

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

Искусство видеть

Небесный курьер (новости астрономии)
История астрономии начала XXI века

Аномалии магнитного поля Луны
Небо над нами: февраль - 2023

02'23
февраль



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://www.astronet.ru/db/msg/1855123>
- 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 февраль 2023 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



<http://astronet.ru>



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



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



<http://www.vokrugsveta.ru>



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



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 февраля можно совершать увлекательные путешествия по звездному небу. «Ярчайшие звезды М 47 - голубые гиганты шестой звездной величины, поэтому скопление можно различить глазом в виде туманного пятна, как это и было сделано первооткрывателем - итальянским священником Джованни Батистой Годиерной, который в 1654 году описал этот объект как <туманность меж двух псов>. К слову, перу Годиерны принадлежит одна из самых первых классификаций туманных объектов - по степени их разрешимости на звезды. К сожалению, имя этого человека не часто можно встретить на страницах пособий о наблюдении дип-скай объектов, а ведь по сути именно он выделил их как самостоятельный феномен в своей работе <О систематике мира комет, и о замечательных объектах на небе>. Как зачастую бывает, интерес к этой книге проявился много позже, в данном же случае книга увидела свет в 1984 (!!!) году, спустя триста тридцать лет после ее написания. Обидно только, что интерес был уже исторический, нежели научный. Итак, в первой части книги выдвигалось предположение о том, что кометы, в отличие от других туманных пятен на небе, расположены гораздо ближе к Земле. Этот вывод был сделан из наблюдений за перемещением комет по небу и изменением их внешнего вида. Во второй части работы Годиерна привел список из четырех десятков увиденных им туманных объектов с подробными описаниями и зарисовками, среди которых как минимум девять являются его собственными открытиями. Если красота М47 не вызывает сомнений даже у обладателей бинокля, то для того, чтобы в полной мере насладиться величиной М46 необходим телескоп покрупнее. Дело в том, что большинство звезд скопления имеет блеск 10 - 13^m, а их несколько сотен, поэтому большие увеличения только приветствуются. Хотя даже при 150 - 200х в 150-мм телескоп не покидает ощущение легкой дымки не разрешившихся звезд вокруг сотни наиболее ярких членов скопления. Но самым лакомым кусочком М46, безусловно, является планетарная туманность NGC 2438, лежащая в пределах этого скопления.» Полностью статью можно прочитать в [февральском 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)**
**Аномалии магнитного поля Луны
вызваны включениями магнетита
в реголите**
Владислав Стрекопытов
- 6 **Эрнст Вильгельм Темпель**
Искусство видеть (2 часть)
Павел Тупицын
- 12 **Анализ данных обсерватории
IceCube связал часть
астрофизических нейтрино
с блазарами**
Михаил Столповский
- 16 **История астрономии 21 века**
Анатолий Максименко
- 22 **Небо над нами: ФЕВРАЛЬ - 2023**
Александр Козловский

**Обложка: Марс появляется над лунным
лимбом** <http://www.astronet.ru/db/apod.html>

Ночью 7 декабря Марс находился около полной Луны. Произошло покрытие Красной планеты, из некоторых районов Европы и Северной Америки было видно, как Марс оказался позади Луны. Примерно через час после того, как Марс скрылся за краем лунного диска, он снова появился, это запечатлено на четких видеокдрах, снятых из Сан-Диего на планете Земля. Марс находился около противостояния, на расстоянии в 82 миллиона километров. Полная Луна и полный Марс были достаточно яркими, и эффектные изображения удалось получить без корректировки экспозиции. Марс появляется прямо над древним кратером Абель с темным дном, около юго-восточного края видимой с Земли стороны Луны. Севернее (левее) расположен большой ударный кратер Гумбольдт.

Авторы и права: Том Гленн

Перевод: Д.Ю. Цветков

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

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

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

Обложка: **Н. Демин**, корректор **С. Беляков** stgal@mail.ru (на этот адрес можно присылать статьи)

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 20.01.2023

© *Небосвод*, 2023

Аномалии магнитного поля Луны вызваны включениями магнетита в реголите

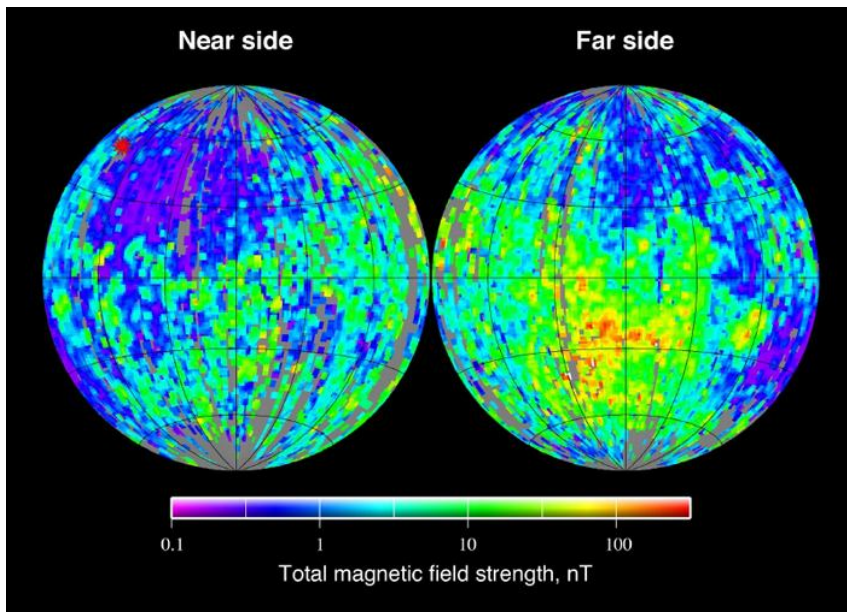


Рис. 1. Карта напряженности магнитного поля Луны, построенная по данным автоматической межпланетной станции НАСА Lunar Prospector. Место посадки аппарата «Чанъэ-5» отмечено красной звездочкой. Изображение с сайта ru.wikipedia.org

Китайские ученые проанализировали образцы лунного грунта, доставленного на Землю аппаратом «Чанъэ-5», и установили, что сферические частицы реголита содержат субмикроскопические включения магнетита — минерала, обладающего намагниченностью. Исследователи считают, что присутствием этих включений, возникших во время ударных событий, можно объяснить загадочные аномалии магнитного поля на поверхности Луны.

В отличие от Земли, Луна не имеет дипольного магнитного поля из-за отсутствия геодинамо в ее ядре. А постоянное магнитное поле, фиксируемое на ее поверхности, весьма неоднородно (рис. 1). Существует несколько гипотез, объясняющих магнитные аномалии Луны. Первая предполагает, что намагниченность пород возникла в самом начале лунной истории, когда внутреннее геодинамо еще работало. Вторая — что магнитные аномалии возникли в результате ударных событий в эпоху образования лунных кратеров. Есть также мнение, что намагниченность сохранилась в материале, из которого сформировалась Луна в результате столкновения ранней Земли с гипотетической планетой Тейя, или возникла периодически в результате коротких импульсов магнитной активности, связанных с порционной дифференциацией материала лунной мантии (A. J. Evans, S. M. Tikoo, 2022. An episodic high-intensity lunar core dynamo).

Недавно проведенный анализ образцов, собранных и доставленных на Землю в рамках программы «Аполлон», показал, что отдельные зерна силикатов

с магнитными включениями из лунных пород, образовавшихся 3,9, 3,6, 3,3 и 3,2 миллиарда лет назад, которые теоретически могли бы сохранить сигнатуры сильных палеомагнитных полей, таковых не содержат. То есть, судя по всему, долгоживущего динамо-эффекта в ядре Луны не было (J. A. Tarduno et al., 2021. Absence of a long-lived lunar paleomagnetosphere). В то же время в образцах из ударных кратеров ученые обнаружили сильную намагниченность и частицы импактного стекла, что согласуется со второй гипотезой. Но собственно магнитные минералы обнаружить не удалось.

Основные магнитные минералы — это оксиды железа и титана изоморфного ряда магнетит—титаномагнетит—ульвешпинель (Fe_3O_4 — Fe_2TiO_4). Считается, что резко восстановительная среда из-за постоянной бомбардировки ее протонами солнечного ветра делает маловероятным их присутствие на поверхности Луны. В образцах

«Аполлонов» находили субмикроскопические фазы железа, похожие по структуре на магнетит, но достоверно присутствие этого минерала доказано не было.

Сильными магнитными свойствами обладает также метеоритное железо, представленное ферритом, известным также как альфа-железо ($\alpha\text{-Fe}$) — одной из аллотропных разновидностей самородного железа, которое самостоятельно или в виде сплавов с никелем — камасита (см. Kamacite) и тэнита (см. Taenite) — слагает большую часть железных и железо-каменных метеоритов. Из-за отсутствия других вариантов долгое время феррит считали главной магнитной фазой на Луне, хотя трудно представить, что метеоритное железо, даже в мелкодисперсном виде, может покрывать значительные площади.

В декабре 2020 года, впервые после того, как в 1976 году на Луне побывала советская автоматическая межпланетная станция «Луна-24», на Землю прибыли новые образцы лунного грунта, собранные китайским аппаратом «Чанъэ-5». Ученые из Института геохимии Китайской академии наук детально изучили их минеральный состав методом рентгеноспектрального микроанализа и обнаружили субмикроскопические частицы магнетита.

На снимках, полученных с помощью просвечивающей электронной микроскопии, видно, что сферические зерна сульфидов железа диаметром менее 2 мкм, присутствующие в реголите, имеют кайму из самородного железа. Внутри зерен троилит-пирротинового состава находятся многочисленные микровключения металлического железа и магнетита размером около 100 нм, причем их тесная пространственная связь предполагает одновременное осаждение (рис. 2).

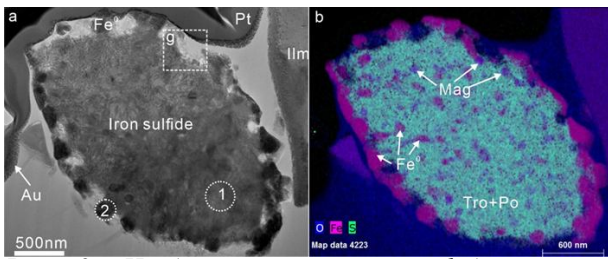


Рис. 2. Изображения зерна сульфида железа, полученные методами просвечивающей электронной микроскопии (a) и рентгеноспектрального микроанализа (b). Fe⁰ — самородное железо, Mag — магнетит, Tro-Po — троилит-пирротиновая матрица. Фото из обсуждаемой статьи в *Nature Communications*

Еще одна особенность заключается в том, что краевая кайма чистого железа, которое было идентифицировано как α-Fe, содержит многочисленные поры, заполненные серой и кислородом, а также нитевидные сростки минералов кремния и кальция. Поры по своим размерам соизмеримы с частицами железа (около 60 нм), и большинство из них открытые, что позволяет предположить, что на краях сульфидных зерен происходила бурная реакция выделения газа. Внутри зерен также есть более мелкие закрытые пузырьки газовой фазы размером около 20 нм. Эллипсоидная форма, большое количество пор по краям зерен и образование чистого металлического железа указывают на то, что сферические зерна сульфида железа испытали высокотемпературное воздействие.

Объединив полученные данные с термодинамическими расчетами, исследователи пришли к заключению, что наблюдаемые взаимоотношения могли сформироваться при эвтектической реакции растворения FeO в сульфидах железа с образованием субмикроскопического магнетита и металлического железа ($\text{FeS} + 6\text{FeO} = \text{SO}_2 + 4\text{Fe} + \text{Fe}_3\text{O}_4$), которая имела место в газовой-жидкой фазе, образующейся во время ударных событий. Точка эвтектики, когда все фазы находятся в термодинамическом равновесии, для подобного состава возникает при температуре 915°C и мольной доле FeS около 80% (рис. 3).

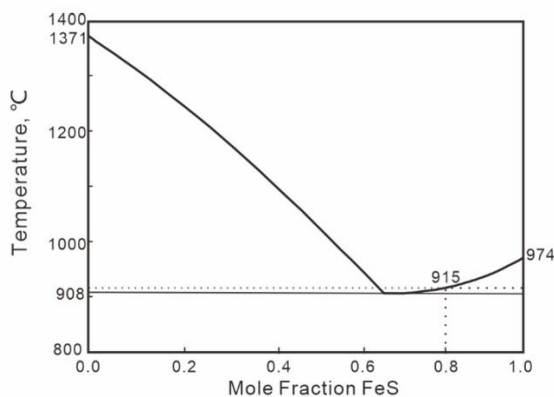


Рис. 3. Фазовая диаграмма состояния системы FeO–FeS. Рисунок из обсуждаемой статьи в *Nature Communications*

Интересно то, что авторы предыдущих исследований указывали на связь между магнитными аномалиями и крупными кратерами, но объясняли ее присутствием внутри кратеров и в материалах выброса ферромагнитных минералов импакторов — астероидов и метеоритов (M. A. Wiczcerek et al., 2012. An Impactor Origin for Lunar

Magnetic Anomalies), или считали, что магнетит образовался при разложении метеоритного вюститита (FeO) на магнетит (окисленные частицы) и металлическое железо (восстановленные частицы) при относительно низкотемпературных (около 570°C) гидротермальных процессах.

Китайские ученые предполагают, что мелковкрапленный магнетит может быть широко распространен в лунном реголите, особенно на обратной стороне Луны, где кратеров намного больше, а магнитные аномалии значительно сильнее (рис. 4).

