

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД

@h0rdur



СТАТЬЯ НОМЕРА

430 тысяч лет назад в Антарктиде  
упал крупный метеорит

06'21  
ИЮНЬ

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



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



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



- Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб) <http://www.astronet.ru/db/msg/1211721>
- Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб) <http://www.astronet.ru/db/msg/1228001>



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

- Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб) <http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>
- Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб) <http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>
- Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб) <http://www.astronet.ru/db/msg/1219122>
- Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб) <http://www.astronet.ru/db/msg/1225438>



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



- Календарь наблюдателя на июнь 2021 года <http://www.astronet.ru/db/news/>



<http://astronet.ru>



<http://www.vokruzsveda.ru>



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

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



## Уважаемые любители астрономии!

Июньское светлое ночное небо в средних широтах нашей страны менее всего пригодно для наблюдений туманных объектов. Тем не менее, Виктор Смагин расскажет нам о том, что можно наблюдать из галактик в июне. «Когда выдалась одна из первых ясных ночей, при помощи новых карт я по звездным цепочкам отыскал ярчайшую пару галактик в Большой Медведице, которая и произвела на меня неизгладимое впечатление. Во-первых, это были «настоящие» объекты глубокого космоса, недоступные невооруженному глазу и обычным смертным - в отличие от тех, что я наблюдал до той поры. Туманности Андромеды и Ориона, Ясли, Гиады и Плеяды и даже шаровое скопление в Геркулесе можно было увидеть темной безлунной ночью. М81 седьмой звездной величины лежит вне пределов чувствительности человеческого глаза. Во-вторых, и это самое главное, картина этой пары галактик, находящихся в одном поле зрения, и ее смысловое наполнение были выше всех моих ожиданий. Даже «очковбый» телескоп позволил рассмотреть М81 как овальное пятнышко с более яркой сердцевинкой, а М82 - словно в противоположность соседке - вытянутой полоской. Было заметно, что неправильная галактика, хоть и более слабая, обнаруживается ничуть не хуже спиральной, а в чем-то даже лучше - вот один из самых ярких примеров в разнице поверхностных яркостей. Воспитанный на книгах Зигеля, я знал, что М82 является необычной, <взрывной> галактикой, сам же взрыв состоялся несколько миллионов лет назад. Но что такое миллион лет с точки зрения Вселенной? Это ни что иное, как один день для человека, находящегося в расцвете сил, а то, что Космос сейчас пребывает именно в таком состоянии, я практически уверен». Полностью статью можно прочитать в [июньском номере журнала «Небосвод» за 2009 год](#). Не смотря на давность публикации, она актуальна и сейчас. Наблюдайте, делитесь впечатлениями и присылайте ваши статьи в журнал «Небосвод».

**Ясного неба и успешных наблюдений!**

Редакция журнала «Небосвод»

## Содержание

- 4 **Небесный курьер (новости астрономии)**  
430 тысяч лет назад в Антарктиде упал крупный метеорит  
*Владислав Стрекопытов*
- 7 **Комета C/2006W3 Christensen (наблюдения и результаты)**  
*Егоров Евгений*
- 10 **Обзор астрономической литературы**  
*Николай Демин*
- 13 **История современной астрономии (период 2012 года)**  
*Анатолий Максименко*
- 20 **Наблюдение последствий падения фрагментов кометы Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера**  
*Сергей Шилов*
- 28 **Небо над нами: ИЮНЬ - 2021**  
*Александр Козловский*

Обложка: **M13: огромное шаровое скопление в Геркулесе**  
<http://www.astronet.ru/db/apod.html>

В 1716 году английский астроном Эдмонд Галлей отметил: "Это маленькое пятнышко, и его можно разглядеть невооруженным глазом, когда небо безоблачно и прозрачно и на нем нет Луны". Конечно, сейчас M13 считается огромным шаровым скоплением, одним из ярчайших шаровых звездных скоплений на северном небе. На телескопических изображениях, подобных показанному здесь, можно увидеть сотни тысяч звезд этого великолепного скопления, расстояние до которого - 25 тысяч световых лет. Звезды скопления теснятся в области диаметром 150 световых лет, а вблизи ядра скопления в кубе со стороной в три световых года могут помещаться до ста звезд. Для сравнения, ближайшая к Солнцу звезда удалена от нас на 4 световых года. Это четкое изображение показывает большой диапазон яркостей, и на нем можно увидеть как плотное ядро скопления, так и его внешние части. В поле зрения среднего размера попадают и далекие галактики, включая NGC 6207 внизу справа.

Авторы и права: [Мартин Дюфур](#)  
Перевод: Д.Ю. Цветков

## Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

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

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

Обложка: **Н. Демин**, корректор **С. Беляков** [stgal@mail.ru](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 25.05.2021

© *Небосвод*, 2021

### 430 тысяч лет назад в Антарктиде упал крупный метеорит

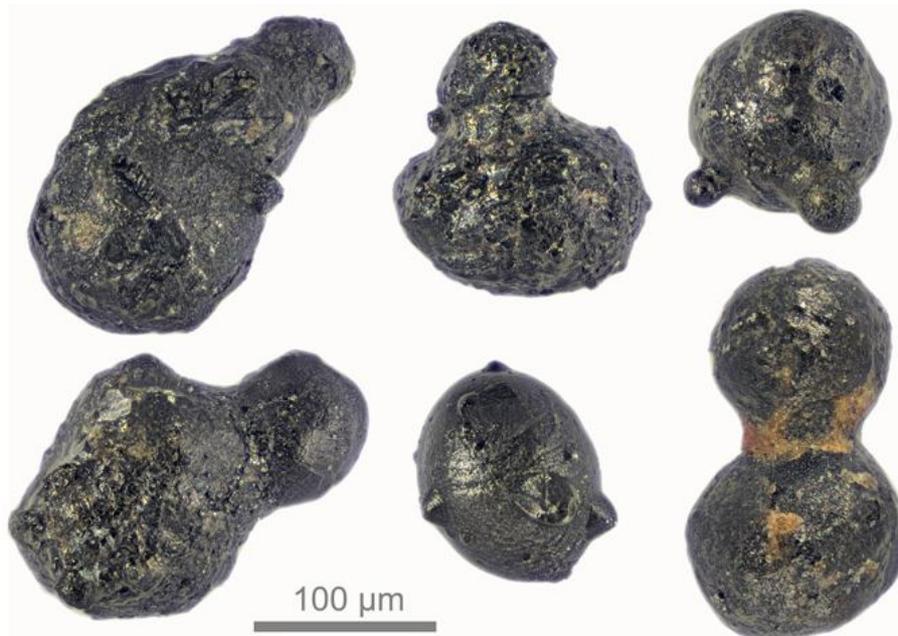


Рис. 1. Микрофотографии сферул импактного происхождения из района гор Сёр-Рондане в Восточной Антарктиде. Фото Скотта Петерсона (Scott Peterson) с сайта [kent.ac.uk](http://kent.ac.uk)

Оплавленные частицы внеземного вещества, собранные учеными в Восточной Антарктиде, указывают на то, что примерно 430 тысяч лет назад здесь произошло падение крупного метеорита или астероида, который не оставил после себя кратера, потому что превратился в поток расплавленного материала еще на подлете к земной поверхности. Несмотря на то, что импактное тело перестало существовать еще в атмосфере, сила ударного события, по оценкам авторов, превосходила падение Тунгусского метеорита. Есть все основания полагать, что такого рода «промежуточные» импактные события (в которых ударное тело не успевает полностью сгореть в атмосфере, но и не достигает поверхности в «твердой» форме) происходят по геологическим меркам достаточно часто (раз в несколько тысяч лет), а ущерб от них, по пади импакт в густонаселенное место, будет колоссальным. Описанная находка дает ученым явное указание на то, как искать следы таких «бесследных» падений космических тел.

Крупные импактные события — столкновения с Землей астероидов или больших метеоритов — оставляют после себя свидетельства в виде ударных кратеров и сопровождаются появлением характерных структур — конусов дробления и выброса, формированием особых ударно-метаморфических пород (импактитов), минералов высокого давления, например, ударных алмазов или высокобарических модификаций кремнезема — коэсита и стишовита, а также тектитов и микротектитов — кусочков оплавленного минерального стекла, образующихся при

переплавлении выброшенного в атмосферу материала земных пород, выбитого из воронки кратера (подробнее о тектитах см. новость Найдены источник австралийских тектитов — крупнейший за последний миллион лет метеоритный кратер, «Элементы», 20.01.2020).

Намного сложнее выявить в геологической летописи более мелкие события. Дело в том, что метеориты размером от нескольких десятков до 150 метров, как правило, полностью разрушаются при входе в атмосферу, а их фрагменты испаряются. Часто этот процесс происходит очень быстро, что приводит к воздушному взрыву на малой высоте, обычно сопровождаемому ударной волной, как это было в случае Тунгусского метеорита в 1908 году и Челябинского метеорита в

2013 году.

Несмотря на то, что по оценкам ученых крупные воздушные взрывы происходят гораздо чаще, чем образующие кратеры удары метеоритов, — примерно раз в 100–10 000 лет — найти их свидетельства очень трудно, ведь от них остаются только мельчайшие оплавленные частицы внеземного вещества микронного размера, рассеянные в почвенном покрове и земных породах. Одно из немногих мест, где такие микрочастицы сохраняются и могут быть извлечены для последующего изучения, — ледниковый щит Антарктиды.

Недавно международная группа геологов и планетологов под руководством доктора Матиаса ван Гиннекена (Matthias van Ginneken) из Центра астрофизики и планетологии Кентского университета в Великобритании сообщила о том, что они обнаружили в Восточной Антарктиде свидетельства того, что 430 тыс. лет назад здесь произошло мощное ударное событие — падение астероида или крупного метеорита размером от 100 до 150 м. Результаты исследования опубликованы в журнале *Science Advances*.

Речь идет о 17 черных сферических частицах — сферулах — размером от 100 до 300 мкм, найденных на вершине Валнумфьеллет в горах Сёр-Рондане (Sør Rondane Mountains), Земля Королевы Мод. Сферулы представляют собой округлые частицы неправильной формы (рис. 1), состоящие в основном из оливина и Fe-шпинели с незначительными включениями стекла.

По своему составу собранные исследователями сферулы относятся к хондритам, а соотношение микроэлементов и высокое содержание никеля указывают на их первично внеземную природу. В полированных шлифах частиц с помощью

сканирующей электронной микроскопии авторы исследования выявили скелетные формы кристаллов оливина и структуры закалки, характерные для микрометеоритов (рис. 2, А, С).

атмосфере и импактными событиями, в результате которых образуются метеоритные кратеры, а сами сферулы — к промежуточным образованиям между микрометеоритами и импактитами или тектитами.

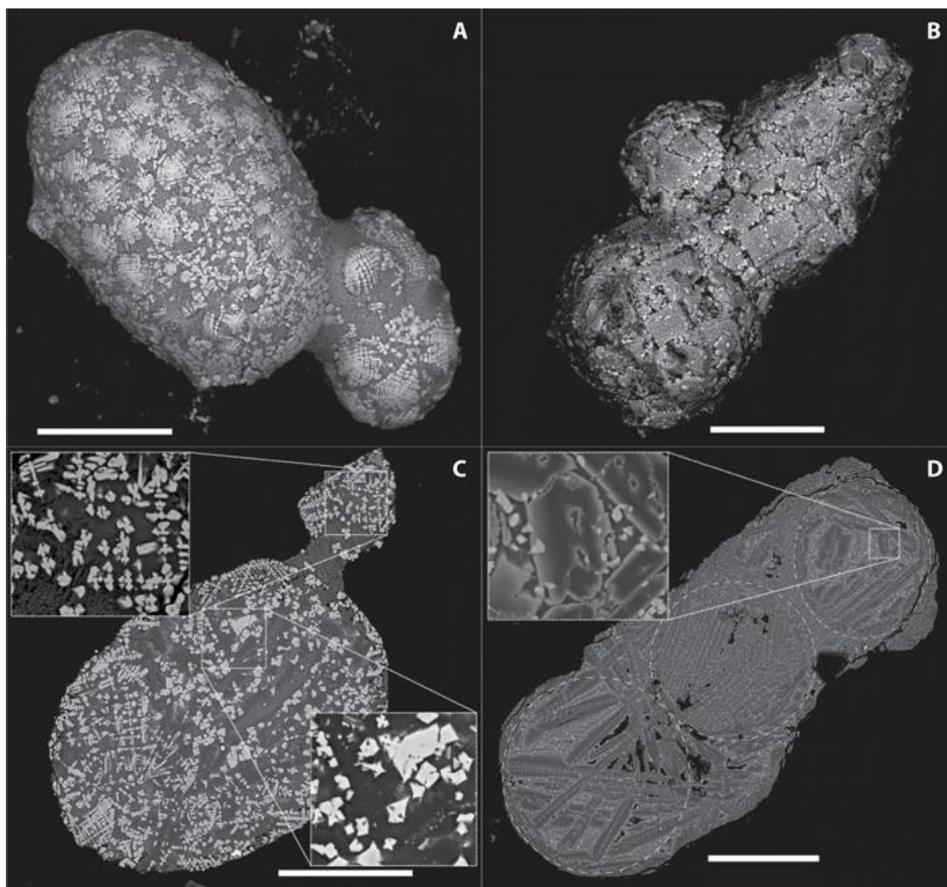


Рис. 2. Внутренняя структура сферул. Изображения сканирующего электронного микроскопа: А и В — внешний вид; С и D — полированные шлифы тех же сферул. С — сrostок двух частей, сохранивших структуру микрометеоритов; на врезках показаны увеличенные фрагменты, на которых видна морфология скелетных кристаллов оливина (верхняя врезка) и зерен Fe-шпинели (нижняя врезка), промежутки между кристаллами оливина и шпинели заполнены стеклом. D — сrostок трех частей со структурой перекристаллизации: крупные кристаллы оливина выходят за границы первичных частей, а мелкие зерна шпинели (светлые на врезке) располагаются между ними. Длина масштабных отрезков — 100 мкм. Изображение из обсуждаемой статьи в *Science Advances*

Однако по своей морфологии сферулы существенно отличаются от микрометеоритов. Среди последних практически никогда нет сrostков, так как вероятность того, что нерасплавленные космические частицы сольются во время полета, ничтожно мала, а большинство сферул представлены сrostками двух и более округлых частей (см. рис. 1 и 2). При этом в полированных шлифах видны структуры перекристаллизации, образовавшиеся уже после того, как несколько частиц соединились в единый агрегат (рис. 2, D).

Все это позволило авторам предположить, что найденные ими сферулы сформировались в процессе частичного плавления, испарения и последующей конденсации вещества — процессов, имевших место в результате взрыва метеорита недалеко от Земли. Исследователи относят это событие к переходному типу между взрывами внеземных тел высоко в

На то, что кристаллизация сферул происходила непосредственно над поверхностью, указывают и геохимические индикаторы присутствия в составе переплавленных частиц следов земного вещества. В частности, анализ изотопных отношений кислорода  $\delta^{17}\text{O}/\delta^{18}\text{O}$  выявил в сферулах признаки смешения кислорода хондритового ударного элемента, антарктического льда и атмосферного воздуха. Еще одно свидетельство — представленность железистой фазы в Fe-шпинели в основном магнезиоферритом ( $\text{Mg}(\text{Fe}^{3+})_2\text{O}_4$ ), образующимся в более окислительных условиях по сравнению с магнетитом ( $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ ) — традиционным минералом железа микрометеоритов.

Авторы предполагают, что метеоритное тело было достаточно большим, чтобы достичь нижних слоев атмосферы, где оно распалось с образованием ударной взрывной волны, которая направила вниз фронт хондритового газа с микрочастицами расплавленного материала. В процессе соприкосновения этой волны с поверхностью ледников произошло частичное плавление верхнего слоя льда, охлаждение хондритового газа и образование шариков-сферул — процесс, называемый метеоритной абляцией.

По составу сферулы представлены в основном материалом ударника, и этим они коренным образом отличаются от тектитов, которые представляют собой продукты расплава пород основания. К тому же тектиты обычно имеют форму гантелей или баллистических капель, а частицы, найденные исследователями, — сферические или субсферические и в них отсутствуют пузырьки. По мнению авторов, это подтверждает то, что сферулы образовались путем конденсации в насыщенном паром ударном шлейфе.

Так как сферулы были собраны на склоне горы, свободном ото льда, определить их абсолютный возраст не удалось. Авторы сравнили характеристики обнаруженных частиц, полученные методами микроскопии и лазерного анализа, с данными по метеоритной пыли из датированных горизонтов антарктического льда, и оказалось, что по петрологическим, химическим и изотопным характеристикам они аналогичны частицам из керна скважин, пробуренных в рамках Европейского проекта по исследованию антарктического льда EPICA на куполе «С» (см. Dome C), и куполе Фудзи. Возраст этой пыли составляет 430 тысяч лет (рис. 3).

