

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



Статья номера

ФОРМЫ ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Небесный курьер (новости астрономии) Обещание Портера Мэйсона
История астрономии 21 века Небо над нами: ИЮЛЬ - 2023

07'23
ИЮЛЬ



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



Астрономический календарь на 2005 год <http://astronet.ru>
 Астрономический календарь на 2006 год <http://astronet.ru/db/msg/1208871>
 Астрономический календарь на 2007 год <http://astronet.ru/db/msg/1216757>
 Астрономический календарь на 2008 год <http://astronet.ru/db/msg/1223333>
 Астрономический календарь на 2009 год <http://astronet.ru/db/msg/1232691>
 Астрономический календарь на 2010 год <http://astronet.ru/db/msg/1237912>
 Астрономический календарь на 2011 год <http://astronet.ru/db/msg/1250439>
 Астрономический календарь на 2012 год <http://astronet.ru/db/msg/1254282>
 Астрономический календарь на 2013 год <http://astronet.ru/db/msg/1256315>
 Астрономический календарь на 2014 год <http://astronet.ru/db/msg/1283238>
 Астрономический календарь на 2015 год <http://astronet.ru/db/msg/1310876>
 Астрономический календарь на 2016 год <http://astronet.ru/db/msg/1334887>
 Астрономический календарь на 2017 год <http://astronet.ru/db/msg/1360173>
 Астрономический календарь на 2018 год <http://astronet.ru/db/msg/1364103>
 Астрономический календарь на 2019 год <http://astronet.ru/db/msg/1364101>
 Астрономический календарь на 2020 год <http://astronet.ru/db/msg/1364099>
 Астрономический календарь на 2021 год <http://astronet.ru/db/msg/1704127>
 Астрономический календарь на 2022 год <http://astronet.ru/db/msg/1769488>
 Астрономический календарь на 2023 год <http://astronet.ru/db/msg/1855123>
 Астрономический календарь на 2024 год <http://astronet.ru/db/msg/1393061>
 Астрономический календарь на 2025 год <http://astronet.ru/db/msg/1393062>
 Астрономический календарь на 2026 год <http://astronet.ru/db/msg/1393063>
 Астрономический календарь на 2027 год <http://astronet.ru/db/msg/1393065>
 Астрономический календарь на 2028 год <http://astronet.ru/db/msg/1393067>
 Астрономический календарь на 2029 год <http://astronet.ru/db/msg/1393068>
 Астрономический календарь - справочник <http://www.astronet.ru/db/msg/1374768>



Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб)

<http://www.astronet.ru/db/msg/1211721>

Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб)

<http://www.astronet.ru/db/msg/1228001>

Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)

<http://astronet.ru/db/msg/1236635>

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)

<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>

Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)

<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>

Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)

<http://www.astronet.ru/db/msg/1219122>

Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)

<http://www.astronet.ru/db/msg/1225438>

Противостояния Марса 2005 - 2012 годы (архив - 2 Мб)

http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip



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



<http://astronet.ru>



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



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



<http://www.vokrugsveta.ru>



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

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

<http://www.astrogalaxy.ru>

<http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm>

<http://www.astro.websib.ru/sprav/jurnalN> (журнал + все номера КН)

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

ссылки на новые номера - на <http://astronomy.ru/forum>



Уважаемые любители астрономии!

В ясные ночи июля можно совершать увлекательные путешествия по звездному небу. «Созвездие Стрельца такое же бездонное, как и созвездие Девы, разве что вместо галактик в нем - скопления и туманности. Жаль, конечно, что в средних широтах оно стелется по горизонту, задевая верхушки деревьев, и не дает в полной мере насладиться своими богатствами. Тем, однако, приятнее, оказавшись на каком-нибудь южном курорте, завоевывать новые рубежи вниз по склонению или открывать свежие подробности давно знакомых объектов в предусмотрительно захваченный бинокль. Рассеянное скопление NGC 6530 очень молодо и состоит из сотни очень горячих звезд, сформированных из материала туманности примерно два миллиона лет назад. Самые тусклые звезды скопления имеют блеск аж 17^m, однако, при всем при том, рассеянное скопление NGC 6530, обладая суммарным блеском в 5,7^m, является самым ярким в созвездии Стрельца. Но, даже сформировав такое крупное скопление, Лагуна не прекращает звездообразования и по сегодняшний день. Словно в невообразимом по размерам котле звездный ветер закручивает вещество туманности в гигантские воронки и струи, относительно холодные скопления пыли конденсируются в глобулы и будущие протопланетные диски, жаль только, что все это великолепие скрыто от глаз рядового любителя астрономии. Ну что ж, нам не привыкать <дорисовывать> туманные пятнышки воображением, представляя себе, как выглядят на самом деле эти исполинские груди небесного тумана. Однако даже для обладателей не самых крупных по нынешним меркам телескопов туманность не предстанет очередным <туманным пятном>. В свой 150-мм Добсон я отчетливо различал пылевую прослойку, делящую туманность на две неравные части, неоднородность свечения крыльев, а также самую яркую ее область - мощнейшее по яркости турбулентное образование, загадочный источник интенсивного радиоизлучения - Песочные часы. Не сказать, что всё было видно, как на картинке, но использование фильтров ОШ способно кардинально улучшить изображение, даваемое телескопом и <поддать> контрастности в тех местах, где она действительно необходима.» Полностью статью можно прочитать [в июльском 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)

Новое о черных дырах: укрепление
позиций двухтемпературной модели
горячей аккреции

Алексей Левин

8 Обещание Портера Мэйсона

Павел Тупицын

15 Формы планетарных туманностей

С.Б. Попов

17 История астрономии 21 века

Анатолий Максименко

22 Небо над нами: ИЮЛЬ - 2023

Александр Козловский

**Обложка: Пыль кометы Галлея, пыль Марса
и Млечный Путь**

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

Частицы космической пыли оставляли светящиеся следы на ночном небе в начале мая. Земля проходила сквозь слои пылинок, оставленных периодической кометой Галлея, этот ежегодный метеорный поток известен как Эта-Аквариды. В этом году максимум Эта-Акварид было трудно наблюдать из-за яркой полной Луны. Однако в мае прошлого года во время максимума метеорного потока в ранние утренние часы лунный свет не мешал наблюдениям. Эта картинка смонтирована из экспозиций, полученных между 28 апреля и 8 мая в 2022 году. На ней запечатлено почти 90 метеоров из потока Эта-Аквариды, вылетающих из радианта в созвездии Водолея над Сан-Педро де Атакама в Чили. Дуга Млечного Пути видна высоко на предзакатном небе южного полушария. Тусклая светящаяся полоса, поднимающаяся от горизонта – зодиакальный свет, возникающий из-за рассеяния солнечного света около плоскости эклиптики нашей Солнечной системы. Яркие планеты Венера, Юпитер, Марс и Сатурн расположились вдоль эклиптики и погружены в зодиакальный свет. Недавно было обнаружено, что Марс является одним из вероятных источников пыли, находящейся в плоскости эклиптики и создающей зодиакальный свет.

Авторы и права: [Петр Хоралек](#) / [Институт физики в Опаве](#)

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 29.06.2023

© **Небосвод**, 2023

Новое о черных дырах: укрепление позиций двухтемпературной модели горячей аккреции

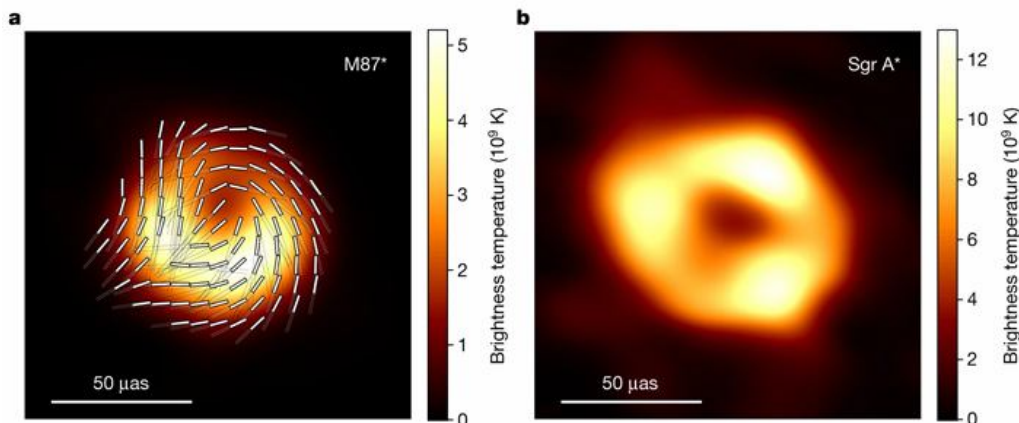


Рис. 1. «Портреты» черных дыр в центре галактики M87 (слева) и в центре нашей Галактики, полученные Телескопом горизонта событий. Штрихами показано направление линейной поляризации магнитного поля. Рисунок из обсуждаемой статьи в Nature

В последние годы были опубликованы результаты новых наблюдений окрестностей двух близких к Земле сверхмассивных черных дыр, выполненных методами радиоастрономии и инфракрасной астрономии. Речь, во-первых, идет о черной дыре Стрелец A* с массой 4,3 миллиона солнечных масс, которая лежит в центре нашей Галактики приблизительно за 27 тысяч световых лет от Солнца. Во-вторых, это черная дыра в ядре гигантской эллиптической галактики M87, удаленной от Млечного Пути на 53,5 миллиона световых лет. Ее масса, по разным оценкам, в 4,5–6 миллиардов раз превышает солнечную. 22 марта в журнале Nature появился обзор этих результатов. Я постараюсь ознакомить читателей с основными выводами его авторов, профессора Гарвардского университета Рамеша Нарайана (Ramesh Narayan) и его коллеги из Департамента астрофизических наук Принстонского университета Элиота Кватерта (Eliot Quataert).

Аккреционные диски черных дыр

Во второй половине прошлого десятилетия весь мир не раз облетали сенсационные сообщения о детектировании волн тяготения, возникающих при сближении и слиянии черных дыр (а также в ходе аналогичных процессов с участием нейтронных звезд), о которых рассказывали и «Элементы» (см. Гравитационные волны — открыты!, «Элементы», 11.02.2016). Главным поставщиком этой информации были два лазерных интерферометра американской гравитационной обсерватории LIGO, расположенные в штатах Вашингтон и Луизиана. В ходе трех сеансов наблюдений, которые с перерывами проводились с сентября 2015 года по март 2020 года, они осуществили 90 регистраций гравитационных волн. После начала пандемии ковида работы на обсерватории были остановлены, однако их предполагается возобновить не позже мая нынешнего года. Тогда же должны начаться новые

наблюдения на однопипных гравитационных обсерваториях Virgo и KAGRA, расположенных, соответственно, в Италии и Японии.

Столкновения черных дыр — это космические суперкатаклизмы, которые полностью разрушают не только сами дыры, но и их ближайшее окружение. Это окружение представляет один из интереснейших объектов современной астрофизики. Одиночная черная дыра любой массы может обладать звездами-сателлитами, которые движутся в ее гравитационном поле по условно замкнутым траекториям (полная замкнутость невозможна в силу динамики общей теории относительности). Наблюдения таких звездных свит в принципе позволяют получать информацию о самих черных дырах — особенно, если они не слишком удалены от Солнца (см. Скорость вращения черной дыры в центре Млечного Пути оценили по распределению орбит S-звезд, «Элементы», 22.10.2020).

Есть и другие возможности. Черные дыры как правило окружены аккреционными дисками различной плотности и массы. Такие диски состоят из газа и плазмы, чьи частицы вдали от дыры движутся по более или менее круговым орбитам. При этом они испытывают сложные взаимодействия как с соседними частицами, так и с магнитными полями, которые всегда присутствуют в ионизированной материи аккреционного диска. Эти взаимодействия создают эффект внутреннего трения, которое вынуждает вещество диска терять кинетическую энергию и угловой момент и сближаться с черной дырой. Частицы, которые достигают ее поверхности (точнее, горизонта событий), навсегда исчезают для внешнего мира. Их кинетическая (конкретно, ротационная) энергия частично уносится внутрь горизонта, а частично идет на увеличение температуры вещества диска. Для черных дыр, которые рождаются в итоге гравитационного коллапса массивных звезд, эта температура может доходить до 10 миллионов кельвин. В результате такие диски получают способность генерировать жесткое рентгеновское излучение. Аккреционные диски вокруг самых крупных черных дыр массой от ста тысяч до нескольких миллиардов (и в редких случаях даже десятков миллиардов) солнечных масс обычно не нагреваются выше ста тысяч кельвин и потому посылают в окружающее пространство оптическое и ультрафиолетовое излучение или очень мягкий рентген. Поскольку эти излучения имеют тепловую природу, их спектральные характеристики хорошо соответствуют классическому чернотельному спектру, который описывается известной формулой Планка.

Есть и другие механизмы генерации электромагнитных волн веществом, находящимся в окрестности черной дыры, которые не связаны или слабо связаны с процессами аккреции. Например, близкие к ней облака горячего ионизированного газа могут служить источниками сильного радиоизлучения. Кроме того, плазменное окружение черной дыры может светиться радиоволнами нетепловой природы, которые рождают вращающиеся в магнитных полях релятивистские заряженные частицы (это так называемое синхротронное излучение). Наконец, умеренно нагретые зоны диска проявляют себя инфракрасным излучением, которое может иметь куда более широкий спектр, нежели планковский. И это еще не полный список.