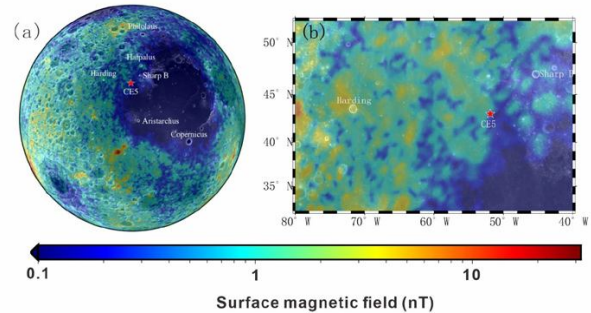


Рис. 4. Фрагмент карты напряженности магнитного поля Луны в районе места посадки «Чанъэ-5», обозначенного красной звездочкой. Рисунок из обсуждаемой статьи в *Nature Communications*

К тому же, «Чанъэ-5» прилунился на базальтовом плато, возраст которого составляет всего лишь около двух миллиардов лет. То есть, излияния лав на нем происходили уже после того, как этап поздней тяжелой бомбардировки (4,1–3,8 млрд лет назад), в течение которого сформировалось большинство кратеров Луны, завершился. Образцы, доставленные китайским аппаратом вообще самые молодые из всех лунных пород, когда-либо попадавших в руки исследователей.

В целом, по мнению авторов, сценарий образования магнетитсодержащих зерен выглядел так. Во время ударного события капли расплавленного сульфида железа соединялись с силикатными парами в газовой-жидкую фазу. На стадии застывания сульфидной расплава газообразный компонент FeO в ходе реакции восстановления образовывал кайму из самородного железа вокруг сульфидных зерен, а также растворялся внутри в виде пузырьков. При последующем переходе FeO в твердую фазу происходило его разложение с образованием субмикроскопических частиц магнетита и чистого металлического железа.

Возможно, считают исследователи, этот механизм был универсальным и действовал в период кратерообразования по всей поверхности Луны. Не случайно магнитные аномалии практически повсеместно совпадают с полями выбросов ударных пород.

Источник: Zhuang Guo, Chen Li, Yang Li, Yuanyun Wen, Yanxue Wu, Bojun Jia, Kairui Tai, Xiaojia Zeng, Xiongyao Li, Jianzhong Liu, Ziyuan Ouyang. Sub-microscopic magnetite and metallic iron particles formed by eutectic reaction in Chang'e-5 lunar soil // *Nature Communications*. 2022. DOI: 10.1038/s41467-022-35009-7.

Владислав Стрекопытов,
https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5272006/Vladislav_Strekopytov

Эрнст Вильгельм Темпель

Искусство видеть (2 часть статьи)

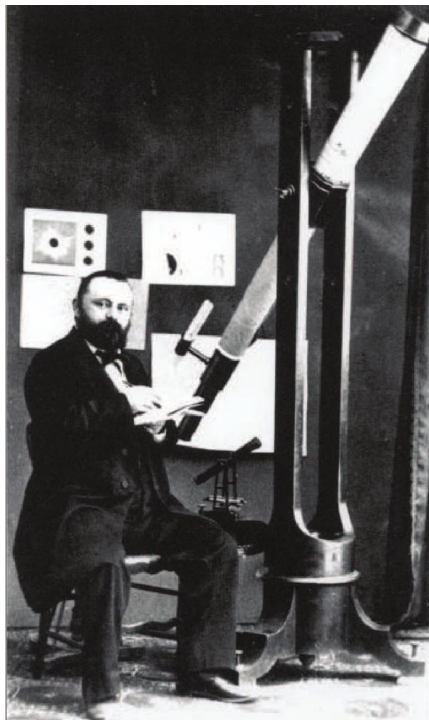


Рис. 1 . Темпель и его телескоп Штайнхеля, 1868 год.

Максимимилиана

Весной 1861 года Вильгельм, наблюдая с террасы обсерватории, нашёл свои две первые малые планеты. И эта победа, эта радость открытия быстро обернулась скандалом. Как будто злой рок преследовал Темпеля.

Начало всему положил благородный порыв астронома. Он хотел отблагодарить создателя своего телескопа и дал ему право выбрать название для новой малой планеты. Штайнхель в свою очередь, решил отблагодарить своего покровителя, короля Баварского и назвал малую планету Максимимилиана.

Это вызвало протест ряда астрономов, первооткрывателей астероидов. Лютер, Хайнд и Чэмберс написали критические статьи, обвиняющие Темпеля в том, что он нарушает традиции. Новые небесные тела должны были получать имена из мифологии, а никак не в честь правящих монархов.

Это, конечно, давняя традиция, пытаться увековечить имена и образы людей власти на небе. Но, по большому счёту, они все провалились. Галилей называл свои спутники звёздами Медичи, Кассини - звёздами Людовика. Уран долгое время называли

звездой Георга, а Пиацици предлагал назвать первый астероид Церерой Фердинанда. Было время, когда даже созвездие Ориона пытались переименовать в Наполеона, но это уже крайний случай.

Темпель яростно выступил против лицемерия своих коллег. Тот же Хайнд, найдя астероид, прозрачно назвал его Викторией. Якобы в честь богини победы, но все ведь понимали, что это подарок королеве Великобритании. К тому времени вокруг Солнца уже обращались малые планеты Евгения и Александра, названные в честь жены Наполеона III и великого немецкого учёного Гумбольдта соответственно.

Через некоторое время марсельский первооткрыватель уступил и выбрал вполне укладывающееся в традицию имя Кибела. Темпелю было суждено дожить до тех времён, когда мифологическая традиция окончательно была отринута.

Прошлого исправить было уже нельзя. Темпель потерпел поражение. А что до имени... Максимимилиана всё же попала на небо, но только спустя семьдесят лет, в 1932 году.

Другой найденный астероид получил имя Ангелина, которое предложил старик Вальц. Это увековечивало имя руин, бывшей обсерватории фон Цаха, Нотр-дам-де-Анж. Это имя также не было принято без споров: стоит ли называть малую планету в честь географических мест? Даже сам первооткрыватель сомневался, писать имя Ангелина или Ангелинна.

Конфликты угнетали Вильгельма Темпеля, он их искренне не любил. Неприятие горькой пилюлей отравляло его дни. Открытия, добытые тяжёлым трудом, кажется, не хотели служить ему. Слава через скандал – это вовсе не то, к чему он стремился. Он жаждал признания, а получал только критику. Ситуацию немного скрасила Парижская Академия наук: она дала сорокалетнему наблюдателю первую в его жизни награду – Премию Лаланда.

Темпель, однако, был погружён в проблемы. Выдержав год правления Симона, астроном покинул душную атмосферу Марсельской обсерватории. Лучше уйти, чем терпеть отказы, обман и презрение. Перспектив улучшения, казалось, не было никаких. Вильгельм снял небольшой домик с садом на улице Пифагора и стал снова работать литографом. Его бывший начальник остался у власти ненадолго. Через несколько месяцев Леверье перевёл его Париж. Но и там Симон проработал всего три года.

Литограф с улицы Пифагора

Вильгельм снова стал литографом и астрономом-любителем. В год его ухода у них с женой была оловянная свадьба, десять лет прожили они вместе. Большим горем для обоих было то, что брак не принёс им детей. Их союз, как они оба верили, был заключён на небесах и поэтому был нерасторжим. Они были друг с другом в горе и радости, до самых последних дней.

В первую зиму после увольнения Темпель, среди множества других объектов неба зарисовал большую туманность Ориона. Он сам сделал для неё литографию, и проследил качество печати. Как говорится: хочешь сделать хорошо – сделай это сам.

Это был большой труд и хорошее достижение. Редактор журнала *Astronomische Nachrichten*, где и был опубликован рисунок, написал очень благожелательный отзыв. Петерс писал: «Несомненно, поразительно видеть, как наблюдатель с талантом к рисованию и зорким глазом отмечает мелкие детали с малым увеличением и рефрактором всего в четыре дюйма».



Рис. 2. Туманность Ориона, 1861 год.

В августе 1862 года, наблюдая из окна своего дома, Вильгельм нашёл новую малую планету. Имя для неё выбрал директор Венской обсерватории фон Литтров: Галатей.

Это открытие примечательно тем, что недалеко от места открытия была туманность. Это точно была не комета. И эта, казалось бы, малая деталь, зародила новый интерес – поиск и исследование туманных пятен. Но для того, чтобы делать это на уровне, у марсельского любителя просто не было подходящего инструмента.

Туманности, тем не менее, продолжали беспокоить Темпеля. Но иначе. Туманность, открытая в Плеядах, оставалась причиной

споров. Занятый строительством новой обсерватории в Копенгагене, Генрих Луи д'Арре, высказал свои замечания в новой статье.

Участник открытия Нептуна, первооткрыватель комет, глядя на туманность в Плеядах, видел, что она не совпадает с рисунком Темпеля. Она была значительно меньше. Ученик Энке с двадцатилетним опытом исследования неба, кажется, не мог ошибаться. С одной стороны, рисунок литографа мог быть лишь фантазией непрофессионала. С другой, астроном понимал, могло иметь место и другое объяснение. По его мнению, туманность могла быть переменной.

И снова Вильгельм вынужден был встать на защиту своего открытия. Он ни капли не сомневался в размерах туманности, о чём прямо и бескомпромиссно заявил Генриху д'Арре.

Идею ученика Энке о переменности Темпель отверг принципиально. По его мнению, туманность – это скопление звёзд, и менять свой блеск вместе и одновременно они не могут. Он не верил в газообразные туманности. Причиной разности в зарисовках туманности марсельский астроном видел в разных инструментах и разных условиях наблюдения.

Пройдёт время, прежде чем наблюдая туманности с другими окулярами и телескопами, Д'Арре примет точку зрения литографа с улицы Пифагора о важности низкого увеличения в случае подобных туманностей. Это пригодится ему при составлении каталога туманностей в созвездии Волос Вероники.

Это была только часть большого спора века о переменности туманностей. К примеру, тот же Шагорнак утверждал, что открыл подобную вокруг звезды в созвездии Тельца. И она даже была введена в новый общий каталог Дрейера под номером 1988. Позже оказалось, что это ошибка.

Долг

После ухода из Марселя и новых открытий Темпель не оставлял идеи устроиться в обсерваторию. Это было его призвание, его долг. Не дождавшись хороших вестей от своего двоюродного брата Хаммеля, литограф лично отправился в Саксонию. Там он два месяца провёл в Лейпцигской обсерватории, у Карла Брунса. В трудоустройстве Вильгельм полагался на протекцию судебного чиновника и астронома-любителя Штибера. Однако, дело постоянно откладывалось.

Вернувшись в Марсель, разочарованный астроном не прекращал поисков. Небо давало ему покой и надежду. И он был снова вознаграждён за своё упорство: за осень он нашёл две кометы. История второй интересней. Уже через две недели у неё наблюдался десятиградусный хвост, а блеск ядра достиг третьей звёздной величины. Но она больше

никогда не вернётся к Солнцу. Сегодня она известна как C/1863 V1.

В ту же осень из окна своего дома на улице Пифагора была открыта малая планета. Но литограф опоздал. За три недели до этого её открыл американец Уотсон. Она получила номер 79 и имя Эвринома.

Занимаясь поиском комет и малых планет, Темпель не оставлял без внимания астрономические журналы. Так, однажды он нашёл заметку об открытии целых шести новых спутников Сириуса. Автор статьи, Гольдшмидт, попал под огонь разгромной критики Темпеля. Очевидно, что за шесть спутников были приняты яркие точки в иллюзорных лучах звезды. Паразитные изображения в который раз сыграли с астрономами злую шутку.

В июле 1864 года Вильгельм Темпель нашёл самую яркую свою комету. Она оказалась гораздо значительнее, чем все его предыдущие вместе взятые. Да, она также летела по параболе, чтобы никогда не вернуться. Но её орбита близко подходила к Земле.

Через месяц после открытия комета прошла в десять раз ближе Солнца. Её желтоватая голова была размером с Луну, а в телескоп кометный хвост можно было проследить на 30-40 градусов. Можно представить себе досаду ревнивого Лоренцо Респиги, который нашёл её позже своего бывшего помощника.

Комета, ныне известная как C/1864 N1, вошла в историю ещё и как первая, у которой наблюдали спектр. Благодаря её яркости, это удалось сделать Джованни Баттиста Донати.

Ещё через месяц, удачливый и влюблённый в небо Вильгельм нашёл ещё одну малую планету. Петерс, редактор берлинского журнала, предложил назвать её Терпсихорой.

Насыщенная ночная работа астронома шла в ущерб дневной работе литографа. Он снова попал в ту же ловушку, что и после покупки телескопа. Он мог сделать малую часть заказов, отдыхая после наблюдательной ночи. Сделавший столько открытий астроном жил, занимая деньги, жил в долг.

Слава телескопа

В какой-то момент ситуация стала настолько плохой, что Темпель написал объявление о продаже телескопа. Месяцами он носил его в кармане, не в силах подать в газету. Он ведь понимал, что это решение будет не только предательством дела, но и разочарованием для Марианны, вложившей деньги в покупку и всегда помогавшей ему. Старик Бенджамин Вальц в письме своему бывшему помощнику писал: «Это слишком жестокая необходимость – избавиться от телескопа».

Темпель снова пишет в Саксонию Хаммелю, в надежде найти на родине хоть какое-то место, хоть какого-нибудь покровителя. В своём объявлении о продаже телескопа марсельский астроном объясняет это «скорым переездом». И новое место в одной местной обсерватории даёт ему надежду. Он и правда, надеялся на

место помощника Брунса. Но тот выбрал Германа Карла Фогеля, молодого человека, оканчивавшего местный университет.

Марсельский литограф окупился в хобби, чтобы забыться. Через две недели после своего сорок четвёртого дня рождения, он получил подарок, который поначалу просто не мог оценить. Ещё одна комета, в созвездии Большой Медведицы. Слабая, но растущая. Через три недели по ту сторону Атлантики её найдёт Горацій Туттль. Так комета и войдёт в историю: Темпеля-Туттля.

Хвостатая гостья наблюдалась достаточно долго, что позволило вычислить её орбиту, путь по которой занимал треть века. Следующий раз она должна была вернуться, когда Вильгельму исполнится 78 лет.