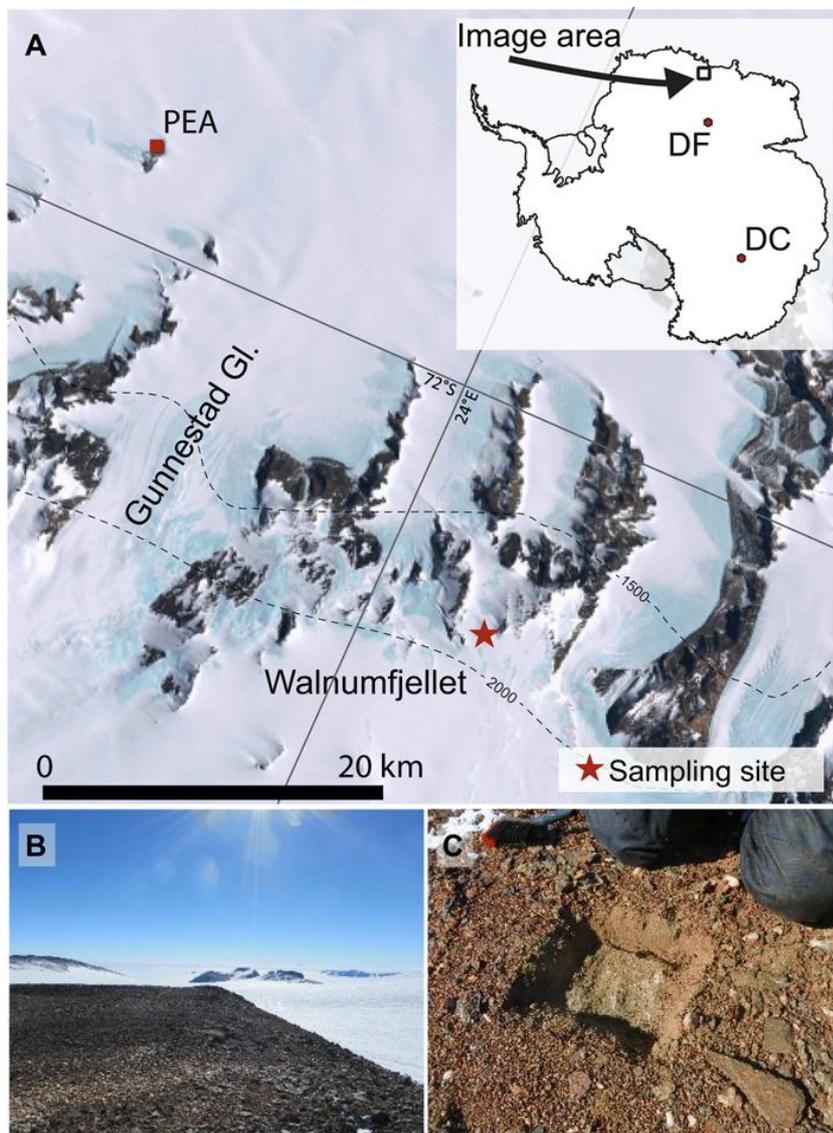


Рис. 3. Место отбора пробы на горе Валнумфьеллет: А — снимок местности со спутника программы Landsat (на врезке место снимка показано стрелкой). Звездочка — место отбора пробы; PEA — бельгийская антарктическая станция Принцессы Елизаветы; DC — купол «С»; DF — купол Фудзи; В — общий вид склона горы Валнумфьеллет; С — взятие пробы. Изображение из обсуждаемой статьи в Science Advances

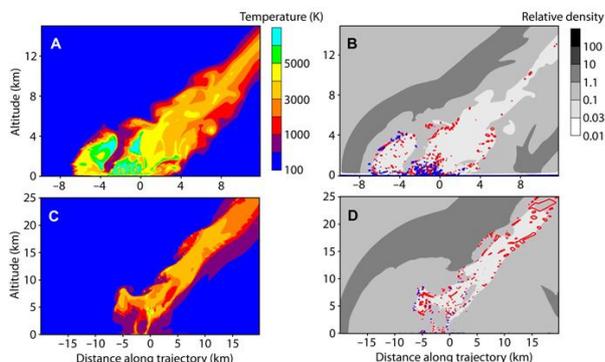


Рис. 4. Результаты моделирования распределения температуры (А и С) и плотности (В и D) в обратной струе, поднимающейся вверх после того, как ударный фронт достиг поверхности Земли: А и В — через 10 секунд после удара; С и D — через 36 секунд после удара. Синие точки — материал льда; красные — материал ударного тела. Изображение из обсуждаемой статьи в Science Advances

Оценив площадь рассеяния частиц с помощью численного моделирования, авторы пришли к выводу, что по своему масштабу это было событие более крупное, чем падение Тунгусского метеорита в 1908 году или Челябинского — в 2013-м. По мнению ученых, это был каменный метеорит диаметром от 100 до 150 м, вошедший в атмосферу Земли со скоростью около 20 км/с под углом от 15 до 90 градусов к поверхности. Результаты моделирования показывают, что при таких исходных параметрах ударное тело полностью испаряется при температуре около 30 000 К на подлете к Земле. При этом конусообразная струя пара достигает поверхности со скоростью от 6 до 10 км/с, а плотность хондритового вещества в ней составляет от 0,01 до 0,1 г/см<sup>3</sup>. Эта плотность слишком мала, чтобы образовался ударный кратер. Вместо этого основным эффектом приземления является взаимодействие струи перегретого пара с породами и льдом на поверхности.

Плавление льда приводит к образованию противонаправленной струи водяного пара, которая поднимается вверх, запуская на своем пути процесс охлаждения (рис. 4). По расчетам авторов, в течение 3–4 минут шлейф, который теперь представляет собой смесь материала ударника, воды и атмосферного воздуха, достигает максимальной высоты около 400 км, после чего в нем начинается конденсация. Опускаясь вниз, шлейф образует в нижних плотных слоях атмосферы богатое сферулами облако радиусом в тысячи километров.

Авторы считают, что подобные крупные импактные события, не оставляющие после себя кратеров, были достаточно частыми в геологической истории, но, чтобы выявить их, нужны тщательные и детальные исследования. В частности, ученые призывают уделять больше внимания поиску частиц космического происхождения в морских осадочных отложениях и кернах глубоководного бурения, так как подобные испарительные процессы с образованием микросферул могли иметь место и во время воздушных взрывов метеоритов над поверхностью океана.

**Источник:** M. van Ginneken, S. Goderis, N. Artemieva, V. Debaille, S. Decrée, R. P. Harvey, K. A. Huwig, L. Hecht, S. Yang, F. E. D. Kaufmann, B. Soens, M. Humayun, F. van Maldegheem, M. J. Genge, P. Claeys. A large meteoritic event over Antarctica ca. 430 ka ago inferred from chondritic spherules from the Sør Rondane Mountains // Science Advances. 2021. DOI: 10.1126/sciadv.abc1008.

**Владислав Стрекопытов,**  
[https://elementy.ru/novosti\\_nauki/t/5272006/Vladislav\\_Strekopytov](https://elementy.ru/novosti_nauki/t/5272006/Vladislav_Strekopytov)

# Комета C/2006W3 Christensen

## Введение

В 1975 г. Р. Ньюборн и С. Галкис при участии 22 других астрономов попытались описать «среднюю комету». Однако они пришли к выводу, что кометы – индивидуальные образования. И общепринятой модели комет не существует. Наиболее широко распространенной является модель ледяного конгломерата Ф. Л. Уиппла. Она хорошо соответствует «средней комете». Однако авторы констатируют недостаточно универсальное соответствие между уиппловской моделью и реальными кометами.

Когда комета находится далеко от Солнца, в 2-3 раза дальше чем Земля (т. е. на расстоянии 300-400 млн. км), то она имеет вид небольшого размытого пятнышка, круглой формы. [1].

На расстоянии от Солнца более 3 а. е. кометы имеют астероидоподобный вид, и их блеск очень слаб. [2].

По мере приближения кометы к Солнцу становится заметной диффузная кома вокруг кометного ядра. Принято считать, что образование комы начинается на гелиоцентрическом расстоянии около 3 а. е. Но есть основания подозревать, что появление комы вокруг приближающихся комет соответствует «порогу видимости», а не началу комообразования.

После появления комы ее линейные размеры увеличиваются, и это происходит вплоть до гелиоцентрического расстояния около 1.4 а. е. Последующее приближение кометного ядра к Солнцу сопровождается сжатием комы, несмотря на возрастание ее суммарного блеска. На расстоянии приблизительно 1.5 а. е. от Солнца или на несколько меньшем комета приобретает хвост из ионизованных газов и плазмы. Что же касается пылевых хвостов, то у большинства комет они становятся заметными на расстоянии примерно 1 а. е. от Солнца.

Задача данной работы состоит в том, чтобы детально методом фотометрии исследовать комету C/2006W3 Christensen удаляющуюся от Солнца и находящуюся на расстоянии от него более 3 а. е.

Кометной фотометрией является определение общего числа светящихся частиц и их распределения в атмосфере кометы, а в случае пылевых частиц также их физических параметров. Анализ этих результатов позволяет устанавливать закономерности истечения вещества из ядер комет.

Фотометрия или как его называли метод эквиденсид, основанный на эффекте Сабатье. Он был впервые применен в астрофизике в Таутенбургской обсерватории им. Шварцшильда.

Система изофот представляет собой распределение видимой поверхностной яркости и дает закон ее изменения с расстоянием от центра фотометрического ядра. [3]

## История кометы C/2006W3 Christensen

Комета была открыта 18 ноября 2006 г. Е. J. Christensen. [4]. В это время она находилась на расстоянии 8.6 а. е. от Солнца и ее блеск составлял  $m_V \sim 18$ . 1 а. е. = 149597868 км [5].



Рис. 1. Снимок *Rok Palcic* сделан 15 августа 2009 г.

## Параметры C/2006W3

Тип: долгопериодическая, период 140000 лет (из облака Оорта);

Дата прохождения перигелия: 2009-07-06;

Минимальное расстояние между кометой и Солнцем: 3.13 а.е.

Блеск  $m_V = 8.5$  на расстоянии 3.1 а.е.

Обнаружено активное излучение газов CO, CO<sub>2</sub>.

Paul Hartogh и др. фотометрическим методом определили радиус ядра - 6 км. [6]

По результатам наблюдений на космической обсерватории Гершель [6], была определена температура газа – 18К, который истекал со скоростью 0.5 км/с.

Соотношение пыли к газу грубо оценивается ~ 2.

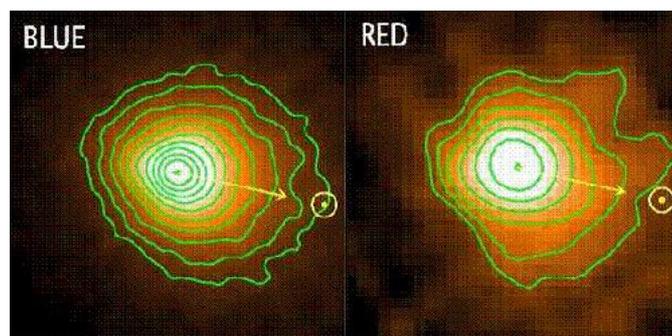


Рис. 2. Изофоты кометы, наложенные на снимок полученный 1 ноября 2009 г. в голубых и красных лучах. Стрелкой указано направление на Солнце.

## Comet C/2006 W3 (Christensen)

Total visual magnitude  $m_1$  (+) and Coma diameter ( $\diamond$ )

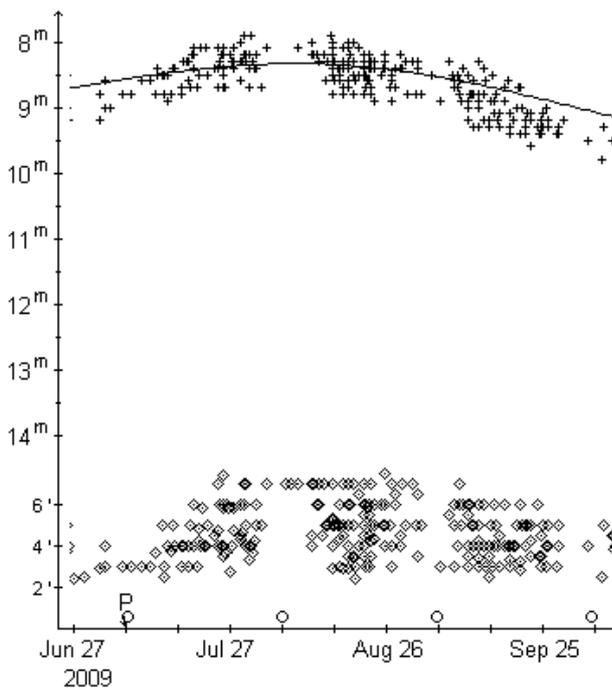


Рис. 3. Изменение блеска и диаметра головы кометы.

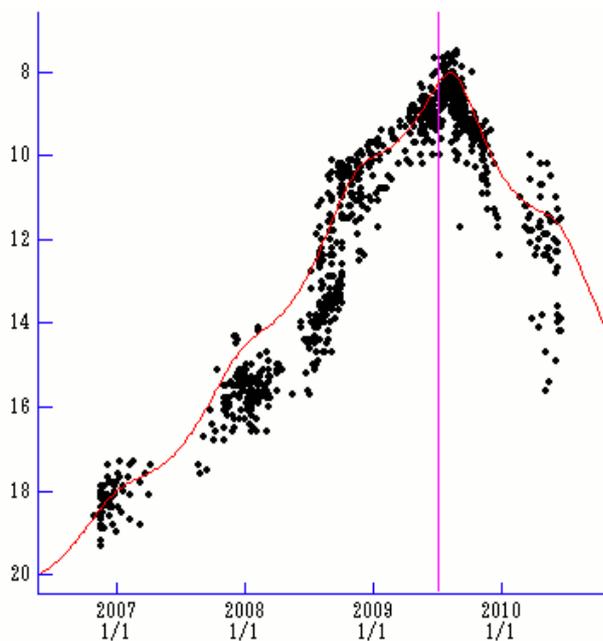


Рис. 4. Кривая изменения блеска кометы [7]

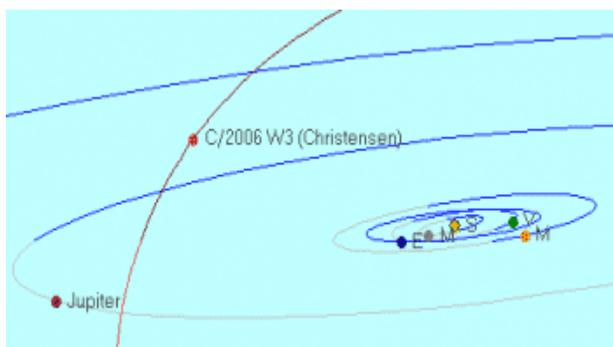


Рис. 5. Положение кометы на 16 сентября 2009 г. [8]

## Наблюдения

Наблюдения кометы проводились 17, 18 и 31 августа 2009 г. с помощью рефрактора с диаметром объектива:  $D = 100$  мм. и фокусным расстоянием:  $F = 1000$  мм. Изображения регистрировала камера Canon 350D.

Таблица 1.

Параметры кометы на наблюдаемое время (самарское = UT + 5h)

2009-8-18 1h 01m	2009-8-19 1h 01m	2009-8-31 22h 26m
Величина: 11.8	Величина: 11.8	Величина: 11.9
Фаза: $12^\circ$	Фаза: $12^\circ$	Фаза: $14^\circ$
Расстояние до Земли: 2.3188 au	Расстояние до Земли: 2.3218 au	Расстояние до Земли: 2.4066 au
Расстояние до Солнца: 3.1532 au	Расстояние до Солнца: 3.1545 au	Расстояние до Солнца: 3.1735 au
Расстояние от Земли до Солнца: 1.0123 au	Расстояние от Земли до Солнца: 1.0121 au	Расстояние от Земли до Солнца: 1.0093 au
Солнечная элонгация: $139^\circ$	Солнечная элонгация: $139^\circ$	Солнечная элонгация: $132^\circ$
J2000 RA: 20h 16m 30.37s	J2000 RA: 20h 14m 20.43s	J2000 RA: 19h 49m 33.76s
DE: $21^\circ 00' 19.8''$	DE: $20^\circ 31' 03.0''$	DE: $14^\circ 01' 36.0''$

В таблице 1 – фаза или фазовый угол. Это угол между лучом света, падающим от Солнца на комету, и лучом, отразившимся от нее в сторону наблюдателя.

Солнечная элонгация: астрономический термин, означающий угловое расстояние между Солнцем и кометой при наблюдении с Земли (рис. 6).

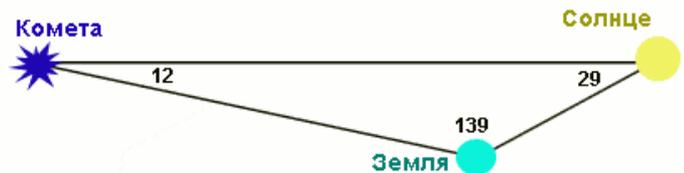


Рис. 6. Положение небесных тел на 18.8.2009 г. Числами указаны углы в градусах

Из таблицы 1 видно, что комета удалялась от Земли в 19 августа почти в 2 раза быстрее, чем от Солнца, а уже 31 августа разница в скорости составляла более 4 раз.

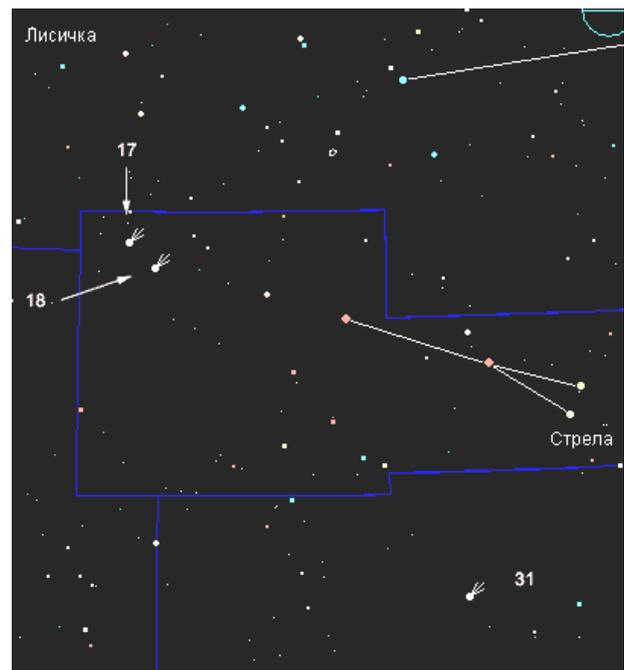


Рис. 7. Местоположение кометы на момент наблюдений. Цифрами отмечены даты наблюдений [9].

Таблица 2.  
Условия наблюдений

Дата (август 2009)	Время (час (UT))	Суммарная экспозиция (мин)	Изображения
17	20	15 Интервал времени	
18	20	12	
31	17	7	

### Определение масштаба изображений

С помощью Атласа неба [9] было определено расстояние между 2 звездами. Оно оказалось 17."6. Это же расстояние было измерено на изображение в программе IRIS [9] и составило 12 пикселей. Отсюда получаем, что 1 пиксель равен 1."5.

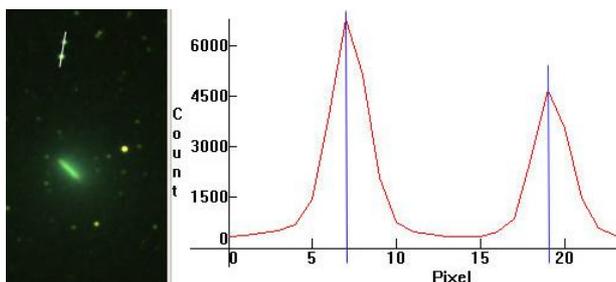


Рис. 8. Определение масштаба изображения

### Обработка наблюдений

Зная масштаб, измеряем длину трека оставленного кометой 17 августа 2009 г. Она составляет: 20 пикселей или 30". Таков путь (проекция) кометы пройденный за 15 мин.

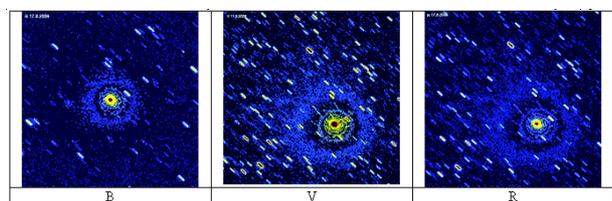


Рис. 9. Изофоты кометы, полученные со снимков от 17.8.2009.

На рис. 9 хорошо видно, что голова кометы больше деформирована только в фильтрах V и R.

На рис. 10 представлены изофоты головы кометы снятой 17.8.2009 в фильтре В. Диаметр головы измерялся следующим образом. Зная расстояние до кометы, определим ее истинный диаметр по формуле:  $R = D \sin p[5]$ ,

где

R – линейный радиус в км;

D – расстояние до кометы;

p – угловой радиус кометы в секундах дуги.

$\sin p = p / 206265''$

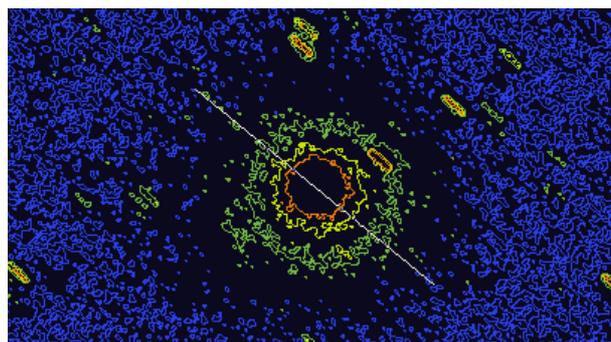


Рис. 10. Определение диаметры головы кометы по изофотам.