В общем, аккреционные диски черных дыр служат источником электромагнитных волн самых разных длин — от радио до рентгена. Эти диски также могут выбрасывать в пространство мощные плазменные струи, релятивистские джеты, которые служат источниками гамма-лучей и, по всей вероятности, нейтрино и космических лучей. Общая мощность этих излучений для slowвращающихся черных дыр может достигать десяти процентов энергии, которая, в силу знаменитой формулы Эйнштейна $E=mc^2$, содержится в ежесекундно аккрецируемой массе материи, — это максимальная эффективность (или, если использовать инженерную аналогию) максимальный коэффициент полезного действия черной дыры как устройства по переработке вещества в излучение.

Для черных дыр с очень большим угловым моментом этот показатель гораздо выше, он приближается к тридцати процентам. Все эти продукты жизнедеятельности черной дыры поддаются детектированию наземными и космическими телескопами, данные с которых поставляют богатейшую информацию о дырах и их окрестностях.

Конечно, характер излучения любого конкретного диска зависит от него самого. Принято считать, что Млечный Путь (как и другие крупные спиральные галактики) содержит десятки миллионов черных дыр звездной массы, однако лишь малая их часть ярко светится рентгеном. Если плотность газа и плазмы вблизи дыры окажется очень малой, то она практически не будет светить ни в каком диапазоне.

Стоит отметить, что всего лишь около одного процента сверхмассивных черных дыр обладает выраженными газовыми или газопылевыми дисками, способными к аккреции и, тем самым, к активной светимости. Впрочем, в спящем состоянии нередко пребывают и дыры звездной массы. В частности, именно такова черная дыра Gaia BH2, об открытии которой сообщалось в конце марта (K. El-Badry et al., 2023. A red giant orbiting a black hole). При массе приблизительно в 9 солнечных она удалена от Земли всего на 3800 световых лет и потому вполне может считаться очень близкой соседкой Солнечной системы.

Наблюдения аккреционных дисков черных дыр представляют большой интерес не только для астрономии. Динамические процессы внутри дисков управляются законами специальной и общей теории относительности, релятивистской электродинамики, термодинамики и магнитной гидродинамики. Поэтому изучение окрестностей черных дыр сильно обогатило и продолжает обогащать фундаментальную физику.

Проблемы остаются

Сказанное выше может навести на мысль, что все механизмы генерации электромагнитных волн аккреционными дисками черных дыр давно и хорошо поняты и не нуждаются в серьезной коррекции. Однако это далеко не так, о чем у нас сейчас и пойдет речь.

Рассмотрим для начала светящийся астрономический объект любой природы, на который аккрецирует окружающее ионизированное вещество. Излучение этого объекта оказывает давление на падающие частицы. Этот эффект был предсказан в 1873 году Джеймсом Клерком Максвеллом на основе его теории электромагнетизма и впервые экспериментально подтвержден в 1907–10 годах профессором Императорского Московского университета Петром Николаевичем Лебедевым. В случае аккрецирующей плазмы свет рассеивается в основном на электронах (это так называемое томсоновское рассеяние), которые передают его давление протонам и другим массивным частицам. Если светимость объекта превысит определенное критическое значение, то давление света сделает полностью невозможным стабильную аккрецию. Этот вывод принадлежит знаменитому британскому астрофизическому Артуру Стенли Эддингтону, в честь которого и названа критическая светимость. На его основе он пришел к выводу, что масса звезды не может превышать сотни солнечных масс — иначе она будет разорвана давлением собственного света. Хотя, как оказалось со временем, эта оценка в разы занижает максимальную массу звезд-гигантов, по порядку величины она все же приблизительно верна.

Численное значение эддингтоновского предела дается простой формулой: 10^{38} эрг/сек, умноженные на массу центрального тела, измеренную в единицах солнечной массы. Первоначально выведенная для звезд, эта формула работает и для аккрецирующих черных дыр. Светимость большинства квазаров обычно не превышает нескольких процентов от эддингтоновской, но в отдельных случаях может к ней приближаться.

Теперь мы подошли к самому интересному. В последние десятилетия прошлого века астрономы заподозрили, что стандартные модели аккреции плохо работают в тех случаях, когда светимость диска падает ниже одной сотой предела Эддингтона. В этом случае дыры звездной массы перестают излучать как абсолютно черные тела с температурой порядка 10 миллионов кельвин, как требуется по теории. Чернотельный характер спектра их излучения сохраняется, но его температура повышается на два порядка — приблизительно до миллиарда кельвин. Такую же тенденцию проявляют и сверхмассивные черные дыры. У них была замечена и другая аномалия — слишком низкая полная светимость, не соответствующая той массе дискового вещества, которая могла стать резервуаром аккреции. Например, яркость Стрельца A* очень мала, однако же температура его газового окружения может доходить до 10^{10} кельвин. Так что астрофизики встали перед серьезной проблемой: почему аккреционные диски целого ряда черных дыр различной массы нагреваются значительно сильнее «стандартных» дисков и при этом обладают меньшей (иногда сильно меньшей!) полной светимостью?

Путь к решению этой проблемы был намечен в создании альтернативного сценария аккреционных процессов, к которому приложил руку один из

авторов обсуждаемой статьи в Nature Рамеш Нарайан (Ramesh Narayan). Детальный обзор начальных и последующих этапов его разработки дан в совместной работе Нарайана и сотрудника Шанхайского обсерватории Фенга Юана: F. Yuan, R. Narayan, 2014. Hot accretion flows around black holes. Он вошел в литературу как модель горячей аккреции — соответственно, аккреционные процессы, которые ранее считались стандартными, стали называть холодными.

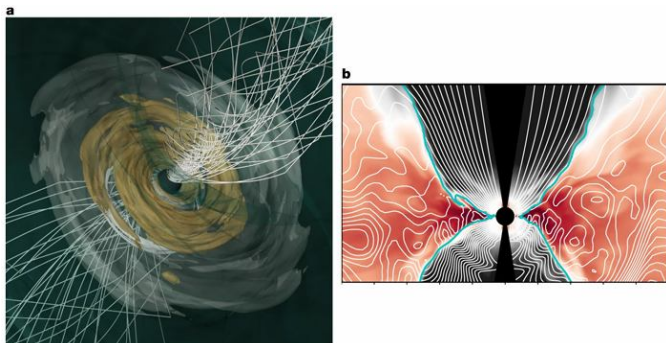


Рис. 2. Результаты численной симуляции аккреции вещества на черную дыру. а — трехмерная реконструкция силовых линий магнитных полей (белые линии) и аккреционного диска, демонстрирующая закручивание этих линий в джете, возникающем в силу вращения дыры. б — вид «с ребра» газового окружения дыры (красный цвет — газ высокой плотности, черный — низкой) и магнитного поля (белые линии) в симуляции аккреции газа на вращающуюся черную дыру, выполненной на основе уравнений ОТО. Рисунок из обсуждаемой статьи в Nature

Исторически создание этой модели восходит к новаторской концепции аккреции на черную дыру, опубликованной почти столетия назад (S. L. Shapiro et al., 1976. A two-temperature accretion disk model for Cygnus X-1: structure and spectrum). Она основана на анализе данных по открытому в 1964 году

компактному рентгеновскому источнику в созвездии Лебедя Лебедь X-1, в котором уже тогда видели едва ли не лучшего кандидата в черную дыру звездной массы. Сейчас эта гипотеза полностью доказана, масса дыры

оценивается в 14,8 солнечных масс. Авторы статьи объяснили особенности наблюдаемого спектра на основе предположения, что аккрецирующая на дыру плазма состоит из электронной и ионной компонент, чьи температуры различаются не в разы, а на порядки. Согласно этому сценарию, ионы плазмы (а это почти исключительно протоны) почти ничего не излучают из-за своей большой массы относительно электронов. Поэтому они почти не теряют температуру, приобретенную из-за внутреннего трения в плазме, которая вблизи горизонта дыры может достигать до 10^{12} кельвин. Столь высокий нагрев препятствует формированию сгустков, так что плотность плазмы остается низкой. Поэтому кулоновское взаимодействие между электронами и

ионами оказывается сильно ослабленным, тепловой обмен между двумя компонентами плазмы резко падает, и плазма сохраняет двухтемпературную структуру. В результате единственным источником электромагнитных волн остаются горячие электроны низкой плотности, которые почти не поглощают собственное излучение и тем самым препятствуют возникновению у него чернотельного спектра.

Модель Шапиро и его соавторов выглядела очень привлекательно; в частности, она объяснила малую радиационную яркость дисков Стрельца А* и черной дыры в галактике М87, которые были признаны, если так можно выразиться, образцами горячей аккреции. Однако сейчас самое время вспомнить, что дьявол скрыт в деталях. В своем изначальном виде эта модель не имела устойчивых решений и потому не могла гарантировать сколь угодно долговременного (конечно, по астрономическим масштабам) существования двухтемпературных аккреционных дисков.

Избавление от этой трудности заняло около двадцати лет. К середине 1990-х годов усилиями ряда ученых было показано, что двухтемпературная модель имеет два решения, одно из которых достаточно устойчиво. Это доказательство легло в основу дальнейшего конструирования моделей горячей аккреции. С их помощью, в частности, удалось продемонстрировать, что такая аккреция реально — и весьма сильно — снижает лучевую светимость диска. Тем самым астрофизики объяснили, почему мощность излучения дисков с горячей аккрецией может быть на несколько порядков меньше десяти процентов энергии той материи, которая каждую секунду поглощается дырой. Например, еще в конце прошлого столетия были выполнены вычисления, из которых следовало, что КПД генерации излучения аккреционным диском галактики М87 равен приблизительно одной десятой процента, что не слишком расходилось с тогдашними данными наблюдений.

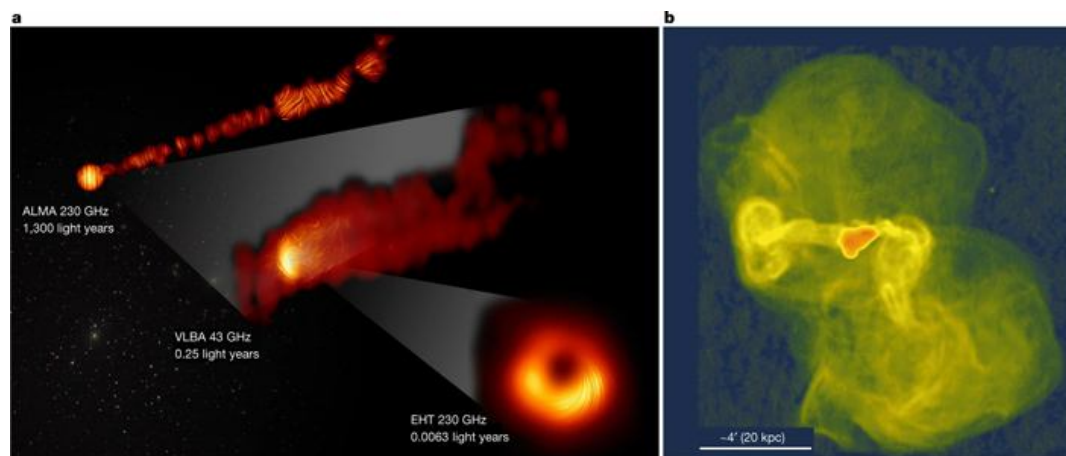


Рис. 3. Релятивистский джет, исходящий из аккреционного диска черной дыры в ядре галактики М87. а — изображения джета, полученные на частотах 230 и 43 гигагерц, выполненные в масштабах от 0,0063 световых лет (нижний справа) до 1300 световых лет (верхний слева). б — изображение того же джета в масштабе 100 000 световых лет; видно, что джет распространяется в объеме, превышающем объем всей галактики. Рисунок из обсуждаемой статьи в Nature

Однако и это еще не конец истории. Как отмечено в обсуждаемой статье, даже более-менее удовлетворительное соответствие численных результатов моделирования динамики аккреционных

дисков Стрельца А*, М87 и других черных дыр с малой светимостью еще не означает, что сама эта модель обязательно справедлива. Например, в сильно намагниченной высокотемпературной плазме дисков с ионными температурами порядка 10^{12} кельвин и электронными на уровне 10^{10} кельвин должны рождаться зоны локальной неустойчивости, как того требуют законы магнитной гидродинамики. Если допустить, что в таких зонах будет происходить уравнивание электронной и ионной температур, модель двухтемпературной аккреции повиснет в воздухе.

На помощь приходят телескопы

Эта проблема вполне реальна, однако в последние годы ее удалось частично разрешить. Это было сделано благодаря исследованию черных дыр в ядрах Млечного Пути и галактики М87 с помощью глобальной сети радиотелескопов, известной как Телескоп горизонта событий (Event Horizon Telescope, ЕНТ), и оптического интерферометра GRAVITY, получающего сигналы от четырех восьмиметровых телескопов комплекса VLT Европейской южной обсерватории, расположенной на горе Параналь в Чили. ЕНТ собирает информацию на волне длиной 1,3 миллиметра, в то время как GRAVITY ведет наблюдения в ближней зоне инфракрасного спектра на длине волны в 2 микрометра.

