

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

**Чёрная дыра галактики М87:
новые штрихи к портрету**

07'21
ИЮЛЬ



Небесный курьер (новости астрономии) - История астрономии
Обзор астрономической литературы Небо над нами: июль - 2021

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://www.astronet.ru/db/msg/1704127>
- 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 2021 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



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



<http://astronet.ru>



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



<http://www.vokruzsveda.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!**

Июльское ночное небо в средних широтах нашей страны более богато на туманные объекты. Виктор Смагин расскажет нам о том, какие из них видны в середине лета. «С середины июля начинается золотая пора для наблюдателей туманных объектов, которая продлится до самого конца сентября - начала межсезонья в наших краях и осенней распутицы. Каждая новая июльская ночь все темнее, все больше она открывает туманных объектов, все сильнее притягивает глубины своего неба. Главная летняя достопримечательность - это млечный путь - диск нашей галактики в разрезе, со всеми <вытекающими> из него скоплениями, диффузными и планетарными туманностями. С самой вершины неба, от созвездия Лебедя спадает он двумя искрящимися ручьями к горизонту, омывая владения созвездий Лисички, Стрелы, Орла, Змеи, Щита и Стрельца. Вот она - квинтэссенция любительской астрономии туманных объектов! Если бы вдруг по чьей-то злой воле мне пришлось выбирать между созвездиями какого-то одного времени года, я без сожаления отказался бы от близких спиральных галактик, наблюдаемых осенью, от студёных россыпей скоплений, замерзших в дымке туманностей зимних созвездий и даже от бездонного океана весенних галактик, оставив лишь летний млечный путь и его окружение. И как хорошо, что такого выбора не стоит, и что наш, земной небосвод изобилует туманными объектами всех типов во всем их многообразии. Летнее небо - это такое небо, где не нужна звездная карта. Молочная пелена, распадаящаяся на бесчисленное множество наколотых иголкой звездочек, которых так много, что выглядят они словно мешок сахара, рассыпавшийся по полу, выделяющиеся ожерелья рассеянных скоплений всех мастей, туманные бусины шаровичков, прожилки космической пыли, искорки планетарных туманностей - вот он - наш Млечный Путь во всем своем великолепии!» Полностью статью можно прочитать в [июльском номере журнала «Небосвод» за 2009 год](#). Не смотря на давность публикации, она актуальна и сейчас. Наблюдайте, делитесь впечатлениями и присылайте ваши статьи в журнал «Небосвод».

Ясного неба и успешных наблюдений!

Редакция журнала «Небосвод»

Содержание

4 Небесный курьер (новости астрономии)
Черная дыра галактики M87:
новые штрихи к портрету
Айк Акопян

11 Обзор астрономической литературы:
атласы, устройство вселенной,
учебная литература
Николай Демин

14 История современной астрономии
(период 2012 года)
Анатолий Максименко

22 Небо над нами: ИЮЛЬ - 2021
Александр Козловский

Обложка: Лицо в облаках Юпитера
от Ююны

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

Что вы видите в облаках Юпитера? Крупномасштабная структура опоясывающих Юпитер облаков – это чередующиеся светлые зоны и красновато-коричневые пояса. Поднимающийся в зонах газ, в составе которого преобладают водород и гелий, обычно закручивается вокруг областей с высоким давлением. Опускающийся газ в поясах обычно вращается вокруг районов с низким давлением, как циклоны и ураганы на Земле. Бури в поясах могут формировать огромные долгоживущие белые овалы и вытянутые красные пятна. Автоматический космический аппарат НАСА Ююна запечатлел большинство этих деталей облачного слоя в 2017 году во время периферии 6 – шестого пролета над гигантской планетой при обращении с периодом в два месяца по вытянутой орбите. Но не сами облака привлекают внимание на этом изображении, а их расположение. Они напоминают лицо, которое назвали Джови МакЮпитер. Это зрелище можно было наблюдать несколько недель, затем соседние облака разошлись. Ююна уже совершила 33 оборота вокруг Юпитера и вчера пролетела вблизи Ганимеда – самого большого спутника в Солнечной системе.

Авторы и права: [НАСА/Лаборатория реактивного движения – Калтех/Юго-западный исследовательский институт/Научные космические системы Малин/Джейсон Мейджер](#)

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 28.06.2021

© *Небосвод*, 2021

Черная дыра галактики М87: новые штрихи к портрету

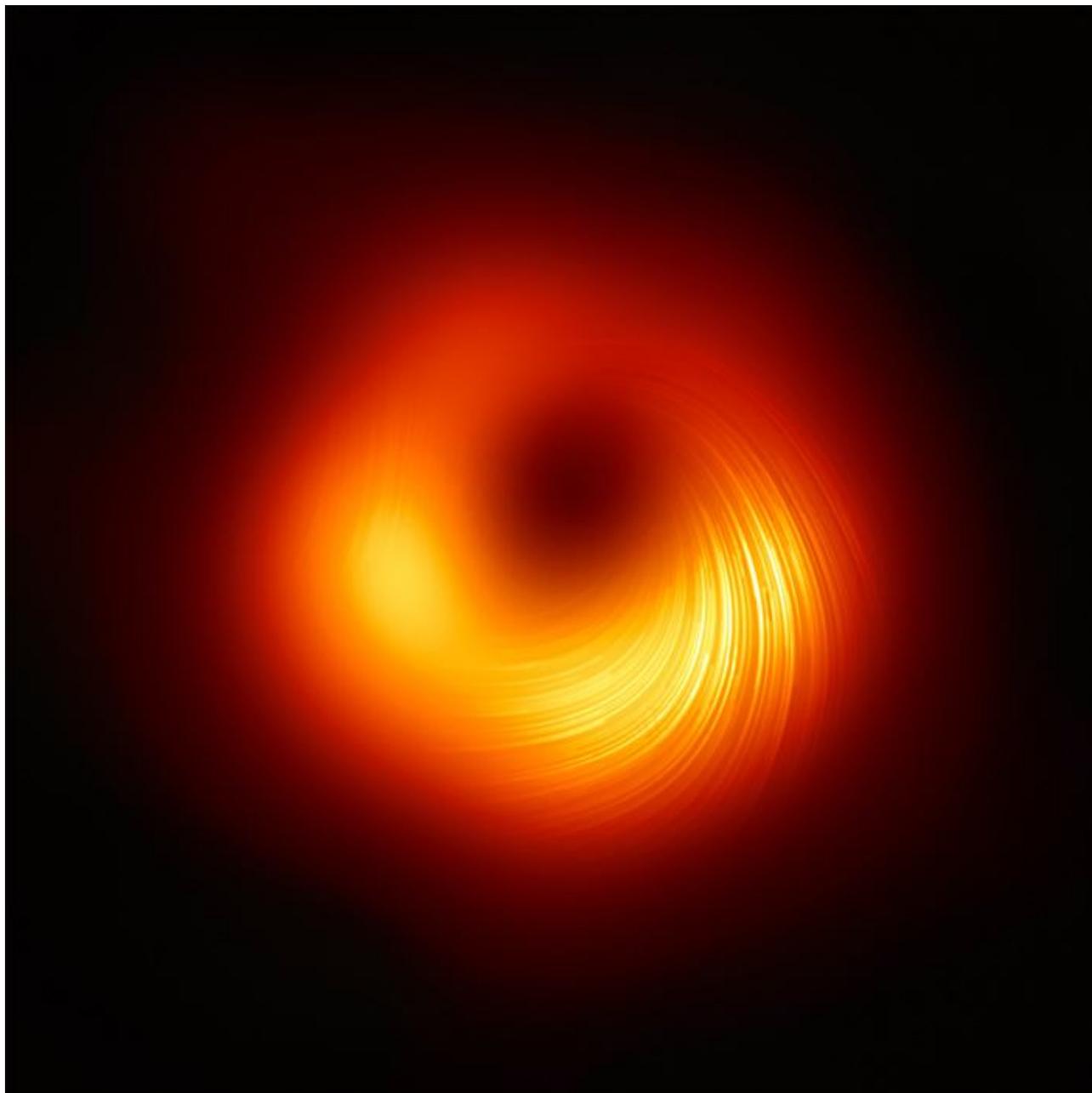


Рис. 1. «Фотография» аккреционного диска вокруг черной дыры в центре галактики М87 в поляризованном свете. Это изображение — результат компьютерного моделирования данных, полученных на радиотелескопах, входящих в состав Телескопа горизонта событий. Все вместе они образуют интерферометр, эффективный размер которого сравним с диаметром Земли. Отдельные «черточки» показывают направление силовых линий магнитного поля в аккреционном диске. Изображение с сайта eso.org

В апреле 2019 года коллаборация Телескопа горизонта событий (Event Horizon Telescope, ЕНТ) опубликовала первое «фото» ближайших

окрестностей сверхмассивной черной дыры, находящейся в центре гигантской эллиптической галактики М87. Галактика удалена от нас примерно на 53 млн световых лет, а размер запечатленной области составляет несколько световых дней. Такой феноменальной разрешающей способности удалось добиться благодаря тому, что ЕНТ — это не один телескоп, а система из нескольких крупных радиотелескопов, расположенных на разных континентах, но работающих как единое целое. Коллаборация продолжала работать, и сейчас, спустя два года ученые представили новую порцию данных. Им удалось запечатлеть поляризованное излучение от аккреционного диска вокруг этой черной дыры, тщательный анализ которого позволил многое понять про структуру магнитного поля в ее

окрестностях. В некотором смысле этот результат даже важнее, чем «портрет» черной дыры, полученный два года назад, так как он позволил достаточно надежно определить режим, в котором аккрецирует эта дыра. По удачному совпадению недавно же была опубликована и статья нескольких научных групп, работающих на самых разных телескопах (как наземных, так и космических), которые провели наблюдения бьющего из этой черной дыры джета в широкой области электромагнитного диапазона. Из нее следует, что до полного понимания всех процессов, которые порождают джеты и происходят внутри них, довольно далеко, но зато сейчас теоретики получили новые ограничения на параметры своих теорий.

Предыстория

Черные дыры — объекты с самой высокой плотностью энергии в нашей Вселенной: в достаточно малом по астрофизическим меркам объеме сконцентрирована гравитационная и вращательная энергия огромного количества вещества, которое когда-то сформировало эту дыру. Сейчас известно, что существуют черные дыры как минимум двух классов: дыры звездных масс (их массы обычно попадают в промежуток от нескольких до нескольких десятков масс Солнца) и сверхмассивные черные дыры (СМЧД), обитающие в центрах галактик (их массы измеряются миллионами или даже миллиардами масс Солнца). Вопрос о существовании черных дыр промежуточной массы (порядка 10^4 – 10^5 масс Солнца) пока открыт.

Радиус горизонта событий черной дыры пропорционален ее массе ($r_g = 2GM/c^2$, подробнее об этом см., например, в задаче Испарение черных дыр). Размер «звездных» черных дыр лежит в диапазоне от нескольких до пары десятков километров. А вот радиус горизонта СМЧД — это уже поистине астрономическая величина: от нескольких радиусов Юпитера (сотни тысяч км, это порядка одной световой секунды) до нескольких десятков астрономических единиц (1 а. е. $\approx 1,5 \cdot 10^{11}$ м, то есть речь идет о миллиардах километров — или световых часах).

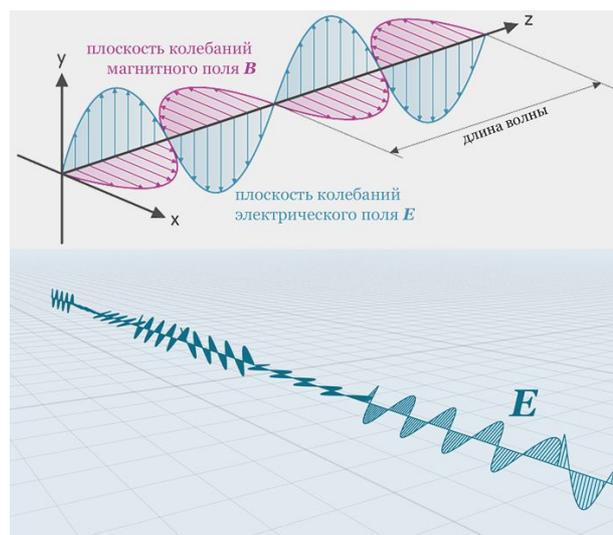
Распространено представление о черных дырах как о чрезвычайно «прожорливых» объектах, которые поглощают оказавшееся поблизости вещество и благодаря этому только увеличивают свою массу. Если не вдаваться в детали, то дело примерно так и обстоит. Тем удивительнее, что природа умеет «извлекать» энергию из этих объектов в процессе аккреции. Вокруг СМЧД в центрах галактик вещество из межзвездного пространства постепенно теряет момент импульса и формирует аккреционный поток, который медленно, но верно падает на черную дыру.

По мере приближения к горизонту событий вещество теряет гравитационную энергию и из-за этого нагревается. Изначально холодный неионизированный газ нагревается до миллиардов кельвинов. При этом средняя энергия электронов и протонов становится во много раз больше энергии связи в атомах — вещество полностью ионизируется. В результате медленное и размеренное течение межзвездного водорода в нескольких световых годах от горизонта событий на расстоянии нескольких световых дней от него становится очень горячим электрон-протонным супом, движущимся со скоростью, близкой к скорости света. Что важно, нагретая плазма имеет свойство излучать, и это излучение можно попытаться увидеть! А что еще важнее, если в

аккреционном диске присутствуют магнитные поля, то это излучение еще и поляризовано и, измерив поляризацию, можно узнать структуру магнитного поля. Но об этом ниже.

Поляризация света

Коротко о том, что такое поляризация света. Свет — это электромагнитная волна, то есть согласованные колебания электрического и магнитного полей в пространстве. В вакууме плоскость колебаний электрического поля всегда перпендикулярна плоскости колебаний магнитного поля (это показано сверху на рисунке). Плоскость колебаний электрического поля иногда называют поляризацией волны. В простейшем случае бесконечной и плоской электромагнитной волны, излучение, которое детектирует наблюдатель, будет поляризованным: плоскость колебаний вектора электрического поля E фиксирована и постоянна.



Сверху: плоская электромагнитная волна. Плоскости колебаний электрического (xz) и магнитного (yz) полей перпендикулярны по отношению друг к другу и к направлению распространения (z).