Результаты вычислений приводятся в таблице 3.

Таблица 3.

Диаметр головы кометы

Фильтр/Дата	17.8.2009	18.8.2009	31.8.2009
B (px)	386	241	219
V (px)	350	290	290
R (px)	245	158	118
B (")	579	362	328
V (")	525	435	435
R (")	368	237	177
B (км)	973751	609592	572511
V (км)	882934	732521	759275
R (км)	618895	399098	308946

В качестве сравнения можно привести значения, измеренные для кометы Энке-Баклунда. [1] Так в разные годы диаметр ее головы на расстоянии 1.46 а. е. составлял около 500000 км.

### Закключение

Анализируя таблицу 3 можно сделать вывод, что голова кометы C/2006W3 Christensen по мере удаления от Солнца уменьшалась в своих линейных размерах. Исключение составляет только в фильтре V. Мы видим, что 31.8.2009 диаметр головы в фильтре V более чем в 2 раза превышает размеры, полученные в фильтре R.

К сожалению, ограниченность однородного наблюдательного материала не позволяет сделать окончательное объяснение природы данного явления.

### Используемые источники

1. Д. О. Мохнач. Кометы. 1966 г.
2. В. Д. Давыдов. Загадки кометных ядер. 1988 г.
3. О. В. Добровольский. Кометы. 1966 г.
4. Сайт для астрономов-наблюдателей. НЦ «Ка-Дар».
5. Е. П. Левитан. Астрономия. Учебник для 11 класса. 1998 г.
6. Herschel SDP Initial Results Workshop, Madrid 17-18 December 2009
7. <http://www.aerith.net/comet/catalog/2006W3/2006W3.html>
8. <http://transientsky.wordpress.com/2009/09/17/news-the-time-to-see-comet-christensen/>
9. Атлас неба. <http://astrosurf.org/astrofc/>
10. IRIS. V5.55. <http://www.astrosurf.com/buil>

[Сравнительный анализ изображений C/2006W3 Christensen полученных на любительском рефракторе и телескопе Фолкеса.](#)

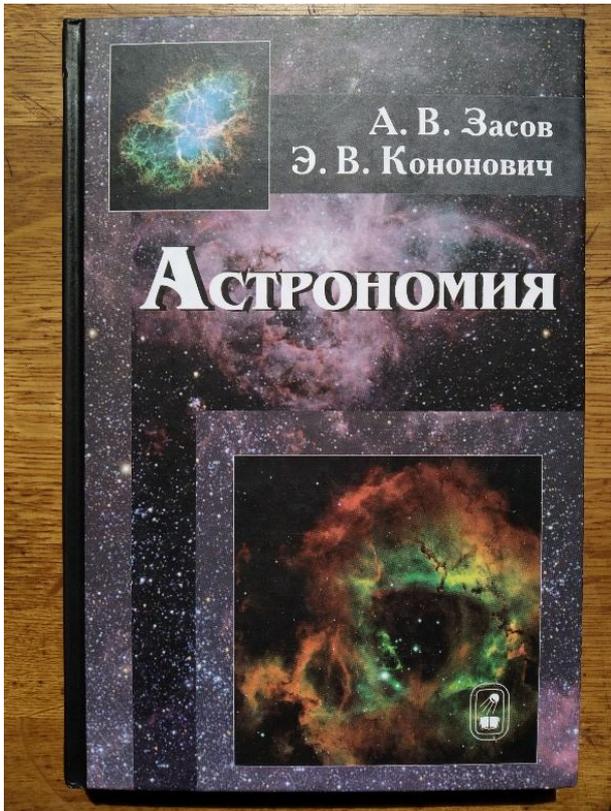
**Егоров Евгений,**

10 кл, (2010 - 2011 учебный год)

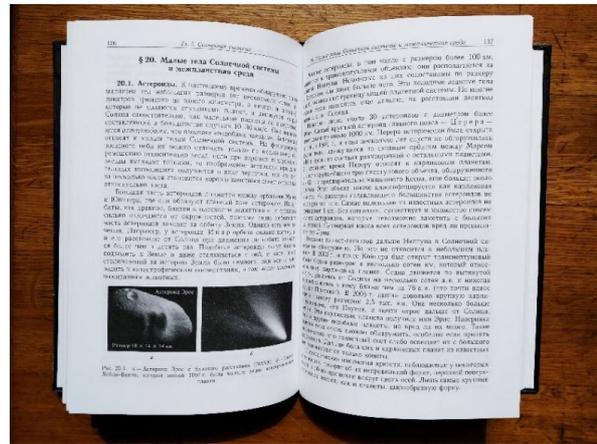
<http://tutchin.narod.ru/astramat/index.htm>

## Обзор астрономической литературы

Здравствуйте, дорогие читатели! Думаю, пришло время продолжить наш обзор астрономической литературы, начатый в прошлом году (предыдущие части вы можете найти в июньском и августовском номерах журнала «Небосвод» за 2020 год).



Итак, следующая книга, о которой я хотел бы поговорить – это «Астрономия» под авторством известных российских астрономов А.В. Засова и Э.В. Кононовича. Позиционируется данная книга как вводный курс астрономии для старших классов общеобразовательных школ и средних специальных учебных заведений и представляет собой сжатый, но содержательный экскурс в астрономию, астрофизику, космологию и небесную механику, который может стать отличным фундаментом для дальнейшего изучения науки о небе. К каждой рассматриваемой теме прилагается список вопросов для самоконтроля, а также задач и упражнений с ответами, помогающих закрепить пройденный материал. Изложение материала несколько сухое, что вполне типично для учебного пособия. В целом, рекомендовать данную книгу можно тем любителям, которые желают систематизировать и актуализировать имеющиеся знания, для первоначального ознакомления с основами астрономии она, вероятно, будет достаточно сложна.

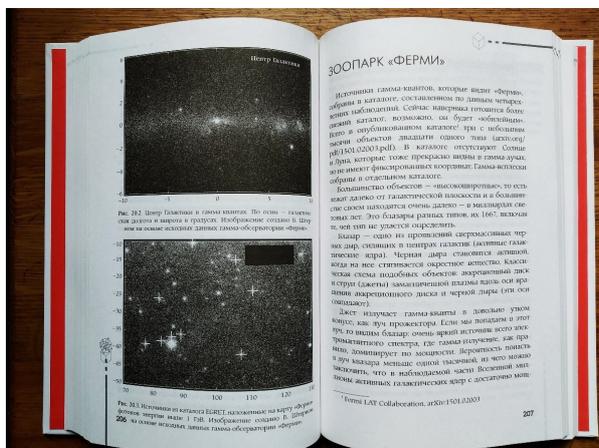


Книга выдержала три издания (последнее – в 2017 году) и информация в ней поддерживается в актуальном состоянии. Издание выполнено в твёрдом переплёте и отпечатано на качественной белой бумаге. Иллюстраций и схем достаточно много, печать чёрно-белая, в центре имеется цветная вклейка на 16 страниц, изготовленная на фотобумаге. Небольшой тираж (500 экземпляров) обуславливает высокую цену – до 1500 рублей.

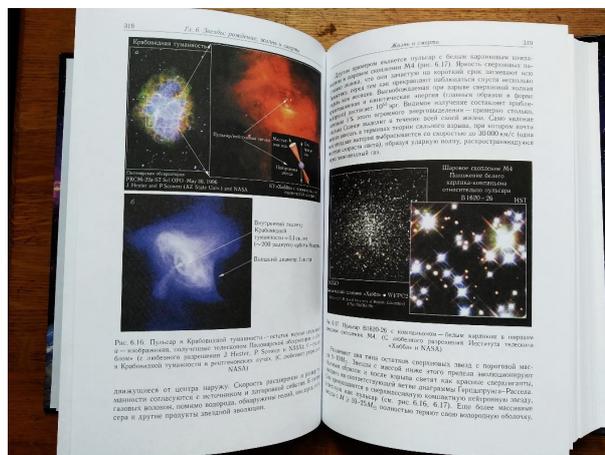


Следующая книга, о которой я хотел бы поговорить – это «Астрофизика. Троицкий вариант». Технически эта книга представляет собой сборник статей авторитетных российских учёных В. Рубакова и Б. Штерна, опубликованных с 2010 по

2019 года. Издание тематически разделено на четыре части – «Космология», «Астрофизика», «Частицы» и «Экзопланеты», в которых отражаются новейшие достижения науки в соответствующих областях. Уровень подачи материала отличается от статьи к статье, но в целом остаётся доступным для любого читателя, имеющего хотя бы основное общее образование.



моделей возникновения жизни и её развития в тех или иных условиях. Очень большое внимание уделено планетным системам – как нашей Солнечной, так и тем, которые были обнаружены у других звёзд. Книга написана простым и понятным языком, хотя общий уровень повествования всё-таки предполагает, что читатель уже знаком с астрономией на уровне школьной программы.

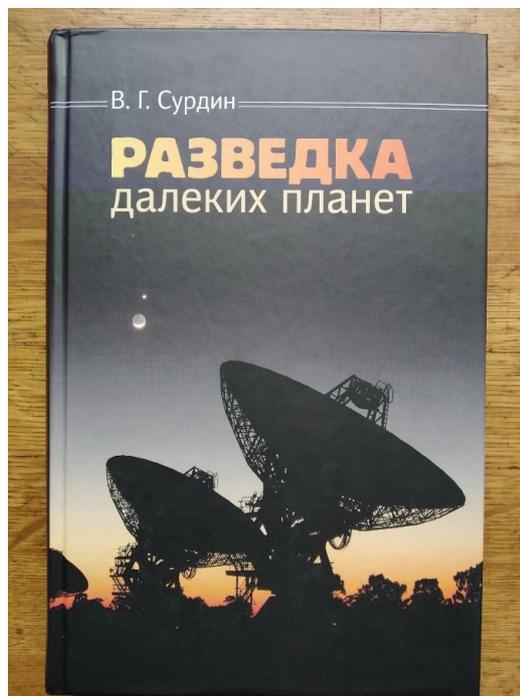


Порекомендовать данную книгу можно всем, кто хотел бы получить актуальную и достоверную информацию о современных астрономических исследованиях. Переплёт у книги твёрдый, качественный, бумага рыхлая, печать чёрно-белая. Иллюстраций немного, они также чёрно-белые и посредственного качества, в центре мы можем найти цветную вклейку на фотобумаге, состоящую из 16 страниц. Книга была выпущена сравнительно большим тиражом (3000 экземпляров) и отличается демократичной ценой – около 500 рублей.

Выполнена книга в твёрдом качественном переплёте и отпечатана на плотной белой бумаге. Иллюстраций много, они цветные, качество печати среднее – разрешение некоторых фотографий и схем оставляет желать лучшего. Книга выдержала два издания – в 2017 и 2018 годах, но тираж в обоих случаях был невелик – 200 и 500 экземпляров соответственно. Цена книги на момент написания обзора составляет около 1500 рублей.



Другой интересной книгой, способной познакомить читателя с современными представлениями о Вселенной, является монография академика М.Я. Марова «Космос. От Солнечной системы вглубь Вселенной». Интересной особенностью данной книги, выгодно отличающей её от других научно-популярных изданий, является подробное рассмотрение вопросов астробиологии и возможных

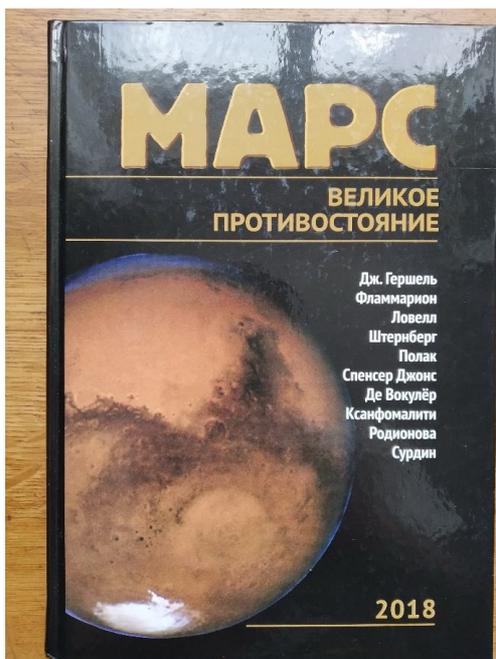


Ещё одна книга, о которой хотелось бы рассказать – это «Разведка далёких планет» авторства В.Г. Сурдина. Книга в доступной и увлекательной форме рассказывает об открытии и исследовании разных тел Солнечной системы – планет, их спутников, комет, астероидов и транснептуновых объектов. Отдельная глава посвящена экзопланетам – их

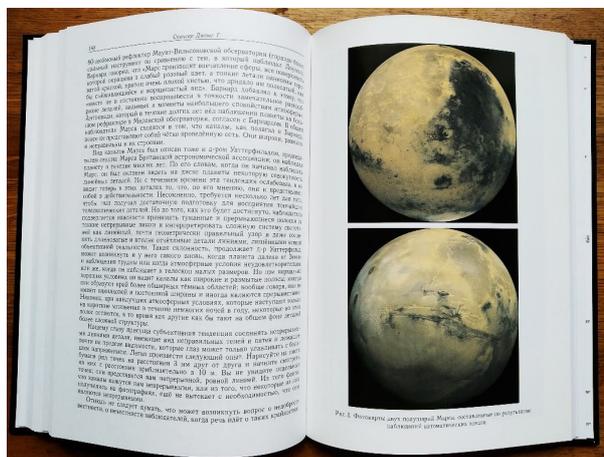
возможным характеристикам, методам поиска и перспективам развития научных знаний в этом направлении. Книга выполнена в твёрдом переплёте, на белой качественной бумаге.



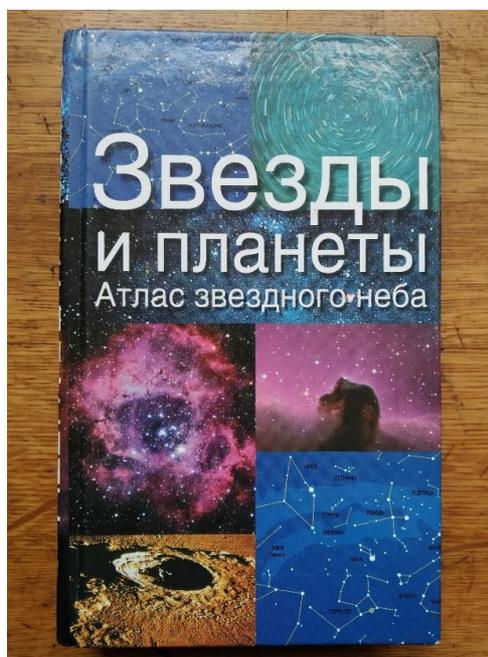
Текст не перегружен узконаучной информацией и читается очень легко, книга богато иллюстрирована. Печать чёрно-белая, имеются две цветные вкладки на плотной глянцевой бумаге суммарным объёмом в 16 страниц. Тираж издания невелик – всего 500 экземпляров, а вот цена, увы, не очень доступна – порядка 1200 рублей.



Для любителей истории астрономии очень интересна будет другая книга под редакцией В.Г. Сурдина – «Марс. Великое противостояние», представляющая собой сборник статей об исследовании Марса, написанных известными астрономами своего времени в период с 1861 по 2003 годы. Последовательное чтение этих материалов позволяет посмотреть на изучение Марса в ретроспективе, увидеть, как одни теории признавались ошибочными и вместо них выдвигались другие, которые спустя десятилетие тоже отвергались. В заключительных главах книги даётся краткий обзор современных представлений о природе Красной планеты.



Книга выполнена в твёрдом переплёте на белой качественной бумаге, печать чёрно-белая. Издание богато иллюстрировано чёрно-белыми схемами и фотографиями, некоторые иллюстрации вынесены на цветную вклейку, объём которой равен 16 страниц. Книга выдержала два издания – в 2004 и 2018 годах, тираж второго издания составляет 500 экземпляров. Цена книги на момент написания обзора – около 900 рублей.



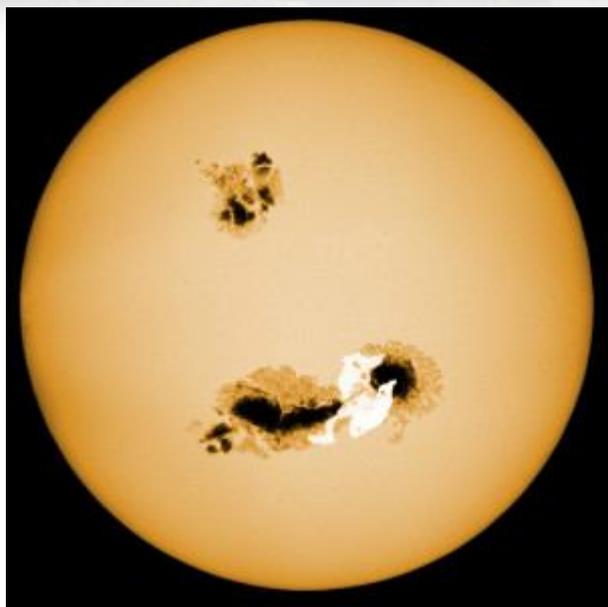
Для любителей практической астрономии несомненный интерес будет представлять следующая книга – «Звёзды и планеты. Атлас звёздного неба», автор Ян Ридпат. Книга состоит из двух разделов. Первый раздел представляет собой непосредственно атлас звёздного неба и включает в себя карты всех созвездий с отображением звёзд до 6 звёздной величины и подробные описания наиболее интересных объектов, доступных для наблюдения в том или ином созвездии.

*Продолжение следует...*

**Николай Демин, любитель астрономии, г. Ростов-на-Дону**

(специально для журнала «Небосвод»)

## ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ



**2012г 16 мая 2012 года в журнале Nature появилась статья (краткое изложение приводит Nature News) о том, что японские астрономы обнаружили, что на звездах, похожих на Солнце, могут происходить супервспышки - мощнейшие выбросы энергии.**

Мощнейшая вспышка на Солнце была зарегистрирована в 1859 году и получила название вспышки Каррингтона. Мощность выброса была такова, что полярные сияния наблюдались на Гавайях и Кубе, а телеграфные провода искрились. Последствия такого события, случись оно сейчас, по словам ученых, будут катастрофическими.

В настоящее время известно, что на некоторых звездах происходят вспышки на несколько порядков превосходящие вспышку Каррингтона по мощности - такие события регистрировались различными космическими аппаратами. Причины подобных событий до сих пор неизвестны, и до недавнего времени у ученых не было статистики по таким вспышкам.

В рамках новой работы ученые использовали данные, собранные телескопом "Кеплер" (запущен в марте 2009 года для поиска экзопланет). Этот аппарат следит за небольшим участком неба между созвездиями Лиры и Лебедя, отслеживая поведение примерно 150 тысяч звезд. За 120 дней наблюдения из 80 тысяч похожих на Солнце звезд вспышки произошли на 146. Все события имели мощность от 10 до 10 тысяч мощностей вспышки Каррингтона.

По словам ученых, основная часть супервспышек происходит на звездах, которые достаточно быстро вращаются вокруг своей оси - с периодом порядка 10 дней (период вращения Солнца на экваторе составляет примерно 24,5 дня). Такой небольшой период характерен для молодых светил.