Подробный рассказ о ЕНТ и GRAVITY выходит за рамки этого текста. Поэтому ограничусь напоминанием, что 10 апреля 2019 года команда Телескопа горизонта событий обнародовала реконструированный «портрет» аккреционного диска черной дыры в ядре галактики М87, который сразу стал мировой сенсацией (см. Черная дыра галактики М87: портрет в интерьере, «Элементы», 14.04.2019). Весной 2022 года тот же коллектив представил на суд коллег десять сообщений с аналогичной информацией о черной дыре Стрелец А* (см. Получено изображение черной дыры в центре нашей Галактики, «Элементы», 13.05.2022).

Однако вернемся к нашим баранам — то есть моделям аккреции. Для детальной оценки конкурирующих моделей аккреции очень важно собрать как можно более полные данные о характере поляризации электромагнитных излучений аккреционных дисков. Как уже говорилось, эти излучения генерируются различными физическими механизмами. Если говорить о волнах тех частот, которые регистрируют радиотелескопы системы ЕНТ и оптический интерферометр GRAVITY, то они представляют из себя уже упоминавшееся синхротронное излучение быстрых электронов, которые движутся по спиральным путям вокруг силовых линий магнитных полей, существующих внутри аккреционного диска. Такие излучения по преимуществу линейно поляризованы, причем направления поляризации перпендикулярны векторам магнитной напряженности. В результате измерения поляризации радио- и инфракрасных сигналов от аккреционных дисков позволяет судить о характере их, если так можно выразиться, магнитного наполнения. С другой стороны, на поляризацию также влияют движения внутридисквой плазмы, которые, в свою очередь, зависят от ее плотности и температуры. Поэтому поляризационные измерения дают информацию и об этих важнейших характеристиках аккреционных дисков. А это всё означает, что анализ результатов таких измерений укрепляет позиции каких-то количественных моделей динамики дисков и, соответственно, ослабляет аргументы в пользу их

конкурентов. Именно об этом и говорилось в начале абзаца.

А теперь главное. Опубликованные итоги сравнения различных сценариев падения материи на черные дыры свидетельствуют о том, что двухтемпературная модель горячей аккреции гораздо лучше согласуется с данными наблюдений, нежели различные модели однотемпературной плазмы. Об этом, в частности, говорится в очень подробном отчете о тестировании моделей аккреции на черную дыру Стрелец А* на основе информации с радиотелескопов комплекса ЕНТ, опубликованном 12 мая прошлого года. Как заключают авторы обсуждаемой статьи, эта информация создает для двухтемпературной модели более прочную основу.

Конечно, этот вывод все еще нельзя считать окончательным. Одна из оставшихся проблем — измерение ионной температуры дисков черных дыр Стрелец А* и М87, чего до сих пор еще не удалось сделать. Однако очень обнадеживает тот факт, что уже имеющиеся оценки электронных температур обоих дисков (для первого она превышает $1,3 \times 10^{10}$ кельвин, а для второго — 5×10^9 кельвин) достаточно близки результатам модельных вычислений, сделанных еще в конце прошлого столетия. Это же относится и к новейшим оценкам радиационного КПД обоих дисков (10^{-3} у Стрельца А* и 10^{-2} у М87).

Напоследок один интересный нюанс. Как только что было отмечено, диски с горячей аккрецией перерабатывают вещество в излучение с крайне невысокой эффективностью. Однако теория указывает, что такие диски должны очень успешно выбрасывать материю в виде релятивистских джетов. Именно это и делает аккреционный диск в ядре галактики М87. С другой стороны, у дыры в центре нашей Галактики пока что не обнаружено хотя бы слабого джета. Причина этого пока неясна — есть разные гипотезы. Одна из них состоит в том, что Стрелец А* вращается слишком медленно для формирования джета. Согласно другой гипотезе джет все же существует, но не может пробить газовое окружение дыры и выйти в свободный от вещества космос, где его было бы легче заметить. В любом случае, пока это открытый вопрос.

В заключительном разделе Нарайан и Кватерт подчеркивают, что исследование физических процессов вблизи горизонта событий черных дыр останется важнейшей проблемой асрофизики на ближайшие десятилетия. Его возможности расширятся с появлением новых телескопов наземного и космического базирования, работающих в разных полосах электромагнитного спектра. Так что будущее сулит в этой области множество открытий.

Источник: Ramesh Narayan, Eliot Quataert. Black holes up close // Nature. 2023. DOI: 10.1038/s41586-023-05768-4.

Алексей Левин,

https://elementy.ru/novosti_nauki/t/1763182/Aleksey_Levin

Обещание Портера Мэйсона



Рис. 1. Э. П. Мэйсон.

Кто в юности не мечтал о великих свершениях? Кажется, что открыты все дороги, и весь мир будет принадлежать тебе. Здоровье воспринимается как нечто естественное, а собственная смерть видится отдалённой перспективой. Часто судьба жестоким ударом разлучает нас с подобными иллюзиями. Прежде, чем это произошло с Портером Мэйсоном, он, сам того не ведая, вошёл в историю астрономии. Ему было двадцать лет.

Эбен-Эзер - אבן עזר, букв. Камень помощи.

Пращур астронома по имени Джон приехал с женой из Англии в середине семнадцатого века. Позже в семье бытовала легенда, что он был сыном победителя индейцев Пекот. Боевой характер Джона не смирила радикальная версия протестантской веры, которую он принял. Её исповедовало большинство его соседей, жителей будущего штата Коннектикут.

Правнук Джона участвовал в войне за независимость. Бог отмерил ему долгую жизнь, он прожил целое столетие. За это время Элиша стал свидетелем расцвета Личфилда: из небольшой россыпи редких домов он стал большим поселком. Вырос и его дом: из избушки с маленькой иконой он превратился в двухэтажный особняк, даже имеющий небольшой алтарь. Соседи уважали ветерана, ценили его мудрые советы, а дети обожали слушать рассказы старика о встречах с самим

Джорджем Вашингтоном. К концу жизни Элиша остался единственным на многие мили вокруг, кто мог рассказать о подобном. Глубоко верующий, он прививал своим детям любовь к Богу с малых лет. И нет ничего удивительного, что его сын Стивен выбрал стезю священника, окончив местную семинарию. Его наставник, Лайман Бичер, по свидетельствам современников, читал поистине вдохновляющие проповеди. Он изменил жизни тысяч людей.

Среди них был не только Стивен Мэйсон, но и Элизабет Бёрр. Вместе со своей сестрой Харриет, как пишет биограф, они были его воспитанницами. Обе вышли замуж за священников: Бетси, как её звали, в 1816 году вышла замуж за Мэйсона, а её сестра – за Тёрнера. С тех пор они жили в разных городах. Но письма регулярно летали из деревеньки Вашингтон в город Ричмонд и обратно, сохраняя связь сестёр.

7 декабря 1819 года у Элизабет и Стивена родился первенец. Малыш получил имя в честь предшественника отца на должности священника в Вашингтоне – Эбенезер Портер. На едва родившегося младенца возлагались большие надежды. Мать без ума любила мальчика, отец мечтал, как он продолжит дело его жизни – нести слово Божье. Но они, и никто в мире, и представить не мог, насколько удивительным окажется их ребёнок.

«Словно кто-то жестокий ворвался...»

К.Э. Циолковский

Стивен описал поведение первенца так: «Ещё не научившись ходить, он ползал по ковру как лиана, развлекаясь изучением цветов, текстур и форм...» Уже в столь раннем возрасте малыш находил особенное удовольствие в изящных узорах. Позже одной из его первых любимых игрушек стал карандаш, которым он не чиркал, как попало, а пробовал рисовать. С замиранием сердца рассматривал он картинки из детских книг и всегда был в восторге, находя новую.

Мать с умилением писала сестре: «Что бы он ни делал, он делает это хорошо». Мальчик рано стал говорить и смог быстро повторять и запоминать слова. Бетси придумывала для сына разные игры. В форме игры Портер выучил алфавит. Мать выписывала на бумажки буквы, большие и маленькие, разных форм. Малыш, смеясь, весело повторял за ней.

С удивительной бережностью относилась Бетси к талантам сына. «Он легко бы добился большего, но мы не требуем от него этого». Можно ли было добиться большего? В два года Портер уже знал буквы, а в три уже сам читал книги! Позже в одной газетной вырезке появилась легенда о том, что сын священника в четыре года прочёл Библию от корки до корки.

Портер казался самым счастливым ребёнком на свете, сидя у ног матери. Спустя почти два десятка лет, он сам будет говорить, что первое воспоминание связано с ней. Она с улыбкой, в шутку оттолкнула его, но только лишь затем, чтобы немедля снова притянуть к себе и поцеловать. Много лет спустя, он будет, прослезившись, вспоминать этот момент. Даже сотни книг не затмят в его памяти первые молитвы, которые прочитала ему мать.

Повзрослев, обратиться к ней за советом, снова обнять её, Портер уже не мог. 20 марта 1822 года Бетси Мэйсон внезапно умерла. Ей был всего тридцать один год. Словно кто-то жестокий ворвался и выхватил из неё душу. Стивен остался с двумя детьми на руках. Портеру недавно исполнилось три, а его брату Дэвиду – два.

Сняв траур, Стивен женился во второй раз, избранницу звали Фиби Толмадж. «Умная и добродетельная женщина тридцати трёх лет», как писал биограф. В 1824 году она родила священнику девочку, которую называли Лаурой.

Священник был молод, крепок и полон сил. Услышав новую проповедь любимого учителя, он принял её всем сердцем. Следуя словам Лаймана Бичера, он начал стыдиться за питье вина буквально всех подряд. И быстро вошел в конфликт с коллегами, местным духовенством, которые были явно не прочь выпить. В 1827 году Стивен покинул Вашингтон.



Рис. 2. Дом, где родился Портер Мэйсон.

Он решил отправиться на далёкий и остров Нантакет у восточного побережья, услышав, как там нуждаются в душеспасительных беседах. Взяв с собой жену и двух младших детей, священник отправился в

трудный путь. А сына Портера, который уже подрос, отправил к сестре первой жены. Так восьмилетний Портер разлучился с отцом, покинул родной дом.

*«Когда остаёшься на клочке земли, взор
обращается к небу»
Э.П. Мэйсон*

Тётя, Харриет Тёрнер, приехала за мальчиком из Ричмонда в сентябре 1827 года. Следующие три года он будет воспитываться под её присмотром, наравне с собственными детьми. Успехи и проблемы племянника она будет воспринимать по-матерински близко к сердцу.

Любовь тёти сохранила для нас редкие воспоминания. Например, по пути в Ричмонд семилетний мальчик расспрашивал капитана судна об устройстве парового двигателя. Несколько лет спустя, Портер уже сам немало удивил капитана рассказами о технике. В Нью-Йоркском магазине игрушек его внимание привлекли только книги и печатная машинка. Мальчик равнодушно смотрел на всё остальное, манящее его сверстников. Находясь в дороге, Портер предпочитал читать книгу, а не смотреть в окно. Дома любил играть с глобусом, где по просьбам взрослых находил разные города, моря и реки. Игра шла до тех пор «пока у того, кто спрашивал, не кончалось терпение».

В школе мальчик ожидаемо успевал лучше всех, часто брал книги из местной библиотеки. Тётю Тёрнер очень беспокоила привычка племянника сразу после школьных занятий снова брать в руки книгу вместо игр на свежем воздухе. Она знала, что современная медицина предупреждала о том, что долгое сидение над книгами и пренебрежение прогулками может привести к чахотке. Более того, как и многие дети-книголюбцы, Портер мало ел. Порой, он не слышал, как его звали к обеду, будучи погружённым в книгу.

Ласковая тётя Тёрнер любила племянника и не наказывала его. Она иногда шла на хитрость. Первым летом она назначила его «главным садовником» и мальчик стал играть придуманную роль с присущим ему воображением. Но и здесь он находил способ не оставлять того, что ему по-настоящему нравилось: часто тётя заставляла племянника согнувшись над листом бумаги. Он... рисовал цветы.

Доктор Райс из духовной семинарии сказал Харриет: «Вам нечего делать для этого мальчика, кроме как заботиться о его физическом воспитании. Остальное он сделает

сам». К десяти годам Портер учил латынь, греческий, французский, делал небольшие переводы, в частности, стихов. Начал пробовать писать стихи сам, посвящая их красоте природы, которые стал замечать. Полюбил декламировать стихи разных поэтов всем, кто был готов его слушать. В этом он обретал уверенность в себе.

Когда сыну священника попала в руки книга «Чудеса Небес», она очень порадовала его, почти так же, как годы спустя атлас Элайджи Бурритта. Вскоре последуют и другие: о небе, о созвездиях, легендах, окружающих их. Портеру открылся мир внеземной. Но рассмотреть звёзды ему мешала близорукость.

