

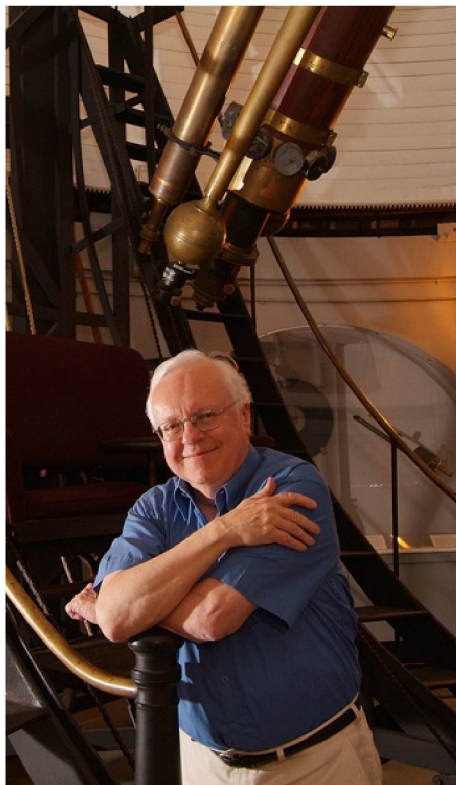


Брайен Джеффри Марсден родился 5 августа 1937 года в Кембридже (Англия). Его отец, Томас, был старшим преподавателем математики в местной средней школе. К астрономии маленького мальчика впервые привлекла мать; когда он вернулся домой в первую неделю посещения начальной школы в 1942 году и увидел, что она во дворе дома наблюдает солнечное затмение. Они стали вместе наблюдать это затмение через закопчённое стекло. Больше всего увлёк юного астронома не сам факт произошедшего затмения, а то, что время его начала было точно предсказано. С такого раннего времени идея о том, что можно предсказывать события, происходящие на небе, засела в его душе и в дальнейшем привела к развитию астрономической карьеры.

После поступления в Perse School в Кембридже в возрасте 11 лет Брайен увлёкся вычислением орбит планет, разработав собственную простую методику этого. Однако, понимание того, что более ранние астрономы уже разработали более точные методики для этих задач давным-давно, побудило его изучать эти вопросы в Кембриджской библиотеке в течение последующих пары лет. Вместе с парой других учеников он организовал школьное астрономическое общество, в котором являлся секретарём. В возрасте 16 лет Брайен начал регулярно посещать ежемесячные встречи Британской астрономической ассоциации. Вскоре он вошёл в состав вычислительной секции ассоциации, деятельность которой была направлена на подготовку таких астрономических предсказаний, которые обычно не публиковались в традиционных альманахах, издаваемых профессиональными астрономами. Под внимательным руководством директора вычислительной секции и с помощью её сотрудников он рассчитал моменты прохождения спутников Юпитера на фоне друг друга. Он также рассчитал гравитационные влияния планет относительно ближайших возвращений некоторых короткопериодических комет. Он работал над этими вычислениями, используя семизначные логарифмы, и нужно отметить, что они были сделаны значительно раньше появления карманных калькуляторов, в младенческую для электронных вычислительных машин эпоху. Он всегда отмечал, что вычисления, выполненные тогда столь примитивными способами, значительно увеличили его понимание науки стоящей за предметом изучения. В последний год обучения в школе Марсден стал также членом Королевского астрономического общества.

Впоследствии он поступил в New College Оксфордского университета. В первый год студенчества он убедил Британскую астрономическую ассоциацию предоставить ему механическую вычислительную машину для увеличения расчётной производительности. К тому времени, как он получил диплом в области математики, он уже имел определённый международный авторитет в области вычисления орбит комет, в том числе и недавно обнаруженных. На летних каникулах первых двух лет обучения в колледже он работал в офисе Британского Морского Астрономического Альманаха (British Nautical Almanac). Также он откликнулся на просьбу Дороти Сэйерс по поводу древнеримского поэта Лукана. Разгневанная по её мнению крайне несправедливой критикой Лукана со стороны Альфреда Хаусмана и Роберта Грейвса, она в последний год своей жизни добилась помощи Брайена в поддержку её взглядов, что Лукан действительно разбирался в астрономии

## Брайен Марсден (1937—2010)



и географии. Объёмная переписка Сэйерс за период того исследования содержится в последнем томе собрания её писем.

