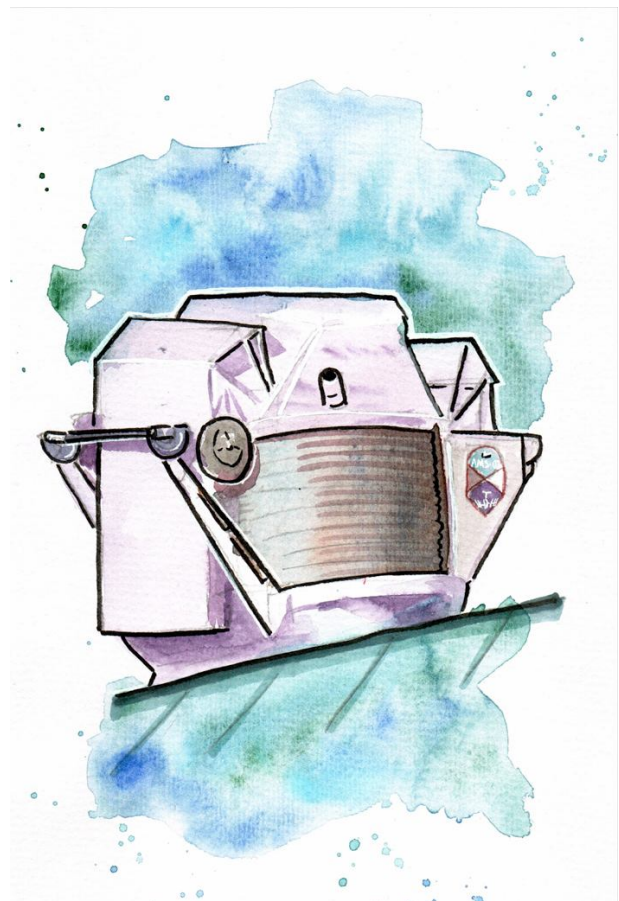


Рис. 3. Детектор AMS-02 на борту Международной космической станции. Рисунок © Михаил Столповский

Еще одним ранним детектором, предназначенным для прямых измерений космических лучей с околоземной орбиты, была PAMELA (см. «ПАМЕЛА» — охотница за космическими лучами), установленная на российском спутнике «Ресурс-ДК». Этот детектор проводил наблюдения с 2006 по 2016 год. Как и у детекторов AMS, у PAMELA был постоянный магнит для измерения жесткости. И хотя размеры этого детектора были немного скромнее, чем у AMS-02, результаты PAMELA

подтверждают особенности спектров космических лучей, измеренных в более широком диапазоне командой AMS-02. Тут важно заметить, что размеры детектора играют огромную роль в исследованиях быстро уменьшающегося с энергией потока космических лучей: если ваш детектор маленький, то неважно, насколько он хорош, — на высоких энергиях вы попросту ничего не измерите (слишком редко в среднем будут такие частицы попадать на него).

Иметь возможность напрямую измерить магнитную жесткость космического луча — это хорошо. Но для этого нужен магнит. Ставить на спутнике электромагнит сложно: он потребляет много энергии и сильно греется. А постоянные магниты недостаточно сильны, чтобы заметно изогнуть траектории наиболее энергичных частиц. Поэтому для прямого измерения потоков космических лучей с энергией выше 1 ТэВ используют калориметры. В детекторах этого типа энергетичная частица тормозится и теряет заметную часть своей энергии, «разваливаясь» на вторичные частицы. Это дает возможность измерить энергию самой частицы по продуктам такого «распада».

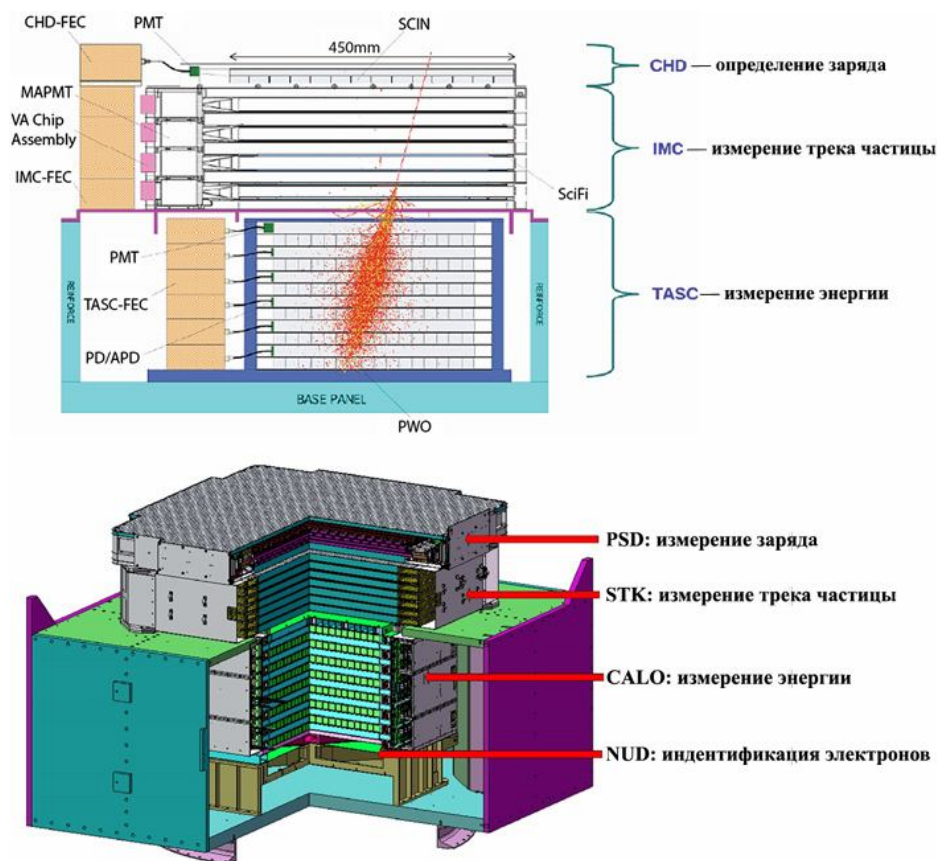


Рис. 4. Схемы строения детекторов CALET (вверху) и DAMPE (внизу). Рисунки из статей O. Adriani et al., 2017. Energy Spectrum of Cosmic-Ray Electron and Positron from 10 GeV to 3 TeV Observed with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station и J. Chang et al., 2017. The Dark Matter Particle Explorer mission

Схема детекции космических лучей с использованием калориметра реализована в эксперименте NUCLEON, который проводил наблюдения в 2014–2018 годах на борту российского спутника «Ресурс-П2». Интересной особенностью эксперимента NUCLEON было использование еще

одной системы измерения энергии заряженных частиц, которая обозначается аббревиатурой KLEM (Kinematic Lightweight Energy Meter). Суть этого метода в том, что на относительно тонкой углеродной мишени начальный космический луч «разваливается» на множество вторичных частиц. Измеряя пространственную плотность этих частиц, можно сделать выводы об энергии начальной частицы. Разрешение по энергии у KLEM значительно хуже, чем у калориметрического метода, всего 60% (это означает, что измеренная энергия может более чем в два раза отличаться от энергии частицы). Однако его рабочий диапазон достигает 1000 ТэВ — при таких энергиях не работают калориметры даже более современных инструментов.

Схема с калориметром реализована в экспериментах CALET (Calorimetric Electron Telescope) и DAMPE (Dark Matter Particle Explorer). Первый — международный, работает на МКС. Второй установлен на адаптированном под этот эксперимент китайском спутнике. Оба эксперимента запущены в 2015 году и в данный момент конкурируют друг с другом: на основе собранных ими данных каждый год публикуются новые статьи.

CALET и DAMPE очень похожи (рис. 3): в центре у каждого из них находится довольно массивный калориметр, а направление прилета частицы и ее заряд определяются в отдельных субдетекторах.

Проблемы физики космических лучей

Практически любая научная статья по космическим лучам начинается с констатации печального факта: несмотря на более чем столетнюю историю их изучения мы всё еще далеки от четких ответов на два простых вопроса — откуда берутся космические лучи и как они распространяются в космосе. Сейчас у ученых есть примерное понимание того, как и где происходит ускорение заряженных частиц до таких колоссальных энергий. Основным механизмом считается разгон в ударных волнах от взрывов сверхновых (см. Степенная зависимость из ничего). Эта

теория помогает в первом приближении объяснить степенную зависимость спектра космических лучей. Однако экспериментальные данные показывают более сложную зависимость потока от энергии: показатель степенной зависимости постоянно меняется и вообще различен для разных элементов. То есть и здесь много неясного.

Космические лучи с энергиями вплоть до миллионов ТэВ порождены источниками, расположенными в нашей Галактике (предполагается, что это в основном сверхновые, но пульсары тоже могут играть свою роль). Лучи с более высокой энергией пролетают диск Галактики насквозь, их траектории практически не искривляются в ее магнитном поле. Лучи с энергией меньше нескольких тысяч ТэВ

полностью заперты в Галактике и не могут ее покинуть. Наблюдаемый спектр космических лучей (см. рис. 1) складывается из особенностей двух этапов «жизни» заряженной частицы: ее ускорения в окрестностях источника и дальнейшего путешествия через космическое пространство. Оба этих этапа — сложнейшие процессы, описываемые в рамках существующей физики десятками различных параметров. Проблема в том, что в эксперименте для измерения нам доступен лишь спектр космических лучей, описываемый двумя-тремя параметрами. Вспоминаем школьную математику: если количество неизвестных больше, чем количество уравнений, то задача имеет бесконечно много решений (то есть невозможно понять, какое решение — «истинное»). Поэтому так важно измерить не один спектр, а много — для каждого химического элемента в потоке отдельно. Таким образом мы увеличиваем количество «уравнений» и приближаемся к созданию единой теории космических лучей. Как же это происходит?

Недавние результаты

Направление прилета

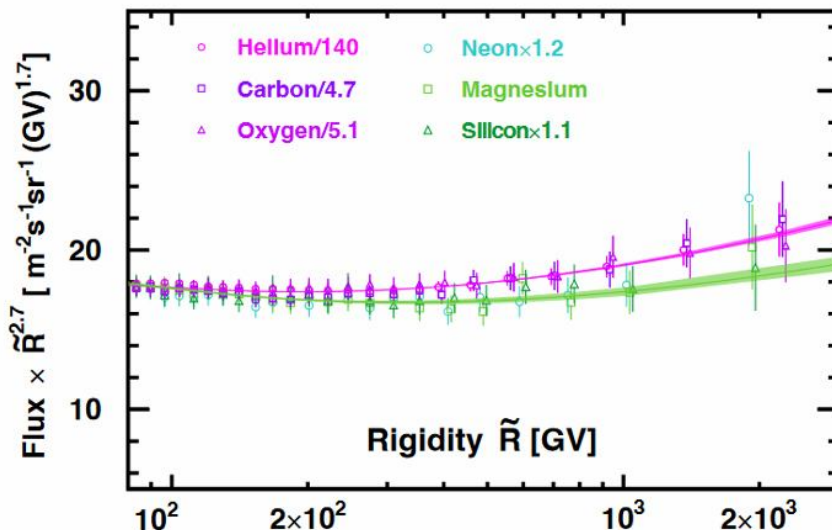
Начнем с результата, о котором нельзя не сказать, но которого, по сути, нет. Казалось бы, направление прилета космических лучей может много рассказать об их источнике. На деле магнитные поля Галактики настолько сильно искривляют траектории частиц, что поток космических лучей, как мы его видим с Земли, является практически идеально изотропным (однородным по направлениям).

На энергиях от пары десятков ГэВ (частицы с меньшей энергией «отскакивают» от магнитного поля Земли) можно в лучшем случае ожидать дипольную неоднородность в направлении прилета на уровне 10–4: с одной стороны небосвода поток космических частиц будет на одну сотую процента сильнее, чем с другой. Неоднородность возникает из-за различных факторов — движения Земли и Солнца сквозь поток космических лучей, неоднородности галактических магнитных полей и неоднородного распределения источников вокруг наблюдателя. До сих пор ни один космический эксперимент не накопил достаточной статистики, чтобы измерить этот эффект. Кстати, наземные эксперименты измеряют неоднородности прилетов частиц, но это уже энергии в десятки ТэВ (десятки тысяч ГэВ) и выше (см. Обнаружена неоднородность в направлениях прилета космических лучей ультравысоких энергий, «Элементы», 21.09.2017). На такой энергии космическим детекторам потребуются сотни лет, чтобы собрать достаточно статистики для измерения неоднородностей (уж очень они маленькие по сравнению с наземными экспериментами).

Первичные космические лучи

Считается, что ядра водорода (заряд $Z=1$), гелия ($Z=2$), углерода ($Z=6$), кислорода ($Z=8$), неона ($Z=10$), магния ($Z=12$), кремния ($Z=14$), серы ($Z=16$), железа ($Z=26$) и никеля ($Z=28$) в составе космических лучей происходят напрямую из источников — взрывов сверхновых и других. Как уже отмечалось выше, эти частицы называют первичными космическими лучами. Интересные результаты по потокам первичных ядер были представлены командой эксперимента AMS-02 на

недавних конференциях (Q. Yan, V. Choutko, 2022. Unique Properties of Primary Cosmic Rays: Results from the Alpha Magnetic Spectrometer). Сверхновые являются доказанным источником космических лучей: в статье, опубликованной в 2013 году командой космического гамма-телескопа «Ферми», показано, что остатки сверхновых действительно являются космическими ускорителями частиц (M. Ackermann et al., 2013. Detection of the Characteristic Pion-Decay Signature in Supernova Remnants). Вот только если это единственный источник



высокоэнергичных ядер, то мы могли бы ожидать сходство спектров для потоков различных ядер на разных энергиях.

Рис. 5. Спектры (поток в зависимости от магнитной жесткости) некоторых первичных космических лучей. Отчетливо видно, что гелий, углерод и кислород принадлежат к одной группе (к ней же относятся железо и никель), в то время как неон, магний и кремний — к другой (в которую также входит сера). Потоки нормализованы по вертикальной оси, чтобы их можно было показать на одном графике. Все потоки умножены на жесткость в степени 2,7, иначе все графики выглядели бы как очень быстро падающие линии и разобрать, что к чему, было бы невозможно. График из статьи Q. Yan, V. Choutko, 2022. Unique Properties of Primary Cosmic Rays: Results from the Alpha Magnetic Spectrometer

Но, как показали данные AMS-02, единства среди космических лучей не наблюдается (рис. 5). Гелий, углерод, кислород, железо и никель принадлежат к одной группе: их потоки ведут себя одинаково в зависимости от энергии. Неон, магний, кремний и сера ведут себя иначе. Как отмечают ученые из коллаборации AMS-02, протоны (ядра водорода) в космических лучах, по-видимому, являются смесью из представителей обеих групп. Самое простое объяснение, которое можно дать такому поведению, — различные источники для частиц из этих двух групп. Но тогда получится, что одни сверхновые «светятся» углеродом и кислородом, а другие — магнием и кремнием!.. Звучит очень странно. В чем там дело — пока непонятно.

На более высоких энергиях для протонов и гелия коллаборация DAMPE доложила о наблюдении интересной особенности — горба в спектре на энергии около 8–10 ТэВ на нуклон (рис. 6, см. M. Stolpovskiy, 2022. Latest results from DAMPE). Это измерение стало подтверждением предыдущих

результатов, в частности, полученных на детекторе NUCLEON, который с несколько меньшей статистической значимостью наблюдал сходное поведение в потоках этих ядер.