В 1830 году Портер приехал к отцу на остров Нантакет. Письма уступили место живому общению. Радость встречи вскоре сменилась некоторым разочарованием. Сын священника, с одной стороны, знал Библию лучше всех ровесников, мог начать читать любое указанное ему место. С другой стороны, сильное увлечение рисованием, по мнению отца, «могло отдалить его от главной цели – подготовки души к Небесам».

Одарённость сына вызывала больше тревогу, чем гордость отца. Столь выдающихся детей Бог обычно рано призывает к себе. Позже Стивен писал: «он проявлял такую необыкновенную чистоту совести, большую, чем я видел когда-либо в другом человеке. Я был почти убеждён, что на него снизошла благодать». Но к разочарованию отца-священника с годами сын всё больше увлекался естественными науками.

Мачеха Фиби отнеслась к пасынку иначе. «Она сразу поняла ценность алмаза, переданного ей на попечение. И оказала неоценимую услугу в исправлении многих мелких эксцентричных черт его характера». Портер сохранил к ней уважительное отношение до конца жизни. К сожалению, почти вся переписка между ними утрачена при многочисленных переездах.

На острове подросток сохранил привычку много читать. Общество сверстников всё чаще казалось скучным, и он предпочитал слушать рассказы взрослых, гостей отца, об истории, технике и природе. Недостатка в этом не было. Стивен Мэйсон построил первую церковь конгрегационалистов на острове. Усердие служб принесло любовь прихожан. Стивен прожил здесь самые счастливые годы. Единственным недостатком этого места была погода. Священник заработал болезнь горла,

которая, несмотря на многочисленные лекарства, мучила его до конца жизни.

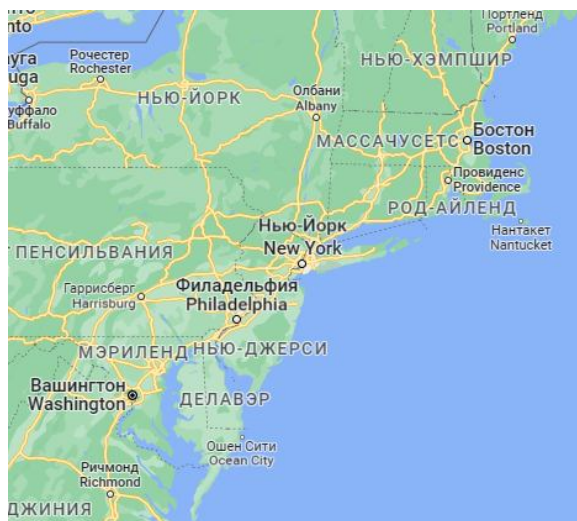


Рис. 3. От Нантакета до Ричмонда. Google©

Нантакет, островок площадью всего в сто двадцать квадратных километров был домом для семи тысяч человек. Основа экономики острова – китобойный промысел. Одна из известнейших книг девятнадцатого века, «Моби Дик», написана как раз о местном судне.

Для талантливого подростка жизнь на острове была «временем, когда таланты развивались особенно быстро». Здесь он вместе с братом осваивал мастерство механика и плотника. От детских игр скоро перешёл к созданию полезных вещей, вроде кроваток и кормушек. В оборудованном подвале дома часами он с братом с удовольствием работал в мастерской. Физический труд, однако, тяжело давался хилому Портеру. Он имел хрупкое телосложение и был ниже среднего роста.

В 1831 году произошло событие, определившее путь нашего героя в астрономию. Гостивший у отца преподобный Дж. Марш, родственник из Нью-Йорка, заметил, что у подростка проблемы со зрением. Дав тому свои очки, он изменил историю. Двенадцатилетний Портер просиял от восторга. Впервые в жизни видел весь мир чётким! Ещё более сильное впечатление вечером того же дня произвело звёздное небо с окраины посёлка. В последние недели жизни Портер Мэйсон говорил, что именно этот вечер привёл его в астрономию.

В памяти навсегда остались восход Солнца над морем, отражение Луны и звёзд в водной глади. «Когда остаёшься на клочке земли, взор обращается к небу». Под этим могла подписаться и Мария Митчелл, так же жившая на этом в острове в это время. Неизвестно, виделись ли родственные души. В будущем её ждёт слава первой женщины в

Америке, открывшая комету. Портеру о «комете мисс Митчелл» узнать будет не суждено.

Отец отправил его в школу Эллингтона, недалеко от Хартфорда, городка, помнившего его пращура Джона. Юноша начал готовиться к колледжу. Там же будущий астроном впервые в жизни взглянул в подзорную трубу. Её на время дал судья Холл, директор школы. Одни из первых записанных наблюдений – спутников Юпитера – были сделаны с этим скромным инструментом.

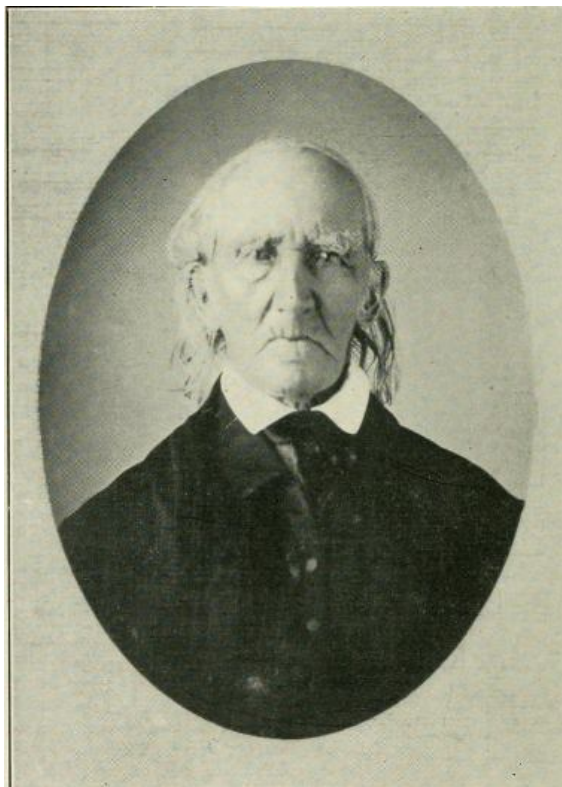


Рис. 4. Элиша Мэйсон.

Во время обучения в школе достиг расцвета поэтический талант юноши. Вдохновлённый красотами природы и лирикой современных поэтов, Мэйсон написал небольшую книгу стихов. Талант его проявился не только в стихах, но и в оформлении. Почерк был каллиграфическим, а стиль написания менялся от страницы к странице.

Отличное владение пером и карандашом – ещё один из талантов Портера. Современники запомнили, что он мог от руки нарисовать идеальный круг. Однажды он переписал молитву «Отче наш» настолько мелко, что пришлось читать с помощью сильного увеличительного стекла. При этом все слова были написаны чётко и разборчиво. Рука Мэйсона не дрогнула ни на миг.

Биограф писал, что в сочетании научного и поэтического таланта Портер походил на химика Хэмфри Дэви, начальника Фарадея. Кто знает, может, поэзия прославила бы Эбenezера Портера Мэйсона не меньше астрономии,

вернись он к юношескому увлечению. Астроном однажды в письме даже извинялся перед музы.

Осень 1833 года Портер провёл у себя на родине. В Вашингтоне и Личфилде навещил бабушку Лукрецию и дедушку Элишу, прошёлся по местам раннего детства. Сорвал яблоко с той яблони, которую когда-то посадил для него отец.

Сам Стивен в это время оказался в безрадостном положении. Он мог всё меньше денег посылать сыну, люди покидали остров. В конце концов, его сняли с должности. Священник был брошен в неизвестность. Портер Мэйсон был вынужден навсегда покинуть школу Эллингтона, отцу было нечем платить за его учёбу.

Стивен уже никогда не жил так хорошо, как в Нантакете. Письма его полны сожалений и чувства беспомощности. Сын только утешал отца словами о своей неприхотливости и простоте в одежде. Письма к тёте Тёрнер, однако, регулярно содержат жалобы. Харриет посылала племяннику ткань, чтобы он мог поддерживать малочисленный и унылый гардероб.

Худой, бледный, мягкоголосый, в потрёпанной одежде юноша в очках. Ему на вид не дашь больше четырнадцати лет. Таким он был в шестнадцать, когда поступил в Йельский колледж и впервые встретился с человеком, который стал его учителем – Дэнисеном Олмстедом.

«Время летит на самых быстрых крыльях; дни подобны часам»

Э.П. Мэйсон

Дэнисон Олмстед был одним из первых американских астрономов, чья слава вышла за пределы континента. Он поступил в Йельский колледж на двадцать шесть лет раньше Портера Мэйсона и был на три года младше его отца. Он также был на три года старше сына Уильяма Гершеля, великого наблюдателя туманностей.

Олмстед окончил колледж с высокой наградой – статусом «оратора». В этом была суть его личности; он проявил себя как замечательный популяризатор науки, точный и внимательный к фактам.

Начало карьеры молодого учёного было связано с химией. Он работал под руководством профессора Силлимана, создателя одного из первых научных журналов в стране. Увлечение химией скоро привело к геологии и минералогии. К тридцати четырём

годам Олмстед выпустил большую работу по исследованию полезных ископаемых штата.



Рис. 5. Дэнисон Олмстед.

В 1825 году он стал профессором кафедры математики и естествознания в Йеле. Через десять лет, к моменту встречи с Мэйсоном, кафедра математики была отделена, Олмстед преподавал только естественные науки, в том числе астрономию.

Профессор впервые заметил талант Портера именно как математик, на вступительных экзаменах. Юноша с поразительной для своего возраста скоростью проделывал вычисления, значительную часть в уме. Он мастерски вычислял корни из больших чисел.

В первую йельскую осень Мэйсон показал и хорошее знание астрономии. При наблюдениях кометы Галлея студент ориентировался на небе лучше всех однокашников. Олмстед и его коллега Лумис наблюдали комету с особым удовольствием. Они нашли эту комету первыми в Америке, на несколько недель отстав от римского астронома Дюмушеля.

Вскоре после приезда и заселения в общежитие Портер Мэйсон познакомился с двумя другими студентами, тоже сильно увлечёнными астрономией. Их звали Гамильтон Ланфер Смит и Фрэнсис Брэдли. Оба они происходили из более богатых семей, чем Мэйсон. Брэдли был на четыре года старше, сотрудничал с местным любителем астрономии Эдвардом Хэрриком и имел неплохой наблюдательный опыт.

Между Смитом и Мэйсоном завязалась дружба. Скреплял её и пятнадцатисантиметровый рефлектор Смита.

Для Портера это был первый опыт наблюдений в настоящий телескоп. Он продолжил то, что начал в Эллингтоне – изучать явления в системе спутников Юпитера.

Начинающий астроном с неугасимым интересом начал смотреть и на другие планеты. На пояса на диске Юпитера, кольца Сатурна, малую планету Юнону и планету Гершеля, как тогда называли Уран. С присущей ему красотой стиля также описывал наблюдения туманности Ориона и двойных звёзд.

Той же осенью Мэйсон первым заметил начало северного сияния. Звонкий колокольчик в руках студента разбудил общежитие. Вскоре после этого больше половины учащихся высыпали во двор. Они стали свидетелями одного из самых ярких явлений подобного рода за десять лет. Олмстед написал потом, что такого не видели со времён Французской революции.



Рис. 6. Старое здание Йельского колледжа.

Зимние каникулы Портер провёл рядом с отцом, снова сменившим место службы. Вернувшись, Мэйсон впервые за долгие годы серьёзно простудился. В этот раз помимо обычных симптомов появился чахоточный кашель. Это был первый звоночек о страшной болезни, ежегодно уносившей тысячи жизней.

Но серьёзно к нему студент не отнёсся. Вопреки словам тёти Тёрнер, студент не считал нужным беречься от холодного воздуха или промоченных талыми водами ног. «В этом отношении он, для человека, обычно столь любезного и послушного желаниям своих друзей и опекунов, казался необъяснимо упрямым».

Не раз бахвалился юноша перед товарищами, что снова провёл холодную ночь под звёздами и чувствует себя прекрасно. Если бы Смит на время не увёз свой телескоп домой, то жажда исследований, вероятно, свела бы Мэйсона в могилу на первом курсе.

«Мысли что опасность лёгочных заболеваний не увеличивается от воздействия

холода, сырости или ночного воздуха он придерживался до последнего», – писал Олмстед. Так же как и его тётя, сокрушался об этой странности Мэйсона. Сам астроном писал: «Я всё время наблюдал [в таких условиях]. Стоило мне принять меры предосторожности, и меня подкашивала первая же простуда».

К моменту получения долгожданного статуса второкурсника, Портер поднялся над собой как астроном. Он пишет: «Теперь я вступаю в более широкую область астрономических исследований, чем когда-либо прежде. <...> Я гоняюсь за туманностями и двойными звёздами, короче говоря, исследую самые дальние пределы вселенной». Как и многие любители астрономии, он познавал нашу Вселенную от близких объектов к дальним.

Осенью 1836 года Портер снова поехал к отцу, на этот раз в Гошен. Священник Стивен снова сменил место службы, по-прежнему пребывая в бедности. Портер Мэйсон не мог знать, что на ферме в окрестностях того же городка жил семилетний мальчик, который также как он, влюбится в небо. Потратив долгие годы на исследования двойных звёзд, он войдёт в учебники как первооткрыватель спутников планеты. Мальчика звали Асаф Холл.