Спустя год после открытия этой кометы, небо озарил звёздный дождь. Не малый и редкий, а самый настоящий дождь. Тысячи метеоров в час сгорали в атмосфере, к радости и страху жителей планеты.

Вычислив орбиту метеоров, тридцатилетний итальянский астроном Скиапарелли пришёл к интересному выводу. Она почти идеально ложилась на орбиту кометы Темпеля-Туттля. Чуть позже, расчёты, не зная об итальянце, повторил с тем же результатом Леверье.



Рис. 3. Эдвар Стефан.

Первооткрыватель кометы-родоначальницы потока Леониды попробовал воспользоваться, как ему казалось, удобным случаем и вернуться в Марсельскую обсерваторию. Новое здание, оснащённое, в том числе 80-сантиметровым рефлектором Фуко, манило его. Теперь ей руководил 30-летний астроном Эдуард Стефан. В январе 1867 он на три дня опередил Темпеля в открытии кометы, которая сегодня носит название 27P/Стефана-Отерма.

Спустя три месяца литограф открыл новую комету. Она получила его имя как единственного первооткрывателя. Когда через несколько лет она вернётся, то займёт девятую строчку в списке периодических комет. И именно она станет целью миссии Deep Impact,

об её ядро ударит в июле 2005 года медная болванка. Имя Темпеля будет у всех на устах.

Но после её открытия, астронома даже не взяли на работу. Там хватало молодых, энергичных сотрудников с неплохим образованием. Да и за плечами управителя Марсельской обсерватории по-прежнему стоял Леверье. Стефан был всего лишь его заместителем в Марселе. Теперь Урбен прямо называл любителя глупым и рекомендовал отказаться от вычислений таблиц для его комет. Отсутствие высшего образования дорого обошлось астроному-художнику.

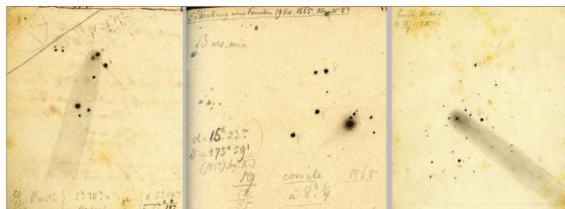


Figure 3: Drawings of comets discovered by Tempel, from his personal notebooks in the Arcetri Archive (Series: Wilhelm Tempel). Left: Comet C/1863 V1 on 21 November 1862. Center: Comet 55P/Tempel-Tuttle on the day of its discovery, 19 December 1865. Right: Comet 97P/Tempel 1, observed on 30 July 1867.

Рис. 4. Зарисовки комет 1863, 1865 и 1867 года.

Лунные и земные катаклизмы

Трудно было смириться с таким отношением. Вильгельм продолжил свой путь, не оставляя наблюдений и поисков. Так, он принял участие в активном обсуждении исчезновения лунного кратера Линней. Астроном Юлиус Шмидт из Афин обнаружил это первым. По его словам теперь вместо кратера только яркое белое пятно. Темпель, уже не первый год, делавший зарисовки Луны, подтвердил его наблюдения.

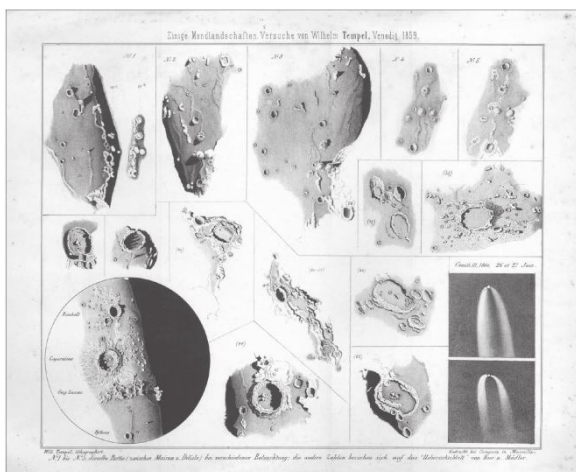


Рис. 5. Зарисовки Луны, сделанные в Венеции.

Изменчивость поверхности нашего спутника не была для Темпеля в новинку. 14-16 июня 1866 года он наблюдал кратковременный красный свет на дне кратера Аристарх. Астроном считал это проявлениями «химического теплового действия».

Подобные наблюдения десятки лет поддерживали споры о лунном вулканизме. А что кратер Линней? Он на прежнем месте и никуда не исчезал. Он исчез только в глазах тех, кто хотел в это верить. Кратер был

трудным объектом для инструментов астрономов, имея малый размер и будучи окружённым светлой областью. Имя диаметр всего в 2,5 километра, на отличных для своего времени картах Медлера его размер указан как впятеро больший.

Продолжая заниматься кометами, Темпель не только искал новые, но и находил старые. Он сделал восемь переоткрытий, среди которых кометы Брорзена, Энке и его собственные.

В 1869 году марсельский астроном-любитель нашёл две слабые, телескопические хвостатые гости. Вторую через 11 лет повторно найдёт американец Льюис Свифт. Комета объединит в своём имени двух людей, столь похожих.

Свифт тоже не имел высшего образования, был жестянщиком. Он тоже купил свой телескоп после тридцати пяти лет. Также как Темпель, он искал себе покровителя, но в отличие от него – нашёл. Даже двух. Он стал обладателем большой обсерватории и хорошего телескопа. В списке успешных ловцов комет он занимает с литографом-астрономом соседнюю строчку.

Комета Темпеля-Свифта после появления 1908 года была потеряна почти на сто лет. Её найдут в ходе обзора LINEAR, её имя станет тройным.

Марсельский любитель астрономии за свои кометные открытия получил премию Венской Академии наук. Это была первая его награда. Первая после десятилетних поисков. Позже, он получил ещё пять премий из Вены. Вильгельм стал одним из лучших ловцов комет своего времени. Его имя вошло в очерки Фламариона, великого популяризатора астрономии.

Десять лет, необходимые для натурализации во Франции, подходили к концу. Ещё немного, и Темпель стал бы французом официально. И в последний год, оставшийся до получения гражданства, снова всё пошло наперекосяк. Император приютившей его страны, Наполеон III, в июле 1870 года напал на Пруссию. Национализм с обеих сторон вышел из берегов. Темпель сочувствовал стране своих предков: Саксония теперь была частью Пруссии.

Вскоре правительство национальной обороны в Туре выпустило декрет об изгнании «враждебных иностранцев», граждан стран, воюющих с Францией. Чуть-чуть не дождавшийся местного гражданства Темпель был вынужден оставить Марсель.

Собираясь покинуть Францию, астроном писал письма соотечественникам. Он верил в единство немцев, в то, что его примут на родине. Но несколько его коллег на просьбу не ответили.

Тогда впадающий в меланхолию литограф написал Генриху Луи Д'Арре. Но он тоже был меланхоликом и обидчивым человеком. Он не простил саксонскому самоучке критику в свой адрес и на просьбу изгнанника ответил отказом.

История, однако, любит пошутить. Когда Темпель искал себе новое место для жизни и работы, то же самое делал и Леверье. За свою тиранию он был лишён должности, сотрудники

написали коллективное письмо об увольнении. Старейший теоретик, отстранённый от должности в феврале 1870 года, после поражения Наполеона III окончательно лишился высокого покровительства. А ещё и своего большого дохода от кресла сенатора.

Литограф начал искать прибежище не только в Германии. Среди адресатов писем Вильгельма оказался Джованни Вирджини Скиапарелли. Одна орбита метеоров Леонид и кометы Темпеля-Туттля сближала судьбы двух учёных.

Директор обсерватории Брера был на 14 лет младше марсельского искателя комет. Его предшественником был Карлини, вместе с которым Темпель наблюдал затмение в Испании.



Рис. 6. Скиапарелли в обсерватории Брера, конец XIX века.

Скиапарелли задумывался о новом телескопе для старинной обсерватории, но пока наблюдал в небольшие, меньше 3,5 дюймов, рефракторы Доллонда. Телескоп Темпеля мог стать третьим, особо ценным, инструментом.

Не имея особого выбора, марсельский литограф согласился поехать в Милан. Тяжело было покидать юг Франции, места к которым привык, где было сделано столько открытий. Да и смена климата не могла хорошо повлиять на здоровье астронома.

Через север на юг

В начале 1871 года, в сорок девять лет, Вильгельм Темпель стал ассистентом директора обсерватории. Теперь литография не была единственным средством для заработка. Его хобби теперь приносило ему не только радость, но пусть и не большой, но стабильный доход. Радовало и то, что отношения со Скиапарелли были гораздо лучше, чем с Симоном или Респиги.

Однако ограниченность молодого италянского государства в средствах оттягивала покупку нового, с диаметром линзы вдвое больше, чем у нового ассистента телескопа. Множество обсерваторий отдельных территорий бременем легли бюджет единого

правительства. Министр просвещения считал, что часть их нужно просто закрыть.

Каждый астроном считал, что лучшей обсерватории Италии должна стать его собственная. Но ни одна из них не подходила под критерии самой лучшей. То есть полностью быть укомплектованной нужными инструментами должного размера, находиться в хорошем месте без засветки и дыма, иметь хорошее, устойчивое здание.

Решение было найдено. Построить единую, национальную обсерваторию с нуля. Строительство обсерватории начали в Арчетри, недалеко от Флоренции, которая была тогда столицей Италии. Абсолютно новое здание для хороших инструментов. В хорошем месте. Среди инструментов был и крупнейший телескоп страны. В распоряжении директора обсерватории были бы два телескопа в 11 и 9,5 дюймов, построенных ещё до объединения Италии. Человеком, который занимался решением этой грандиозной задачи, был Джованни Баттиста Донати.

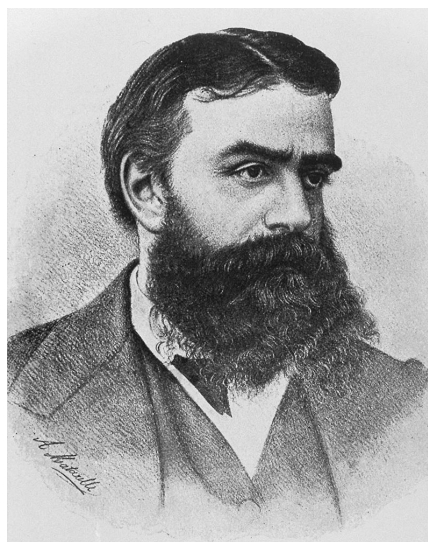


Рис. 7. Джованни Баттиста Донати в 1860е годы.

О том, насколько тяжело продвигалось дело можно судить по его словам: «Если бы у меня был враг, и он был астрономом, я бы пожелал ему заняться строительством новой обсерватории». Смета разрослась почти вдвое, выпросить у правительства средства становилось всё сложнее; архитекторы уклонялись от рекомендаций астронома; материалы подвозили не вовремя и не должного качества; против постройки протестовали местные жители. Спустя несколько лет столица Италии и вовсе была перенесена в недавно завоёванный Рим.

К моменту, когда здание было завершено, один телескоп всё ещё размещался во временном павильоне, и имел недоделанную монтировку. Денег на меридианный круг так и не нашлось, павильоны для магнитных измерений не построили. Купола над восточным и западным крылом также не были сделаны. На

время крылья укрыли временной плоской крышей.

Тем не менее, Донати решился в 1872 году провести церемонию открытия, надеясь привлечь внимание к проблемам. Это было уже второе открытие. Первое он провёл, основывая обсерваторию. Вопреки его планам, сыграть главную роль в мероприятии сам он не смог. Незадолго до важного дня астроном сломал ногу.

Жизнь Темпеля тем временем была намного радостней. Он открыл ещё две кометы, C/1871 L1 и C/1871 V1, в нынешних обозначениях. А осенью, на время отъезда Скиапарелли, ассистент был оставлен за хозяина.

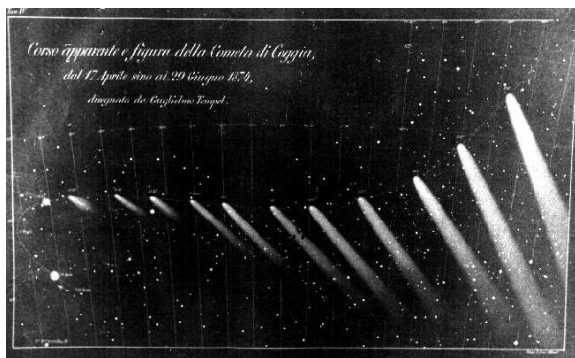


Рис. 8. Зарисовки кометы Коджа 1874 года.

В те дни произошла интересная встреча. С юга приехал важный гость. Обсерваторию навестил... император Бразилии. Педру II был не только государственным деятелем, но страстно любил науки. Разбирался он и в астрономии. Встреча прошла в приятной атмосфере. Темпелю всегда не хватало общения с единомышленниками. Между ними появится человеческая симпатия. Император ещё не раз приедет к ловцу комет. По возвращению на родину, Педру II объявил о награждении Темпеля бразильским орденом Розы.

В том же году сотрудничество бывшему ремесленнику предлагает директор римской обсерватории Анджело Секки. По его мнению «такой рисовальщик мог бы творить чудеса». Но наблюдения лимба Солнца и зарисовка протуберанцев не заинтересовали Темпеля, также как и спектральные исследования. Едва придя в обсерваторию, он снял с телескопа спектрограф Донати, тот самый с которым наблюдали его комету 1864 года, и положил его в чулан.

Вильгельм снова ищет кометы. И одна из них имела второй по краткости период обращения из известных, уступая только Энке. Она получила десятую строчку в списке периодических в 1878 году.

Пользуясь принадлежностью к обсерватории, астроном опубликовал свои прошлые наблюдения. Зарисовки лунного затмения, конфигураций спутников Юпитера, кометы Коджа.