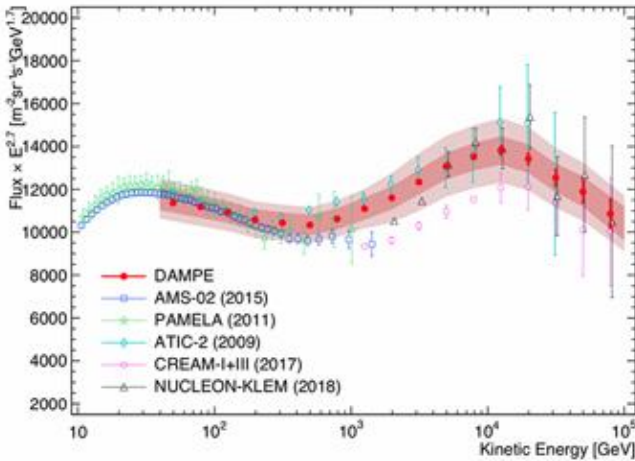


Рис. 6. Спектр протонов (слева) и гелия (справа) по данным DAMPE и других экспериментов. Графики из статьи М. Stolpovskiy, 2022. Latest results from DAMPE

В астрофизике космических частиц принято показывать спектры, умножая их на энергию (или жесткость) в определенной степени. Без этого спектр в первом приближении падает со степенной зависимостью $E^{-\gamma}$, где γ — спектральный индекс — принимает значения в районе 2,6–2,7. После умножения спектр оказывается относительно плоским и на нем отчетливо становятся видны все особенности. Горб в спектре рис. 6 не означает, что на энергии в 10 ТэВ поток космических лучей увеличивается. Поток постоянно падает с ростом энергии, просто на энергиях от 1 до 10 ТэВ он падает чуть медленнее (говорят, что спектр стал «жестче»), а начиная от 10 ТэВ падает чуть быстрее (спектр стал «мягче»).

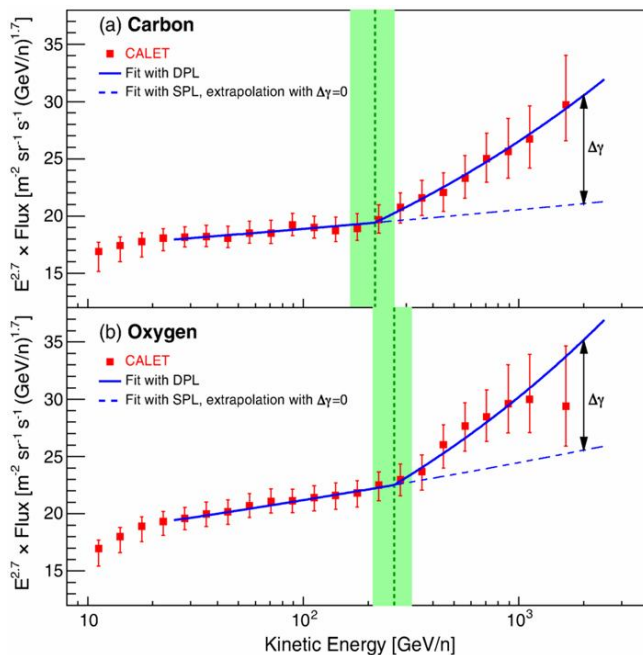
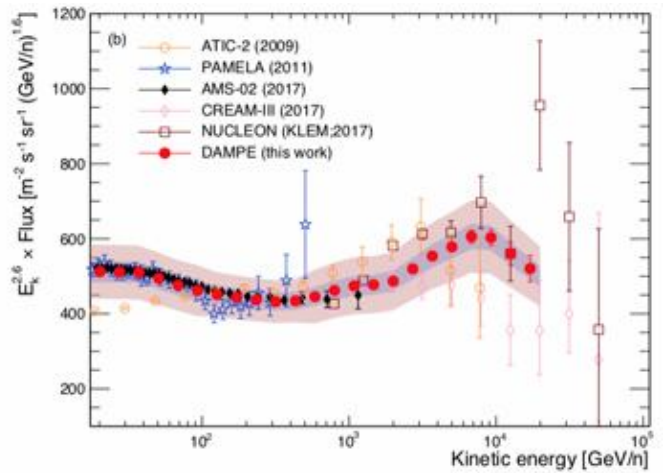


Рис. 7. Спектры углерода (вверху) и кислорода (внизу) по данным эксперимента CALET. Энергия перегиба, после которого спектр становится жестче, указана зеленой полосой. CALET Collaboration, 2020. Direct Measurement of the

Cosmic-Ray Carbon and Oxygen Spectra from 10 GeV/n to 2.2 TeV/n with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station



Данные по углероду и кислороду пока опубликованы только коллаборацией CALET (рис. 7; CALET Collaboration, 2020. Direct Measurement of the Cosmic-Ray Carbon and Oxygen Spectra from 10 GeV/n to 2.2 TeV/n with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station). Аналогично тому, что наблюдается в спектрах протонов и гелия, CALET видит, что на энергиях около нескольких сотен ГэВ на нуклон потоки этих элементов становятся жестче.

В ближайшее время коллаборация DAMPE тоже собирается опубликовать свои результаты по углероду и кислороду: на последних конференциях сотрудники DAMPE показывали, насколько хорошо их эксперимент умеет определять ядра с большим зарядом (М. Stolpovskiy, 2022. Latest results from DAMPE). От этого до измерения потока, в принципе, не далеко. Будет совсем удивительно, если горб, наблюдаемый в потоках протонов и гелия, не проявится на углероде и кислороде. Скорее всего, горб все-таки есть. Намек на это виден и в результатах по суммарному потоку углерода и кислорода в эксперименте NUCLEON (рис. 8). Интересны детали: на какой именно энергии будет горб, и насколько сильно будет меняться поток на каждом переломе. От этого будут зависеть будущие модели источников космических лучей и их распространения в хаотичных магнитных полях Галактики.

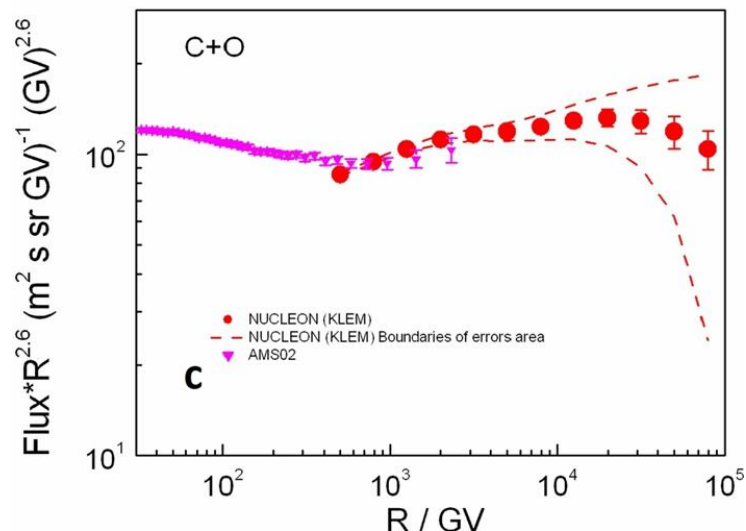


Рис. 8. Суммарный поток углерода и кислорода по данным эксперимента NUCLEON. Рисунок из

Вторичные космические лучи

В физике космических лучей все элементы, не перечисленные в начале предыдущего раздела (то есть кроме водорода, гелия, углерода, кислорода, неона, магния, кремния, серы, железа и никеля), называются вторичными. Это значит, что они образуются при взаимодействии первичных лучей с межзвездной средой. Так, например, почти 100% бериллия и бора в природе образовано именно таким образом. По отношению потоков вторичных и первичных космических лучей было установлено, что первичная частица может петлять между рукавами Галактики миллионы лет, пока не врежется в какую-нибудь звезду или планету (если бы это время было меньше, то, соответственно, меньше было бы вторичных элементов).

Точные измерения потоков некоторых вторичных элементов были представлены коллаборацией AMS-02 (M. Aguilar et al., 2018. Observation of New Properties of Secondary Cosmic Rays Lithium, Beryllium, and Boron by the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station). Из опубликованных данных видно (рис. 9), что поведение первичных и вторичных космических лучей разительно отличается друг от друга.

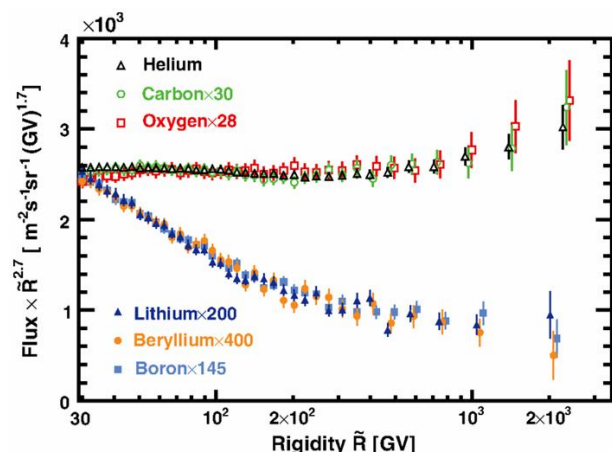


Рис. 9. Сравнение потоков вторичных (Li, Be, B) и первичных (He, C, O) космических лучей. Потоки отмасштабированы по вертикали, чтобы подчеркнуть одинаковое поведение первичных лучей и отличное от них поведение вторичных. Рисунок из статьи M. Aguilar et al., 2018. Observation of New Properties of Secondary Cosmic Rays Lithium, Beryllium, and Boron by the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station

Аналогичные результаты были представлены в конце прошлого года коллаборациями CALET и DAMPE (O. Adriani et al., 2022. Cosmic-Ray Boron Flux Measured from 8.4 GeV/n to 3.8 TeV/n with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station, DAMPE Collaboration, 2022. Detection of spectral hardenings in cosmic-ray boron-to-carbon and boron-to-oxygen flux ratios with DAMPE). На первый взгляд, такое поведение противоречит интуиции: почему на жесткости меньше 100 GV поток вторичных элементов мягче, чем первичных? Почему перегиб в спектре происходит на разных жесткостях? Если вторичные элементы образуются из первичных, то и потоки должны вести себя одинаково.

Модели ускорения и распространения космических лучей показывают следующее: если спектры первичных частиц становятся на определенной энергии более жесткими (как на рис. 8 при ~ 700 GV) из-за того, что более мощными становятся источники этих частиц, то спектры вторичных частиц должны повторять поведение своих старших собратьев (S. Thoudam, J. R. Hörandel, 2013. Revisiting the hardening of the cosmic ray energy spectrum at TeV energies). Однако, если перелом в спектре первичных элементов обусловлен физикой распространения частиц в межзвездной среде, то перелом в спектрах вторичных лучей будет еще сильнее, чем у первичных (N. Tomassetti, 2015. Cosmic-ray protons, nuclei, electrons, and antiparticles under a two-halo scenario of diffusive propagation). Но пока что эти объяснения не позволяют построить полную теоретическую модель наблюдаемого поведения первичных и вторичных космических лучей.

Электроны и позитроны

В измерении потока электронов «отличился» эксперимент DAMPE. Менее чем через два года после запуска детектора на орбиту, работающие с ним ученые опубликовали график, показанный на рис. 10 (DAMPE Collaboration, 2017. Direct detection of a break in the teraelectronvolt cosmic-ray spectrum of electrons and positrons). Ключевая особенность этого графика — и это можно считать безусловным успехом детектора DAMPE — перелом в спектре электронов на энергии ~ 900 ГэВ.

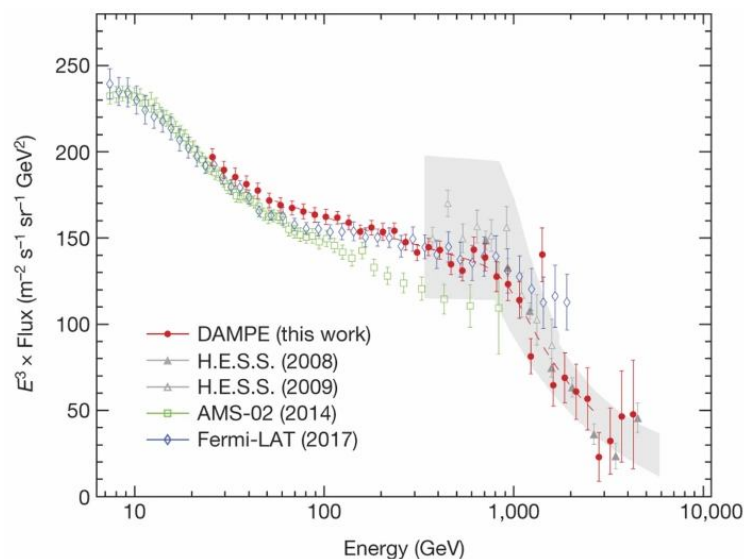


Рис. 10. Спектр электронов и позитронов по данным DAMPE, в сравнении с результатами других экспериментов. Рисунок из статьи DAMPE Collaboration, 2017. Direct detection of a break in the teraelectronvolt cosmic-ray spectrum of electrons and positrons

Но основное внимание теоретиков привлек не сам перелом, а выбивающаяся вверх точка на 1300 ГэВ. Сразу после опубликования статьи с этим графиком в журнале Nature появились десятки статей с обсуждением возможных моделей темной материи, во взаимодействиях которой могли бы рождаться электроны с энергией 1,3 ТэВ. Увы, уже на протяжении 6 лет DAMPE не обновляет результаты по электронам. Тут можно, конечно, пуститься в рассуждения о политике коллаборации: действительно, если бы новые данные (а они есть!) подтверждали наличие пика, то DAMPE был бы заинтересован в их обнародовании. Но в целом и без

этих домыслов всем ясно, что видимый «пик» является статистической флуктуацией.

На одной из недавних конференций члены коллаборации CALET проговорились, что они обрабатывают данные с несколькими кандидатами в электроны с энергией до 10 ТэВ (документальных подтверждений этого у автора нет, информация была передана на словах). Если это так, то, учитывая скромные размеры детектора CALET, на графике с рис. 10 правее данных, собранных DAMPE, должно идти повышение спектра. Существуют модели, предсказывающие такое поведение спектра электронов при наличии близкого источника космических лучей. Электрон с энергией в несколько ТэВ теряет энергию на расстоянии всего в несколько тысяч парсек, а значит источник должен находиться в ближней к нам части Галактики. На роль такого источника хорошо подошел бы пульсар в созвездии Парусов, который находится от нас всего в 300 пк (960 световых лет). Ждем публикаций новых результатов CALET и DAMPE!

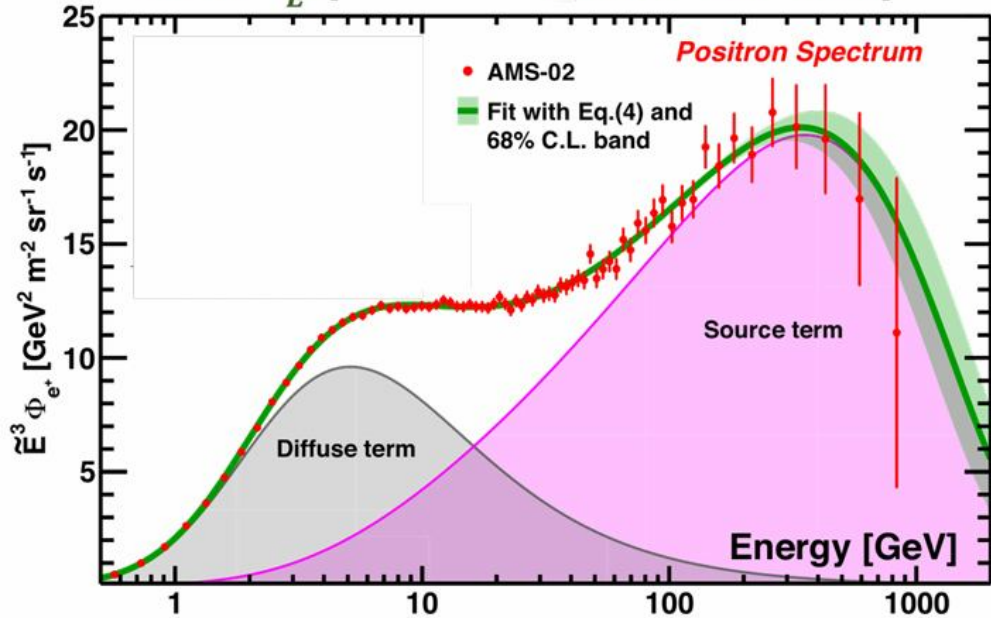
А что с позитронами (положительно заряженными античастицами электронов)? Детекторы CALET и DAMPE не умеют различать знак заряда частицы и не видят разницы между электроном и протоном. Различие видит только AMS-02. Его результаты приведены на рис. 11.