Портер по-прежнему не мог себе позволить хорошую одежду. С короткими рукавами он ходил по улице без плаща. С какой-то глупой юношеской гордостью он писал: «Сюртук всё ещё выдерживает атаку старого Борея». Бог ветра, вопреки его ожиданиям, иногда побеждал и снова укладывал юного астронома в кровать с простудой. С тем же самым глухим кашлем.

Когда его друзья, в том числе Холлиндер, дали деньги на одежду, он отказал им. И попросил потратить их на часы, чтобы мог точнее наблюдать небо. Сам Холлиндер будет с любовью вспоминать экстравагантность друга детства.

К зиме второго курса относятся первые опыты Смита с зеркалами. Уподобляясь Гершелю, он захотел делать их сам. Другого его вдохновителя звали Холмкомб, который первым в Америке начал массовое производство дешевых телескопов.

В создании инструментов второкурснику берутся помочь трое: Мэйсон, Брэдли и младший брат. Последний так и не увидел результата общих трудов. Он умер той же зимой.

В пик солнечной активности, в 1837 году, Олмстед попросил студентов заняться зарисовками солнечных пятен. Инструмент дал

колледж: пятидюймовый рефрактор Доллонда на азимутальной монтировке, купленный семь лет назад. Сравнивая зарисовки юношей, профессор, к немалому удивлению, узнал, что Мэйсон потрясающе рисует. «Непревзойденные рисунки пером! Лучшие из тех, что я видел», – оценил сорокашестилетний астроном. Работа была опубликована, она – первая для юного Портера. Увидеть её сегодня нельзя: уже спустя сто лет она считалась утраченной. Однако, не верить словам Олмстеда нет никаких оснований.

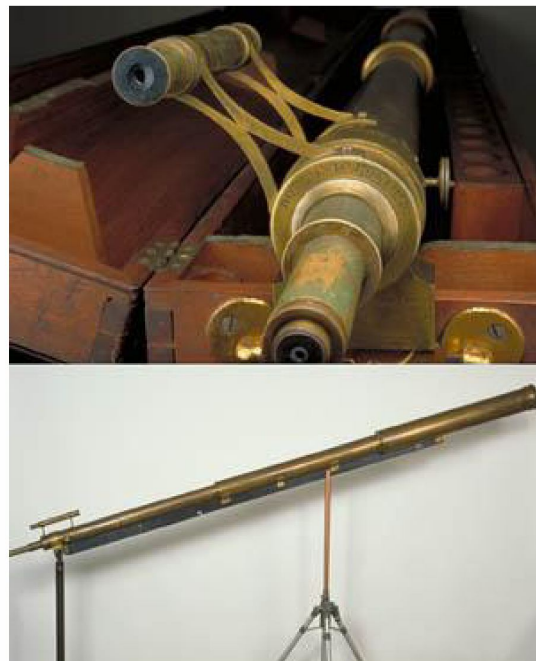


Рис. 7. Телескоп Доллонда, Йельский колледж.

Вскоре после этого происходит странное событие. Письма студента шесть или восемь месяцев не доходят до тёти Тёрнер. Она, конечно, знала о склонности племянника витать в облаках, но восприняла это как пренебрежение и была справедливо возмущена таким отношением. В первом письме, полученном спустя долгое время, её ждали глубокие извинения и краткое изложение его прошлых, якобы потерянных писем.

В следующих письмах он с радостью описывал, как вычислил и наблюдал лунное затмение. Работа такая – непростая задача, как знают некоторые любители астрономии. Не один десяток страниц испещрил числами и чертежами Мэйсон. Много ли людей за три месяца до совершеннолетия смогли вычислить затмение Луны? Особенно пользуясь самыми скромными средствами, вроде длинной линейки и логарифмических таблиц.

Конечно, Мэйсон сделал это не без ошибок, но Олмстед отметил, что несколько лет назад группа студентов с подобной задачей не справилась вовсе. Видя талант ученика, к

которому всё больше привязывался, он попросил его помощи снова.

На сей раз целью было не Солнце, а метеорный поток Леонид, который он сам наблюдал четыре года назад. Теперь он понимал, что уже не сможет выдержать несколько ночей без сна, и поэтому привлёк помощников, в частности Брэдли, Херрика и Мэйсона. Нового дождя Леонид, как в 1833 году, не случилось. Часто простужавшийся в последнее время Портер кратко написал, что ноябрьские метеоры были холодной работой.

Наградой за наблюдательное усердие стал переезд любителя астрономии. Он получил в своё распоряжение комнату на третьем этаже, рядом с портиком часовни, где имел наилучший обзор неба.

Но была у этого и обратная сторона: комната имела дурную славу и была одной из самых худших в общежитии. До этого в ней жил студент крайней распущенности, во всех смыслах. Стены были исписаны и изрисованы непристойностями. Комната была холодной, с продуваемыми окнами. Печь имела плохую тягу и скверно отапливала даже это маленькое пространство.

Так, астроном обрёл сам себя на то, чтобы замерзать днём и ночью ради той любви к небу, которая грела его изнутри. Убогую комнатку наполовину занимал телескоп и книжные полки. По сути, это был наблюдательный пост, к которому он себя приковал, на котором дежурил каждую ясную ночь.

Портер сказал в письме: «Я хочу написать больше, но сижу в семь утра в холодной комнате, без огня. У меня не хватает смелости, чтобы снова попытаться разжечь его». Профессор Олмстед с жалостью писал: «Я не могу себе представить себе [...] комнату в колледже, которая выглядела бы более безрадостно». Вечера Портер проводил в общей гостиной. В пасмурные ночи Мэйсон шёл к Смиту и Брэдли, чтобы снова и снова полировать зеркала.

Первая попытка Смита, как это чаще всего бывает, оказалась неудачной. Метода Фуко для контроля качества зеркал ещё не существовало. Спустя почти десяток забракованных заготовок, успех пришёл. Один из первых удачных образцов достался Мэйсону. Вместе с друзьями он собрал свой первый телескоп.

Дело на том не остановилось. Друзья заболели «апертурной лихорадкой» и мечтали построить телескоп больше и больше. За следующие три года около двух сотен заготовок

разных диаметров было забраковано. От пяти дюймов студенты устремились к десяти, а потом и пятнадцати. Много раз с обидой они отбрасывали испорченную заготовку.

И это были не единственные трудности, которые вставали перед Портером. Один из дядьёв, всегда помогавший деньгами, умер. Отец по-прежнему жил в крайне стеснённых обстоятельствах. В марте 1838 года перед Портером снова встала проблема времён колледжа Эллингтона: безденежье. Перспектива потерять будущее надломила его здоровье.

Весна. Яркое солнце, его тёплые лучи, падающие на подушку. Но они не грели талантливого молодого человека. Он снова простыл, его снова начал одолевать сильный кашель. В восемнадцать лет он был прикован к постели. Время свершений, юность, а он беспомощно лежал и перебирал мысли о продаже первого телескопа. Перспектива уехать к отцу, в штат Мичиган, на бедную ферму, становилась всё реальнее.

Сам пятидесятилетний священник во многом решился ехать туда только потому, что там уже несколько лет жил его младший брат Эдвин.

Говоря о переезде сына, отец выражал «болезненную убежденность» в безальтернативности такого исхода.

Список избранных источников:

1. Olmsted D., Life and Writings of Ebenezer Porter Mason, publ. Dayton and Newman (1842).
2. Ancestors and descendants of Elisha Mason, Litchfield, Connecticut, 1759-1858, and his wife Lucretia Webster, 1766-1853. Waterbury, Conn.: Mattatuck Press, 1911.
3. Mason E.P., Observations on nebulae with a fourteen feet reflector, made by H.L. Smith and E.P. Mason, during the Year 1839. Transactions of the American Philosophical Society, New Series, 17, 165-213 (1841).
4. Treadwell T.R., Notes on a Forgotten Episode, Popular Astronomy, 51, 497-500 (1942).
5. J. Ashbrook, E.P. The Astronomical Scrapbook, Mason and the nebulae, Sky & Telescope 121972, p. 366.
6. D. Hoffleit, Ebenezer Porter Mason and his childhood. Impressions of Nantucket 1830-1835, Historic Nantucket, January 1986, Vol. 33 No. 3. p. 13.
7. Omar W. Nasim, Observing by Hand: Sketching the Nebulae in the Nineteenth Century (Chicago: The University of Chicago Press, 2013).
8. Генеалогия Э. П. Мэйсона: <https://www.geni.com/people/Ebenezer-Mason/6000000001383010358>
9. Photographic Pioneer Hamilton Lanphere Smith: <https://www.cowanuctions.com/lot/photographic-pioneer-hamilton-lanphere-smith-best-known-for-patenting-the-tintype-personal-photograph-collection-3152538>

Павел Тупицын,
Любитель астрономии, г. Иркутск

Формы планетарных туманностей



Saturn Nebula.

Планетарные туманности возникают на финальных стадиях эволюции звезд с массой менее примерно 10 солнечных. Звезда асимптотической ветви гигантов сбрасывает оболочку. В центре остается горячее ядро, которое своим ультрафиолетовым излучением поддерживает вещество туманности в ионизованном состоянии. Впоследствии ядро планетарной туманности станет белым карликом.

В нашей Галактике имеется до 10 000 планетарных туманностей. Типичное время жизни (от сброса оболочки до состояния, когда вещество рекомбинирует становится нейтральным) порядка 10 000 лет. Т.о., в Галактике образуется примерно одна планетарная туманность в год.

Планетарные туманности имеют типичный размер (диаметр) немногим менее одного парсека. Соответственно, туманность имеет угловой размер, равный лунному диску, с расстояния около 100 парсек. Масса вещества туманности составляет примерно несколько десятых массы Солнца.

В первом приближении можно ожидать, что планетарная туманность будет иметь сферическую (как у туманности Кольцо в созвездии Лиры, M57 в каталоге Мессье) или слегка вытянутую форму. Однако существуют процессы, которые могут заметно разнообразить форму туманности.

Основные крупномасштабные структуры планетарных туманностей имеют центральную, осевую или зеркальную симметрию. К основным элементам можно отнести струйные выбросы (направление которых может меняться, что в частности, приводит к появлению спиралевидных структур), диски и кольцеобразные структуры в плоскости орбиты двойной системы, а также кольцевые фигуры большого масштаба (см. рис 1 на <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0401056>).

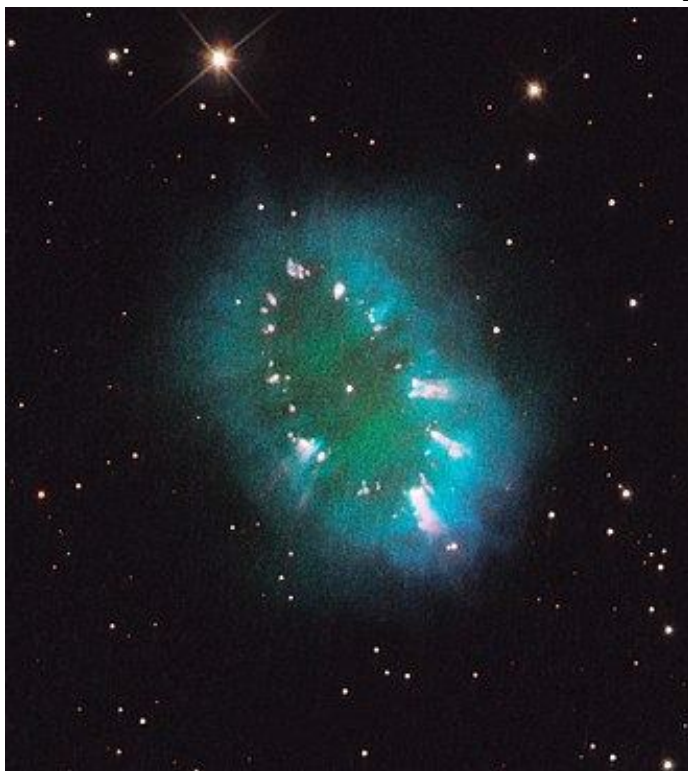
Разные фигуры могут накладываться друг на друга. Их пересечение также может сопровождаться появлением необычных форм

Возникновение кольцеобразных структур с размером порядка размера всей туманности связано с изменением темпа истечения вещества от центральной звезды. Такая переменность может влиять и на вид других образований в туманности.

Важным фактором формирования сложной структуры туманности может являться двойственность звезды. Движение звезды, сбрасывающей оболочку, вокруг центра масс системы может приводить к возникновению биполярных и спиралевидных структур сложной формы.

Взаимодействие звезд в системе с общей оболочкой может приводить к формированию дискообразной (кольцеобразной) структуры вокруг всей системы. Эта структура, имеющая большую плотность, чем окружающее вещество, не только может быть видна сама по себе, но также будет влиять на форму туманности в дальнейшем, поскольку ветер, истекающий от звезды, будет с большей легкостью

продвигаться в направлении, перпендикулярном диску, а вблизи плоскости диска движение будет затруднено. Так могут формироваться биполярные (в том числе конусовидные) структуры.



Necklace nebula.