Часть вспышек, однако, была зарегистрирована на звездах, напоминающих Солнце. У ученых была гипотеза, что такие события могут быть результатом

взаимодействия звезды с планетой-гигантом, однако она не подтвердилась. Единственное, что пока установили японские исследователи - сверхмощным вспышкам предшествуют гигантские темные пятна на звезде.



**2012г 21 мая 2012 года на острове Тенерифе (Канарские острова) состоялась церемония открытия солнечного телескопа "Грегори" (GREGOR), ставший крупнейшим солнечным телескопом в Европе и третьим по размеру среди солнечных телескопов в мире. В постройке прибора участвовали четыре немецких исследовательских института. Его строительство обошлось в сумму \$16,5 млн, большую часть суммы выделил Институт физики Солнца Кипенхойера во Фрайбурге.**

Телескоп установлен у подножия вулкана Тейде на острове Тенерифе. Он назван в честь шотландского астронома Джеймса Грегори, жившего в XVII веке и придумавшего принципиальную схему, по которой построен телескоп.

Диаметр его первичного, самого крупного, зеркала составляет 1,5 метра. Зеркало имеет постоянную систему охлаждения. Телескоп построен по открытой схеме, то есть не имеет кожуха, что позволяет снизить вибрацию, возникающую из-за порывов ветра. От неблагоприятной погоды прибор защищает складной купол. Телескоп оборудован системой подстройки под атмосферные искажения.

На приборе установлены камеры, поляриметры, интерферометры, и спектрографы. Изображения можно получать в видимом и инфракрасном спектре.

Главной задачей телескопа станет изучение магнитных процессов на Солнце. Крупное зеркало и система компенсации искажений позволяет получать

изображение с разрешением в 70 километров на поверхности звезды. Ученые, участвовавшие в разработке, отмечают, что такое разрешение позволит хорошо разглядеть солнечную грануляцию и получить данные о ее формировании. Двумя другими задачами исследований станет получение данных об изменениях магнитного поля Солнца и характеристика его хромосферы.



**2012г 6 июня 2012 года произошло редкое астрономическое явление – прохождение планеты Венера по диску Солнца. Это явление 251 год назад наблюдал наш выдающийся ученый М.В. Ломоносов (1711 - 1765) и открыл тогда атмосферу вокруг этой планеты.**

По инициативе М.В. Ломоносова Петербургская Академия наук командировала для наблюдения прохождения 6 июня 1761 г. Н.И. Попова в Иркутск и С.Я. Румовского в Селенгинск. Сам М.В. Ломоносов наблюдал явление в телескоп из окна своего дома в Петербурге и описал его в статье "Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санкт-Петербургской императорской Академии наук мая 26 дня 1761 года". При наблюдении этого прохождения Ломоносов заметил помутнение края солнечного диска при первом контакте ("черная капля"). А когда черный диск Венеры, повернутой к наблюдателю неосвещенной стороной, частично вступил на диск Солнца, вокруг его края, еще находившегося на фоне неба, вдруг вспыхнул тонкий огненный ободок. Этот ободок теперь принято называть явлением Ломоносова. Он вызван рефракцией света в атмосфере планеты. Ломоносов писал: "Сие ничто иное показывает, как преломление лучей солнечных в Венериной атмосфере". И заключает: "По сим примечаниям господин советник Ломоносов рассуждает, что планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковую (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного". Гениальное открытие великого ученого 30 лет спустя было подтверждено И. Шретером и В. Гершелем, которые обнаружили на Венере сумеречные явления, порождаемые рассеянием солнечных лучей в верхних слоях ее атмосферы.

Прохождение Венеры по диску Солнца 6 июня 2012 года будет наблюдаться со всей территории России и стран СНГ. В западной половине страны Солнце взойдет уже с планетой на диске, а полностью явление можно будет наблюдать в восточной половине России и на севере страны, где Солнце в этот день не заходит за горизонт. В Новосибирске явление начинается в 5 часов 07 минут утра, когда Солнце только взошло, и закончилось в 11 часов 52 минуты дня. Вступление

Венеры на диск Солнца и схождение длятся по 17,5 минут, в течение которых может быть виден светящийся ободок атмосферы. Все остальное время диск Венеры медленно движется по поверхности Солнца. По размеру диск Венеры в 30 раз меньше солнечного, он может проходить вблизи солнечных пятен, что также представляет интерес.

Периодичность прохождения Венеры по диску Солнца обусловлено особенностями орбит этой планеты и Земли. Подходящая конфигурация небесных тел случается четырежды в 243 года. Временные промежутки между транзитами составляют 8 лет, 121,5 года, 8 лет и 105,5 года соответственно. Предыдущее прохождение наблюдали 8 июня 2004 года. Последующие прохождения произойдут 11 декабря 2117 и 8 декабря 2125 года.



**2012г 13 июня в журнале Nature опубликовано сообщение об обнаружении астрономами в пустынной экваториальной области Титана метановое озеро, глубина которого составляет не менее метра. Открытие было сделано на основе наблюдений в инфракрасном диапазоне, проведенных аппаратом "Кассини" с 2004 по 2008 годы. Сквозь плотную атмосферу крупнейшего спутника Сатурна удалось разглядеть овальное озеро длиной около 60, а шириной около 40 километров. Изображение было получено путем комбинирования данных по семи длинам волн инфракрасного света.**

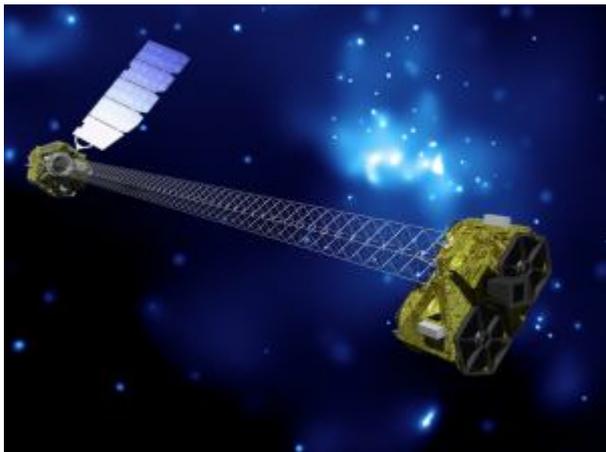
Помимо озера в тропическом поясе Титана были обнаружены еще четыре водоема существенно меньшей глубины. По словам ученых, по глубине находящейся в них жидкости они напоминают земные болота. Первое озеро в июне 2005 года по снимкам «Кассини» выявили в южной полярной области как темное образование с очень четкими границами, которое было идентифицировано как жидкое озеро. Его назвали озеро Онтарио.

До сих пор считалось, что экваториальная область спутника представляет собой каменистую пустыню, и в жидком виде углеводороды могут присутствовать только на полюсах.

Титан привлекает внимание ученых, так как является единственным (помимо Земли) объектом в Солнечной системе, где выявлено существование жидкости на поверхности. Озера на Титане состоят из соединений углерода и водорода, преимущественно из метана. Жидкость на Титане находится в постоянной циркуляции - испаряется и выпадает в виде осадков.

Согласно данным «Кассини» и компьютерным расчётам, состав жидкости в озёрах следующий: этан (76—79 %), пропан (7—8 %), метан (5—10 %). Кроме того, озёра содержат 2—3 % цианида водорода, и около 1 % бутена, бутана и ацетилена. Согласно другим данным, основными компонентами являются этан и метан. Запасы углеводородов в озёрах в несколько раз превышают общие запасы нефти и газа на Земле.

Существование жизни в привычном Земном виде в таких условиях невозможно, однако это не исключает возможностей существования самоорганизации на иных химических принципах. Кроме того, изучение Титана может рассказать о путях предшествующей жизни химической эволюции в экстремальных условиях космоса.



2012г 13 июня 2012 года с борта самолета-носителя L-1011 'Stargazer', взлетевшего с аэродрома на атолле Кваджалейн в Тихом океане, специалистами компании Orbital Science Corporation в 16:00:37 UTC (20:00:37 мск) на высоте 11,9 тысячи метров над акваторией Тихого океана осуществлен запуск ракеты-носителя Pegasus-XL с астрономическим спутником NASA NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array - ядерный спектроскопический массив телескопов). Ракета была отделена от самолета-носителя, а спустя пять секунд был включен.

Через десять минут после старта ракета вышла на орбиту с апогеем (высшей точкой) 632,8 километра, перигеем 626,9 километра, и наклоном 6,024 градуса. Здесь 350-килограммовый космический аппарат отделился от третьей ступени и начал самостоятельный полет.

Космический рентгеновский телескоп NuSTAR, предназначен в течение 2 лет для поиска и исследования черных дыр, нейтронных звезд и гамма-всплесков, а также изучения Солнца, пишет Лента.РУ.

24 октября 2012 года на сайте НАСА сообщается что телескоп NuSTAR сфотографировал вспышку, источником которого была черная дыра Стрелец A\* в центре Млечного Пути. Снимки были сделаны еще в июле, однако обработали и их только сейчас. По словам исследователей, аппарат стал первым, кому удалось экспериментально получить данные о жестком рентгеновском излучении во время такого рода вспышек. Источником излучения является

разогнанная до околосветовых скоростей и разогретая до сотен миллионов градусов Цельсия материя, которую поглощает дыра. Сами ученые говорят, что подобные вспышки для Стрельца довольно редки, поэтому их обнаружение является большой удачей.

В феврале 2013 года НАСА показало, что NuSTAR вместе с космической обсерваторией XMM-Newton измерили скорость вращения сверхмассивной черной дыры в центре галактики NGC 1365 в созвездии Печь и определили массу черной дыры.

В январе 2017 года исследователи из Университета Дарема и Университета Саутгемптона, возглавляющие коалицию агентств, использующих данные NuSTAR, объявили об обнаружении сверхмассивных черных дыр в центре соседних галактик NGC 1448 в созвездии Часы и IC 3639.



2012г 14 июня межпланетный зонд «Вояджер-1» после 35 лет полета, оказался на удалении в 123 астрономические единицы (около 18,4 миллиардов километров) от Солнца и вышел на границу межзвездного пространства. Его датчики зафиксировали резкий рост уровня галактических космических лучей – высокоэнергетических заряженных частиц межзвездного происхождения.

Как сообщается на сайте Лаборатории реактивного движения, с 2009 по 2012 год наблюдалось снижения количества космических лучей, регистрируемых детекторами аппарата. Вместе с тем, с мая 2012 года количество этих лучей снова начало возрастать со скоростью примерно 5 процентов в неделю.

Кроме того, было зафиксировано резкое снижение количества заряженных частиц, исходящих от Солнца. Это заставило предположить, что «Вояджер-1» приблизился к границе Солнечной системы, хотя всё еще находился внутри гелиосферы.

А в конце августа минувшего года датчики аппарата зафиксировали резкое снижение регистрируемых частиц солнечного ветра. Это может означать, что «Вояджер-1» оказался в межзвездном пространстве.

По расчетам специалистов, свою работоспособность «Вояджер-1» будет сохранять приблизительно до 2025 года, когда «истощатся» радиоизотопные термоэлектрические генераторы. Затем он замолчит, но продолжит свой путь к звездам.

2012г 26 июня в журнале American Mineralogist опубликована статья (краткое содержание можно прочитать на сайте Wired Science), что американским геологам из

**Калифорнийского технологического института удалось обнаружить в составе метеорита Альенде (упал в Мексике 8 февраля 1969 года) новый минерал, который получил название "пангит".**

Ученые исследовали метеорит при помощи сканирующей электронной микроскопии, благодаря чему внутри небесного тела удалось обнаружить микроскопические вкрапления неизвестного минерала. Химический анализ показал, что он имеет формулу  $(\text{Ti}^{4+}, \text{Sc}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{Zr}, \text{Ca})_1 \cdot 8\text{O}_3$ . Таким образом, он содержит как распространенные в составе земной коры элементы, так и довольно редкие цирконий и скандий.



По словам геологов, пангит в составе метеорита сформировался очень давно - около 4,5 миллиардов лет назад. Таким образом, минерал присутствовал в протопланетарном диске, обращающемся вокруг Солнца еще до формирования Земли и других планет.

Древность пангита объясняет выбор имени, которое дали минералу геологи. Оно происходит от названия китайского мифического гиганта Пань Гу, который взмахом огромного топора отделил Инь от Ян и сотворил таким образом Небо и Землю. Комиссия по новым минералам, номенклатуре и классификации Международной минералогической ассоциации утвердила данное название.

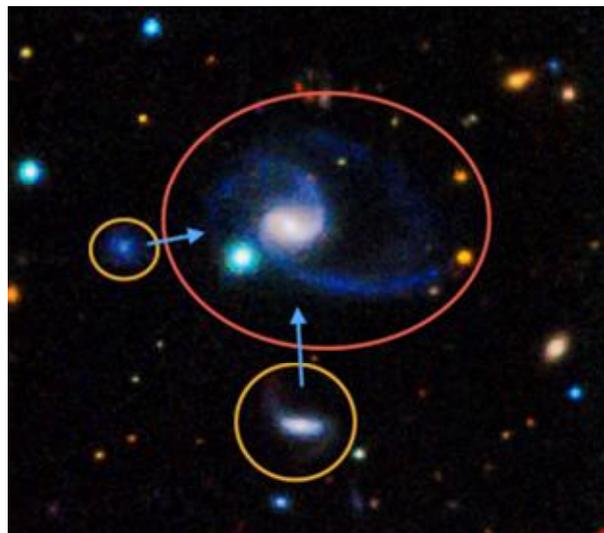
Метеорит Альенде упал на Землю в 1969 году, при падении он распался на множество мелких осколков. Общая масса метеорита составляла около пяти тонн, три из которых собрали ученые. Сейчас части метеорита находятся в различных научных учреждениях по всему миру.

Недавно ученые опубликовали анализ марсианского метеорита ALH84001, найденный 27 декабря 1984 года в горах Алан Хиллс, и показали, что те органические вещества, которые он содержит, имеют вулканическое происхождение. Следовательно, они не могут являться продуктом жизнедеятельности возможной марсианской жизни.

**2012г** Международная группа исследователей под руководством Аарон Роботэм (Dr. Aaron Robotham) обнаружила двойника Млечного Пути. Статья ученых 27 июня 2012 года появилась в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

В рамках исследования ученые интересовались вопросом, какой процент галактик имеет спутников,

как Млечный Путь (имеются в виду Большое и Малое Магеллановы Облака на расстоянии порядка нескольких сотен тысяч световых лет от Галактики). Анализ данных, собранных в рамках программы Galaxy and Mass Assembly (GAMA), позволил установить, что в среднем менее 0,4 процента всех скоплений звезд имеют соседей.



Среди прочего ученым удалось найти две галактики, похожие на нашу. Лучшее из них по роли двойника подходит галактика GAMA202627, которая находится в созвездии Гидры (расстояние не сообщается). Она представляет собой спиральную галактику с парой соседей, напоминающих Магеллановы облака.

Др. Роботэм отмечает, «Мы нашли всего 3% галактик аналогичных нашему Млечному Пути, имеющих галактики компаньоны, подобные Магеллановым Облакам, что является весьма редким. Всего мы обнаружили 14 галактических систем, подобных нашей, две из них представляют собой почти точное совпадение».



**2012г** В конце июня 2012 года группа астрофизиков под руководством Лучиано Есса (Luciano Iess) из университета Ла Сapiенца в Риме (Италия) подтвердила догадку своих коллег (в апреле 2011 года группа астрофизиков под руководством Роз-Мари Балан (Rose-Marie Baland) из Королевской обсерватории в Брюсселе (Бельгия) проанализировала наклон оси вращения Титана и некоторые характеристики его движения по орбите и пришла к выводу, что под поверхностью спутника должен

существовать океан), изучая данные, собранные зондом "Кассини" в течение последних семи лет в ходе 80 приближений к Титану, что на Титане, самом крупном спутнике Сатурна, имеется гигантский океан, занимающий всю площадь планеты и расположенный на глубине 100 километров от поверхности небесного тела (статья опубликована в журнале Science).

Как объясняют ученые, Титан движется по несколько вытянутой эллиптической орбите и постоянно испытывает действие приливных сил Сатурна. Когда планеты сближаются, приливные силы сжимают Титан, деформируя планету, что в свою очередь влияет на гравитационное взаимодействие спутника Сатурна с другими объектами, в том числе и с зондом "Кассини".

Есс и его коллеги проследили, как менялась скорость "Кассини" при приближении к Титану в разных точках на его орбите, наблюдая за смещением радиосигнала зонда при помощи систем дальней связи на Земле. Ученые сопоставили скорости "Кассини" для разных точек орбит Титана и вычислили степень деформации Титана при максимальном приближении к Сатурну.

Оказалось, что конфигурация гравитационного поля Титана меняется примерно на 4% при сближении с планетой гиганта, чего не может быть в том случае, если планета полностью состоит из твердых пород. По расчетам ученых, для объяснения таких колебаний на Титане должен существовать подземный океан из жидкой воды на глубине в 100 километров под поверхностью планеты.

Как полагают ученые, океан должен быть достаточно глубоким и плотным для объяснения столь сильных деформаций Титана. Скорее всего, воды этого подземного "моря" насыщены аммиаком или его сернокислой солью - сульфатом аммония, повышающими плотность жидкости.

Астрономы крайне скептически относятся к возможности существования жизни под поверхностью Титана - его океан не подпитывают горячие гейзеры, как это происходит в подземных водоемах Европы, одного из спутников Юпитера. Поэтому подземный океан Титана будет слишком холодным и бедным микроэлементами для зарождения живых организмов.

Есс и его коллеги считают, что подземный океан Титана может играть важную роль в метановом цикле планеты, транспортируя молекулы газа из недр спутника на его поверхность вместе с водой, вырывающейся наружу во время извержений ледяных вулканов. Это может объяснить, почему Титан остается "укутанным" в метановое одеяло, несмотря на то, что молекулы углеводородов в его атмосфере непрерывно разрушаются лучами Солнца.

В результатах нового исследования, опубликованных в 2014 году и основанных на гравитационной карте спутника, построенной на основании данных собранных «Кассини», учёные высказали предположение, что жидкость в океане спутника Сатурна отличается повышенной плотностью и экстремальной соленостью. Скорее всего, она представляет собой рассол, в состав которого входят соли, содержащие натрий, калий и серу. Кроме того, в разных районах спутника

глубина океана варьирует — в одних местах вода промерзает, изнутри наращивая ледяную корку, покрывающую океан, и слой жидкости в этих местах практически не сообщается с поверхностью Титана. Сильная солёность подповерхностного океана делает практически невозможным существование в нём жизни.

Миссия "Кассини-Гюйгенс" - совместный проект космических агентств США, Европы и Италии по изучению Сатурна. Космический зонд "Кассини" со спускаемым аппаратом "Гюйгенс" был запущен в 1997 году и достиг орбиты планеты 1 июля 2004 года. "Гюйгенс" изучил атмосферу и поверхность Титана, спутника Сатурна, а "Кассини" после отделения аппарата продолжил изучение планеты и ее спутников. В конце сентября 2010 года "Кассини" начал новый этап своей миссии, получивший название "Солнцестояние" (Solstice): срок работы аппарата продлен до 2017 года для впервые детального изучения всего сезонного периода Сатурна. 15 сентября 2017 года Кассини завершил свою 20-летнюю миссию в системе Сатурна и сгорел в атмосфере газового гиганта.



