

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

Почему альbedo может  
быть больше единицы?

04'23  
апрель

Небесный курьер (новости астрономии) Генрих Луи д'Арре  
История астрономии начала XXI века Небо над нами: апрель - 2023



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



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



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

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

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

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>

Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>

Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1219122>

Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1225438>

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



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



<http://astronet.ru>



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



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



<http://www.vokrugsveta.ru>



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

- <http://www.astronet.ru/db/sect/300000013>
- <http://www.astrogalaxy.ru>
- <http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm>
- <http://www.astro.websib.ru/sprav/jurnalN> (журнал + все номера КН)
- <http://ivmk.net/lithos-astro.htm>

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



## Уважаемые любители астрономии!

В ясные ночи апреля можно совершать увлекательные путешествия по звездному небу. «Наша деревенька лежит в двадцати километрах от ближайшего городка, и условия наблюдений там отличные, ведь прозрачность моего телескопа в обычную ночь составляет примерно 13,2т, а поэтому квазар 3С 273 заметен даже с некоторым запасом. Выглядит он словно ничем не примечательная звездочка в окружении нескольких похожих. Кстати, перепутать его с другими звездочками будет непросто - геометрическая фигурка, такая вилочка, образуемая им и соседними звездочками уж очень характерна, во всяком случае, для меня. Для его наблюдения лучше применять высокие увеличения, ведь визуальный объект не будет ничем отличаться от звезды, а фон неба при больших увеличениях станет на порядок темнее. Конечно, немного досадно, что такой прекрасный астрономический объект ничем не отличается от звезды, а факт его <туманности> приходится принимать на веру. Но стоит мне вспомнить обо всех этих миллиардах, как сияние этой обыденнейшей на первой взгляд точки света приобретает совершенно иное смысловое наполнение. А если на секунду оторваться от окуляра и ощутить вдруг дуновение ветра, смешавшего ароматы хвои, сырой дубовой листвы и свежесть первоцветов, то душа приобретает какой-то вдохновенный импульс от осознания того, что целый квазар - гигантский и загадочный источник энергии зажегся лишь для того, чтобы в эту секунду своей жизни я успел насладиться таким единением себя в декорациях русской провинции и глубокого, очень глубокого космоса. Однако, несмотря на то, что звездочки квазаров трудно назвать привлекательными внешне, наблюдение их даже любительскими средствами может нести научную цель - все дело в переменности блеска квазаров. Дело в том, что квазары - это единственные представители дип-ской объектов, изменяющих свой блеск в широких пределах. К примеру, для квазара 3С 273 интервал изменения блеска от 12 до 13т, а изменение в светимости, которые может обнаружить опытный любитель, могут произойти в течение нескольких месяцев. А для некоторых квазаров блеск может скачкообразно увеличиться на одну звездную величину и выше, что, по-видимому, связано с какими-то взрывными процессами, происходящими в них.» Полностью статью можно прочитать в [апрельском номере журнала «Небосвод» за 2009 год](#). Наблюдайте и присылайте ваши статьи в журнал «Небосвод».

**Ясного неба и успешных наблюдений!**

Редакция журнала «Небосвод»

## 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](mailto: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](mailto:stgal@mail.ru)

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

Веб-сайты: <http://astronet.ru>, <http://astrogalaxy.ru>, <http://astro.websib.ru>, <http://ivmk.net/lithos-astro.htm>

Сверстано 24.03.2023

© *Небосвод*, 2023

## Содержание

### 4 Небесный курьер (новости астрономии)

Осцилляции физических гипотез:

короткие гамма-всплески и

стерильные нейтрино

*Алексей Левин*

### 8 Генрих Луи д'Арре

«Такой звезды на карте нет!»

(1 часть)

*Павел Тупицын*

### 15 Почему альbedo небесного тела

может быть больше единицы?

*Антон Горшков*

### 19 История астрономии 21 века

*Анатолий Максименко*

### 26 Небо над нами: АПРЕЛЬ - 2023

*Александр Козловский*

Обложка: **Вспышка метеора 2023 CX1**

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

Проводя обзор неба в поисках околоземных объектов, венгерский астроном Криштьян Сарнецки 12 февраля 2023 года в 20:18:07 по Всемирному времени первым получил изображения космического камня размером в метр, который был занесен в каталог как 2023 CX1, Это произошло за 7 часов до того, как он влетел в атмосферу планеты Земля. Траекторию полета можно было предсказать, и наблюдатели метеоров получили редкую возможность заранее спланировать наблюдения. В результате в Нидерландах был сделан этот замечательный снимок болида. Метеор 2023 CX1 испарялся и разрушался над северной Францией. Это было второе открытие столкнувшегося с Землей астероида, сделанное Сарнецки. 2023 CX1 оказался седьмым астероидом, обнаруженным до успешного предсказания столкновения. Он также стал третьим подобным объектом, после падения которого был найден метеорит. Почти ровно 10 лет назад наблюдался яркий болид – падение знаменитого Челябинского метеорита.

Авторы и права: [Гийс де Рейке](#)

Перевод: Д.Ю. Цветков

### Осцилляции физических гипотез: короткие гамма-всплески и стерильные нейтрино

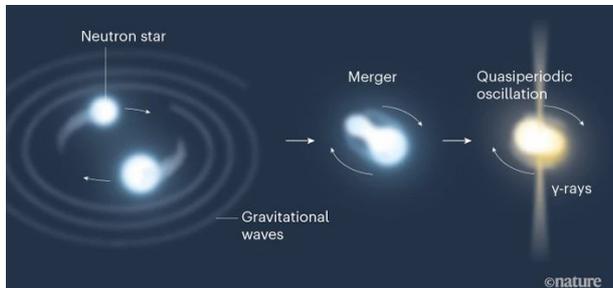


Рис. 1. Слияние двух нейтронных звезд. Теоретически было предсказано, что в течение нескольких мгновений после слияния образовавшаяся нейтронная звезда должна испытывать квазипериодические осцилляции. При этом вдоль оси вращения звезды испускаются мощнейшие пучки гамма-квантов, которые ученые регистрируют как короткие гамма-всплески. В первой из обсуждаемых статей астрофизикам удалось, путем тщательного анализа спектров двух гамма-всплесков, обнаружить следы этих осцилляций. Если ученые научатся извлекать из этих данных полезную информацию, то мы получим новый способ исследовать одни из самых экстремальных событий во Вселенной. Рисунок с сайта nature.com

Астрофизики из нескольких американских университетов обнаружили новый способ получения информации о процессах, которые непосредственно следуют за слиянием нейтронных звезд. Такие сведения пока что невозможно извлекать из сигналов детекторов гравитационных волн, однако теперь есть основания считать, что для этой цели удастся использовать спектральный анализ гамма-всплесков. Одновременно международная коллаборация физиков-ядерщиков обнародовала результаты трехлетнего эксперимента на французском ядерном реакторе в Гренобле, которые опровергли гипотезу двенадцатилетней давности о возможном открытии так называемых стерильных нейтрино. Оба эти сообщения 11 января появились в журнале Nature.

11 января в очередном, втором за нынешний год выпуске журнала Nature появились два сообщения, которым в определенном смысле можно приписать противоположные смысловые векторы. Одно из них указывает на принципиальную возможность использования приходящих из очень далекого космоса пучков гамма-излучения для получения данных о физических процессах, которые следуют непосредственно за парным слиянием нейтронных звезд. Такие пучки, так называемые гамма-всплески (они же гамма-вспышки или гамма-барстеры), были впервые зарегистрированы двумя американскими спутниками серии Vela-4 еще в середине 1967 года, однако их «освоение» астрофизикой началось уже в 1970-е годы. Согласно современным представлениям, гамма-всплески имеют различную природу, однако немалая их часть (порядка 30%) скорее всего обязана своим происхождением слияниям нейтронных звезд. Речь идет о всплесках продолжительностью не больше двух секунд и

средней длительностью порядка одной трети секунды, которые принято называть короткими (а есть еще ультракороткие и длинные). Если эта вполне правдоподобная, но пока окончательно не доказанная гипотеза верна, то можно ожидать, что короткие всплески несут какую-то (возможно, очень богатую) информацию об экзотических состояниях материи, рожденных в ходе такой вот звездной гибели. Теоретически эта возможность была осознана уже давно, однако практические пути к ее реализации до сих пор не просматривались. Теперь они намечены в статье американских астрофизиков во главе с Сесилией Чиренти (Cecilia Chirenti) из Мэрилендского университета. Их работа Kilohertz quasiperiodic oscillations in short gamma-ray bursts будет первым предметом моего рассказа.

В том же выпуске Nature можно прочесть другую статью, которая, в отличие от первой, не открывает, а скорее закрывает определенную исследовательскую тему — на этот раз не в релятивистской астрофизике, а в физике элементарных частиц. Она держалась в науке с начала прошлого десятилетия. Тогда стало известно о небольшой аномалии в результатах многочисленных измерений плотности потока антинейтрино, рождающихся в ходе работы ядерных реакторов различной мощности. Эта аномалия была интерпретирована как возможное подтверждение реальности еще одной, четвертой по счету разновидности нейтрино, о которой уже давно говорят теоретики. И вот теперь международная коллаборация физиков-ядерщиков, работающих на французском реакторе в Гренобле, представила на суд коллег статью STEREO neutrino spectrum of  $^{235}\text{U}$  fission rejects sterile neutrino hypothesis, которая поставила крест на этой идее. Ее участники подтвердили существование самой аномалии, однако убедительно доказали, что она никак не может указывать на существование гипотетических стерильных нейтрино. Вот так и получается, что статьи, о которых пойдет речь, по содержанию антисимметричны, если только позволительно в данном случае использовать сей термин из лексикона квантовой механики. Ну, а теперь — интрига намечена, введение закончено, можно перейти к деталям.

### Гамма-всплески и нейтронные звезды

Начну ab ovo, то есть, с азов. Согласно данным звездной статистики, не менее половины светил входят в состав звездных пар, связанных силами тяготения и обращающихся вокруг общего центра инерции. Согласно общей теории относительности (ОТО), они генерируют гравитационные волны и потому постепенно теряют энергию и сближаются друг с другом. Однако для типичной звездной пары скорость такого сближения настолько ничтожна, что, если бы сами звезды не менялись, они могли бы слиться разве что за время, неизмеримо превышающее нынешний возраст Вселенной.

Однако неизменность космических светил — это фикция. Любая звезда существует в относительно (но не абсолютно!) неизменном виде только до тех пор, пока не сожжет в своем ядре все запасы водорода. Скорость этого процесса определяется только ее начальной массой. Наиболее массивные

звезды из группы голубых гигантов выгорают за несколько миллионов лет, в то время как самые легкие из ныне существующих красных карликов проживут не менее десяти триллионов лет. Однако в любом случае лишившаяся первичного топлива звезда претерпит серию катаклизмов и превратится либо в белый карлик (такова судьба звезд с массой не более восьми солнечных масс), либо в нейтронную звезду или сразу в черную дыру. Для сверхмассивных звезд теория предсказывает даже более разрушительные финалы — например, тотальные взрывы без наследников (см. картинку дня Пропавшая звезда). В общем, практически любая двойная звезда в конце концов превратится в обычную звезду в сопровождении белого карлика или нейтронной звезды, либо в два белых карлика, либо в пару нейтронных звезд или черных дыр. Возможны и промежуточные случаи — скажем альянс нейтронной звезды и черной дыры.

Судьба таких бинарных систем опять-таки вполне предсказуема. Например, если белый карлик имеет в качестве компаньона обычную звезду, он имеет шансы оттянуть на себя часть ее вещества и превратиться в сверхновую типа Ia. Спаренные космические объекты из вырожденной материи (белые карлики и нейтронные звезды), равно как и черные дыры, хотя и не делятся веществом, однако генерируют гравитационные волны куда интенсивней звезд главной последовательности и потому сближаются гораздо быстрее. В конце концов они обречены на слияние, сопровождающееся мощными выбросами вещества и излучения. Некоторые из таких выбросов достигают Земли, обеспечивая работу уже нескольким поколениям астрономов и астрофизиков.

Точности ради отмечу, что время жизни таких пар тоже может быть очень большим. Например, пара белых карликов, в которую со временем превратится система Сириуса (Сириус В уже достиг стадии белого карлика), проживет свыше триллиона лет и до своего столкновения и исчезновения оба компаньона успеют сильно охладиться.

Теперь займемся слиянием нейтронных звезд. Гипотеза о том, что такие катаклизмы порождают короткие гамма-всплески, получила первое «аппаратное» подтверждение 17 августа 2017 года. Оно состояло в наблюдении семью десятками космических и наземных обсерваторий двухсекундного гамма-всплеска большой мощности. Этот всплеск последовал сразу же после регистрации гравитационными детекторами LIGO и Virgo пакета гравитационных волн GW170817, который пришел из галактики NGC 4993, удаленной от Земли на 140 миллионов световых лет. Согласно теоретическим моделям, этот гравитационный цуг был вызван слиянием нейтронных звезд. Стоит напомнить, что это событие сразу же привлекло внимание ведущих средств массовой информации по всей планете. Позднее журнал Science объявил его научным прорывом 2017 года (см. статью Сергея Попова Зафиксировано слияние нейтронных звезд!).

Астрофизические модели последствий столкновения нейтронных звезд пока не дают точных предсказаний деталей этих процессов и их последствий. Однако один из главных сценариев состоит в том, что такое столкновение приводит к рождению быстро вращающейся (с угловой скоростью от тысячи до двух тысяч оборотов в секунду!) нейтронной звезды большей массы, которая существует от 10 до 300 микросекунд, а затем коллапсирует в черную дыру. За время своей короткой жизни такая звезда успевает претерпеть

серию осцилляций, где-то напоминающих колебания барабана после удара палочками, которые должны рождают волны тяготения в диапазоне частот от 1 до 5 килогерц. К сожалению, современные гравитационные детекторы недостаточно чувствительны для регистрации таких волн. Эта задача скорее всего будет по плечу только приборам следующего поколения, которые могут появиться после 2030 года.

Однако есть надежда получить релевантную информацию уже в ближайшие годы. Как показывают численные симуляции, вибрации нейтронной звезды могут повлиять на спектр гамма-излучения, которое она успевает испустить перед провалом в свою чернотырную могилу. Этот эффект должен приводить к появлению в спектре гамма-излучения квазипериодических модуляций, которые в принципе можно обнаружить современными методами.

Именно это и попытались сделать Сесилия Чиренти и ее коллеги. Они обратились к архивным данным о тысячах гамма-всплесков различных типов, значительная часть которых была получена детектирующим комплексом BATSE (Burst and Transient Source Experiment). Он размещался на борту американской космической обсерватории «Комптон», запущенной в апреле 1991 года и снятой с орбиты в июне 2000-го. Один только этот прибор зарегистрировал 2704 гамма-вспышки — примерно по одной ежесуточно. Хотя Сесилия Чиренти и ее коллеги рассмотрели данные о более чем семи сотнях гамма-барстеров, они реально работали с архивной информацией о двух коротких всплесках GRB 910711 и GRB 931101B, которые дошли до Земли, соответственно, 11 июля 1991 года и 1 ноября 1993 года. Их вывод обнадеживает: полученные результаты в обоих случаях совместимы с предсказаниями численных моделей, описывающих ожидаемые квазипериодические осцилляции гамма-излучения.

Значит ли это, что уже получены надежные доказательства рождения очень короткоживущих вибрирующих нейтронных звезд при слиянии их, если так можно выразиться, нормальных и потому долговечных предшественниц? Думается, что такой вывод пока что надо считать преждевременным. Во-первых, у астрофизиков все еще нет надежных уравнений состояния материи с плотностью в квадриллион раз больше плотности воды и нагретой как минимум до 50 миллиардов градусов, которая как раз и должна возникнуть при слиянии нейтронных звезд. Уже по одной этой причине численное моделирование постстолкновительных процессов в лучшем случае очень приблизительно. Во-вторых, неизвестны расстояния до источников обоих гамма-всплесков, которые, в силу расширения Вселенной и вызванного им космологического красного смещения, должны приниматься в расчет при сравнении наблюдаемых на Земле частот осцилляций гамма-спектров с частотами, вытекающими из обсчета численных моделей. Наконец, у астрофизиков нет информации о массах тех короткоживущих нейтронных звезд, которые предположительно влияли на спектры гамма-всплесков GRB 910711 и GRB 931101B.