Снизу: колебания электрического поля неполяризованного света

Но если детектируемый свет исходит из спорадически излучающих в различных направлениях и поляризациях частиц, то наблюдатель, который на самом деле детектирует не моментальное значение поляризации электрического поля, а некоторое среднее за большой интервал времени, будет видеть неполяризованный свет: вектор E будет колебаться за время наблюдения во всевозможных направлениях, и никакой выделенной поляризации не будет (снизу на рисунке).

Если в системе есть некоторое выделенное направление, например, вызванное наличием магнитного поля, то частицы будут излучать уже не совсем спорадически, и результирующий свет может оказаться частично поляризованным. Наличие поляризации в детектируемом излучении в астрофизике обычно ассоциируется именно с присутствием в системе магнитного поля.

Почему вообще в аккреционном диске должны существовать магнитные поля? Причин может быть несколько (к примеру, генерация магнитных полей в результате так называемого «динамо» в аккреционных дисках, см. работы M. Liska et al., 2020. Large-scale poloidal magnetic field dynamo leads to powerful jets in GRMHD simulations of black hole

accretion with toroidal field и A. Brandenburg et al., 1995. Dynamo-generated Turbulence and Large-Scale Magnetic Fields in a Keplerian Shear Flow), но самой важной является эффект сохранения магнитного потока. Идею можно проиллюстрировать на следующем примере. Рассмотрим большой объем обычного водорода и начнем его сжимать (рис. 2). Если в этом объеме присутствует магнитное поле, то поначалу оно никак не будет чувствовать электрически нейтральный водород, так как магнитное поле взаимодействует только с зарядами. В результате силовые линии никак не будут чувствовать сжатия, оставаясь неизменными. Однако в какой-то момент из-за сжатия вещество нагреется и начнет ионизироваться.

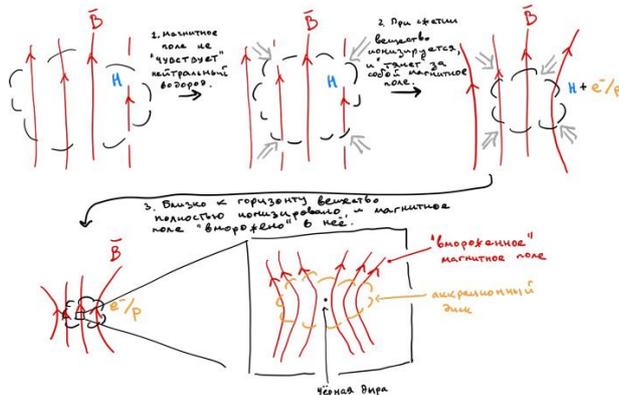


Рис. 2. Увеличение магнитного поля в процессе аккреции вещества на черную дыру. Так как у вещества есть выделенное направление (момент импульса), при аккреции оно формирует дискообразную структуру (см. также задачу Плоская Вселенная)

В среднем, ионизированный газ (плазма), также электронейтрален, но электроны и протоны в нем не связаны и могут перемещаться независимо друг от друга. Точнее, почти независимо: у движения частиц в плазме есть два важных свойства. Во-первых, если в какой-то области окажется больше электронов, чем протонов, то возникнет электрическое поле, которое притянет протоны, и баланс восстановится. Во-вторых, если в системе есть магнитное поле, то частицы не могут свободно перемещаться поперек его силовых линий (подробно этот эффект обсуждался в задаче Северное сияние). А магнитные силовые линии, в свою очередь, не могут свободно «скользить» в плазме. В результате магнитное поле и частицы в плазме оказываются связанными друг с другом. Этот эффект называется «вмороженностью» магнитного поля в плазму. В итоге частицы плазмы в магнитном поле ведут себя подобно бисеру на нитке: они свободно перемещаются вдоль силовых линий, но не могут перемещаться поперек них.

«Вмороженность» магнитных линий в плазму означает, что, если плазма, приближаясь к горизонту событий, уплотняется, то силовые линии будут завлекаться за веществом, а сила поля будет увеличиваться (как показано на рис. 2). Первые идеи о том, что магнитные поля могут быть принципиально важны в таких аккрецирующих системах появились еще в 1970 годах (см., например, статью G. Bisnovatyi-Kogan, A. Ruzmaikin, 1974. The accretion of matter by a collapsing star in the presence of a magnetic field).

Однако вопрос о роли магнитного поля в процессе аккреции оставался открытым.

К 90-м годам стало понятно: магнитные поля необходимы, чтобы объяснить, почему аккреция

происходит в принципе (S. Balbus, J. Hawley, 1991. A Powerful Local Shear Instability in Weakly Magnetized Disks. I. Linear Analysis; см. также задачу Аккреция вопреки). Дело в том, что для того, чтобы вещество аккрецировало на черную дыру (а не просто вращалось по кеплеровским орбитам, как планеты вокруг звезд), необходимо трение между слоями. Однако было совершенно непонятно, что может вызывать это трение — обычной силы вязкости недостаточно, чтобы объяснить тот темп аккреции, который наблюдался напрямую. Решением стала так называемая магниторотационная неустойчивость. В этом механизме магнитное поле играет роль инициатора турбулентности, которая и вызывает аномально сильное трение, достаточное, чтобы объяснить высокий темп аккреции.

От теории к симуляциям

Чтобы аккреция шла, достаточно даже очень слабого магнитного поля, поскольку оно усиливается из-за магниторотационной неустойчивости (J. Stone et al., 1996. Three-dimensional Magnetohydrodynamical Simulations of Vertically Stratified Accretion Disks). Поэтому важный вопрос о том, насколько сильно на самом деле поле в аккреционных дисках и насколько оно влияет на крупномасштабную динамику процесса аккреции, оставался без ответа.

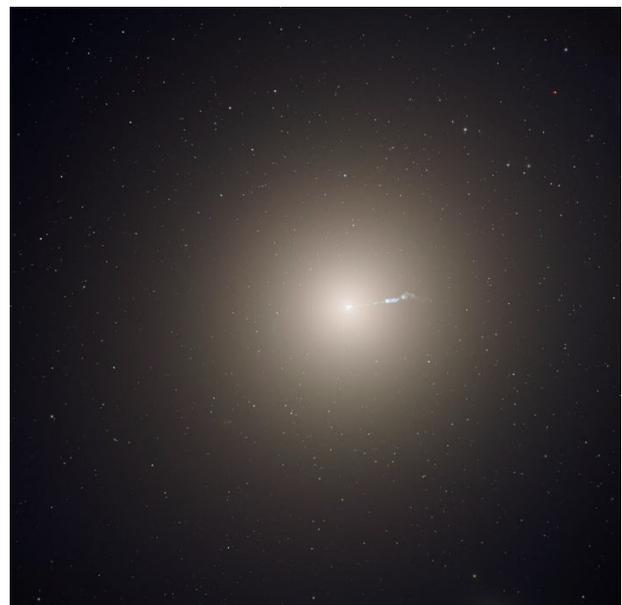


Рис. 3. Галактика M87 и джет, происходящий из самого ее центра и тянущийся примерно на 5000 световых лет. Фотографии телескопа «Хаббл» в оптическом диапазоне (лучше всего разглядывать увеличенное изображение). Для сравнения: радиус горизонта событий порождающей джет черной дыры M87* в центре этой галактики не превосходит нескольких световых дней! Сама галактика M87 удалена от нас примерно на 53 млн световых лет. Она находится вблизи центра Скопления Девы и является самой крупной и массивной в нем. По современным оценкам M87 содержит несколько триллионов звезд. Изображение с сайта nasa.gov

К концу XX века астрофизики поняли, что модель тонкого диска (диск Шакуры — Сюняева, см. N. Shakura, R. Sunyaev, 1973. Black holes in binary systems. Observational appearance, а также задачу Дисквая аккреция), предложенная еще в 1970 годах, в которой все происходит в тонкой дискообразной области, применима далеко не ко всем аккрецирующим системам. Ключевым предположением в модели тонкого диска являлась

радиационная эффективность: вся энергия нагрева плазмы эффективно излучается из диска в виде фотонов, что позволяет веществу сплюснуться в тонкий диск. Но в аккреционных системах типа черной дыры M87* в центре галактики M87 или черной дыры в центре нашей Галактики это предположение неверно: вещества слишком мало, и нагрев происходит слишком быстро, из-за чего вещество не успевает «остыть» и сплюснуться в диск. В результате возникла модель толстого диска. Несмотря на аналитическую сложность, она неплохо годится для численных симуляций, поскольку для моделирования толстого диска не требуется огромное разрешение, которое нужно в случае с тонкими дисками.

В XXI веке из численных симуляций стало ясно, что есть два режима аккреции толстого диска (рис. 4, также см. статьи R. Narayan et al., 2012. GRMHD simulations of magnetized advection-dominated accretion on a non-spinning black hole: role of outflows, F. Foucart et al., 2017. How important is non-ideal physics in simulations of sub-Eddington accretion on to spinning black holes? и B. Ripperda et al., 2020. Magnetic Reconnection and Hot Spot Formation in Black Hole Accretion Disks): режим стандартной и нормальной эволюции (англ. — Standard And Normal Evolution, SANE; в переводе с английского sane буквально означает «здравый») и режим магнитодоминирующего диска (англ. — Magnetically Arrested Disk, MAD; в переводе mad означает «сумасшедший»). В режиме SANE магнитное поле очень слабое и играет лишь промежуточную роль: оно запускает процесс турбулентности, но в остальном динамика диска полностью определяется движением вещества. Из-за этого в SANE-моделях магнитные поля турбулентны и менее структурированы, а джеты в таких симуляциях достаточно слабые. В режиме MAD, который характеризуется тем, что сила магнитного поля достаточно большая и давление магнитного поля сопоставимо с давлением вещества, силовые линии структурированы и играют не просто важную роль в формировании джета и аккреции, но способны на время затормозить аккрецию и даже запустить ее в обратном направлении, делая ее прерывистой и непостоянной.

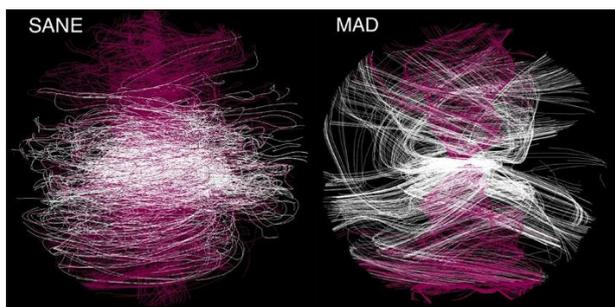


Рис. 4. Структура магнитного поля в аккреционных дисках, смоделированных в режимах SANE и MAD. Область симуляции составляет примерно несколько десятков радиусов черной дыры. Белые линии представляют траектории частиц, изначально располагавшихся в экваториальной плоскости ЧД, розовые линии — траектории частиц, располагавшихся вне этой плоскости. Рисунок из статьи F. Foucart et al., 2017. How important is non-ideal physics in simulations of sub-Eddington accretion on to spinning black holes?

Однако эти модели до поры до времени не подтверждались наблюдениями и «существовали» лишь в виде симуляций, результат которых зависит от начальных условий (пример симуляции можно посмотреть на этом видео). Какой именно режим

реализуется в природе, до сих пор было неясно, как неясно было и то, в каких случаях формируется джет, насколько он энергичный и от чего это зависит. Проблема в том, что симуляции ограничены в размере: мы можем симулировать аккрецию лишь до нескольких сотен радиусов черной дыры, тогда как наблюдения реальных черных дыр могут позволить увидеть картину и вблизи горизонта событий и на масштабах, которые на много-много порядков больше его радиуса.

От симуляций к наблюдениям и обратно

У наблюдений горизонта событий черной дыры (точнее, вещества вблизи него) есть одна большая проблема — он очень маленький. Ближайшая к нам сверхмассивная черная дыра Стрелец A* (Sgr A*) расположена в центре нашей Галактики на расстоянии примерно 30 000 световых лет от нас. Ее масса оценивается в несколько миллионов солнечных, а это означает, что ее радиус всего лишь в 30 раз больше солнечного (напомним формулу для радиуса горизонта событий черной дыры: $r_g = 2GM/c^2$). Легко посчитать, что угловой размер горизонта событий — 10^{-5} угловых секунд (то есть примерно 10 микросекунд дуги). Чтобы понять, насколько эта величина мала, достаточно представить, что вы пытаетесь увидеть десятирублевую монету на поверхности Луны, находясь на Земле.

В оптике есть достаточно простой способ оценить, какого размера телескоп понадобится, чтобы оптически разрешить объект данного углового размера: на длине волны λ минимальный угловой размер (в радианах) детали, который вы можете разглядеть с помощью телескопа с диаметром зеркала (апертурой) D , равен λ/D . Ярче всего вещество вокруг черной дыры светит в радиодиапазоне, на частоте примерно несколько сотен ГГц, поэтому легче всего наблюдать именно на соответствующей длине волны (примерно 1 мм). Чтобы разрешить горизонт событий на этой длине волны, необходим телескоп, диаметр которого сравним с размерами Земли!

Ясно, что телескоп такого размера построить невозможно (по крайней мере, в обозримом будущем). Однако люди нашли изящный способ «обойти» эту проблему. Этот способ — радиоинтерферометрия (см. задачу Как ловить тень черной дыры). Если синхронизировать работу радиотелескопов в разных точках Земли с высокой точностью (ошибка синхронизации должна быть меньше, чем период радиоволны), то эти телескопы могут работать вместе — так, как если бы это был один телескоп, размеры которого сопоставимы с расстоянием между телескопами.

Подходящих кандидатов для наблюдений оказалось всего два: уже упоминавшиеся Sgr A* в центре нашей Галактики и M87* в центре галактики M87. Вторая дыра в ~2000 раз дальше от нас, но она и примерно во столько же раз массивнее, что делает наблюдаемый угловой размер ее горизонта событий сравнимым с Sgr A*. Казалось бы, нет разницы, какую из черных дыр наблюдать. Но нет: легкие — а значит и маленькие — черные дыры обладают существенным недостатком: происходящее в их непосредственной окрестности слишком быстро меняется. Период обращения вещества вблизи горизонта событий СМЧД Sgr A* составляет около часа, а для M87* это время ближе к одному месяцу. Это означает, что изображение M87* более стационарно и при помощи радиоинтерферометрии

его гораздо легче запечатлеть.