Если вторым компонентом двойной является белый карлик, то перетекание вещества на него может приводить к формированию аккреционного диска. Такая система может приводить к появлению струйных выбросов (джетов), бьющих в противоположных направлениях перпендикулярно плоскости диска.

Из-за прецессии направление выбросов может меняться (см. видео здесь http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Artist%20s_view_of_how_a_planetary_nebula%20s_wobbling_jets_are_sculpted.jpg). Кроме того, может меняться темп перетекания вещества на белый карлик, что будет приводить к включению/выключению мощных выбросов.

Диски сами могут являться источником ветра, что формирует туманности необычного вида (см. компьютерное моделирование на сайте http://en.wikipedia.org/wiki/Planetary_nebula#/media/File:Stellar_nebula_simulation.jpg). Поскольку диск двумерное образование (возможно, слегка изогнутое), то и истечение от диска имеет соответствующую симметрию, в отличие от истечений от центральной звезды.

Движение звезды, формирующей туманность, относительно межзвездной среды

может дополнительно влиять на форму за счет взаимодействия со встречным потоком вещества.

Планетарные туманности могут возникать в звездных скоплениях, в том числе достаточно плотных. Известны планетарные туманности в шаровых скоплениях, где звезды могут быть расположены очень близко друг от друга.

Формирование структур планетарных туманностей в тройных системах было рассмотрено в работе Soker (2004) <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0402364>. В частности, важным фактором является аккреция вещества и образование выбросов тесной двойной системой, вращающейся вокруг теряющего вещество гиганта. Это может приводить к деталям в туманности, не демонстрирующим ярко выраженной симметрии (NGC 6210, NGC 1514).

Наблюдаемые в видимом диапазоне цвета туманностей обычно обусловлены эмиссионными линиями определенных химических элементов (водород, кислород, сера, азот, гелий), а также рассеиванием света пылью. Эти вещества в обилии встречаются в естественных условиях. Так за оттенки красного обычно ответственен водород, за зеленый кислород.

Некоторая информация о цветах туманностей доступна на сайте [clarkvision.com](http://clarkvision.com/articles/color.of.nebulae.and.interstellar.dust) <http://clarkvision.com/articles/color.of.nebulae.and.interstellar.dust>.

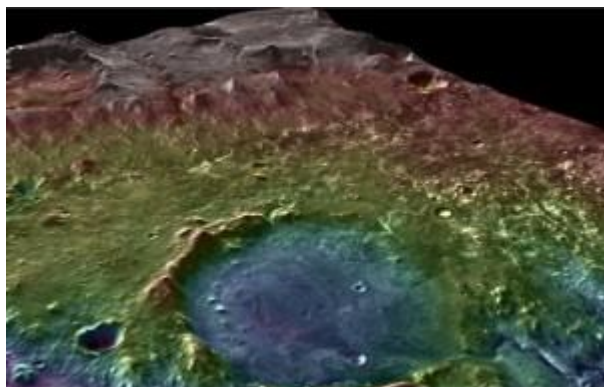
Отметим, что вид туманности различен в разных областях спектра. В частности, инфракрасные наблюдения показывают наличие сложным по форме структур, связанных с наличием пыли. Подчеркнем, что яркий вид некоторых туманностей на снимках связан с дополнительным усилением контраста при обработке. Т.е., глазом была бы видна более блеклая картина. Кроме того, часто можно увидеть композитные изображения, собранные из снимков в разных участках спектра, на которых невидимое глазом излучение обозначено условными цветами.

Каталоги диффузных туманностей (куда также попадает несколько туманностей других типов, например, остатков сверхновых) можно найти по этим ссылкам:

<http://galaxymap.org/cat/list/rcw/1>
<http://galaxymap.org/cat/list/gum/1>
<http://galaxymap.org/cat/list/sharpless/1>

С. Б. Попов, ГАИШ, Москва,
<https://www.astronet.ru/db/author/2502>
<http://www.sai.msu.su/>

История астрономии второго десятилетия 21 века



Исследователи из Брауновского университета, США, завершили новый анализ древней марсианской системы озер, находящейся в кратере Джезеро, близ экватора планеты. В исследовании сообщается, что наполнение кратера водой происходило в течение одного из как минимум двух различных периодов водной активности в области Красной планеты, окружающей кратер Джезеро.

«Мы можем сказать, что существование этих территорий, на которых водная активность была довольно высокой, стало аргументом в пользу наличия в марсианской истории по крайней мере двух различных периодов водной активности», — сказал Тим Гоудж, выпускник Брауновского университета и главный автор нового исследования.

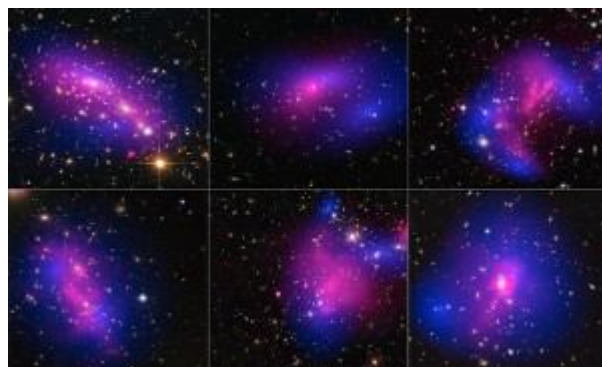
Древнее озеро в кратере Джезеро было впервые обнаружено в 2005 г. Калемом Фассетом, бывшим выпускником Брауновского университета, работающим в настоящее время преподавателем в колледже Маунт-Холиок. Фассетт идентифицировал два канала, один на северном, а второй — на западном склонах кратера, через которые, очевидно, в кратер в древности поступала вода. Наполнив кратер до краев, вода выливалась из него через третий канал, расположенный на южной стороне кратера. Неизвестно, как долго эта система функционировала, но, судя по всему, озера пересохли около 3,5 — 3,8 миллиарда лет назад.

Каждый из каналов заканчивается на входе в озеро образованием наподобие дельты. Как показали ранние исследования, в отложениях этих дельт имеется большое количество глинистых минералов — то есть минералов, измененных водой. Это поставило перед учеными следующий вопрос: могли ли глинистые минералы сформироваться в самом озере, или же они сформировались в другом месте и были принесены в озеро с потоками воды?

Для ответа на этот вопрос Гоудж и его коллеги составили при помощи данных, полученных от марсианских орбитальных аппаратов, минералогические и геологические карты системы озер кратера Джезеро и показали с их помощью, что глинистые минералы были сформированы в другой

области марсианской поверхности и лишь через довольно продолжительный промежуток времени были перенесены с водой в озера кратера Джезеро. Это подтверждает гипотезу о существовании в истории воды на Марсе как минимум двух периодов водной активности, говорят исследователи.

Статья была опубликована в журнале *Journal of Geophysical Research: Planets*.



2015г 27 марта Лента.РУ сообщает, что астрофизики из Швейцарии и Великобритании сообщили о новых неожиданных свойствах темной материи. Используя для наблюдений космический телескоп «Хаббл» НАСА/ЕКА (с 1990г) и космическую рентгеновскую обсерваторию Chandra НАСА (Чандра, с 1999г), изучили поведение темной материи, находящейся в скоплениях галактик, при столкновениях этих скоплений. Полученные результаты демонстрируют, что темная материя взаимодействует сама с собой даже менее интенсивно, чем предполагалось, и эти выводы помогут ученым точнее определить природу таинственной субстанции. На изображении столкновений скоплений галактик: синий цвет отвечает снимкам Hubble в оптическом диапазоне, а розовый — обсерватории Chandra в рентгеновском.

Темная материя представляет собой гигантскую проблему, довлеющую над современным научным знанием о Вселенной. Темной материи в нашей Вселенной намного больше, чем обычной материи, однако она практически неуловима: она не отражает, не поглощает и не испускает свет, что делает её невидимой для наблюдений в любой области электромагнитного спектра. Поэтому темную материю можно обнаружить лишь по гравитационным эффектам, оказываемым ею на материю видимой части Вселенной.

В новом исследовании команда астрономов во главе с Дэвидом Харвеем из Федеральной политехнической школы Лозанны, Швейцария, изучила 72 крупных столкновения между скоплениями галактик, с целью проследить поведение темной материи — составляющей большую часть массы каждого скопления — при

этих крупномасштабных космических событиях. Исследователи обнаружили, что темная материя при столкновениях скоплений галактик ведет себя подобно звездам этих галактик, которые, будучи рассеяны в окружающем пространстве с большими промежутками, при столкновениях скоплений материнских галактик без труда осуществляют взаимопроникновение, в отличие от облаков газа, заметно замедляющихся при столкновениях. Причиной наблюдаемого отсутствия подобного замедления при столкновениях между облаками темной материи исследователи называют отсутствие фрикционного взаимодействия между частицами темной материи. Таким образом, темная материя взаимодействует сама с собой ещё в меньшей степени, чем предполагалось ранее.

Полученные результаты помогут физикам-теоретикам при построении математических моделей темной материи, так как дают возможность сузить спектр возможных физических свойств загадочной субстанции.

Исследование было опубликовано в журнале Science.

Эта же группа ученых при помощи телескопа VLT (Very Large Telescope) изучили столкновения галактик и впервые нашли следы негравитационного взаимодействия сгустков темной материи. Результаты своих исследований авторы опубликовали еще 6 февраля 2015 года в журнале Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, а кратко с ними можно ознакомиться на сайте Европейской южной обсерватории.

Ученые исследовали столкновение четырех галактик, расположенных в скоплении Abell 3827 на расстоянии 1,3 миллиарда световых лет от Земли в созвездии Индейца. Им удалось определить распределение массы в них и сравнить его с распределением излучающей материи.

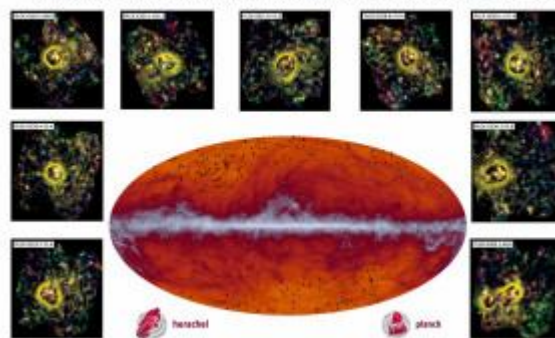
Ученые обнаружили, что один из сгустков темной материи в своем движении отстал от расположенной ранее рядом галактики на 5 тысяч световых лет (50 миллионов миллиардов километров). Как следует из теории, наблюдаемое отставание обусловлено негравитационным взаимодействием темной материи самой с собой. По словам ученых, им впервые удалось заметить такое явление.

Как отмечают авторы, их новые и предыдущие результаты позволяют наложить верхние и нижние, соответственно, астрономические ограничения на параметры взаимодействия сгустков темной материи. Однако они не исключают того, что наблюдаемое ранее ими столкновение произошло слишком быстро, чтобы темная материя успела взаимодействовать сама с собой.

Темная материя, в отличие от обычной, определяется благодаря ее гравитационному взаимодействию с окружающими галактиками. Это происходит вследствие предсказываемого общей теорией относительности искривления хода световых лучей при их распространении в сильных гравитационных полях.

Как полагают ученые, галактики с обычной материей помещены в пространство с темной. Она удерживает их от разбегания, поскольку на ее долю приходится около 85 процентов массы Вселенной.

→ Herschel and Planck proto-cluster candidates 



2015г 1 апреля Лента.РУ сообщает, что астрофизики обнаружили в ранней Вселенной предшественников скоплений галактик. Результаты своих исследований коллаборация ученых опубликовала в журнале *Astronomy & Astrophysics*, а кратко с ними можно ознакомиться на сайте Европейского космического агентства (ЕКА).

Галактики в одиночку, как правило, не встречаются во Вселенной, а образуют скопления из сотен и больше звездных систем. Например, Млечный Путь входит в Местную группу галактик, которая, в свою очередь, является частью Местного сверхскопления (Сверхскопление Девы).

Ученых интересовал вопрос, каким образом образуются эти скопления в условиях ранней Вселенной. Такая информация может пригодиться астрономам для выяснения ее истории и роли темной материи в ней.

Используя космические телескопы Planck (Планк) и Herschel (Гершель), ученым удалось рассмотреть во Вселенной возрастом три миллиарда лет предшественников скоплений галактик, которые астрономы наблюдают в современной Вселенной (возрастом 13,8 миллиарда лет).

С помощью Planck, который исследовал небо на девяти различных длинах волн, ученые заметили 234 ярких источника в молодой Вселенной. Обсерватория Herschel изучила их в инфракрасном диапазоне. После этого стало ясно, что исследуемые части Вселенной содержат области активного звездообразования.