Так что заявленные результаты авторов статьи в Nature, которые они сами считают предварительными, нуждаются и в подтверждении, и в расширении. Будем надеяться, что за этим дело не станет. Этот оптимизм тем более обоснован, что поиском квазипериодических осцилляций излучения гамма-всплесков занимаются и другие научные

группы — см., например, обнаруженную в конце прошлого года работу китайских астрофизиков S. Xiao et al., Search for Quasiperiodic Oscillations in Precursors of Short and Long Gamma-Ray Bursts. А коллективные усилия в науке как правило сильно повышают вероятность успеха.

В заключение этого раздела отмечу, что проблема происхождения длинных гамма-всплесков тоже очень интересна и, опять-таки, до конца не разрешена. Как считается, их генерацию лучше всего описывает модель, которая связывает ее со взрывами сверхмассивных коллапсирующих звезд. Такие взрывы при определенных условиях оставляют после себя магнетары, чрезвычайно сильно намагниченные нейтронные звезды, поддерживающие на своей поверхности магнитные поля напряженностью  $10^{14}$ – $10^{15}$  гаусс (это на два-три порядка выше, чем у «нормальных» пульсаров). Согласно этой модели, гибнущая в процессе взрыва звезда рождает длинные гамма-всплески, выбрасывая в обоих направлениях вдоль своей оси вращения потоки высокоэнергетичных фотонов. Их источниками скорее всего служат ультрарелятивистские джеты, потоки заряженных частиц, чьи скорости лишь на доли процента уступают скорости света. Для свободного выброса гамма-квантов звезда должна предварительно избавиться от своей водородной оболочки, которая иначе поглотит большую часть излучения.

Не исключено, что эту модель вскоре придется модифицировать. Во всяком случае, в конце прошлого года появилась статья J. Yang et al., A long-duration gamma-ray burst with a peculiar origin с совершенно другим сценарием рождения длинных всплесков. Ее авторы проанализировали информацию о гамма-всплеске GRB 211211A, чей спектр обладает рядом необычных характеристик. Они пришли к выводу, что самым правдоподобным механизмом выброса этого барстера надо считать слияние нейтронной звезды с белым карликом с последующим возникновением магнетара. Эта гипотеза очень интересна и, несомненно, будет тщательно проверяться.

## Где вы, майорановские нейтрино?

Теперь займемся второй публикацией. Напоминаю, что ее авторы в ходе тщательных экспериментов опровергли информацию более чем десятилетней давности о возможном открытии так называемых стерильных нейтрино. Вероятно, этот странноватый звучащий термин знаком не всем, поэтому стоит сначала рассказать, о чем идет речь.

Как известно, на рубеже третьей и последней четвертой прошлого столетия в результате коллективных усилий физиков (как экспериментаторов, так и теоретиков) из разных стран была создана всеобъемлющая теория микромира, известная как Стандартная модель элементарных частиц. По своей логической структуре она довольно сильно отличается от своих предшественниц. В своей основе это теоретическое описание симметрий пустого пространства-времени и тех правил, согласно которым несколько квантовых полей, обладающих своими собственными симметриями, взаимодействуют с ним и друг с другом. Подчеркну, что предположение о пустоте пространства влечет за собой его нулевую (точнее, почти нулевую) заполненность материей и, следовательно, подчинение евклидовой геометрии. Отсюда, в свою очередь, следует, что Стандартная модель не учитывает и не описывает гравитационных полей, которые, согласно ОТО,

обязаны своим существованием искривлению пространственно-временного континуума. Сфера ее действия — это остальные три фундаментальных взаимодействия, сильное, слабое и электромагнитное.

Симметрии Стандартной модели диктуют существование определенного набора (иногда его называют зоопарком) элементарных частиц, обладающих половинным или целочисленным спином. Частицы со спином  $\frac{1}{2}$ , известные как фермионы, отвечают за материальный костяк мироздания, в то время как бозоны с единичным спином переносят взаимодействия между фермионами. Имеется также одна единственная (во всяком случае, других пока не найдено) частица с нулевым спином, известная как бозон Хиггса. По своей природе это квант особого всемирного поля, благодаря которому остальные частицы, за исключением кванта электромагнитного излучения, фотона, обладают массой.

Согласно Стандартной модели, в природе имеется 12 видов элементарных фермионов (их также называют ароматами). Они разделены на три группы — на формальном языке, три поколения. Каждое поколение содержит пару кварков, несущих электрические заряды, и пару лептонов, заряженный и незаряженный. Как кварки, так и лептоны, существуют в двух физических различных версиях — частица и античастица. Заряженные лептоны — это электрон и позитрон (первое поколение), отрицательно заряженный мюон и его антимюон с положительным зарядом (второе) и отрицательно заряженная тау частица вместе со своей античастицей (третье). Нейтральные лептоны — это три разновидности нейтрино вместе с соответствующими антинейтрино. Так что имеем очень красивую структуру фундаментальных частиц — можно даже сказать, элегантную.

Но это не конец истории. Симметрии Стандартной модели допускают существование частиц, которые являются точными копиями своих античастиц. В микромире они пока не обнаружены (хотя их аналоги выявлены в физике твердого тела), но теория их не запрещает. Уравнение для таких частиц еще в 1937 году появилось в полном смысле слова провидческой статье Teoria simmetrica dell'elettrone e del positrone («Симметричная теория электронов и позитронов»), которую опубликовал в журнале *Il Nuovo Cimento* чрезвычайно одаренный молодой итальянский физик с очень трагической судьбой Этторе Майорана — поэтому их называют майорановскими. В силу тех же симметрий майораном может быть только электрически нейтральная частица с половинным спином. В «зоопарке» Стандартной модели этому критерию отвечают только нейтрино. Так что можно предположить, что в дополнение к уже известным трем разновидностям нейтрино (их называют дираковскими) природа создала и четвертое семейство. Эта идея была впервые высказана в 1996 году и до сих пор остается гипотезой.

А дальше начинается самое интересное. Все нейтрино несколько десятилетий считали безмассовыми. Сейчас известно, что массы у них все же есть, хотя они точно не известны и почти наверняка не превышают малых долей электронвольта. Однако же, если, помимо дираковских нейтрино, существуют и майорановские, они могут иметь куда большие массы, измеряемые несколькими электронвольтами либо даже десятками или сотнями эВ. Еще важнее, что, в силу все тех же фундаментальных симметрий,

такие нейтрино при нормальных условиях практически не принимают участия в слабых взаимодействиях Стандартной модели, которые «чувствуют» дираковские нейтрино, и потому не замечают прочих элементарных частиц Стандартной модели. Именно поэтому их и называют стерильными.

Физикам известны пути к детектированию майорановских нейтрино, но до сих пор такие эксперименты неизменно давали нулевые результаты. Например, ядро ксенона с атомным весом 136 хотя и имеет очень большое время жизни (свыше  $10^{21}$  лет), но все же превращается в ядро бария-136, пару электронов и пару электронных антинейтрино. Будь среди нейтрино майорановские частицы, был бы возможен тот же самый распад ксенона в барий, но уже только с одними электронами. Эта реакция, как и другие подобные превращения (так называемый двойной безнейтринный бета-распад) до сих пор не обнаружена, несмотря на все усилия экспериментаторов.

Но есть и другой способ. Если бы нейтрино были абсолютно безмассовыми частицами наподобие фотонов, то свободно летящие нейтрино разных ароматов не могли бы превращаться друг в друга. Однако сколько-нибудь массивные нейтрино на такие превращения способны, и они уже давно зарегистрированы. В частности, подобные процессы, так называемые нейтринные осцилляции, наблюдаются при мониторинге потоков электронных антинейтрино, которые в изобилии испускают работающие ядерные реакторы. Если допустить существование майорановских частиц, то можно предположить, что они тоже будут участвовать в этих осцилляциях, хотя и реже своих дираковских собратьев. В частности, какая-то часть электронных нейтрино по выходе из реактора перейдет в нейтрино майорановского типа. Физически такая гипотеза вполне осмысленна. Этот эффект должен проявляться в каком-то (возможно, очень незначительном) дефиците плотности выходящих из активной зоны реактора «обычных» нейтрино по сравнению с ожидаемым уровнем. Если бы такой дефицит и вправду был замечен, то его нельзя было интерпретировать иначе как аномалию.

Подобная аномалия как раз и была обнаружена в 2011 году. Оказалось, что потоки антинейтрино, измеренные в разное время на выходе из нескольких реакторов, включая и российскую установку в Красноярске, в среднем на 5,7% ниже расчетных значений (см. G. Mention et al., 2011. The reactor antineutrino anomaly). Именно в этой статье появился быстро вошедший в употребление термин «reactor antineutrino anomaly». Разумеется, она не могла не привлечь внимания специалистов. Вскоре для ее проверки были поставлены контрольные эксперименты, которые не дали однозначных результатов. Так что вопрос на время остался открытым.

И вот теперь он закрыт — по крайней мере, в главной части. Коллаборация STEREO (это сокращение расшифровывается как Search for Sterile Reactor Neutrino Oscillations) опубликовала результаты своего эксперимента, который проводился в Гренобле на исследовательском ядерном реакторе Института Лауэ-Ланжевена с тепловой мощностью в 58 мегаватт. Ученые установили на дистанциях от 9 до 11 метров от активной зоны реактора, загруженного ураном-235, шесть независимо работающих сцинтилляционных детекторов, которые действовали с октября 2017

года по ноябрь 2020-го. В целом эти счетчики зарегистрировали 107558 электронных антинейтрино, которые участвовали в реакциях обратного бета-распада, где эти частицы взаимодействовали с протонами, давая начало нейтронам и позитронам.

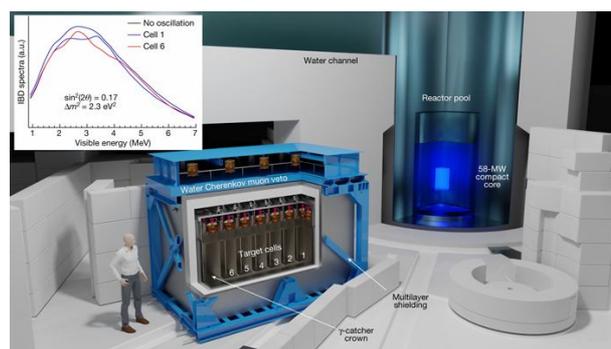


Рис. 2. Схема эксперимента по поиску стерильных нейтрино. Шесть ячеек со сцинтилляционными детекторами были установлены на расстоянии 9–11 метров от реактора (58-MW compact core). На врезке показаны теоретические предсказания для энергетических спектров частиц, зарегистрированных первой и шестой ячейками. Рисунок из обсуждаемой статьи The STEREO Collaboration, 2023. STEREO neutrino spectrum of  $^{235}\text{U}$  fission rejects sterile neutrino hypothesis

И каков же итог? Обнаруженный в 2011 году дефицит электронных антинейтрино наблюдался по-прежнему, причем практически на неизменном уровне — 5,5% (аналогичные результаты были обнаружены еще в конце 2019 года, но тогда они базировались на регистрации 65 500 антинейтрино). Однако энергетический спектр детектированных частиц оставался тем же самым на разных расстояниях детекторов от реактора. Это было бы невозможно, если бы дираковские электронные антинейтрино осциллировали в майорановские частицы, поскольку в таком случае разные детекторы выдавали бы сигналы неодинаковой формы (см. очень наглядную иллюстрацию в заметке заместителя директора Института физики высоких энергий Академии наук КНР Джуна Као (Jun Cao), опубликованной в том же выпуске Nature).

Что же мы имеем в сухом остатке? Аномалия с дефицитом плотности вышедших из реактора электронных антинейтрино сохранилась, но ее уже нельзя объяснить превращением обычных частиц в стерильные. Возможно, дело в каких-то неучтенных особенностях работы реакторов — но это только предположение. Так что, как и в случае с анализом космических гамма-всплесков, дело за будущими экспериментами. Но ведь так всегда и прогрессирует наука.

#### Источники:

- 1) Cecilia Chirenti, Simone Dichiara, Amy Lien, M. Coleman Miller & Robert Preece. Kilohertz quasiperiodic oscillations in short gamma-ray bursts // Nature. DOI: 10.1038/s41586-022-05497-0.
- 2) The STEREO Collaboration. STEREO neutrino spectrum of  $^{235}\text{U}$  fission rejects sterile neutrino hypothesis // Nature. 2023. DOI: 10.1038/s41586-022-05568-2.

**Алексей Левин,**  
[https://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/1763182/Aleksey\\_Levin](https://elementy.ru/novosti_nauki/t/1763182/Aleksey_Levin)

## Генрих Луи д'Арре

**Генрих Луи д'Арре:**

«Такой звезды на карте нет!»



Рис. 1. Генрих Луи д'Арре

Вечером 12 сентября 1678 года молодой парижский физик Филипп де ля Гир нашёл в созвездии Козерога слабую туманность. Только приблизительно он смог измерить её положение. В последующие дни туманность сместилась, двигаясь быстрее планеты Марс. Это была комета, пролетавшая с внешней стороны земной орбиты. Кроме де ля Гира, измерившего её положение восемь раз за месяц, её больше никто не видел. Ни несколько лет спустя, ни спустя несколько десятилетий.

### Изгнанники

Через семь лет после этого открытия, ничего не зная о нём король Людовик XIV отменил Нантский эдикт. С терпимостью к протестантам было покончено официально: их службы были запрещены, а священники высылались из страны. Как писал в книге «Мученики науки»: Тиссандье «Насчитывают до 300 000 реформатов, покинувших Францию и унёсших с собою за границу её знания и искусства».

Одной из них была семья д'Арре из одноименной коммуны в нынешнем департаменте Сомма. Они прибыли в Берлин вместе с другими 15 тысячами беженцев.

Чтобы сохранить свою культуру, французы получили от короля Пруссии право основать колледж, преподавание в котором велось на языке утраченной Родины. Там, где другие строили церкви, потомки франков построили школу как очаг своих традиций.

Генрих Луи д'Арре родился в столице Пруссии 12 августа 1822 года. Некоторые источники указывают датой рождения 13 августа или даже 13

июля. Имя тоже пишут по-разному: Анри Луи, Генрих Луи, Генрих Людвиг, д'Арре или д'Аррест, в зависимости от традиции. Родственники этой семьи и вовсе носят фамилию Дарре.

Отцом будущего астронома был тридцатичетырёхлетний бухгалтер и член французской общины Клод Луи. Мать звали Софи, ей было двадцать восемь лет, она происходила из семьи д'Эспань. Генрих Луи был первым сыном, родившемся в этом браке.

Когда пришло время, он поступил учиться во французский колледж. К тому времени он уже имел среди своих выпускников известных людей. Читателю вероятно, знакома фирма Сименс. Её основатель также учился в стенах этого колледжа, правда, недолго.

Ученик д'Арре успевал по математике, в чём ему помогала отличная память. Вероятно, он мог на следующий день воспроизвести расчёты учителя, не прибегая к помощи конспекта или учебника. Многие вычисления Луи и вовсе совершал в уме, считая быстрее всех.

Вечерами, отвлекаясь от книг, как пишет Вольфганг Штайнике, Луи нравилось смотреть на небо. Редкая биография астронома обходится без такой детали.

### Учитель Франц

За год до того, как поступить в университет, Луи потерял мать. Софи умерла, когда ей было сорок четыре года, а ему – шестнадцать.