Вся эта «теория», граничащая местами с научной фантастикой, воплотилась в реальность благодаря усилиям коллаборации Телескопа горизонта событий (Event Horizon Telescope, EHT). Это глобальная сеть радиотелескопов, расположенных на разных континентах и работающих по принципу радиоинтерферометрии как один большой телескоп размером с земной шар. Ученым потребовалось более десяти лет работы, чтобы получить «фото» горизонта событий сверхмассивной черной дыры в центре галактики M87 в радиодиапазоне (рис. 5, подробности — в новости Черная дыра галактики M87: портрет в интерьере, «Элементы», 14.04.2019). Саму дыру мы, конечно, не видим: это изображение формируется светом, излученным горячей плазмой в аккреционном диске и/или джете вокруг черной дыры, значительно искаженным из-за сильно искривленного пространства-времени вокруг горизонта событий.

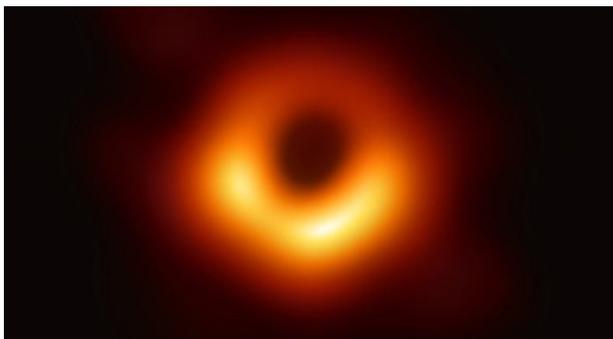


Рис. 5. Изображение черной дыры M87* на частоте 230 ГГц, опубликованное коллаборацией EHT в 2019 году (публика сразу же прозвала его «бубликом»). Это первое в истории человечества изображение черной дыры, горизонт событий которой оптически (точнее, радио-) разрешен. Изображение из статьи *The Event Horizon Telescope Collaboration, 2019. First M87 Event Horizon Telescope Results. IV. Imaging the Central Supermassive Black Hole*

То, что раньше можно было изучать лишь теоретически, стало возможным наблюдать непосредственно и сравнивать с теоретическими предсказаниями! И здесь довольно быстро после громкого триумфа наблюдателей пришел отрезвляющий ответ от теоретиков. Теперь, когда имелись наблюдения, они получили возможность сделать большое количество симуляций с разными параметрами (разным вращением черной дыры, режимом аккреции, направлением оси вращения и т. д.) и сравнить их с наблюдениями!

На самом деле, сами по себе такие симуляции — это уже непростая задача. Проблем здесь несколько. Во-первых, магнитогидродинамические симуляции, которые еще и учитывают искривленное пространство-время вокруг черных дыр (так называемые GRMHD-алгоритмы), очень сложны в реализации и необыкновенно дороги с вычислительной точки зрения. Была проделана отдельная большая работа по сравнению основных результатов GRMHD-программ разных научных групп между собой, чтобы понять, насколько эти алгоритмы близки друг к другу (O. Porth et al., 2019. *The Event Horizon General Relativistic Magnetohydrodynamic Code Comparison Project*). Во-вторых, магнитная гидродинамика, методы которой используются для симуляций и построения изображений, лишь аппроксимирует плазму — как некую замагниченную жидкость определенной температуры. В реальности это не совсем так:

плазма вокруг сверхмассивных черных дыр бесстолкновительная (то есть она не является жидкостью в строгом смысле этого слова), а электроны и протоны могут вообще иметь разные температуры! Поэтому для построения изображения делается огромное количество допущений и приближений, которые в свою очередь добавляют свободные параметры.

Оказалось, что численные модели предсказывают примерно одинаковую картину (*The Event Horizon Telescope Collaboration, 2019. First M87 Event Horizon Telescope Results. V. Physical Origin of the Asymmetric Ring*): «бублик» с асимметричными краями, возникающими из-за релятивистского усиления излучения в одном из направлений и ослабления в другом. Железно удалось подтвердить только то, что черная дыра вращается (но это мы и так знали благодаря наличию у нее джета; об этом еще будет сказано ниже). Из сравнений с симуляциями с множествами открытых параметров и настроек понять, какое у черной дыры магнитное поле, в каком режиме протекает аккреция (MAD или SANE), как направлен аккреционный диск относительно джета и многое другое, так и не удалось.

Поляризованный свет в конце туннеля

Чтобы еще больше ограничить множество возможных параметров, нужны были какие-нибудь более детальные наблюдения этой черной дыры. И тут самое время вспомнить о том, что помимо интенсивности и частоты (наблюдения на другой длине волны также проводились и будут вскоре опубликованы) у света есть поляризация. Именно ее и удалось измерить для M87*. Две статьи с этими результатами были опубликованы некоторое время назад в журнале *The Astrophysical Journal Letters*.

Заряженные частицы в плазме находятся в постоянном движении. Электроны рассеиваются на протонах и друг на друге из-за кулоновского взаимодействия, а любое ускорение или торможение заряженной частицы влечет за собой излучение электромагнитных волн — света. Такое излучение называют тормозным (нем. *bremsstrahlung*, см. задачу Тормозное излучение). В среднем тормозное излучение не поляризовано, так как рассеяние в плазме происходит во всех направлениях и поляризации отдельных волн налагаются друг на друга, производя в сумме неполяризованный свет.

Но если в плазме есть магнитные поля, то все гораздо интереснее. В магнитном поле релятивистские электроны могут излучать так называемое синхротронное излучение (см. задачу Синхротронное излучение в Крабовидной туманности). Его поляризация — если она есть — определяется направлением внешнего магнитного поля. А поляризовано это излучение может быть, потому что масштабы магнитного поля значительно превосходят масштабы плазмы (то есть для огромного количества частиц направление магнитного поля, а следовательно, и плоскость поляризации, будет одинаковым). В реальности, конечно, наблюдаемый свет лишь частично поляризован. Процент поляризованного света называют долей поляризации (англ. *fractional polarization*).

Наблюдаемый от черной дыры M87* свет был поляризован местами на 30%, что означает достаточно сильное и структурированное магнитное поле (рис. 6).

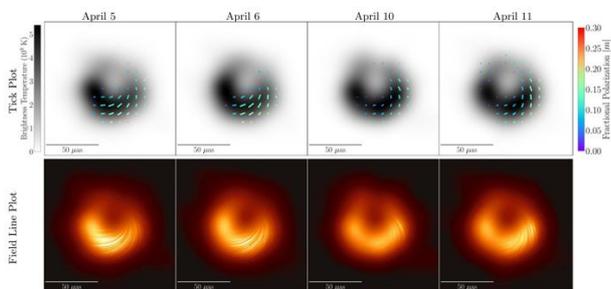


Рис. 6. Поляризация излучения вещества вокруг черной дыры M87*. Сверху: короткими штрихами показано направление поляризации, цвет соответствует доле поляризации. Снизу: поляризация, наложенная на изображение. Рисунок из обсуждаемой статьи в *The Astrophysical Journal Letters*

Из этих данных о магнитном поле можно сделать несколько выводов. Во-первых, большая доля поляризации говорит о том, что магнитное поле в аккреционном диске не хаотично и турбулентно, как предсказывали многие SANE-модели, а структурировано. Во-вторых, спиральная структура поляризации означает, что магнитное поле преимущественно сонаправлено с осью вращения (рис. 7), что полностью вписывается в предсказания многих MAD-моделей.

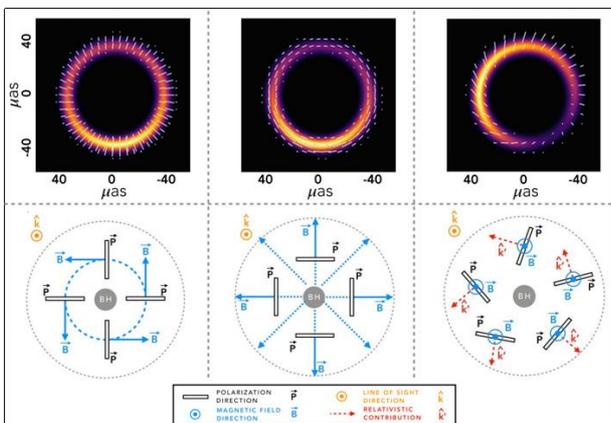


Рис. 7. Разные варианты того, как может выглядеть картина поляризации при различных направлениях магнитного поля в диске (относительно оси вращения, которая примерно совпадает с лучом зрения). Для «вертикального» поля (сонаправленного с осью вращения) в игру вступают релятивистские поправки из-за быстрого орбитального вращения вещества, которые и делают картину спиральной и несимметричной. Рисунок из обсуждаемой статьи в *The Astrophysical Journal Letters*

Все это означает, что новые данные позволяют уверенно «закрыть» длящуюся десятилетия дихотомию: они однозначно указывают, что аккреционный диск M87* находится в MAD-режиме с сильным структурированным магнитным полем, направленным вдоль оси вращения (рис. 8).

Помимо всего этого плоскость поляризации может вращаться по мере распространения волны сквозь замагниченную плазму из-за фарадеевского вращения. Это позволяет определить не только направление магнитного поля, но и его величину, а также плотность и температуру плазмы. Эти результаты как раз-таки оказались очень ожидаемыми: величина магнитного поля варьируется от нескольких до нескольких десятков Гаусс, плотность — от 10^4 до 10^7 частиц на кубический сантиметр, а температура в

наблюдаемой области лежит в диапазоне 10^{10} – 10^{11} К.

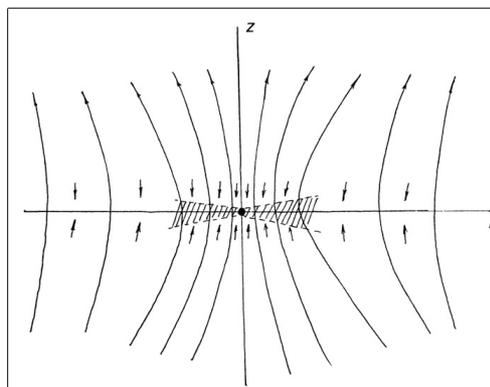


Рис. 8. Иллюстрация аккреции в MAD-режиме из одной из самых ранних работ советских ученых на эту тему (правда, тогда этот термин не использовался, а диск считался тонким). Магнитные силовые линии, вертикально вытянутые далеко от черной дыры, будучи завлеченными аккрецией вещества, сжимаются вблизи горизонта, увеличивая величину магнитного поля. Стрелки показывают направление движения вещества вдоль магнитных силовых линий. Рисунок из статьи G. Bisnovatyi-Kogan, A. Ruzmaikin, 1974. *The accretion of matter by a collapsing star in the presence of a magnetic field*

Джет галактики M87 крупным планом

Джеты — это уникальные индикаторы сверхмассивных черных дыр во Вселенной. Их можно наблюдать (а значит — и изучать) во всех возможных диапазонах электромагнитного излучения — от радио- в ГГц (длина волны ~см) до высокоэнергичного гамма-излучения, кванты которого имеют энергию порядка ТэВ (длина волны $\sim 10^{-18}$ см). Процессы, порождающие джеты и происходящие внутри них, чрезвычайно энергичные: ученые детектируют высокоэнергичные нейтрино и космические лучи, предположительно произведенные в недрах этих джетов. Самое удивительное, что несмотря на свою протяженность (многие джеты превосходят в размере галактику, в которой они родились), источник энергии джета немногим превосходит саму черную дыру. Так, в галактике M87 джет тянется на десятки тысяч световых лет, тогда как область, в которой он «ускоряется», имеет размер немногим больше светового дня! Как именно работает центральный источник, который запускает джет, размеры которого на несколько порядков превосходят размер самого источника? Что именно излучает в джете в таком необыкновенно широком диапазоне? Как при этом производятся нейтрино и космические лучи экстремальных энергий? Все эти вопросы во многом пока остаются загадкой.

Вблизи горизонта событий быстро вращающейся черной дыры пространство-время «завлекается» за ее вращением. Поэтому в этой области ничто не может находиться в состоянии покоя (без вращения). Эта область называется эргосферой черной дыры, и уже давно известны теоретические механизмы (например, процесс Пенроуза, см. Penrose process), при которых вещество с помощью особенностей этой области может забирать энергию вращения у черной дыры, постепенно ее останавливая. Похожий процесс может отвечать и за «запуск» джета с помощью закручивания магнитных силовых линий в эргосфере черной дыры (см. видео; R. Blandford, R. Znajek, 1977. *Electromagnetic extraction of energy from Kerr black holes*).

До сих пор при этом не до конца ясно, как именно такая структура остается стабильной на всем своем протяжении, как полость джета заполняется плазмой (сильное магнитное поле имеет свойство выталкивать плазму) и как именно эта плазма излучает. В недавней наблюдательной кампании десятков телескопов, работающих в диапазонах от радио- до высокоэнергичного гамма-излучения, было детально изучено излучение джета в галактике M87 (рис. 9). Статья с описанием этих результатов также была опубликована в одном из недавних номеров журнала *The Astrophysical Journal Letters*. Гамма-телескопы имеют очень плохую разрешающую способность, и поэтому понять, из какой области джета конкретно приходят высокоэнергичные фотоны, можно только по неявным признакам.

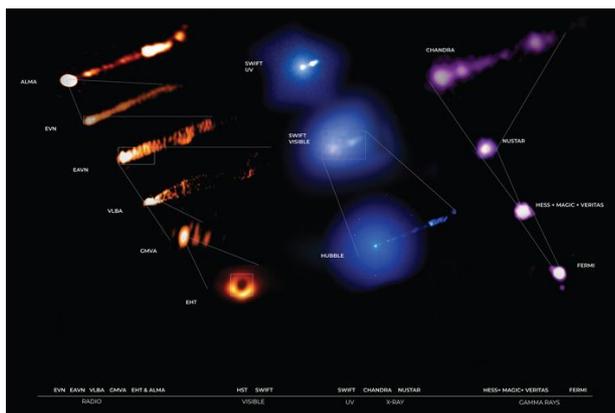


Рис. 9. Коллаж, на котором представлена вся совокупность наблюдений джета галактики M87. Внизу указаны диапазоны, в которых были получены соответствующие изображения. Рядом с каждым изображением подписан инструмент, на котором оно было получено. Из сравнительных масштабов в коллаже хорошо видно, насколько сильно отличается разрешающая способность телескопов, работающих в разных частях ЭМ-диапазона: радиотелескопы способны видеть все вплоть до горизонта событий, а для гамма-телескопов даже сам джет, который в миллионы раз больше горизонта, выглядит лишь ярким пятнышком. Коллаж с сайта chandra.si.edu

Простейшей моделью до сих пор являлась теория самосогласованного синхротронно-комптоновского излучения. Согласно ей, в некоторой компактной области вокруг черной дыры (размер этой области — несколько радиусов Шварцшильда) лептоны излучают низкоэнергичное синхротронное излучение (см. задачу Синхротронное излучение в Крабовидной туманности) на фоне магнитных полей джета и диска. Затем те же энергичные лептоны в джете сталкиваются с низкоэнергичными фотонами, «выкидывая» их на высокие энергии (этот процесс называется обратным комптоновским рассеянием). У этой модели есть серьезное ограничение: всё это может происходить лишь в довольно небольшой области вокруг основания джета, где плотность лептонов и их энергии достаточно велики.