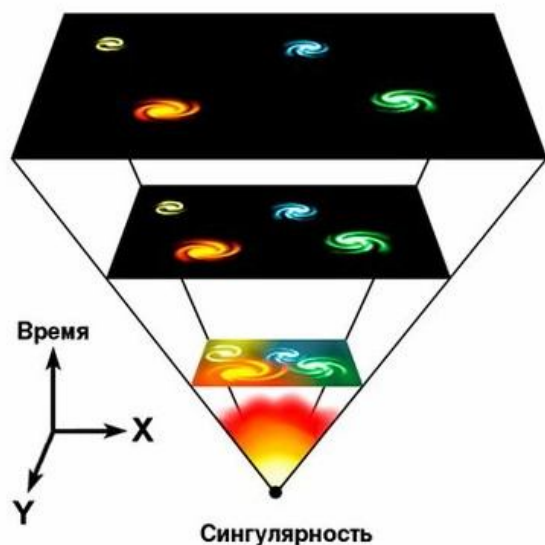
Каждая из молодых галактик, содержащаяся в обнаруженных протоскоплениях, производит в год звездной материи массой до 1500 солнц. Для сравнения, Млечный Путь за это же время образует примерно одну солнечную массу.

Отдельно ученые отметили лавинообразный, а не постепенный характер звездообразования в таких галактиках. Астрофизики собираются уточнить параметры галактик (возраст и светимость) и протоскоплений, в которые они входят.

Спутник Planck предназначен для исследования реликтового излучения. Он был запущен ЕКА 14 мая 2009 года ракетой-носителем Ariane 5 с космодрома Куру и в период с сентября 2009-го по ноябрь 2010 года выполнил основную часть своей миссии. После этого телескоп задействовали в дополнительной части его миссии.

Спутник Herschel предназначен для исследования космоса в инфракрасном диапазоне. Он был запущен ЕКА одновременно с телескопом Planck. Свою

миссию обсерватория завершила 17 июня 2013 года (тогда закончилось топливо) и спутник из точки Лагранжа неустойчивого равновесия L2 системы Земля-Луна был переведен на орбиту вокруг Солнца.



2015г 2 апреля Лента.РУ сообщает, что физики из Калифорнийского университета в Дэвисе и Ноттингемского университета предложили модификацию общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна, следствием которой является коллапс Вселенной в будущем, а также описали механизм этого процесса. Результаты своих исследований авторы опубликовали в двух статьях в журнале *Physical Review Letters*.

Физики в своей первой работе переопределили космологическую постоянную (лямбда-член), фигурирующую в уравнениях ОТО и описывающую нулевую энергию физического вакуума (темную энергию). Эта константа, как считается, остается неизменной в пространстве и времени, однако ее теоретически вычисленное значение оказывается в 10120 раз больше верхнего ограничения на ее величину, следующего из астрономических наблюдений.

Физики пытались убрать такое различие между теорией и наблюдениями различными способами, например, введением дополнительных полей, в том числе и с участием хиггсов (в расширениях Стандартной модели физики элементарных частиц), но такие решения оказывались неустойчивыми.

Модификация уравнений ОТО, предложенная учеными, позволяет подавлять вклад квантовых флуктуаций, учет которых приводит к теоретически рассчитанному значению лямбда-члена, и таким образом снизить его величину.

Это приводит, в частности, к необходимости введения представления о конечной Вселенной, которая в будущем сколлапсирует — ее ускоренное расширение прекратится, а на смену ему придет ускоренное сжатие, которое с течением времени приведет к коллапсу Вселенной — она перейдет в сингулярное состояние.

Во второй статье ученые предложили потенциал со скалярным полем, который описывает расширение Вселенной в соответствии с ее возрастом, отсчитываемым от момента Большого

взрыва (произошедшего, как показывают наблюдения астрономов, примерно 13,8 миллиарда лет назад).

Этот линейный потенциал с течением времени становится отрицательным, обеспечивая таким образом отрицательную плотность (темной) энергии, необходимую для завершения расширения Вселенной. При этом перед началом ее сокращения, как следует из вида потенциала, поле может вызвать ускоренное расширение Вселенной, которое сейчас и наблюдается астрономами.

Физики собираются в дальнейшем развивать свою теорию. В частности, они собираются произвести учет поправок, связанных с квантовой гравитацией.

ОТО основывается на пропорциональности инертной и гравитационной масс (коэффициент пропорциональности выбирается равным единице) и связывает эффекты гравитационного притяжения с четырехмерной неевклидовой геометрией пространства-времени. В случае слабого гравитационного поля теория Эйнштейна приводит к закону всемирного тяготения Ньютона и плоскому пространству.



2015г 3 апреля сайт AstroNews сообщает, что космическая обсерватория НАСА «Хаббл» запечатлела на фотоснимке несколько зеленоватых объектов, напоминающих легкую дымку, которые представляют собой «призраки» квазаров, испускавших какое-то время огромные количества света, но впоследствии значительно снизивших интенсивность своего свечения.

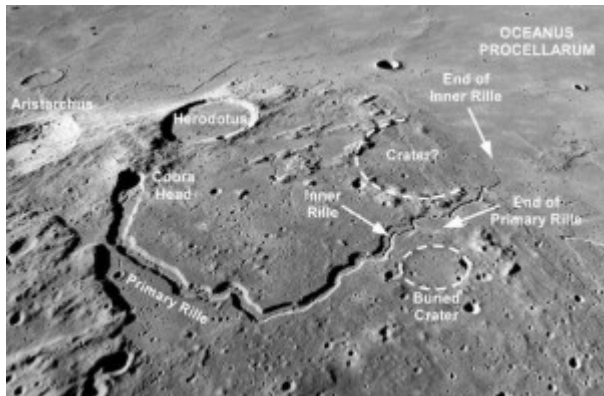
Светящиеся структуры имеют формы спиралей, петель и косичек. «Для них характерно широкое разнообразие всевозможных форм», — сказал Билл Кил из Алабамского университета, США, возглавивший новое исследование. Кил считает, что эти обнаруженные его командой космические образования указывают на сложную структуру расположенных близ них галактик с активными ядрами.

Предполагается, что «призрачная дымка», наблюдаемая на фотоснимке, светится под действием мощного ультрафиолетового излучения, идущего от расположенной поблизости галактики с активным ядром. Однако наблюдаемое в настоящее время свечение «дымки», как выяснили исследователи, вызвано излучением квазара, который был намного более активен, чем сейчас, десятки тысяч лет назад. Такое изменение светимости квазаров нехарактерно для этих объектов, поэтому наблюдаемый феномен потребовал научного объяснения.

Одно из возможных объяснений этого явления, предложенное Килом, состоит в том, что изменение общей светимости квазара может быть связано с

наличием в его центре сразу двух черных дыр, оказавшихся в этой области космического пространства в результате слияния двух галактик. Возмущение со стороны одной из двух черных дыр, обращающихся вокруг общего центра масс, может разрывать поток газа, падающий на черную дыру-компаньона, что приводит к появлению на кривой светимости квазара локальных минимумов.

Исследование доступно на сайте предварительных научных публикаций arXiv.



2015г 5 апреля сайт AstroNews сообщает, что на Луне существует большое число лавовых трубок — туннелей, формирующихся в результате протекания сквозь горные породы потоков вулканической лавы — и согласно новому теоретическому исследованию эти геологические образования настолько велики и прочны, что в них можно построить целые поселения для будущих лунных колонистов.

Еще в октябре 2009 года японским зондом Кагуя обнаружено отверстие в поверхности Луны, расположенное недалеко от вулканического плато Холмы Мариуса, предположительно ведущее в тоннель под поверхностью. Диаметр отверстия составляет около 65 метров, а глубина, предположительно, 80 метров. Учёные считают, что подобные тоннели сформированы путём затвердевания потоков расплавленной породы, где в центре застыла лава. Данные процессы происходили в период вулканической активности на Луне. Подтверждением этой теории является наличие извилистых борозд на поверхности спутника.

Научные данные, полученные со спутника Gravity Recovery and Interior Laboratory (GRAIL, запуск 10.09.2011г) НАСА указывают на то, что диаметры лавовых трубок, расположенных на Луне, могут превышать один километр. Эти подповерхностные образования могут послужить целям долгосрочных программ освоения человеком Луны, предоставляя надежные убежища от космической радиации, падающих метеоритов и перепадов температуры между лунными днем и ночью, согласно исследователям из Университета Пердью, США.

Дэвид Блэр, выпускник Факультета наук о Земле, атмосфере и планетах Университета Пердью, возглавил исследование, в котором была предпринята попытка выяснить, могут ли пустые лавовые трубки диаметром свыше одного километра оставаться на Луне структурно стабильными.

Исследовательская команда обнаружила, что, при условии, если лунные трубки на Луне будут иметь такой же арочный профиль в поперечном разрезе,

как и лавовые трубки на нашей планете, то эти образования смогут оставаться на Луне структурно стабильными при ширине вплоть до 5000 метров.

«Лавовые трубки, конечно, не могут достичь таких же размеров на Земле, где гравитация намного выше, однако на Луне это вполне реально. К тому же, горные породы на Луне меньше подвержены выветриванию», — сообщил Блэр.

Блэр и его команда установили, что стабильность лавовой трубки зависит от её ширины, высоты вышележащего слоя горной породы и напряжений, возникающих в охлажденной лаве, покрывающей стенки лавовых трубок. Исследователи произвели большое число сеансов моделирования, используя при этом широкий диапазон значений указанных выше входных параметров.

Результаты этого исследования, представленного в марте этого года на Конференции наук о Луне и планетах, к настоящему времени были внедрены к использованию в гражданском строительстве, при проектировании туннелей на Земле.

Будущие исследования, говорит Блэр, дадут более детальное представление о максимально возможных размерах лавовых трубок на Луне. Кстати похожие отверстия имеются и на Марсе.



2015г 8 апреля сайт AstroNews сообщает, что Солнце испытывает своего рода сезонные изменения, при которых его активность возрастает и убывает на протяжении примерно двухлетнего периода, согласно новому исследованию, возглавляемому астрономами из Национального центра астрономических исследований (NCAR), США. Такая смена сезонов на нашем светиле оказывает влияние на максимумы и минимумы его активности в пределах одного 11-летнего солнечного цикла, то усиливая, то ослабляя солнечные бури, во время которых происходит бомбардировка атмосферы Земли заряженными частицами.

Причиной этих «квазигодовых» изменений, по-видимому, являются смещения полос сильных магнитных полей, расположенных как в северном, так и в южном полушариях Солнца. Эти полосы также вносят свой вклад в формирование структуры 11-летнего солнечного цикла, в свою очередь, являющегося частью более продолжительного, 22-летнего солнечного цикла.

«Взаимодействие наблюдаемых нами магнитных полос является причиной возникновения мощных солнечных бурь», — говорит Скотт МакИнтош, главный автор новой научной работы и директор Обсерватории высотных наблюдений центра NCAR.

Перекрывающиеся между собой магнитные полосы появляются в результате движения плазмы,

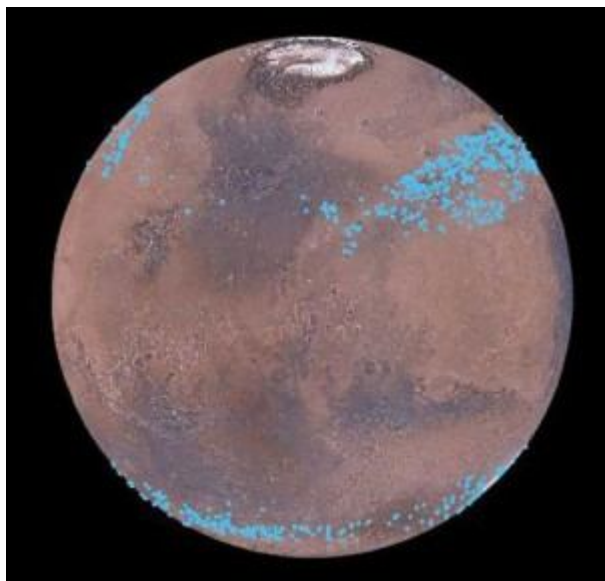
происходящего глубоко в недрах Солнца, согласно наблюдениям, произведенным исследовательской группой. По мере того как эти полосы двигаются вверх и вниз в пределах каждого из полушарий Солнца, активность нашей звезды достигает максимального значения в течение примерно 11-месячного периода, после чего начинает убывать.

Эти квазигодовые вариации активности Солнца могут иметь своим прототипом смену двух сезонов — сухого и дождливого — наблюдающуюся в некоторых географических областях на Земле, говорит МакИнтош.

Двухлетние циклические явления вызываются выходом кольцеобразных «зон» магнитных полей на поверхность Солнца сквозь тахоклин — тонкую границу между конвективной и радиационной зоной. «Подобно высотным струйным течениям в атмосфере Земли, волны и колебания которого недавно повлияли на погоду в различных регионах планеты, на Солнце тоже есть полосы с медленными волнами, способными двигаться и деформироваться. Из-за них магнитные поля переходят из одной зоны в другую. Иногда они вытягиваются от тахоклина к поверхности», — рассказывает соавтор статьи Роберт Леамон (Robert Leamon). В результате на Солнце возникают зоны турбулентности, порождающие солнечные вспышки и корональные выбросы массы.

Открытие американских ученых позволило объяснить отмеченное еще в 1940-х годах наблюдение астронома Мстислава Гневашева о двух пиках солнечной активности во время одиннадцатилетнего цикла. Второй пик, по всей видимости, вызывают именно сезонные возмущения на полушариях звезды.