Столичный университет имени Фридриха Вильгельма был учреждением, основанным всего тридцать лет назад. И он активно боролся за свой престиж. Король Пруссии приглашал преподавать в его стенах известных учёных, обещая золотые горы. По всем немецким землям был слышен зов короля. В стенах ещё недавно раздавался голос философа Гегеля. И ещё можно было встретить математика Дирихле, зоолога Лихтинштейна и разностороннего Гумбольдта.



Рис. 2. Иоганн Франц Энке

Астрономию в университете преподавал Иоганн Франц Энке. Коренастый профессор, ветеран наполеоновских войн, был на три года младше отца д'Арре. Также он занимал должность королевского астронома и руководил столичной обсерваторией, недавно перестроенной.

Работа со студентами у Энке за почти пятнадцать лет преподавания была налажена. В качестве теста способностей он давал задачи по небесной механике. Он и сам когда-то прошёл подобный тест, вычисляя для своего учителя Гаусса.

Молодые люди, прошедшие тест лучше всех, могли надеяться на благосклонность и участие к своей судьбе. Бегло считавший и тщательно проверявший весь ход вычислений Генрих Луи был одним из таких.

В начале сороковых годов, едва перешагнувший порог двадцатилетия, студент стал помогать при наблюдениях в обсерватории. Талантливый вычислитель получил право самостоятельно пользоваться кометоискателем. Чтобы не упустить возможности при внезапном прояснении неба, студент попросил разрешения Энке жить в мансарде соседнего с обсерваторией здания. Директор оценил рвение молодого человека и разрешение дал.

Вскоре д'Арре доказал, что не тратит времени даром: 10 июля 1844 года он нашёл новую комету. Серебристая туманность в созвездии Рыси обладала яркостью в шесть с половиной звёздных величин и была хорошо видна в кометоискателе.

Как это часто бывает, начинающий астроном открыл уже известное небесное тело. Всего на два дня берлинца опередил француз Виктор Мове. Наблюдение д'Арре подтвердило его открытие. Шумахер, официально объявивший о новой комете, по опыту знал, что первое и единственное наблюдение часто бывает сомнительным.

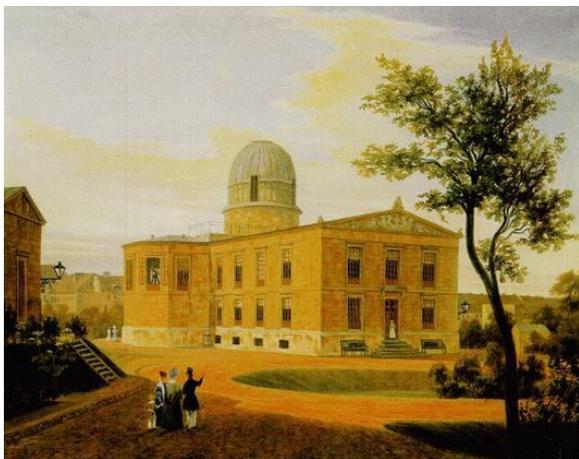


Рис. 3. Берлинская обсерватория

Меньше чем через полгода д'Арре снова написал Шумахеру. И снова о комете. В этот раз он был первым. 28 декабря недалеко от звезды 15 Лебеда астроном заметил туманность похожую на июльскую. Франц Энке подтвердил открытие своего студента. Через десять дней комета прошла перигелий. Её наблюдали три месяца. Первооткрыватель был среди тех, кто вычислял её путь. Несмотря на начальные разночтения, - орбиту предполагали как гиперболой, так и эллипсом, - последние расчёты показали, что комета двигалась по параболе. Первая комета д'Арре никогда не вернётся.

Такой же, по мнению ученика Энке, была и орбита блестящей кометы 1843 года. Яркая хвостатая звезда украшала утреннее мартовское

небо. Позже орбиту вычислили заново. Очень похожая на параболу, она ей не была: комета вернётся через 68 веков.

Разные результаты вычислений орбит комет – распространённый случай. Так же случилось и с кометой, найденной 26 июня 1846 года Кристианом Петерсом: д'Арре вычислил период её обращения в 5804 дня, почти 16 лет. Вернись она к указанному сроку, вошла бы в первую десятку периодических комет. Два года спустя, в 1848 году, Генрих Луи пересчитал орбиту и период обращения сократился до 13 лет. Найти её при следующем возвращении не смогли. Прошло больше ста лет, прежде чем она снова попалась астрономам. Период её обращения оказался в среднем равен восьми годам, меняясь под воздействием гравитации Юпитера.

### Историческая ночь

В конце августа 1846 года тридцатипятилетний теоретик Урбен Леверье выступил с заявлением, что вычислил положение новой, неизвестной планеты. Это было одним из объяснений отклонения Урана от предсказанного астрономами пути. Опираясь на предположение о расстоянии от Солнца, француз вычислил орбиту нового небесного тела. Работу разослали в разные обсерватории, но к поиску никто не приступил.



Рис. 4. Иоганн Готтфрид Галле.

Пришла копия работы и к Францу Энке. Тридцать лет вычислявший планетные возмущения астроном понимал сложность задачи, стоявшей перед Леверье. Видел он и слабость его допущений. Как и его учитель Гаусс, он стал ждать более весомых доказательств.

Через две недели после своего выступления Леверье, посоветовавшись с редактором главного

астрономического журнала Европы Шумахером, написал в две крупные обсерватории. Его выбор пал на двух молодых астрономов – Иоганна Галле и Отто Струве. Первый был младше его на год, второй – на восемь лет. В распоряжении обоих были крупные рефракторы Фраунгофера, одни из лучших инструментов в мире.

Начиная письмо к Галле, Леверье упомянул, что тот почти год назад прислал ему работу по обработке наблюдений Рёмера. Это был жест вежливости, у французского теоретика не было привычки читать присылаемые ему работы. В следующих абзацах Урбен дал элементы орбиты предполагаемой планеты.

Получив письмо, первый наблюдатель поговорил с директором обсерватории. Энке отнёсся скептически, посчитав это пустой тратой времени, но разрешение на поиски дал. Галле, как и все ученики Энке имел право свободно выбирать объекты наблюдения. Он почувствовал, что не вправе отказать своему коллеге. После его просьбы поиски нового небесного тела воспринимались им как моральный долг.

Разговор о предполагаемой планете услышал д'Арре. Он попросил Галле наблюдать с ним. Первый помощник отказываться не стал, он мог бы справиться и один, но вдвоём работать было удобнее.

К вечеру один из них вычислил по элементам орбиты координаты новой планеты. Наступила ночь, которой было суждено войти в историю. Погода была хорошей, подходящей для наблюдений.

Последовав совету Леверье, Галле начал искать планету в указанном районе по видимому диску. Он должен был быть больше трёх угловых секунд и быть заметным. Час поисков ни к чему не привёл.

Карта Хардинга, которой пользовался Галле, была неполной. Он видел, что на ней отсутствуют некоторые звёзды. Найти с её помощью новую планету было затруднительно. Имея десятилетний наблюдательный опыт, Галле с недоверием относился к звёздным картам. Большой проект Берлинской Академии наук по составлению новых карт ещё не был закончен. Энке предполагал, что он займёт несколько лет, но годы шли, а работа стопорилась.



Рис. 5. Рефрактор берлинской обсерватории

Только воспользовавшись листом такой карты, с изображением неба 21 часа по прямому восхождению, астрономы смогли найти лишнюю звезду. Автор карты, Бремикер, явно не мог её

пропустить. Галле позвал к телескопу Франца Энке, оторвав его от праздничного стола. Директор праздновал свой 55 день рождения. В полночь были измерены координаты нового небесного тела. В следующие три часа астрономы пытались определить собственное движение этой звездочки восьмой звёздной величины. Это ведь могла быть малая планета или даже далёкая комета.

Только в следующую ночь, которую все ждали с нетерпением, удалось понять, что звездочка соответствует предсказанию Леверье. Она сместилась за сутки на одну угловую минуту, а окуляр с увеличением в 320 крат показал диск, чуть менее трёх секунд.

Галле написал в Париж письмо, со словами: «Планета действительно существует». (подчёркнуто д'Арре – прим. Авт.) Отправил поздравительное письмо и Энке. В нём он сказал: «Если бы не случайное обстоятельство, заключающееся в наличии карты, я не верю, что планета была бы найдена». Об участии в наблюдениях д'Арре ни один из них не счёл нужным упомянуть.

Галле, который первый увидел новую планету, выплатили премию, а король Пруссии наградил его орденом Красного орла. Автора карты, Бремикера, наградили медалью.

### Сомнения

Генрих Луи д'Арре после исторической ночи продолжил работать в обсерватории и получил должность второго наблюдателя. Он наблюдал кометы, малые планеты и покрытия звёзд. В обсерватории с ним наблюдали и другие студенты: Брюннов, а позже Фогель и Лютер.

Отношения между учениками Энке не всегда были хорошими. Например, Карл Гётц писал в письме Шумахеру, что д'Арре «совершенно лишён теории и может только бегло считать по формулам». Но часто получавший письма молодого вычислителя астроном словам Гётца не поверил. Сомнения, если они и возникли, развеял Гаусс. Он сослался на хвалебные слова Энке о своём сотруднике. Директор берлинской обсерватории не имел привычки врать, а даже наоборот отличался умением говорить, не таясь, всё как есть.

Гаусс в письмах интересовался перспективами молодого выпускника берлинского университета. Не стоит ли пристроить д'Арре в какую-нибудь обсерваторию, чтобы он начал самостоятельные исследования? Трудоустройство через сеть знакомств и личных рекомендаций было нормой того времени.

Одной из открывшихся вакансий была должность второго наблюдателя в Лейпциге. Единственный наблюдатель обсерватории в Плейсенбурге, Август Мёбиус, становился её директором. Возможно, д'Арре порекомендовал сам Франц Энке. Лейпциг был недалеко, письма с вычислениями приходили бы быстро, поэтому королевский астроном не разрывал сотрудничества со своим учеником.

### Обсерватория Мёбиуса

Августу Фердинанду Мёбиусу было шестьдесят два года. Он ещё не открыл свою знаменитую ленту, но уже написал ряд работ по разделу математики, который позже назовут топологией. Он, так же как и Энке, учился у Гаусса, но в отличие от Франца от армии уклонился. Война не была в его характере. Мёбиус был тихим, спокойным и очень рассеянным человеком. Сын

учителя танцев, лишённый умения находить общий язык с людьми, он женился в тридцать на своей ровеснице, слепой от рождения дочери пастора. У них было трое детей: два сына и дочь.



Рис. 6. Обсерватория Плейсенбург, 1804 год.



Рис. 7. Август Фердинанд Мёбиус

Обсерватории Плейсенбурга была оснащена гораздо меньшим инструментом, чем Берлинская. Рефрактор Фраунгофера имел диаметр в 117 миллиметров и скоро почти полностью перешёл в распоряжение молодого наблюдателя.

Основная работа была продолжением берлинской: наблюдение комет, астероидов, вычисление их орбит. Комета итальянца Колла, датчанина Брорзена, малые планеты Геба, Ирида и Флора - его темы работ в Лейпциге. Двадцатилетний астроном наблюдал звёзды для академических карт, вычислял эфемериды для Берлинского астрономического ежегодника. И тем и другим руководил Франц Энке.

За весомый вклад в исследование новых небесных тел в мае 1848 года д'Арре избрали иностранным членом Лондонского королевского общества. Приехав на новое место, молодой астроном стал членом Саксонского научного общества.

В 28 лет Генрих Луи защитил докторскую диссертацию, в которой исследовал расположение орбит известных астероидов. Клубок тринадцати орбит, по словам Агнессы Кларк нельзя было

распутать: потянув за обруч одной орбиты, неизбежно вытянешь все остальные. Каждая из малых планет доказывала свою уникальность. Орбиты малых планет располагались вовсе не так, как если бы они когда-то были частями единого небесного тела.

В следующем году д'Арре выпустил схожую математическую работу о взаимном расположении орбит периодических комет. За эти работы, сделанные не без влияния математика Мёбиуса, д'Арре назовут «прекрасным геометром».

Работы по небесной механике не были единственным интересом лейпцигского астронома. Помимо преподавания в университете, Генрих Луи участвовал в работе по изданию переписки Ольберса и Бесселя. Помогая издателю Эрману, астроном также написал аннотацию к собранию сочинений Араго. Позже в один из семестров Генрих Луи читал курс истории астрономии.

### Дитя земли и неба

На третий год работы в Лейпциге д'Арре нашёл комету. На утреннем небе 28 июня 1851 года в созвездии Рыб «большая и слабая туманность» попала в поле зрения рефрактора. Её наблюдали до октября. Последний раз её заметили Галле и Лютер.

Вычисления показали эллиптичность орбиты. Период обращения составлял от 5,5 до 7,8 года. Первооткрыватель нашёл его равным 6,4 года.

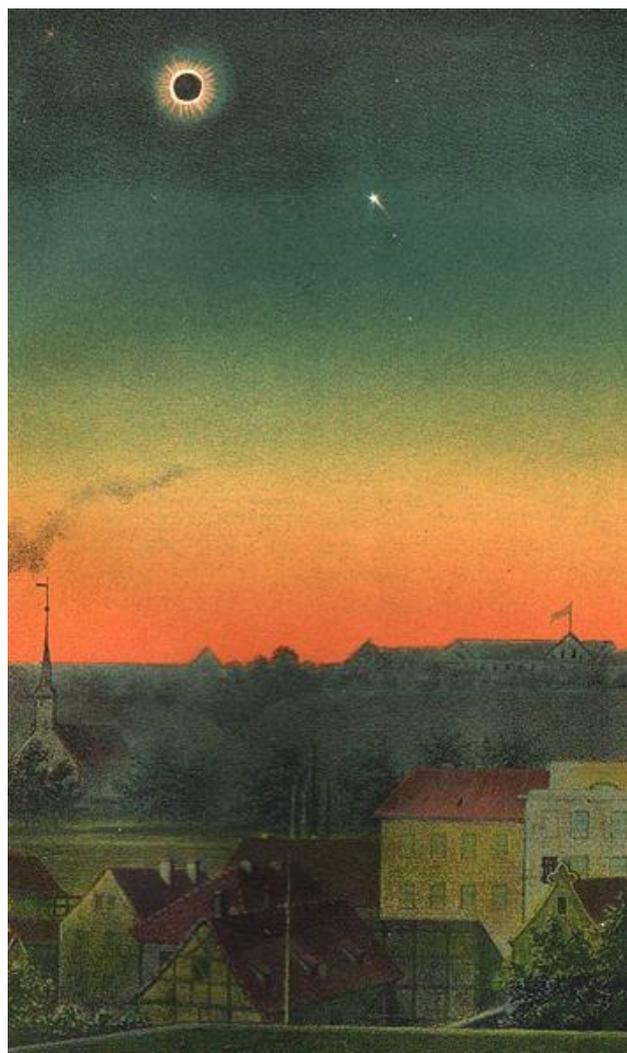


Рис. 8. Затмение 1851 года над Кёнигсбергом.

Меньше, чем через месяц после открытия, астроном наблюдал в Кёнигсберге полное солнечное затмение. Он привёз для этого небольшой телескоп Долонда и хронометр. Само затмение вошло в историю как первое, для которого удалось сделать качественный дагерротип. Успеха добился кёнигсбергский фотограф Берковский.

В том же году Генрих Луи отослал Энке доделанную карту третьего часа. Она была аналогична той, с которой несколько лет нашли Нептун.

Неожиданно перспективному двадцатидевятилетнему астроному предложили должность экстраординарного профессора в Вашингтоне. Д'Арре был готов переехать за океан, но университет Лейпцига удержал его, дав аналогичную должность.

4 ноября 1851 года Генрих Луи женился. Его избранницей стала дочь его начальника, Эмилия Августа Мёбиус. Она была младше астронома на два месяца.