Как показали результаты последних наблюдений, эта модель не согласуется с интенсивным гамма-излучением джета M87. Чтобы объяснить его высокую интенсивность в гамма-диапазоне (1042 эрг/с), требуется огромное количество энергичных гамма фотонов, сконцентрированных в очень маленькой области размером в несколько радиусов черной дыры. Однако при этом возникают теоретические проблемы: при такой большой плотности гамма-фотоны могут взаимодействовать с

низкоэнергичными (например, оптическими) фотонами и рождать огромное количество электрон-позитронных пар, увеличивая при этом количество материи в джете, но уменьшая интенсивность излучения. Эта проблема в астрофизике высоких энергий известна как проблема компактности, и ранее в основном обсуждалась в контексте источников гамма-всплесков. Однако теперь, после детальных наблюдений и оценок светимости на различных диапазонах, эта проблема остро встала и применительно к джету галактики M87 — область, в которой обязательно происходит ускорение лептонов и интенсивное излучение в гамма-диапазоне, должна быть в десятки раз больше, чем предполагалось ранее. Но это очень сложно обосновать теоретически, так как далеко от черной дыры и магнитные поля, и плотность материи сильно меньше, чем в ее непосредственной окрестности. В общем, вопрос о природе излучения в джетах тоже пока остается открытым, но в этом вечном «пинг-понге» между наблюдателями и теоретиками мячик теперь на стороне теоретиков.

Третьей уже не будет

Данные, полученные коллаборацией ЕНТ по итогам наблюдения за M87*, позволили ученым значительно сузить и во многом прояснить понимание деталей процесса аккреции на сверхмассивные черные дыры. Но многие вопросы пока еще остаются открытыми. С точки зрения крупномасштабной динамики до сих пор непонятно, какие черные дыры производят джеты, а какие — нет. От чего и как это зависит? Могут ли джеты периодически «включаться» и «выключаться» — даже при постоянной аккреции (см., например, S. Ressler et al., 2021. Magnetically modified spherical accretion in GRMHD: reconnection-driven convection and jet propagation)?

Нам, как наблюдателям, одновременно очень повезло и не повезло. Не повезло нам потому, что сверхмассивных черных дыр достаточно большого углового размера, подходящих для наблюдения с Земли, всего две — Sgr A* и M87* (данные по Sgr A* обрабатываются и будут опубликованы позже). Третьей такой черной дыры скорее всего не существует, а сделать радиоинтерферометрию на порядки точнее не удастся, скорее всего, еще очень долго. Но в то же время нам крупно повезло, что в относительно близких окрестностях Млечного Пути вообще нашлась активная сверхмассивная черная дыра, и у M87* мы видим отчетливый энергичный джет, а у нашей собственной дыры Sgr A* джета нет. Означает ли это, что черная дыра в центре Галактики аккрецирует в другом режиме? Отличаются ли свойства аккрецирующего вещества и магнитного поля? Или это результат какого-то геометрического эффекта, из-за которого джет очень слабый и мы не можем его наблюдать? Дальнейшие наблюдения Телескопа горизонта событий наверняка помогут нам приблизиться к ответам на эти вопросы.

Источники:

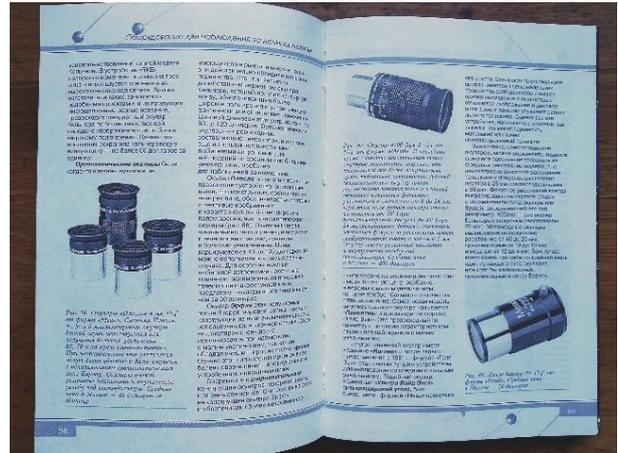
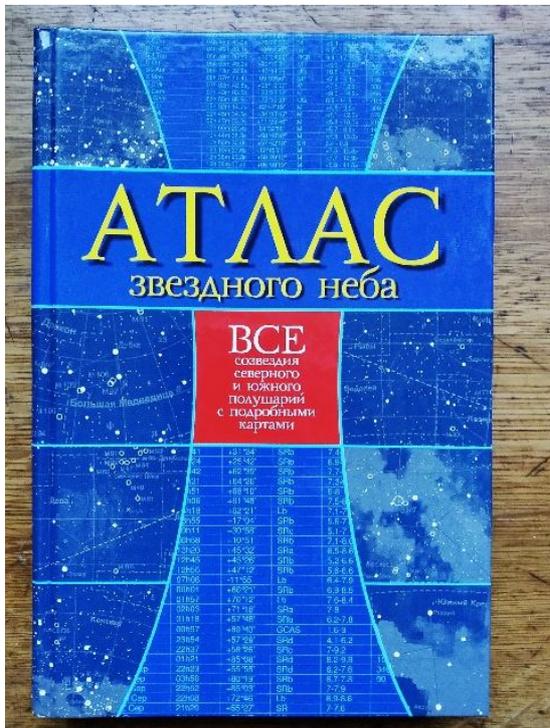
- 1) The Event Horizon Telescope Collaboration. First M87 Event Horizon Telescope Results. VII. Polarization of the Ring // *The Astrophysical Journal Letters*. 2021. DOI: 10.3847/2041-8213/abe71d.
- 2) The Event Horizon Telescope Collaboration. First M87 Event Horizon Telescope Results. VIII. Magnetic Field Structure near The Event Horizon // *The Astrophysical Journal Letters*. 2021. DOI: 10.3847/2041-8213/abe4de.
- 3) The EHT MWL Science Working Group. Broadband Multiwavelength Properties of M87 during the 2017 Event Horizon Telescope Campaign // *The Astrophysical Journal Letters*. 2021. DOI: 10.3847/2041-8213/abef71.

Айк Акопян,

https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5271972/Ayk_Akopyan

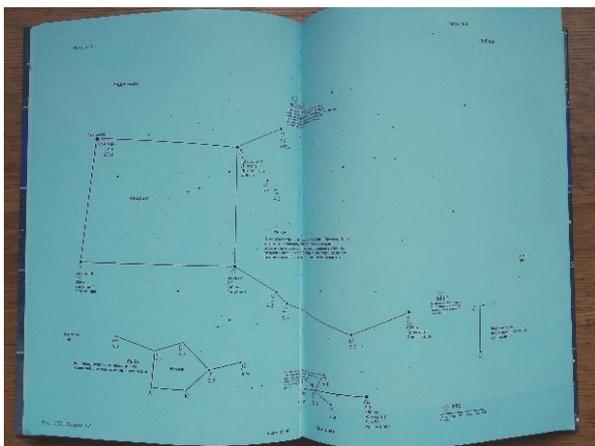
Обзор астрономической литературы

Журнал «Небосвод» продолжает обзор астрономической литературы, начатый в предыдущих выпусках (№6 2020, №8 2020 и №6 2021).

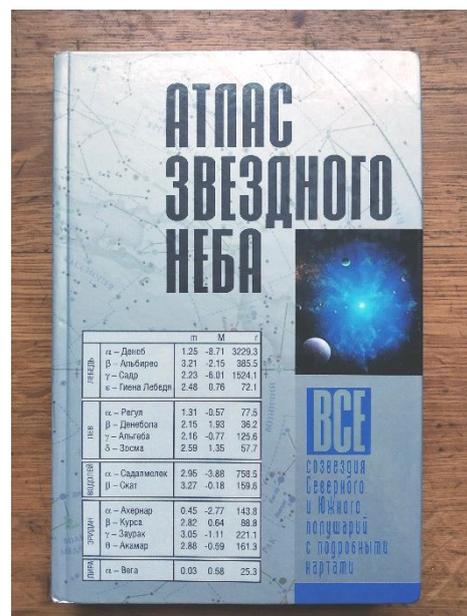


Сильной стороной рассматриваемой книги является отличный раздел, посвящённый вопросам выбора телескопа и сопутствующей астрономической оптики — биноклей, окуляров, фильтров. Книга выполнена в твёрдом переплёте и отпечатана на белой офисной бумаге. Качество печати и иллюстраций оставляет желать лучшего — некоторые изображения представлены в недопустимо низком качестве. В целом, данную книгу можно порекомендовать в качестве неплохого пособия по выбору астрономической оптики, но никак не в качестве звёздного атласа. По состоянию на 2021 год книга считается букинистической, и её цена колеблется в зависимости от состояния от 100 до 500 рублей.

Следующей книгой, о которой хотелось бы поговорить, является «Атлас звездного неба: Все созвездия северного и южного полушарий с подробными картами» под авторством Н.В. Белова. Скажу сразу — именно в качестве атласа эту книгу использовать практически невозможно.

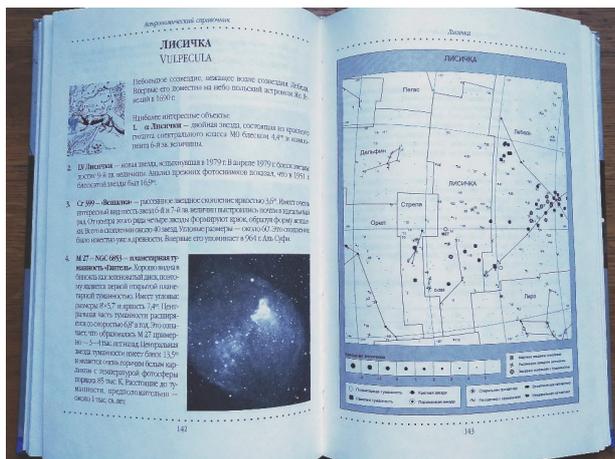


Карты звёздного неба, приведённые в издании, мелкомасштабны и не информативны, найти с их помощью какой-нибудь интересный объект на небе будет чрезвычайно трудно. Однако для начинающего любителя астрономии такие карты могут быть полезны в первоначальном знакомстве с небом для выработки навыков астронавигации.

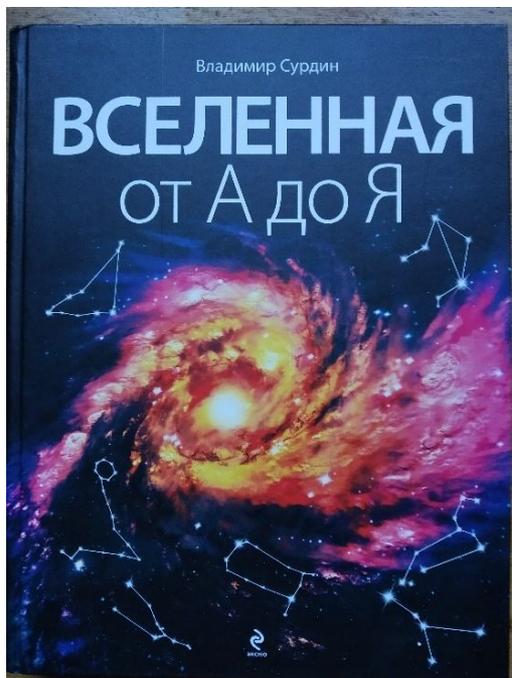


Не оправдывает название атласа и следующая книга - «Атлас звёздного неба» под авторством А.А. Шимбалева, представляющая собой, по сути, краткий обзор интересных объектов звёздного неба, упорядоченный по созвездиям. Карты самих созвездий присутствуют, но очень схематические и

использовать их для проведения наблюдений затруднительно.

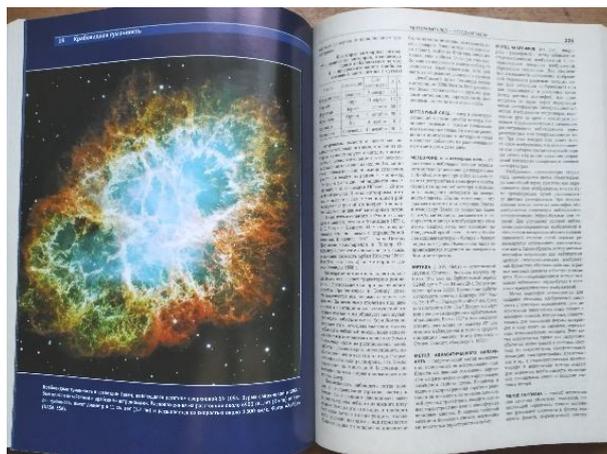


Присутствуют и чёрно-белые изображения объектов дальнего космоса. Такие картинки трудно называть идеальными с полиграфической точки зрения, но они, как ни странно, дают неплохое представление о реальном виде объектов при визуальном наблюдении в телескоп. В конце книги приведена сводная таблица всех объектов дальнего космоса (галактик, туманностей и скоплений) ярче 10 звёздной величины, которая может быть полезна при составлении программы астрономических наблюдений. Переплёт книги твёрдый, бумага рыхлая, полиграфия посредственного качества. По состоянию на 2021 год книга считается букинистической, и её цена составляет 50 - 300 рублей в зависимости от сохранности экземпляра.