После окончания Оксфорда Брайену предложили работу в Йельской университетской обсерватории, и он принял это предложение. Изначально он планировал провести там только год, проводя исследования по небесной механике, но так случилось, что он стал аспирантом Йельского университета. В университете в его распоряжении был компьютер IBM 650, с помощью которого он в скором времени смог программным путём автоматически вычислять орбиты комет. Возобновив свой ранний интерес к спутникам Юпитера, он защитил диссертацию на получение докторской степени на тему "Движение галилеевых спутников Юпитера".

По приглашению директора Кембриджской обсерватории Фреда Уиппла, Брайен стал её сотрудником в 1965 году. Уипплу наибольшую известность, пожалуй, принесла «модель грязного снежка», созданная им для описания строения кометного ядра. В то время имелись довольно ограниченные свидетельства влияния негравитационных сил на движение комет (что усложняло точные расчёты орбит комет и предсказания их будущего положения на небе). Модель Уиппла говорила о том, что причиной этих эффектов является испарение снега или льда с поверхности кометного ядра под влиянием солнечной радиации. Марсден попытался включить коэффициенты этих сил в уравнения, описывающие движения комет, чтобы уточнить прогнозы. Вскоре была написана компьютерная программа, которая давала очень хорошие по тем временам результаты, хорошо совместимые с теорией Уиппла. Многие из исследований Марсдена по негравитационным эффектам были вы-

полнены совместно со Зденеком Секаниной, чешским астрономом, который беженцем оказался в США после советского вторжения в Прагу в 1968 году. Примечательно, что методы, разработанные Марсденом, всё ещё широко используются для расчёта влияния негравитационных сил на движения комет, с относительно небольшой модификацией, сделанной другими астрономами.

Незадолго до приезда Марсдена в Смитсоновскую астрофизическую обсерваторию, её работа по наблюдению комет была ускорена тем, что из Копенгагена туда перевели офис Центрального Бюро Астрономических Телеграмм, причудливо названной организации созданной Международным Астрономическим Союзом вскоре после его образования в 1920 году. Основными задачами ЦБАТ являются распространение на весь мир информации об открытиях новых комет, новых и сверхновых звёзд, а также некоторые иные задачи. ЦБАТ обладает правом присваивать имена кометам (главным образом в честь их первооткрывателей); также он являлся главным местом сбора результатов наблюдений комет, на основании которых впоследствии вычислялись их орбиты. В 1968 году Марсден принял должность директора ЦБАТ, сменив Оуэна Гингерича. Десятком лет позже к нему присоединился Дэниел Грин в качестве студента-помощника, который в 2000 году сам стал директором ЦБАТ. До начала 1980-ых годов Бюро действительно получало и рассылало всю информацию об открытиях при помощи телеграмм, после чего появившаяся электронная почта стала заменять этот устаревший способ. Последний раз ЦБАТ получил телеграмму в 1995 году, когда Томас Бопп сообщил об обнаружении им новой кометы. За несколько часов до этого информация об открытии того же самого объекта поступила по электронной почте от Алана Хейла, из-за чего объект уже был почти назван объектом Хейла (но название пришлось дополнить). Двумя годами позже объект имел прекрасный вид, завораживающий не только любителей астрономии, но и просто всех, кто его видел.

Марсден больше всего гордился предсказанием возвращения кометы Свифта-Туттля, которая породила знаменитый метеорный поток Персеид, радующий нас каждый август. Комета была обнаружена в 1862 году и обычные расчёты свидетельствовали о том, что она должна вернуться около 1981 года. Марсден, однако, высказал предположение, что эта комета и комета, наблюдавшаяся в 1737 году – один и тот же объект; в результате чего предсказал следующее возвращение на конец 1992 года. Это предположение оказалось правильным и комета, получившая номер 109P в каталоге короткопериодических комет, оказалась кометой с наиболее длительным периодом обращения вокруг Солнца среди тех, чьи возвращения были предсказаны подобным, «историческим», способом.

Хотя ЦБАТ ранее распространял информацию об открытиях околоземных астероидов, сейчас эти функции почти целиком легли на Центр малых планет (Minor Planet Center – MPC). Управляемый тем же Международным Астрономическим Союзом, до 1978 года MPC базировался в обсерватории города Цинциннати. В том году директор центра Пол Хергет уволился, вследствие чего организации стало необходимо искать новое место для базирования. Тогда Междуна-

родный астрономический союз попросил Марсдена возглавить эту организацию. Осуществить эту задачу облегчил перевод из Цинцинатти заместителя директора Конрада Бардвелла со всем делопроизводством MPC. Хотя ЦБАТ и MPC сосуществовали всё ещё как отдельные инстанции, всё же у них было общее поле деятельности. Поэтому Марсдену удалось привести продуктивность в их сотрудничестве. С уходом Бардвелла на пенсию в конце 1989 года Гарет Уильямс стал штатным сотрудником MPC, а позже заместителем директора.