Рис. 11. Поток позитронов по данным детектора AMS-02 и возможное объяснение наблюдаемого спектра как сумма диффузной компоненты, происходящей от взаимодействия космических лучей с межзвездной средой, и компоненты, происходящей напрямую из источника. Рисунок из статьи M. Aguilar et al., 2019. *Towards Understanding the Origin of Cosmic-Ray Positrons*

Как видно из графика и прилагающегося уравнения, модель показывает наличие какого-то источника позитронов на энергиях в несколько сотен ГэВ. Что это за источник? Пока что ученые теряются в догадках, однако высказываются предположения, что позитроны могут рождаться в реакциях аннигиляции темной материи. Если это так, то мы становимся еще на шаг ближе к пониманию природы этой загадочной субстанции. Будущее прямых наблюдений

Нынешнее поколение детекторов для прямого наблюдения космических лучей с околоземной орбиты принесло немало потрясающих результатов. Помимо чисто научных к таким результатам можно отнести и осознание ошибок в проектировании детекторов. С их учетом спроектированы и в данный момент готовятся к запуску аппараты нового поколения. Для физики космических лучей несомненным лидером станет детектор HERD, который будет установлен на борту китайской космической станции. Особенностью этого детектора будет его всенаправленность: в отличие от DAMPE и CALET он сможет регистрировать частицы, прилетающие с любого направления, а не только «сверху». Это позволит значительно увеличить эффективную площадь детектора, что принципиально важно при регистрации космических

$$\Phi_{e^+}(E) = \frac{E^2}{\tilde{E}^2} \left[C_d (\tilde{E}/E_1)^{\gamma_d} + C_s (\tilde{E}/E_2)^{\gamma_s} \exp(-\tilde{E}/E_s) \right]$$

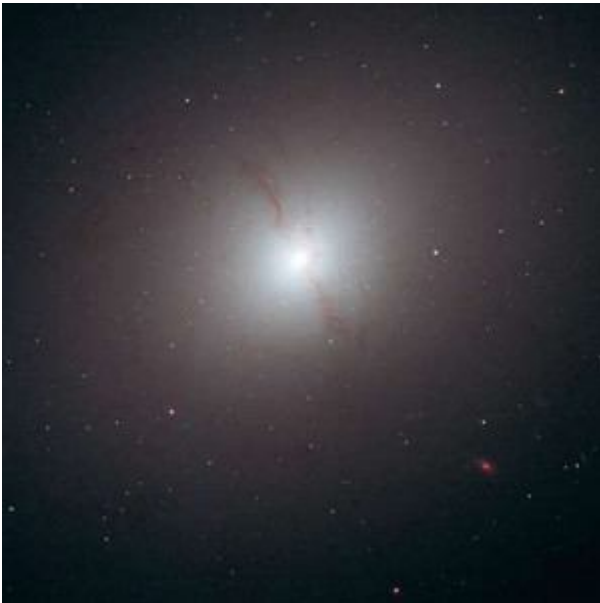


лучей с большой энергией, поток которых очень слаб. К тому же HERD будет оборудован высокогранулированным калориметром, собранным из отдельных кубиков. Новейшие методы обработки данных, в частности с применением машинного обучения, дадут в случае HERD беспрецедентное разрешение в определении типа прилетающих частиц.

На энергиях порядка нескольких ПэВ наземные эксперименты уже давно обнаружили сильный излом в потоке космических лучей — так называемое «колени» (кнее на рис. 1, там же показано и совсем уж таинственное «второе колени»). С чем связано «колени», до сих пор непонятно. Возможно, магнитное поле Галактики на больших энергиях не способно удерживать космические лучи. А может быть, астрофизические ускорители частиц имеют такой предел мощности. Возможны и более экзотические сценарии, коих физики-теоретики придумали еще с десяток. Чтобы выбрать правильную теорию, надо тщательно промерить «колени» для разных составляющих потока космических лучей. Но, как мы говорили в начале, наземные установки плохо годятся для определения типа частиц. Детальное изучение «колени» является своего рода святым граалем физики космических лучей. Согласно расчетам, HERD сможет измерить «колени» для ядер водорода и гелия, — основных компонентов космических лучей. К сожалению, даже для HERD поток более тяжелых элементов на энергии в несколько ПэВ чрезвычайно слаб. Но тем интереснее будет разрабатывать и строить новые поколения спутников-детекторов космических лучей.

Михаил Столповский
https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5271995/Mikhail_Stolpovskiy

История астрономии второго десятилетия 21 века



2015г 15 августа в журнале Monthly Notices of the Royal Astronomical Society опубликовано, что «бродячие» сверхновые, которые взрываются в одиночестве глубоко в космосе, представляют собой загадку для астрономов. Откуда они взялись? Согласно новому исследованию, проведенному Райаном Фолейем, профессором астрономии и физики Иллинойского университета, США, наиболее вероятный ответ – они выбрасываются в космос двумя черными дырами, словно выпущенные из рогатки камни.

Используя данные, полученные при помощи космического телескопа НАСА «Хаббл» и других телескопов, Фолей отследил 13 взрывающихся звезд, которые двигаются по Вселенной с высокими скоростями, достигающими 7 миллионов километров в час, вплоть до галактик, из которых они были выброшены. Взглянув пристально на полученный набор галактик, Фолей заметил между ними удивительное сходство: все галактики, из которых произошли исследуемые сверхновые, представляли собой результат объединения двух галактик. Обнаруженное сходство позволило Фолею сформулировать механизм «выталкивания» в космос из галактики пары белых карликов, которые в дальнейшем взрываются в космосе как сверхновая. Согласно этому механизму, пару белых карликов, которая в дальнейшем взрывается как сверхновая на больших расстояниях от родительской галактики, выталкивает в космос пара сверхмассивных центральных черных дыр объединяющихся галактик действием мощной гравитации – подобно выстрелу из гигантской рогатки.

Результаты этого исследования могут быть применены в дальнейшем для обнаружения пар объединяющихся центральных черных дыр галактик, которые представляют собой большой

научный интерес как «лаборатории» для изучения феноменов, связанных с гравитацией.



2015г 20 августа сайт AstroNews сообщает, что тайна крохотных звезд, которые взрываются, формируя гигантские вспышки, известные как сверхновые типа Ia, наконец-то может быть окончательно разрешена.

В течение нескольких десятилетий ученые вели дискуссии относительно того, что порождает эту конкретную разновидность сверхновых: система с одним или двумя белыми карликами? Ответ на этот вопрос нужен ученым не только для того, чтобы заполнить соответствующие главы школьных учебников по астрономии, но имеет большую практическую ценность. Понимание физики и многообразия сверхновых типа Ia поможет в изучении эволюции галактик и таинственной космической силы, известной как темная энергия.

«Мы стоим на пороге понимания одной из последних загадок, связанных со звездами», – сказала ассистент-профессор Факультета физики и астрономии Университета штата Мичиган, США, Лора Чомиук в интервью представителям Фонда Кавли во время проходивших на днях научных дискуссий за круглым столом. – Мы начинаем понимать причины возникновения сверхновых типа Ia».

Ответ на этот вопрос ученые связывают с новой теорией, предложенной физиком Даниэлем Кейзенем. Согласно его теории при взрыве в системе из двух звезд первой звезды образуется «звездный труп», или белый карлик, и происходит доступная наблюдениям с Земли вспышка в ультрафиолетовом диапазоне, вызванная взаимодействием отходящей от взорвавшейся звезды материи с материей звезды-компаньона. Когда в дальнейшем сформировавшийся в результате первого взрыва белый карлик перетягивает на себя часть материи от звезды-компаньона, происходит взрыв сверхновой типа Ia. В альтернативном сценарии происходит слияние двух белых карликов.

Астрономы уже наблюдали сверхновые, происходившие как с ультрафиолетовой вспышкой, предсказанной Кейзенем, так и без неё. Таким

образом, в настоящее время ученые получили достоверный критерий, помогающий различать между собой разные подтипы сверхновых типа Ia.



2015г 20 августа в журнале Physical Review Letters представлена статья о том, что исследователи обнаружили космические нейтрино, что не только подтверждает их существование, но также проливает свет на происхождение космических лучей.

Нейтринная обсерватория IceCube, расположенная в глубинах антарктического льда, обнаружила призрачные, почти безмассовые частицы внегалактического происхождения.

Нейтринная обсерватория IceCube состоит из 86 «нитей», проникающих на глубину от 1450 до 2450 м под лед вблизи Южного полюса. «Нити» оснащены оптическими детекторами, которые улавливают свет, источаемый частицами высокой энергии, в ледяном пространстве.

Нейтрино имеют чрезвычайно малые массы и настолько легко проходят сквозь материю, что даже блок свинца с шириной в световой год, не смог бы их остановить. Эти неуловимые частицы производятся источниками высокой энергии: взрывающимися звездами, черными дырами и галактическими ядрами.

Несмотря на то, что такие частицы не взаимодействуют в значительной мере с материей, отдельные из них случайно могут попасть в атомное ядро на Земле. Когда это происходит, нейтрино образует частицу под названием мюон. Именно их ученые и пытаются обнаружить при поиске нейтрино: мюоны двигаются со скоростью выше скорости света в твердой материи (в данном случае ею выступает лед) и генерируют световые волны, называемые излучением Черенкова. Кроме того, они указывают на пути нейтрино.

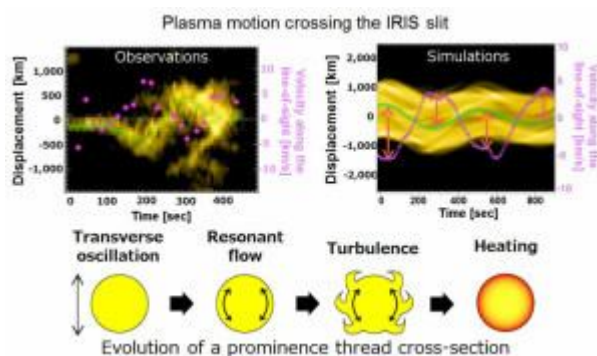
Первые нейтрино, образовавшиеся за пределами нашей галактики, обсерватории IceCube удалось обнаружить еще в 2013 году. Данное исследование возглавили ученые из Висконсинского университета в Мадисоне. Однако чтобы подтвердить данное открытие, исследователи должны были убедиться в том, что источниками этих нейтрино являются объекты, расположенные за пределами нашей Галактики. Для этого они начали поиски нейтрино, подобных в энергетическом плане, которые прилетели бы с одинаковой скоростью с разных сторон. Это означало бы, что частицы не зависят от вращения Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца, и доказывало бы, что их источник находится за пределами галактики.

Ученые также должны были отсеять мюоны, созданные в момент столкновения космических лучей с атмосферой планеты.

За двухлетний период, с мая 2010 года по май 2012 года, обсерватория обнаружила более 35 000 нейтрино. 20 из них обладали достаточно высокой энергией, чтобы можно было предположить их космическое происхождение.

Эти 20 нейтрино прилетели с противоположного направления, но примерно с той же скоростью, что и аналогичные нейтрино, зафиксированные в ходе более ранних исследований. Это означает, что суточное и годовое вращение Земли не оказывает своего влияния на частицы. Полученные результаты дали основание утверждать внегалактическое происхождение нейтрино.

Эти наблюдения также позволили ученым выяснить и кое-что другое: энергия мюонных нейтрино, а также их количество не соответствуют нескольким моделям их происхождения. Ученые не углубляются в данный вопрос в последнем исследовании, однако полученные данные показывают, что источниками этих мюонных нейтрино, вероятно, являются не всплески гамма-излучения. Также, по мнению ученых, скорее всего, не причастны к их образованию и активные галактические ядра. Чтобы сказать наверняка, что именно выступает источниками мюонных нейтрино, ученым еще предстоит подтвердить и опровергнуть ряд гипотез.



2015г 23 августа в журнале The Astrophysical Journal опубликованы результаты исследования раскрывающие 70-летнюю тайну нагрева солнечной короны. Гелиофизики зафиксировали первые прямые признаки резонансного поглощения, что, как полагают ученые, может сыграть важную роль в решении проблемы нагрева солнечной короны, которую пытаются объяснить уже более 70 лет.

В ходе новейшего исследования международная группа, включающая ученых из Японии, США и Европы и возглавляемая Джотеном Окамото и Патриком Антолино, использовала данные, полученные с помощью японского космического аппарата Hinode и аппарата IRIS агентства НАСА, а также суперкомпьютер ATERUI в Национальной астрономической обсерватории Японии для моделирования. Комбинированные данные позволили исследователям обнаружить и идентифицировать характерные признаки резонансного поглощения.

Резонансное поглощение – это процесс, в ходе которого магнитные волны двух различных типов резонируют, в результате чего волны одного типа усиливаются. В частности, данное исследование было проведено на магнитных волнах, известных как волны типа Alfvénic, которые могут распространяться через нитевидные структуры прохладного плотного газа, плавающие в короне. Здесь исследователи впервые смогли наблюдать

непосредственно резонансное поглощение между поперечными волнами и волнами скручивания. Это образовывало турбулентный поток, который нагревал упомянутые нитевидные структуры. Поперечное движение позволяет наблюдать аппарат Hinode, в то время как крутильное движение – аппарат IRIS. Таким образом, получить такие результаты не представлялось бы возможным без обоих спутников.

Полученные данные могут помочь ученым объяснить, как солнечная корона достигает температуры в 1 000 000 градусов по Цельсию, что представляет собой так называемую проблему нагрева солнечной короны.

Солнечная корона – внешний слой атмосферы Солнца – состоит из газа, раскаленного до экстремально высоких температур, известного как плазма. Температура при этом достигает миллионов градусов по Цельсию. Ввиду того, что этот слой является наружным, а значит наиболее удаленным от ядра, где проходят ядерные реакции, логично было бы ожидать, что он будет наиболее прохладным. Однако в действительности, он в 200 раз горячее фотосферы – слоя, расположенного под ним. Это противоречие в науке и принято называть проблемой нагрева солнечной короны. Астрофизики озадачены ею с тех пор, как температура короны была измерена впервые – более 70 лет назад.

Космические миссии, цель которых состоит в наблюдении за Солнцем, и другие технологические достижения показали, что магнитное поле Солнца играет существенную роль в этой загадке. Однако ключом к решению проблемы нагрева солнечной короны станет понимание того, как магнитная энергия может быть эффективно преобразована в тепло в короне.

Чтобы найти и понять этот механизм преобразования ученые и исследовали данные, полученные от двух сверхсовременных аппаратов Hinode и IRIS. Последний является новейшим аппаратом, нацеленным на наблюдения за Солнцем, агентства НАСА. Миссия была запущена в 2013 году.

Как показала построенная на основе полученных данных модель, резонансный поток вдоль поверхности нитей может стать турбулентным. Возникновение турбулентности имеет большое значение, так как в результате энергии волн может преобразовываться в тепловую энергию.