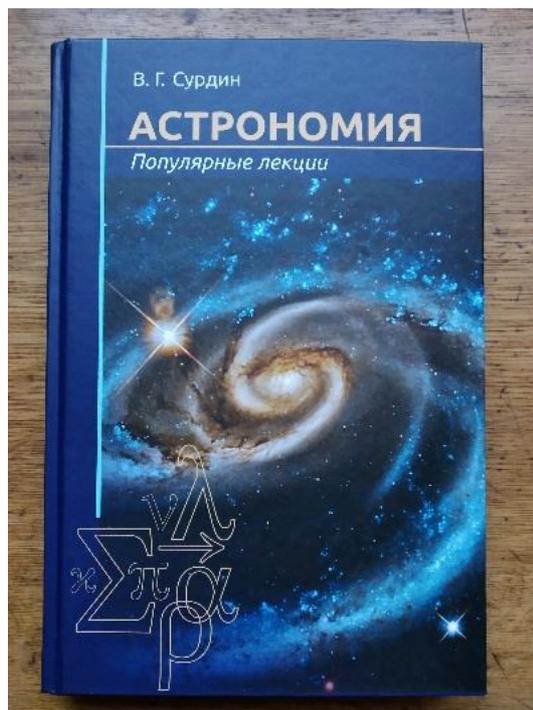


Следующая книга, на которую я рекомендую обратить внимание — это «Вселенная от А до Я» авторства В.Г. Сурдина, она же выходила под названием «Большая Энциклопедия Астрономии». Организационно книга является энциклопедическим словарём — своеобразным путеводителем по астрономическим терминам. Особенно полезна она будет, если необходимо

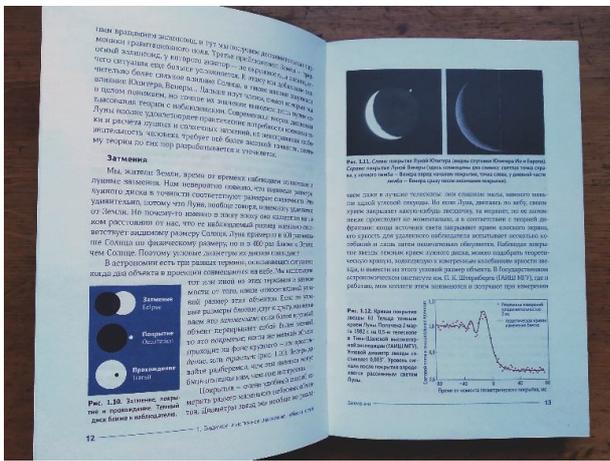
быстро получить достоверную информацию по тому или иному научному понятию, связанному с астрономией. Данные в книге актуальны по состоянию на 2012 год, поэтому их вполне можно использовать при написании разного рода учебных работ.



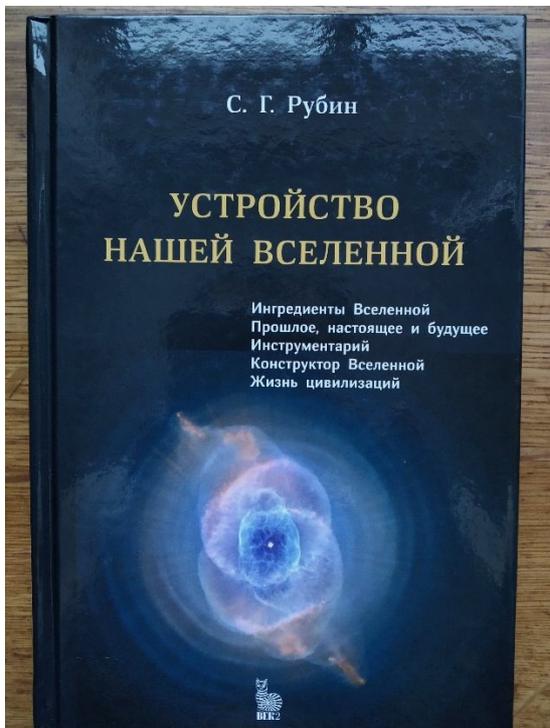
В отличие от содержимого, техническое исполнение книги не порадовало — бумага газетная, очень рыхлая и ломкая, переплёт твёрдый, но достаточно нежный и требует бережного обращения. В центре книги имеется цветная вклейка на 16 страниц, выполненная на плотной фотобумаге. Стоимость книги составляет около 800 рублей.



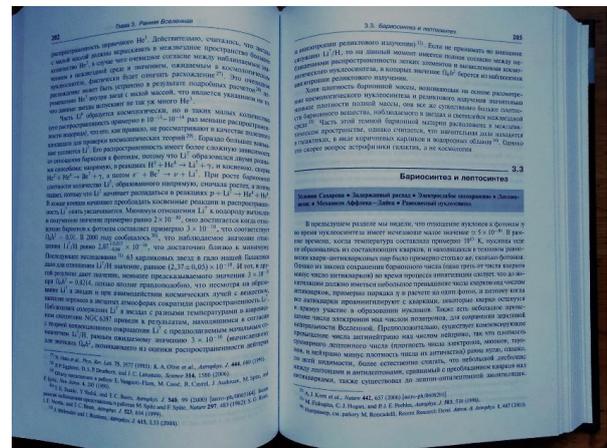
Другой книгой В.Г. Сурдина, несомненно, достойной внимания широкой аудитории, является «Астрономия. Популярные лекции», основанная на лекциях межфакультетского курса МГУ «Основы астрономии». Данную книгу трудно назвать законченным и полным учебником по астрономии (некоторые существенные для учебной программы темы в ней не освещаются), но она является прекрасным дополнением к любому другому академическому курсу, способным заинтересовать и увлечь читателя наукой о небе.



Книга написана живым, увлекательным и понятным языком, доступным для любого читателя, закончившего общеобразовательную школу. Переплёт книги твёрдый, бумага белая и плотная. Издание богато иллюстрировано, полиграфия цветная и весьма качественная. Стоимость книги на момент написания обзора составляет порядка 800 рублей.



Продвинутым любителям астрономии, для которых недостаточно информации, представленной в предыдущей рассмотренной нами книге, можно порекомендовать монографию нобелевского лауреата С. Вайнберга - «Космология».



Для многих любителей астрономии интерес будет представлять следующая книга - «Устройство нашей Вселенной», автор — доктор физико-математических наук С.Г. Рубин. В данном издании в понятной и доступной форме излагаются современные взгляды на происхождение и эволюцию как отдельных астрономических объектов, таких как звёзды и галактики, так и Вселенной в целом. Иными словами, книга является неплохим введением в космологию и будет интересна всем, кто хочет понять эту непростую науку. Переплёт книги твёрдый, бумага белая, достаточно плотная. Печать чёрно-белая, качество полиграфии удовлетворительное. Стоимость книги на момент написания обзора составляет около 500 рублей.

Данная книга является уникальным учебником самого высокого уровня, позволяющим углубиться в изучение науки о происхождении и эволюции Вселенной. Текст книги весьма сложен для восприятия и предполагает наличие у читателя высшего технического или физико-математического образования, поэтому рекомендовать её для начинающих или, тем более, детей, нельзя. Переплёт книги твёрдый, бумага белая, плотная, полиграфия чёрно-белая. Стоимость книги весьма высока — более 2000 рублей. Продолжение следует...

Николай Демин, любитель астрономии, г. Ростов-на-Дону
(специально для журнала «Небосвод»)



2012г Астрономы предложили новый сценарий образования Луны, который позволяет объяснить изотопное сходство между ней и Землей (препринт 22 июля 2012 года доступен в архиве Корнельского университета).

Современная теория происхождения Луны говорит о том, что Луна сформировалась из осколков, оставшихся после «Гигантского столкновения» Земли и Тейи — планеты, схожей по размерам с Марсом. Кроме того, в соответствии с классическими расчетами, основанными на угловой скорости Земли и Луны, скорость, с которой Тейя столкнулась с Землей, должна была быть относительно небольшой.

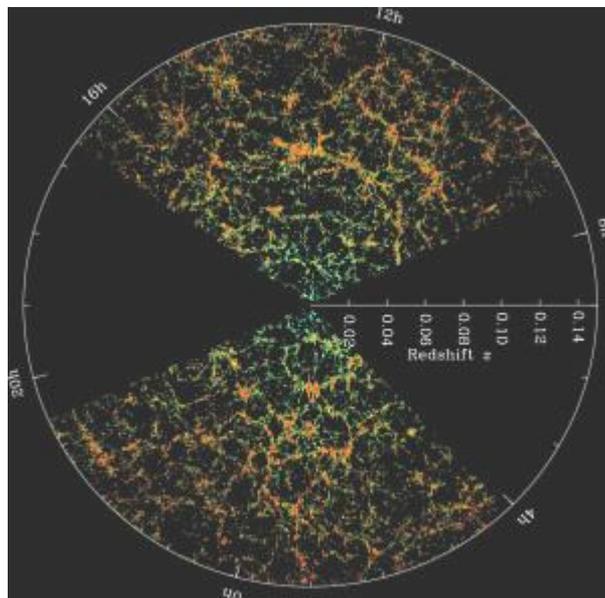
Данная теория принимается большинством астрономов, однако, она не объясняет большое сходство между изотопным составом внешней кремниевой оболочки Земли и ее спутника. Если бы скорость столкновения была низкой, то внешняя часть Луны была бы составлена преимущественно из Тейи, которая совершенно не обязана походить на Землю по изотопному составу.

Для объяснения данного сходства ученые вновь обратились к менее популярному сценарию "ударил-убежал" ("hit-and-run"), согласно которому Тейя, после того как выбила лунный материал, удалась. В таком случае она могла унести с собой часть углового момента, что снимает в расчетах ограничения на скорости столкнувшихся тел.

Ранее такой сценарий из-за сложности моделирования обычно не рассматривался, но развитие вычислительных мощностей компьютеров позволило авторам его проверить. Детальность созданной модели превосходила все проведенные на данный момент подобные исследования. Так, вся система была представлена полумиллионном отдельных частиц, а в конце процесса Луна была составлена из 10 тысяч частиц.

Моделирование показало, что такой сценарий объясняет наблюдающийся лунный изотопный состав, причем для этого не требуется тонкого подбора условий. Если расчеты физиков верны, это будет означать наличие в космосе остатков Тейи, сохранившихся после удара с Землей. Моделирование накладывает определенные

ограничения на их массу и состав, что может подсказать астрономам места их поиска.



2012г 30 июля в журнале *Astrophysical Journal Supplement Series* опубликована статья о том, что астрономы Слоановского проекта (Sloan Digital Sky Survey) составили крупнейшую трехмерную карту массивных галактик и известных черных дыр. Сообщение об этом приводится (с картой) на сайте проекта.

Карта содержит информацию о положении миллиона галактик и является крупнейшей в мире (для сравнения, другая недавно представленная карта содержала описания 45 тысяч галактик). Тем не менее, в ней представлена пока только треть той информации, которая будет содержаться в окончательном варианте по завершению шестилетнего Слоановского проекта.

Каждая из нанесенных на карту галактик содержит около ста миллиардов звезд. Они лежат в пределах от 1 до 6 миллиардов световых лет от Земли. Ознакомиться с трехмерной картой Вселенной можно с помощью прилагаемого видеоролика (из-за отсутствия программного обеспечения просмотреть самостоятельно карту нельзя). В нем изображения галактик нанесены в точки, соответствующие их трехмерному положению.

Распределение галактик в пространстве имеет важное значение для космологии. Существующие сегодня сгустки и разрежения в распределении галактик берут свое начало от флуктуаций плотности вещества в ранней Вселенной. Согласно существующей модели космогенеза, они были вызваны акустическими волнами барионов. Эти флуктуации, известные по реликтовому излучению, ученые использовали как стандарт длины для определения изменения геометрии Вселенной.

Отличия существующего распределения вещества в пространстве от того, которое наблюдалось в

начале существования Вселенной позволит прояснить действие темной энергии и темной материи.



2012г Юрий Борисович (Бенционович) Мильнер (род. 11 ноября 1961 года, Москва, РСФСР, СССР) — предприниматель, менеджер, владелец DST Global, бывший совладелец и председатель совета директоров Mail.Ru Group, один из самых влиятельных мировых инвесторов в технологическом секторе, в начале августа 2012 года объявил об учреждении Breakthrough Prize in Fundamental Physics («Премия по фундаментальной физике»), на момент учреждения главный приз составлял 3 млн долларов. Новая премия стала самой крупной научной премией в истории, более чем в 2,5 раза превосходя Нобелевскую премию по физике.

В октябре Юрий Мильнер расширил количество номинаций в премии за достижения в области физики. К ежегодной премии Fundamental Physics Prize и трех премий для молодых ученых New Horizon in Physics Prize (по 100 тысяч долларов каждая) добавились три премии Physics Frontiers Prize по 300 тысяч долларов каждая. Они считаются младшими "дочками" основной награды - их вручают за фундаментальные достижения в области физики, и победители автоматически номинируются на следующий год на Fundamental Physics Prize.

Награда Fundamental Physics Prize вручается благотворительным фондом Юрия Мильнера. Она считается самой крупной наградой в мире науки. Так, первое вручение прошло в 2012 году и денежный фонд награды составил 27 миллионов (для сравнения Нобелевская премия составляла в 2011 году около 1,1 миллиона долларов).

Премия была разделена между девятью учеными - Нима Аркани Хамедом, Алан Харви Гут (изобретение инфляционной космологии, США), Андрей Дмитриевич Линде (развитие инфляционной космологии, США), Алексеем Китаевым, Эдвард Виттен (методов регистрации темной материи, США), Хуан Мартин Малдасена (разработку теории связи чёрных дыр и квантовой механики, Аргентина), Натаном Зайбергом, Ашоку Сеной и Максимом Концевичем. Каждый из них получил по 3 миллиона долларов. По правилам премии именно эти девять ученых будут выбирать победителей 2013 года.

По условиям премии удостоенные приза открытия должны быть совершены в недавнем прошлом, а их авторы должны на момент номинирования заниматься наукой. По мнению Мильнера, это

позволит "поощрить самые яркие умы в физике". Примечательно, что награда может быть вручена не только за открытия, получившие экспериментальное подтверждение, но и за яркую теоретическую идею, которая впоследствии может быть и опровергнута.

В 1985 году окончил физический факультет МГУ по специальности «теоретическая физика». После окончания университета работал в Физическом институте Академии наук, в Отделении теоретической физики под руководством будущего Нобелевского лауреата Виталия Гинзбурга. Начал бизнес с торговли компьютерами. В 1990 году уехал в США, где поступил в Уортонскую школу бизнеса, в 1992—1995 годах работал во Всемирном банке. С 1995 по 1998 год занимал пост генерального директора компании «Альянс-Менатеп». в 2000 году стал президентом ООО «Нетбридж Сервисиз» (netBridge), в феврале 2001 года стал генеральным директором новой компании Mail.ru. В 2006 году стал председателем правления Digital Sky Technologies, сменившая 16 сентября 2010 года название на «Mail.ru Group». Под управление компании перешли Mail.ru, «Одноклассники», ICQ, миноритарный пакет соцсети «В контакте», ОСМП, e-port, а также некоторые другие российские активы. С 2009 по 2011 год Мильнер входил в комиссию по модернизации, учреждённую Президентом России Д. А. Медведевым.