2012г 29 июня появились публикации, что астрономам впервые удалось зарегистрировать динамический эффект Сюняева-Зельдовича, а также применить его для изучения движения галактических скоплений.

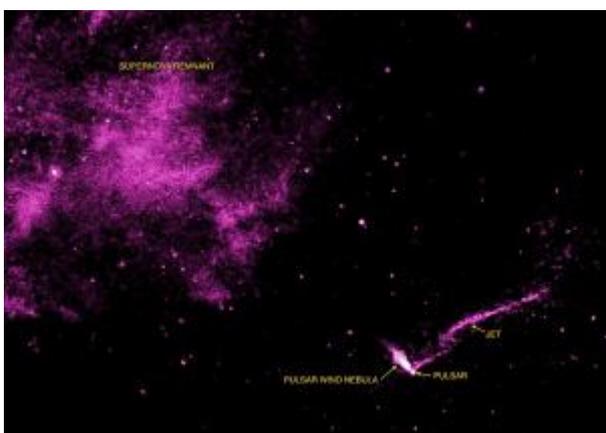
Эффект Сюняева — Зельдовича связан с реликтовым излучением (известным также как микроволновое фоновое излучение) - космическое излучение, оставшееся от того времени, когда образовавшаяся после Большого взрыва плазма стала прозрачной для электромагнитных волн. В 70-х годах прошлого века советские ученые Рашид Сюняев и Яков Зельдович предположили, что на интенсивность реликтового излучения могут влиять горячие электроны межзвездного газа (температурный эффект Сюняева-Зельдовича), движение галактических скоплений (кинематический эффект Сюняева-Зельдовича). Кроме этого оба типа взаимодействия могут приводить к поляризации микроволнового излучения.

Температурный эффект Сюняева-Зельдовича был впервые зарегистрирован в 1983 году, а в 90-х годах прошлого века этот эффект уже применялся для изучения галактических скоплений. Вместе с тем, кинематический эффект до настоящего времени оставался за пределами чувствительности современных инструментов. В рамках новой работы

ученые использовали данные, собранные в рамках Спектроскопического обзора барионных осцилляций (Baryon Oscillation Spectroscopic Survey, BOSS) вместе с результатами наблюдений галактических скоплений телескопом АСТ в пустыне Атакама в Чили.

"Ни один из проектов не был предназначен для регистрации столь тонкого явления как эффект Сюняева-Зельдовича, - приводит Nature News слова авторов исследования. Открытие стало возможным благодаря статистическому анализу огромного количества информации, полученной обоими экспериментами - например, для работы ученые использовали трехмерные карты 27 тысяч галактик (BOSS) и информацию о 7,5 тысячи ярчайших скоплений (АСТ).

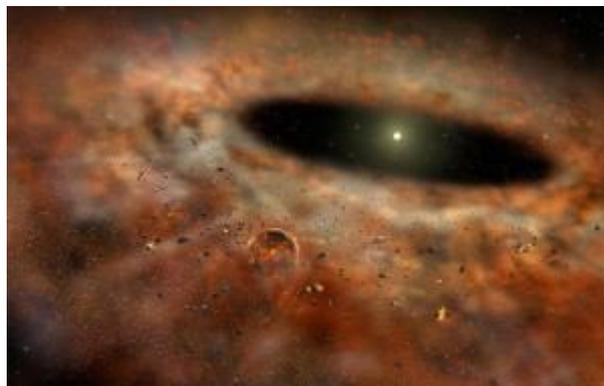
По словам ученых, новые результаты помогут астрономам в работе. В частности, они помогут получить более точные оценки на скорости движения удаленных галактических скоплений.



2012г 4 июля 2012 года в журнале The Astrophysical Journal Letters появилось сообщение, что "Чандра" (запуск 23.07.1999г), рентгеновский космический телескоп НАСА, обнаружил пульсар, мчащийся со скоростью почти 10 млн километров в час, то есть примерно в одну сотую скорости света. Существование этого объекта под названием IGR J1104-6103, находящегося на расстоянии 30 тысяч световых лет от Земли, подтвердили также две обсерватории – космический телескоп XMM-Newton (запуск 10.12.1999г) Европейского космического агентства и австралийский радиотелескоп Parkes (Обсерватория в Парксе).

Астрономы считают, что этот пульсар (сверхплотное быстро вращающееся тело, испускающее рентгеновские или оптические лучи) возник в результате взрыва сверхновой под названием SNR MSH 11-16A. Ударная волна от этой сверхновой нагрела окружающий газ до нескольких миллионов градусов, заставив его светиться в рентгеновском диапазоне. Чандра обнаружила в этой области точечный источник гамма-лучей, напоминающий комету с хвостом в три световых года. И эта комета – пульсар, "убегающий" от центра сверхновой со скоростью несколько млн километров в час (по оценке исследователей, 8,6-10,5 млн км/ч, то есть около 2,4-2,9 тыс. км/сек, в среднем 0,01 скорости света).

По данным ученых, существует еще одна столь же быстрая нейтронная звезда. Она тоже, возможно, появилась в результате взрыва сверхновой, а ее скорость, по оценкам исследователей, - 5-10 млн км/ч. Очевидно, что оба объекта требуют дополнительного подтверждения, и если это произойдет, астрофизикам придется пересмотреть свои модели взрыва сверхновых.



2012г 4 июля 2012 года астрономы из Австралии и США сообщили о таинственном исчезновении пылевого диска вокруг звезды ГYC 8241 2652. Свои результаты они изложили в статье, опубликованной в журнале Nature.

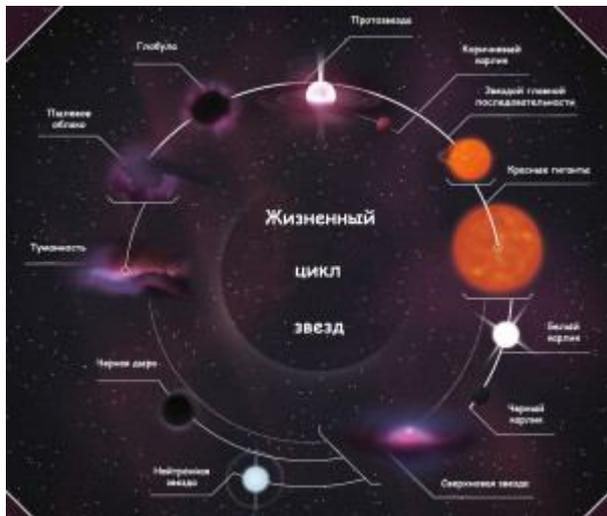
Молодая (всего 10 миллионов лет против 4,5 миллиарда лет у Солнечной системы) звездная система ГYC 8241 2652 располагается на расстоянии 456 световых лет от Земли. Свечение данного протопланетного диска было впервые зафиксировано в 1984 году, и с тех пор в течение около 20 лет было хорошо доступно для наблюдений. Но в 2009 году обнаружилось, что его яркость уменьшилась на 2/3, а к 2010 году диск стал почти неразличим. То есть диск исчез всего лишь приблизительно за три года, что является абсолютным рекордом, никогда не наблюдавшимся ранее. По оценкам исследователей, по инфракрасному излучению, температура диска составляла около 180 градусов Цельсия.

В рамках новой работы ученые представляют результаты наблюдений за ГYC 8241 2652 за два года с 2009 по 2011 годы. Объяснить произошедшее снижение на несколько порядков интенсивности инфракрасного излучения ученые, по их собственным словам, не в состоянии, однако, они предлагают следующую гипотезу: наблюдавшаяся пыль образовалась в результате столкновения неких тел - планет или крупных астероидов. После этого достаточно быстро материал осел на звезду, либо оказался "выметен" из системы давлением света.

Вместе с тем, новые результаты могут привести к пересмотру существующих представлений о формировании планетарных систем. Об этом Nature News заявил Джордж Райки, астрофизик из Университета Аризоны. В 2012 году у него вышла статья от 4 мая 2012 года в Astrophysical Journal Letters, в которой говорилось о похожем снижении яркости сразу в нескольких звездных системах. Из этого Райки заключает, что, возможно, астрофизики в случае с ГYC 8241 2652 наблюдают не уникальное событие, а важный этап формирования

планетарной системы, который, возможно, проходила и наша Солнечная система.

Согласно современным представлениям, планеты формируются из газопылевого диска, оставшегося после образования самой звезды. В настоящее время астрофизики понимают этот процесс только в общих чертах. Например, остается до конца невыясненным вопрос о связи состава планетарных систем - то есть типы планет (газовые гиганты, каменные планеты), которые встречаются в системе, - с металличностью звезд.



2012г 6 июля 2012 года в журнале Science опубликована работа (краткое содержание в редакционной статье) о том, что ученым удалось рассмотреть процесс формирования коричневого карлика из протопланетной туманности в созвездии Змееносец.

Внимание астрономов привлекло плотное ядро Orp B-11 в туманности, расположенной 460 световых годах от Земли. Наблюдения проводились с помощью радиоинтерферометрии в миллиметровом диапазоне, которая позволяет установить распределение плотности в межзвездных пылевых скоплениях. Скорости движения окружающего Orp B-11 газа определяли по красному смещению спектральных линий излучения ионов.

Установленные масса (от 0.02 до 0.03 массы Солнца) и радиус плотного ядра в скоплении говорили о том, что в будущем Orp B-11 станет не звездой, а огромной планетой - коричневым карликом. Тем не менее, распределение плотности окружающего вещества показало, что процесс формирования Orp B-11 мало чем отличается от образования звезд.

В отличие от планет, которые формируются в процессе скопления вещества в протопланетных дисках, звезды появляются в результате прямого коллапса сгустков пыли в туманностях. Таким образом, наблюдения европейских астрономов показывают, что коричневые карлики по своему происхождению скорее похожи на звезды, чем на планеты.

Коричневыми карликами называют астрономические объекты, имеющие промежуточную массу между планетами и самыми маленькими звездами - красными карликами. Массы

коричневых карликов немного не хватает, чтобы запустить самоподдерживающуюся реакцию ядерного синтеза, дающую энергию звездам. Тем не менее, некоторое время после формирования они излучают в инфракрасном диапазоне.



2012г 9 июля 2012 года коллектив радиотелескопа CSIRO в Австралии объявил об открытии первой чёрной дыры средней массы Hyper-Luminous X-ray Source 1 (или HLX-1). Статья ученых появилась в журнале Science.

Астрономы, работающие с Австралийским компактным радиоинтерферометром, исследовали объект HLX-1 - объектом исследования выступали джеты. Это выбросы материи, которые образуются во время поглощения черной дырой материала из окружающего ее диска. Скорость выбросов может составлять значительную часть от скорости света. Для регистрации подобных выбросов используются в том числе и радиотелескопы, поскольку разогнанная до огромных скоростей материя излучает и в радиодиапазоне.

Используя математическое моделирование, ученые по результатам наблюдений смогли уточнить массу HLX-1. Она оказалась в пределах от 9 до 90 тысяч солнечных масс. Напомним, что разброс вероятных масс этого объекта после первоначального анализа данных составлял от сотни до ста тысяч солнечных.

Объект HLX-1 был открыт в 2004 году во время поиска так называемых ультраярких источников рентгеновского излучения (ultraluminous X-ray source, ULX). В 2009 году в Nature появилась статья международной группы исследователей, в которой те, используя данные наблюдений XMM-Newton, установили, что HLX-1 располагается на расстоянии 290 миллионов световых лет от Земли и, скорее всего, представляет собой черную дыру средней массы. Именно тогда появилась оценка на массу объекта в пределах от ста до ста тысяч солнечных.

Черные дыры средней массы представляют для астрономов значительный интерес. Согласно современным представлениям, сверхмассивные черные дыры (то есть дыры с массой свыше миллиона солнечных) в центрах галактик образовались в результате постепенного поглощения материи обычной черной дырой, то есть дырой, образовавшейся в результате гравитационного коллапса звезды. Вместе с тем до последнего времени дыр средней массы, то есть переходного от обычных к сверхмассивным классам, известно не было.

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

## Комета Шумейкер-Леви 9 в атмосфере Юпитера

*Наблюдение последствий падения  
фрагментов кометы  
Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера*

### Предисловие

Падение метеороидных тел в атмосферы планет и на поверхности их спутников происходит довольно часто, так как количество таких тел в межпланетном пространстве достаточно велико.

Все метеороиды, населяющие Солнечную систему, движутся по своим эллиптическим орбитам, имеющим разные наклонения к плоскости эклиптики. Те из них, чьи орбиты совпадают, создают метеороидные рои с большой плотностью вещества. При пересечении орбиты той или иной планеты с орбитой метеороидного роя, происходит регулярные выпадения вещества роя в атмосферу планеты, как только она пересекает рой. Это сопровождается различными явлениями в атмосфере планеты. На Земле мы наблюдаем падение метеоров и болидов, в виде световых треков, образованных сгорающими в атмосфере частичками. Обычно диаметры этих частичек очень малы (от 10 мкм. до 10 см.), но случается падение и более крупных метеороидных тел. Тогда мы наблюдаем падение метеорита, которое сопровождается различными световыми и звуковыми эффектами. Это приводит к образованию ударной волны.

Однако, метеороиды с размерами, меньше 10 м., серьезной угрозы для той или иной планеты и ее атмосферы не представляют. Другое дело - небесные тела, чьи размеры, превышают этот предел. Падение таких тел в атмосферу планеты не происходит бесследно для последней. Причем, степень тяжести обычно зависит от диаметра метеороидного тела.

Если размер небесного тела превышает 1 км., то его столкновение с планетой приводит к катастрофе планетарного масштаба. В атмосфере планеты, при этом происходят глобальные изменения, а на поверхности планеты, если она твердая, образуется гигантский кратер. К таким небесным телам можно отнести астероиды и ядра комет. Однако, число таких в Солнечной системе, по отношению к числу мелких метеороидов, ничтожно мало, и столкновение их с планетами, даже если орбита этого небесного тела и пересекает орбиту планеты происходит довольно редко.

Как известно, ядра комет приходят к нам из глубин космоса. Их первоначальные орбиты представляют собой параболы, в фокусах которых находится Солнце. Однако, влияние планет-гигантов Юпитера и Сатурна, вблизи которых может пролетать ядро, приводит к изменению направления его движения, и, как следствие, к трансформации орбиты кометы из параболической в эллиптическую. Комета, двигающаяся по такой орбите, становится периодической.

В дальнейшем Юпитер и Сатурн, случается, корректируют орбиты тех комет, которых они захватили. Если ядро кометы, в своем движении, пройдет близко от планеты-гиганта, то оно, вследствие захвата гравитационным полем планеты может быть переведено на баллистическую орбиту, что неизбежно приведет к падению ядра кометы в атмосферу гиганта. Это приводит к катастрофе планетарного масштаба, сопровождающейся различными катаклизмами в атмосфере планеты.

Последнее такое падение ядра кометы Шумейкер-Леви 9, которое разрушилось еще на подлете на более десятка относительно крупных осколков, в атмосферу планеты Юпитер произошло в июле 1994 года.

Настоящая статья посвящена именно этому событию.

### Комета Шумейкер-Леви 9 (1993 е)

Комета, всколыхнувшая весь научный мир, была открыта К.С. Шумейкер, Ю.М. Шумейкер и Д.Х. Леви в обсерватории Маунт-Паломар с помощью 0,46-метрового телескопа Шмидта 24 марта 1993 года и получила первоначальное название «Шумейкер-Леви 1993 е».

Уже первые пластинки с изображением кометы показали, что это необычная комета. Ее изображение имело вид полосы, подобной следу метеорита в атмосфере Земли. Длина полосы равнялась примерно 10". Полоса была без центральной конденсации и на небе была ориентирована с востока на запад. Комета имела неяркий лучистый хвост 10 типа. Через две ночи Дж Скотти получил изображение этой кометы в виде узкой полосы длиной 47" и шириной 11". Им было зафиксировано, что в изображении кометы присутствуют 5 отдельных ярких фрагментов. Наиболее яркий фрагмент был обнаружен на расстоянии 14" от восточного конца линейного изображения кометы. 27 марта 1993 г. Лу и Дживинет сообщили об исследовании изображения кометы, в котором они зафиксировали 17 отдельных фрагментов, располагавшихся в виде полосы длиной 50". В дальнейшем их число увеличилось до 21. Первые точные определения положения кометы на небесной сфере позволили вычислить ее элементы орбиты, которые оказались следующими:

$$\begin{aligned}e &= 0,206613 \\q &= 5,382476 \text{ а.е.} \\T_p &= 1994 \text{ г. Апрель, } 1 \\i &= 5^\circ,7864 \\ \omega &= 355^\circ,1307 \\(\text{Node}) &= 220^\circ,9658 \\a &= 6,784178 \text{ а.е.} \\P &= 17,67 \text{ лет}\end{aligned}$$

Вычисленные элементы орбиты кометы говорят о том, что эта комета периодическая, поэтому она получила свое окончательное название «Шумейкер-

Леви 9/п». Орбита кометы оказалась неустойчивая, ее афелий лежит за орбитой Юпитера, что указывает на принадлежность этой кометы к семейству комет Юпитера. Свой перигелий комета прошла в 1 апреля 1994 г.

В дальнейшем, вплоть до момента падения объекта в атмосферу Юпитера, устойчиво наблюдались 19 ее фрагментов, вытянутых в одну линию, наподобие «жемчужного ожерелья». Комета Шумейкер-Леви 9/п была слабым по яркости небесным объектом, ее интегральный блеск колебался в пределах звездных величин  $m = 14^m \div 15^m$ . При этом блеск отдельных фрагментов на  $6^m \div 7^m$  звездных величин был меньше блеска всей кометы.

По данным наблюдений был вычислен суммарный линейный размер ядра кометы, который составил приблизительно 10 км., линейные же размеры фрагментов ядра вырисовывались в пределах  $300 \text{ м} \div 3 \text{ км}$ . Плотность кометного вещества коррелировала в пределах  $\rho \sim 0,3 \text{ г/см}^3 \div 1,0 \text{ г/см}^3$ . Следует отметить, что это типичные для «средней» кометы физические характеристики.

Данные вычислений наклона орбиты кометы  $\dot{i}$  свидетельствовало о том, что она почти лежала в плоскости орбиты Юпитера. Исходя из этого были произведены вычисления положения кометы и Юпитера в пространстве, которые показали, что в 1992 г. ядро кометы Шумейкер-Леви 9/п прошло на незначительном расстоянии от планеты и приливные силы, действующие со стороны Юпитера, по видимому, разорвали ядро кометы на части. При этом орбита кометы трансформировалась так, что при обратном движении от перигелия к афелию его фрагменты вновь прошли на незначительном расстоянии от Юпитера и действия приливных сил планеты привело к падению в атмосферу Юпитера этих фрагментов. Это случилось и июле 1994 г.