### Туманности

В 1853 году французский астроном Ложье опубликовал работу о своих систематических наблюдениях туманностей. Целью астронома было уточнение их положения, чтобы потом иметь возможность узнать, не движутся ли они относительно звёзд.

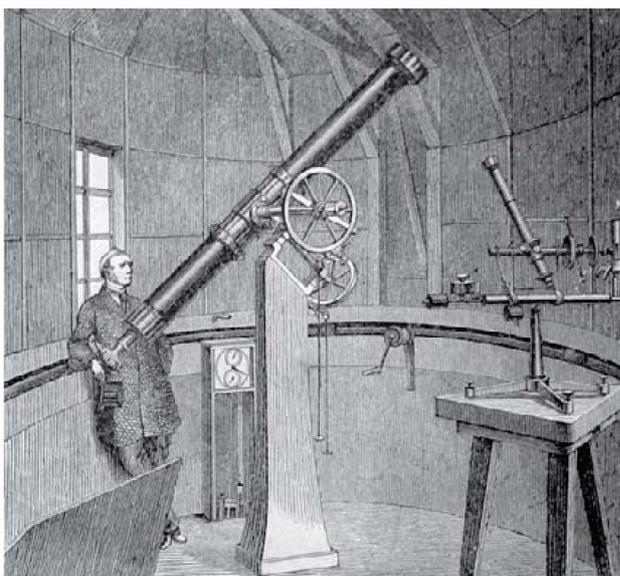


Рис. 9. 117-мм телескоп обсерватории Лейпцига.

Д'Арре решил попробовать силы своего скромного рефрактора. Через несколько недель наблюдений, он писал: «для меня было удивительным узнать, что в телескоп с апертурой в четыре с половиной дюйма по довольно надёжной оценке можно увидеть почти тысячу туманностей. Это около трети видимых в наших широтах благодаря самым большим рефлексорам».

Астронома ждало широкое поле возможностей. Его коллеги занимались почти преимущественно звёздами, игнорируя туманности. Он оставался заброшенным со времён Гершеля-старшего. Крупнейшим специалистом по туманностям был его сын Джон. Так Генрих Луи д'Арре выбрал область приложения своих сил: поиск и исследование туманностей. Он ставил своей целью определение положения не только ярких, но и

слабых, «до сих пор подхваченных лишь случайно, практически никогда не наблюдаемых» туманностей.

Схожую цель ставил себе в 1839 году двадцатилетний американец Мэйсон. Он успел едва начать работу и в следующем году умер от туберкулёза.

В год, когда д'Арре выбрал тему своих исследований, он стал отцом. 5 марта 1853 года у него родилась дочь Дорис София. Она выйдёт замуж в тридцать один год за датчанина Антона Ипсена и доживёт до года столетнего юбилея своего отца.

С момента открытия Нептуна прошло десять лет. Д'Арре не забывал своего участия в событиях исторической ночи. Вся слава досталась Галле, а его присутствие и важный совет публично замалчивались. Как второй астроном Лейпцига, он общался с разными людьми, в частности книгоиздателями. Именно к ним восходят циркулировавшие потом слухи о том, что у Д'Арре украли заслуженную славу.

Начав работу над первой партией избранных туманностей, ученик Энке, нашёл в каталогах несколько ошибок. Объекты отсутствовали или их координаты были указаны неверно.

Для исследования возможного движения астроном сравнил три каталога туманностей, Мессье, Ложье и Гершеля со своими наблюдениями. В 1856 году д'Арре выпустил работу с положением более чем двухсот туманностей относительно близлежащих звёзд. Координаты астроном брал из надёжных списков Бесселя и Аргеландера, его ученика. Последний высоко оценил труд своего коллеги: «мне очень понравилось, это безупречная работа, начатая с благоразумием и осознанностью, сделанная с умением и терпением. Наши потомки получают плоды этой работы».

В названии труда по исследованию туманностей Генрих Луи прибавил: «Первая часть», что намекало на скорое продолжение. Главный вывод труда д'Арре в том, что низкая точность каталогов прошлого не даёт возможности уверенно говорить о сколько-нибудь существенном движении туманностей.

Выход труда ученика Энке привлёк внимание коллег. Продолжателями его дела стали астрономы его поколения: Ауверс, Шёнфельд, Фогель.

Во время работы над туманностями астроном стал отцом второй раз. У него родился сын, которого назвали в честь деда – Луи. Он не стал продолжать дело отца, и выбрал себе профессию аптекаря. Ему было отмеряно шестьдесят лет жизни. Детей у него не было. Местом его смерти стал крошечный остров недалеко от берегов Ютландии.

### Киев

Слава трудолюбивого наблюдателя дошла до Российской империи. Отто Струве, сын выходца из Гамбурга и руководителя Пулковской обсерватории пригласил д'Арре работать в нашей стране. Недавно скончался астроном Фёдоров и стала вакантна должность директора Киевской обсерватории. Инструментом для Генриха Луи служил бы девятидюймовый рефрактор, вдвое больше, чем тот, с которым он работал в Лейпциге. Немецкий астроном дал своё согласие.

Когда Отто Струве приехал в Берлин, он встретился там с Францем Энке. Узнав о планах своего ученика покинуть Лейпциг, он удивился. По его мнению, Генрих Луи «был в хорошем положении». Другая его реплика была ещё более неожиданной.

«Я, - сказал Франц, - постоянно сожалею, что приписал фактическое открытие Нептуна исключительно Галле, в то время как главная заслуга открытия принадлежит д'Арре». Позднее признание! С момента открытия прошло десять лет.

Возможно, это сожаление связано с тем, что 65-летний Энке переживал трудный период жизни и был склонен предаваться сожалениям. Первый наблюдатель, Готфрид Галле, уже несколько лет как ушёл из обсерватории. Вскоре у Энке умерли два брата, сестра и сын в расцвете лет.



Рис. 10. Отто Струве

Руководство Лейпцигского университета, узнав о намерении профессора уехать в Россию, сделало встречное предложение: новая обсерватория. Астроном давно хотел перенести наблюдения в другое, более подходящее, по его мнению, место. Но у него не было для этого власти: директором всё ещё оставался его тесть. Старик Мёбиус, которому было уже за шестьдесят, не хотел уступить своего поста. Легко поддавшись уговорам и оставшись в Пруссии, д'Арре сожалел о своём решении.

В Киев поехал ученик Василия Струве Шидловский. Прибыв на место, он был разочарован. Здание, выстроенное всего десять лет назад, нуждалось в капитальном ремонте. Руководство университета, узнав о планах Шидловского, навстречу не пошло. Только с вмешательством Струве удалось сдвинуть вопрос с мёртвой точки. Открылась обсерватория только через пять лет.

### Астроном в круглой башне

В 1857 году, возможно, узнав о трудностях в Лейпциге, ученика Энке пригласили в Копенгаген. Предыдущий директор столичной обсерватории, Олуфсен, умер несколько лет назад в возрасте пятидесяти трёх лет. Его помощника на должность не утвердили.

Обсерватория располагалась в интересном архитектурном сооружении – круглой башне. Спиральная дорога внутри башни позволяла подняться на высоту тридцати метров телеге, запряжённой лошадыми. Расположенная в центре города, башня не была идеальным местом для астрономических наблюдений.

Но важнее для Генриха Луи была реальная возможность построить новое здание и оснастить его мощным телескопом. Также тридцатипятилетний астроном получал должность профессора и оклад не меньший, чем у своего тестя.

Ученик Энке принял решение и переехал в Данию. Его преемником в Лейпциге стал двадцатисемилетний Карл Брунс, другой ученик королевского астронома. Всего через несколько лет он потеснил с руководящего поста сына учителя танцев, Мёбиуса. Со временем, он построил новое здание в Йоханнистале, там, где предполагал его предшественник.



Рис. 11. Круглая башня.

В год переезда из Лейпцига вернулась комета, найденная шесть лет назад. Так на шестой строчке в списке периодических комет появилось имя Генриха Луи д'Арре.

Первые несколько лет после переезда немецкий астроном наблюдал с высоты круглой башни. И уже через несколько недель после приезда он совершил открытие. Острый глаз нашёл на утреннем скандинавском небе комету. При элонгации всего в 36 градусов, комета имела блеск в семь звёздных величин. Спустя месяц после Генриха Луи её нашёл коллекционер телескопов Роберт Ван Арсдейл. Комета, как и первая, открытая в Берлине, двигалась по параболе.

В первое время инструментом д'Арре служил почти такой же рефрактор, как и в Плейсенбурге. Это никак не мешало продолжать наблюдения туманностей.



Рис. 12. Карл Брунс в конце жизни.

Помощником в обсерватории был тридцатилетний Ханс Карл Фредерик Кристиан Шеллеруп. Он работал в круглой башне уже восемь лет и предпочитал телескопу меридианный круг. Астроном вошёл в историю как создатель первого каталога углеродных звёзд и востоковед.



Hans Carl Frederik Christian Schellerup.  
Рис. 13. Ханс Шеллеруп.

Меньше, чем через год после приезда немецкого астронома правительство выделило деньги на строительство здания и закупку инструментов. Основным должен был стать 11-дюймовый рефрактор. Местом строительства – отдалённый холм Эстервольде.

Во время строительства в Копенгаген пришла печальная новость: в Берлине в возрасте семидесяти двух лет умер Клод Луи д'Арре, отец астронома.

Въехать в новое здание астрономы смогли в апреле. Летом установили все инструменты. 1 сентября начались наблюдения. Генрих Луи мог приступить к делу своей жизни с подходящим инструментом. Шидловский в Киеве начал работу только спустя пятнадцать месяцев, имея в своём распоряжении рефрактор на два дюйма меньше.

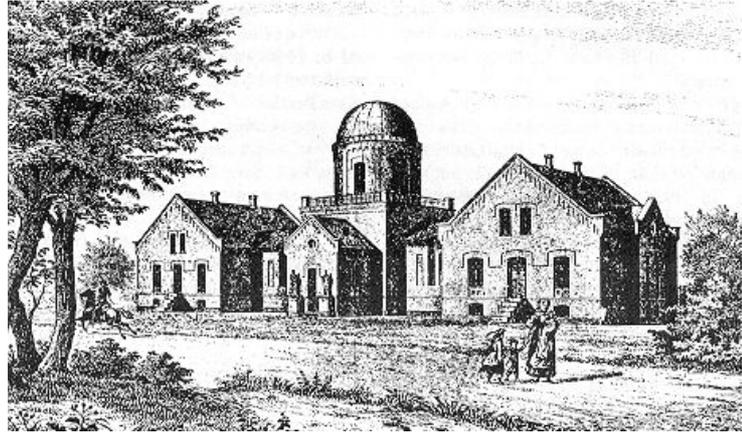


Рис. 14. Копенгагенская обсерватория.

Понять с какой энергией приступил к работе Генрих Луи можно понять, посмотрев его отчёт. С 1 сентября по 9 октября астроном измерил положение 90 объектов, из которых 12 он открыл сам. На каждый объект приходилось несколько измерений и описание. Во время жизни в столице Дании ученик Энке создаст свои лучшие работы.

(конец первой части)

#### Список избранных источников:

1. *Neptune: From grand discovery to a world revealed: Essays on the 200th anniversary of the birth of John Couch Adams.* W Sheehan, TE Bell, C Kennett, R Smith - 2021 – Springer
2. *Wolfgang Steinicke: Observing and cataloguing nebulae and star clusters: From Herschel to Dreyer's New General Catalogue.* Cambridge: Cambridge University Press, 2010, 660pp.
3. *Генеалогическое древо:* <https://www.geni.com/family-tree/canvas/6000000026379698319>
4. Г. Л. Д'Арре и открытие объектов NGC: <http://www.klima-luft.de/steinicke/ngcic/persons/d-arrest.htm>
5. *Dansk biografisk Lexikon / I. Bind. Aaberg - Beaumelle / (1887-1905) Author: Carl Frederik Bricka:* <http://runeberg.org/dbl/1/0370.html>
6. *Комета 6P/d'Arrest в кометологии Кронка:* <http://cometography.com/pcometas/006p.html>
7. Zinner, Ernst, "Arrest, Heinrich Louis d'" in: *Neue Deutsche Biographie 1 (1953), S. 398* : <https://www.deutsche-biographie.de/pnd116353325.html>
8. *Мартин Шнайдер: Генрих Луи д'Аррест* , в: *Saxon biography, ed. Интернет-издание Института истории и фольклора Саксонии* : <http://www.isgv.de/saebi/>

**Павел Тупицын,**  
Любитель астрономии, г. Иркутск

## Почему альbedo небесного тела может быть больше единицы?

В ряде источников термину «альbedo» часто дается единственное и достаточно простое определение как отношение отраженного и рассеянного некоторой поверхностью потока излучения к полному потоку излучения, падающего на эту поверхность. В этом случае, действительно, даже если такая поверхность является «идеально белой» и рассеивает/отражает абсолютно весь падающий на нее поток излучения (что, вообще, является некоторой идеализацией), то альbedo этой поверхности будет в точности равно единице, но точно не сможет превысить эту величину, т.к. нельзя рассеивать больше излучения, чем его вообще падает.

Одновременно с этим многие часто с удивлением обнаруживают, что для спутника Сатурна Энцелада в ряде источников указывается величина т.н. геометрического альbedo, достигающая значения почти 1,4! (более точное значение составляет примерно 1,38)<sup>1</sup>. Почему так получилось? Ответ кроется в самом определении термина «геометрическое альbedo», а также связан с отражательными свойствами поверхности самого Энцелада. Но обо всем по порядку.

В переводе с латинского альbedo дословно переводится как «белизна». В планетной астрофизике это очень важная величина, характеризующая собой способность поверхности несамосветящегося небесного тела (планеты, спутника, астероида и т.д.) отражать и рассеивать падающее на него солнечное излучение. В зависимости от вида решаемых задач и описываемых явлений различают три основных типа альbedo: истинное (ламбертово) альbedo, геометрическое альbedo и сферическое (бондовское) альbedo. Кроме того, тот или иной вид альbedo может определяться как для очень узкого диапазона длин волн или вообще для одной длины волны излучения (монокроматическое альbedo), так и для целого спектрального диапазона (инфракрасное, оптическое альbedo и т.д.). Также альbedo может быть определено для излучения в очень широком диапазоне спектра (интегральное или болометрическое альbedo).

**Истинное (ламбертово) альbedo** по своей сути представляет собой т.н. коэффициент диффузного отражения и определяется отношением потока излучения, рассеянного плоским элементом поверхности тела во всех направлениях, к потоку излучения, падающему на этот элемент. Если излучение падает на такой элемент по нормали, а сам элемент рассматривается таким образом, что луч зрения также перпендикулярен этой поверхности, то такое истинное альbedo носит

название **нормального**. Ламбертово альbedo элемента поверхности абсолютно черного тела равно нулю, а для идеально белой поверхности составит единицу. Для реальных поверхностей значения истинного альbedo будут принадлежать интервалу  $0 < A_{\text{ист}} < 1$ .

**Сферическое альbedo (альbedo Бонда)** представляет собой отношение отраженного и рассеянного всем небесным телом потока солнечного излучения к общему потоку излучения, падающего на это небесное тело от Солнца. Бондовским альbedo определяется т.н. энергетический баланс планет, т.е. состояние равновесия между поступающей от родительской звезды энергией излучения и уходящей от планеты в космическое пространство собственной тепловой радиации. Если планета лишена внутренних источников энергии, а также плотной атмосферы и связанных с ней парниковых эффектов, то величиной сферического альbedo будет непосредственно определяться температура поверхности на этой планете. Как и в случае истинного альbedo, для реальных небесных тел значения альbedo Бонда также будут принадлежать интервалу  $0 < A_{\text{сфер}} < 1$ .