14 марта 2012 года Мильнер ушёл с поста председателя Совета директоров Mail.ru Group, его место в совете занял Д. С. Гришин. Окончательный уход Мильнера из Mail.ru Group связан, по мнению источника в крупной интернет-компании, с желанием полностью сфокусироваться на зарубежных проектах. Собственный капитал: 3,7 миллиарда USD (2018 г.)



2012г 6 августа на Марсе в кратере Гейла в 05:17 UTC совершил посадку американский космический аппарат «Кьюриосити» (Curiosity, "любопытство", запуск 26.11.2011г). Спустя 16 дней 22 августа ровер начал движение по поверхности Красной планеты. «Кьюриосити» проехал вперёд 4,5 метра, повернулся на 120 градусов и проехал назад 2,5 метра. Длительность поездки составила 16 минут. Средняя скорость, предположительно, составит 30 метров в час. Ожидается, что за время двухлетней миссии MSL пройдёт не менее 19 километров.

Эта миссия интересна во многих отношениях. Начиная с процесса посадки аппарата – впервые была использована технология «небесного крана», что позволило весьма точно опустить ровер в ту точку, которая была выбрана изначально.

Ровер «Кьюриосити» значительно больше своих предшественников – роверов «Спирит» (Spirit) и «Оппортьюнити» (Opportunity)- имеет размеры - длина 3м, высота с установленной мачтой 2,1м и ширина 2,7м. Его масса составляет 899 килограмм. В том числе 80 килограммов научных приборов, предназначенных для изучения марсианской атмосферы, для астрономических наблюдений, для измерения уровней радиации, для химического анализа грунта и так далее.

29 августа — сол 22 — марсоход направился в район Гленелг, проехав 16 метров в восточном направлении. Кроме того, были получены первые цветные изображения камеры MastCam MAC в высоком разрешении (29000x7000 пикселей, мозаика из 130 изображений). Всего аппарат передал два снимка, на которых запечатлена гора Эолида (неоф. гора Шарпа) и панорама вокруг неё. На снимках виден холм из слоистой породы у подножия горы Шарп, где ученые будут проводить исследования возможных условий для существования жизни.



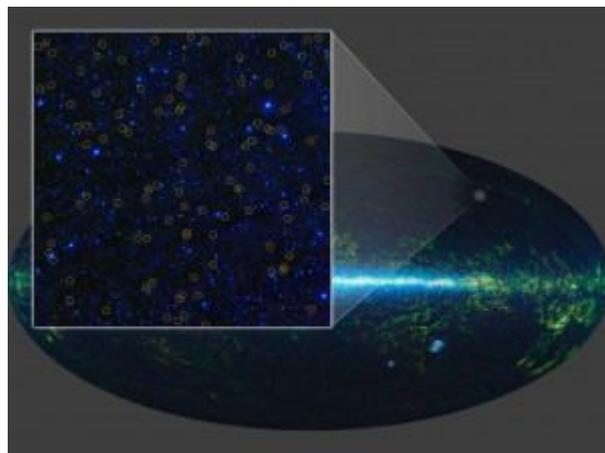
2012г 15 августа на сайте Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики ообщается в пресс-релизе об обнаружении крупного скопления галактик, которое установило несколько новых космических "рекордов".

Скопление галактик SPT-CLJ2344-4243, получившее неофициальное название "Феникс", обнаружено на расстоянии 5,7 миллиарда световых лет от Земли в направлении созвездия Феникса. По словам астрономов, это один из самых больших подобных кластеров во Вселенной, размеры данного образования составляют около 7,3 млн световых лет в ширину. Кроме того, кластер "Феникс" оказался одним из самых ярких источников рентгеновского излучения.

Однако больше всего астрономов удивила необычная активность кластера. Галактики,

лежащие в центре таких скоплений, обычно являются "спящими" и не рожают новых звезд. Однако центральная галактика кластера "Феникс" характеризуется очень интенсивным звездообразованием: анализируя изображения, полученные телескопом "Чандра", астрофизики пришли к выводу, что в год она формирует около 740 новых звезд, то есть примерно две звезды в день. Как сказано в пресс-релизе ни один кластер во Вселенной не обладает настолько высокой скоростью формирования звезд.

По словам исследователей центра астрофизики, активное образование звезд в центральной галактике "Феникса", возможно, заставит ученых пересмотреть гипотезы о роли черных дыр в формировании звезд. Сверхмассивные черные дыры (то есть дыры с массой свыше миллиона солнечных), находящиеся в центрах галактик, традиционно связывали с низкой скоростью звездообразования в таких галактиках. Согласно последним представлениям ученых, черные дыры препятствуют остыванию газа до состояния, когда может начаться формирование звезд. Однако интенсивное образование звезд в центральной галактике в кластере "Феникс" противоречит этой гипотезе.



2012г 30 августа на сайте телескопа WISE статья приводится, что ученые, работающие с данными космического телескопа WISE, обнаружили порядка тысячи "хот-догов" - горячих галактик, скрытых от обозрения пылью (hot DOG - hot dust-obscured galaxies). Сразу три статьи с описанием результатов появилась в *Astrophysical Journal*.

Так как WISE работал в инфракрасном диапазоне, то он смог обнаружить объекты, невидимые в оптические телескопы. Среди них и оказались "хот-доги". Эти галактики скрыты плотными облаками пыли. Эти облака изнутри подогревает излучение звезд и аккреционных дисков необычайно активных (как показали вычисления) сверхмассивных черных дыр. Нагретая пыль, в свою очередь, излучает в инфракрасном диапазоне.

Такие объекты крайне редки - один на 100 тысяч видимых источников излучения. Большинство обнаруженных галактик находится на расстоянии свыше 10 миллиардов световых лет от Земли. Исследователи пока затрудняются объяснить происхождение "хот-догов": их основная гипотеза сейчас заключается в том, что эти галактики -

переходное звено от спиральных (как Млечный путь) к эллиптическим.

По словам исследователей, найденные ими галактики в ближайшее время станут объектом интереса астрономов. Больше информации о "хот-догах" сможет получить телескоп NuSTAR (запуск 13.07.2012г), предназначенный для наблюдения за космическими объектами в рентгеновском диапазоне - в этом диапазоне должны быть видны аккреционные диски черных дыр внутри таких галактик. Кроме этого, не обойдет вниманием "хот-доги" и будущий телескоп "Джеймс Уэбб".

Телескоп WISE был запущен 14 декабря 2009 года. Основным рабочим инструментом служил 40-сантиметровый телескоп, зеркало которого охлаждалось жидким водородом. Охлаждающая жидкость закончилась в октябре 2010 года и два из четырех инструментов телескопа перестали работать. Вместе с тем, NASA продлило миссию аппарата до февраля 2011 года. 17 февраля передатчик спутника был отключен. За время работы WISE обнаружил более 563 миллионов объектов, представляющих интерес для науки, сделав более 1,8 миллиона снимков неба.



2012г 30 августа 2012 года в 08:05:27.029 UTC (12:05:27.029 мск) с площадки SLC-41 Станции ВВС США "Мыс Канаверал" стартовыми командами компании United Launch Alliance при поддержке боевых расчетов 45-го Космического крыла ВВС США осуществлен пуск ракеты-носителя Atlas-5 / 401 с зондами RBSP (Radiation Belt Storm Probes, Van Allen Probes), задачей которых является изучение радиационных поясов Земли.

Запущенные зонды благополучно отделились от разгонного блока Centaur (Probe-A в 09:24:30 UTC, Probe-B в 09:36:38 UTC) и вышли на околоземную орбиту. Аппараты будут летать по практически одинаковым орбитам - расхождение по высоте апогея (около 30 тысяч км) будет составлять около 100 км.

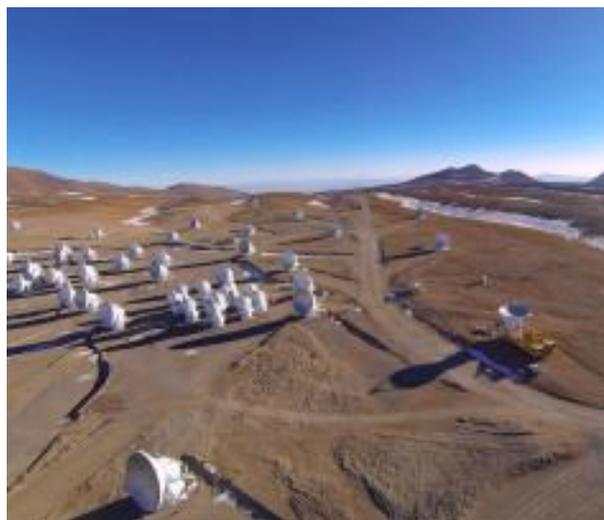
"Сегодня в космос отправились 11 лет нашего труда", - заявила один из руководителей проекта Ники Фокс. Она также добавила, что солнечные батареи на аппаратах успешно раскрылись. В ближайшие 60 дней зонды пройдут серию тестов и только после этого приступят к основной миссии - изучение так называемых поясов ван Аллена или радиационных поясов. Они представляют собой области в магнитосфере Земли, где накапливаются высокоэнергетические заряженные частицы из

космоса - преимущественно протоны и электроны. Всего таких поясов два - на высотах (в районе экватора) 4 и 17 тысяч километров соответственно. Оба имеют форму неправильных "бубликов".

В феврале 2013 было объявлено, что спутниками RBSP был открыт третий пояс Ван-Аллена между внешним и внутренним радиационным поясом Земли, который может появляться на некоторое время порядка нескольких недель. Так аппаратам удалось зафиксировать вокруг Земли зону с электронами, энергия которых достигала 4 - 7,5 мегаэлектронвольт. Она образовалась в сентябре 2012 года и просуществовала практически целый месяц до того, как была уничтожена вспышкой солнечной активности.

Внутренний радиационный пояс, который заканчивается на расстоянии около 13 тысяч километров от Земли, достаточно стабилен. Внешний пояс, расположенный на расстоянии от 19 до 40 тысяч километров от Земли, способен до ста раз варьировать в объеме. Удерживаемые в нем частицы обладают особенно большой энергией.

В феврале 2019 года NASA начало готовить зонды к концу миссии, опустив перигей их орбиты до уровня, при котором взаимодействие с атмосферой начало тормозить аппараты. Первым был отключен аппарат В - 19 июля 2019 года, а затем, 18 октября 2019 года, был отключен аппарат А. Ожидается, что орбита аппаратов будет постепенно снижаться и они сгорят в атмосфере примерно в 2034 году.



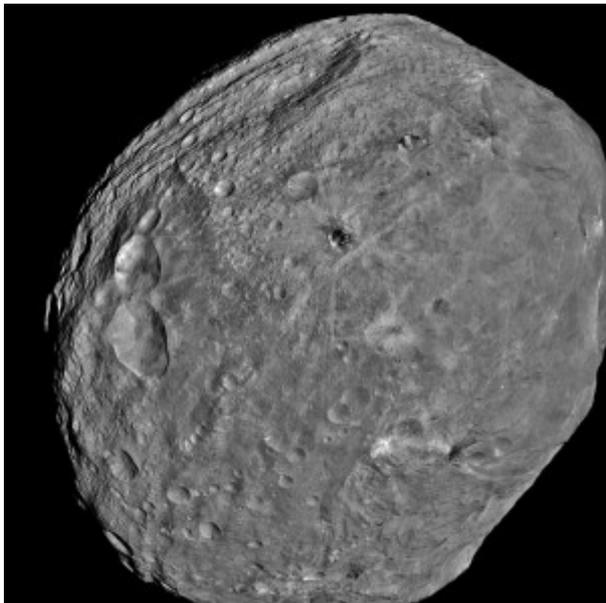
2012г 31 августа ученые из Европейской южной обсерватории (ESO), работающие с телескопом ALMA (Atacama Large Millimeter Array), объявили об обнаружении простейших сахаров у звезды в созвездии Змееносца. Работа (pdf) ученых появилась в Astrophysical Journal Letters, а ее краткое изложение приводит обсерватория.

Объектом исследования выступала двойная звезда IRAS 16293-2422, расположенная на расстоянии 400 световых лет от Земли. Наблюдения проводились в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах электромагнитного спектра - плотный пылевой диск вокруг звезд делает их непригодными для изучения в оптическом диапазоне.

Серия наблюдений, проведенных в 2011 и 2012 годах, позволила определить химический состав

облака вокруг звезд. Помимо неорганических соединений там обнаружилось огромное количество органики - в частности карбоновые кислоты и гликольальдегид (простейший сахар).

По словам ученых, обнаруженный сахар не сильно отличается от того, который добавляют в чай или кофе. Более того, сахар - одна из составляющих частей РНК, "одного из строительных кирпичиков жизни". При этом исследователи подчеркивают, что сахар в космосе находили и ранее, однако теперь этот тип органических соединений удалось обнаружить в окрестностях звезд, откуда они могут попасть на планеты.



2012г 5 сентября 2012 года космический зонд НАСА «Dawn» (запуск 27.09.2007г), завершив сбор и передачу данных, покинул орбиту вокруг астероида (4) Веста (на орбиту вышел 6 июля 2011г) и направился в сторону Цереры — самого большого тела в поясе астероидов. Это первый космический аппарат, который может выходить на орбиту более чем одного объекта (благодаря двигателю на ионной тяге). /фото Vesta 24 июля 2011г с расстояния 5200 км/

11 августа 2011 года начался основной этап исследований и сбора информации с помощью всех трёх инструментов с орбиты высотой 2700 км, куда Dawn успешно перешёл 2 августа. К 31 августа было получено более 2800 снимков и более 3 млн спектров в видимом и ИК-диапазонах, что намного превысило намеченный план.

18 сентября 2011 года аппарат спустился до орбиты 680 км и 29 сентября начался второй этап работы (самый интенсивный). Камерой Dawn сделано более 7000 фотографий, составивших основу фотоархива Весты по охвату и по детальности; VIR-спектрометром снято более 15000 кадров, которые позволили построить подробную геологическую карту астероида; детектор GRaND также начал собирать данные.

8 декабря 2011 года аппарат перешел на низкую картографическую орбиту высотой 210 км.