В 1873 году Скиапарелли получил из Флоренции письмо. Арчетри не суждено было

стать свидетелем новых открытий Донати: вернувшись из Вены, он умер от холеры. Сорокашестилетний учёный так и не увидел свою обсерваторию достроенной и оснащённой нужными инструментами. Скиапарелли предложили стать новым директором обсерватории.

Поразмыслив, он, сославшись на семейные обстоятельства, предложение не принял. Вероятно, дело было в том, что он уже готовился к приезду нового телескопа для своей обсерватории, рефрактора Мерца с 22-сантиметровым объективом. Да и обсерватория Брера была в лучшем состоянии, чем то, в котором, по слухам, находилось Арчетри.



Рис. 9. Император Бразилии Педру II, 1875 год.

Вместо себя он предложил своего ассистента. Знал ли Темпель о том, в каком состоянии находится здание и инструменты? Или же просто уезжал от «холодных и сырых» миланских зим? Или же его прельстила возможность использовать на своё собственное усмотрение крупнейший в Италии телескоп с линзой в 283 миллиметра? Кто знает. Так или иначе, он принял приглашение. Перед отъездом он систематизировал все свои зарисовки небесных объектов, надеясь, очевидно, издать их, пользуясь своей зарплатой директора обсерватории.

Так в начале 1875 года начался флорентийский этап жизни астронома. Астроном, всю жизнь стремившийся заполучить в свои руки обсерваторию, стоял на пороге своей мечты. Качественный телескоп с хорошей апертурой, зарплата и свобода в исследованиях, чего ещё было желать?

(Конец второй части)

Павел Тупицын,
Любитель астрономии, г. Иркутск

Анализ данных обсерватории IceCube связал часть астрофизических нейтрино с блазарами

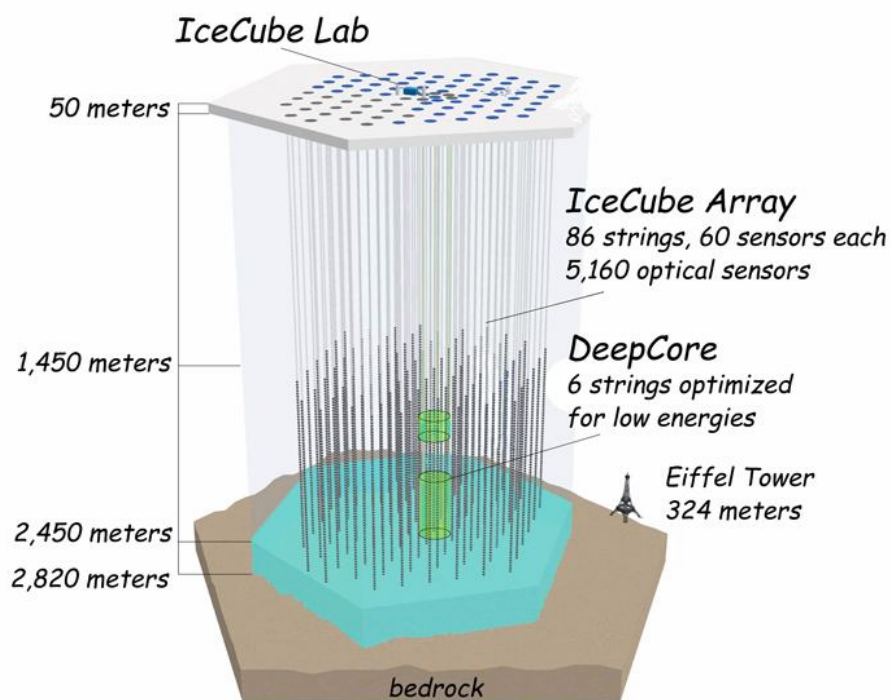


Рис. 1. Рабочим телом детектора IceCube является антарктический лед, в который помещены чувствительные к свету сенсоры — фотоумножители. Пролетающее нейтрино с очень маленькой вероятностью может провзаимодействовать с молекулами воды во льду. При этом рождаются вторичные частицы, которые в свою очередь создают черенковское свечение, которое улавливается фотоумножителями. Таким образом можно измерить энергию частицы и направление ее прилета. Каждая из 86 струн IceCube несет по 60 фотоумножителей, которые располагаются на глубинах 1,45–2,45 км в толще льда. Для масштаба изображена Эйфелева башня. Схема с сайта phys.org

Список потенциальных источников астрофизических — то есть появившихся вне Солнечной системы — нейтрино довольно большой: активные ядра галактик с разными характеристиками (например, квазары, блазары, радиогалактики), галактики с активным звездообразованием, галактические скопления, сверхновые, гиперновые, слияния белых карликов и многое другое. Однако до недавних пор статус источника астрофизических нейтрино был надежно подтвержден только для сверхновых. Теперь компанию им составляют блазары: тщательный статистический анализ данных эксперимента IceCube за несколько лет позволил утверждать, что

они тоже могут порождать высокоэнергетические нейтрино.

Нейтринная обсерватория IceCube расположена на Южном полюсе на территории антарктической станции Амундсен — Скотт. Обсерватория была введена в строй в 2011 году и уже позволила получить немало важных результатов. «Элементы» подробно рассказывали о некоторых из них: см. новости IceCube окончательно доказал реальность астрофизических нейтрино («Элементы», 27.05.2014), Нейтринная астрофизика делает первые шаги («Элементы», 20.11.2015), Многоканальные наблюдения установили источник

высокоэнергетического нейтрино, зарегистрированного IceCube («Элементы», 17.07.2018). В этих же новостях детально описано устройство и принцип IceCube, поэтому здесь мы ограничимся лишь основными моментами.

У нейтрино очень маленькое сечение рассеяния, поэтому эти частицы практически не взаимодействуют с обычной материей и, например, легко могут пролететь всю Землю насквозь. Изредка, однако, нейтрино все-таки взаимодействуют с атомами вещества. Эти «столкновения» порождают вторичные заряженные частицы, генерирующие черенковское излучение, которое и улавливается фотоумножителями обсерватории. Из этих особенностей поведения нейтрино следует, что, с одной стороны, детекторы для их изучения должны быть как можно больше, но с другой стороны, их не обязательно под завязку шпиговать чувствительными элементами: если рабочий объем заполнен чем-то достаточно прозрачным для черенковского излучения, то фотоумножители можно располагать далеко друг от друга. Многовековой лед Антарктиды хорошо подходит на роль среды для детектора (собственно, отсюда и название: ice cube означает «ледяной куб» — рабочий объем установки составляет примерно кубический километр).

Расположенные в виде решетки фотоумножители позволяют определять геометрию черенковской вспышки. Благодаря этому ученые могут с неплохой точностью установить, откуда

прилетела ее частица-прародитель (а также некоторые другие параметры вроде энергии частицы). Это критически важно для того, чтобы отделять нейтринные события от прочих. Дело в том, что источниками черенковского излучения во льду могут быть и другие частицы: например, мюоны, порожденные космическими лучами — ядрами атомов различного космического происхождения, зачастую имеющими энергию до нескольких джоулей (для одиночного иона это гигантская энергия). Значит, нужно уметь выделять полезный сигнал из фона. В качестве «фильтра» тут выступает Земля: сквозь нее могут пройти только нейтрино, а сигнал с других направлений можно не учитывать (чтобы лишние события случайно не попали в статистику). Получается, что хотя IceCube находится на Южном полюсе, он на самом деле нацелен на исследование северного неба.

Ученые, работающие с собранными на IceCube данными, стараются найти участки северного неба, из которых прилетает больше нейтрино. Нейтрино, в отличие от космических лучей, не имеют электрического заряда, а потому не отклоняются в галактических и межгалактических магнитных полях. Значит, направление прилета нейтрино — если определить его точно — указывает прямо на их источник.

Звучит просто, но понадобилось почти десять лет, чтобы определить, откуда же, собственно, летят нейтрино, детектируемые IceCube. Еще в 2013 году было установлено, что IceCube «видит» нейтрино астрофизического происхождения (см. IceCube окончательно доказал реальность астрофизических нейтрино, «Элементы», 27.05.2014). Это значит, что не все нейтрино, улавливаемые обсерваторией, родились внутри Солнца или при прохождении космических лучей через атмосферу. Но откуда именно они летят?

Природных источников нейтрино несколько. Во-первых, должны существовать реликтовые нейтрино (см. Cosmic neutrino background) с очень низкой энергией, которые высвободились из плазмы Большого взрыва менее чем через секунду после начала расширения Вселенной. Хотя плотность таких нейтрино огромна (их более сотни в каждом кубическом сантиметре пространства), зарегистрировать их пока не удалось из-за их чрезвычайно малой энергии (10^{-6} – 10^{-4} эВ).

Во-вторых, от различных объектов в космосе за пределами Солнечной системы могут приходить астрофизические нейтрино. Первым установленным источником таких нейтрино была вспышка сверхновой в 1987 году (см. Объявлено происхождение колец сверхновой 1987A, «Элементы», 16.03.2007). Благодаря обсуждаемой работе к списку надежно установленных источников астрофизических нейтрино добавились блазары. Кандидатами в источники нейтрино и космических лучей также являются скопления галактик, галактики с активным звездообразованием, быстрые гамма-всплески, гиперновые, слияния белых карликов и т. д. (см. P. Mészáros, 2017. Astrophysical Sources of High-Energy Neutrinos in the IceCube Era).

В-третьих, важным источником нейтрино являются взаимодействующие с атомами атмосферного воздуха космические лучи. При этом рождается множество вторичных частиц, среди которых много заряженных пи-мезонов. Они очень быстро распадаются на мюон и мюонное нейтрино. Так как спектр космических лучей схож со спектром астрофизических нейтрино, порождаемые космическими лучами атмосферные нейтрино являются главной помехой в регистрации астрофизических нейтрино.

Нейтрино с энергией до нескольких МэВ рождаются в термоядерной реакции слияния двух протонов с образованием дейтерия в ядре Солнца (и других звезд, — но поток нейтрино от Солнца на много порядков мощнее и полностью перекрывает нейтринное «излучение» других звезд). При изучении солнечных и атмосферных нейтрино было экспериментально подтверждено существование нейтринных осцилляций, теоретически предсказанное Бруно Понтекорво в 1957 году. Тем самым было доказано, что у этой частицы имеется масса (см. Нобелевская премия по физике — 2015, «Элементы», 08.10.2015).

Вдобавок, некоторое количество нейтрино рождается при распаде радиоактивных элементов в коре Земли. Эти «геонейтрино» (geoneutrino) пока мало изучены, а имеющиеся по ним данные получены в фундаментальных экспериментах по нейтринной физике. Однако, учитывая беспрецедентную проникающую способность нейтрино, эти частицы имеют огромный потенциал в геологии.

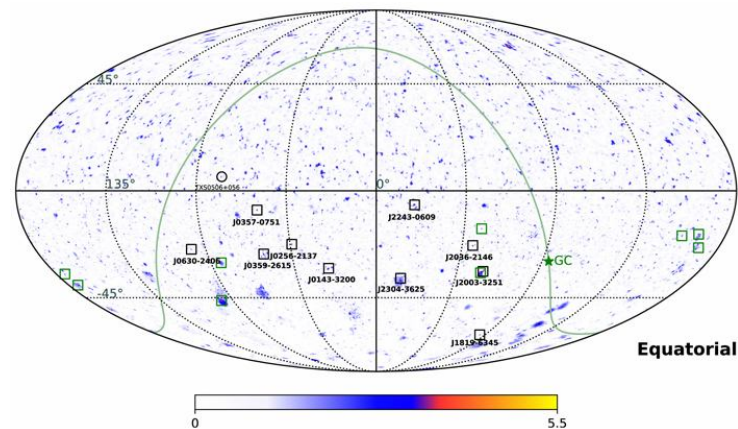


Рис. 2. Карта неба в экваториальных координатах (экватор Земли проецируется на горизонтальную среднюю линию карты). Цветные пятна показывают локальные значения оценки вероятности прилета нейтрино с данного направления. Квадратиками показаны положения блазаров. Галактическая плоскость и положение центра Млечного Пути показаны зеленой линией и звездочкой. Рисунок из обсуждаемой статьи в *The Astrophysical Journal Letters*

Основная сложность поиска источника астрофизических нейтрино заключается в том, что восстановить направление прилета нейтрино удастся лишь со значительной погрешностью — порядка одного градуса (а это вдвое больше видимого размера Луны на небе). На помощь приходят статистические методы. Проанализировав открытый каталог данных IceCube за 7 лет (2008–2015 годы),

содержащий более 700 тысяч событий с энергиями от 1 ТэВ, ученые из университета Вюрцбурга (Германия) пришли к выводу, что источниками высокоэнергичных нейтрино являются блазары. Результаты этого анализа недавно были опубликованы в журнале *The Astrophysical Journal Letters*. Авторы спроецировали координаты каждого из зарегистрированных нейтрино на карту неба (рис. 2). Учитывая точность определения направления каждого события, ученые вычислили статистическую характеристику каждой точки неба, соответствующую вероятности того, что в ней находится источник нейтрино. Локальные максимумы этой статистической характеристики («пятна» на карте) соответствуют источникам нейтрино.

Идея о том, что блазары могут быть источниками нейтрино, в целом, достаточно очевидна и высказывалась ранее неоднократно (см. уже упоминавшиеся выше новости, а также статью *Где рождаются нейтрино?*). Проблема была лишь в надежном доказательстве, что астрофизические нейтрино действительно прилетают к нам от блазаров: статистическая значимость предыдущих работ не достигала до строгих критериев физики высоких энергий. Но теперь с этим все в порядке — в новой публикации описано полноценное «открытие» со значимостью более 5σ .

Блазары — это подкласс активных ядер галактик (АЯГ), то есть галактик, центральные области которых излучают необычайно ярко в широком диапазоне частот. Сердцем галактического ядра является сверхмассивная черная дыра. В АЯГ черная дыра активно поглощает материю, формируя вокруг себя аккреционный диск. В некоторых случаях аккреция сопровождается появлением двух джетов — узконаправленных лучей мощного излучения, бьющих с двух полюсов черной дыры. Если один из джетов направлен в сторону Земли, АЯГ и называют блазаром.