## Наблюдение последствий падения фрагментов кометы Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера

### § 1. Результаты наблюдений

#### *п.1 Общие сведения. Аппаратура*

Визуальные наблюдения планеты Юпитер нами проводились в Симферопольской юношеской обсерватории (г. Симферополь,  $\varphi = 45^\circ$  с.ш.) в период с 16 июля по 28 июля 1994г. с помощью стационарного 150 - миллиметрового телескопа-рефрактора, производства концерна «Карл-Цейс-Йена» (Германия) ( $A = 1:15$ ,  $F = 2200 \text{ мм}$ ., экваториальная монтировка, механический часовой привод) при увеличении 220 раз. Количество наблюдений, лежащих внутри данного интервала времени составило 7 наблюдений. Наблюдения были проведены путем выполнения качественных зарисовок Юпитера в течение 5-10мин. Кроме автора активное участие в них принимали квалифицированные наблюдатели обсерватории: Грищенко А.И., Левина А.С., Жительзейф С.Я. Наблюдателями за весь период наблюдений было сделано 35 зарисовок Юпитера. Среднее качество изображения планеты составило 3- 4 балла по

пятибальной шкале. Все зарисовки были сделаны без использования светофильтров. Наблюдения планеты Юпитер осуществлялись методом фиксированного времени, т.е. последовательно каждые сутки в один и тот же временной интервал ( $22^h - 23^h$  по местному времени,  $18^h - 19^h$  по УТ ). Это позволило наблюдать каждые сутки разные точки видимой поверхности планеты. Рисунки, полученные во время наблюдений, были обработаны с помощью шаблон-сетки, а результаты измерений йовиграфических (зенографических) координат приводились к одному моменту времени и усреднялись. Оценка цветовой яркости деталей В, видимых на диске Юпитера проводилась по шести бальной шкале, где

- 0 - светлый
- 1 - светло-светло серый
- 2 - светло-серый
- 3 - сероватый
- 4 - серый
- 5 - темно-серый
- 6 - темный

Кроме самостоятельных наблюдений, нами были использованы результаты визуальных, фотометрических и спектрофотометрических наблюдений, выполненных сотрудниками Крымской астрофизической обсерватории в тот же период времени.

Спектрофотометрические наблюдения избранных участков диска Юпитера были выполнены с помощью телевизионного комплекса полуметрового телескопа системы Максудова: МТМ-500 КрАО наблюдателями В.В. Прокофьевой и В.П. Тарашук. Использовалась высокочувствительная телевизионная аппаратура, разработанная специально для регистрации спектров астрономических объектов, позволяющая получать спектры избранных участков диска Юпитера с экспозициями в несколько секунд. Отношение сигнала к шуму при этом было выше 100. В качестве диспергирующей оптики был использован дифракционный спектрограф, специально разработанный для телескопа МТМ -500 и позволяющий оперативно проводить гидирование деталей диска Юпитера по его изображению на щели, выведенному на экран монитора. Спектрограф был снабжен набором круглых диафрагм, используемых в качестве входных щелей.

Всего за период с 5 июля по 30 августа 1994 года было получено с высоким разрешением более 2000 спектров различных мест на диске планеты, стандартной звезды  $\beta$  Libra, сумеречного неба и Луны. Анализу подверглись 523 спектра различных участков диска Юпитера, полученные в период с 15 по 22 июля 1994 г. в спектральном диапазоне  $\lambda\lambda = 5500 - 7500 \text{ \AA}$ .

Фотометрические наблюдения облаков взрывов фрагментов Q1 и Q2, появившихся на лимбе Юпитера через некоторое время после их образования, были проведены на телевизионной аппаратуре телескопа системы Максудова МТМ - 200 наблюдателями Прокофьевой В.В., Карачкиной Л.Г. и Тарашук В.П.. Питающей оптикой служил 200 мм телескоп Максудова, фокусное расстояние

которого было увеличено до 30 м, приемником света- передающая трубка суперортискон, а регистрация данных велась в цифровом виде в памяти мини ЭВМ. При этом суммировалась информация от 30 телевизионных считываний, что повышало отношение сигнала к шуму и позволяло получить фотометрическую точность до 2 %. Время экспозиции составляло 11 с, а время записи информации на магнитную ленту, в течении которого сбора фотометрических данных не проводилось, 32 с. При наблюдениях были использованы светофильтры, дающие эффективные длины волн 380 и 560 нм и полуширины кривых реакций около 30 нм.

## *п.2 Эволюция облачного покрова Юпитера в период наблюдения и новые детали на видимой поверхности.*

Весь период наблюдений был отмечен колоссальной активностью полосообразования как в южном, так и в северном полушарии планеты, причем большие, а порой и грандиозные изменения претерпели практически все основные детали на ее видимой поверхности. Это свидетельствовало о глобальных катаклизмах в атмосфере Юпитера, вызванных падением фрагментов ядра кометы Шумейкер-Леви 9.

Так, если еще 16 июля вид поверхности Юпитера был почти такой же, как и в предыдущие дни, т.е на ней наблюдались:

- относительно ровная СТП, серого цвета (В=4) с темно-серой полоской;
- сероватая СУП (В=3);
- светло-серая ССУП (В=2), слившаяся со светло-серой СШ;
- сероватая (В=3), относительно ровная ЮТП, ширина которой была практически такой же, как и ширина СТП;
- сероватая ЮУП (В=3), слившаяся с сероватой ЮШ;
- светлая ЭкЗ (В=0) с едва заметным пузыревидным образованием.

То уже 17,18 июля вид поверхности планеты претерпел серьезные изменения.

При наблюдении 18 июля были отмечены:

- уширенная СТП, серого цвета (В=4), южная граница которой стала неровной и на южной стороне наблюдались 2 темных пятна;
- сероватая СУП (В=3);
- светло-серая ССУП (В=2), слившаяся со светло-серой СШ;
- серая (В=4) ЮТП;
- серая ЮУП (В=4), выделявшаяся на фоне сероватой ЮШ, кроме того в ней наблюдались два темных пятна;
- светлая ЭкЗ (В=0).

Наблюдения 19 июля показало еще более грандиозные изменения на видимой поверхности Юпитера, а именно:

- СТП поменяла свой цвет с серого на темно-серый (В=5), стала неровной с обеих сторон, на южной ее стороне наблюдались три темных пятна разных размеров;

- Так же свой цвет с сероватого на темно-серый (В=5) поменяла СУП;
- ССУП и СШ наблюдались уже сероватыми (В=3);
- ЮШ, ставшая серой (В=4), расширилась до таких размеров, что поглотила не только ЮУП, но и ЮТП, северная граница которой стала теперь северной границей ЮШ;
- ЮТП едва выделялась на фоне ЮШ.

Появились и первые последствия падения фрагментов ядра кометы – в южной стороне ЮШ наблюдались два темных пятна.

20 июля на поверхности планеты наблюдались:

- темно-серая (В=5), неровная СТП, с южной стороны которой наблюдались два темных пятна;
- темно-серая (В=5) СУП;
- сероватая ССУП, являвшаяся южной границей сероватой СШ (В=3);
- уширенная ЮТП, с неровностями с северной стороны, серого цвета (В=4);
- темно-серая (В=5), с темной полоской под большим пятном в ЮШ, ЮУП, являвшаяся северной границей ЮШ;
- вернувшаяся в свои прежние границы ЮШ, серого цвета (В=4), в которой наблюдались два темных пятна неодинаковых размеров, одно из которых по форме и размерам напоминало Большое Красное Пятно;
- Светлая (В=0) ЭкЗ с еще более светлыми пузыревидными образованиями овальной формы;

Наблюдения, выполненные 21 июля показали дальнейшие метаморфозы деталей:

- в темно-серой (В=5) СТП с южной стороны наблюдались темная полоска и темное пятно;
  - СУП, темно-серого (В=5) цвета была видна слегка искривленной;
  - ССУП и СШ остались такими же, как и раньше
  - ЮТП наблюдалась уширенной, относительно ровной, серого (В=4) цвета;
  - ЮУП поменяла свой цвет с темно-серого на серый (В=4) и в ней наблюдалась маленькая темная полоска. ЮУП по-прежнему, являлась северной границей ЮШ;
  - ЮШ имела серый (В=4) цвет, в южной ее стороне наблюдались два больших бесформенных темно-серых (В=5) пятна, в каждом из которых были видны по три темных пятна, меньших размеров. Кроме того наблюдалось еще одно темное пятно вне больших пятен;
  - ЭкЗ осталась светлой (В=0), в ней наблюдалось одно светлое овальное образование.
- Наблюдение, проведенное 22 июля дало следующие результаты:
- СТП имела темно-серый (В=5) цвет и была видна относительно ровной, с южной стороны ее наблюдались два темных пятна;

- СУП была относительно ровная, темно-серого (В=5) цвета;
- ССУП, граничащая с СШ и СШ наблюдались сероватыми (В=3);
- ЮТП была уширенной, относительно ровной и имела серый (В= 4) цвет;
- ЮУП, являвшаяся северной границей ЮШ, имела так же серый (В=4) цвет, в ней наблюдалось одно темно серое пятно;
- ЮШ сменила свой цвет с серого на сероватый (В=3), в ней наблюдались: одно восходящее темное пятно овальной формы, два заходящих темных пятна округлой формы и одно трансформированное темно-серое пятно, которое проходило центральный меридиан;
- ЭкЗ была видна светлой (В=0) и имело одно пузыревидное образование овальной формы.

Последнее наблюдение планеты было выполнено 28 июля 1994 года. Оно показало наметившуюся устойчивость внешнего вида Юпитера, на диске которого были видны:

- СТП темно-серого (В=5) цвета, относительно ровная, с темной полоской на южном крае;
- СУП темно-серого (В=5) цвета;
- сероватые ССУП и СШ (В=3), причем ССУП по-прежнему являлась южной границей СШ;
- уширенная ЮПТ, серого цвета (В=4), относительно ровная
- ЮУП серого цвета (В=4), являвшаяся северной границей ЮШ;
- ЮШ сероватого цвета (В=3), в которой наблюдались: одно трансформированное темное пятно на восходе, одно округлое темное пятно на заходе и трансформированное темно-серое пятно вблизи центрального меридиана, в котором наблюдалось одно округлое темное пятнышко;
- Светрая ЭкЗ (В=0)

Примерно такой же вид видимая поверхность Юпитера имела и при наблюдениях в августе 1994 г.

Во время каждого наблюдения было получено 5 зарисовок видимой поверхности планеты, которые после обрабатывались с помощью шаблон-сетки, а полученные результаты измерений йовиграфических (зенографических) координат деталей усреднялись. Ошибка измерений при этом составила  $\delta\varphi \pm 3^\circ$ . Результаты измерений содержит таблица 1.

Цветовая яркость В деталей на поверхности планеты определялась по шестибальной шкале.

Результаты визуальных наблюдений видимой поверхности Юпитера дают возможность предположить, что:

1) Падение фрагментов ядра кометы Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера, носившее взрывной характер, привело к значительному выделению на широтах некоторых полос красящих веществ- хромофоров с последующим их распределением вдоль параллелей вследствие пассатного типа атмосферной циркуляции, что

обусловило видимые изменения цвета и контраста деталей.

2) Распространение взрывной волны по всем направлениям, по-видимому, послужило причиной столь впечатляющих структурных и широтных изменений деталей на видимом диске Юпитера.

Таблица 1

Детали поверхности	Йовиграфическая(зенографическая) широта, $\varphi$ (градусы дуги)						
	16.07	18.07	19.07	20.07	21.07	22.07	28.07
СТП	+ 7,5 + 18,0 сш	+7,0+ +20,0 сш	+7,5+ +17,5 сш	+7,5+ +17,5 сш	+7,5+ +17,0 сш	+6,0+ +17,5 сш	+7,5+ +16,0 сш
ЮТП	- 3,0 + 12,5 юш	- 6,0 + 20,0 юш	- 5,0 + неопред.	- 5,0 + 18,0 юш	- 3,0 + 17,5 юш	- 5,0 + 20,0 юш	- 4,0 + 17,5 юш
СУП	+25,0 сш	+25,0 сш	+25,0 сш	+25,0 сш	+24,0 сш	+24,0 сш	+24,0 сш
ССУП	+36,6 сш	+33,4 сш	+34,0 сш	+33,0 сш	+33,5 сш	+33,0 сш	+35,0 сш
ЮУП	-20,0 юш	-26,0 юш	-	-25,0 юш	-25,0 юш	-27,5 юш	-27,0 юш
СШ	с +36,6 сш	с +33,4 сш	с +34,0 сш	с +33,0 сш	с +33,5 сш	с +33,0 сш	с +35,0 сш
ЮШ	с -20,0 юш	с -26,0 юш	с -5,0 юш	с -25,0 юш	с -25,0 юш	с -27,5 юш	с -27,0 юш
ЭкЗ	+ 7,5 сш + -3,0 юш	+ 7,0 сш + -6,0 юш	+ 7,5 сш + -5,0 юш	+ 7,5 сш + -5,0 юш	+7,5 сш + -3,0 юш	+ 6,0 сш + -5,0 юш	+ 7,5 сш + -4,0 юш

### п.3 Новые пятна – как следствие падения фрагментов ядра кометы Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера

После прохождения перигелия комета Шумейкер-Леви 9, в своем движении, прошла довольно близко от Юпитера, что привело в результате воздействия на нее гравитационного поля планеты, к падению кометы в юпитерианскую атмосферу.

Фрагменты кометы входили в плотные слои атмосферы Юпитера под углом  $\cong 43^\circ \div 45^\circ$  с начальной скоростью  $v \cong 61$  км/с в направлении с востока на запад в полосе йовиграфических широт  $42^\circ \div 45^\circ$  юш.

Координаты и время вхождения фрагментов в атмосферу Юпитера рассчитаны ранее, указаны в таблице 2.

Так как падение фрагментов произошло на ночной стороне Юпитера, то наблюдатели с Земли видели лишь его последствия в виде темных пятен в Южной умеренной зоне. Поэтому возник вопрос отождествления фрагментов с пятнами, образующимися в результате падения фрагментов. Отождествление происходило методом сравнения реальных моментов времени прохождения новыми пятнами центрального меридиана планеты с ранее вычисленными, с учетом условий падения, моментами прохождения. (таблица 3).

Реальные моменты времени прохождения теми или иными новыми пятнами центрального меридиана определялись из результатов измерений их йовиграфических (зенографических) координат на рисунках Юпитера. Измерения  $\lambda$  и  $\varphi$  были выполнены с помощью шаблон-сетки. Ошибка при этом составила  $\delta\varphi \pm 3^\circ$ ,  $\delta\lambda \pm 5^\circ$ .

Долгота центрального меридиана  $\lambda_{ц}$  на момент наблюдения была вычислена по следующим формулам:

$$\lambda_{ц} = \lambda_{ц0} + \Delta\lambda \quad (\text{если } \lambda_{ц0} + \Delta\lambda < 360^\circ) \quad (1)$$

$$\lambda_{ц} = \lambda_{ц0} + \Delta\lambda - 360^\circ \quad (\text{если } \lambda_{ц0} + \Delta\lambda > 360^\circ) \quad (2),$$

где  $\lambda_{ч0}$  – долгота центрального меридиана на начало суток, в течении которых проводилось наблюдение;

$\Delta\lambda$  – поправка с учетом времени наблюдения.

$\Delta\lambda$ , в свою очередь, определялась по формуле:

$$\Delta\lambda = (T - P) \cdot \text{cohst} \quad (3)$$

где T – время наблюдения UT в часах и долях часа;

P – период вращения Юпитера в III системе координат, равный  $P = 9^h, 93$ ;

Cohst – величина поворота Юпитера за 1 час, равная  $36^\circ, 257$ .

Момент времени прохождения тем или иным пятном центрального меридиана  $T_{п}$  определялся по формуле:

$$T_{п} = T + \Delta T \quad (4)$$

где T – время наблюдения в часах и минутах;

$\Delta T$  – поправка в минутах ко времени наблюдения с учетом положения пятна относительно центрального меридиана, которая вычислялась по формуле:

$$\Delta T = \lambda_{п} - \lambda_{ц} / \text{cohst} \quad (5)$$

где  $\lambda_{п}$  – долгота пятна на момент времени наблюдения; cohst – величина поворота Юпитера за 1 минуту, равная  $0^\circ, 604$

Результаты измерений и расчетов содержит таблица 4

Таблица 2

Frag-мент	July	Time (UTC)	Lat (дуг. рога) град.	Long (долг. рога) град.	Merid. Angle град.	Angle E-J-F град.	Orbit Ref
A= 2 1	16.07	19h57m 34c	-43,11	177,0	64,28	98,87	A20
B= 2 10	17.07	02h54m 02c	-43,15	70,0	63,78	99,21	B19
C= 19	17.07	06h59m 25c	-43,31	217,0	65,05	98,27	C16
D= 18	17.07	11h45m 30c	-43,40	29,0	65,47	97,95	D17
E= 17	17.07	15h05m 00c	-43,45	149,0	65,78	97,71	E33
F= 16	18.07	00h26m 39c	-43,52	130,0	64,40	98,67	F24
G= 15	18.07	07h27m 36c	-43,58	23,0	66,58	97,10	G31
H= 14	18.07	19h25m 55c	-43,72	96,0	66,85	96,88	H30
K= 12	19.07	10h17m 50c	-43,79	275,0	67,72	96,24	K32
L= 11	19.07	22h07m 07c	-43,9	343,0	68,09	95,95	L32
N= 9	20.07	10h21m 15c	-44,27	67,0	67,87	96,03	N21
P2=8b	20.07	15h09m 51c	-44,59	243,0	66,57	96,88	P19
Q2=7b	20.07	19h32m 02c	-44,34	39,0	68,83	95,33	
Q1=7a	20.07	19h59m 29c	-44,04	55,0	69,25	95,08	Q35
R= 6	21.07	05h24m 17c	-44,07	36,0	69,35	95,00	R30
S= 5	21.07	15h09m 53c	-44,16	30,0	69,78	94,69	S41
T= 4	21.07	18h05m 50c	-45,00	139,0	67,44	96,18	T14
U= 3	21.07	21h52m 39c	-44,45	274,0	68,98	95,20	U15
V= 2	22.07	04h14m 43c	-44,41	145,0	69,32	94,96	V16
W= 1	22.07	07h56m 53c	-44,16	278,0	70,38	94,25	W32

Таблица 4

Дата	Время наблюдения UT, в часах и долях часа	Долгота центрального меридиана $\lambda_{ц}$	№ пятна	Иовиграфические координаты (дуг. градусах)		Время прохождения пятном центрального меридиана $T_{п}$ , UT	Фрагмент кометы
				$\phi$ , юж	$\lambda_{ц}$		
16.07	18 <sup>h</sup> ,5	307 <sup>o</sup> ,9	-	-	-	-	-
18.07	18 <sup>h</sup> ,58	251 <sup>o</sup> ,02	-	-	-	-	-
19.07	18 <sup>h</sup> ,9	52 <sup>o</sup> ,72	1	-43 <sup>o</sup>	23 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	H
			2	-41 <sup>o</sup>	87 <sup>o</sup>	19 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	E
20.07	18 <sup>h</sup> ,25	179 <sup>o</sup> ,25	1	-40 <sup>o</sup>	155 <sup>o</sup>	17 <sup>h</sup> 35,4 <sup>m</sup>	G
			2(центр)	-40 <sup>o</sup>	203 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 54,6 <sup>m</sup>	K
21.07	17 <sup>h</sup> ,67	308 <sup>o</sup> ,32	1	-42 <sup>o</sup>	278 <sup>o</sup>	16 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	L
			1	-43 <sup>o</sup>	273 <sup>o</sup>	16 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>	L
			2	-46 <sup>o</sup>	278 <sup>o</sup>	16 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	L
			3	-40 <sup>o</sup>	288 <sup>o</sup>	17 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	L
			2	-41 <sup>o</sup>	333 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>	G
			1	-40 <sup>o</sup>	323 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	G
			5	-45 <sup>o</sup>	333 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>	G
			6	-40 <sup>o</sup>	338 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 29,4 <sup>m</sup>	Q2
			7	-42 <sup>o</sup>	18 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	Q1
22.07	18 <sup>h</sup> ,67	136 <sup>o</sup> ,68	1	-46 <sup>o</sup>	76 <sup>o</sup>	17 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	E
			2	-44 <sup>o</sup>	102 <sup>o</sup>	17 <sup>h</sup> 42,6 <sup>m</sup>	A
			3(центр)	-43 <sup>o</sup>	138 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	C
			4(центр)	-42 <sup>o</sup>	204 <sup>o</sup>	20 <sup>h</sup> 31,8 <sup>m</sup>	K
28.07	17 <sup>h</sup> ,25	264 <sup>o</sup> ,0	1	-43 <sup>o</sup>	214 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	U
			2	-41 <sup>o</sup>	284 <sup>o</sup>	17 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	L
			3	-41 <sup>o</sup>	327 <sup>o</sup>	18 <sup>h</sup> 59,4 <sup>m</sup>	G
			4(центр)	-41 <sup>o</sup>	279 <sup>o</sup>	17 <sup>h</sup> 39,6 <sup>m</sup>	L

По результатам визуальных наблюдений последствий падения кометы Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера можно заключить, что:

1) Последствиями взрывов фрагментов кометы в атмосфере Юпитера на высотах облачного покрова и ниже стало появление темных пятен, которые, по-видимому, представляли собой гиганские воронки с волновым типом атмосферной циркуляции (по типу Большого Красного Пятна).