Развитие электронных технологий связи в 1990-ых годах всё более расширяло возможности MPC. Очень важное значение сыграло появление в 1996 году веб-сайта NEOCP для подтверждения околоземных астероидов. На этой странице размещается информация о только что открытых потенциальных околоземных астероидах для их подтверждения другими обсерваториями, используя весьма остроумный метод Марсдена для определения неточности предсказания путём автоматического расчёта орбит на основе первого и последнего наблюдения. В 1998 году Марсден приобрёл несколько дурную славу из-за того, что предположил возможность столкновения с Землёй объекта под названием 1997 XF11. Сделал он это как отчаянную попытку воодушевить остальных на осуществление дальнейших наблюдений, включая поиски возможных данных за прошедшие годы. Исследования наблюдений 1990 года отчётливо показали, что столкновения с 1997 XF11 в обозримом будущем быть не может. Стоит однако заметить, что без итогов наблюдений 1990 года орбита объекта была бы весьма неопределённой, допуская сближение с Землёй в 2028 году от близкого до среднеудалённого; на самом деле, Марсден верно продемонстрировал, что есть вероятность столкновения с Землёй в годах близких по времени к 2040-му. Тем самым ему практически удалось убедить своих главных противников регулярно осуществлять подобные расчёты вероятности для любого околоземного объекта с момента его регистрации.

Опять же, по мере накопления данных можно почти с уверенностью утверждать, что столкновений со сравнительно большими объектами (размерами как минимум в несколько десятков метров), скажем, в последу-

ющее столетие, не будет. Работа над подобными расчётами проводилась благодаря стимулу именно со стороны Марсдена, и всегда было забавно видеть случаи, когда получение новых сведений заставляло его бывших критиков, утверждавших наличие потенциально опасного объекта, безоговорочно сдать свои позиции.

Доктор Марсден был особенно впечатлён появлением множества околосолнечных комет на снимках коронографа SOHO, т.к. с давних пор имел интерес к изучению этой кометной группы. Известные как кометы группы Крейца, названной по имени немецкого астронома, который изучал их в конце XIX века (ещё три таких кометы были открыты в середине XX века), Марсден предпринял попытки доказать происхождение всех этих комет от единого объекта. Первое его исследование на эту тему было опубликовано в 1967 году; более совершенная версия этого исследования была издана в 1989 году, когда была изучена ещё одна яркая комета группы Крейца, и несколько более слабых. Начиная с 1996 года информация об открытиях комет Крейца стала регулярно поступать от космического коронографа SOHO (множество десятков открытий каждый год). К сожалению, слабость этих комет и относительно неточная астрометрия не позволяют сделать вычисления орбит с необходимой точностью. Более примечательным является тот факт, что среди множества комет SOHO Марсдену удалось выявить ещё одну группу со сходными орбитами, которая получила наименование группы комет Марсдена. В отличие от комет группы Крейца, период обращения вокруг Солнца которых составляет сотни лет, кометы группы Марсдена возвращаются каждые 5-6 лет, что позволяет наблюдать их в нескольких появлениях. Кроме этих двух групп две другие довольно плотно населённые кометные группы были обнаружены на снимках SOHO.

Его также очень интересовали объекты, которые он называл транснептуновыми (в то время как многие его коллеги советовали называть этот класс объектов, открытия которых только недавно стали массовыми, объектами пояса Койпера). Когда астрономы заявили об обнаружении первых таковых объектов в 1992 году, Марсден тут же отметил, что на самом деле первым та-

ким объектом был Плутон. Из-за своего несколько большего размера и относительно яркого блеска он был обнаружен гораздо раньше других таких объектов. А если говорить точнее, он был первым, кто верно предположил, что три других транснептуновых объекта открытых в 1993 году были такие же как и Плутон, в том смысле, что за один и тот же период времени они обращаются вокруг Солнца два раза, а Нептун – три. Эти мысли уверили его отстаивать более низкий, не планетный статус Плутона. Но для того, чтобы такой статус был принят, необходимо было обнаружить в той же области Солнечной системы объекты, размер которых был бы сходен с размером Плутона. Это открытие было сделано в 2005 году, объект получил имя Эрида. На встрече Международного астрономического союза в Праге (2006) было решено отнести Плутон, Эриду, а кроме этого два далёких транснептуновых объекта Макемаке и Хаумею и самый крупный астероид главного пояса – Цереру – к нововведённому классу карликовых планет. Таким образом, при содействии Марсдена Плутон был отчислен из числа больших планет Солнечной системы.