Рис. 3. Активное ядро галактики Лебедь А в радио- (красный цвет), рентгеновском (синий) и видимом диапазонах. Релятивистский джет показан в увеличенном виде внизу (обратите внимание, что его масштаб в 20 000 раз мельче, чем у основного изображения). Длина масштабных отрезков указана в парсеках и килопарсеках. Рисунок из статьи R. Blandford et al., 2019. *Relativistic Jets from Active Galactic Nuclei*

Как именно появляются релятивистские джеты возле черной дыры? В деталях это до сих пор не ясно. Наиболее многообещающими являются модели, в которых джеты образуются при комбинированном учете эффектов магнитных полей и вращения черной дыры: либо джет рождается как результат магнитоцентрифужного ускорения материи с поверхности аккреционного диска, либо из магнитосферы черной дыры за счет преобразования энергии вращения черной дыры. Джеты создают синхротронное излучение, из чего можно заключить, что в них ускоряются заряженные частицы. Среди таких частиц имеются заряженные пи-мезоны, которые быстро распадаются на мюон и нейтрино. Именно эти нейтрино и наблюдаются в IceCube.

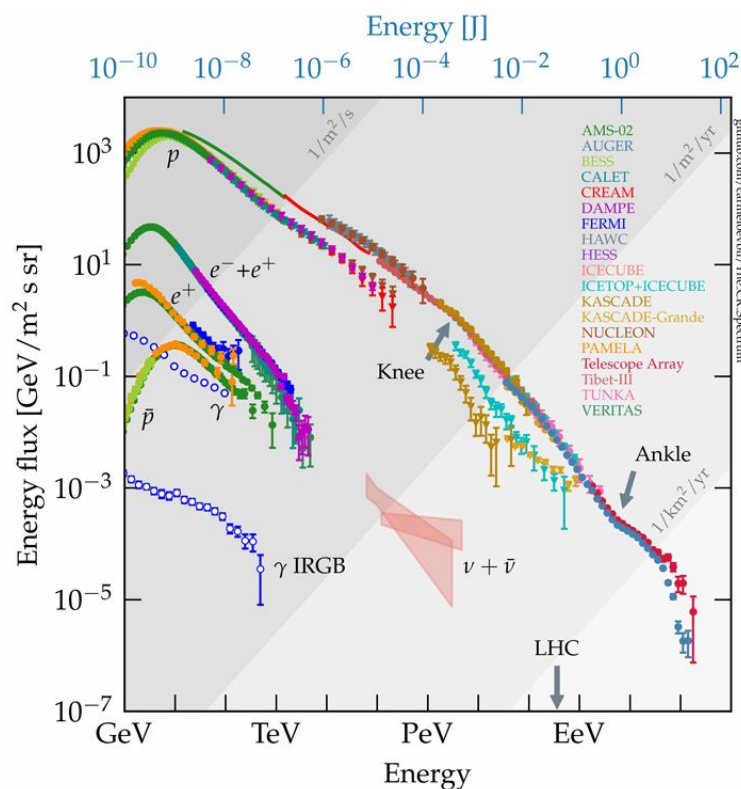


Рис. 4. Спектр космических лучей. В целом спектр следует степенному закону с показателем примерно -3 . То есть при увеличении энергии космических лучей в 10 раз их интенсивность падает в ~ 1000 раз. В спектре имеется несколько особенностей, самые заметные это «колени» (knee) на энергии около 3 ПэВ и «лодыжка» (ankle) на энергии около 5 ЭэВ (1 эксаэлектронвольт = 10^{18} эВ). Считается, что «колени» объясняется особенностями ускорения частиц в астрофизических ускорителях и их распространения в турбулентных магнитных полях в нашей Галактике, а «лодыжка» — переходом от галактических космических лучей к внегалактическим. См. также задачу *Степенная зависимость из ничего*. График с сайта zenodo.org

То есть наблюдение нейтрино от блазаров является прямым указанием на то, что джеты сверхмассивных черных дыр являются космическими ускорителями частиц. Насколько они эффективны? Рождение нейтрино с энергией E

возможно как побочный продукт ускорения заряженной частицы до энергии примерно $20E/Z$, где Z — заряд частицы в единицах заряда электрона (такой вывод следует из кинематики образования нейтрино, подробнее см. F. Halzen, 2013. Pionic photons and neutrinos from cosmic ray accelerators). Плюс не забываем, что энергия нейтрино падает при пролете от источника до наблюдателя за счет расширения Вселенной (из-за красного смещения, см. Как открывали расширение Вселенной). То есть наблюдаемую энергию нейтрино нужно еще умножить на $1+z$, где z — красное смещение блазара (для исследуемых блазаров z имеет значение от 0,06 до 3,7). Значит, для наблюдаемых нейтрино в диапазоне энергий от 100 ТэВ (1 тераэлектронвольт = 10^{12} эВ) до 10 ПэВ (1 петаэлектронвольт = 10^{15} эВ) можно ожидать ускорения протонов как минимум до энергий в несколько сотен ПэВ.

Интересно, что в некоторых СМИ сообщения об этой работе вышли с заголовками в духе «Мы наконец знаем, откуда прилетают самые энергичные космические лучи» (вот один из примеров). Но это формирует у читателя в корне неверную картинку происходящего. Вывод об ускорении космических лучей в активных ядрах галактик — лишь следствие того, в них рождаются астрофизические нейтрино. И мы по-прежнему не знаем, до какой максимальной энергии могут ускоряться космические лучи в АЯГ. Самые энергичные космические лучи (космические лучи ультравысоких энергий, см. «Глаз мухи» и космические лучи) имеют энергию порядка ста экзаэлектронвольт (10^{20} эВ). Это заметно больше, чем та энергия, которую можно теоретически получить, исходя из энергии наблюдаемых нейтрино (это, напомним, до 10^{17} эВ). Более того, галактические и внегалактические магнитные поля значительно искривляют траектории космических лучей, так что направление их прилета, даже если они летят из блазаров, не указывает на их источник.

Самый близкий блазар из списка, использованного в обсуждаемой статье, находится на расстоянии около 280 Мпк от нас. Это в несколько раз больше так называемого предела Грайзена — Зацепина — Кузьмина (ГЗК), который определяет среднюю длину пролета протона сквозь фон реликтовых фотонов и составляющего около 50 Мпк. Таким образом, хотя и возникает желание объявить АЯГ ускорителями самых энергичных космических лучей, пока что для этого недостаточно данных.

Да, мы теперь знаем, что АЯГ ускоряют космические лучи, потому что мы видим нейтрино, прилетающие из блазаров. Но ассоциировать космические лучи с блазарами нельзя: исследованные блазары находятся слишком далеко (а в пределах 50 Мпк их совсем мало). Даже если действительно верно, что АЯГ — мощнейшие ускорители частиц во Вселенной, надо помнить, что магнитные поля значительно искажают направление прилета космических лучей, так что пока практически никаких выводов об их источниках нельзя сделать.

В заключение напомним, что пять лет назад команда обсерватории Пьера Оже (Pierre Auger Observatory) объявила о замечательном открытии: космические лучи с энергиями выше «лодыжки» действительно приходят не из нашей галактики (Обнаружена неоднородность в направлениях прилета космических лучей ультравысоких энергий, «Элементы», 21.09.2017).

Год спустя детальный анализ показал, что направления прилета космических лучей ультравысоких энергий совпадают с направлениями то ли на близкие АЯГ, то ли на галактики с активным звездообразованием, причем вторая гипотеза подтверждалась с чуть большей статистической значимостью (A. Aab et al., 2018. An Indication of Anisotropy in Arrival Directions of Ultra-high-energy Cosmic Rays through Comparison to the Flux Pattern of Extragalactic Gamma-Ray Sources). К сожалению, больше пока что ничего сказать нельзя: наиболее значимым внегалактическим источником космических лучей является группа галактик Centaurus A / M 83 / NGC 4945. В этой достаточно тесной группе галактик находятся возможные источники всех классов, и разобрать, что есть что, не представляется возможным.

Тем не менее, благодаря обсуждаемой работе мы перелистнули еще одну важную страницу в изучении Вселенной и получили инструмент исследования далеких блазаров в лице нейтрино. Авторы также отмечают, что не все блазары являются источниками нейтрино. Этот факт поможет разобраться в моделях образования релятивистских джетов АЯГ. Кроме того, не все пятна на нейтринной карте неба совпадают с блазарами: происхождение 9 из 19 пятен все еще не выяснено, и ученым еще предстоит выяснить с какими источниками они связаны. Ими могут оказаться ядра галактик других типов, или еще какие-нибудь космические ускорители (например, скопления галактик и галактики с активным звездообразованием). Учитывая, что нейтрино и космические лучи так тесно связаны, возможно, что какие-то из этих объектов могут также излучать космические лучи.

Источник: Sara Buson, Andrea Tramacere, Leonard Pfeiffer, Lenz Oswald, Raniere de Menezes, Alessandra Azzollini, and Marco Ajello. Beginning a Journey Across the Universe: The Discovery of Extragalactic Neutrino Factories // The Astrophysical Journal Letters. 2022. DOI: 10.3847/2041-8213/ac7d5b.

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

История астрономии второго десятилетия 21 века



2014г 17 ноября сайт AstroNews сообщает, что астрономы из Университета Торонто и Университета Аризоны представили первые доказательства того, что межгалактический ветер отрывает звездообразующий газ у галактик, когда они попадают в скопления галактик. Наблюдения помогают объяснить, почему галактики, обнаруженные в скоплениях, обладают относительно малым количеством газа в сравнении с галактиками, не принадлежащими скоплениям.

Астрономы предположили, что когда свободная галактика попадает в скопление, она встречается с облаком горячего газа в центре скопления. Пока галактика перемещается через эту межзвездную среду на скорости тысяч километров в секунду, облако действует словно ветер, выдувая газ из галактики, не дестабилизируя звезды. Этот процесс известен как лобовое давление.

Ранее астрономы наблюдали сильно разреженный атомарный водородный газ, окружающий галактику, которая теряла газ. Считалось, что облака более плотного молекулярного водорода, где формируются звезды, должны быть более стойкими к ветру. «Однако мы обнаружили, что молекулярный газ водорода также выдувается из попадающих внутрь галактик. Это похоже на дым от свечи, которую вносят в комнату», – сказал Суреш Сиванандам (Suresh Sivanandam), соавтор работы.

Предыдущие наблюдения выявили не прямые подтверждения наличия лобового давления. Астрономы наблюдали молодые звезды, оторвавшиеся от галактик; эти звезды сформировались из газа, оторванного от галактик. Несколько галактик также обладают хвостами очень разреженного газа. Последние же наблюдения показывают сам молекулярный водород, который был оторван, который виден как след, тянущийся от

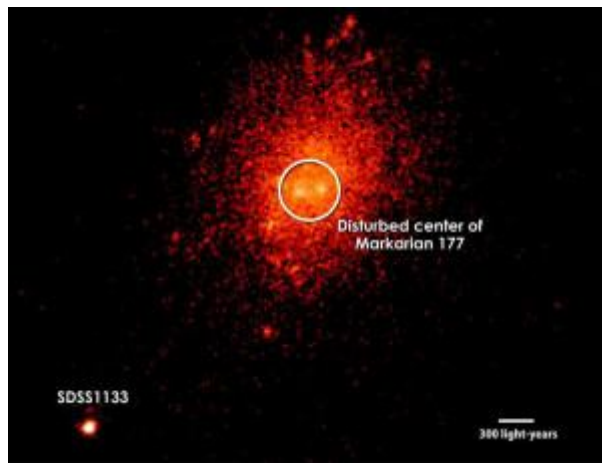
галактики в противоположном движению направлении.

Результаты, опубликованные в журнале *Astrophysical Journal*, получены из наблюдений за четырьмя галактиками. Для одной из них уже показан этот эффект, что газ был оторван именно ветром. Наблюдая за четырьмя галактиками, они показали, что этот эффект является общим.

Исследователи выполнили анализ при помощи оптических, инфракрасных данных и данных по эмиссии водорода от космических телескопов «Хаббл» (запуск 24.04.1990г) и «Спитцер» (запуск 25.08.2003г).

«Видеть отделившийся молекулярный газ – это словно наблюдать теорию на небесном экране. Астрономы предполагали, что нечто тормозит формирование звезд в этих галактиках, но очень радует видеть настоящую причину», – сказала Марсия Рике (Marcia Rieke), соавтор исследования.

На изображении спиральная галактика с перемычкой (SBc) NGC 4522 в созвездии Дева (скоплении Девы). Изображение получено от телескопа Хаббл.



2014г 20 ноября сайт AstroNews сообщает, что международная группа исследователей, анализируя данные наблюдений за десятилетия от многих источников, включая спутник Swift (запуск 20.11.2004г), обнаружила необычный источник излучения в галактике, удаленной, примерно, на 90 миллионов световых лет.

Интересные свойства объекта хорошо подходят для сверхмассивной черной дыры, выброшенной из своей домашней галактики после слияния с другой гигантской черной дырой. Однако ученые не могут исключить и другой вариант развития событий. Альтернативная гипотеза, которую выдвигают ученые, заключается в том, что SDSS1133 является не сверхмассивной черной дырой, а яркой голубой переменной (звездой). Эта группа достаточно редких звезд включает в себя яркие звезды, массы которых настолько велики, что вплотную приближаются к

верхнему возможному пределу для масс звезд. Такие объекты окружены туманностями. Как считают ученые, SDSS1133 могла взорваться как сверхновая, пик излучения от которой наблюдался с 1950 до 2001 года, после чего оно пошло на спад.

«С имеющимися данными мы не можем выбрать один из этих сценариев», – сказал ведущий исследователь Майкл Косс (Michael Koss). «Одним из занимательных открытий, сделанных при помощи аппарата Swift, является тот факт, что яркость SDSS1133 немного изменилась в оптическом и ультрафиолетовом (УФ) диапазонах за десятилетие, что обычно не наблюдается в молодых остатках сверхновой».