2) Самыми крупными фрагментами, серьезно повлиявшими на внешний облик планеты, были K и L, так как сразу же после их падения произошли грандиозные изменения в видимом облачном покрове Юпитера и возникли пятна по размерам не уступающие Большому Красному Пятну (БКП – эллипс с размерами  $a = 40000$  км,  $b = 13000$  км)

Следует отметить, что полученные нами результаты наблюдений имеют хорошее согласие с результатами визуальных наблюдений, выполненных в те же моменты времени Н.С. Черных и другими.

*п.4 Спектрфотометрические наблюдения темных пятен в Южной умеренной зоне Юпитера.*

Спектрфотометрические наблюдения последствий падения многочисленных фрагментов кометы Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера были получены на цифровом телевизионном комплексе телескопа МТМ-500 (D = 500 мм) Крымской астрофизической обсерватории наблюдателями В.В. Прокофьевой и В.П. Тарашук.

Целью обработки спектров было обнаружение быстрой переменности в излучении деталей атмосферы Юпитера. Для этого была применена известная методика среднего распределения интенсивности в спектре по нескольким оригинальным записям и вычисления дисперсии данных во всех интервалах длин волн. Повышенная дисперсия в некоторых участках спектра указывала на переменность излучения в них.

Анализ результатов, полученных при обработке 323 спектров различных участков диска Юпитера обнаружил ряд особенностей. Прежде всего следует отметить последовательное во времени появление переменности в различных участках спектра. Характерное время переменности можно оценить в пределах от нескольких десятков секунд до нескольких минут. Отождествление участков длин волн, обнаруживших переменность излучения, показало, что испытывают переменность не только характерные для атмосферы Юпитера полосы аммиака NH<sub>3</sub> и метана CH<sub>4</sub>, но и ряд линий различных элементов и молекул, возбужденных в результате взрывов фрагментов.

Так, записи спектров места падения фрагмента K, полученные последовательно в течение 10 минут 20 июля 1994 года

показали, что в 17<sup>h</sup>53<sup>m</sup> по UT произошла вспышка свечения в многочисленных линиях металлов ( Na, Ca, Fe). Натрий, кальций, железо отсутствует в спектре атмосферы Юпитера и, следовательно, они должны принадлежать ядру кометы. Эти хорошо известные линии обычно появляются в спектрах комет, приближающихся на небольшие расстояния к Солнцу. Если сначала натрий показывал незначительную переменность, то спектр того же пятна, полученный через час, при приближении К к центральному меридиану, выявил большую дисперсию в области излучения линии натрия. Кроме того, появилась так же переменность в полосе метана CH<sub>4</sub> ( $\lambda = 6190 \text{ \AA}$ ), возможно с доплеровским смещением.

Сильный всплеск излучения натрия был зарегистрирован 20 июля в 19<sup>h</sup>19<sup>m</sup> по UT в пятне фрагмента L, находящегося в это время на восточном краю диска. Полученный через 4 минуты спектр, переменности в линии натрия не показал, а ход спектра в этой области  $\lambda$   $\lambda$  показывает продолжающееся излучение Na. Интересно отметить, что спектр центра диска, полученный через 12 мин. после предыдущего спектра также показал переменность излучения в линии натрия.

Следует отметить, что в 19<sup>h</sup>30<sup>m</sup> по UT произошел взрыв фрагмента Q<sub>2</sub> в атмосфере Юпитера, а через полчаса взрыв фрагмента Q<sub>1</sub>. В момент наблюдений спектров, кома, окутавшая эти фрагменты и имевшая протяженность, вероятно, не менее 100000 км, также проникла в атмосферу Юпитера. Этим можно объяснить появление натрия на месте, удаленном от йовиграфической широты падения фрагментов.

Полученные наблюдателями спектры позволили зарегистрировать излучение линий молекулярного и атомарного водорода в линии H <sub>$\alpha$</sub> , которые также показали переменность. Сильная переменность в течение одной минуты в атмосферных полосах метана ( $\lambda = 6190 \text{ \AA}$ ) и аммиака ( $\lambda = 6441 \text{ \AA}$ ) происходила в пятне E.

Спектр, полученный в момент появления горячего облака, вызванного падением фрагмента Q<sub>2</sub>, на лимбе Юпитера показал имевшее место своеобразное «расширение» дуплета натрия. Доплеровский сдвиг показывает скорости, достигающие 300-600 км/с и 1000 км/с, причем вектор скорости имел направление как по лучу зрения, так и противоположное. По видимому была зарегистрирована переменность в крыльях линии натрия. Это говорит о больших скоростях, которые имеют относительно небольшие объемы вещества, содержащие атомы натрия.

Обнаруженные особенности поведения спектров позволяют сделать предположение о стратификации продуктов взрывов, разных температурах возбуждения в разных местах пятен. В местах падения фрагментов могут возникать высокоскоростные струи, мощные вихри, создающие сложную картину движения вещества в пятнах.

Данные спектрфотометрических наблюдений подтверждают предположение о том, что пятна, по-видимому, представляют собой огромные воронки в атмосфере Юпитера, позволяющие «заглянуть» в глубь. Именно так можно интерпретировать

поведение линии молекулярного водорода в пятнах H и E, проходящих через центральный меридиан. Возбуждение линии происходит в глубине пятна, так что в случае, когда луч зрения направлен вдоль вертикальной оси пятна, переменность возрастает. Когда происходит экранирование стенками воронки-переменность уменьшается.

#### *п.5 Энергетика взрывов, сопровождавших падение фрагментов кометы Шумейкер-Леви 9 в атмосферу Юпитера*

20 июля 1994 года в 19<sup>h</sup>30<sup>m</sup> по UT произошел взрыв фрагмента Q<sub>2</sub> в атмосфере Юпитера, а через полчаса, в 19<sup>h</sup>59<sup>m</sup> взрыв фрагмента Q<sub>1</sub>. Примерно через 10-12 минут после взрыва каждого фрагмента земные наблюдатели увидели появление яркого облака из-за лимба планеты, что представляло уникальную возможность сделать некоторые оценки взрывных процессов. Кроме того близкое расположение спутника Юпитера Ио дало возможность по оптическому эхо от спутника определить моменты времени каждого взрыва, оценить их мощность и энергию, при этом выделяющуюся.

Фотометрические наблюдения облаков взрывов фрагментов Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, появившихся на лимбе Юпитера через некоторое время после их образования и оптического эхо от спутника Ио были проведены на телевизионной аппаратуре телескопа МТМ-200 наблюдателями Прокофьевой В.В. и другими.

Наблюдения были выполнены в виде фотометрических разрезов различных участков. Для их получения в каждом телевизионном кадре формировался специальный строб, который выделял из всего изображения диска Юпитера узкую полосу. Угловое разрешение из-за большого кружка рассеяния в земной атмосфере при низком положении Юпитера над горизонтом составило 9".

Целями наблюдений было изучение развития взрывных процессов, вызванных падениями фрагментов Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, кометы Шумейкер-Леви 9, оценка нижней границы мощности взрывов и выделившейся при этом энергии.

Момент взрыва Q<sub>2</sub> кометы был зафиксирован по отражению светового сигнала от спутника Ио 20 июля 1994 г в 19<sup>h</sup>31<sup>m</sup> по UT. Повышение яркости Ио составило 4,3 %. Полученные данные, имеющие хорошее согласие с данными, полученными В.М. Лютым и В.Г.Метловым, позволили оценить мощность взрыва фрагмента Q<sub>2</sub> в предположении, что энергия распространялась равномерно во все стороны, а поглощение в атмосфере Юпитера в направлении на Ио практически отсутствовало. Во время взрыва Q<sub>2</sub>, происшедшего на невидимой с Земли стороне, Ио находился почти над местом падения и фаза его освещения составляла 0,6. Зарегистрированное на Ио увеличение яркости на 4,3 % из-за скважности наблюдений являлось нижним пределом. Поэтому для спектральной области с эффективной длиной волны  $\lambda = 8000 \text{ \AA}$  нижняя граница мощности взрыва оказалась равной  $P = 6 \cdot 10^{25}$  эрг/с. Эта величина хорошо согласуется с предварительными теоретическими оценками. Если предположить, что момент регистрации сигнала от Ио соответствовал моменту средней величины энерговыделения, то можно было сделать

оценку снизу энергии, выделившейся при взрыве, которая составила  $E = 1,5 \cdot 10^{27}$  эрг. Выход горячего облака, образовавшегося в результате взрыва фрагмента  $Q_2$ , на лимб Юпитера был зарегистрирован в момент времени  $19^h 42^m 51^s$  по UT 20 июля. Разница моментов взрыва и регистрации появления горячего облака на лимбе планеты составила 12 минут. Высота подъема облака взрыва над облачным покровом Юпитера была определена по данным, полученным Н.С. Черных и другими. Она составила  $H \sim 200 \text{ км} \pm 15 \text{ км}$ . Средняя скорость всплывания горячего облака в атмосфере планеты составила  $v = 0,3 \text{ км/с}$ .

Наблюдения вспышек на Ио, выполненные К.И. Чурюмовым и другими позволили предположить о дроблении фрагмента  $Q_2$  при движении его в плотных слоях атмосферы Юпитера.

Падение фрагмента  $Q_1$  вызвало значительно больший по мощности взрыв, чем падение  $Q_2$ . В.М. Лютый и В.Г. Метлов предположили, что фрагмент  $Q_1$ , в действительности, состоял из двух  $Q_{1a}$  и  $Q_{1b}$ , которые дали увеличение блеска на Ио в виде двух вспышек. Согласно наблюдениям падения фрагмента  $Q_1$ , полученным на космическом аппарате «Галилей», во время его взрыва в атмосфере Юпитера было зарегистрировано пять пиков излучения, наблюдавшихся в течении десятков секунд.

Высота подъема облака взрыва  $Q_{1a}$ , определенная по данным Н.С. Черных и других составила  $H \sim 800 \text{ км} \pm 200 \text{ км}$ . Средняя скорость всплывания горячего облака составила  $v = 1,2 \text{ км/с}$ . Высота и скорость подъема облака взрыва  $Q_{1b}$ , были такими же как и у  $Q_{1a}$ .

Полученные результаты наблюдений позволяют предположить, что взрывы фрагментов происходили в тропосфере на высотах  $H \sim -200 \text{ км} \pm 25 \text{ км}$ . относительно условной границы где давление равно 1 атмосфере. Мощность их составляла  $P \sim 10^{25} - 10^{26}$  эрг/с.

В результате взрыва того или иного фрагмента образовывалось горячее облако, которое под действием архимедовой силы выталкивалось на высоты мезосферы и термосферы. Двигаясь, горячее облако «выжигало» в тропосфере «дырку», в которую мгновенно устремлялось вещество атмосферы. При этом в «дырке» генерировались гигантские вихри с сильным закручиванием вещества и они представлялись наблюдателям с Земли в виде темных пятен.

## § 2. Некоторые предположения, сделанные на основе результатов наблюдений

С 16 по 22 июля 1994 г. происходила бомбардировка обратной стороны Юпитера фрагментами ядра кометы Шумейкер-леви 9. Торможение отдельного осколка в атмосфере сопровождалось высвобождением колоссальной энергии. При типичных параметрах фрагмента  $D_i \sim 0,3 - 4 \text{ км}$ . и скорости входа в атмосферу  $v = 61 \text{ км/с}$ . высвобождаемая энергия составляла  $E \sim 10^{27} - 10^{29}$  эрг. Поскольку столкновение происходило на обратной стороне Юпитера, сам процесс удара был недоступен для прямых наземных наблюдений. В связи с этим особый интерес вызывает

восстановление картины происшедшего столкновения по многочисленным наблюдениям его последствий.

Вхождение ядра кометы в атмосферу Юпитера, плотность и давление которой возрастает с глубиной по экспоненциальному закону, может привести к интенсивным механическим и радиационно-тепловым нагрузкам на твердые фрагменты ядра кометы. Перед фрагментом, движущимся со скоростью на два порядка превышающей скорость звука в атмосфере, образуется уплотнение атмосферного газа - отходящая ударная волна, распространяющаяся впереди фрагмента на расстоянии порядка одной десятой характерного размера твердого тела. Область между ударной волной и лобовой поверхностью фрагмента, так называемый ударносжатый слой, будет заполнена атмосферным газом с примесями паров вещества кометы, сжатым до давлений в несколько тысяч атмосфер и нагретым до температур порядка  $10000^\circ \text{К}$ , вследствие почти полного торможения набегающего газового потока в центральной части лобовой поверхности фрагмента кометы.

Движение газового потока относительно боковой поверхности твердого компактного фрагмента характеризуется большими градиентами скорости в направлении нормали к обтекаемой поверхности тела и, как следствие, значительной диссипации кинетической энергии вязкого газа, приводящей к сильному разогреву поверхностных слоев газа и твердого тела. Атмосферный газ в этом пограничном слое, так же как и в ударносжатом слое, начнет светиться, излучая в инфракрасном и оптическом диапазоне, а материал твердого фрагмента испариться. Количество уносимой при этом массы твердого тела будет относительно невелико, так как скорость фронта испарения, определяемая отношением энергии излучения в пограничном и ударносжатом слое к теплоте испарения кометного вещества для рассматриваемого случая не превышает долей м/с.

На движение фрагмента кометы и его термическое состояние существенное влияние будут оказывать процессы разрушения. Эти процессы будут проявляться главным образом в виде «отколов» вещества фрагмента, фазовых превращений (дробления, плавления и испарения кометного вещества), а также относительных перемещений частей фрагмента. Под действием растягивающих нормальных напряжений происходит откол крупных кусков фрагмента от тыльной и боковой поверхности обтекаемого тела. Помимо непосредственного разрушения передней части фрагмента происходит его деформация как целого. Эта деформация обусловлена неравномерностью давления в ударносжатом слое. Поскольку давление максимально в центре лобовой поверхности и быстро убывает к его краям, такое распределение нагрузки приводит к сносу раздробленного вещества, к выдавливанию жидкой или газообразной фазы на периферию лобовой части и к последующему ее уносу набегающим потоком, а также к пластическому растеканию фрагмента в направлении перпендикулярном к направлению движения, и, в конечном счете, к разделению его на ряд отдельных осколков. Отметим, что процесс

дробления будет повторяться для каждого достаточно крупного осколка до тех пор, пока аэродинамические нагрузки будут приводить к напряжениям, превышающим прочные характеристики материала кометы. На этой стадии раздробленный фрагмент кометы уже не обтекается набегающим потоком воздуха как единое целое: каждый достаточно крупный осколок обтекается отдельно. При этом характер движения существенно отличается от случая компактного фрагмента: раздробленный фрагмент сильнее тормозится. Рассыпание фрагмента вызывает, в свою очередь, резкое возрастание теплового потока в силу резкого увеличения эффективной поверхности фрагмента и перехода вещества из конденсированного состояния в газообразное. При этом образуется газовое облако, имеющее температуру, давление и плотность значительно превышающие соответствующее значение в окружающей невозмущенной атмосфере. Такое облако начинает интенсивно расширяться, продолжая с огромной скоростью двигаться вниз. Подобный быстропротекающий процесс образования газодинамического облака и его дальнейшее расширение в начальный период времени можно рассматривать как взрыв.

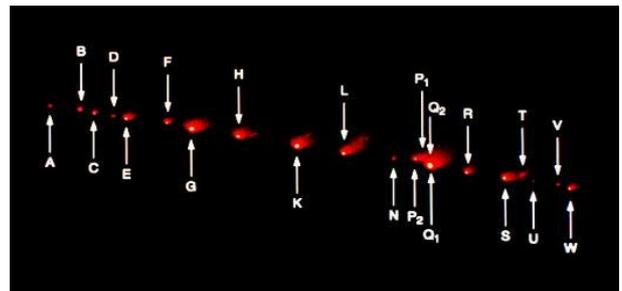
Картина газодинамических течений, возникающих после взрыва кометы, характеризуется следующими основными особенностями. Через короткий промежуток времени после взрыва (десяти доли секунды) основная часть вещества фрагмента собирается в чашеобразном слое радиуса  $\sim 3$  км и толщиной около 1 км. с обращенными вверх краями чаши. Форму, которую принимает вещество кометы, можно объяснить тем, что передний фронт облака испытывает сильное торможение при вхождении в плотные слои атмосферы, а основная часть вещества кометы продолжает интенсивное движение с большой скоростью, чем передний фронт. Максимум температуры находится в ударном слое между головной ударной волной и метеоритным облаком и соответствует примерно  $20000^\circ\text{K}$ . Максимальная скорость в газодинамическом потоке  $v_{\text{max}} = 42$  км/с. При этом часть газа на периферии облака уже начинает подниматься вверх, но основная часть продолжает движение вниз. Непосредственно за облаком образуется область разрежения, куда устремляется атмосферный газ. В окрестности оси в хвостовой части облака, газ, втекающий в область разрежения, испытывает торможение, что вызывает в дальнейшем образование локального скачка уплотнения. За время порядка одной секунды облако газа, образованного из вещества кометы, существенно увеличивается до размера  $R \sim 7$  км, интенсивно взаимодействуя при этом с набегающим потоком атмосферного газа. Для этого момента времени характерно образование всяческого скачка уплотнения в хвостовой части облака, а также существенное торможение лобовой части за счет увеличения эффективного сечения. Максимальная величина скорости в потоке равна  $v_{\text{max}} = 38$  км/с. Для течения в данный момент времени характерно формирование сильного вихря с центром около 5 км. от оси симметрии. В область вихревого течения в дальнейшем будет захватываться значительная часть

вещества фрагмента кометы и окружающего вещества.