Согласно этой модели, то, что наблюдали ученые, является результатом двухфазного процесса. Первым делом резонансное поглощение трансформирует энергию в крутильные движения, создавая резонансный поток вдоль поверхности нитей. Затем турбулентность в этом резонансном потоке преобразовывает энергию в тепло.

2015г 27 августа команда международных ученых во главе с астрономами из Школы физики и астрономии при Университете Кардиффа впервые наглядно показала, что галактики могут изменять свою структуру в течение жизни.

Изучая небо, каким оно является сегодня, и заглядывая в прошлое с помощью телескопов «Хаббл» и «Гершель», команда обнаружила, что со

времен Большого Взрыва большая часть галактик претерпела значительных «метаморфоз», получив первое прямое доказательство таких масштабных изменений.

В ходе своего исследования, результаты которого были опубликованы в издании Monthly Notices Королевского астрономического общества, ученые изучили около 10 000 галактик, присутствующих в настоящее время во Вселенной. Для этого были использованы данные небесных обзоров, полученные в рамках проектов Herschel ATLAS и GAMA.



Затем исследователи классифицировали галактики на два основных типа: плоские спиральные галактики в форме диска (во многом похожие на нашу галактику Млечного Пути); и большие овальные галактики с огромным количеством неупорядоченных звезд.

Используя телескопы «Хаббл» и «Гершель», исследователи заглянули дальше во Вселенную и, таким образом, назад в прошлое, что позволило им наблюдать галактики, которые сформировались вскоре после Большого Взрыва.

В результате исследователи увидели, что 83 процента всех звезд, сформированных с момента Большого взрыва, изначально находились в галактиках в форме диска.

Однако сегодня лишь 49 процентов звезд, существующих во Вселенной, находятся в этих дискообразных галактиках, все остальные же расположены в овальных галактиках.

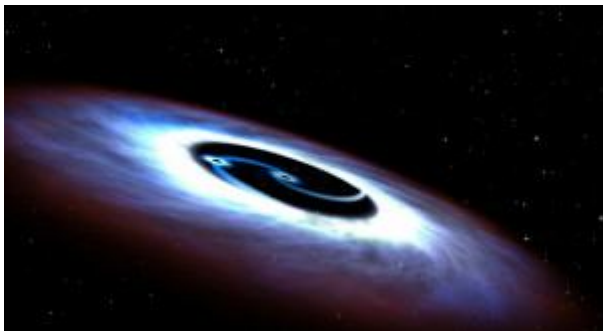
Полученные результаты свидетельствуют о массивных трансформациях, в ходе которых дискообразные галактики трансформировались в овальные.

Профессор Стив Илс, ведущий автор исследования из Школы физики и астрономии при Университете Кардиффа, сказал: «Многие исследователи утверждали и раньше, что такие метаморфозы имели место в истории галактик, однако объединив возможности телескопов «Гершель» и «Хаббл» мы впервые смогли точно измерить масштабы этих трансформаций. Галактики выступают основными строительными блоками Вселенной, а потому такие метаморфозы вызвали одни из самых значимых изменений в ее внешнем облике и свойствах за последние 8 миллиардов лет».

«Это исследование является чрезвычайно важным. Оно позволило нам выяснить, что большинство спиральных галактик, в которых были образованы почти все звезды, сегодня являются крупными, мертвыми, эллиптическими галактиками. Результаты этого исследования обуславливают

необходимость уточнить компьютерные модели, которые пытаются объяснить формирование галактик и их поведение на протяжении последних 13 миллиардов лет», - говорит профессор Асанта Корай, соавтор исследования из Калифорнийского университета.

«До сих пор нам приходилось наблюдать отдельные случаи в локальном пространстве, когда в результате столкновения спиральные галактики трансформировались в эллиптические. Результаты нового исследования показывают, что такой вид трансформации не является исключением. Это часть истории эволюции галактик», - добавляет Дэвид Клементс, соавтор исследования из Имперского колледжа Лондона.



2015г 28 августа в журнале *The Astrophysical Journal* сообщается, что астрономы при помощи космического телескопа НАСА «Хаббл» открыли, что в центре карликовой галактике Маркрян 231 (Mrk 231) – ближайшего к Земле квазара (находится на расстоянии около 581 млн световых лет от Солнца) – лежат две черные дыры, стремительно вращающиеся относительно друг друга.

Эти находки указывают на то, что квазары – яркие ядра активных галактик – часто могут иметь в центре сразу две сверхмассивных черных дыры (СМЧД), которые попали туда в результате слияния двух галактик. Двигаясь по общей орбите, подобно кружащейся паре конькобежцев, эта пара СМЧД генерирует гигантские количества энергии, заставляющие ядро галактики светиться ярче, чем все миллиарды населяющих её звезд вместе взятые.

В новом исследовании ученые во главе с Йоджуном Лю из Национальной астрономической обсерватории Китая Китайской академии наук, изучив данные наблюдений галактики Mrk 231 в УФ-диапазоне из архива «Хаббла», обнаружили неожиданное отсутствие ультрафиолетового излучения близ самого центра галактики, там, где должен располагаться внутренний край аккреционного диска центральной черной дыры. Единственное разумное объяснение этого факта состояло в том, что в центре галактики Mrk 231 лежит не одна, а сразу две черных дыры, одна из которых, двигаясь по орбите вокруг второй, более массивной черной дыры, «расчищает» внутренний край общего аккреционного диска двойной системы, расширяя таким образом центральную, «темную» часть галактического диска.

Масса более крупной из двух центральных черных дыр галактики Mrk 231 составляет 150 миллионов солнечных масс, а её компаньона – 4 миллиона

солнечных масс. Пара совершает один полный оборот по общей орбите за 1,2 года.



2015г 7 сентября сайт *Astronews.ru* сообщает, что ученые обнаружили во Вселенной удивительно большую кольцеобразную структуру. Пять миллиардов световых лет – это немыслимое расстояние даже в космических масштабах. Чтобы лучше представить эту величину достаточно сказать, что для покрытия такого расстояния необходимо 35 000 галактик, соизмеримых с нашей собственной галактикой Млечный Путь. Благодаря удивительному открытию, сделанному командой астрономов из Венгрии и США, теперь мы знаем, что структура с такими гигантскими размерами существует в видимой части Вселенной.

Исследователи обнаружили кольцо, образованное девятью источниками всплесков гамма-излучения. Такие всплески являются наиболее яркими явлениями во Вселенной. Найденный объект достигает около 5 млрд световых лет в диаметре и имеет правильную кольцевую форму. По словам исследователей, шансы случайного распределения источников всплесков гамма излучения подобным образом составляют 1 на 20 000. Результаты были опубликованы 27 июля в издании *Monthly Notices Королевского астрономического общества*.

Ладжоз Балаш, ученый из Обсерватории Конкоя в Будапеште, возглавивший команду астрономов, не скрывает того, насколько сильно его удивила находка. «До сих пор всплески гамма-излучения являлись единственными объектами, которые, как нам известно, распределены по всей видимой части Вселенной. Все остальные объекты сосредоточены на ограниченном пространстве. Наше открытие выявило упорядоченную структуру, невиданную ранее. Гигантские объекты, которыми являются группы источников всплесков гамма-излучения, были известны и прежде, однако мы совсем не ожидали обнаружить такую большую кольцевую структуру правильной формы», - говорит Балаш.

Недавно найденная кольцевая структура является достаточно большой, чтобы противоречить космологическому принципу, согласно которому максимальный размер крупнейших структур составляет 1,2 миллиардов световых лет. Исследователи предполагают, что кольцо может быть проекцией шаровидной структуры.

Хотя астрономы утверждают, что нашли доказательства правильной структуры, заявление о ее кольцевидной форме подкреплено лишь зрительными наблюдениями.

Астрономы заключили, что кольцо, вероятно, не является реальной физической структурой. Для того

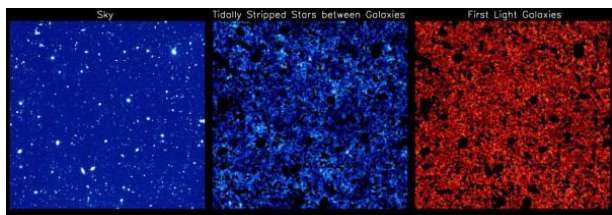
чтобы определить, могла ли такая структура быть образована в результате процессов звездообразования во Вселенной, потребуются дополнительные исследования.

«Было бы полезно увеличить количество всплесков гама-излучения с известными красными смещениями, а, следовательно, и с известными расстояниями, и более подробно изучить распределение галактик, в которых потенциально могли бы происходить всплески гама-излучения», - говорит Балаш.

Всплески гама-излучения являются самыми яркими электромагнитными явлениями из всех известных во Вселенной. За несколько секунд они источают столько же энергии, сколько источает Солнце за более, чем 10 миллиардов лет своей жизни. Как полагают ученые, такие гамма-всплески происходят тогда, когда массивные звезды обрушиваются в черные дыры. Однако их природа до сих пор не полностью изучена.

«В соответствии с общепринятой теорией, гамма-всплески подразделяются на два основных типа. Всплески с короткой продолжительностью, которые длятся меньше пары секунд, происходят в результате слияния двух нейтронных звезд, в то время как к более длинным по продолжительности всплескам приводит разрушение звезд, масса которых от 20 до 40 раз превосходит массу Солнца», - добавляет Балаж.

Число известных на сегодняшний день всплесков гама излучения превышает пару тысяч и постоянно растет по мере того, как продолжаются наблюдения.



2015г 9 сентября в журнале Nature Communications вышло исследование о том, что астрономы из Калифорнийского университета (UCI), Научных институтов космических телескопов в Ирвине и Балтиморе, все научные учреждения США, создали самое точное на сегодняшний день статистическое описание тусклых, ранних галактик, существовавших во Вселенной спустя всего лишь 500 миллионов лет после Большого взрыва.

В новом исследовании научная команда описывает применение нового статистического метода для анализа данных, полученных при помощи космического телескопа «Хаббл» в результате продолжительных обзоров неба. Этот метод позволил ученым выделить сигналы из «шума», присутствующего на «глубоких» снимках неба, сделанных «Хабблом», и произвести первую оценку количества небольших, первичных галактик ранней Вселенной. Исследователи приходят к выводу, что на «глубоких» снимках, сделанных «Хабблом» при проведении обзоров неба, присутствует почти в 10 раз больше галактик, чем было обнаружено ранее.

Аспирант UCI Кетрон Митчелл-Винн, главный автор новой работы, сказала, что объектами исследования стали галактики периода, известного как «эпоха реионизации». Эта эпоха наступила после периода, называемого «темной эпохой», который наступил после Большого взрыва и продолжался в течение нескольких сотен миллионов лет.

«Глубокие» обзоры неба, проводимые при помощи «Хаббла», являются частью научного проекта под названием Cosmic Assembly Near-Infrared Deep Extragalactic Legacy Survey (CANDELS). Следующим этапом своего исследования авторы статьи видят исследование тех же участков неба в рентгеновском диапазоне при помощи космической обсерватории НАСА «Чандра».



2015г 11 сентября в журнале The Astrophysical Journal статья описывает исследование о том, что международная команда астрономов открыла гигантское скопление галактик, в центре которой происходит стремительное образование новых звезд – что является поистине уникальной находкой. Это открытие, сделанное при помощи космического телескопа НАСА/ЕКА «Хаббл», впервые демонстрирует, что гигантские галактики, лежащие в центрах массивных скоплений галактик, могут значительно увеличивать свои размеры за счет поглощения газа, «украденного» у других галактик.

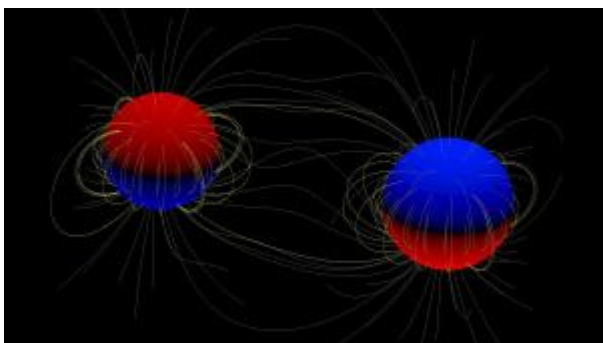
Галактики, находящиеся в центрах скоплений галактик, как правило, состоят из «останков» звезд – старых, красных или «мертвых» звезд. Однако в новой научной работе исследователи во главе с Трэйси Вебб из Университета Макгилла, Канада, открыли гигантскую галактику, лежащую в центре скопления галактик под названием SpARCS1049+56, которая, судя по всему, не подчиняется этому общему правилу, формируя новые звезды с невероятно высокой скоростью.

Эта галактика была впервые открыта при помощи космического телескопа НАСА «Спитцер» и телескопа Канада-Франция-Гавайи, расположенный на горе Мауна-Кеа на Гавайях и подтверждена при

помощи обсерватории им. Кека, также расположенной на горе Мауна-Кеа. Последующие наблюдения, проведенные при помощи космического телескопа НАСА/ЕКА «Хаббл», позволили астрономам изучить активность этой галактики.

Скопление галактик SpARCS1049+56 находится на расстоянии 9,8 миллиарда световых лет от Млечного пути. В состав скопления входят как минимум 27 галактик, а суммарная масса этого скопления галактик составляет около 400 триллионов солнечных масс. Уникальным в этом скоплении является то, что расположенная в его центре самая яркая галактика скопления производит звезды с колоссальной скоростью – до 800 новых звезд в год. Для сравнения, Млечный путь производит за один год в лучшем случае две звезды.

Для объяснения наблюдаемого феномена ученые провели подробные наблюдения центра скопления галактик SpARCS1049+56, которые обнаружили, что повышенное звездообразование в центральной галактике скопления объясняется столкновением двух галактик. В результате этого столкновения небольшая по размерам галактика была поглощена гигантской центральной галактикой скопления. Обе сталкивающиеся галактики были богаты газом, поэтому их слияние оказалось необычайно ярким – так называемое «мокрое» столкновение галактик. «Мокрые» столкновения галактик происходят, когда обе сталкивающиеся галактики до столкновения богаты газом – тогда при столкновении основная масса газа превращается в новые звезды, пояснили авторы статьи.



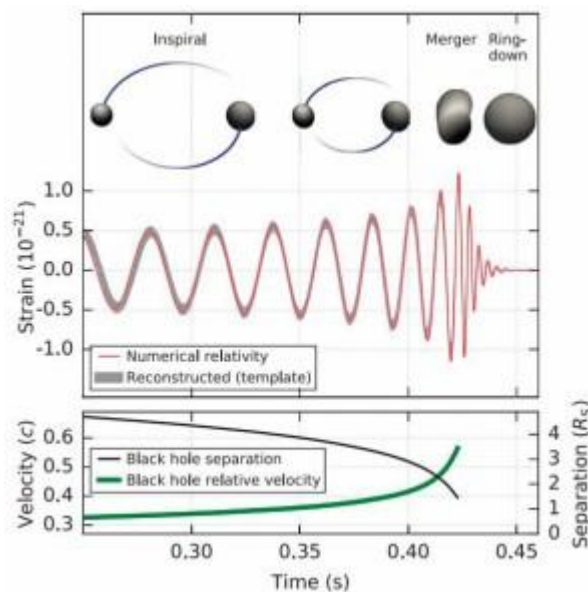
2015г 12 сентября в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* опубликовано, что канадский аспирант открыл удивительный объект – две массивных звезды, составляющих двойную систему. Мэтт Шульц из Университета Квинс (Канада), обнаружил эту систему – Эпсилон Волка. Эпсилон Волка (ϵ Lupi), HD 136504 — кратная звезда (6 звезд) в созвездии Волка на расстоянии приблизительно 396 световых лет (около 121 парсека) от Солнца. Возраст звезды определен как около 30 млн лет.