Наконец, рассмотрим, что из себя представляет геометрическое альbedo. Значения именно этой величины для некоторых небесных тел (в частности, для Энцелада) в действительности могут превышать единицу. Почему так случается, мы и попробуем разобраться. Сразу следует отметить, что определение геометрического альbedo несколько более сложное, чем, например, определения истинного или сферического альbedo.

**Геометрическое альbedo** – это отношение блеска небесного тела (планеты, астероида), наблюдаемого в полной фазе, к блеску абсолютно белого плоского ламбертовского экрана, помещенного в пространстве на том же месте, имеющего такой же размер, что и поперечное сечение наблюдаемого небесного тела, а также ориентированного перпендикулярно лучу зрения наблюдателя.

Для лучшего понимания данного определения здесь необходимо сделать несколько важных пояснений. Во-первых, данное определение работает для вполне конкретного взаиморасположения в пространстве источника излучения (Солнца), наблюдателя (Земли) и наблюдаемого небесного тела (или мысленно помещаемого на его место ламбертовского экрана), когда все они располагаются на одной прямой, причем источник излучения и наблюдатель находятся по одну сторону от рассматриваемого небесного объекта. Таким образом, со стороны этого тела Солнце и Земля будут видны в одном направлении. В действительности подобная ситуация может реализоваться лишь в том случае, когда

<sup>1</sup> для излучения в интервале длин волн, соответствующем примерно середине оптического диапазона спектра.

наблюдаемая планета или астероид находятся, например, в противостоянии с Землей и одновременно с этим располагаются в плоскости эклиптики. Иными словами, противостояние планеты (астероида) должно совпасть по времени с ее расположением в одном из узлов орбиты этой планеты (т.к. реальные траектории небесных тел всегда обладают определенным наклоном к плоскости эклиптики). Фазовый угол планеты (астероида) в этот момент времени, соответственно, будет равен нулю ( $\psi=0^\circ$ ).

Во-вторых, здесь необходимо пояснить, что такое абсолютно белый ламбертовский экран. Это физическая абстракция, описывающая собой некоторую плоскую поверхность, равномерно рассеивающую во всех направлениях все падающее на нее излучение. Поверхности, рассеивающие свойства которых не зависят от направления, также еще называют *ортотропными*.

В-третьих, равенством размера ламбертовского экрана поперечному сечению наблюдаемого небесного тела обеспечивается равенство падающих потоков излучения от Солнца на небесное тело и на такой экран.

Иногда в определении геометрического альbedo между собой сравниваются не блеск объекта и ламбертовского экрана, а яркости их поверхностей. Следует отметить, что оба эти определения по своей сути абсолютно эквиваленты друг другу. Действительно, в основах астрофизики выводится весьма простая и одновременно с этим замечательная формула, связывающая между собой эти величины. Если  $E$  – блеск небесного объекта,  $B$  – средняя яркость его поверхности, а  $\omega$  – телесный угол, под которым наблюдается этот объект, то будет справедливым выражение:

$$E=B \cdot \omega$$

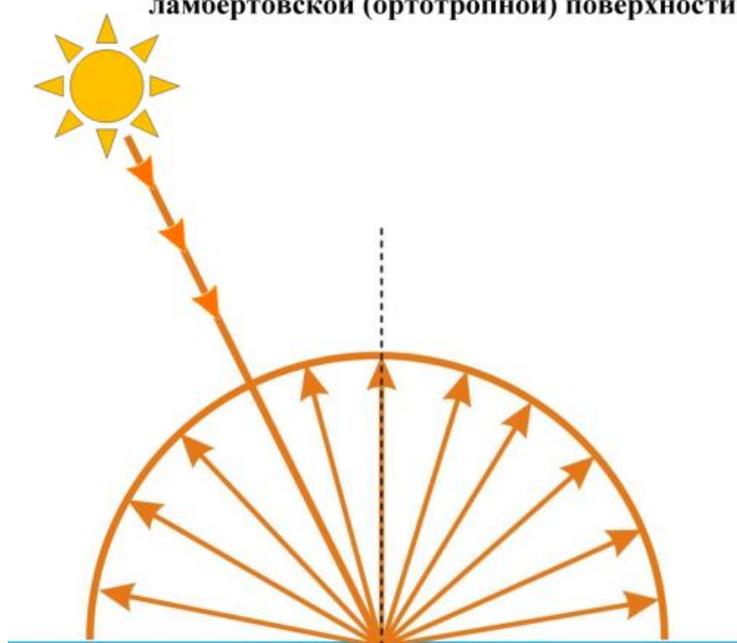
Т.к. размеры ламбертовского экрана берутся равными поперечному сечению небесного тела, то и экран, и объект видны под одним и тем же телесным углом ( $\omega_1=\omega_2$ ). В этом случае отношение блеска объекта и экрана будет равно отношению яркостей их поверхностей, а оба определения оказываются эквивалентными.

Итак, и на тело, и на ламбертовский экран падает один и тот же поток излучения от Солнца. Весь же секрет заключается в том, что объект и экран совершенно по-разному «распоряжаются» этим потоком. Абсолютно белый ламбертовский экран, с одной стороны, ничего не поглощает и полностью «возвращает» в окружающее пространство весь падающий на него поток света, а с другой, равномерно рассеивает этот поток на всю полусферу неба в пределах телесного угла  $2\pi$ . Реальное небесное тело, естественно, поглощает часть падающего на него потока солнечного излучения. Кроме того, освещенным полушарием планеты свет рассеивается в пределах гораздо большего телесного угла, достигающего почти  $4\pi$ , т.к. шаровые слои поверхности планеты, непосредственно прилегающие к терминатору, отчасти рассеивают излучение даже в направлениях, почти совпадающих с направлением «от источника». Одновременно с этими факторами поток света может рассеиваться небесным телом преимущественно в сторону источника излучения, а,

следовательно, и в сторону наблюдателя. Именно за счет превалирования обратного рассеяния (на физике чего мы еще далее остановимся) наблюдатель в единицу времени будет фиксировать больше отраженных квантов от объекта, чем от ламбертовского экрана и, как результат, блеск первого окажется больше блеска второго, а геометрическое альbedo такого небесного тела будет превышать единицу. Можно сказать, что геометрическое альbedo показывает, насколько эффективно небесное тело рассеивает падающий на него свет обратно в сторону источника излучения по сравнению с идеально белым ламбертовским экраном, принимаемым за некую эталонную плоскость. В итоге, если геометрическое альbedo объекта превышает единицу, то это означает, что в рамках вышеобозначенных условий его блеск больше блеска абсолютно белого ламбертовского экрана.

Можно сформулировать два основных условия, которым должно удовлетворять небесное тело, чтобы оно могло обладать геометрическим альbedo, превышающим единицу. Во-первых, оно само по себе должно быть достаточно «светлым», т.е. отражать основную долю падающего на него потока солнечного света. Иными словами, сферическое альbedo такого объекта должно быть достаточно высоким (например, сферическое альbedo Энцелада достигает почти единицы). И, во-вторых, поверхностный слой небесного тела должен обладать такими физическими свойствами, чтобы обеспечивать рассеяние падающего на него света преимущественно назад – в сторону источника излучения. Этим двум условиям удовлетворяет Энцелад, а также, например, другой спутник Сатурна – Тетия ( $A_{\text{геом}} \approx 1,2$ ).

**Рис.1. Индикатриса рассеяния для ламбертовской (ортотропной) поверхности**



Весьма высоким сферическим альbedo ( $A_{\text{сфер}} \approx 0,77$ ) обладает Венера, плотные облака которой прекрасно отражает солнечный свет. Одновременно с этим ее геометрическое альbedo не

дотягивает даже до 0,7. Это связано с тем, что аэрозольные частицы облачного покрова Венеры рассеивают свет Солнца практически изотропно, т.е. без какого-либо выделенного предпочтительного направления, т.е. здесь не выполняется второе условие.

В случае Луны, наоборот, не выполняется первое условие. Рыхлый лунный реголит достаточно хорошо отбрасывает свет обратно в сторону источника излучения, но сама по себе Луна является достаточно «темным» небесным телом (сферическое альbedo нашего спутника всего 0,07). Другими словами, большинство падающих фотонов поглощается лунной поверхностью, но из тех квантов, которые все-таки ею отразились, заметная доля возвращается в обратном направлении. Если бы Луна при этом также хорошо отражала солнечный свет, как Энцелад, то геометрическое альbedo нашего спутника также вполне могло бы превышать единицу (в реальности оно составляет  $A_{\text{геом}}=0,12$ ). Свойством лунного реголита хорошо рассеивать излучение обратно в сторону источника отчасти объясняется тот факт, что блеск нашего спутника в период полнолуния заметно больше ее блеска в других фазах, например, во время первой или последней четверти. Звездная величина полной Луны, как известно, равна  $-12,7^m$ , а ее звездная величина в фазе четверти составляет около  $-10^m$ . Как не трудно посчитать (например, при помощи формулы Погсона), блеск нашего спутника в полнолунии превышает его блеск в фазе четверти примерно в 12 раз, хотя видимые площади лунного диска, освещенные прямыми солнечными лучами, отличаются всего лишь в два раза. Другой причиной, объясняющей подобное различие в блеске, является то, что с убыванием фазы Луны на ее видимой поверхности возникает и начинает расти множество теней, образуемых разными неровностями лунного рельефа. Эти неровности имеют различный масштаб: от больших гор, холмов, кратеров и впадин до небольших углублений и камушков, также отбрасывающих на поверхности нашего спутника свои тени. Данный эффект еще носит название «*скрытых теней*».

Для описания характера рассеяния света некоторой поверхностью часто бывает удобно пользоваться таким понятием, как *индикатриса рассеяния*, которая представляет собой специальную функцию, описывающую угловое распределение интенсивности рассеянного излучения. Графически индикатриса рассеяния обычно представляется в виде особой полярной диаграммы, полюс которой совмещается с элементом рассеивающей поверхности, а векторы, исходящие из этого полюса, показывают пространственные направления, в которых происходит рассеяние излучения этим элементом поверхности. При этом, чем больше интенсивность рассеянного излучения в каком-то определенном направлении, тем вектором большей длины обозначается на такой диаграмме данное направление. Огибающая концов всех векторов такой диаграммы будет напоминать собой некий «лепесток» наподобие тех, что имеют место в диаграммах направленности радиоантенн (в т.ч. радиотелескопов) или радиолокаторов, и такая аналогия не случайна. Действительно, диаграммой

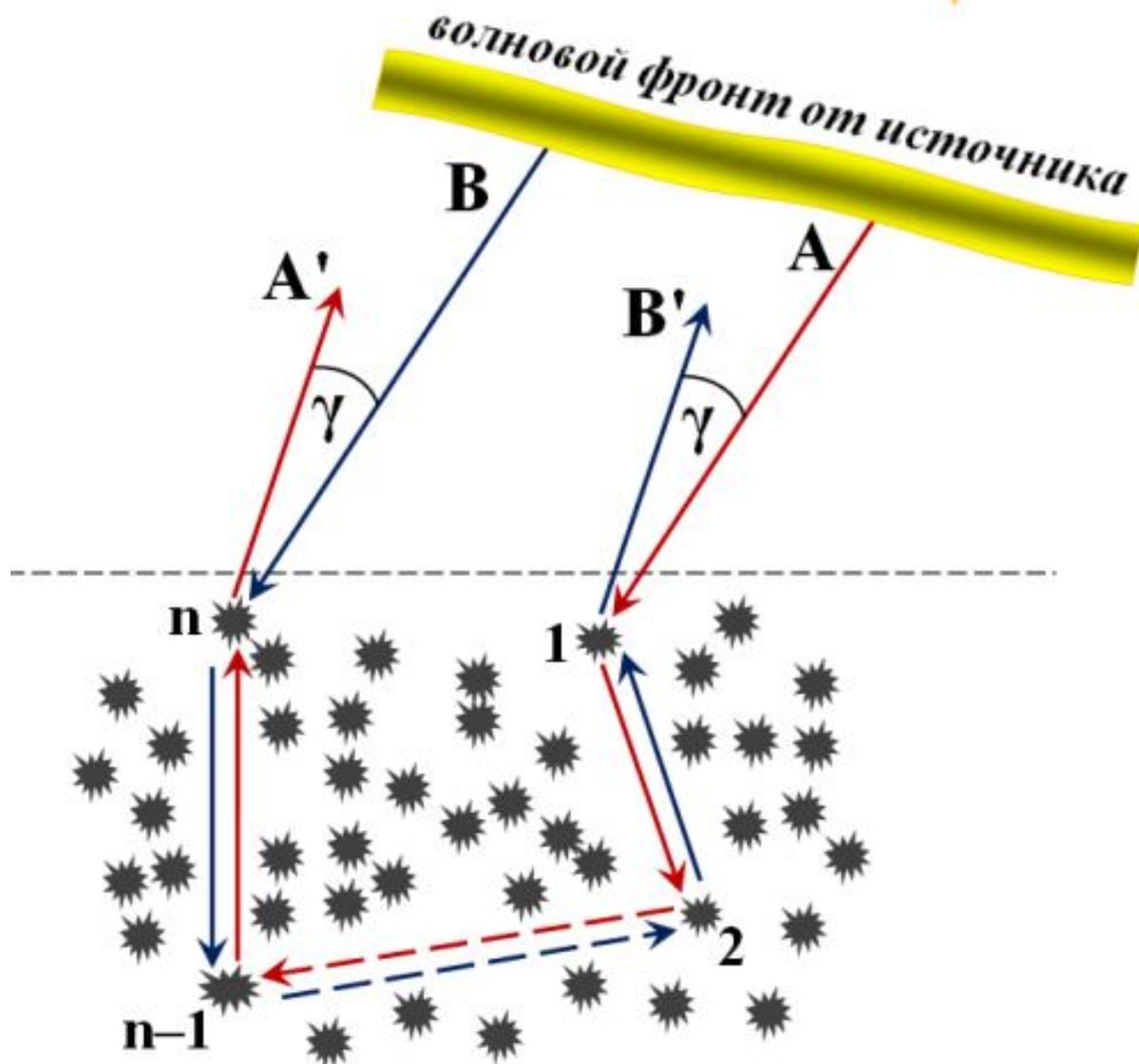
направленности радара характеризуется его способность эффективно излучать импульсы в некотором диапазоне направлений, а индикатрисой рассеяния описывается эффективность отражения некоторой поверхностью излучения для различных направлений. Для ламбертовской плоскости, обладающей ортотропными свойствами, индикатриса рассеяния будет представлять собой просто полукруг (рис.1), либо полусферу в случае трехмерного представления данной диаграммы.



**Рис.2. Индикатриса рассеяния для поверхности, рассеивающей свет преимущественно обратно в сторону источника излучения**

На индикатрисе рассеяния поверхностей, подобных поверхностям Энцелада или Луны, напротив, будет выделяться достаточно узкий и длинный «лепесток», ориентированный в сторону источника излучения (рис.2).

Рассеивать свет преимущественно обратно (в сторону источника излучения) могут поверхности безатмосферных небесных тел, сложенные рыхлым мелкоизмельченным реголитом за счет особого механизма, называемого *механизмом когерентного обратного рассеяния*. Сущность данного механизма заключается в резком увеличении интенсивности излучения, рассеиваемого в очень неоднородной среде, в пределах крайне малого телесного угла, ориентированного в сторону источника света. В подобной среде должно присутствовать множество центров рассеяния, размеры которых сравнимы с длиной волны рассматриваемого излучения, а расстояния между такими центрами превышают длину волны этого излучения. В нашем случае такой средой является тонкий слой поверхностного реголита на небесном теле. До попадания в рассеивающую среду плоский волновой фронт от источника излучения является когерентным. Распределение центров рассеяния носит хаотический (случайный) порядок, и в результате многократных актов рассеяния излучение становится некогерентным. Одновременно с этим для каждого кванта излучения, проходящего через строго определенные рассеивающие частицы, найдется другой квант, который пройдет через эти же частицы, но только в обратном (противоположном) направлении (рис.3).