В работе, опубликованной в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Косс и его коллеги сообщают, что источник значительно излучал в видимом диапазоне последние шесть месяцев. Если тренд будет соблюдаться, то это подтвердит идею о черной дыре. Для более детального анализа ученые планируют провести наблюдения в УФ-диапазоне при помощи спектрографа *Cosmic Origins Spectrograph* на борту телескопа Хаббл в октябре 2015 года.

Независимо от того, чем является SDSS1133, объект устойчив. Ученые смогли обнаружить его среди астрономических данных возрастом более 60 лет.

Таинственный объект является частью карликовой галактики *Markarian 177* (Маркарян 177), расположенная на расстоянии 28 Мпк в созвездии Большой Медведицы, в пределах астеризма Большой Ковш. Хотя сверхмассивные черные дыры обычно занимают место в центре галактик SDSS1133 находится по крайней мере на расстоянии 2600 световых лет от галактического ядра.

«Мы подозреваем, что наблюдаем последствия слияния двух небольших галактик и их центральных черных дыр», – отметила Лаура Блеха (Laura Blecha), соавтор исследования. «Астрономы, разыскивающие отталкивающиеся черные дыры, не смогли подтвердить факт детектирования, поэтому обнаружение хотя бы одного такого источника стало бы большим открытием».

Сегодня 10 лет со дня запуска обсерватории. Исследователи, занимающиеся анализом данных, полученных с телескопа Планк Европейского космического агентства (ЕКА), выступили недавно с презентацией на *Planck 2014*, рассказав о сведениях, полученных на основе данных от космического аппарата.

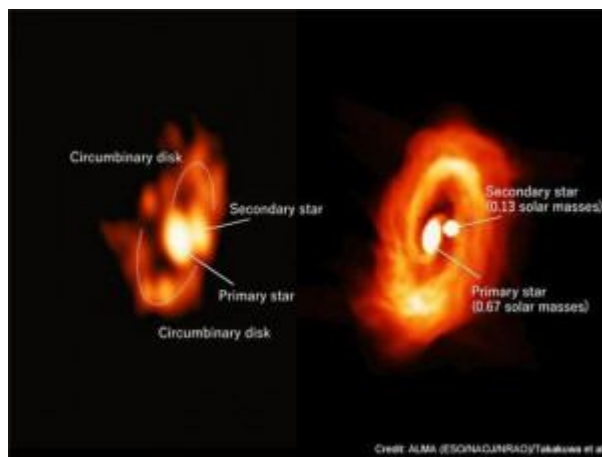
Космический корабль функционировал с 2009 по 2013 год, собирая данные о реликтовом излучении, которое, как считается, появилось во время последнего этапа рождения Вселенной. Космологи и физики стремятся узнать больше об этом виде излучения, потому что оно помогает соединить части Стандартной модели.

Астрофизик Наззарено Мандолеси (Nazzareno Mandolesi) в своей презентации привел карту, показывающую направление и интенсивность поляризации реликтового излучения. Он объявил, что наблюдения с обсерватории Планк вновь подтвердили стандартную инфляционную модель, но в то же время выразил сомнения относительно

недавних заявлений исследователей о обнаружении свидетельств существования темной материи.

Мандолеси сообщил, что анализ данных не подтверждает идею о том, что избыток позитронов, обнаруженные в предыдущих исследованиях может генерироваться темной материей, отклоняя идеи некоторых исследователей. Несмотря на это, данные говорят о том, что темная материя составляет, приблизительно, 26 процентов массы известной Вселенной. Он также отметил, что карта, созданная при помощи данных от телескопа Планк, дает больше подтверждений в поддержку инфляционной теории, и дополнительно помогает устранить несоответствие между ранее полученными данными и данными от проекта NASA под названием WMAP.

Данные от обсерватории содержат свидетельства того, что правы были те, кто теоретически предсказывали, что звезды сформировались, примерно, 700-800 миллионов лет после рождения Вселенной, а не те, кто говорил о 400 миллионов лет. Другие данные от корабля дают ещё одно подтверждение, что нейтрино бывают трех ароматов, что в совокупности с другими свидетельствами ведет к меньшей вероятности существования четвертого типа нейтрино.



2014г 20 ноября в *The Astrophysical Journal* опубликована статья в которой говорится, что благодаря наблюдениям с помощью ALMA (Atacama Large Millimeter Array, Атакамская Большая Миллиметровая/субмиллиметровая Решётка), астрономы во главе с Shigehisa Takakuwa, младшим научным сотрудником Института астрономии и астрофизики Академии Синика (ASIAA) в Тайване, нашли спиральные рукава молекулярного газа и пыли вокруг звезд "близнецов", двойных протозвезд. Также ими были определены движения газа, означающие поставку материала близнецам. Результаты этих наблюдений впервые показали механизм зарождения и роста двойных звезд, которые встречаются по всей вселенной.

Звезды образуются из межзвездных облаков молекулярного газа и пыли. Предыдущие исследования звездообразования в первую очередь были направлены на исследование формирования одиночных звезд, подобных Солнцу, и была создана стандартная картина формирования одиночной звезды, согласно которой плотная конденсация газа в межзвездном облаке сначала разрушается

гравитационно, а затем образует в центре одиночную протозвезду. Предыдущие наблюдения показали, что такие разрушения в движении газа происходят для того, чтобы "прокормить" материалы центральной протозвезды.

По сравнению с образованием одиночных звёзд, наше понимание формирования двойных звезд было ограничено. Тем не менее, более половины звезд с массой как у Солнца, как известно, двойные, и, поэтому очень важно наблюдение и раскрытие физического механизма их формирования для получения более полного представления о формировании звезд. Теоретически считается, что диск вокруг звезд "близнецов" "кормит" материалом центр звезд "близнецов" и "выращивает" их. Исследователи только недавно обнаружили эти диски, окружающие звезд "близнецов", под названием "межкомпонентные диски", а получить изображения структуры и движения газа дисков, которое происходит для "кормления" материала "близнецов" им не удалось из-за недостаточного разрешения изображения и чувствительности.

Однако исследовательская группа, возглавляемая Shigehisa Takakuwa, использовала телескоп ALMA с разрешением изображения в 1,6 раз лучше и чувствительностью в 6 раз лучше, чем у предыдущих аппаратов для наблюдений за звездой-близнецом L1551 NE (L1551 IRS 5), расположенной в созвездии Телец на расстоянии 460 световых лет.

В результате этих наблюдений исследователи нашли газовую составляющую, связанную с каждой звездой близнеца и с диском, окружающим обе звезды, и межкомпонентный диск, радиус которого соответствует 10 радиусам орбиты Нептун нашей солнечной системы. Впервые им удалось визуализировать такие структуры.

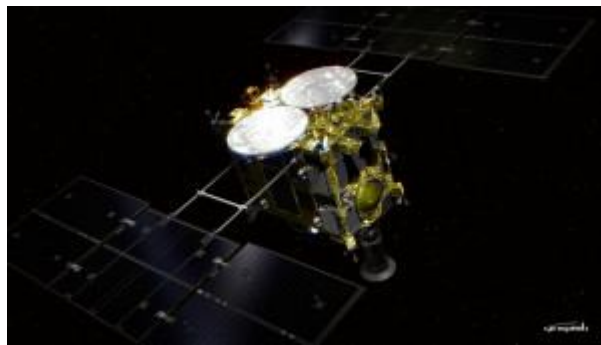
Чтобы понять вновь выявленные особенности, исследовательская группа построила теоретическую модель образования двойных звезд с помощью суперкомпьютера ATERUI в Национальной астрономической обсерватории Японии (НАОЯ).

Воспроизведение движения газа показало, что близнецы "трясут" окружающий межкомпонентный диск, чем вызывают такое направление движения газа, которое позволяет "накормить" материалы "близнеца".

"ALMA наблюдения с высоким разрешением впервые позволили предоставить живой образ роста близнецов, - сказал Takakuwa.

Томоаки Мацумото, профессор университета Хосэй, который построил теоретическую модель с помощью суперкомпьютера, сказал: "ALMA-наблюдение выявило процесс подачи газа звезде-близнецу" из окружающего диска".

Казуя Сайго, исследователь, коллега Takakuwa, объяснил: "Мы преуспели в открытии структур и движений в межкомпонентном диске с такой высокой точностью благодаря высокой разрешающей способности и чувствительности ALMA. Наши исследования L1551 NE с помощью ALMA и теоретическое моделирование с помощью суперкомпьютера можно рассматривать как новые тенденции в исследовании".



2014г 3 декабря 2014 года в Японии в погоне за астероидом (162173) 1999 JU3 (Регю) отправился межпланетный зонд Hayabusa-2 ("Хаябуса-2", "Сокол-2") к астероиду 1999 JU3 с помощью ракеты-носителя H-2A с космодрома Танэгасима на юге страны, передает. Японское аэрокосмическое агентство (JAXA) транслировало запуск в прямом эфире.

Hayabusa-2 представляет собой аппарат с размерами 1,5 на 1 на 1,6 метра, весом 600 килограмм. Он должен будет помочь разгадать тайны возникновения и развития Солнечной системы и зарождения жизни. Его полет рассчитан на шесть лет, а результатом миссии должна стать доставка на Землю грунта с поверхности малой планеты. Пролететь путь в 5,2 миллиарда километров Hayabusa-2 приземлится на астероид в 2018 году и пробудет там полтора года. Он произведет забор грунта с помощью посадочного модуля MASCOT, созданного немецкими и французскими специалистами. Также на поверхность малой планеты будут спущены два нано-ровера. В конце 2019 года он отправится в обратный путь и вернется на Землю в 2020 году.

По идеологии, конструкции и принципу забора грунта «Хаябуса-2» аналогичен своему предшественнику зонду «Хаябуса». Но «избавлен» от тех недостатков, которые были выявлены у «первенца». Так, например, устранены дефекты вспомогательной двигательной установки, выявленные в ходе предыдущей миссии. Кроме того, увеличен ресурс маховиков системы ориентации. Усовершенствована и система забора грунта с учетом предполагаемых различий в составе и состоянии астероида.

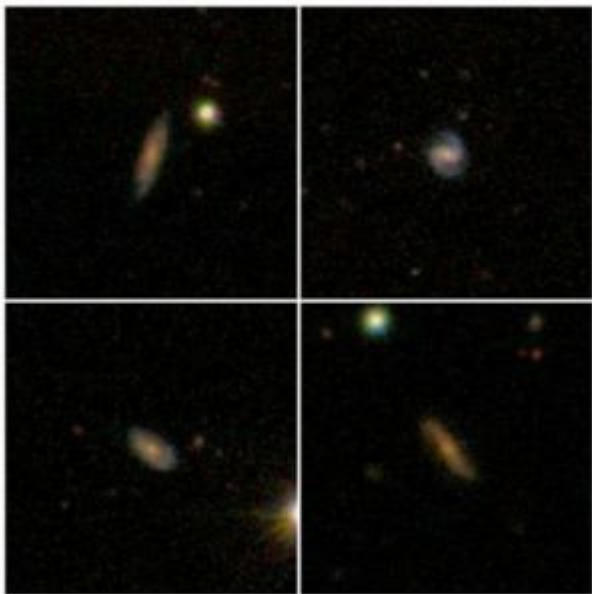
На борту зонда размещен микрочип, на котором записаны имена, послания и фотографии землян, пожелавших «отправиться» в межпланетное путешествие вместе с японским космическим аппаратом.

MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout) – Мобильный разведчик для исследования поверхности астероида.

MINERVA Micro Experimental Robot Vehicle for Asteroid) – Микро/нано экспериментальное робототехническое устройство для астероида.

3 декабря 2015 года зонд «Хаябуса-2» совершил гравитационный манёвр близ Земли, пройдя на расстоянии 3100 км от неё, и, получив дополнительное ускорение, отправился к астероиду 1999 JU3 («Рюгу»). 28 июня 2018 года — сближение с астероидом (162173) Рюгу. 21 сентября 2018 года совершена первая в истории успешная мягкая посадка подпрыгивающих посадочных модулей-

роботов Rover-1A и Rover-1B на поверхность астероида.



2014г 4 декабря сайт AstroNews сообщает, что при помощи самого большого в мире радиотелескопа Arecibo два астрономы из Технологического университета Суинберна в Австралии обнаружили слабый сигнал, испускаемый атомарным водородным газом в галактиках, расположенных на расстоянии три миллиарда световых лет от Земли, превзойдя предыдущую рекордную дистанцию на 500 миллионов световых лет. Результаты их работы были опубликованы в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Используя радиотелескоп Arecibo диаметром 305 метров, расположенный в Пуэрто-Рико, ученые измерили содержание газа водорода почти в 40 галактиках, находящихся на расстояниях до трех миллиардов световых лет. Этим самым исследователи обнаружили уникальную популяцию галактик, содержащих резервуары с газом водорода, топливом для формирования новых звезд, подобных Солнцу.

Каждая из этих сильно обогащенных газом систем содержит от 20 до 80 миллиардов масс Солнца в атомном газе. Такие галактики являются редкими, однако астрономы полагают, что они были более распространенными в прошлом, когда Вселенная была моложе.

«Атомарный водородный газ – это источник формирования новых звезд, поэтому крайне важно изучать его, если мы хотим понять процессы формирования и эволюции галактик», – сказала Барбара Катинелла (Barbara Catinella), ведущий исследователь.