Шульц является участником консорциума BinaMIcS (Binarity and Magnetic Interactions in various classes of Stars), изучающего магнитные свойства тесных двойных звездных систем, который возглавляет доктор Эвелин Алесян из Гренобльского университета, Франция. Эта коллаборация изучает магнитные свойства тесных двойных звезд, используя телескоп Канада-Франция-Гавайи, расположенный на горе Мауна-Кеа на Гавайях.

Эпсилон Волка является четвертой по яркости звездной системой, лежащей в южном созвездии Волка. Эта пара звезд состоит из двух голубых звезд массами 7 и 8 солнечных масс соответственно, а суммарная светимость двух звезд системы превышает светимость Солнца в 6000 раз. Астрономы в течение многих лет знали, что Эпсилон Волка является двойной системой, однако и не подозревали, что две гигантские звезды имеют мощные магнитные поля.

Происхождение магнитных полей относительно холодных звезд, таких как наше Солнце, объясняется конвекцией вещества таких звезд (механизм динамо) которой, однако, практически не происходит внутри раскаленных, массивных звезд. Тем не менее, около 10 % массивных звезд располагают мощным магнитным полем.

Для объяснения происхождения магнитного поля массивных звезд были предложены две гипотезы. Согласно первой гипотезе магнитное поле генерируется в процессе формирования звезды и впоследствии «замораживается» в ней. Вторая гипотеза предполагает, что магнитное поле формируется по механизму динамо, имеющему место при интенсивном перемешивании материала двух уже сформировавшихся звезд, сливающихся воедино в тесной паре. Работа, выполненная Шульцем, позволяет теперь исключить сценарий формирования магнитного поля в результате слияния двух звезд.



2015г 14 сентября за четыре дня до официального старта наблюдательного сеанса в обсерватории LIGO, когда детекторы уже находились в полностью рабочем режиме, сигнал слияния двух чёрных дыр с амплитудой гравитационной волны (безразмерной вариации метрики h) в максимуме около 10–21 был зарегистрирован в 9:50:45 UTC двумя детекторами LIGO: сначала в Ливингстоне, а через 7 миллисекунд — в Хэнфорде, в области максимальной амплитуды сигнала (0,2 секунды) комбинированное отношение сигнал—шум составило 24:1. Событие получило обозначение GW150914 (в котором закодирован тип события

— гравитационная волна и дата в формате ГГММДД). Так были открыты гравитационные волны при слиянии двух черных дыр звездной массы с массами примерно 36 и 29 солнечных масс, которые слились в одну черную дыру массой 62 солнечных массы. Расстояние до источника около 1,3 миллиарда световых лет, излученная за десятые доли секунды в слиянии энергия — эквивалент около 3 солнечных масс. Об открытии объявлено 11 февраля 2016г.

На рисунке интерпретация зарегистрированного сигнала. Вверху: профиль гравитационно-волнового излучения и соответствующие ему стадии слияния двух черных дыр; внизу: изменение эффективных орбитальных параметров пары с течением времени до момента слияния.

Это событие ждали десятилетия. После полувека поисков наконец-то открыты гравитационные волны, колебания самого пространства-времени, предсказанные Эйнштейном сто лет назад в 1915 году. За экспериментальное обнаружение гравитационных волн в октябре 2017 года американским исследователям Кипу Торну, Райнеру Вайссу и Барри Бэришу присуждена Нобелевская премия по физике.



2015г 16 сентября сайт Astronews.ru сообщает, что исследователи из Гётеборгского университета (Швеция) обнаружили следы падения двух гигантских метеоритов в шведском лене Емтланд, которое произошло примерно 460 миллионов лет назад. Первый кратер просто гигантский, в то время как размер второго кратера в 10 раз меньше размера первого кратера.

«Эти два падения метеоритов произошли примерно в одно и то же время, 458 миллионов лет назад и сформировали эти два кратера», — говорит Эрик Стуркелл, профессор геофизики Гётеборгского университета.

Эрик Стуркелл и его коллеги обнаружили один из этих кратеров в 20 километрах к югу от г. Эстерсунд, близ г. Брунфло, Швеция. Диаметр этого гигантского кратера составляет 7,5 километра. Второй, меньший по размерам кратер находится на расстоянии 16 километров от первого кратера и имеет в поперечнике 700 метров.

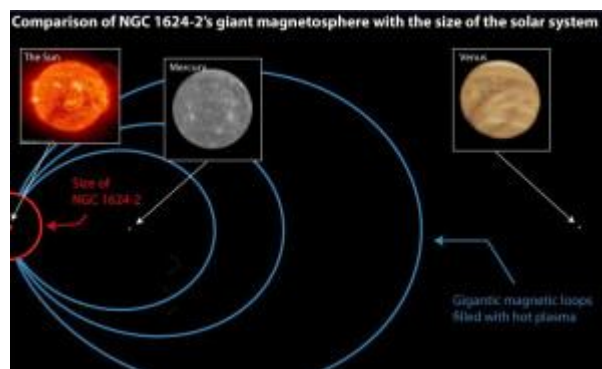
Эти два падения метеоритов, произошедшие 458 миллионов лет назад, были не единственными случаями бомбардировки Земли космическими камнями в тот период истории Солнечной системы.

«Примерно 470 миллионов лет назад в Главном астероидном поясе Солнечной системы, расположенном между орбитами Марса и Юпитера, столкнулись два крупных астероида, и множество осколков было выброшено на новые орбиты. Многие из этих космических объектов врезались в Землю, как это было в случае с двумя камнями из Емтланда», — сказал Эрик Стуркелл.

Емтланд в это время находился под водой, при этом глубина водного слоя над двумя точками поверхности Земли, в которых одновременно упали метеориты, составляла 500 метров. Двойные падения метеоритов являются очень редкими событиями. Это двойное падение метеоритов стало первым убедительно доказанным случаем такого рода в истории науки.

По оценкам, 1—3 раза в миллион лет на Землю падает метеорит, порождающий кратер шириной не менее 20 км. Это говорит о том, что обнаружено меньше кратеров (в том числе «молодых»), чем их должно быть. Список наиболее известных земных кратеров:

- Вредефорт (ЮАР)
- Карский кратер (Россия)
- Светлояр (Россия)
- Суавьярви (Россия)
- Попигай (Россия)
- Кратеры Аркену (Ливия)
- Чиксулуб (Мексика)
- Махуика (Новая Зеландия)
- Маникуаган (Канада)
- Каали (Эстония)
- Болтышский кратер (Украина)



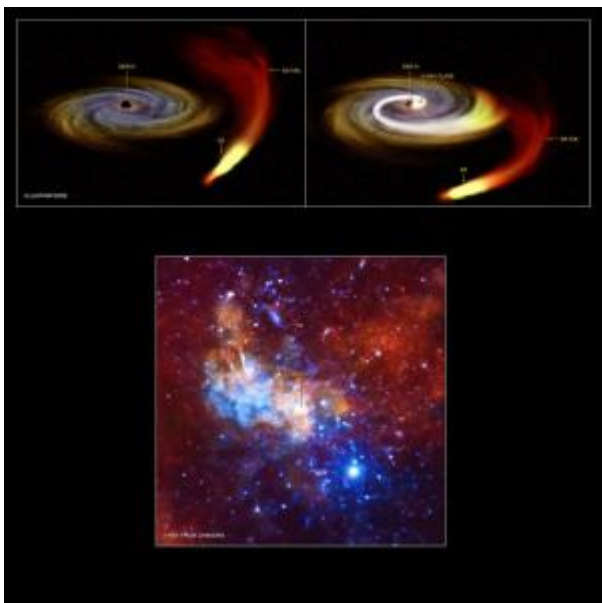
2015г 24 сентября в журнале Monthly Notices of the Royal Astronomical Society сообщается, что наблюдения сделанные командой исследователей под руководством ассистент-профессора Технологического института Флориды (США) Вероники Пти, проведенные при помощи рентгеновской обсерватории «Чандра» НАСА, обнаружили в галактике NGC 1624 вокруг звезды спектрального класса O под названием NGC 1624-2 неожиданно обширную магнитосферу, в границах которой мощные звездные ветра и раскаленная плазма поглощают рентгеновские лучи, испускаемые звездой в космическое пространство.

Эта массивная звезда спектрального класса O — самого горячего и яркого спектрального класса звезд во Вселенной — имеет самую обширную магнитосферу среди известных ученым звезд её класса. В ходе исследования Пти с сотрудниками

обнаружили, что магнитное поле звезды NGC 1624-2 захватывает газы, стремящиеся покинуть звезду, и эти газы затем поглощают рентгеновские лучи, испускаемые этой же самой звездой. Мощные звездные ветра этой звезды в 3-5 раз быстрее и по крайней мере в 100000 раз плотнее, чем звездные ветра нашего Солнца. Эти ветра эффективно захватываются магнитным полем звезды и удерживаемые им частицы создают вокруг звезды гигантскую атмосферу из раскаленной, очень плотной плазмы.

Магнитное поле на поверхности звезды NGC 1624-2 в 20000 раз мощнее, чем магнитное поле на поверхности нашего Солнца. Если бы NGC 1624-2 находилась в центре нашей Солнечной системы, то петли магнитных линий, вдоль которых движется плотная, раскаленная плазма, простирались бы почти до орбиты Венеры.

Лишь одна из десяти массивных звезд имеет магнитное поле. В отличие от небольших звезд наподобие нашего Солнца, которые генерируют магнитное поле в результате внутреннего динамо, магнитные поля массивных звезд являются, по сути, остатками магнитного поля, сформированного в результате некоторого события, произошедшего на ранних стадиях жизненного цикла звезды, например, столкновения с другой звездой.

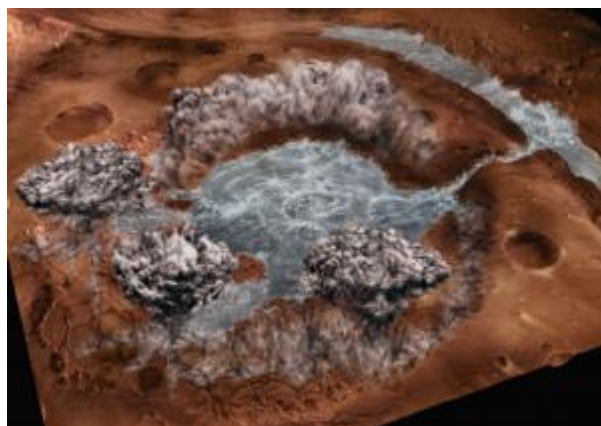


2015г 24 сентября в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* вышло сообщение, что три рентгеновских космических телескопа, находящиеся на орбите, обнаружили увеличение числа рентгеновских вспышек (признаки возрастающей активности), наблюдающихся на обычно спокойной черной дыре (ЧД), лежащей в центре нашей галактики Млечный Путь, в результате долгосрочного слежения за этим объектом. Ученые в настоящее время пытаются выяснить, является ли такое поведение ЧД Млечного пути нормальным, но оставшимся до сих пор незамеченным из-за особенностей методики слежения за этим объектом, или же эти вспышки участились в связи с недавним близким прохождением таинственного, богатого пылью объекта.

Объединив информацию, собранную в результате долгосрочных наблюдательных кампаний при помощи космических обсерваторий НАСА «Чандра» и XMM-Newton, с данными наблюдений, проведенных при помощи спутника «Swift», астрономы смогли подробно отследить активность сверхмассивной ЧД Млечного пути на протяжении последних 15 лет. Эта сверхмассивная ЧД, известная как Стрелец А, весит чуть меньше, чем 4 миллиона «солнц». Рентгеновские лучи испускаются при падении на ЧД раскаленного газа.

В новом исследовании, проведенном группой астрономов во главе с Габриэлем Понти из Института внеземной физики общества Макса Планка, Германия, сообщается, что ЧД Стрелец А разражалась примерно одной яркой рентгеновской вспышкой каждые десять дней вплоть до наступления 2014 г., когда частота вспышек неожиданно возросла примерно в десять раз. Это увеличение частоты вспышек на ЧД Млечного пути совпало по времени с прохождением мимо этой ЧД таинственного объекта, получившего название G2. Сначала исследователи думали, что этот объект является всего-навсего газопылевым облаком, однако в ходе дальнейших наблюдений обнаружилось, что объект почти не изменил форму при приближении к ЧД, из чего ученые заключили, что G2 может представлять собой звезду, находящуюся в «коконе» из пыли.

В настоящее время ученые не могут однозначно сказать, имеется ли между прохождением объекта G2 мимо ЧД Стрелец А и увеличением частоты вспышек на ней причинно-следственная связь, поскольку существует ряд альтернативных объяснений роста активности ЧД Млечного пути, которые рассматривают такое увеличение активности как общую для многих ЧД особенность, которая может быть обусловлена, например, изменением силы звездных ветров, которые дуют со стороны массивных звезд, поставляющих материал для «питания» ЧД.



2015г 28 сентября, NASA объявило результаты нового исследования, согласно которому на поверхности Красной планеты происходят сезонные течения соленой воды.

NASA уже давно обратило внимание на темные полосы, которые появлялись на поверхности планеты. Теперь исследователям удалось доказать, что причиной тому были сезонные течения, которые возникали в теплое время года и исчезали в

холодное. Ширина потоков не превышала 5 метров. Обнаружить эти течения стало возможным благодаря снимкам, сделанным бортовой камерой орбитального аппарата High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE) на борту межпланетной станции НАСА Mars Reconnaissance Orbiter. Источник воды в этих течениях до сих пор неизвестен. По мнению Сета Шостака (Seth Shostak), глава центра исследований института SETI, сезонные течения могут быть следами озер, когда-то существовавших на поверхности планеты. Спектральный анализ, проведенный исследователем Луджендра Одна (Ludjendra Ojha) и его коллегами, показал наличие на марсианских склонах гидратированных солей, которые обеспечивают течение потока воды даже при низких температурах. Исследователи NASA также предполагают, что 4,3 миллиарда лет назад на Марсе существовал океан.

«Жидкая вода является ключевым условием для жизни на Земле», - говорит ведущий автор исследования Луджендра Ойха (Ludjendra Ojha) из Технологического института Джорджии в Атланте. «Наличие жидкой воды на современной поверхности Марса указывает на то, что окружающая среда Красной планеты является более пригодной для жизни, чем считалось ранее».

Ойха входил в команду ученых, которым в 2011 году удалось впервые обнаружить на поверхности Марса повторяющиеся наклонные удлиненные структуры. Данное открытие было сделано в процессе изучения снимков, полученных с помощью камеры с высоким разрешением High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE), которая находится на борту межпланетной станции НАСА Mars Reconnaissance Orbiter.

«Сегодня на поверхности Марса есть жидкая вода, — заявил Майкл Мейер, ведущий ученый программы NASA по изучению Марса. — По этой причине мы подозреваем существование там потенциально обитаемой среды».



2015г 5 октября в журнале Monthly Notices of the Royal Astronomical Society говорится об обнаружении компаньонов миллисекундных пульсаров. Когда звезда массой примерно в

десять солнечных масс заканчивает свой жизненный цикл, происходит живописный взрыв, известный как сверхновая, и на месте бывшей звезды остается «зола», называемая нейтронной звездой. Нейтронные звезды стремительно вращаются вокруг собственной оси, при этом заряженные частицы, удерживаемые мощными магнитными полями звезды, излучают электромагнитные волны, благодаря чему эти космические объекты наблюдаются с Земли как «маячки», вспыхивающие с периодом в несколько секунд или даже меньше. Такие нейтронные звезды известны как пульсары.