*Рис.3. A и B – два луча волнового фронта от источника излучения, рассеивающиеся на одних и тех же частицах (1, 2, ..., n-1 и n) реголита поверхности небесного тела, но проходящие через эти центры рассеяния во взаимнообратных направлениях. Направление рассеянного излучения (лучи A' и B') практически совпадает с направлением на источник (угол  $\gamma$  – очень малый,  $\gamma \approx 0^\circ$ ).*

В итоге для таких фотонов оптические пути и суммарный сдвиг фаз окажутся строго одинаковыми. Как результат, на выходе из рассеивающей среды эти кванты излучения окажутся когерентными и дадут картину конструктивной интерференции, причем именно для направления, примерно совпадающего с направлением на источник излучения. Для всех остальных направлений оптические пути отдельных фотонов в рассеивающей среде окажутся

совершенно различными, в результате чего эти кванты на выходе уже не будут когерентными, а устойчивой картины конструктивной интерференции не возникнет.

Суммарным действием механизма обратного когерентного рассеяния и явлением «скрытых теней» обуславливается т.н. **опозиционный эффект** (или **эффект Зелигера**), заключающийся в резком увеличении блеска некоторых безатмосферных небесных тел (например, астероидов) вблизи их противостояния, когда фазовый угол этих объектов оказывается очень близким к нулю (или вообще становится равным ему). Опозиционный эффект имеет место и у Луны, когда она находится в фазе полнолуния, о чем уже упоминалось выше.

**Антон Горшков,**

заведующий обсерваторией Костромского областного планетария; ведущий инженер международной астрономической обсерватории «пик Терскол»

## История астрономии второго десятилетия 21 века



**2015г 17 февраля сайт AstroNews сообщает, что загадочные атмосферные образования, напоминающие струи фонтана на Марсе и вздымающиеся высоко над поверхностью Красной планеты, привели в недоумение ученых, изучающих марсианскую атмосферу.**

В марте и апреле 2012 г. от астрономов-любителей поступили два независимых сообщения о наблюдениях развившихся на планете и отчетливо различных образований в форме струй.

Эти «струи» поднимались над поверхностью Марса на высоту порядка 250 километров над одной и той же областью поверхности Красной планеты в обоих случаях. Для сравнения, подобные образования, наблюдаемые в прошлом, не достигали в высоту даже отметки в 100 километров.

«На высоте 250 километров над поверхностью планеты граница раздела между атмосферой и космосом очень тонкая, поэтому сообщение о наблюдениях струй, достигающих такой высоты, вызвало у нас замешательство», — говорит главный автор нового исследования Агустин Санчес-Лавега из Университета Страны Басков, Испания.

Эти образования развились менее чем за 10 часов, охватывали территорию площадью порядка 500000 квадратных километров и оставались видимыми в течение примерно 10 дней, при этом каждый день изменяя свою структуру.

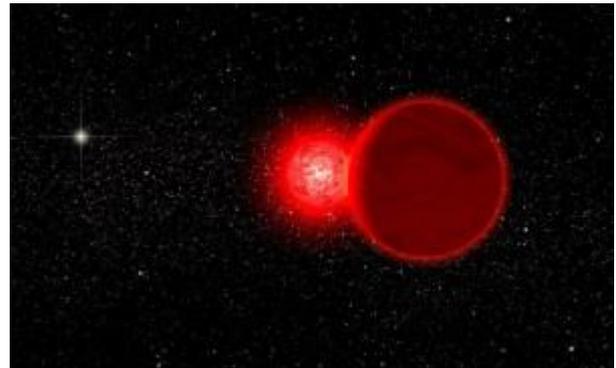
В настоящее время ученые пытаются установить природу этих «струй» и тщательно анализируют

фотоснимки, сделанные астрономами-любителями, а также один архивный снимок, сделанный телескопом «Хаббл», на котором также была замечена своего рода «струя», хотя и значительно меньшего размера.

«Одна из идей, которые мы обсуждали, состоит в том, что эти образования могли представлять собой облака из мелких частиц водяного или углекислотного льда или пыли, имеющие высокую отражательную способность. Однако рассмотрение этой гипотезы предполагало бы значительное отклонение от используемых в настоящее время моделей атмосферной циркуляции Марса, не допускающих формирования облаков на столь больших высотах», — говорит Агустин.

Альтернативное объяснение заключается в том, что «струи» могут быть ни чем иным, как марсианскими полярными сияниями, и эта версия также рассматривается в настоящее время исследователями в качестве рабочей гипотезы.

Исследование опубликовано в свежем номере журнала Nature.



**2015г 18 февраля сайт AstroNews сообщает, что международная группа астрономов из США, Европы, Чили и Южной Африки, в которую входит российский ученый Алексей Князев из Государственного астрономического института имени Штернберга, определила, что 70000 лет назад открытая в 2013 году тусклая звезда со спутником, по всей вероятности, прошла сквозь наполненное кометами далекое облако Оорта, окружающее Солнечную систему. Ни одна прежде известная астрономам звезда не подходила к Солнечной системе настолько близко — на расстояние в пять раз меньшее, чем расстояние до ближайшей к нам звезды, Проксимы Центавра.**

В новой научной работе главный автор Эрик Мамаджек из Рочестерского университета и его коллеги изучили скорость и траекторию звездной системы небольшой массы, называемой «звездой Шольца».

Траектория звезды Шольца указывает на то, что 70000 лет назад звезда прошла на расстоянии в

52000 а.е. (или примерно 0,8 светового года, или 8 триллионов километров) от Солнечной системы. По астрономическим меркам это довольно небольшое расстояние — ближайшая к нашей Солнечной системе звезда Проксима Центавра располагается на расстоянии 4,2 светового года от неё. В своей работе астрономы отмечают, что с вероятностью 98 % звезда в свое время прошла сквозь так называемое «внешнее облако Оорта» — область, расположенную вокруг Солнечной системы на довольно большом расстоянии от неё и наполненную триллионами комет с диаметрами свыше одного километра. Облако Оорта считается источником долгопериодических комет, попадающих в Солнечную систему в тех случаях, когда какой-либо космический объект искажает их исходные орбиты.

Поначалу звезда Шольца привлекла внимание исследователей тем, что, находясь на сравнительно небольшом расстоянии от Земли (менее 20 световых лет в настоящее время), она имела очень низкую тангенциальную составляющую скорости, то есть двигалась по ночному небу очень медленно. Измерения же радиальной скорости звезды показали, что она удаляется от Солнечной системы с довольно значительной скоростью. Такая комбинация свойств заинтересовала ученых, и они произвели специальные наблюдения звезды с использованием спектрографов крупных телескопов: Южноафриканского большого телескопа и Телескопа Магеллана, расположенного в обсерватории Лас-Кампанас, Чили. Эти наблюдения позволили астрономам определить основные спектральные параметры звезды, рассчитать её траекторию и скорость.

Звезда Шольца, номенклатурное название которой WISE J072003.20-084651.2, названа в честь своего первооткрывателя — астронома Ральфа-Дитера Шольца из Потсдамского астрофизического института в Германии. Ученый сообщил об открытии звезды в 2013 году. Звезда Шольца является красным карликом частью двойной звездной системы массой в 0,08 (8 %) массы Солнца, а ее спутник — коричневый карлик с массой в 0,06 (6 %) массы Солнца. В настоящее время звезда Шольца находится в созвездии Единорога.

Исследование появилось в журнале *The Astrophysical Journal*.



2015г 19 февраля сайт *AstroNews* сообщает, что у каждой массивной галактики в центре имеется черная дыра (ЧД), и чем тяжелее

галактика, тем больше её чёрная дыра. Но почему возникает связь между двумя этими массами? В конце концов, ЧД в миллионы раз меньше, чем её родительская галактика, как по размерам, так и по массе.

В новом исследовании астрономы изучили большое число эллиптических галактик и показали, что невидимая темная материя некоторым образом влияет на рост центральной ЧД галактики.

«Похоже, что между количеством темной материи, содержащейся в галактике, и размером её центральной ЧД имеется какая-то таинственная связь, несмотря на то, что эти величины описывают материю на совершенно разных космических масштабах», — говорит главный автор нового исследования Акос Богдан из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра, США.

Это новое исследование ставит целью разрешить неоднозначность, существующую в этой научной области. В результате предыдущих наблюдений учеными было установлено соотношение между массой центральной ЧД и суммарной массой всех звезд в эллиптических галактиках. Однако более недавние исследования указывают на строгую корреляцию между массами центральных ЧД и состоящих из темной материи гало эллиптических галактик. До сих пор ученым не было ясно, какое из этих двух соотношений имеет решающее значение.

Изучив свыше 3000 эллиптических галактик, Богдан и его коллега Анди Гудлинг из Принстонского университета пришли к выводу, что в таких галактиках зависимость между массой гало, состоящего из темной материи, и массой центральной черной дыры выражена более явно, чем зависимость между суммарной массой всех звезд галактики и массой центральной ЧД.

Эта зависимость может быть связана с особенностями формирования эллиптических галактик, говорят ученые. Эллиптическая галактика формируется в результате слияния меньших по размерам галактик, при этом звезды и темная материя исходных галактик перемешиваются между собой. Так как масса темной материи в галактиках существенно превосходит массу нормальной материи, то темная материя «сжимает» вновь образовавшуюся галактику, управляя, таким образом, ростом её центральной ЧД.

Исследование появилось в журнале *The Astrophysical Journal*.

2015г 19 февраля Лента.РУ пишет, что биолог из Нью-Йорка Майкл Рампино связал массовые вымирания организмов на Земле и природные катаклизмы с влиянием темной материи на планету. Результаты своих исследований автор изложил в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Рампино посчитал, что массовые вымирания организмов на Земле происходят с периодичностью в 26-30 миллионов лет. Примерно с такой же цикличностью (26-36 миллионов лет) на планете появляются ударные кратеры. Эти события биолог связал с вертикальными колебаниями положения Солнца в галактическом диске каждые 30-42 миллионов лет.

Светило удалено от центра Млечного пути на 26 тысяч световых лет и вращается вокруг него с периодом в 250 миллионов лет. Однако такое вращение происходит не в одной плоскости, а по волнообразной траектории с периодом около 30 миллионов лет.



По мнению исследователя, темная материя и приливные силы в диске могли вызвать возмущения в облаке Оорта на окраине Солнечной системы. Это облако содержит множество комет и другой протопланетной материи, а его возмущение могло привести к активации кометных ливней и обрушению на Землю потока комет, а также астероидов из пояса между орбитами Марса и Юпитера.

В галактическом диске Млечного Пути содержится основная масса звезд Галактики. Там же имеются регионы, где, предположительно, сосредоточена темная материя. Именно с прохождением светил этих областей биолог и связывает катаклизмы на Земле.

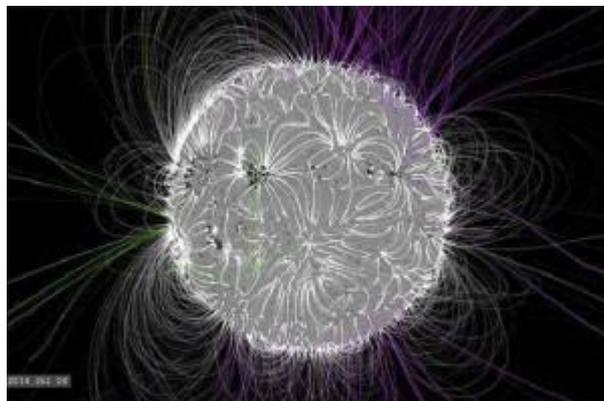
Рампино отмечает, что прохождение Земли через сгустки темной материи, которая может состоять из вимпов (гипотетических слабовзаимодействующих массивных частиц), может привести к нагреву ядра планеты из-за энергии, которая выделяется при взаимодействии в нем таких частиц.

34 миллиона лет назад было эоцен-олигоценое вымирание, а 65 миллионов лет назад вымерли динозавры. Как отмечает биолог, цикличность геологических процессов хорошо коррелирует с миграцией Солнца в галактическом диске. По мнению Рампино, вероятно, геофизикам имеет смысл использовать это для прогнозирования изменений на Земле.

**2015г 20 февраля сайт AstroNews сообщает, что магнитное поле, покрывающее поверхность Солнца, определяет значительную часть физических явлений, связанных с этой поверхностью, таких как 11-летний цикл активности, солнечные пятна и солнечные бури. Однако все эти явления связаны с активными зонами звезды, а в новом исследовании ученые взглянули на другую составляющую магнитного поля Солнца — так называемую «магнитную сеть», охватывающую всю поверхность нашего светила и передающую через себя более мощный магнитный поток, чем все активные зоны нашей звезды вместе взятые. Исследователи из**

**Астрофизического института Андалусии (IAA-CSIC) в новой научной работе выявили источник магнитных потоков, питающих эту сеть.**

Контур магнитной сети Солнца совпадают с границами так называемых «супергранул», структур, существование которых связывают с потоками раскаленного газа, поднимающегося на поверхность светила (подобно тому, как пузыри воздуха поднимаются вверх при кипении жидкости) и образующего структуры диаметром порядка 20000 километров.



«Мы обнаружили, что внутри этих супергранул в образовании, называемом «интрасетью», лежат небольшие магнитные элементы, которые движутся к внешним границам супергранулы и взаимодействуют с магнитной сетью», — говорит Милан Госик, руководитель исследовательской группы из IAA.

Наблюдение этих слабо изученных на сегодняшний день магнитных элементов само по себе представляет серьезный научный интерес, однако ученые пошли дальше и рассчитали вклад этих элементов в магнитное поле Солнца. Расчеты показали удивительную картину: оказалось, что эти небольшие магнитные элементы способны генерировать и передавать в течение менее чем 14 часов магнитный поток, эквивалентный суммарному магнитному потоку всей магнитной сети Солнца. «Принимая во внимание тот факт, что лишь примерно 40 % от этого потока достигает границ магнитной сети, мы нашли, что интрасеть способна восполнить весь поток линий индукции магнитной сети всего за 24 часа», сказал Луи Бэлло, член исследовательской группы.

Статья была опубликована в журнале The Astrophysical Journal.

**2015г 21 февраля сайт AstroNews сообщает, что гигантская черная дыра (ЧД) извергла из себя пузырь космического ветра, столь мощного, что он способен изменить судьбу целой галактики, согласно новым наблюдениям.**

Исследователи НАСА, используя два рентгеновских телескопа, обнаружили космический ветер, дующий от сверхмассивной ЧД, расположенной в центре галактики PDS 456, расположенной на расстоянии более 2 миллиардов световых лет от Земли. Астрономы прежде уже наблюдали такие ветра, однако авторы нового исследования утверждают, что впервые наблюдают потоки космического ветра, который дует почти

равномерно во все стороны от центра, формируя таким образом сферическую поверхность.

Этот мощный ветер существенно повлияет на дальнейшую судьбу материнской галактики: он замедлит движение материи по спирали в сторону ЧД, а также снизит скорость образования звезд в остальной части галактики, говорят исследователи. Кроме того, ученые делают предположение, что такие мощные космические ветра играют важную роль в эволюции галактик — они могут отвечать за превращение галактик из ярких, молодых «подростков» в спокойные галактики «среднего возраста».



Используя космические телескопы Nuclear Spectroscopic Telescope Array (NuSTAR) НАСА и XMM-Newton (ЕКА) авторы нового исследования во главе с Эммануэлем Нардини из Килского университета, Англия, запечатлели галактику PDS 456 пять раз, начиная с 2013 года. Анализ полученных данных показал наличие в галактике мощных звездных ветров, которые, как предполагают исследователи, могут, с одной стороны, воспрепятствовать дальнейшему «приему пищи» черной дырой, а с другой стороны, разрежение аккреционного диска ЧД, из которого будут «сдуть» почти весь газ и вся пыль, значительно снизит скорость звездообразования в галактике.