Следующая стадия движения кометного облака характеризуется его всплытием под действием архимедовой силы. При этом формируется сложная картина газодинамического течения, сопровождающаяся образованием отчетливо выраженного струйного течения. На поздней стадии всплывания газового облака становится существенным турбулентное перемешивание.

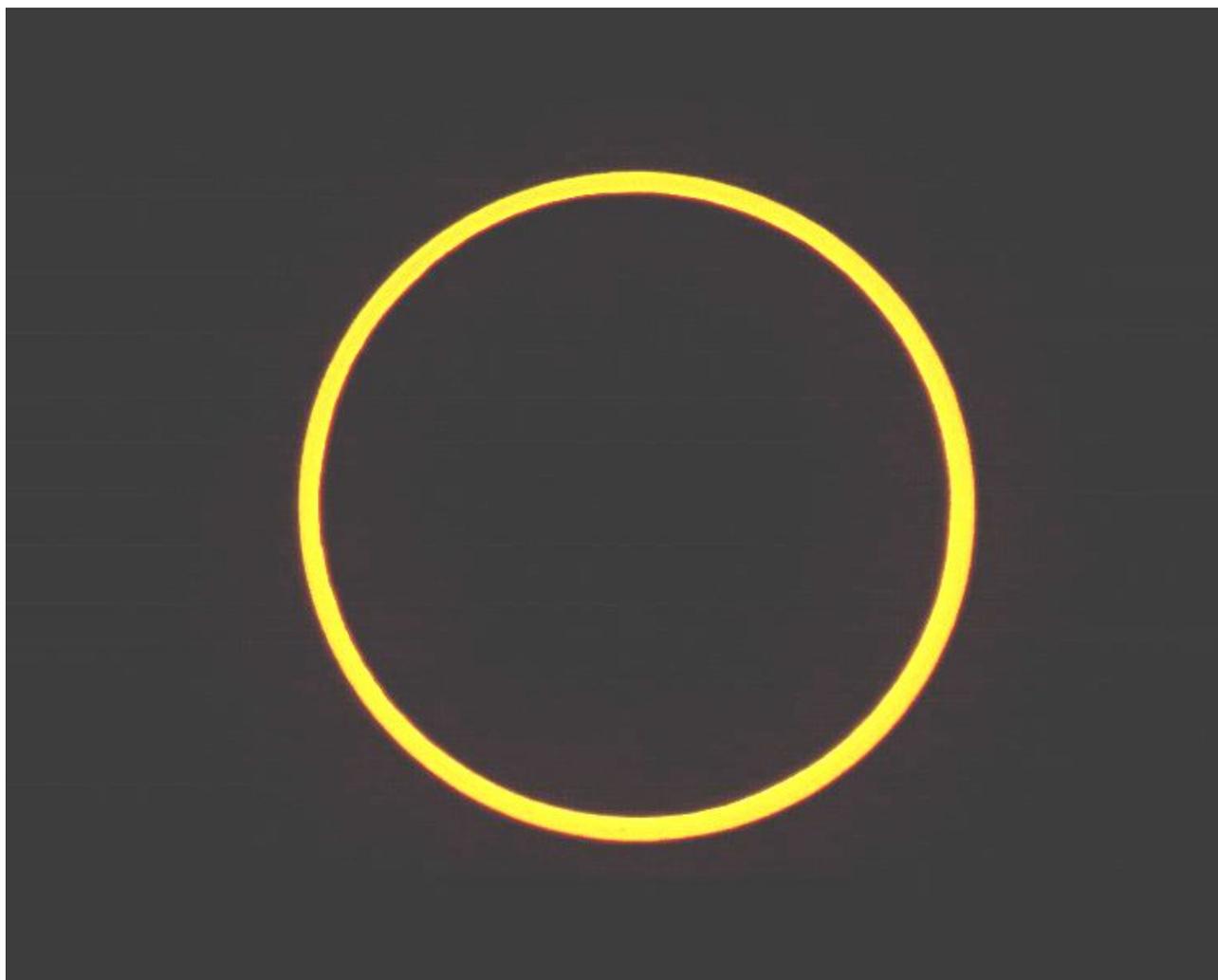
Таким образом, торможение и взрыв фрагмента кометы в атмосфере Юпитера на высотах тропосферы  $H \sim -200 \pm 25$  км ( $p_h \sim 10 \pm 01$  бар) приводит к образованию облака и его быстрому подъему за счет архимедовой силы до высот мезосферы  $H \sim 250$  км ( $p_h \sim 1,6 \cdot 10^{-5}$  бар) над условной границей с атмосферы планеты с давлением в 1 атм., где оно и останавливается. Примерно через час после взрыва, когда в результате вращения Юпитера, место взаимодействия фрагмента с атмосферой становится доступным наземным наблюдателям, облако взрыва приобретает форму диска с характерным диаметром порядка тысячи километров и толщиной порядка сотни километров.

Пересекая тропосферу, облако взрыва проходит слой естественных облаков ( $H \sim 0 \div 40$  км), в котором «выжигает» дырку, так как температура газа внутри облака составляет, согласно расчетам  $T \sim 1000^\circ\text{K}$ . За счет значительного перепада температуры и образования «пустоты» в «выжженной» дырке генерируются мощные вихри с сильным закручиванием атмосферного вещества. Таким образом место взаимодействия фрагмента ядра кометы с атмосферой Юпитера представляет собой, по данным спектральных наблюдений, гигантскую воронку, в которой атмосферное вещество движется со сверхзвуковой скоростью.



С уважением Шилов Сергей – дипломированный астрофизик – наблюдатель комет.  
Республика Крым, г.Красноперекоск, астрономическая обсерватория «Фазтон»

**Сергей Шилов,**  
г. Красноперекоск, обсерватория «Фазтон»



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

1 июня - Марс проходит в 5,3 гр. южнее Поллукса,  
1 июня - Луна ( $\Phi = 0,6-$ ) проходит южнее Юпитера,  
2 июня - Луна в фазе последней четверти,  
3 июня - Луна ( $\Phi = 0,43-$ ) проходит южнее Нептуна,  
5 июня - долгопериодическая переменная звезда S Девы близ максимума блеска (6,5m),  
5 июня - покрытие Луной ( $\Phi = 0,18-$ ) звезды ню Рыб (4,4m) при видимости в Сибири,  
6 июня - долгопериодическая переменная звезда R Малого Льва близ максимума блеска (7m),  
7 июня - Луна ( $\Phi = 0,09-$ ) проходит южнее Урана,  
8 июня - Луна ( $\Phi = 0,05-$ ) в апогее своей орбиты на расстоянии 406223 км от центра Земли,

8 июня - Луна ( $\Phi = 0,02-$ ) проходит южнее Плеяд,  
9 июня - Луна ( $\Phi = 0,01-$ ) в восходящем узле своей орбиты,  
9 июня - Луна ( $\Phi = 0,01-$ ) проходит севернее Альдебарана,  
10 июня - новолуние,  
10 июня - кольцеобразное солнечное затмение (видимое в России),  
10 июня - Луна ( $\Phi = 0,0$ ) близ Меркурия,  
11 июня - Меркурий в нижнем соединении с Солнцем,  
12 июня - Луна ( $\Phi = 0,03+$ ) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,  
12 июня - долгопериодическая переменная звезда U Ориона близ максимума блеска (6m),  
12 июня - Луна ( $\Phi = 0,03+$ ) близ Венеры,

12 июня - покрытие Луной ( $\Phi = 0,03+$ ) звезды эпсилон Близнецов (3,0 $m$ ) при видимости в Сибири и на Дальнем Востоке,  
 13 июня - Луна ( $\Phi = 0,11+$ ) проходит севернее Марса,  
 14 июня - Луна ( $\Phi = 0,14+$ ) проходит севернее звездного скопления Ясли (M44),  
 16 июня - Луна ( $\Phi = 0,29+$ ) проходит севернее Регула,  
 18 июня - Луна в фазе первой четверти,  
 19 июня - долгопериодическая переменная звезда Т Центавра близ максимума блеска (5 $m$ ),  
 20 июня - Луна ( $\Phi = 0,70+$ ) проходит севернее Спика,  
 20 июня - долгопериодическая переменная звезда RS Весов близ максимума блеска (7 $m$ ),  
 21 июня - летнее солнцестояние,  
 21 июня - Юпитер в стоянии с переходом к попятному движению,  
 21 июня - Венера проходит в 5,2 гр. южнее Поллукса,  
 21 июня - покрытие Луной ( $\Phi = 0,87+$ ) звезды ню Весов (5,2 $m$ ) при видимости на Европейской части России,  
 22 июня - Меркурий в стоянии с переходом к прямому движению,  
 23 июня - Луна ( $\Phi = 0,96+$ ) проходит севернее Антареса,  
 23 июня - Луна ( $\Phi = 0,96+$ ) в нисходящем узле своей орбиты,  
 23 июня - Луна ( $\Phi = 0,97+$ ) в перигее своей орбиты на расстоянии 359953 км от центра Земли,  
 24 июня - полнолуние,  
 25 июня - Луна ( $\Phi = 1,0$ ) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,  
 26 июня - Нептун в стоянии с переходом к попятному движению,  
 27 июня - максимум действия метеорного потока Июньские Боотиды (поток переменный, ZHR = 0 - 100),  
 27 июня - Луна ( $\Phi = 0,90-$ ) проходит южнее Сатурна,  
 28 июня - Луна ( $\Phi = 0,8-$ ) проходит южнее Юпитера,  
 30 июня - долгопериодическая переменная звезда RU Гидры близ максимума блеска (6,5 $m$ ),  
 30 июня - Луна ( $\Phi = 0,65-$ ) проходит южнее Нептуна,  
 30 июня - покрытие Луной ( $\Phi = 0,60-$ ) звезды 30 Рыб (4,4 $m$ ) при видимости на Европейской части России.

**Солнце** движется по созвездию Тельца до 20 июня, а затем переходит в созвездие Близнецов и остается в нем до конца месяца. Склонение дневного светила постепенно растет, а продолжительность дня увеличивается от 17 часов 11 минут в начале месяца до 17 часов 32 минут в день солнцестояния 21 июня. Солнце в этот день как бы замирает в верхней точке

максимального склонения (+23,5 градуса), а затем начинает опускаться к югу. Приведенные данные по продолжительности дня справедливы для широты Москвы, где полуденная высота Солнца в течение месяца имеет значение около 57 градусов. На широте С. Петербурга наступают белые ночи, а севернее 66 широты наступает полярный день. Достаточно благоприятные условия для наблюдения звездного неба остаются лишь в южных широтах страны. Для средних широт глубокое звездное небо откроется лишь к концу июля. Для наблюдений Солнца июнь - самый благоприятный период в году. Наблюдения пятен и других образований на поверхности дневного светила можно проводить в телескоп или бинокль и даже невооруженным глазом (если пятна достаточно крупные). **Но нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно проводить обязательно (!) с применением солнечного фильтра** (рекомендации по наблюдению Солнца имеются в журнале «Небосвод» <http://astronet.ru/db/msg/1222232>).

**Луна** начнет движение по небу июня в созвездии Козерога левее Сатурна при фазе 0,63-. В первый день лета ночное светило перейдет в созвездие Водолея, где пройдет южнее Юпитера при фазе 0,6-. 2 июня в этом созвездии Луна примет фазу последней четверти, а 3 июня пройдет южнее Нептуна при фазе 0,43-. Снизив фазу до 0,38- лунный серп достигнет созвездия Рыб, а 4 июня при фазе 0,32- перейдет в созвездие Кита. Задержавшись здесь до 5 июня и уменьшив фазу до 0,22-, Луна снова перейдет в созвездие Рыб, где пробудет до 6 июня. В этот день тонкий лунный серп ( $\Phi = 0,14-$ ) еще раз посетит созвездие Кита, а при фазе 0,11- перейдет в созвездие Овна. 7 июня Луна при фазе 0,09- пройдет южнее Урана и устремится к созвездию Тельца, в которое войдет уже 8 июня при фазе 0,05-. В этот день тающий лунный серп ( $\Phi = 0,02-$ ) будет наблюдаться близ рассеянного звездного скопления Плеяды, а 9 июня Луна сблизится с Гиадами. 10 июня наступит новолуние и произойдет кольцеобразное солнечное затмение с максимальной фазой 0,944 (видимость на Дальнем Востоке). Частные фазы этого затмения можно будет наблюдать почти на всей территории России и СНГ. 11 июня молодой месяц достигнет созвездия Близнецов при фазе 0,01+ и пробудет здесь до 13 июня, 12 июня пройдя севернее Венеры при фазе 0,03+. 13 июня молодой месяц пересечет границу созвездия Рака, где пройдет севернее Марса при фазе 0,11+. 14 июня Луна ( $\Phi = 0,14+$ ) пройдет севернее рассеянного звездного скопления Ясли (M44), а на следующий день перейдет в созвездие Льва, увеличив фазу до  $\Phi = 0,2+$ . 16 июня Луна ( $\Phi = 0,29+$ ) пройдет севернее Регула, а затем устремится к созвездию Девы, в которое войдет 17 июня при фазе 0,46+. Здесь 18 июня Луна примет фазу первой четверти, а 20 июня ( $\Phi = 0,7+$ ) пройдет севернее Спика, устремившись к созвездию Весов, в которое войдет 21 июня при фазе 0,8+. 22 июня почти полная Луна войдет в созвездие Скорпиона при фазе 0,94+, а 23 июня при фазе 0,96+ вступит в созвездие Змееносца. 24 июня яркий лунный диск перейдет в созвездие Стрельца и примет здесь фазу полнолуния. В этом созвездии Луна пробудет до 26 июня, когда перейдет в созвездие Козерога при фазе 0,96-. Здесь ночное светило ( $\Phi = 0,9-$ ) 27 июня пройдет южнее Сатурна, а на следующий день перейдет в созвездие Водолея при фазе 0,83-, а затем

( $\Phi = 0,8-$ ) пройдет южнее Юпитера. В созвездии Водолея Луна 30 июня при фазе 0,65- второй раз за месяц пройдет южнее Нептуна, а закончит свой путь по небу июня уже в созвездии Рыб при фазе 0,59-.

**Большие планеты Солнечной системы.**  
**Меркурий** перемещается попятно (22 июня меняя движение на прямое) по созвездию Тельца, 11 июня достигая нижнего соединения с Солнцем. Это означает, что до этого времени планета находилась на вечернем небе, но видна только первую неделю месяца. После соединения Меркурий переходит на утреннее небо, к концу месяца удаляясь от Солнца до 21 градуса. Видимый диаметр Меркурия первую половину месяца составляет около 12 угловых секунд, а к концу месяца уменьшается до 9 секунд дуги. Блеск быстрой планеты уменьшается от 3m до 6m к соединению с Солнцем, а затем увеличивается до +1m к концу описываемого периода. Фаза Меркурия изменяется от 0,1 до 0,25. Это означает, что при наблюдении в телескоп Меркурий будет иметь вид тонкого серпа.

**Венера** движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Тельца, 2 июня переходя в созвездие Близнецов, а 21 июня - в созвездие Рака. Планета наблюдается на вечернем небе, увеличивая угловое расстояние от центрального светила от 17 до 25 градусов. Видимый диаметр Венеры составляет около 11", а фаза уменьшается от 0,95 до 0,9 при блеске около -4m. 12 июня близ Венеры пройдет Луна. В телескоп наблюдается небольшой яркий диск без деталей.

**Марс** перемещается по созвездию Близнецов (8 июня переходя в созвездие Рака) в одном направлении с Солнцем. Планета видна на фоне вечерней зари. Блеск Марса уменьшается за месяц от +1,7m до +1,8m. Видимый диаметр загадочной планеты составляет около 4 секунд дуги. В телескоп наблюдается крохотный диск практически без деталей.

**Юпитер** перемещается по созвездию Водолея в одном направлении с Солнцем до 21 июня, когда достигает стояния и меняет движение на попятное. Газовый гигант имеет ночную и утреннюю видимость, и виден у юго-восточного горизонта. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы увеличивается от 41" до 45" при блеске около -2,4m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности Юпитера видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника видны уже в бинокль, а в телескоп в условиях хорошей видимости можно наблюдать тени от спутников на диске планеты, а также различные конфигурации спутников.

**Сатурн** перемещается попятно по созвездию Козерога. Окольцованная планета имеет ночную и утреннюю видимость, и видна у юго-восточного и южного горизонта. Блеск планеты составляет около +0,5m при видимом диаметре около 18". В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимый наклон колец Сатурна составляет 17 градусов.

**Уран** (6m, 3,5") имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Овна южнее звезды альфа этого созвездия. Планета находится на

утреннем небе, и может быть найдена при помощи бинокля. Разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планету можно наблюдать в периоды новолуний (лучше около противостояния) на темном чистом небе. Блеск спутников Урана слабее 13m.

**Нептун** (8m, 2,4") движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея левее звезды  $\phi$  Aqr (4,2m). Планета находится на утреннем небе. Для поисков самой далекой планеты Солнечной системы понадобится бинокль и звездные карты в [Астрономическом календаре на 2021 год](#), а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

**Из комет месяца**, видимых с территории нашей страны, расчетный блеск около 12m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: P/d'Arrest (6P) и P/Tempel (10P). Первая при максимальном расчетном блеске около 10,5m движется по созвездию Геркулеса. Вторая перемещается по созвездиям Рыб и Кита при максимальном расчетном блеске около 11,5m. Подробные сведения о других кометах месяца имеются на <http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://195.209.248.207/>.

**Среди астероидов** месяца самым ярким будет Веста (7,5m), которая движется по созвездиям Льва и Девы. Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

**Долгопериодические переменные звезды** месяца (по данным <http://blog.astronomypage.ru/> - звездная величина фотографическая): Т Близнецов 8,4m - 2 июня, V Змееносца 7,9m - 3 июня, S Девы 7,7m - 5 июня, R Малого Льва 7,9m - 6 июня, RY Геркулеса 8,9m - 9 июня, V Козерога 8,7m - 9 июня, U Ориона 6,8m - 12 июня, W Пегаса 8,6m - 12 июня, S Близнецов 8,7m - 17 июня, Z Лебедя 8,2m - 19 июня, T Центавра 6,5m - 19 июня, RS Весов 7,9m - 20 июня, T Стрельца 8,5m - 23 июня, U Кормы 8,5m - 26 июня, RU Гидры 7,7m - 30 июня. Дополнительно на <http://www.aavso.org/>.

**Среди основных метеорных потоков** 27 июня максимума действия достигнут Июньские Боотиды (поток переменный, ZHR= 0 - 100). Луна в период максимума этого потока имеет фазу, близкую к полнолунию, поэтому условия наблюдений потока будут неблагоприятными. Подробнее на <http://www.imo.net>.  
*Другие сведения об астроявлениях в АК\_2021 - <http://www.astronet.ru/db/msg/1704127>*

**Ясного неба и успешных наблюдений!**

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

Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 06 на 2021 год** <http://www.astronet.ru/db/news/>

**Александр Козловский, журнал «Небосвод»**

# Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>



КА ДАР  
ОБСЕРВАТОРИЯ

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

Сделайте шаг к науке  
вместе с нами!

**Астрономический календарь на 2021 год**

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

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



# АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца



<http://shvedun.ru>



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

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

**M13: огромное шаровое  
скопление в Геркулесе**