Некоторые из пульсаров, известные как миллисекундные пульсары, вращаются намного быстрее обычных пульсаров, и ученые пришли к выводу, что для поддержания столь быстрого вращения эти объекты должны регулярно «перетягивать» материю с близлежащей звезды-компаньона; эти новые порции материи помогают нейтронной звезде увеличивать скорость своего вращения, которая в иных случаях постепенно снижается.

В настоящее время известно более 200 миллисекундных пульсаров, однако лишь для примерно дюжины из них до настоящего времени были обнаружены звезды-компаньоны.

В новом исследовании астрономы во главе с Маурином Ван-дер-Бергом из Гарвард-Смитсоновского астрономического центра, США, использовали снимки в ультрафиолетовом диапазоне, сделанные при помощи космического телескопа «Хаббл», для идентификации звезд-компаньонов двух миллисекундных пульсаров, расположенных внутри шарового скопления 47 Тукана (NGC 104, GCL 1, ESO 50-SC9) в созвездии Тукан. Кроме того, ученые смогли подтвердить обнаружения ещё трех звезд-компаньонов миллисекундных пульсаров, сделанные ранее их коллегами. Исследователи сообщают, что каждая из этих звезд-компаньонов представляет собой белый карлик – остатки звезды небольшой массы. Каждый из этих пульсаров вращается с частотой свыше 120 раз в секунду, а звезды-компаньоны движутся по довольно узким орбитам с периодами от 0,43 до 1,2 дня, то есть достаточно близко к нейтронной звезде, чтобы происходил своего рода «звездный каннибализм», когда пульсар регулярно перетягивает материю с белого карлика.

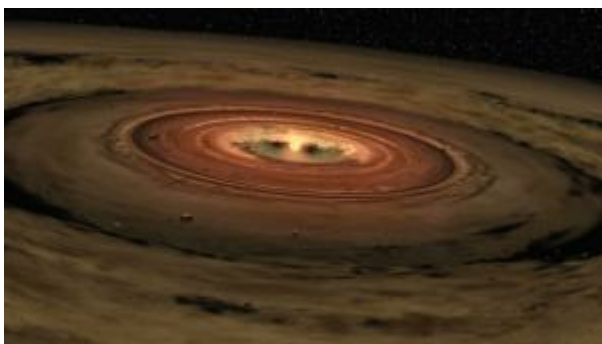
2015г 7 октября журнал The Astrophysical Journal публикует результаты. Нормальная желтая звезда и небольшая планета с твердой поверхностью. Планета и небольшой спутник. Эти картины привычны нам с детства – но это лишь частный случай из целого спектра реально существующих планетных систем. Так, неподалеку от Солнца недавно обнаружилась очень странная компания из пары коричневых карликов, вокруг одного из которых вращается нечто среднее между планетой и спутником.

Сами коричневые карлики можно назвать «переходным звеном» между крупными планетами и полноценными звездами. Обладая огромной массой, они, все же, недостаточно тяжелы, чтобы в недрах

их начались нужные для свечения термоядерные реакции на основе водорода. Это «сверхпланеты» – или «недозвезды». И пару таких объектов обнаружила недавно международная группа астрономов в 1600 световых годах от Земли.

Вокруг одного из карликов вращается еще одно тело, небольшая планета, всего 70% земной массы, примерно как у Венеры. Орбита его совсем невелика – радиус ее около 50 млн км, что сравнимо с радиусом орбиты Меркурия, когда он подходит к Солнцу максимально близко. Полный оборот планета совершает за полтора земных года.

В самом деле, отношение масс коричневого карлика и его планеты близко к отношению масс нашего Солнца и Урана, или Юпитера и Каллисто, второго по величине из его спутников. Все это, по мнению ученых, указывает на общность процессов формирования звезд, планет и спутников – и на то, что одни и те же законы работают на разных масштабах.



По словам авторов, «переходная система OGLE-2013-BLG-0723LB/Bb, состоящая из планеты венерианской массы и коричневого карлика, может рассматриваться либо как уменьшенная версия системы из планеты и двойной звезды, либо как увеличенная версия системы из спутника, планеты и звезды».



2015г **Объявлены лауреаты Нобелевская премия 2015 года по физике. Ими стали Такааки Кадзита (1959, Япония) сотрудник эксперимента Super-Kamiokande и Токийского университета, совместно с Артур Макдональд (1943, Канада) из Нейтринной обсерватории в Сандбери и Университета Куинс, «за открытие нейтринных осцилляций, показывающих наличие у этих частиц массы».**

Нобелевский приз по физике за 2015 г. отмечает выдающуюся роль Такааки Кадзита и Артура Б. МакДональда в постановке экспериментов, продемонстрировавших, что нейтрино меняют свою

идентичность. Такие метаморфозы требуют, чтобы нейтрино обладали массой. Открытие изменило наше понимание внутреннего устройства материи и может сыграть ключевую роль в формировании современного взгляда на устройство Вселенной.

На пороге этого тысячелетия Такааки Кадзита представил открытие, в котором сообщается, что нейтрино, образующиеся в атмосфере, изменяют свою принадлежность между двумя типами на пути к детектору нейтрино под названием Super-Kamiokande, расположенному в Японии.

Тем временем, канадская исследовательская группа под руководством Артура Б. МакДональда оказалась способна продемонстрировать, что нейтрино, идущие от Солнца, не исчезают по пути к Земле. Вместо этого они превращаются в нейтрино другого типа, перед тем как достигнуть Нейтринной обсерватории в Сабдери.

Долго не дававшая покоя физикам загадка, связанная с нейтрино, наконец-то была разрешена. Загадка состояла в том, что количество нейтрино, измеряемое расположенными на поверхности Земли детекторами, составляло лишь не более одной третьей от количества этих частиц, рассчитанного в соответствии с теорией. Теперь эти два эксперимента показали, что «пропавшие» нейтрино попросту «сменили идентичность».

Из этого открытия вытекает важное следствие, состоящее в том, что нейтрино – которые долгое время считались безмассовыми частицами – на самом деле, имеют небольшую массу.

Для физики частиц это открытие стало историческим. Широко используемая в ней Стандартная модель, описывающая внутреннее устройство материи, оставалась невероятно успешной, выдерживая все экспериментальные проверки в течение более чем 20 лет. Однако, так как эта модель требует, чтобы нейтрино было безмассовой частицей, то эти новые наблюдения с очевидностью показали, что Стандартная модель не может претендовать на роль завершенной теории, полностью описывающей все фундаментальные составляющие нашей Вселенной.



2015г **12 октября NASA опубликовало фото галактики NGC 4639 в созвездии Девы, сделанные телескопом «Хаббл» (работает с 1990 года). Примечательно в этих фотографиях то, что под спиральными рукавами этой галактики прячется голодный космический «монстр» — огромная черная дыра с массой, превышающей солнечную в несколько миллионов раз.**

Галактика располагается в созвездии Девы в 70 млн световых лет от Земли. NGC 4639 представляет

собой так называемую спиральную галактику с перемычкой. Такие галактики обладают прямоугольным скоплением звезд в центре. Внутри него происходит очень интенсивный процесс звездообразования. Как ни странно, при своих огромных размерах эта черная дыра не проявляет особой активности, как это обычно происходит с черными дырами, расположенными в центре таких галактик. Сейчас ученые пытаются выяснить причину активности черных дыр в ядрах таких галактик и как это влияет на эволюцию жизни.

2015г 13 октября ученые открыли новый объект Солнечной системы, который расположен в три раза дальше, чем Плутон. Карликовая планета, получившая название **V774104**, находится на расстоянии 15,5 млрд км от Солнца (или 103 астрономических единиц). Ее диаметр составляет от 500 до 1 тыс. км (до половины Плутона). Ранее титул самого далекого объекта Солнечной системы носила карликовая планета Эрида (97 а.е. от Солнца), открытая в 2005 году Майком Брауном. Доклад о своем открытии ученые представили на конференции Американского астрономического общества, сообщает издание Science.

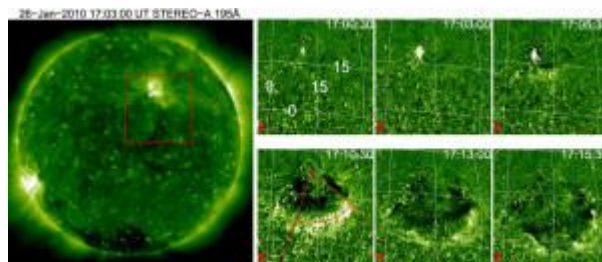
V774104 был открыт коллективом под руководством Скотта Шеппарда и Чедвика Трухильо при помощи 8,2-метрового японского телескопа Субару расположенного на Мауна-Кеа (Гавайи) 13 октября 2015 год вместе с 2015 TG387 (The Goblin) и 2015 TH367. Об открытии было объявлено на заседании Американского астрономического общества в ноябре 2015 года.

Для точного определения ее орбиты ученым потребуется как минимум год. Карликовая планета после ее более подробного изучения присоединится к одной из двух групп. Если со временем по своей орбите она приблизится к Солнцу, то войдет в круг достаточно известных ледяных миров, орбиты которых объясняются гравитационным взаимодействием с Нептуном.

Если перигелий объекта окажется достаточно далеко от Солнца, то он станет третьим "седноидом" — объектом группы, пока состоящей из Седны и 2012 VP113. Эти объекты обращаются вокруг Солнца за пределами пояса Койпера и не подвергаются гравитационному влиянию Нептуна. Автор открытия астроном из Института науки Карнеги в Вашингтоне Скотт Шеппард называет их объектами внутренней части облака Оорта (гипотетическая сферическая область Солнечной системы, расположенная на расстоянии тысяч астрономических единиц от Солнца). Они отличаются от небесных тел пояса Койпера — области Солнечной системы от орбиты Нептуна (30 а.е. от Солнца) до расстояния около 55 а.е. от Солнца.

Самое необычное в новых карликовых планетах — их вытянутые орбиты, которые, возможно, указывают на влияние планет-изгоев или соседних звезд. «Мы не можем объяснить орбиты этих объектов исходя из того, что мы знаем о нашей Солнечной системе», — сказал Скотт Шеппард в ходе своего доклада. Добавим, что некоторые ученые допускают, что орбиты подобных планет были

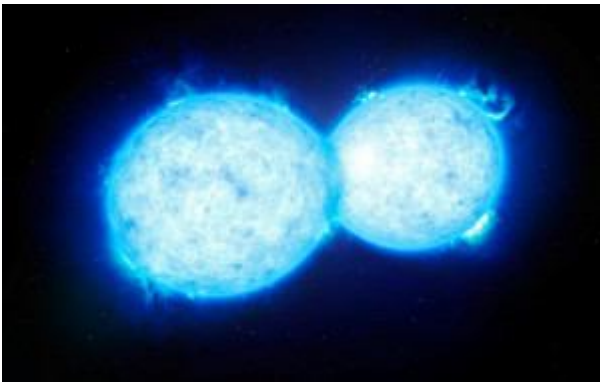
растянуты силой гравитации в древнейшую эпоху Солнечной системы, когда прото-Солнце было окружено другими «звездными яслями».



2015г 15 октября в журнале *Astrophysical Journal* описывается открытие, что две исследовательские группы, возглавляемые Нариаки Нитта из Центра перспективных технологий компании Lockheed Martin, США, и Радославом Бюсиком из Института исследований Солнечной системы общества Макса Планка (MPS), Германия, независимо друг от друга открыли новый солнечный феномен: крупномасштабные волны в атмосфере Солнца, которые сопровождаются интенсивным испусканием потоков частиц, богатых гелием-3. Изотоп гелий-3 представляет собой облегченную разновидность инертного газа гелия. Эти гигантские волны могут вносить существенный вклад в ускорение, сообщаемое частицам, испускаемым в космическое пространство, сообщают ученые из MPS. Решающим фактором, определившим возможность этого открытия, стали два космических аппарата — STEREO A и ACE — которые одновременно наблюдали Солнце с двух разных сторон.

Эти взрывные волны, которые были обнаружены исследователями из MPS при анализе данных наблюдений в экстремальном ультрафиолете от 26 января и 2 февраля 2010 г., простираются на расстояние свыше одного миллиона километров и распространяются со скоростью примерно 300 километров в секунду. Они произошли вскоре после слабой рентгеновской вспышки, однако наблюдаемые взрывные волны существенно отличаются по свойствам от типичных для Солнца рентгеновских вспышек, происходящих, как правило, в форме струи. Корональные выбросы массы, которые, предположительно, могли инициировать возникновение этих необычных волн, непосредственно перед возникновением взрывных волн не наблюдались.

Одновременно с этим новым типом волн ученые зарегистрировали выбросы с поверхности Солнца потоков частиц, богатых гелием-3. Этот тип солнечного излучения ученым знаком довольно давно, однако теперь исследователи смогли привести доказательства связи между наблюдаемыми взрывными волнами и потоками частиц, богатых гелием-3. Согласно выдвинутой исследователями гипотезе, взрывные волны обуславливают ускорение частиц гелия-3 — что подтверждается наличием зависимости между энергиями волн и свойствами этих потоков частиц, которая была установлена исследователями в результате проведенного анализа.



2015г 21 октября команда астрономов, работающих с Очень Большим Телескопом (Very Large Telescope, VLT) смогла обнаружить наиболее массивную и горячую двойную звезду из всех известных в настоящий момент. Эти две звезды практически соприкасаются друг с другом. Ученые считают, что двойная система VFTS 352, вероятно, вскоре перестанет существовать в своем текущем виде: либо образуется одна гигантская звезда, либо двойная черная дыра.

Система VFTS 352 находится в 160000 световых лет от Земли, в туманности Тарантул созвездия Золотая Рыба. Это одна из наиболее активных звездообразующих областей, где и была найдена эта странная пара звезд. Оборот вокруг общего центра тяжести звезды делают менее, чем за одни земные сутки. Расстояние же между центрами звезд пары составляет около 12 миллионов километров, в результате чего звезды соприкасаются друг с другом, образуя своеобразный «мост». Интересно, что общая масса VFTS 352 составляет около 57 масс Солнца, а температура поверхности звезд, входящих в систему — 40000 градусов Цельсия.

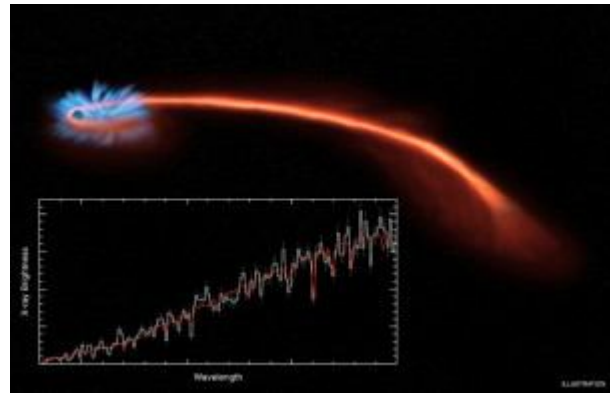
По мнению специалистов, такие системы играют важную роль в развитии галактик, поскольку именно они, скорее всего, «производят» кислород. Также в двойных системах такого типа ученые заметили явление, которое можно назвать «звездным вампиризмом». Дело в том, что меньшая звезда в системе получает вещество с поверхности своего более крупного соседа.

Но в случае VFTS 352 обе звезды имеют примерно равный размер, поэтому вещество не уходит ни к одной звезде, вместо этого около 30% звездного вещества является общим для этой системы.

Специалисты считают, что такие системы — очень редкие, плюс живут они непродолжительное время. «VFTS 352 — наиболее яркий из известных примеров горячей массивной двойной, в которой может происходить такое внутреннее перемешивание», — считает ведущий специалист проекта Леонардо Альмейда.

Как и говорилось выше, в результате взаимодействия обеих звезд возможно либо образование быстровращающейся одиночной звезды с большой массой, либо произойдет уменьшение светил с последующим превращением их сначала в сверхновые, а затем — в черные дыры.