По словам ученых, исследование, опубликованное в журнале Science, демонстрирует интересную особенность поведения черных дыр — ранее считалось, что выбросы черной дыры выглядят как узкие пучки газа, а не как сфера. По оценкам NASA, в галактике PDS 456 дуют ветры, которые каждую секунду несут больше энергии, чем излучают более триллиона солнц.

В 2019 году используя большой миллиметровый/субмиллиметровый массив Атакамы (ALMA) в Чили, группа астрономов во главе с Мануэлой Бишетти из Римской обсерватории (Италия), проведя наблюдения 1 мм континуума и линии излучения CO(3-2) в PDS 456 обнаружили общегалактический молекулярный отток — нескольких голубых смещенных сгустков, простирающихся примерно на 16 000 световых лет от ядра, что выявило наличие большого молекулярного оттока в этом квазаре в масштабах всей галактики. Этот отток общей массой около 250 миллионов солнечных масс и массового оттока около 290 солнечных масс в год оказался удивительно слабым для такого светящегося квазара, как PDS 456, в котором был обнаружен

один из самых быстрых и энергичных сверхбыстрых оттоков.

Кроме того, исследователи подсчитали, что время истощения молекулярного газа в PDS 456 находится на уровне примерно 8 миллионов лет, что примерно в четыре-10 раз меньше скорости, с которой молекулярный газ превращается в звезды и примерно в два раза меньше, чем для активных ядер галактик при более низких болометрических светимостях.



**2015г 22 февраля сайт AstroNews сообщает, что в своем новом исследовании профессор кафедры биологии Нью-Йоркского университета Майкл Рампино приходит к выводу, что медленное движение Земли вокруг центра Галактики, а также движение вверх и вниз от плоскости галактического диска могут оказывать непосредственное и весьма значительное влияние на геологические и биологические явления, происходящие на Земле. Автор работы говорит, что движение сквозь массы темной материи может изменять формы орбит комет, а также приводить к дополнительному нагреву ядра Земли — и оба этих типа воздействия могли стать причинами массового вымирания биологических видов на нашей планете.**

Галактический диск представляет собой область нашей Галактики (Млечный Путь), в котором находится Солнечная система. Этот диск заполнен звездами и облаками из газа и пыли, а кроме того, в нем имеются массы неуловимой темной материи, состоящей из небольших субатомных частиц, которые могут быть обнаружены лишь по их гравитационным эффектам.

Проведенные ранее исследования показали, что Земля обращается вокруг центра нашей галактики с периодом примерно в 250 миллионов лет. Однако галактическая орбита нашей Солнечной системы не плоская, а волнистая, поэтому Солнце и планеты периодически оказываются то с одной, то с другой стороны галактического диска, проходя сквозь него каждые 30 миллионов лет. Анализируя траекторию галактического движения Солнечной системы, Рампино обнаружил связь между этим движением и массовыми вымираниями биологических видов на планете.

Отвечая на вопрос о причинах такой связи, Рампино говорит, что при прохождении нашей планетной системы сквозь плоскость галактического диска концентрирующиеся в нем массы темной материи искажают траектории комет, обычно движущихся по своим орбитам вдали от Земли, во внешней части Солнечной системы. Это приводит к увеличению вероятности столкновения комет с нашей планетой — а ведь именно такое столкновение, как считают ученые, могло привести к исчезновению динозавров с лица нашей планеты 65 миллионов лет назад.

Но, что представляется ещё более удивительным, Рампино считает, что темная материя способна накапливаться в ядре Земли, и накопленные частицы темной материи в дальнейшем могут взаимодействовать друг с другом и аннигилировать, выделяя тепло. Это приводит к усилению вулканической деятельности и другим формам геологической активности нашей планеты, опять же, с периодом примерно в 30 миллионов лет. Такие изменения также оказываются губительными для живых форм на Земле, указывает Рампино.

Исследование было опубликовано в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.



**2015г 26 февраля Лента.РУ сообщает, что китайские астрономы использующие относительно маломощный 2,4-метровый Лицзянский наземный телескоп, обнаружили самый яркий квазар ранней Вселенной, включающий самую массивную из известных на настоящее время черных дыр (ЧД).**

Международная команда астрономов, возглавляемая исследователями из Пекинского университета (Китай) и Аризонского университета (США) сообщила о своих находках 26 февраля в журнале *Nature*.

Открытие этого квазара, получившего обозначение SDSS J0100+2802, ознаменовало важную веху в понимании эволюции квазаров — самых высокоэнергетических объектов Вселенной — начиная с эпохи их активного формирования, ещё продолжавшейся через 900 миллионов лет после Большого Взрыва, который, как считается, произошел 13,7 миллиарда лет назад. Этот квазар, в центре которого лежит центральная ЧД массой в 12 миллиардов солнечных масс и светимостью, эквивалентной светимости 420 триллионов Солнц, удален от Земли на расстояние в 12,8 миллиарда световых лет.

Датировка этого квазара совпадает с окончанием важного космического события, которое астрономы называют эпоха реионизации — космического «рассвета», вызванного появлением ранних поколений галактик и квазаров, которые, как считается, положили конец космической «темными веками» и придали Вселенной тот вид, в котором мы её наблюдаем и сегодня.

Открытые в 1963 году, квазары являются самыми высокоэнергетическими объектами за пределами нашей галактики Млечный путь, испускающими огромные количества энергии, по мере того как расположенная в их центре ЧД поглощает окружающую её материю. Благодаря новому поколению цифровых обзоров неба, астрономы на сегодняшний день обнаружили более чем 200000 квазаров, возраст которых доходит до 13,1 миллиарда световых лет.

Квазар SDSS J0100+2802 изначально был открыт при помощи 2,4-метрового Лицзянского телескопе, расположенного в китайской провинции Юньнань, Фейгэ Вангом, докторантом из Пекинского университета, работающего под руководством профессора Ксу-Бин Ву, главного автора исследования. После этого расстояние до квазара и массу черной дыры определили «тяжеловесы»: Большой Бинокулярный Телескоп (8,4 метра Large Binocular Telescope, или LBT, расположенного на горе Грэхэм) и Многозеркальный телескоп (6,5 метра Multiple Mirror Telescope, расположенным на горе Хопкинс) в штате Аризона. Результаты исследования прошли проверку также на Магеллановом телескопе (Чили) и обсерватории Джемини (Гавайи).

Подробнее в Лента.РУ статья Владимира Покровского "Мы увидели младенца огромных размеров..."



**2015г 27 февраля сайт AstroNews сообщает, что команда исследователей под руководством Шуро Такано из Национальной астрономической обсерватории Японии (НАОЯ) и Таку Накажима из Нагойского университета при помощи радиотелескопа Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) открыли в**

галактике NGC 1068 (M77, Мессье 77), области космического пространства, в которых органические молекулы таинственным образом способны переносить высокоэнергетическое излучение, идущее со стороны сверхмассивной черной дыры (ЧД), лежащей в центре галактики. Спиральная галактика M77 расположена на расстоянии 60 миллионов световых лет от нас в созвездии Кита.

Считается, что сложные углеродсодержащие молекулы легко разлагаются под действием жестких рентгеновских и ультрафиолетовых лучей, пронизывающих космическое пространство в окрестностях сверхмассивных ЧД. Однако новые научные данные, полученные при помощи радиотелескопа ALMA, свидетельствуют о том, что даже в этих активных областях существуют довольно спокойные регионы, где, защищенные от жесткого излучения, находятся молекулы органических веществ.

Астрономы уже давно изучают спектры молекул вещества, окружающего сверхмассивные ЧД, причем изучению подвергаются как молекулы так называемого «околоядерного диска» ЧД — кольца из газа и пыли, в котором материя падает по спирали на ЧД — так и молекулы близлежащих областей с высокой звездообразовательной активностью. Изучение этих областей имеет большое значение для понимания эволюции галактик.

Известно, что в центре этой галактики лежит активная сверхмассивная ЧД, а значит, вокруг ЧД имеется довольно обширный околоядерный диск. Этот диск, в свою очередь, окружен звездообразовательной областью в форме кольца диаметром около 3500 световых лет. Используя 45-метровый радиотелескоп в обсерватории Нобейма НАОЯ, они изучила радиодиапазон различных молекулярных излучений в этой галактике и продолжили свои исследования на телескопе ALMA с целью обнаружения различий в химическом составе между областями.

К своему удивлению, астрономы в ходе исследования обнаружили в звездообразовательном облаке молекулы монооксида углерода, а в околоядерном диске — сложные органические молекулы, такие как цианоацетилен и ацетонитрил. Впрочем, такие органические молекулы как моносульфид углерода и метанол оказались распределены как в околоядерном диске галактики, так и в торообразном звездообразовательном облаке. Такое распределение на первый взгляд кажется противоречащим здравому смыслу, поскольку в более близком к ЧД околоядерном диске должны поддерживаться очень жесткие условия, и наличие там сложных органических молекул кажется маловероятным. Однако более подробное исследование наблюдаемого явления показало ученым, что пыль и газ околоядерного диска могут закрывать собой некоторые его области, формируя своего рода «карманы», где укрываются от жесткого излучения органические молекулы, в то время как в звездообразовательных областях с пониженной плотностью пыли и газа органические молекулы остаются незащищенными и легко разрушаются под действием высокоэнергетических лучей. Таким образом в то время как моно оксид углерода

распределен, главным образом, в кольце звездообразования, другие пять типов молекул, включая сложные органические молекулы, такие как цианоацетилен, ацетонитрил сконцентрированы в околоядерном диске. Вместе с тем, сероуглерод и метанол равномерно распределены в обеих областях.

Исследование было опубликовано в журнале Publications of the Astronomical Society of Japan.

А 9 апреля 2015 года Лента.РУ сообщает, что впервые в истории космических наблюдений астрономы при помощи радиотелескопа Atacama Large Millimeter Array (ALMA) обнаружили присутствие сложных органических молекул — «строительных блоков» биологической жизни — в протопланетном диске, окружающем молодую звезду MWC 480, возраст которой составляет примерно один миллион лет, содержащем значительные количества ацетонитрила (CH<sub>3</sub>CN), сложной углеродсодержащей молекулы. Как эта молекула, так и её «младшая сестра» — молекула циановодорода (HCN) — были обнаружены в холодной, внешней части недавно сформировавшегося вокруг звезды диска, в области, которую астрономы считают аналогичной поясу Койпера Солнечной системы, царству ледяных планетезималей и комет, расположенному за пределами орбиты Нептуна.

«Исследования комет и астероидов показывают, что туманность, давшая начало нашему Солнцу и планетам, была богата водой и сложными органическими соединениями, — отмечает Карин Оберг, астроном из Гарвард-Смитсоновского астрономического центра, США, и главный автор новой научной работы. — Теперь у нас есть доказательства того, что такая же химия наблюдается повсеместно во Вселенной, в областях космического пространства, где могут формироваться планетные системы, подобные нашей».

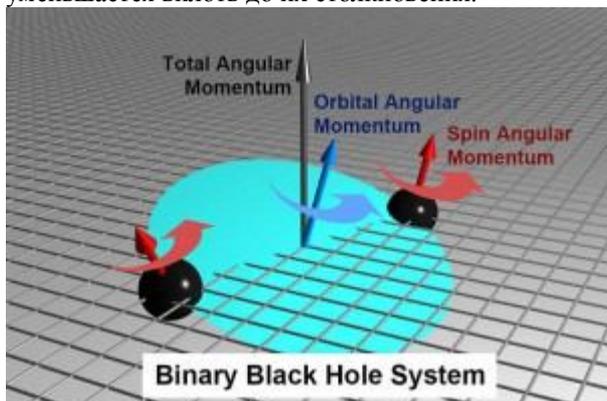
Звезда MWC 480, масса которой эквивалентна двум солнечным массам, находится на расстоянии примерно 455 световых лет от Земли в звездообразовательной области, лежащей в созвездии Тельца. Окружающий молодую звезду диск находится на очень ранней ступени эволюции — он лишь недавно сформировался в результате гравитационного сжатия холодной, темной газопылевой туманности. Исследования, проводимые при помощи телескопа ALMA и других телескопов, до сих пор не обнаружили в этой системе признаков формирования планет, однако ученые считают, что наблюдения в более высоком разрешении могут выявить структуры, подобные структурам системы HL Тельца, звезды-ровесницы MWC 480.

Исследование было опубликовано в журнале Nature.

**2015г 27 февраля сайт AstroNews сообщает, что новое исследование, проведенное астрофизиком из Техасского университета в Далласе, США, позволяет глубже понять самые высокоэнергетические события во Вселенной — слияния двух черных дыр (ЧД).**

В новой научной работе, проведенной доктором Майклом Кесденом, ассистент-профессором

кафедры физики Техасского университета в Далласе, и его коллегами, ученые впервые нашли решения известных науке в течение нескольких десятилетий уравнений, описывающих условия, при которых две ЧД, составляющие двойную систему, обращаются по общей орбите, радиус которой постепенно уменьшается вплоть до их столкновения.



Кесден сказал, что найденные решения уравнений могут помочь не только при изучении ЧД, но также сыграют большую роль в поисках гравитационных волн в космосе. Согласно предсказаниям, сделанным Альбертом Эйнштейном в рамках его общей теории относительности, два массивных объекта, обращающихся относительно друг друга в двойной системе, должны со временем сближаться, а высвобождаемая при таком сближении энергия — выделяться в форме особого излучения, называемого гравитационными волнами.

«Заряд, движущийся с ускорением, например, электрон, испускает электромагнитные волны, включая волны оптического диапазона. Аналогично, всякий раз, когда мы имеем массу, движущуюся с ускорением, мы можем наблюдать гравитационные волны», — объяснил Кесден.

Хотя существование гравитационных волн предсказывается теорией Эйнштейна, но оно до сих пор ни разу не было подтверждено наблюдениями. Однако наблюдение гравитационных волн откроет перед исследователями широкие возможности, связанные с изучением нашей Вселенной.

Уравнения, разрешенные учеными в их новой работе, описывают направления моментов количества движения в системе, состоящей из двух ЧД. Необходимость рассчитывать направления этих моментов возникает вследствие того, что при обращении двух ЧД относительно друг друга орбитальный угловой момент всей системы и угловые моменты собственного вращения каждой из двух составляющих её ЧД непрерывно меняют направление, то есть прецессируют. Полученные исследователями решения этих уравнений позволят создать компьютерные модели, воссоздающие ход эволюции ЧД на протяжении миллиардов лет.

Исследование было опубликовано в журнале *Physical Review Letters*.

**2015г 28 февраля сайт AstroNews сообщает, что обнаружен новый космический объект, который, вполне вероятно, является «отсутствующим звеном» и позволит пополнить семейное древо черных дыр.**

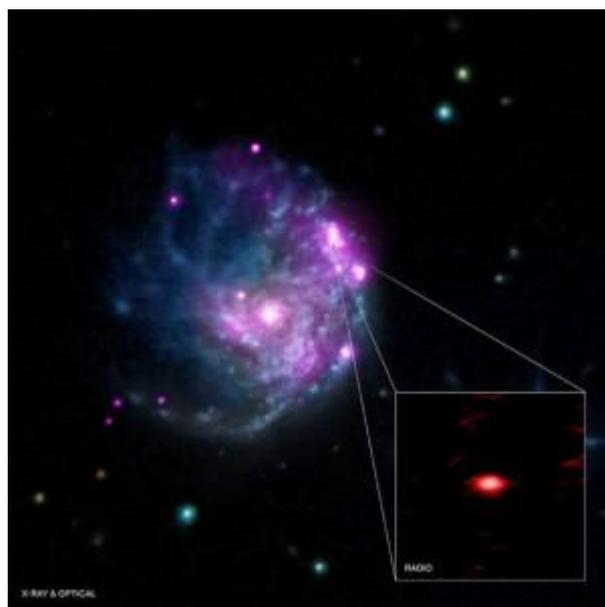
Этот объект производит впечатление черной дыры средней массы (ЧДСМ), утверждают астрономы. Он называется NGC-2276-3с и расположен в рукаве спиральной галактики NGC-2276, которая находится на расстоянии 130 млн световых лет от нашей планеты.