На этом же собрании Марсден ушёл с поста директора MPC. В результате он имел повод шутить о том, что он вместе с Плутоном покинули занимаемые до этого посты в один и тот же день. Марсден остался работать в MPC и ЦБАТ, а на пост директора вступил Тимоти Спар, который стал штатным работником MPC в 2000 году.

Марсден работал в качестве заместителя директора в Гарвард-Смитсоновском центре астрофизики (возникшего в результате сотрудничества Смитсоновской астрофизической обсерватории и обсерватории Гарвардского колледжа в области астрофизики) в течение почти 16 лет с начала 1987 года (в истории центра самое длительное нахождение в этой должности одного и того же лица). Он был председателем отделения динамической астрономии Американского астрономического общества в 1976-1978 годах и президентом комиссий MAC координирующих деятельность MPC (1976-1979) и ЦБАТ (2000-2003). Также он два раза подряд участвовал в собрании комитета MAC по номенклатуре солнечной системы, будучи постоянным секретарём на одном из них, где принимаются решения о названии астероидов. Помимо этого он издавал «Каталог кометных орбит» («Catalogue of Cometary Orbits»), первое издание которого появилось в 1972 году, а последующие выходили примерно каждые два года.

Среди многих наград полученных им в США, Великобритании и нескольких европейских странах Марсден особенно ценил такие как, полученная в 1995 году награда им. Дирка Броувера (названная так в честь его преподавателя в Йельском университете) отделения динамической астрономии Американского астрономического общества и полученная в 1989 году премия Жоржа ван Бисбрука (названная именем давнего друга и наблюдателя комет и двойных звёзд), вручающаяся тогда университетом Аризоны, а ныне Американским астрономическим обществом, за заслуги в астрономии.

В 1964 году 26 декабря Марсден женился на Нэнси Лу Зиссель из города Трамбулл штата Коннектикут; в Арлингтоне в штате Массачусетс у них родилась дочь Синтия (которая замужем за Гаретом Уильямсом, ныне исполняющего должность заместителя директора MPC), а в Сан-Матео в штате Калифорния – сын Джонатан. В Калифорнии живут двое внуков Марсдена – Никхилас и Натаниел – и внучка Нина. Сестра Брайена, Сильвия Кастерсон, проживает всё там же в Кембридже (Англия).



Брайен Марсден (справа) и открыватель Плутона Клайд Томбо (1987 год)

Артем Новичонок

# Полярные сияния: предвестники и наблюдения

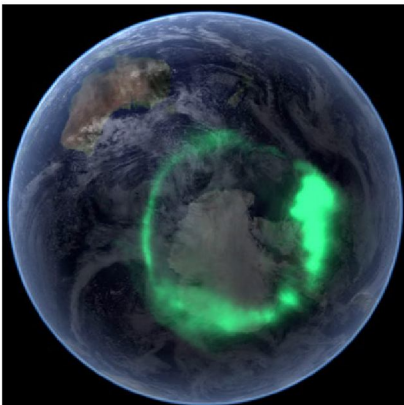
## Введение

О полярных сияниях написано немало. Прежде всего нужно сказать, что полярное сияние – это свечение, возникающее в ионосфере на высотах 100-700 км, довольно разнообразное по динамике и формам и не очень богатое по цветовой гамме, чаще зеленое, реже с красно-розовыми и беловато-зеленоватыми оттенками. Иногда упоминается экзотика – "черные" сияния, но это скорее резкие провалы свечения на фоне обычного. Что касается теории возникновения полярных сияний, то здесь мы ее не затрагиваем, а лишь можем посоветовать обратиться к соответствующей литературе и статьям, при чтении которых, кстати, можно убедиться, что на сегодняшний день далеко не все в этом явлении теоретикам удается гладко объяснить. Наше дело – наблюдения. Наблюдения для собственного удовольствия – красиво, ведь, фотонаблюдения, чтобы поделиться радостью с другими; наблюдения для науки – вдруг что-то пригодится серьезным ученым.