Сейчас астрономы продолжают изучать эту звездную систему, стараясь понять, какой же из перечисленных сценариев развития будет актуален для этой звездной системы.



2015г 21 октября в журнале Nature опубликована работа, что команда включающая несколько астрономов из Мэрилендского университета (США), наблюдала событие приливного разрыва в галактике, лежащей на расстоянии 290 миллионов световых лет от Земли. Это событие является ближайшим приливным разрывом, открытым за последнее десятилетие.

Когда звезда оказывается слишком близко к черной дыре, мощная гравитация этой черной дыры может разорвать неудачливую звезду на части. При этих событиях, называемых приливными разрывами, одна часть остатков звезды выбрасывается в направлении от черной дыры с высокой скоростью, в то время как другая часть этих остатков падает на черную дыру. Это приводит к возникновению отчетливой рентгеновской вспышки, которая может продолжаться в течение нескольких лет.

Работающий в оптическом диапазоне обзор All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) изначально обнаружил это событие приливного разрыва, известное как ASASSN-14li, в ноябре 2014 г. Это событие произошло близ сверхмассивной черной дыры, лежащей в центре галактики PGC 043234. Дальнейшие исследования рентгеновского излучения, порожденного этим приливным разрывом, которые проводились при помощи рентгеновской обсерватории НАСА «Чандра» (с 1999), космического аппарата НАСА Swift Gamma-ray Burst Explorer (с 2004г) и спутника Европейского космического агентства XMM-Newton (с 1999), дали ученым более ясную картину события.

Ученые определили, что большая часть рентгеновских лучей формируется за счет материи, расположенной экстремально близко к черной дыре, то есть занимающей самую низкую стабильную орбиту вокруг черной дыры. Однако полученные рентгеновские данные также указывают на присутствие звездного ветра, переносящего газ, не достигший горизонта событий — или точки невозврата — черной дыры в направлении от неё. Однако этот ветер не достигает скорости, достаточной для выхода из зоны притяжения черной дыры, вместо этого двигаясь вокруг неё по эллиптической орбите, объясняют исследователи.

Позже, с запуском рентгеновской космической обсерваторией "Спектр-РГ" (ART-XC, eROSITA, 2019 год), составили первый каталог событий приливного разрушения звезд сверхмассивными черными дырами. В него вошли 13 событий, которые интерпретируются как образование

аккреционного диска с околокритическим или сверхкритическим режимом аккреции вещества звезд на черные дыры с массами от 103 до 108 масс Солнца.

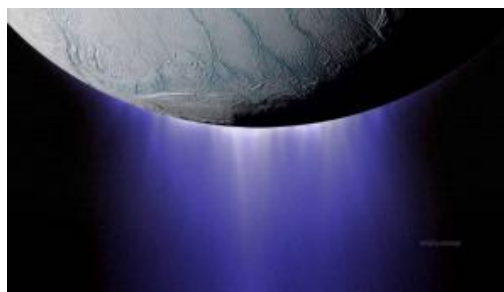


2015г 21 октября в журнале Nature опубликована работа, что астрономы объявили об обнаружении крупного каменистого объекта (размером с Цереру), который распадается на части, приближаясь по спиральной траектории к далекому белому карлику. Это открытие также подтверждает давно существующую теорию об источнике «загрязнения» белых карликов металлами.

Эта уникальная система была обнаружена при помощи космической миссии НАСА «Кеплер» (2008-2018), в задачи которой входит слежение за звездами с целью обнаружения спадов светимости, наблюдаемых при прохождении перед звездой небесного тела. Эти данные показали наличие регулярных спадов светимости, период появления которых составил 4,5 часа. Этот орбитальный период соответствует объекту, обращающемуся на расстоянии примерно 830000 километров от звезды. Это первый обнаруженный учеными объект планетного типа, совершающий транзит мимо белого карлика.

Команда астрономов из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра во главе с Эндрю Ванденбергом, обнаружившая эту необычную систему, провела дополнительные наблюдения и нашла дополнительные спады на кривой светимости, соответствующие большому числу более мелких объектов, похожих на осколки горной породы и пыль. Общая масса всех обломков и пыли, находящейся вокруг этого центрального объекта, по оценкам исследователей, оказалась примерно эквивалентна массе Цереры, крупнейшего объекта астероидного пояса Солнечной системы.

Согласно предположениям, выдвинутым учеными, эти осколки и пыль образовались в результате дезинтеграции крупного астероида под действием приливных сил, действующих со стороны белого карлика. Это исследование впервые продемонстрировало, что белый карлик может захватывать своей гравитацией астероиды и разрывать их на части, при этом обогащая свою поверхность металлами. Наличие признаков металлов в спектрах белых карликов до сих пор представляло собой не решенную научную проблему, которая теперь получила объяснение, подкрепленное доказательной базой.



2015г 28 октября космический аппарат «Кассини» совершил смелое погружение в ледяной гейзер спутника Сатурна Энцелад в поисках признаков, указывающих на обитаемые условия.

Эти струи непрерывно бьют из трещин на южном полюсе («тигровых полос») на высоту 250 км вынося с собой частицы из обширного соленого океана, который плещется непосредственно под ледяной корой Энцелада. Вблизи центра данной области можно увидеть четыре разлома, ограниченных с обеих сторон хребтами. Они носят неофициальное название «тигровые полосы». Глубина их достигает 500 метров, ширина — двух километров, а протяжённость — 130 километров. В 2014 году были опубликованы результаты исследований, согласно которым на Энцеладе существует подповерхностный океан. В основу этого вывода легли измерения гравитационного поля спутника, сделанные во время трёх близких (менее 500 км над поверхностью) пролётов «Кассини» над Энцеладом в 2010—2012 годах. Полученные данные позволили учёным достаточно уверенно утверждать, что под южным полюсом спутника залегает океан жидкой воды. Теперь прохождение «Кассини» сквозь ледяную струю завершает собой вторую из трех миссий, включающих пролеты мимо Энцелада.

Контакт космического аппарата с этой таинственной струей длился лишь в течение нескольких десятков секунд, так как «Кассини» двигался на расстояние в 49 километров от спутника со скоростью порядка 30000 километров в час, и тем не менее, в эти ключевые моменты пролета при помощи бортового анализатора космической пыли аппарата отбиралось и идентифицировалось вплоть до 10000 частиц в секунду. Анализ этих данных, результаты которого появятся в ближайшие недели, может дать самые многообещающие свидетельства обитаемости Энцелада за десять лет, прошедших с момента первого пролета «Кассини» мимо этого спутника Сатурна, который состоялся 14 июля 2005 года. На фотографиях видно очень сильно деформированные участки, кое-где покрытые глыбами размером 10—100 метров.

Перед этой миссией по пролету Энцелада были поставлены три основные цели. Во-первых, «Кассини» должен помочь выяснить, что является источником тепла, поддерживающего воду подповерхностного океана Энцелада в жидкой форме. Известно, что тепла, выделяющегося за счет приливного разогрева внутренних частей Энцелада гравитацией Сатурна и его других спутников, недостаточно для поддержания в жидкой форме вод этого подповерхностного океана. Другие две цели миссии относятся к предполагаемой обитаемости Энцелада: выяснение факта наличия близ дна

подповерхностного океана гидротермальной активности, а также выяснение химического состава органических частиц, «строительных кирпичиков» жизни.



2015г 30 октября с помощью четырёхметрового телескопа VISTA в обсерватории Параналь (Чили), работающего в оптическом и инфракрасном диапазонах, астрономы обнаружили новую особенность нашей галактики Млечный Путь, о которой наука до этого не имела представления. Наблюдая за необычно молодыми переменными звездами-цефеидами, ученые обнаружили в центре нашей галактики кольцеобразную структуру, делающую ядро Млечного Пути похожим на своеобразную «матрешку» из очень плотных скоплений старых и молодых звезд.

Так как наша Солнечная система находится внутри Млечного Пути, то изучение деталей галактики представляет собой довольно сложную задачу для ученых. Мы находимся внутри астрономического объекта, простирающегося на 100 000 световых лет и заполненного около 100 миллиардами звезд. В сердце нашей галактики имеется огромная перемычка, состоящая из массивных и плотных облаков из газа и пыли, что делает задачу по ее изучению еще сложнее.

Для решения этого вопроса ученые используют телескопы, аналогичные телескопу VISTA, расположенному в обсерватории Параналь (Чили). Он был построен для изучения самых потаенных секретов Млечного Пути путем сканирования неба широкоугольной, высококачественной оптикой. Используя этот инструмент, исследовательская команда астрономов под руководством Иствана Декани из университета Pontificia Universidad Católica de Chile смогла обнаружить новый компонент нашей галактики, который ученые раньше никогда не видели.

Изучая звезды определенного класса, астрономы из Чили нашли ранее невиданную дискообразную структуру, состоящую из молодых и старых звезд, скрытую плотными облаками центральной перемычки. Красные точки на изображении выше указывают расположение новых обнаруженных звезд. Желтая звезда, в свою очередь, указывает на наше место в галактике.

Используя данные, собранные в рамках программы Vista Variables in the Vía Láctea Survey (VVV) в период с 2010 по 2014 год, астрономы обнаружили 655 кандидатов на роль звезд класса цефеид. Эти звезды обладают одной уникальной особенностью. Их яркость можно очень быстро изменять в считанные месяцы и даже дни.

Класс цефеид разделяется на два подкласса. К одному из них относятся звезды, которые гораздо младше тех, что представлены в другом. Среди 655 обнаруженных астрономы определили, что 35 из них относятся к подклассу молодых ярких звезд. Их обычно классифицируют как классические цефеиды. Эти астрономические объекты разительно отличаются от более старых звезд другого подкласса, обнаруженных в центральной перемычке Млечного Пути.

«Возраст всех 35 обнаруженных классических цефеид составляет менее 100 миллионов лет», — объясняет Данте Миннити, один из ученых, проводивших данное исследование.

«Возраст самой молодой из таких звезд может быть даже меньше 25 миллионов лет, однако мы не можем исключить возможности наличия там еще более молодых и более ярких цефеид».

Все это может означать, что в центре нашей галактики продолжается звездообразование, то есть явление, которое ученые не могли ранее подтвердить. Путем определения расположения этих классических цефеид, астрономы определили наличие еще одной особенности нашей галактики, о которой ранее не было известно. Внутри перемычки эти молодые звезды образуют некую кольцеобразную структуру.



2015г 3 ноября группа научных работников из Европейского космического агентства рассказали об уникальном открытии. Обсерватории «Планк» (работала 2009-2013гг) удалось заметить излучение, которое прошло из параллельной Вселенной. (Мультивселенная)

Специалисты изучали реликтовое излучение — остатки Большого взрыва, которые можно заметить по всей нашей Вселенной. Изучая карту реликтового излучения, которая была спроектирована через телескоп, ученые нашли и зафиксировали необычные области яркой примерно в 4500 раз ярче, чем должны были быть, светимости - они не поддаются законам физики.

Ранга-Рам Чари, эксперт информационного центра в Калифорнии, удалил с данной карты все звезды и космические объекты, задействовав только шум, так он смог посмотреть на Вселенную в момент ее рождения. Ученый говорит о том, что обнаружил нечто иное - это похоже на материю из другой вселенной, которая попала в нашу. Есть вероятность, что множественные вселенные существуют, хотя мы и не видели параллельных реальностей, потому что мы не можем опровергнуть ее существование.

Современные ученые много говорят о столкновениях нескольких вселенных, они представляют это в виде пузырей, в одном из них расположена и наша Вселенная. В 2007 году Мэттью Джонсон из университета в Торонто рассказал, что данные пузыри могут «дотронуться» друг до друга на первом этапе своего рождения, если они появились достаточно близко друг от друга. Именно в этот момент и появляются подобные материи или свет, который был замечен учеными.

Как объяснил в интервью 2008 года физик Стэнфордского университета Андрей Линде «для меня реальность множества вселенных логически возможна. Можно сказать: возможно, это некое мистическое совпадение. Возможно, Бог создал Вселенную для нашего блага. Я ничего не знаю о Боге, но вселенная сама по себе могла бы воспроизводить себя бесконечное число раз во всех возможных проявлениях».



2015г 4 ноября ученым удалось обнаружить самое большое скопление галактик, которое расположено в максимально удаленной части Вселенной. Астрофизики с помощью телескопов **Spitzer Space Telescope (работал 2003-2020 годы)** и **Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE, работает с 2009 года)** обнаружили гигантское "сборище" галактик. гигантский по своим размерам кластер — **J1142 + 1527**, находящийся на расстоянии **8,5 миллиардов световых лет** от нашей планеты в очень отдаленной части Вселенной.

Астрономы, изучающие молодую Вселенную, объяснили, что галактические кластеры представляют собой скопления нескольких тысяч галактик. При этом каждая из них содержит миллиарды звезд. Подобные образования с течением времени начинают увеличиваться. Удалось определить, что масса обнаруженной галактики в квадриллион раз превосходит массу Солнца.

Специалисты акцентировали внимание на том, что свету удаленных галактик требуется достаточно большой срок, чтобы достичь Земли. Так свет от обнаруженного кластера дошел до нашей планеты за 8,5 миллиардов световых лет. Основываясь на этом, ученые объяснили, что доступные изображения — это отблеск очень далекого прошлого. В своей исследовательской работе астрономы используют высокотехнологичные инфракрасные телескопы, которые способны делить галактики по цветам, в зависимости от их удаленности. Так кластеры,

наиболее близкие к Земле, отображаются в белом цвете, а удаленные — в красном.



2015г 6 ноября в журнале **The Astrophysical Journal** сообщается, что при помощи космического телескопа НАСА «Хаббл» (с 1990г) астрономы произвели «археологические раскопки» в самом центре нашей галактики Млечный путь и обнаружили там «чертежи» нашей галактики на начальных этапах её формирования.

Всматриваясь глубоко в тесно населенную звездами центральную часть Млечного пути, члены научной команды «Хаббла» впервые открыли популяцию древних белых карликов — тлеющих остатков некогда полноценных звезд, населявших центральную часть нашей галактики. Обнаружение этих звездных остатков может в конечном счете помочь ответить на вопросы о формировании нашей галактики, происходившем задолго до того, как сформировались Земля и наше Солнце.

Так же, как и в случае археологических находок, эти белые карлики отражают в себе историю прошедших эпох. Наблюдения осуществлялись в 2004-ом году, а также в период с 2011-го по 2013-ый год. В итоге было обнаружено более восьмидесяти белых карликов, возникших около 12 млрд. лет назад. Они содержат информацию о звездах, которые существовали примерно 12 миллиардов лет назад и успели «выгореть», превратившись в белых карликов. Так как эти «угли» некогда ярких звезд в настоящее время остывают, то они могут служить в качестве источника сведений об этом ключевом для нашей галактики периоде её истории.

Анализ этих данных, собранных при помощи «Хаббла», проведенный исследовательской группой во главе с Аннализой Каламида из Балтиморского института исследований космоса с помощью космического телескопа, США, стал дополнительным подтверждением гипотезы о том, что балдж Млечного пути сформировался в первую очередь, и что его звездные «обитатели» превратились в «угли» очень быстро — менее чем за 2 миллиарда лет. Оставшаяся часть обширного галактического диска состоит из звезд второго и третьего поколений, которые «росли» намного медленнее на окраинах диска, окружающего центральный балдж и образующего с ним подобие гигантского сомбреро.