Предполагается, что ЧДСМ весит от двух-трех до нескольких сотен тысяч солнечных масс. Таким образом, эта черная дыра характеризуется средними размерами и располагается между черными дырами звездных масс и черными дырами, которые скрываются в сердцах галактик и вес которых достигает миллиардов масс Солнца.

В течение длительного периода времени исследователи допускали существование ЧДСМ, из которых, как предполагалось, вырастают сверхмассивные черные дыры.

Один из соавторов исследования Тим Робертс из Даремского университета, Англия, говорит, что группа астрономов длительный промежуток времени занималась поиском ЧДСМ.

Робертс и со своими коллегами, под руководством Маара Мецкуа из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики в Кембридже, Массачусетс изучили объект NGC-2276-3с в радиодиапазоне икс-лучей, используя Космическую рентгеновскую обсерваторию «Чандра» и в радиодиапазоне, используя европейскую интерферометрическую сеть радиотелескопов.



Совмещая эти наблюдения с известным соотношением между массой черной дыры и светимостью в диапазоне икс-лучей и радиоволн, команда подсчитала массу NGC-2276-3с, которая эквивалентна 50 000 масс Солнца.

Соавтор Андрей Лобанов из Института астрономии общества Макса Планка, Бонн, Германия, утверждает, что ученые обнаружили сходство NGC 2276-3с с черными дырами звездных масс и сверхмассивных черных дыр, т.е. этот объект позволяет объединить в единое целое семейство черных дыр.

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

### Hybrid Solar Eclipse of 2023 Apr 20

Geocentric Conjunction = 03:55:26.5 UT J.D. = 2460054.663502

Greatest Eclipse = 04:16:37.5 UT J.D. = 2460054.678212

Eclipse Magnitude = 1.0132 Gamma = -0.3951

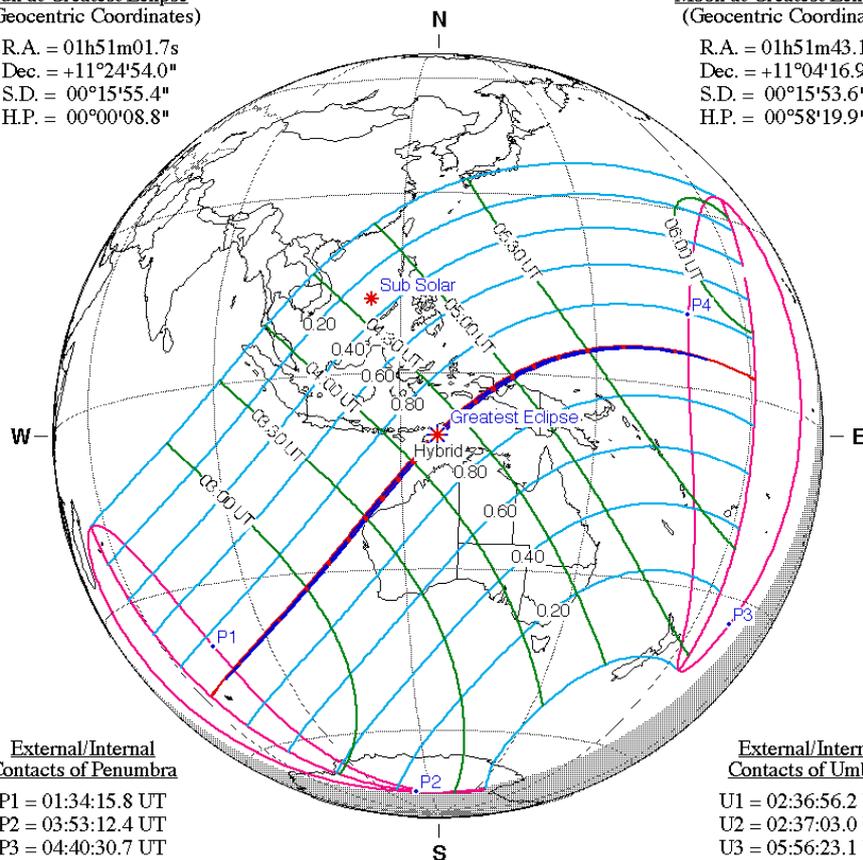
Saros Series = 129 Member = 52 of 80

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m01.7s  
Dec. = +11°24'54.0"  
S.D. = 00°15'55.4"  
H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m43.1s  
Dec. = +11°04'16.9"  
S.D. = 00°15'53.6"  
H.P. = 00°58'19.9"



External/Internal  
Contacts of Penumbra

P1 = 01:34:15.8 UT  
P2 = 03:53:12.4 UT  
P3 = 04:40:30.7 UT  
P4 = 06:59:13.5 UT

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE  
 $\Delta T = 80.2$  s  
k1 = 0.2724880  
k2 = 0.2722810  
 $\Delta b = 0.0''$   $\Delta l = 0.0''$

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 09°35.4'S Sun Alt. = 66.7°  
Long. = 125°48.4'E Sun Azm. = 334.0°  
Path Width = 49.0 km Duration = 01m16.1s

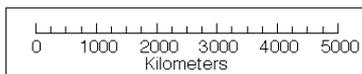
External/Internal  
Contacts of Umbra

U1 = 02:36:56.2 UT  
U2 = 02:37:03.0 UT  
U3 = 05:56:23.1 UT  
U4 = 05:56:35.2 UT

Geocentric Libration  
(Optical + Physical)

l = 4.67°  
b = 0.46°  
c = -19.05°

Brown Lun. No. = 1241



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,  
[sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html](http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html)

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

2 апреля - Луна ( $\Phi = 0,87+$ ) проходит севернее  
Регула,

6 апреля - полнолуние,

6 апреля - Луна ( $\Phi = 0,99-$ ) проходит севернее  
Стихи,

7 апреля - Луна (0,98-) в нисходящем узле своей  
орбиты,

10 апреля - Луна ( $\Phi = 0,82-$ ) проходит севернее  
Антареса,

11 апреля - Меркурий в максимальной  
восточной (вечерней) элонгации 19 градусов,

11 апреля - Юпитер в соединении с Солнцем,  
12 апреля - Луна ( $\Phi = 0,64-$ ) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,  
13 апреля - Луна в фазе последней четверти,  
16 апреля - Луна ( $\Phi = 0,21-$ ) в перигее своей орбиты на расстоянии 367967 км от центра Земли,  
16 апреля - Луна ( $\Phi = 0,2-$ ) проходит южнее Сатурна,  
17 апреля - Луна ( $\Phi = 0,08-$ ) проходит южнее Нептуна,  
19 апреля - покрытие Луной ( $\Phi = 0,01-$ ) Юпитера (полоса покрытия проходит по Америке),  
20 апреля - кольцеобразно-полное солнечное затмение при видимости в акватории Индийского и Тихого океанов, Австралии и Индонезии,  
20 апреля - Луна ( $\Phi = 0,0$ ) в восходящем узле своей орбиты,  
20 апреля - новолуние,  
21 апреля - Луна ( $\Phi = 0,02+$ ) проходит близ Меркурия и Урана,  
21 апреля - Меркурий в стоянии с переходом к попятному движению,  
22 апреля - максимум действия метеорного потока Лириды ( $ZHR = 18$ ),  
23 апреля - Луна ( $\Phi = 0,07+$ ) проходит севернее Венеры,  
25 апреля - Луна ( $\Phi = 0,26+$ ) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,  
26 апреля - Луна ( $\Phi = 0,34+$ ) проходит севернее Марса,  
27 апреля - Луна в фазе первой четверти,  
28 апреля - Луна ( $\Phi = 0,54+$ ) в апогее своей орбиты на расстоянии 404300 км от центра Земли,  
29 апреля - Луна ( $\Phi = 0,67+$ ) проходит севернее Регула.

**Солнце** движется по созвездию Рыб до 18 апреля, а затем переходит в созвездие Овна. Склонение центрального светила постепенно растёт, достигая положительного значения 15 градусов к концу месяца, а продолжительность дня быстро увеличивается от 13 часов 07 минут до 15 часов 23 минут на **широте Москвы**. Полуденная высота Солнца за месяц на этой широте увеличится с 38 до 49 градусов. Длительные сумерки в средних и северных широтах оставляют немного времени для глубокого темного неба (несколько часов). Чем выше к северу, тем продолжительность ночи короче. На широте Мурманска, например, темное небо можно будет наблюдать лишь в начале апреля, а к

концу месяца здесь наступят белые ночи. 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 обязательно (!) проводить с применением солнечного фильтра** (рекомендации по наблюдению Солнца имеются в журнале «Небосвод» <http://astronet.ru/db/msg/1234339>).

**Луна начнет движение** по небу апреля в созвездии Рака при фазе 0,76+. 1 апреля яркая Луна ( $\Phi = 0,8+$ ) перейдет в созвездие Льва. Здесь 2 апреля ночное светило пройдет севернее Регула при фазе 0,87+. 4 апреля лунный диск перейдет в созвездие Девы, увеличив фазу до 0,97+. Здесь 6 апреля Луна примет фазу полнолуния (наблюдаясь всю ночь) и пройдет севернее Спика. Затем лунный диск устремится к созвездию Весов, в которое войдет 7 апреля при фазе 0,97-. Здесь ночное светило пробудет до 9 апреля, когда при фазе 0,88- вступит в созвездие Скорпиона. 10 апреля лунный овал ( $\Phi = 0,82-$ ) пройдет севернее Антареса, в этот же день вступив в созвездие Змееносца при фазе 0,79-. На следующий день Луна ( $\Phi = 0,71-$ ) перейдет в созвездие Стрельца. В этом созвездии Луна примет фазу последней четверти 13 апреля, в этот же день перейдя в созвездие Козерога при фазе 0,46+. 15 апреля стареющий серп ( $\Phi = 0,25-$ ) вступит в созвездие Водолея, а 16 апреля при фазе 0,2- пройдет южнее Сатурна. 17 апреля Луна при фазе 0,08- пройдет южнее Нептуна и перейдет в созвездие Рыб. 18 апреля тонкий лунный серп ( $\Phi = 0,03+$ ) посетит созвездие Кита, а затем снова перейдет в созвездие Рыб. 19 апреля Луна сблизится с Юпитером и покроет планету, но явление не будет видно из-за близости к Солнцу. В созвездии Рыб 20 апреля Луна примет фазу новолуния, при котором произойдет кольцеобразно-полное солнечное затмение при видимости в акватории Индийского и Тихого океанов, Австралии и Индонезии. В этот же день Луна вступит созвездие Овна, где 21 апреля пройдет близ Меркурия и Урана при фазе 0,02+. Затем лунный серп устремится к созвездию Тельца, в которое войдет 22 апреля при фазе 0,04+. В этот день Луна при фазе 0,07+ будет наблюдаться близ Венеры между Гиадами и Плеядами. 23 апреля при фазе 0,1+ молодой месяц пройдет севернее Альдебарана. 24 апреля Луна достигнет созвездия Близнецов, в которое войдет при фазе 0,22+. Здесь 26 апреля Луна ( $\Phi = 0,34+$ ) пройдет севернее Марса. 27 апреля ночное светило перейдет в созвездие Рака при фазе 0,42+, и примет здесь в этот день фазу первой четверти севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44). 28 апреля Луна ( $\Phi = 0,58+$ ) перейдет в созвездие Льва, где 29 апреля при фазе 0,67+ пройдет севернее Регула. В созвездии Льва

Луна закончит путь по апрельскому небу при фазе 0,78+.

**Большие планеты Солнечной системы.**  
**Меркурий** движется в одном направлении с Солнцем (21 апреля меняя движение на попятное) по созвездию Рыб, 3 апреля переходя в созвездие Овна. Быстрая планета видна на вечернем небе. Элонгация Меркурия увеличивается до 11 апреля (максимальная элонгация), достигая 19 градусов к востоку от Солнца, а к концу месяца уменьшается до 2 градусов. Блеск планеты уменьшается за месяц от -1,1m до +5m. Видимый диаметр Меркурия в начале месяца составляет около 5 секунд дуги, а в конце апреля достигает почти 12 угловых секунд. Фаза планеты уменьшается за месяц от 0,8 до 0.

**Венера** движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна, 7 апреля переходя в созвездие Тельца. 23 апреля близ Венеры пройдет Луна. Угловое расстояние от Солнца увеличивается от 37 до 42 градусов к востоку от Солнца. Планету можно найти на вечернем небе. Видимый диаметр Венеры увеличивается от 14" до 17", а фаза уменьшается от 0,77 до 0,67 при блеске около -4m. В телескоп виден небольшой овал без каких-либо деталей на поверхности.

**Марс** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Близнецов. Планета имеет вечернюю и ночную видимость, которая постепенно ухудшается. Блеск Марса за месяц уменьшается от +1m до +1,3m, а видимый диаметр от 6 до 5 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск практически без деталей.

**Юпитер** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Рыб. Газовый гигант заканчивает вечернюю видимость, 11 апреля вступая в соединение с Солнцем и переходя на утреннее небо. 19 апреля близ Юпитера пройдет Луна (покрытие не видно из-за близости к Солнцу). Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы составляет около 33" при блеске около -2m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности Юпитера видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника видны уже в бинокль, а в телескоп в условиях хорошей видимости можно наблюдать тени от спутников на диске планеты, а также различные конфигурации спутников.

**Сатурн** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея. Окольцованную планету можно найти на утреннем небе. Блеск планеты составляет около +1m при видимом диаметре около 16". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие

наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет около 9 градусов.

**Уран** (6m, 3,5") перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна близ слабой звезды сигма Овна (5,5m). Планета находится на вечернем небе, к концу месяца заканчивая видимость. Уран может быть найден при помощи бинокля. Увидеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Блеск спутников Урана слабее 13m.

**Нептун** (8m, 2,4") имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Рыб южнее звезды лямбда Psc (4,5m). Планета находится на утреннем небе. Найти планету можно в бинокль с использованием звездных карт [Астрономического календаря на 2023 год](#). Лучшая видимость в южных широтах страны. Диск планеты различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

**Из комет месяца** расчетный блеск около 11m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: ZTF (C/2022 E3) и ZTF (C/2020 V2). Первая при максимальном расчетном блеске около 11m движется по созвездиям Эридана и Зайца. Вторая перемещается по созвездиям Треугольника и Овна при максимальном расчетном блеске около 11m. Подробные сведения о других кометах месяца имеются на <http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://195.209.248.207/>.

**Среди астероидов** месяца самой яркой будет Церера (около 7m) в созвездии Волос Вероники. Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

**Долгопериодические переменные звезды** месяца. Данные по переменным звездам (даты максимумов и минимумов) можно найти на <http://www.aavso.org/>.

**Среди основных метеорных потоков** 22 апреля максимума действия достигнут Лириды (ZHR= 18) из созвездия Лиры. Луна в период максимума этого потока имеет фазу новолуния, поэтому условия наблюдений Лирид в этом году будут весьма благоприятны. Подробнее на <http://www.imo.net>.

*Другие сведения об астроявлениях в АК\_2023 -* <http://www.astronet.ru/db/msg/1855123>

#### **Ясного неба и успешных наблюдений!**

**Оперативные сведения о небесных телах и явлениях** всегда можно найти на <http://www.astronomy.ru/forum/index.php> Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 04 на 2023 год** <http://www.astronet.ru/db/news/>

**Александр Козловский, журнал «Небосвод»**

# Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



КА ДАР  
ОБСЕРВАТОРИЯ

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

Сделайте шаг к науке  
вместе с нами!

**Астрономический календарь на 2023 год**

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

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



# АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца



<http://shvedun.ru>



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

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

# Вспышка метеора 2023 CX1



Небосвод 04 - 2023