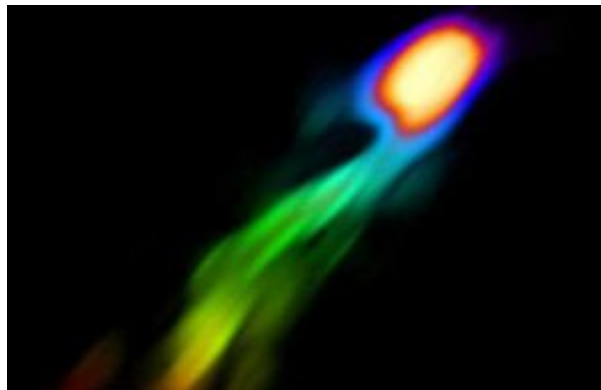
«Из-за ограничений существующих приборов, астрономы знают очень мало о содержании газа в галактиках за пределами Местной группы».

Соавтор работы Лука Кортезе (Luca Cortese) отметил сложность измерений, и сказала, что сигналы не только слабые, но и находятся в радиодиапазоне, который используется устройствами связи и радаром, которые генерируют сигналы в миллиарды раз мощнее, чем

космические, которые они и пытаются зафиксировать.

Измерение сигнала от атомарного водорода, излучаемого дальними галактиками является одной из важных методик в проекте Square Kilometre Array (SKA), который находится в стадии строительства. Пока что наблюдения при помощи Arecibo дают представление о том, что будет открыто при помощи SKA в ближайшие десятилетия.

На изображении показаны четыре удаленных галактики, обнаруженные при помощи радиотелескопа Arecibo, содержащие большие запасы атомарного водородного газа.



2014г 5 декабря сайт AstroNews сообщает, что впервые международная группа астрономов под руководством Джеймса Гича (James Geach) из Университета Хартфордшира обнаружила новую стадию эволюции галактик.

Астрономы обнаружили плотный газ, испускаемый плотной галактикой SDSS J0905+57 на скоростях до 3,2 миллионов километров в час. Газ простирается на расстояние порядка десятков тысяч световых лет из-за сильного давления, оказываемого на него, которое возникает из-за излучения звезд. Эти звезды быстро формируются в центре галактики. Это оказывает основное влияние на эволюцию галактики.

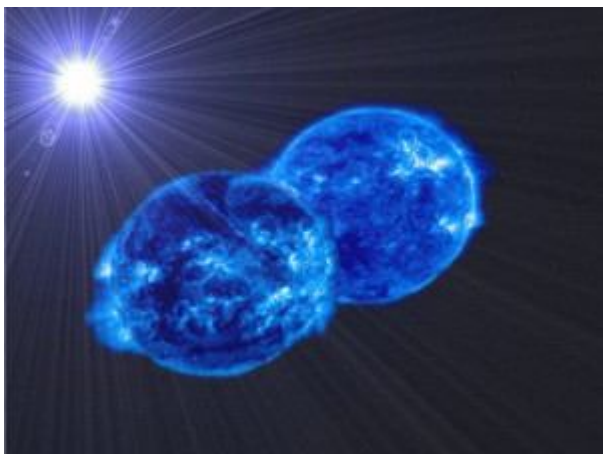
Ученые использовали Plateau de Bure Interferometer, радиотелескоп, установленный во Французских Альпах. Путем обнаружения молекул монооксида углерода, они смогли вычислить количество представленного там газа водорода. Звезды рождаются из облаков водорода, поэтому удалив этот газ, галактика может быстро предотвратить формирование звезд. В испускаемых потоках присутствует достаточно вещества, чтобы сформировать эквиваленты миллиардов звезд, подобных Солнцу.

Гич пояснил: «Это открытие демонстрирует насколько неожиданными могут быть результаты в научных исследованиях. Изначально мы просто пытались измерить количество плотного газа в SDSS J0905+57. То, что мы обнаружили, было неожиданным – это большое количество газа, испускаемого из галактики из-за высокой концентрации звезд, формирующихся в галактическом центре».

О потоках теплого ионизированного газа, исходящих из галактик, хорошо известно, однако ранее никогда не наблюдались холодные и плотные потоки газа, которые активно удаляются из

центральной области галактики и отправляются в космос.

На изображении представлена объемная визуализация наблюдений за галактикой SDSS J0905+57, высвобождающей монооксид углерода.



2014г 12 декабря сайт AstroNews сообщает, что яркий объект в соседнем звездном скоплении, о котором десятилетиями думали как об одной звезде, на самом деле оказался двумя массивными звездами в процессе слияния. Пара находится примерно в 13 000 световых годах от Земли в северном полушарии созвездия Жирафа.

Астрономам уже давно известен объект MY Camelopardalis (MY Жирафа). Подробный анализ света от объекта, насколько это видно с Земли, показал, что в этой двойной системе край одной ярко-голубой звезды постоянно затмевает край другой.

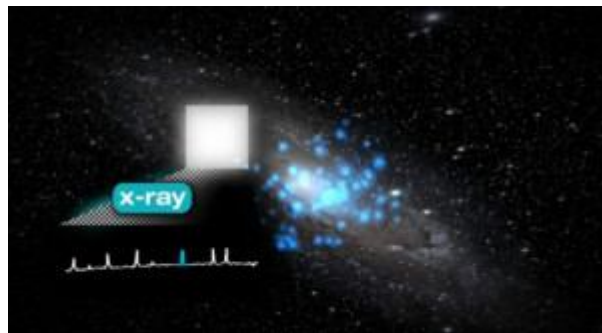
Исследователи в декабрьском номере *Astronomy & Astrophysics* рассказывают об этой системе, где одна из звезд примерно в 38 раз больше массы нашего Солнца, другая – примерно в 32 раза, а сама система совершает оборот каждые 28 часов. Орбиты звезд, которые сформировались всего лишь около 2 миллионов лет назад, расположены так близко друг к другу, что внешние слои звезд находятся в контакте (как показано на рисунке). Пока не ясно, сколько времени понадобится для звезд, чтобы полностью слиться, и что произойдет, когда это случится.

Некоторые модели звездной эволюции позволяют предполагать, что объединенная звезда может взрывообразно выпустить огромное количество энергии, а другие намекают, что звезды могут просто сгореть в этом топливе. Несмотря на это исследователи говорят, что, MY Camelopardalis является первым известным примером двойной системы на пути к созданию сверхмассивной звезды.

2014г 13 декабря сайт AstroNews сообщает, что проанализировав аномальное рентгеновское излучение, ученые из лаборатории EPFL Физики элементарных частиц и космологии (LPPC) и Лейденского университета, заявили, что они могли бы идентифицировать сигнал, исходящий от частицы темной материи.

Когда физики изучают динамику галактик и движение звезд, они сталкиваются с загадкой. Если они принимают во внимание только видимую

материю, их уравнения просто не складываются: элементов, которые можно наблюдать, не достаточно, чтобы объяснить вращение объектов и наличие гравитационной силы. Существует что-то еще. Отсюда вывод, что это должна быть невидимая материя, которая не взаимодействует со светом. Так называемая темная материя. Согласно опубликованным в марте 2013 года данным наблюдений космической обсерватории «Планк», интерпретированным с учётом стандартной космологической модели Лямбда-CDM, общая масса-энергия наблюдаемой Вселенной состоит на 4,9 % из обычной (барионной) материи, на 26,8 % из тёмной материи и на 68,3 % из тёмной энергии. Таким образом, Вселенная на 95,1 % состоит из тёмной материи и тёмной энергии.



Группа ученых из EPFL под руководством Олега Ручайского и профессора Лейденского университета в Нидерландах Алексея Боярского, недавно провели анализ рентгеновских лучей, испускаемых двумя небесными объектами - скоплениями галактик в Персее и в Андромеде. Когда были собраны тысячи сигналов с помощью телескопа XMM-Newton (запуск 19.12.1999г) ЕКА и устранены те из них, которые идут от известных частиц и атомов, была обнаружена такая аномалия, что даже рассматривалась возможность ошибки прибора или измерения.

Сигнал появляется в рентгеновском спектре, как слабая атипичная фотонная эмиссия, которая не может относиться к какой-либо известной форме материи.

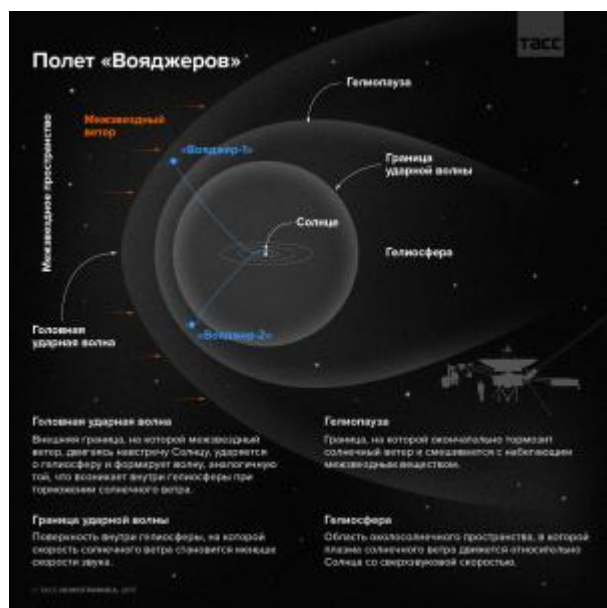
"Распределение сигнала в пределах галактики в точности соответствует тому, что мы ожидали от темной материи, то есть, концентрированное и интенсивное в центре объектов и слабое и диффузное по краям", - объясняет Ручайский.

"С целью проверки результатов, мы посмотрели данные из нашей собственной галактики и Млечного Пути и отметили то же самое", - рассказал Боярский.

Исследователи утверждают, что эти сигналы идут от распада так называемых "стерильных нейтрино". Считается, что именно они формируют темную материю. Если это подтвердится, откроются новые возможности для исследований в области элементарных частиц.

"Это может стать началом новой эры в астрономии", - говорит Ручайский. "Подтверждение этого открытия может привести к строительству новых телескопов, специально предназначенных для изучения сигналов, исходящих от частиц темной материи, - добавляет Боярский. - Мы будем знать, где искать, чтобы проследить темную материю в

пространстве и сможем восстановить процесс формирования Вселенной".



2014г 16 декабря сайт AstroNews сообщает, что межпланетный зонд Voyager-1 (Вояджер-1, запуск 05.09.1977г) за время своего путешествия с 1977 года пережил уже три ударные волны от выбросов Солнца.

Первую ударную волну космический аппарат испытал в октябре-ноябре 2012 года, вторую – в апреле-мае 2013 года. Вторая волна помогла исследователям определить, что корабль покинул гелиосферу – пузырь из солнечного ветра, окружающий нашу Солнечную систему. Третью ударную волну Voyager 1 обнаружил в феврале 2014 года. Космический корабль за это время прошел 250 000 000 миль (400 миллионов километров).

"Большинство людей думает, что межзвездная среда является ровной и спокойной. Но на самом деле ударные волны более распространены, чем мы раньше думали", — заявил профессор физики из Университета Айова Дон Гурнетт 15 декабря на заседании Американского геофизического союза в Сан-Франциско. Он отметил, что, чем дальше Voyager уходит от гелиосферы, тем плотнее межзвездная среда и ученые выясняют, с чем это может быть связано.

Гурнетт предполагает, что ударные плазменные волны распространяются далеко в космос, возможно, даже в два раза дальше, чем расстояние между Солнцем и той точкой в пространстве, в которой сейчас находится космический аппарат.

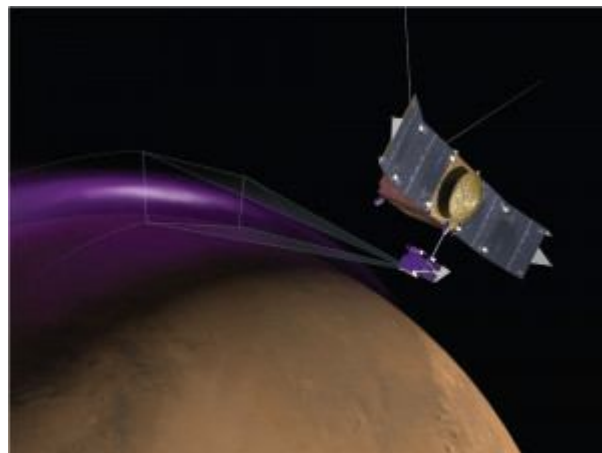
"Волна цунами", которую космический аппарат НАСА Voyager 1 начал наблюдать в этом году, продолжает распространяться. Это самая длинная и прочнейшая ударная волна, которую исследователи когда-либо видели в межзвездном пространстве.

"Волна цунами" возникает в тот момент, когда Солнце выбрасывает магнитное облако плазмы, то есть происходит корональный выброс массы, что генерирует под давлением эту волну. Когда ударная волна проходит в межзвездную плазму, она нарушает её.

"Чем дальше заходит Voyager, тем выше становится плотность плазмы", - сказал Эд Стоун,

ученый проекта миссии Voyager, базирующейся в Калифорнийском технологическом институте в Пасадене. "Происходит ли это потому, что межзвездная среда становится плотнее, чем дальше от гелиосферы, или это эффект от ударной волны? Мы еще не знаем", - добавил он.

Гурнетт, главный исследователь плазменных волн, предполагает, что такая ударная волна распространяется далеко в космос, возможно, даже на расстояние в два раза большее, чем нынешнее расстояние между Солнцем и Voyager.