Начнем с того, что по определению не везде на Земле можно наблюдать полярные сияния. Не случайно они называются полярными, хотя для разнообразия можно говорить о северных и южных сияниях. Причем под южными сияниями здесь подразумеваются таковые не в нашем житейском смысле, а в масштабах Земли, т.е. возникающие ближе к южному полюсу, к холодной Антарктиде. Было бы точнее, конечно, говорить, не о полюсах, а о некоей овально-круглой зоне вокруг полюсов, о т.н. авроральных овалах. Кстати, аврора – еще один красивый синоним для обозначения полярных сияний.

Казалось бы, с началом спутниковых наблюдений (которым и погода не помеха) за полярными сияниями наземные наблюдения стали для науки не столь ценными. Однако заметим, что высоты сияний в нижней части от 50 до 100 км – это зона, недоступная прямым инструментальным измерениям – шары не поднимаются, спутники горят, ракетные зондирования редки и случайны, потому и любительские наблюдения все-таки не совсем обесценены. К тому же, известный спутник Polar, который на протяжении 12 лет передавал в режиме реального времени снимки полярных сияний (пример: <http://aurora.physics.uiowa.edu/figure4.gif>), завершил свою миссию в 2008 году (<http://vis.physics.uiowa.edu/vis/images/>, <http://aurora.physics.uiowa.edu/>).

Наконец, стоит также упомянуть, что раздел науки, который занимается изучением атмосферных процессов в зоне от 25-35 до примерно 500-700 км, с точки зрения взаимодействия солнечного излучения с атомами и молекулами воздуха и в тесной связи с геомагнетизмом (это и серебристые облака и полярные сияния и прочая хемилюминесценция), называется аэрономией.



Но вернемся к «наземным» любителям. Не всегда даже в "правильном" месте можно рассчитывать на удачу, ибо сияния возникают только при определенных условиях, связанных с возмущениями геомагнитного поля и состоянием ионосферы Земли, которые, в свою очередь, зависят от поведения Солнца. Упоминание главного "дирижера" – Солнца, сразу включает в тему всю многообразную ритмику солнечной активности, от короткопериодической, до годовой и многолетней. Например, сейчас, в самом начале перехода от затянувшегося минимума солнечной активности к его росту, условия для появления полярных сияний возникают не так часто, как хотелось бы.

Теперь, погода и время суток. Тут говорить не о чем, понятно, что сквозь облака мы ничего не увидим, равно как и в светлое время суток. Так что прогноз облачности в этом деле важен так же, как и для любого любителя астрономии.

Можно упомянуть и городскую засветку, при наблюдении неярких полярных сияний это такой же бич, как и для «наземных» астрономов вообще. Хотя для художественных фотографий бывает полезным иметь в кадре что-нибудь эдакое, в интернете таких творческих фотографий немало – <http://wedun77.livejournal.com/tag/aurora%20polaris>.

И, наконец, еще две взаимодополняющие заповеди для охотников за сияниями: там, где они бывают, т.е. на высоких широтах, летом – белые ночи, ну а зимой – морозы.

## Немного о географии и магнитных бурях

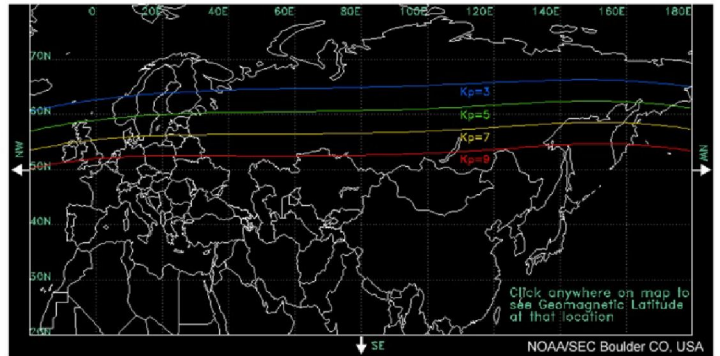
О погоде и сезонных заповедях тоже не будем здесь рассуждать. Остановимся на географии и геофизических предвестниках полярных сияний, сопровождая, по мере возможности, ссылками на наиболее оперативные и надежные интернет-ресурсы, которые помогут вовремя спланировать наблюдения. Отметим сразу «Астрофорум»

<http://www.astronomy.ru/forum/index.php?topic=3198>, где в теме "Журнал наблюдений полярных сияний" собираются опытные и начинающие наблюдатели и можно получить (иногда вовремя) оповещение о предстоящих сияниях, а также поделиться результатами наблюдений.