Это исследование, опубликованное в журнале *Nature Communications*, призвано повысить качество прогнозов мощных геомагнитных бурь, происходящих во внешней части земной атмосферы. Эти явления способны привести к нарушению связи с расположенными на орбите Земли спутниками, повлиять на работу наземных энергосистем и вызвать другие разрушительные последствия.



2015г 8 апреля сайт AstroNews сообщает, что на Марсе помимо четко выраженных полярных ледяных шапок, также имеется пояс ледников в

центральных широтах Южного и Северного полушария. Ледники покрывает толстый слой пыли, что делает их похожими на земную поверхность. Однако как показывают радиолокационные данные, под пылью скрываются ледники, состоящие из замерзшей воды. В настоящее время ученые определяют размер ледников и количество воды. По предварительным оценкам исследователей, если бы лед устилал всю поверхность Красной планеты, то его толщина достигала бы одного метра. Первые результаты исследования были опубликованы в научном журнале *Geophysical Research Letters*.

С помощью орбитальных спутников исследователям удалось рассмотреть форму ледников, залегающих под поверхностью Красной планеты. Долгое время ученые не знали, состоит ли данный лед из замерзшей воды (H₂O), диоксида углерода (CO₂) или же является не более чем просто грязью.

Однако радиолокационные данные, полученные от спутника NASA Mars Reconnaissance Orbiter, наконец помогли ученым найти ответ на данный вопрос. Они смогли определить, что ранее обнаружили именно водяной лед. Однако какую же толщину имел ледник и каковы его сходства и отличия с ледниками на Земле?

Используя данные радиолокационных наблюдений и модели движения льда, группа исследователей из Института Нильса Бора произвела необходимые расчеты. Проведенные за десятилетний срок измерения помогли выявить тысячи ледникоподобных образований на Красной планете. Ледники расположены группами в средних широтах (30-50 градусов) как в северном, так и в южном полушариях.

«Мы просмотрели результаты радиолокационных измерений за десять лет. Это позволило нам проанализировать толщину льда и его поведение. Ледник — это ведь большая глыба льда, которая движется и меняет свою форму. Затем мы сравнили марсианские ледники с земными и создали модели, которые отображают движение льда», — объясняет Нанна Бьернхольт Карлссон (Nanna Björnhoft Karlsson), сотрудник Центра льда и климата при Институте Нильса Бора в университете Копенгагена.

«Мы подсчитали, что количество льда в ледниках достигает более 150 млрд кубических метров. Он мог бы покрыть всю поверхность Марса, толщина ледяного слоя при этом составила бы более 1,1 м», — добавляет Нанна Бьернхольт Карлссон.

Тот факт, что лед не испаряется в космос, означает, что он надежно защищен слоем пыли. Атмосферное давление на Марсе настолько низкое, что ледяная вода должна просто испаряться, превращаясь в водяной пар. Однако ледники надежно спрятаны под толстым слоем пыли.

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



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 июля и весь месяц - возможность появления серебристых облаков на фоне вечерней и утренней зари,

1 июля - Меркурий в верхнем соединении с Солнцем,

1 июля - Луна ($\Phi = 0,94+$) проходит севернее Антареса,

1 июля - Нептун в стоянии с переходом к попятному движению,

3 июля - Луна ($\Phi = 0,99+$) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,

3 июля - полнолуние,

4 июля - Луна ($\Phi = 0,97-$) в перигее своей орбиты на расстоянии 360151 км от центра Земли,

6 июля - Земля в афелии своей орбиты на расстоянии 1,0166806 а.е. от Солнца,
 7 июля - Луна ($\Phi = 0,81$ -) проходит южнее Сатурна,
 8 июля - астероид Евномия (15) в противостоянии с Солнцем,
 8 июля - Луна ($\Phi = 0,67$ -) проходит южнее Нептуна,
 10 июля - Луна в фазе последней четверти,
 10 июля - Марс проходит в полградуса севернее Регула,
 11 июля - Луна ($\Phi = 0,39$ -) в восходящем узле своей орбиты,
 11 июля - Луна ($\Phi = 0,31$ -) проходит севернее Юпитера,
 12 июля - Луна ($\Phi = 0,23$ -) проходит севернее Урана,
 13 июля - Луна ($\Phi = 0,17$ -) проходит между Плеядами и Гиадами,
 14 июля - Луна ($\Phi = 0,12$ -) проходит севернее Альдебарана,
 16 июля - Луна ($\Phi = 0,03$ -) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,
 17 июля - новолуние,
 18 июля - Луна ($\Phi = 0,01$ +) проходит севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44),
 19 июля - Луна ($\Phi = 0,03$ +) проходит севернее Меркурия,
 20 июля - Луна ($\Phi = 0,06$ +) в апогее своей орбиты на расстоянии 406291 км от центра Земли,
 20 июля - Луна ($\Phi = 0,07$ +) проходит севернее Венеры и Регула,
 20 июля - Венера в стоянии с переходом к попятному движению,
 21 июля - Луна ($\Phi = 0,11$ +) проходит севернее Марса,
 25 июля - Луна ($\Phi = 0,43$ +) проходит севернее Спика,
 25 июля - Луна ($\Phi = 0,47$ +) в нисходящем узле своей орбиты,
 25 июля - Луна в фазе первой четверти,
 27 июля - Меркурий проходит в 5 гр. севернее Венеры,
 28 июля - Луна ($\Phi = 0,78$ +) проходит севернее Антареса,
 29 июля - Меркурий проходит в 0,1 гр. южнее Регула,
 29 июля - максимум действия метеорного потока Южные дельта-Аквариды (ZHR= 25),
 30 июля - Луна ($\Phi = 0,92$ +) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора.

Солнце с минимальным видимым диаметром движется по созвездию Близнецов до 21 июля, а затем переходит в созвездие Рака и остается в нем до

конца месяца. Склонение дневного светила постепенно уменьшается, как и продолжительность дня, которая изменяется с 17 часов 29 минут в начале месяца до 16 часов 05 минут к его концу. Эти данные справедливы для **широты Москвы**, где полуденная высота Солнца в течение месяца уменьшится с 57 до 52 градусов. Вечерние астрономические сумерки сливаются с утренними до 22 июля, поэтому для средних широт глубокое звездное небо откроется лишь к концу июля. Для наблюдений Солнца июль - один из самых благоприятных периодов в году. Наблюдения пятен и других образований на поверхности дневного светила можно проводить в телескоп или бинокль и даже невооруженным глазом (если пятна достаточно крупные). **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 июля при фазе 0,91+ в созвездии Скорпиона (близ Антареса). Затем ночное светило перейдет в созвездие Змееносца. 2 июля Луна ($\Phi = 0,98$ +) перейдет в созвездие Стрельца. В этом созвездии Луна примет фазу полнолуния 3 июля, а 4 июля при фазе 0,98- перейдет в созвездие Козерога, наблюдаясь всю короткую ночь. 6 июля Луна перейдет в созвездие Водолея, уменьшив фазу до 0,87-. На следующий день ночное светило при фазе 0,81- пройдет южнее Сатурна. 8 июля лунный овал при фазе 0,67- пройдет южнее Нептуна, а при фазе 0,66- перейдет в созвездие Рыб. На следующий день Луна ($\Phi = 0,59$ -) перейдет в созвездие Кита, а при фазе 0,54- снова возвратится в созвездие Рыб. Здесь ночное светило примет фазу последней четверти 10 июля. 11 июля Луна перейдет созвездие Овна при фазе 0,4-, где в этот день пройдет севернее Юпитера уже при фазе 0,31-. 12 июля лунный серп при фазе 0,23- сблизится с Ураном, а затем устремится к созвездию Тельца, в которое войдет в этот же день при фазе 0,21-. 13 июля старый месяц ($\Phi = 0,17$ -) будет находиться между Гиадами и Плеядами, а затем пройдет севернее Альдебарана. 15 июля Луна ($\Phi = 0,04$ -) вступит в созвездие Близнецов, где 17 июля примет фазу новолуния. В этот же день молодой месяц перейдет в созвездие Рака, где 18 июля ($\Phi = 0,01$ +) пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44). 19 июля Луна ($\Phi = 0,03$ +) пройдет севернее Меркурия, а затем вступит в созвездие Льва, где 20 июля при фазе 0,07+ пройдет севернее Венеры и Регула. 21 июля лунный серп ($\Phi = 0,11$ +) пройдет севернее Марса, а затем устремится к созвездию Девы, в которое войдет 22 июля при фазе 0,2+. 25 июля Луна ($\Phi = 0,43$ +) пройдет севернее Спика, приняв в этот же день фазу первой четверти. 26 июля при фазе 0,55+ Луна перейдет в созвездие Весов, а 28 июля при фазе 0,71+ вступит в созвездие Скорпиона. В этот день ночное светило пройдет севернее Антареса при фазе 0,78+, а 29 июля при фазе 0,81+ перейдет в созвездие Змееносца. В этот же день Луна ($\Phi = 0,88$ +) перейдет в созвездие

Стрельца, где и закончит свой путь по июльскому небу при фазе 0,99+.

Большие планеты Солнечной системы.
Меркурий движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Близнецов, 10 июля переходя в созвездие Рака, а 21 июля - в созвездие Льва. 1 июля планета вступит в верхнее соединение с Солнцем, и начнет угловое удаление к востоку от Солнца, которое к концу месяца достигнет 25 градусов. Найти быструю планету можно на фоне вечерней зари. 19 июля близ Меркурия пройдет Луна. Блеск планеты уменьшается за месяц от -2,3m до 0m. Видимый диаметр Меркурия в начале месяца составляет около 5 секунд дуги, а в конце июля увеличится до 6 угловых секунд. В телескоп виден диск планеты, переходящий в овал. Фаза планеты уменьшается за месяц от 1 до 0,64.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Льва, 20 июля переходя к попятному движению. Планету видно на вечернем небе в виде яркой звезды. 20 июля близ Венеры пройдет Луна. Угловое расстояние от Солнца к концу месяца уменьшится до 21 градуса к востоку от Солнца. Видимый диаметр Венеры увеличивается от 33" до 53", а фаза уменьшается от 0,33 до 0,07 при блеске около -4,7m. В телескоп и в бинокль виден серп без каких-либо деталей на поверхности.

Марс перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Льва, 10 июля максимально сближаясь с Регулум. Марс имеет вечернюю видимость, которая постепенно ухудшается. 21 июля близ Марса пройдет Луна. Блеск Марса за месяц уменьшается от +1,7m до +1,8m, а видимый диаметр составляет около 4 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск практически без деталей.

Юпитер перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна. Газовый гигант можно наблюдать на утреннем небе. 11 июля близ Юпитера пройдет Луна. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы увеличивается от 36,4" до 40" 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 попятно по созвездию Водолея. Окольцованную планету можно найти на ночном и утреннем небе. 7 июля близ Сатурна пройдет Луна. Блеск планеты увеличивается до +0,6m при видимом диаметре, достигающем 19". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет около 8 градусов.

Уран (6m, 3,5") перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна близ звезды дельта

Овна (4,3m). Планета находится на утреннем небе (лучшая видимость в южных районах страны). Увидеть 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") перемещается попятно по созвездию Рыб южнее звезды лямбда Psc (4,5m). Планета находится на ночном и утреннем небе. Найти планету можно в бинокль с использованием звездных карт [Астрономического календаря на 2023 год](#). Лучшая видимость в южных широтах страны. 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 11m и ярче будут иметь, по крайней мере, три кометы: Lemmon (C/2021 T4), ZTF (C/2020 V2) и ATLAS (C/2023 E1). Первая при максимальном расчетном блеске около 8m движется по созвездиям Скульптора, Журавля, Индейца, Телескопа, Жертвенника, Скорпиона и Наугольника. Вторая перемещается по созвездию Овна и Кита при максимальном расчетном блеске около 11m. Третья движется по созвездиям Малой Медведицы, Дракона и Цефея при блеске около 9m. Подробные сведения о других кометах месяца имеются на <http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://195.209.248.207/>.

Среди астероидов месяца самой яркой будет Веста в созвездии Тельца при блеске 8,4m. Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

Долгопериодические переменные звезды месяца. В июле 2023 года близ максимума будут находиться S Северной Короны (6m) и RS Льва (6m). Данные по переменным звездам (даты максимумов и минимумов) можно найти на <http://www.aavso.org/>.

Среди основных метеорных потоков 29 июля максимума действия достигнут Южные дельта-Аквариды (ZHR= 25). Луна в период максимума этого потока имеет фазу, близкую к полнолунию, поэтому условия наблюдений потока будут определяться влиянием ночного светила. 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!

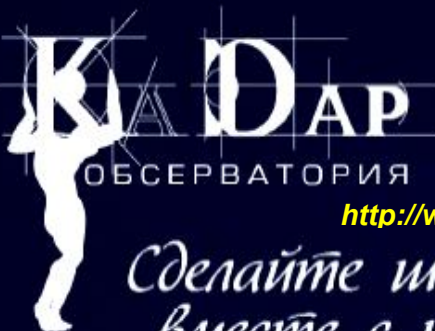
Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php>. Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя** № 07 на 2023 год <http://www.astronet.ru/db/news/>

Александр Козловский, журнал «Небосвод»

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



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

Пыль кометы Галлея,
пыль Марса и Млечный Путь