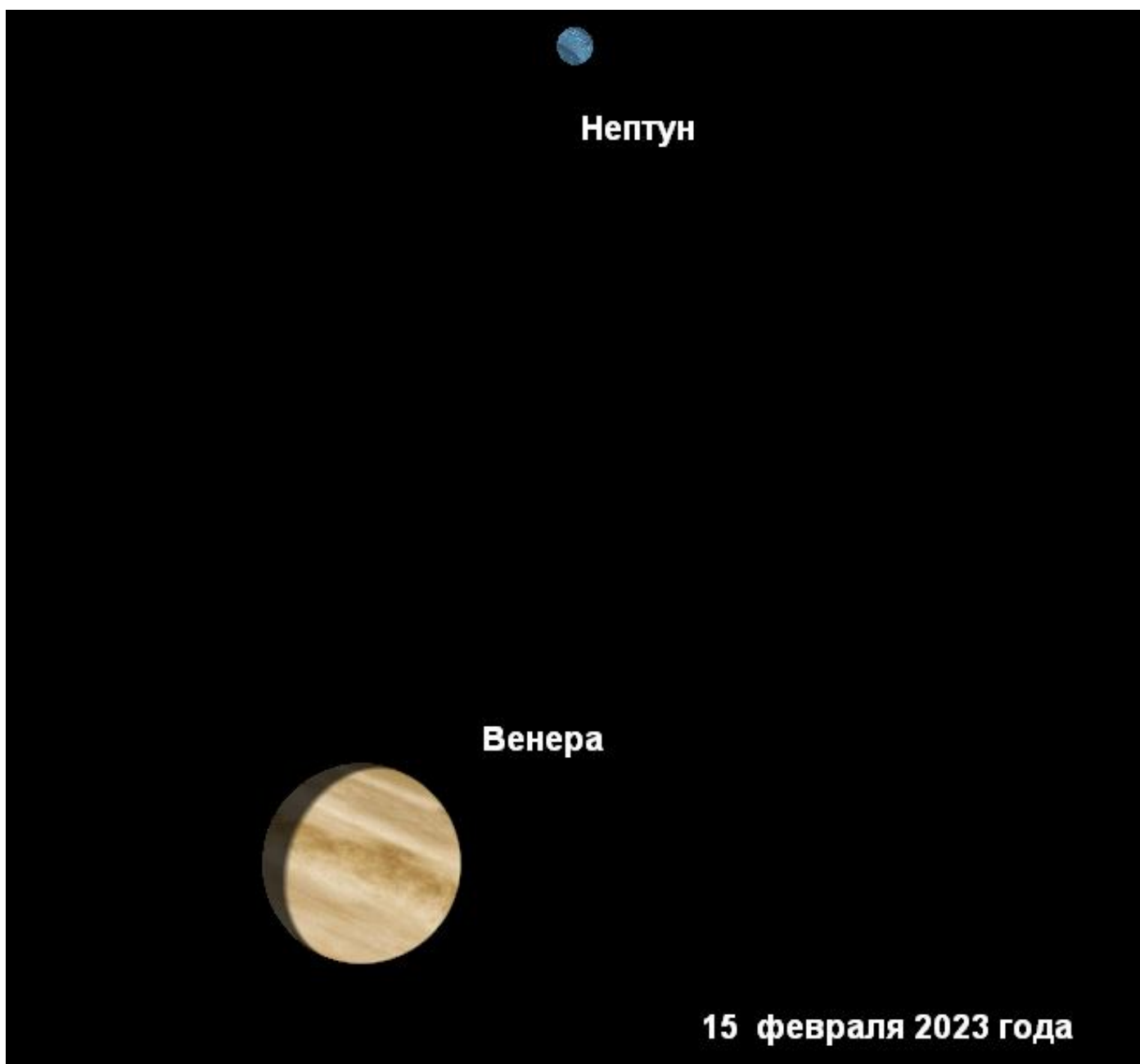


2014г Научная команда миссии НАСА MAVEN опубликовала результаты исследования марсианских полярных сияний, наблюдавшихся на Марсе при помощи инструмента Imaging Ultraviolet Spectrograph (IUVS) космического аппарата MAVEN в течение более чем пяти дней перед 25 декабря 2014 г., эти полярные сияния, наблюдавшиеся в основном в ультрафиолетовой части спектра, получили название «рождественские огоньки» ("Christmas lights"). Они были замечены на поверхности планеты в средних и северных широтах и представляют собой, по сути, результат прямого взаимодействия марсианской атмосферы с солнечным ветром.

В то время как полярные сияния на Земле, как правило, происходят на высотах от 80 до 300 километров, а иногда и выше, аналогичные явления на Марсе имеют место на меньших высотах — что свидетельствует о более высоких энергиях этих событий.

«Что особенно нас удивило в тех полярных сияниях, которые мы наблюдали в этот раз, так это то, что они происходили настолько глубоко в атмосфере Марса: намного глубже, чем в случае аналогичных событий, происходивших когда-либо на Земле или в другом месте на Марсе, — сказал Арно Стьепен, член научной команды IUVS из Колорадского университета, США. — Вызывающие эти события электроны должны были иметь поистине колоссальные энергии».

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



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

2 февраля - Луна ($\Phi = 0,9+$) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,

4 февраля - Луна ($\Phi = 0,98+$) в апогее своей орбиты на расстоянии 406476 км от центра Земли,

4 февраля - Луна ($\Phi = 0,99+$) проходит севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44),

5 февраля - полнолуние,

6 февраля - Луна ($\Phi = 0,99-$) проходит севернее Регула,

11 февраля - Луна ($\Phi = 0,74-$) проходит севернее Спика,

12 февраля - Луна ($\Phi = 0,64-$) в нисходящем узле своей орбиты,

13 февраля - Луна в фазе последней четверти,

14 февраля - Луна ($\Phi = 0,38-$) проходит севернее Антареса,

15 февраля - Венера проходит в 1 угловой минуте от Нептуна.
 16 февраля - Луна ($\Phi = 0,2-$) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
 16 февраля - Сатурн в соединении с Солнцем,
 18 февраля - Луна ($\Phi = 0,03-$) проходит южнее Меркурия,
 19 февраля - Луна ($\Phi = 0,01-$) в перигее своей орбиты на расстоянии 358267 км от центра Земли,
 20 февраля - Луна ($\Phi = 0,01-$) проходит южнее Сатурна,
 20 февраля - новолуние,
 21 февраля - Луна ($\Phi = 0,03+$) проходит южнее Нептуна,
 21 февраля - Луна ($\Phi = 0,06+$) проходит южнее Венеры,
 22 февраля - Луна ($\Phi = 0,09+$) проходит южнее Юпитера (покрытие при видимости в Южной Америке),
 24 февраля - покрытие Луной ($\Phi = 0,2+$) звезды омикрон Рыб при видимости на севере страны,
 24 февраля - Луна ($\Phi = 0,25+$) в восходящем узле своей орбиты,
 25 февраля - покрытие Луной ($\Phi = 0,32+$) Урана при видимости в Канаде и Гренландии,
 26 февраля - Луна ($\Phi = 0,45+$) между Плеядами и Гиадами,
 27 февраля - Луна в фазе первой четверти,
 28 февраля - покрытие Луной ($\Phi = 0,58+$) Марса при видимости на севере Европейской части страны.

Солнце движется по созвездию Козерога до 16 февраля, а затем переходит в созвездие Водолея. Склонение центрального светила постепенно растет, а продолжительность дня быстро увеличивается, достигая к концу месяца 10 часов 38 минут на широте Москвы. Полуденная высота Солнца за месяц на этой широте увеличится с 17 до 26 градусов. Наблюдения пятен и других образований на поверхности дневного светила можно проводить практически в любой телескоп или бинокль и даже невооруженным глазом (если пятна достаточно крупные). Февраль - не лучший месяц для наблюдений Солнца, тем не менее, наблюдать центральное светило можно весь день. **Но нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно проводить обязательно (!) с применением солнечного фильтра** (рекомендации по наблюдению Солнца имеются в журнале «Небосвод» <http://astronet.ru/db/msg/1222232>).

Луна начнет движение по небу февраля в созвездии Тельца при фазе 0,8+. 1 февраля яркая Луна ($\Phi = 0,87+$) перейдет в созвездие Близнецов, достигая здесь максимального северного склонения.

В созвездии Рака ночное светило перейдет 4 февраля при фазе 0,98+. В этот день Луна ($\Phi = 0,99+$) пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44), а 5 февраля перейдет в созвездие Льва и примет здесь фазу полнолуния, наблюдаясь всю ночь. Здесь 6 февраля ночное светило пройдет севернее Регула при фазе 0,99-. 8 февраля лунный диск перейдет в созвездие Девы, уменьшив фазу до 0,92-. Здесь 11 февраля Луна при фазе 0,74- пройдет севернее Спики и устремится к созвездию Весов, в которое войдет 12 февраля при фазе 0,63-. Здесь ночное светило примет фазу последней четверти 13 февраля, а на следующий день при фазе 0,46- вступит в созвездие Скорпиона. 14 февраля лунный серп ($\Phi = 0,38-$) пройдет севернее Антареса, а 15 февраля пересечет границу созвездия Змееносца при фазе 0,34-. В этот же день Луна ($\Phi = 0,25-$) перейдет в созвездие Стрельца. В этом созвездии Луна пробудет до 18 февраля, когда перейдет в созвездие Козерога при фазе 0,07-. В этот день тонкий стареющий серп ($\Phi = 0,03-$) пройдет южнее Меркурия, а 19 февраля вступит в созвездие Водолея при фазе 0,01- (находясь южнее Сатурна). Здесь 20 февраля ночное светило примет фазу новолуния, а 21 февраля при фазе 0,03+ пройдет южнее Нептуна. 22 февраля молодой месяц ($\Phi = 0,05+$) перейдет в созвездие Рыб, где при фазе 0,06+ пройдет южнее Венеры. В этот же день Луна ($\Phi = 0,08+$) перейдет в созвездие Кита и пройдет ($\Phi = 0,09+$) южнее Юпитера (покрытие при видимости в Южной Америке), а 23 февраля при фазе 0,11+ вновь вернется в созвездие Рыб. 24 февраля Луна ($\Phi = 0,22+$) достигнет созвездия Овна, где 25 февраля при фазе 0,32+ покроет Уран (видимость в Канаде и Гренландии), а затем устремится к созвездию Тельца, в которое войдет 26 февраля при фазе 0,4+. В этот день Луна при фазе около 0,45+ будет находиться между Плеядами и Гиадами, а 27 февраля примет фазу первой четверти и пройдет севернее Альдебарана. 28 февраля достигнет Марса, который покроет при фазе 0,58+ (видимость на севере Европейской части страны). В созвездии Тельца Луна закончит свой путь по февральскому небу при фазе 0,66+.

Большие планеты Солнечной системы. **Меркурий** движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца, 11 февраля переходя в созвездие Козерога. Быстрая планета видна на утреннем небе (лучше всего в южных районах страны). Элонгация Меркурия уменьшается за месяц от 25 до 15 градусов. Блеск планеты увеличивается от -0,2m до -0,5m Видимый диаметр Меркурия уменьшается за месяц от 7 до 5 секунд дуги, а фаза планеты увеличивается от 0,65 до 0,9.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея, 15 февраля переходя в созвездие Рыб. 22 февраля близ Венеры пройдет Луна. Угловое расстояние от Солнца увеличивается от 24 до 30 градусов к востоку от Солнца. Планету можно найти на вечернем небе. Видимый диаметр Венеры увеличивается от 11" до 12", а фаза уменьшается от 0,9 до 0,85 при блеске около -4m. В телескоп виден небольшой диск без каких-либо деталей на поверхности.

Марс перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Тельца. 28 февраля Марс покроется Луной. Планета имеет вечернюю и ночную видимость, которая постепенно ухудшается. Блеск Марса за месяц уменьшается от -0,3m до +0,4m, а видимый диаметр от 11 до 8 секунд дуги. В телескоп наблюдается небольшой диск с деталями на поверхности планеты. Идет благоприятный период для визуальных и фотографических наблюдений Марса в 2023 году.

Юпитер перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Рыб, 5 февраля переходя в созвездие Кита, а 18 февраля - в созвездие Рыб. Газовый гигант наблюдается на вечернем небе. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы уменьшается за месяц от 36" до 34" при блеске около -2m. 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 перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Козерога, 13 февраля переходя в созвездие Водолея. 16 февраля планета пройдет соединение с Солнцем. Окольцованную планету в начале месяца можно найти на вечернем небе, а в конце - на утреннем. Блеск планеты составляет +0,8m при видимом диаметре около 15". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет 12 градусов.

Уран (6m, 3,5") перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна близ слабой звезды сигма Овна (5,5m). 25 февраля Уран покроется Луной. Планета находится на вечернем и ночном небе. Уран может быть найден при помощи бинокля, а в безлунные ночи его можно разглядеть невооруженным глазом. Разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с

увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Блеск спутников Урана слабее 13m.

Нептун (8m, 2,4") имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Водолея южнее звезды лямбда Psc (4,5m). Планета находится на вечернем небе. Нептун можно найти 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: ZTF (C/2022 E3) и ZTF (C/2020 V2). Первая при максимальном расчетном блеске около 6m движется по созвездиям Жирафа, Возничего и Тельца. Вторая перемещается по созвездиям Кассиопеи, Персея и Андромеды при максимальном расчетном блеске около 10m. В начале месяца первой звездной величины может достичь комета P/Machholz (96P), но она будет находиться всего в 5 градусах севернее Солнца. 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 Церера (около 7m) в созвездии Девы. 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 9 февраля максимума действия достигнут альфа-Центауриды (ZHR= 6) из созвездия Центавра. Луна в период максимума этого потока близка к полнолунию и создаст помехи для наблюдений этого метеорного потока. Подробнее на <http://www.imo.net>.

Другие сведения об астроявлениях в АК_2023 - <http://www.astronet.ru/db/msg/1855123>

Ясного неба и успешных наблюдений!

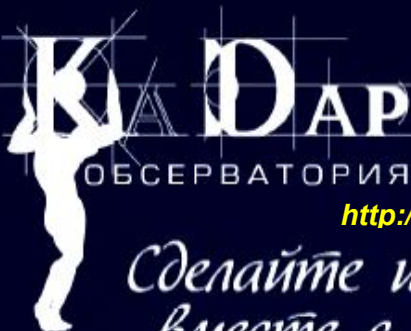
Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php> Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 02 на 2023 год** <http://www.astronet.ru/db/news/>

Александр Козловский, журнал «Небосвод»

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



КА ДАР
ОБСЕРВАТОРИЯ

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

Сделайте шаг к науке
вместе с нами!

Астрономический календарь на 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

**Марс появляется над
лунным лимбом**