География областей, в которых возможно появление полярных сияний, определяется на самом деле не географическими координатами, а геомагнитными. Поскольку магнитные полюса Земли не совпадают с географическими, то и геомагнитные координаты отличаются от географических. Напомним, ради физической строгости, что южный магнитный полюс находится в северном полушарии, где-то за Гренландией, в районе канадских островов, причем в последние десятилетия он активно перемещается в направлении к России, до нескольких десятков километров в год. Так что и геомагнитные координаты меняются, впрочем, для нашей задачи этими изменениями пока можно пренебречь.

Воспользуемся интерактивной картой пересчета географических координат в геомагнитные на сайте <http://www.swpc.noaa.gov/Aurora/globeNE.html>. Например, для географической широты Петрозаводска

62°с.ш. имеем геомагнитную всего 58°с.ш.. Кстати, в западном полушарии, если вспомнить, где находится магнитный полюс Земли, ситуация противоположная, например для Нью-Йорка географические 41°с.ш. соответствуют геомагнитным 50°с.ш.. На этой карте нарисованы также изолинии, возле которых указано некоторое значение важного для наших целей планетарного индекса геомагнитной возмущенности Kp. Что означают эти линии? Они означают, до какой широты со стороны севера к югу может расшириться упомянутый выше авроральный овал при указанном значении Kp в ночное время в данной местности.

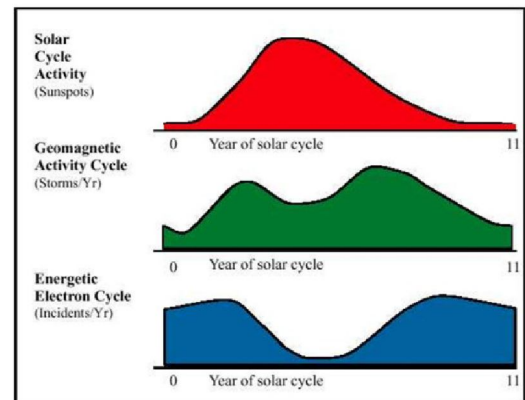


Другой вид аврорального овала и в реальном времени представляет сайт Центра прогноза космической погоды:

<http://www.swpc.noaa.gov/pmap/gif/pmapN.gif>

Ну, а что означает сам индекс Kp? Много это или мало 3-5-7-9? Ну, в общем-то, возмущения уровня Kp=3 бывают довольно часто, но это даже не магнитная буря. Но, начиная с 4 и далее до 9 – это уже магнитная буря, которая много чего неприятного творит на Земле (включая электронику и даже биосферу), но и сопровождается полярными сияниями в авроральной зоне. Магнитные бури с индексом Kp=9 за 11-летний период солнечной активности бывают до 4-х раз, т.е. очень редко. Подробнее классификация магнитных бурь и их частотность отображены в таблице:

[http://www.swpc.noaa.gov/NOAA\\_scales/#GeomagneticStorms](http://www.swpc.noaa.gov/NOAA_scales/#GeomagneticStorms). Можно еще упомянуть, что внутри 11-летнего цикла бури возникают тоже то чаще, то реже. Если нарисовать общую кривую частоты магнитных бурь, а значит и полярных сияний, то мы получим двугорбую кривую: сначала нарастание при росте солнечной активности, затем провал на максимум солнечной активности, затем новый подъем и спад параллельно спаду общей солнечной активности.



Продоление статьи на стр. 4-6

## Подробнее о предвестниках

Итак, мы упомянули непосредственный индикатор геомагнитной бури – индекс геомагнитной возмущенности. Этот индекс вычисляется 8 раз в сутки через 3-х часовые интервалы и характеризует динамику колебаний магнитного поля Земли. Локальные индексы K для сети отдельных станций усредняются и вычисляется так же 8 раз в сутки планетарный индекс Kp. Теперь перечислим те события (факторы) на Солнце, в солнечном ветре и в межпланетном пространстве, которые могут вызвать или способствовать возникновению магнитных бурь на Земле. И, поскольку эти события сейчас достаточно подробно отслеживает мировое научное сообщество, щедро представляя его результаты в режиме реального времени в Интернете, то каждый любитель, достаточно продвинувшись в обсуждаемой теме, может самостоятельно делать оценки вероятности тех или иных последствий для Земли, включая появление полярных сияний. Разумеется, серьезные центры прогнозирования эту работу тоже ведут и публикуют свои прогнозы на 2-3 дня (довольно точно), на месяц (есть рекуррентные, т.е. повторяющиеся причины возмущений) и даже на годы (в чем сегодня мы наблюдаем громкие провалы). Вот три ресурса для примера:

– Today's Space Weather:

<http://www.swpc.noaa.gov/today.html>,

– SpaceWeather:

<http://www.spaceweather.com>,

– ИЗМИРАН (прогнозы В.Ишкова):

<http://www.izmiran.ru/services/saf/forecast>.

Среди основных событий (факторов) на Солнце, в межпланетном пространстве, и на Земле, способных вызвать или повлиять на возникновение геомагнитных бурь, укажем на следующие:

1. Вспышки на Солнце;
2. Выбросы корональной массы (Coronal Mass Ejection – CME), т.е. ускоренные облака заряженных частиц солнечной короны – часто связаны со вспышками, но не всегда;
3. Корональные дыры (открытые магнитные структуры на Солнце) и порождаемые ими высокоскоростные потоки солнечного ветра;
4. Секторная структура межпланетного магнитного поля;
5. Предшествующее состояние магнитного поля Земли.

Вот на этих факторах космической погоды и должно быть сосредоточено внимание прогнозистов сияний. Каждый из факторов сегодня довольно подробно отслеживается, большинство данных отображается в интернете. Особое внимание уделяется положению по отношению к Земле активных явлений, в частности, сколь они близки к геоэффективному меридиану Солнца, т.е., проще говоря, нацелены они на Землю или нет.

Очень кратко опишем эти факторы, отмечая возможность их предсказания, периодичность и время распространения до Земли.

1. Вспышки – явление на Солнце мощное, трудно прогнозируемое, в лучшем случае, надежно вспышку в конкретной области можно предсказать не более, чем за 2-3 дня. Но, поскольку вспышки происходят в группе пятен и в сложной конфигурации магнитных полей, а Солнце вращается не быстро, то наблюдение за такими областями возможно за неделю до выхода потенциального источника на «ударные» позиции – центральный меридиан. Но если вспышка произошла близко к центру, то возможные возмущения в магнитосфере Земли наблюдаются через 2-3 дня.
2. Выбросы корональной массы. Еще 15 лет тому



Полярное сияние над Хибинами, г.Кировск, Мурманская обл. Автор: Александр Чернухо

назад об этих выбросах мало что знали, пока космический аппарат SOHO, оснащенный чувствительным широкуюгольным коронографом, не занял свое рабочее место возле одной из точек устойчивости Лагранжа, находясь на линии между Землей и Солнцем, не «раскрыл глаза» гелиофизикам. Теперь даже о влиянии вспышек на геомагнитные возмущения говорят чаще в этом же смысле, не сопровождалась ли вспышка выбросом корональной массы в сторону Земли. Википедия так определяет это явление: выброс вещества из солнечной короны, обычно происходящий после вспышек. Включает в себя плазму, состоящую в основном из электронов и протонов. Характерной особенностью выброса является то, что общая топология выброса имеет форму гигантской петли, оба или одно основание которой закреплены за солнечную атмосферу, а магнитное поле в выбросе, как правило, выше, чем в спокойном солнечном ветре и представляет собой крученые в жгут магнитные силовые линии. Когда выброс достигает Земли, он может оказать сильное влияние на её магнитосферу, примерно через 2-3 дня после выброса. Выбросы, направленные в сторону Земли, регистрируются в форме гало, поскольку аппаратура видит приближающееся облако. (Пример выбросов последовательно сразу в двух направлениях от Земли и почти в сторону Земли (гало):

<http://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:LASCO20011001.gif>

3. Корональные дыры. Образования на Солнце, наличие которых давно подозревали из-за происходящих в магнитосфере Земли так называемых рекуррентных (повторяющихся) возмущений с периодом, совпадающим с периодом вращения Солнца, т.е. около месяца. Когда появилась возможность выноса аппаратуры, чувствительной к рентгеновскому и ультрафиолетовому диапазонам, за пределы земной атмосферы, обнаружили темные области в солнечной короне, гораздо более холодные, чем корона в целом. Удалось установить, что магнитные поля в этих областях являются униполярными, т.е. открытыми. Вот эти области и названы корональными дырами, можно было бы их назвать и «форточками» в короне, поскольку из этих областей, как из форточки, горячая плазма легко вылетает, унося с собой избыток энергии в потоке частиц ускоренной струи солнечного ветра. Когда такая высокоскоростная «струя» плазмы замедляет земную магнитосферу, последняя испытывает возмущение. Причем высока вероят-