Данные, полученные «Dawn», выявили чрезвычайно разнообразную морфологию поверхности Весты: обнаружены впадины, хребты,

утесы, холмы и очень большая гора. Зарегистрирована сильная разница между северным и южным полушариями. Северное старше и сильнее изрыто кратерами, тогда как южное более яркое и гладкое, имеет базальтовую литологию и как минимум вдвое моложе северного: его возраст оценивается в 1-2 млрд лет, тогда как у самых старых элементов рельефа Севера — ненамного меньше 4 млрд лет.

Аномальные тёмные пятна и полосы на поверхности соответствуют тёмным включениям, обнаруженным в метеоритах с Весты и окончательно подтверждено, что именно Веста является источником HED-метеоритов (то есть одним из крупнейших единственных источников метеоритов на Земле), причём установлены и соответствующие участки поверхности — огромные ударные бассейны Реяильвия и Вененейя вблизи южного полюса. «Dawn» стал таким образом первым КА, исследовавшим источник метеоритов после их идентификации на Земле.

На основании измерений массы, формы, объёма и вращательных параметров Весты с помощью фотосъёмки и радиозондирования уточнены размеры Весты, а также получено точное распределение гравитационного поля. Данные зонда помогли учёным восстановить картину формирования и эволюции астероида, в частности, образования 4,56 млрд лет назад крупного (средним радиусом от 107 до 113 км) железного ядра, подобно тому, как это происходило у планет земной группы и Луны. Однако другие тела, имевшие океаны магмы на этом этапе эволюции Солнечной системы, были поглощены этими планетами, но с Вестой этого не произошло, что делает её в этом плане уникальной.

Странные "канавы" на Весте, обнаруженные в 2011 году зондом Dawn, являются геологическими образованиями - грабенами, возникшими при "растяжении" пластов пород при столкновении Весты с другим небесным телом, что приближает ее к "настоящим" планетам, говорится в статье, опубликованной в журнале *Geophysical Research Letters*.

Считается, что Веста не похожа по своему минеральному составу и другим характеристикам на обычные астероиды, обитающие в пределах между орбитами Марса и Юпитера. В мае 2012 года несколько групп ученых проанализировали данные, собранные американским зондом Dawn на орбите Весты, и пришли к выводу, что это небесное тело является мертвым зародышем планеты.

Группа астрогеологов под руководством Дебры Бучковски (Debra Buczkowski) из университета Джона Гопкинса в Лореле (США) обратила свое внимание на одну из самых странных особенностей рельефа Весты - гигантские "канавы", чья длина составляла несколько сотен километров, а ширина - 10-20 километров с характерным U-образным дном, которые не встречается ни на одном из других астероидов.

Бучковски и ее коллеги изучили снимки одной из самых больших "канав" на Весте, получившей название "борозда Дивалии" (Divalia Fossa) его длина превышает 465 километров, ширина может достигать 22 километров, а глубина - 5 километров. Сходства в структуре лунных и марсианских

грабенов с "канавами" на Весте позволили ученым заключить, что эти структуры на самом деле являются грабенами. Как полагают ученые, этот вывод подкрепляется тем, что научная команда Dawn обнаружила намеки на существование мантии и ядра у Весты, проанализировав химический состав пород на ее поверхности.

В сентябре 2012 года руководитель группы планетологов Мария де Санктис (Maria De Sanctis) из Института астрофизики в Риме (Италия) и ее коллеги в составе двух групп ученых под руководством Томаса Преттимана (Thomas Prettyman) из Института планетологии в Тусоне (США) и Бретта Деневи (Brett Denevi) из университета Джона Гопкинса в городе Лорел (США) обнаружили залежи гидратированных минералов на поверхности Весты по данным, собранным при помощи спектрометра и счетчика нейтронов GRaND на борту зонда Dawn. Обычно наиболее вероятные пути попадания воды на поверхность небесного тела является солнечный ветер. Протоны из солнечного ветра сталкиваются с молекулами других веществ в породах грунта и часть из них соединяется с кислородом, образуя гидроксил-радикалы. Их концентрация зависит от степени освещенности и температуры пород - чем ниже температура и освещенность, тем больше гидратированных молекул будет в грунте. При взаимодействии с другим протоном она рекомбинирует в воду H₂O.

Но оказалось, что "водные" породы на Весте не подчиняются этому правилу.

Ученые проанализировали химический состав гидратированных минералов и их распределение на поверхности Весты и пришли к выводу, что наиболее вероятным источником воды на Весте являются мельчайшие пылинки, которые астероид накапливал на своей поверхности во время "юности" Солнечной системы. По словам планетологов, Веста приобрела большую часть своих водных запасов примерно в то же время, что и Земля - в ходе эпохи так называемой поздней тяжелой бомбардировки, 4,1-3,8 миллиарда лет назад.

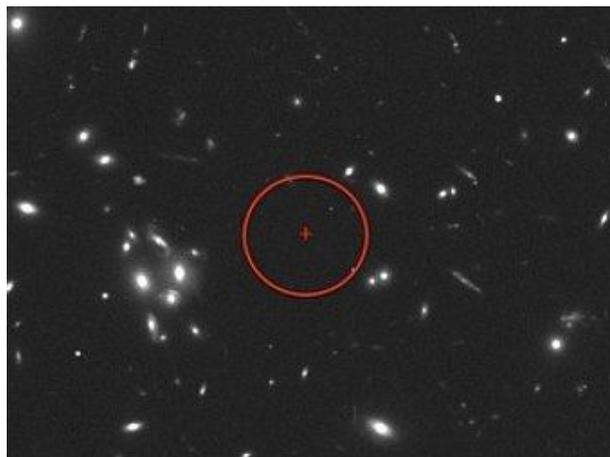
Кроме того удалось довольно точно определить массу Весты, она оказалась равной $2,59076 \times 10^{20}$ килограммов.

Ученые проанализировали структуру метеорита Allan Hills A81001 (обнаружен в Антарктике в 1981 году, его масса составляет около 50 грамм) и установили, что астероид Веста около 3,7 миллионов лет назад имел собственное магнитное поле. Выводы исследователей опубликованы в журнале Science, кратко о работе пишет ScienceNow.

На основании полученных данных исследователи смогли оценить величину магнитного поля, присутствовавшего на астероиде около 3,7 миллионов лет назад. Расплавленный материал кристаллизовался постепенно, поэтому сохранил "отпечаток" того магнитного поля, которое пронизывало небесное тело в это время. Оно составляло не менее 2 - 12 микротесла, в несколько раз меньше, чем нынешнее магнитное поле Земли (65 микротесла на поверхности).

По словам ученых, магнитное поле было "записано" в материале во время падения на Весту другого небесного тела, вызвавшего переplавку

породы. Это произошло спустя примерно миллиард лет после того, как впервые сформировалась кора астероида. Впоследствии материал был выбит с Весты и попал на Землю, став в конце концов метеоритом A81001.



2012г 19 сентября при изучении скопления MACS J1149+2223 открыта в созвездии Лев галактика MACS 1149-JD. Её исследовали в пяти диапазонах волн: 4 видимых и инфракрасный с помощью телескопа Хаббл (наблюдения за светом в диапазоне от 0,2 и до 1,6 микрометра), и длинноволновый инфракрасный с помощью телескопа Спитцер (наблюдение за светом с 3,6 и 4,5 микрометра). Предполагается, что изучаемое излучение соответствует возрасту в 200 млн лет, а зародилась она около 500 млн лет после Большого Взрыва, то есть её красное смещение, примерно равно 9,6, что соответствует 13,2 млрд световых лет, что делает её самой удалённой из известных галактик.

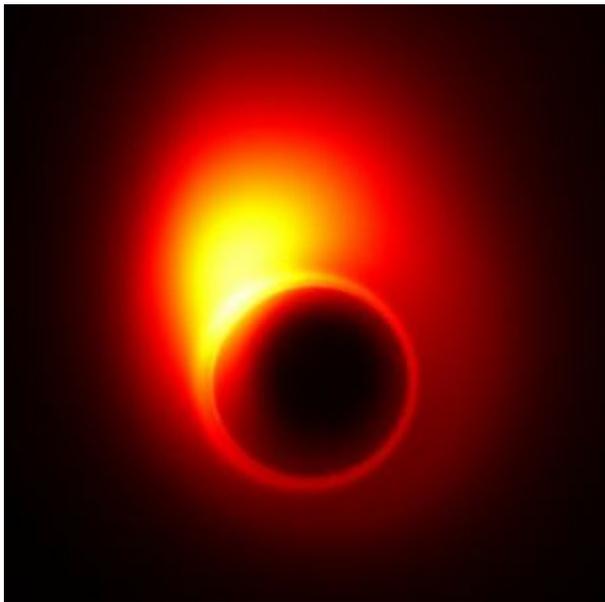
Примечательно, что галактика была обнаружена еще в апреле 2012 года, но сами ученые назвали найденную ими галактику кандидатом (приводит Nature News). "Я бы не назвал это стопроцентным открытием," - говорил Марк Диксон из Национальной обсерватории оптической астрономии.



2012г 21 сентября 2012 года любителями астрономии Виталием Невским (Витебск, Беларусь, Витебская любительская астрономическая обсерватория) и Артёмом Новичонком (Петрозаводск, Россия, Петрозаводский государственный университет) открыта комета C/2012 S1 (ISON) — долгопериодическая околосолнечная комета, распавшаяся на части 28 ноября 2013 года при прохождении перигелия на расстоянии 1,1 миллиона километров от поверхности звезды. По мнению авторов открытия, в случае если бы комета «пережила» встречу с Солнцем, она могла бы стать Большой кометой 2013 года, а также самой яркой кометой первой половины XXI века.

Открытие было сделано с помощью 40-см рефлектора, установленного в обсерватории проекта ISON (Международной Научной Оптической Сети, ПулКОН) около Кисловодска и программой автоматизированного открытия астероидов и комет «CoLiTec». На момент открытия комета имела 18 звёздную величину и обладала комой диаметром 10 угловых секунд, что соответствует 50 тыс. км на расстоянии в 6,75 а. е. Наиболее вероятный диаметр ядра кометы составляет 3 км.

На фотографии из Европейской южной обсерватории (ESO) сделанной телескопом TRAPPIST 15 ноября 2013 года комета C/2012 S1 (ISON) (фото и его описание доступны на сайте обсерватории).



2012г 27 сентября 2012 года ученые получили рекордно четкое изображение (первая фотография будет получена 6 марта 2019 года) сверхмассивной черной дыры в центре галактики M87 (Messier 87) в созвездии Девы и измерили основание ее джета - струи разогретого вещества, выбрасываемой перпендикулярно аккреционному диску. Описание можно прочитать на сайтах Массачусетского технологического института, NatureNews и ScienceNow.

Исследование проводилось с помощью четырех радиотелескопов, расположенных в Калифорнии, Аризоне и на Гавайях. В ходе работы они были

фактически объединены в единый прибор - интерферометр со сверхдлинным базисом. Благодаря тщательной настройке радиотелескопов, ученым удалось рассмотреть близкие окрестности черной дыры с беспрецедентной точностью.

Авторы установили, что диаметр основания джета (струи разогретого газа, выбрасываемого с околосветовыми скоростями из аккреционного диска) всего в 5,5 раза превышает диаметр горизонта событий самой дыры - той поверхности, попав на которую, вещество уже не может вернуться обратно. Уравнения Эйнштейна говорят о том, что для стационарной (не вращающейся) черной дыры этот радиус не может быть меньше 7,35 диаметра. Следовательно, считают астрономы, дыра довольно сильно вращается, причем направление вращения совпадает с аккреционным диском. Сверхмассивная черная дыра, привлекающая внимание исследователей, расположена неподалеку от центра галактики M87. Ее масса составляет около шести миллиардов масс Солнца, а ее джет является одним из самых ярких подобных объектов.



2012г 28 сентября 2012 года на Марсе специалисты американского космического агентства НАСА после изучения фотографий, полученных с марсохода «Кьюриосити» (Curiosity) обнаружили следы марсианского ручья, который тек в древние времена в районе, который сейчас исследует ровер. Ученые обнаружили на снимках с марсохода куски конгломерата, образованного сцементированными слоями гравия, образовавшегося на дне древнего ручья. Это первый случай находки такого рода донных отложений. Форма и размер зерен позволили ученым определить, какой была скорость и глубина марсианского ручья.

"Вода текла в нем со скоростью примерно 3 фута в секунду (0,9 метра в секунду), а глубина была где-то между лодыжкой и бедром. Множество исследований было написано о марсианских каналах, и множество гипотез было выдвинуто о том, что за потоки текли в них. Но это первый случай, когда мы в самом деле видим на Марсе принесенный водой гравий", - говорит Уильям Дитрих (William Dietrich), один из руководителей миссии Curiosity.

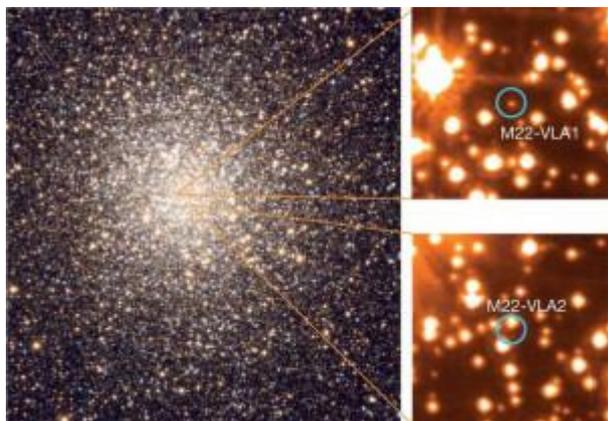
Марсоход Curiosity совершил посадку на поверхность Марса 6 августа в кратере Гейла в

южном полушарии планеты. Камни, состоящие из сцементированного гравия, были найдены на полпути между северным валом кратера Гейла и основанием горы Маунт-Шарп в его центре.

Спутниковые снимки этого региона свидетельствовали, что в этом регионе находился конус выноса породы, которую приносили потоки воды, текшие сквозь долину, промытую в вале кратера. Сцементированный гравий был обнаружен при исследовании двух обнажений породы. Размер зерен гравия в них варьировался от размера песчинки до мяча для гольфа, некоторые имеют угловатую форму, но многие - округлую, обкатанную водой. Их размер форма указывает, что они были принесены именно потоком воды, а не ветра.

В дальнейшем ученые намерены исследовать химический состав этих камней, что позволит, в частности, получить данные о геологии кратерного вала, откуда они были принесены.