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

319 Leona occults HIP 27989 (Betelgeuse, α Ori) on 2023 Dec 12 from 1h 8m to 1h 26m UT

Star: (Dia = 48.1 mas)
 Mv 0.5
 RA = 5 55 10.3441 (astrometric)
 Dec = 7 24 25.652
 [of Date: 5 56 29, 7 24 43]
 Prediction of 2022 Oct 21.8
 Reliable not available

Durations: Max = 11.6 secs
 1km = 0.19 secs, 1mas = 0.25 secs
 Mag Drop = 2.9 [93%]v
 Sun: Dist = 162°
 Moon: Dist = 151°, illum = 1%
 Error 37.7 x 3.6 mas in PA 90°

Asteroid:
 Mag = 14.2
 Dia = 61 \pm 3km, 46 mas
 Parallax = 4.864"
 Hourly dRA = -1.949s
 dDec = -3.98"
 JPL#602022Jun06, Known errors

93% Annular Occn. Expect fades >12 secs (star dia)



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

2 декабря - Луна ($\Phi = 0,77$ -) проходит севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44),
 4 декабря - Луна ($\Phi = 0,61$ -) проходит севернее Регула,
 4 декабря - Меркурий в максимальной восточной (вечерней) элонгации 21 градус,
 4 декабря - Луна ($\Phi = 0,54$ -) в апогее своей орбиты на расстоянии 404348 км от центра Земли,
 5 декабря - Луна в фазе последней четверти,

6 декабря - Нептун в стоянии с переходом к прямому движению,
 8 декабря - максимум действия метеорного потока Моноцеротиды (ZHR= 2) из созвездия Единорога,
 8 декабря - Марс проходит в 4,3 гр. севернее Антареса,
 8 декабря - Луна ($\Phi = 0,20$ -) в нисходящем узле своей орбиты,
 8 декабря - Луна ($\Phi = 0,2$ -) проходит севернее Спика,

9 декабря - Луна ($\Phi = 0,12-$) проходит южнее Венеры,
 12 декабря - Луна ($\Phi = 0,01-$) проходит севернее Антареса (покрытие при видимости в Сибири),
 12 декабря - Луна ($\Phi = 0,0$) проходит южнее Марса,
 12 декабря - новолуние,
 13 декабря - Меркурий в стоянии с переходом к попятному движению,
 13 декабря - Луна ($\Phi = 0,01+$) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
 14 декабря - максимум действия метеорного потока Геминиды ($ZHR = 120$) из созвездия Близнецов,
 14 декабря - Луна ($\Phi = 0,02+$) проходит южнее Меркурия,
 16 декабря - Луна ($\Phi = 0,18+$) в перигее своей орбиты на расстоянии 367900 км от центра Земли,
 17 декабря - Луна ($\Phi = 0,29+$) проходит южнее Сатурна,
 19 декабря - Луна ($\Phi = 0,47+$) проходит южнее Нептуна (покрытие при видимости в Антарктиде),
 19 декабря - Луна в фазе первой четверти,
 21 декабря - Луна ($\Phi = 0,70+$) в восходящем узле своей орбиты,
 22 декабря - максимум действия метеорного потока Урсиды ($ZHR = 10$) из созвездия Малой Медведицы,
 22 декабря - зимнее солнцестояние,
 22 декабря - Луна ($\Phi = 0,79+$) проходит севернее Юпитера,
 22 декабря - Меркурий в нижнем соединении с Солнцем,
 23 декабря - Луна ($\Phi = 0,86+$) проходит севернее Урана,
 24 декабря - Луна ($\Phi = 0,93+$) близ Плеяд и Гиад,
 25 декабря - Луна ($\Phi = 0,96+$) проходит севернее Альдебарана,
 26 декабря - Луна ($\Phi = 0,99+$) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,
 27 декабря - полнолуние,
 28 декабря - Меркурий проходит в 3,5 гр. севернее Марса,
 29 декабря - Луна ($\Phi = 0,93-$) проходит севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44),
 31 декабря - Луна ($\Phi = 0,82-$) проходит севернее Регула,
 31 декабря - Юпитер в стоянии с переходом к прямому движению.

Солнце до 18 декабря движется по созвездию Змееносца, а затем переходит в созвездие Стрельца. Склонение центрального светила 22 декабря в 03 часа 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 небу декабря при фазе 0,86- в созвездии Близнецов. 1 декабря Луна при фазе 0,83- вступит в созвездие в созвездие Рака. Здесь 2 декабря Луна ($\Phi = 0,77-$) пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44). 3 декабря ночное светило ($\Phi = 0,70-$) вступит в созвездие Льва. 4 декабря лунный овал ($\Phi = 0,61-$) пройдет севернее Регула, а 5 декабря примет в созвездии Льва фазу последней четверти. 6 декабря Луна ($\Phi = 0,42-$) перейдет в созвездие Девы. Здесь 8 декабря Луна ($\Phi = 0,2-$) пройдет севернее Спики, а 9 декабря пройдет южнее Венеры при фазе 0,12-. В этот же день лунный серп ($\Phi = 0,11-$) перейдет в созвездие Весов, а 11 декабря при фазе 0,03- достигнет созвездия Скорпиона. Здесь 12 декабря Луна при фазе 0,01- покроет Антарес (видимость в Сибири). В этот же день самый тонкий месяц перейдет в созвездие Змееносца, где примет фазу новолуния 12 декабря. 13 декабря Луна ($\Phi = 0,01+$) перейдет в созвездие Стрельца, где 14 декабря при фазе 0,02+ пройдет южнее Меркурия. 15 декабря при фазе 0,1+ лунный серп перейдет в созвездие Козерога и пробудет здесь до 17 декабря, увеличив фазу до 0,26+. Перейдя в созвездие Водолея Луна ($\Phi = 0,29+$) 17 декабря пройдет южнее Сатурна. 19 декабря при фазе 0,47+ Луна пройдет южнее Нептуна (покрытие при видимости в Антарктиде). В этот же день ночное светило примет фазу первой четверти, а затем перейдет в созвездие Рыб при фазе 0,51+. 20 декабря при фазе около 0,6+ лунный овал побывает в созвездии Кита, вновь перейдя в созвездие Рыб при фазе 0,61+. 22 декабря Луна ($\Phi = 0,74+$) вступит в созвездие Овна, где в этот день при фазе 0,79+ пройдет севернее Юпитера. 23 декабря при фазе 0,86+ ночное светило пройдет севернее Урана, а 24 декабря ($\Phi = 0,9+$) перейдет в созвездие Тельца, где в этот день будет наблюдаться близ Плеяд и Гиад при фазе около 0,93+. 25 декабря яркая Луна ($\Phi = 0,96+$) пройдет севернее Альдебарана, а 26 декабря ($\Phi = 0,99+$) вступит в созвездие Близнецов, где 27 декабря примет фазу полнолуния. 28 декабря Луна при фазе 0,97- вступит в созвездие в созвездие Рака. Здесь 29 декабря Луна ($\Phi = 0,93-$) пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44). 30 декабря Луна при фазе 0,89- перейдет в созвездие Льва, где 31 декабря ($\Phi = 0,82-$) пройдет севернее Регула. В созвездии Льва Луна закончит свой путь по декабрьскому небу при фазе 0,77-.

Большие планеты Солнечной системы.
Меркурий движется в одном направлении с Солнцем (13 декабря меняя движение на попятное) по созвездию Стрельца, 25 декабря переходя в созвездие Змееносца. 14 декабря близ Меркурия пройдет Луна. Быструю планету можно наблюдать на фоне вечерней зари первую половину месяца. 22 декабря Меркурий пройдет нижнее соединение с Солнцем, и перейдет на утреннее небо. Блеск планеты уменьшается за месяц от $-0,5m$ до $+5m$ к соединению, а затем увеличивается до $+1m$. Видимый диаметр Меркурия увеличивается от 6 до 10 секунд дуги к соединению, а затем уменьшается до 9 угловых секунд. Фаза планеты уменьшается от 0,73 до 0,02 к соединению, а затем увеличивается до 0,27. В телескоп виден овал, переходящий в полудиск, а затем - в серп.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Девы, 11 декабря переходя в созвездие Весов, а 31 декабря - в созвездие Скорпиона. Планету можно наблюдать на утреннем небе, а также в дневное время. 9 декабря близ Венеры пройдет Луна. Угловое расстояние от Солнца за месяц уменьшится от 43 до 38 градусов. Видимый диаметр планеты уменьшается от $17''$ до $14''$. Фаза Венеры за месяц увеличивается от 0,68 до 0,78 при максимальном блеске $-4,2m$. В телескоп и в бинокль виден небольшой овал, без каких-либо деталей на поверхности.

Марс перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Скорпиона, 5 декабря переходя в созвездие Змееносца, а 31 декабря - в созвездие Стрельца. Планета находится на утреннем небе, но не видна. 12 декабря близ Марса пройдет Луна. Блеск Марса составляет $+1,4m$, а видимый диаметр - менее 4 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск практически без деталей.

Юпитер перемещается попятно по созвездию Овна. Газовый гигант можно наблюдать всю ночь, т.к. он находится близ противостояния с Солнцем. 22 декабря близ Юпитера пройдет Луна. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы уменьшается от $48''$ до $44''$ при блеске около $-2,6m$. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности Юпитера 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, а также различные конфигурации спутников.

Сатурн имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Водолея. Окольцованную планету можно наблюдать вечером и ночью. 17 декабря близ Сатурна пройдет Луна. Блеск планеты составляет $+0,9m$ при видимом диаметре около $16,5''$. В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет около 10 градусов.

Уран ($6m, 3,5''$) перемещается попятно по созвездию Овна близ звезды дельта Овна ($4,3m$). Планета видна всю ночь, т.к. находится близ противостояния с Солнцем. 23 декабря близ Урана пройдет Луна. Увидеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планета может быть найдена темном небе при отсутствии Луны и наземных источников света. Блеск спутников Урана слабее $13m$.

Нептун ($8m, 2,4''$) перемещается попятно (6 декабря меняя движение на прямое) у границы созвездий Рыб и Водолея южнее звезды лямбда Psc ($4,5m$). Планета видна почти всю ночь. 19 декабря Нептун покроется Луной (видимость в Антарктиде). Найти планету можно в бинокль с использованием звездных карт [Астрономического календаря на 2023 год](#). Диск планеты различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Спутники Нептуна имеют блеск слабее $13m$.

Из комет месяца расчетный блеск около $10m$ и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: P/Hartley (103P) и P/Tsuchinshan (62P). Первая при максимальном расчетном блеске около $9m$ движется по созвездию Гидры. Вторая перемещается по созвездию Льва 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 месяца самой яркой будет Веста в созвездиях Ориона и Тельца при максимальном блеске $6,4m$ около противостояния 22 декабря. Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

Долгопериодические переменные звезды месяца. Данные по переменным звездам (даты максимумов и минимумов) можно найти 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 фазу близкую к новолунию и не будет помехой для наблюдений. 14 декабря максимума действия достигнут Геминиды (ZHR= 120) из созвездия Близнецов. Мощный зимний поток с высоким радиантом. Луна в фазе новолуния не мешает 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 об астероявлениях в АК_2023 - <http://www.astronet.ru/db/msg/1855123>

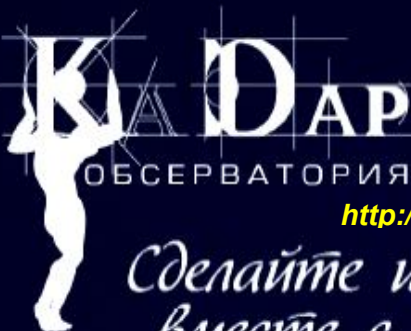
Ясного неба и успешных наблюдений!

Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php> Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 12 за 2023 год** <http://www.astronet.ru/db/news/>

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 2023 год

<http://www.astronet.ru/db/msg/1855123>

Главная любительская обсерватория России
всегда готова предоставить свои телескопы
любителям астрономии!



АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца



<http://shvedun.ru>



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

astro.websib.ru



<http://астрономия.рф/>

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

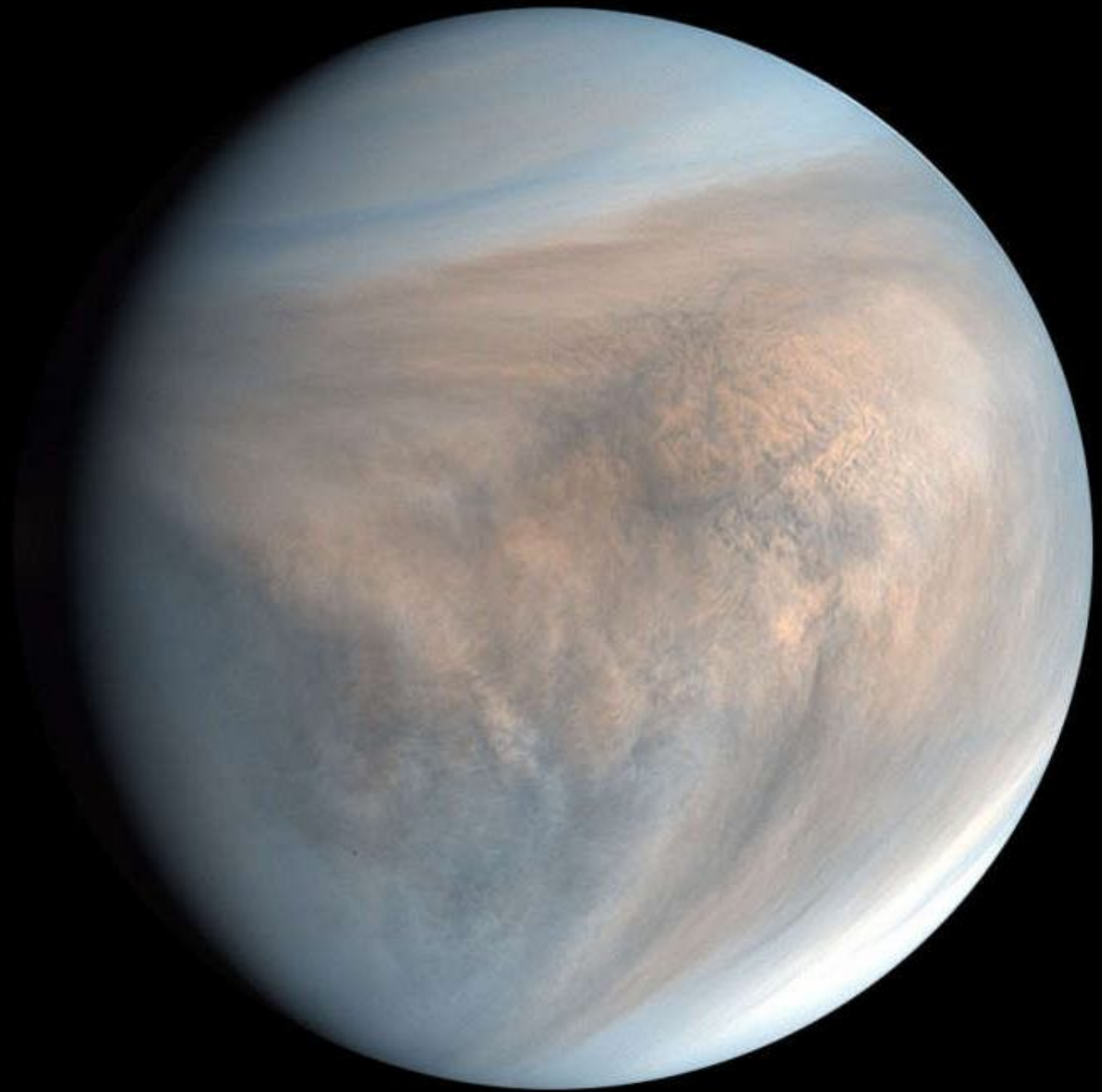
КОНТАКТЫ

КАК КУПИТЬ И ОПЛАТИТЬ

ДОСТАВКА

ГАРАНТИЯ

Венера в ультрафиолете от аппарата "Акацуки"



AKATSUKI, JAXA
PLANET-C Project Team