Марсоход "Кьюриосити" начал тестирование своего двухметрового механического манипулятора 5 сентября, завершив самую длительную поездку марсохода, - за несколько дней он проехал около 400 метров. За время стоянки ученые проверяют функциональность 2,1-метровой руки, ее "гибкость". Также они протестируют, насколько хорошо манипулятор переносит образцы в порты спектрометров, установленных на марсоходе. Это необходимо для калибровки программного обеспечения манипулятора, который работает в условиях, отличных от земных.



2012г 3 октября американские астрономы заявили (работа опубликована в журнале Nature) о обнаружении двух отдельных черных дыр массой 10-20 M_{\odot} в едином звездном шаровом скоплении M22, расположенном в нашей Галактике в созвездии Стрельца на расстоянии 10 тысяч световых лет от Земли.

Открытие удалось совершить благодаря наблюдениям с помощью радиотелескопов Сверхбольшого массива (VLBA), расположенным в Нью Мексико. Ученые обнаружили два отдельных радиосигнала, исходящих из звездного скопления, характеристики которых напоминали радиосигналы от известных черных дыр. Ни нейтронные звезды, ни белые карлики не могли, по словам астрономов, быть источником этих сигналов.

Авторы считают, что источником радиосигнала являются две отдельные массивные черные дыры,

расположенные поблизости от центра скопления. Если это так, то кластер M22 окажется первым звездным скоплением в Млечном пути, в котором обнаружены черные дыры, и первым скоплением, где найдена пара черных дыр. По словам астрономов, это весьма необычное явление, так как гравитационное взаимодействие черных дыр должно было оставить только одну из них в центре кластера светил.

Звездными скоплениями называют кластеры звезд внутри галактик, связанные гравитационными силами и движущиеся совместно. Большинство звездных скоплений внутри Млечного пути образовались достаточно давно, поэтому находящиеся в них массивные звезды должны были потухнуть и превратиться в черные дыры. Их детектирование указывает, что выбрасывание черных дыр звездной массы из шаровых скоплений менее эффективно, чем считалось ранее, и ведёт к оценке общего количества таких черных дыр в M22 от 5 до 100 штук.



2012г С начала космической эры, с 4 октября 1957 года по 31 декабря 2012 года минуло 55 лет.

В этот период во всем мире были предприняты 5268 попытки запуска космических аппаратов. Из этого числа 359 стартов были аварийными. В международном реестре успешными значатся 4909 пуска.

Надо отметить, что не все грузы после вывода их в космос являлись работоспособными. Немало космических аппаратов оказалось на нерасчетных орбитах или вышли из строя, так и не успев приступить к выполнению возложенных на них задач. Кроме того, четыре ракеты-носителя (три – в СССР, одна – в Бразилии) взорвались на стартовом комплексе в ходе предстартовой подготовки еще до выдачи команды «Пуск».

Количество запущенных носителей росло год от года в первые два десятилетия космической эры (от трех в 1957г до 133 в 1975г). В следующее десятилетие, достигнув «пика», космические державы сохраняли свою «активность» на достигнутом уровне. После этого началось постепенное снижение числа пусков.

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



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 июля - Луна в фазе последней четверти,
2 июля - долгопериодическая переменная звезда
T Цефея близ максимума блеска (5,5m),
4 июля - Луна ($\Phi = 0,25-$) проходит южнее
Урана,
4 июля - Меркурий в максимальной утренней
(западной) элонгации 22 градуса,
5 июля - Луна ($\Phi = 0,17-$) в апогее своей орбиты
на расстоянии 405340 км от центра Земли,
5 июля - Земля в афелии на расстоянии
1,0167292 а.е. от Солнца,
5 июля - Луна ($\Phi = 0,15-$) проходит южнее
Плеяд,
6 июля - Луна ($\Phi = 0,1-$) проходит севернее
Альдебарана,
6 июля - Луна ($\Phi = 0,09-$) в восходящем узле
своей орбиты,

8 июля - долгопериодическая переменная звезда
T Голубя близ максимума блеска (6m),
8 июля - Луна ($\Phi = 0,04-$) близ Меркурия,
8 июля - долгопериодическая переменная звезда
R Лисички близ максимума блеска (6m),
9 июля - Луна ($\Phi = 0,01-$) проходит точку
максимального склонения к северу от небесного
экватора,
10 июля - новолуние,
11 июля - Луна ($\Phi = 0,02+$) проходит севернее
звездного скопления Ясли (M44),
12 июля - Луна ($\Phi = 0,06+$) проходит севернее
Венеры и Марса,
13 июля - долгопериодическая переменная
звезда R Кита близ максимума блеска (6,5m),
13 июля - Луна ($\Phi = 0,11+$) проходит севернее
Регула,
13 июля - Венера проходит в полградуса
севернее Марса,
17 июля - Луна ($\Phi = 0,48+$) проходит севернее
Стики,

17 июля - Луна в фазе первой четверти,
 20 июля - долгопериодическая переменная звезда X Единорога близ максимума блеска (6,5m),
 20 июля - Луна ($\Phi = 0,82+$) проходит севернее Антареса,
 20 июля - Луна ($\Phi = 0,84+$) в нисходящем узле своей орбиты,
 21 июля - Луна ($\Phi = 0,90+$) в перигее своей орбиты на расстоянии 364517 км от центра Земли,
 22 июля - Венера проходит в градусе севернее Регула,
 22 июля - покрытие Луной ($\Phi = 0,98+$) звезды сигма Стрельца (2,1m) при видимости на Европейской части России,
 22 июля - Луна ($\Phi = 0,99+$) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
 24 июля - долгопериодическая переменная звезда R Орла близ максимума блеска (5,5m),
 24 июля - полнолуние,
 24 июля - Луна ($\Phi = 1,0$) проходит южнее Сатурна,
 25 июля - долгопериодическая переменная звезда R Девы близ максимума блеска (5,5m),
 26 июля - покрытие Луной ($\Phi = 0,91-$) звезд γ_1 (5,7m) и γ_2 (4m) Водолея при видимости в восточной половине страны,
 26 июля - Луна ($\Phi = 0,95-$) проходит южнее Юпитера,
 29 июля - максимум действия метеорного потока Южные дельта-Аквариды (ZHR= 25),
 27 июля - Луна ($\Phi = 0,85-$) проходит южнее Нептуна,
 30 июля - Марс проходит в полградуса севернее Регула,
 31 июля - Луна в фазе последней четверти,
 31 июля - покрытие Луной ($\Phi = 0,46-$) звезды 38 Овна (5,2m) при видимости на севере Европейской части страны.

Обзорное путешествие по небу июля в журнале «Небосвод» на <http://astronet.ru/>.

Солнце с минимальным видимым диаметром движется по созвездию Близнецов до 20 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 в созвездии Рыб при фазе 0,59-. 1 июля ночное светило при фазе 0,54- перейдет в созвездие Кита, приняв здесь фазу последней четверти. Задержавшись в созвездии Кита до 2 июля и уменьшив фазу до 0,44-, Луна снова перейдет в созвездие Рыб, где пробудет до 3 июля. В этот день лунный серп ($\Phi = 0,33-$) еще раз посетит созвездие Кита, а при фазе 0,29- перейдет в созвездие Овна уже 4 июля. В этот же день Луна при фазе 0,25- пройдет южнее Урана и устремится к созвездию Тельца, в которое войдет 5 июля при фазе 0,18-. В этот день тающий лунный серп ($\Phi = 0,15-$) будет наблюдаться близ рассеянного звездного скопления Плеяды, а 6 июля ($\Phi = 0,1-$) сблизится с Гиадами. 8 июля Луна пройдет севернее Меркурия при фазе 0,04-, перейдя в этот же день в созвездие Близнецов при фазе 0,02-. 10 июля наступит новолуние, после чего тонкий растущий серп ($\Phi = 0,01+$) перейдет в созвездие Рака. 11 июля Луна ($\Phi = 0,02+$) пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44), а на следующий день ($\Phi = 0,06+$) перейдет в созвездие Льва, находясь севернее Венеры и Марса. 13 июля Луна ($\Phi = 0,11+$) пройдет севернее Регула, а затем устремится к созвездию Девы, в которое войдет 15 июля при фазе 0,25+. Здесь 17 июля Луна ($\Phi = 0,48+$) пройдет севернее Спики, приняв затем фазу первой четверти. Устремившись к созвездию Весов, ночное светило войдет в него 18 июля при фазе 0,6+. 19 июля лунный овал ($\Phi = 0,77+$) войдет в созвездие Скорпиона, а 20 июля при фазе 0,82+ вступит в созвездие Змееносца, наблюдаясь севернее Антареса. 21 июля яркая Луна перейдет в созвездие Стрельца и пробудет здесь до 23 июля. В этот день ночное светило перейдет в созвездие Козерога и примет здесь фазу полнолуния 24 июля. В этот же день полная Луна пройдет южнее Сатурна, а 25 июля достигнет созвездия Водолея, снизив фазу до 0,96-. 26 июля лунный диск пройдет южнее Юпитера при фазе 0,95-, а на следующий день достигнет Нептуна, южнее которого пройдет при фазе 0,85-. Перейдя в созвездие Рыб при фазе 0,81- 28 июля, лунный овал задержится здесь ненадолго, перейдя в этот же день в созвездие Кита при фазе 0,76-. 29 июля Луна ($\Phi = 0,65-$) вновь пересечет границу созвездия Рыб, находясь здесь до 31 июля когда при фазе 0,55- еще раз войдет в созвездие Кита, а затем при фазе 0,52- перейдет в созвездие Овна, где примет фазу последней четверти и закончит свой путь по июльскому небу при фазе 0,46- южнее Урана.

Большие планеты Солнечной системы. **Меркурий** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Тельца, 10 июля переходя в созвездие Ориона, 12 июля - в созвездие Близнецов, а 27 июля - в созвездие Рака. Меркурий находится на

утреннем небе, в начале июля имея западную элонгацию 21,5 гр. (4 июля максимальное удаление от Солнца 22 гр.), а к концу месяца приближаясь к Солнцу до 3 градусов. Видимый диаметр Меркурия уменьшается от 9 до 5 секунд дуги. Блеск быстрой планеты увеличивается за месяц от 1m до -2m. Фаза Меркурия изменяется от 0,25 до 1,0. Это означает, что при наблюдении в телескоп Меркурий будет иметь вид серпа, переходящего постепенно в полудиск, затем в овал и небольшой диск, приближаясь к верхнему соединению с Солнцем, которое будет иметь место уже в августе.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Рака, 11 июля переходя в созвездие Льва. Планета наблюдается на вечернем небе, увеличивая угловое расстояние от центрального светила от 25 до 32 градусов. Видимый диаметр Венеры увеличивается от 11" до 13", а фаза уменьшается от 0,9 до 0,8 при блеске около -4m. 12 июля близ Венеры пройдет Луна. В телескоп наблюдается небольшой яркий диск без деталей.

Марс перемещается по созвездию Рака (10 июля переходя в созвездие Льва) в одном направлении с Солнцем. Планета видна на фоне вечерней зари. Блеск Марса придерживается значения +1,8m, а видимый диаметр загадочной планеты составляет менее 4 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск практически без деталей.

Юпитер перемещается попятно по созвездию Водолея. Газовый гигант имеет ночную видимость, наблюдаясь невысоко над горизонтом в южной стороне неба. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы увеличивается от 45" до 48" при блеске более -2,5m. 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 Козерога. Окольцованная планета имеет ночную видимость, и видна невысоко над горизонтом в южной стороне неба. Сатурн приближается к своему противостоянию, которое наступит уже в августе. Блеск планеты к концу месяца принимает максимальное значение +0,2m при видимом диаметре около 18,5". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет 17 градусов.

Уран (6m, 3,5") имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Овна южнее звезды альфа этого созвездия. Планета находится на утреннем небе, и может быть найдена при помощи бинокля. Разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планету можно наблюдать в периоды новолуний (лучше

около противостояния) на темном чистом небе. Блеск спутников Урана слабее 13m.

Нептун (8m, 2,4") имеет попятное движение, перемещаясь по созвездию Водолея левее звезды фи Aqg (4,2m). Планета находится на утреннем небе. Для поисков самой далекой планеты Солнечной системы понадобится бинокль и звездные карты в [Астрономическом календаре на 2021 год](#), а диск 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, видимых с территории нашей страны, расчетный блеск около 12m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: Palomar (C/2020 T2) и P/Pons-Winnecke (7P). Первая при максимальном расчетном блеске около 10,5m движется по созвездиям Волопаса и Девы. Вторая перемещается по созвездиям Скульптора и Феникса при максимальном расчетном блеске около 8,5m. 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 самым ярким будет Веста (7,7m), которая движется по созвездию Девы. Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

Долгопериодические переменные звезды месяца (по данным <http://blog.astronomypage.ru/> - звездная величина фотографическая): Т Цефея 6,5m - 2 июля, R Голубя 8,6m - 3 июля, X Гидры 8,8m - 6 июля, T Голубя 7,2m - 8 июля, RR Змееносца 9,0m - 8 июля, R Лисички 7,0m - 8 июля, V Пегаса 8,7m - 9 июля, R Рыб 8,9m - 11 июля, W Андромеды 8,6m - 13 июля, R Кита 7,5m - 13 июля, Z Змееносца 8,1m - 18 июля, Z Пегаса 8,8m - 20 июля, X Единорога 7,6m - 20 июля, U Змеи 8,2m - 21 июля, R Орла 6,7m - 24 июля, R Девы 6,8m - 25 июля, R Микроскопа 8,8m - 25 июля, U Девы 8,9m - 27 июля, RW Андромеды 8,2m - 29 июля, S Гидры 8,6m - 30 июля, RU Лебедя 8,4m - 30 июля. Дополнительно 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 последней четверти, поэтому условия наблюдений потока будут определяться наличием ночного светила на небесной сфере. Подробнее на <http://www.imo.net>. *Другие сведения об астроявлениях в АК_2021* - <http://www.astronet.ru/db/msg/1704127>

Ясного неба и успешных наблюдений!

Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php>

Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 07 на 2021 год** <http://www.astronet.ru/db/news/>

Александр Козловский, журнал «Небосвод»

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



КА ДАР
ОБСЕРВАТОРИЯ

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

Сделайте шаг к науке
вместе с нами!

Астрономический календарь на 2021 год

<http://www.astronet.ru/db/msg/1704127>

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

**Лицо в облаках
Юпитера от Юноны**



Небосвод 07 - 2021

NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Jason Major