ность, что ровно через месяц эта же струя снова вернется, поскольку корональные дыры оказались весьма устойчивыми образованиями в солнечной короне и могут наблюдаться на протяжении нескольких оборотов Солнца. Таким образом, фиксируя «нуль-пункты» для возмущений, связанные с корональными дырами, можно прогнозировать повторы через месяц и с уменьшением вероятности даже на пару месяцев вперед.

4. Секторная структура межпланетного магнитного поля. Что собой представляет межпланетное магнитное поле? В своей основе это магнитное поле Солнца, «вмороженное» в потоки солнечного ветра (плазмы), а иными словами – это расширяющаяся солнечная корона, внутри которой летят в пространстве планеты, включая и Землю. И, поскольку плазма, несущая магнитное поле от Солнца, вдобавок еще и претерпевает всяческие воздействия, то межпланетное магнитное поле закручивается в спираль, да еще и приобретает форму волны. Пересекая границы таких волн, связанных и со сменой полярности магнитных полей в них, магнитное поле Земли может менять условия взаимодействия с солнечным ветром порой без видимых событий на самом Солнце.

5. Состояние магнитного поля Земли в момент прихода «агента» потенциального возмущения несомненно начинает все больше осознаваться геофизиками. Речь идет о том, что одинаковые, на первый взгляд, внешние для Земли факторы, могут вызывать в магнитосфере Земли порой прямо противоположные эффекты. Чтобы не сильно углубляться в проблему, привлечем внимание к «летописи» наблюдений полярных сияний на астрономическом форуме. Там можно найти немало таких цепочек эмоциональных сообщений, когда все напряженно ждут полярное сияние, поскольку налицо целая серия признаков – от корональных дыр до вспышек в нужном месте Солнца, а сияний нет и нет. И наоборот, неожиданно, без точных прогнозов, вдруг развивается геомагнитное возмущение, заставая врасплох не только наше любительское сообщество, но и маститых специалистов. Стоит попутно вспомнить и Луну. Орбита ее такова, что она периодически пересекает хвост магнитосферы Земли, а заряженные частицы, вызывающие полярные сияния, попадают в нижнюю ионосферу вдоль силовых линий магнитного поля, в основном через полярные каспы. А вот прорыв магнитосферы и «нанизывание» заряжен-

ных частиц на силовые линии возможен и со стороны «хвоста», значит даже фактор Луны может иметь место в обсуждении нашей темы.

### Формы, яркость и динамика сияний

Довольно доходчиво представлена морфология полярных сияний на сайте [www.kosmofizika.ru](http://www.kosmofizika.ru). Выпишу оттуда сокращенное описание по трем характеристикам: формы (и размеры), яркость и динамика (пульсации).

Согласно принятой классификации формы полярных сияний делятся на три группы: лентообразные, диффузные и лучи. К лентообразным относятся дуги и полосы. Они характеризуются непрерывной нижней границей. Дуги имеют вид арки, протянутой с запада на восток с правильным, обычно резко очерченным нижним краем. Если нижний край сияний неправильный и содержит изгиб или складку, форма сияния называется полосой. Полоса обычно более подвижна, чем дуга. Лентообразные сияния простираются с запада на восток на несколько тысяч километров, а по вертикали - на несколько сотен километров. В редких случаях ширина дуги вдоль меридиана достигает 13-14°. Сама лента имеет толщину всего несколько сотен метров. Ленточные формы часто имеют вид многоярусных занавесей (драпрей), висящих одна на другой и простирающихся через весь небосвод. Когда лента становится несколько более активной и подвижной, она образует тончайшие складки толщиной в несколько километров. Такая форма свечения кажется состоящей из отдельных вытянутых струй или лучей света; тогда она называется "лучистой дугой". При повышении активности складки расширяются до нескольких десятков километров. Когда на большие складки налагается тонкая структура "лучей", то такую форму свечения называют "лучистой полосой". Если активность продолжает возрастать, лучистая полоса образует красивую розовато-оранжевую кайму в нижней части складки. Наконец, если интенсивность возрастает еще больше, складки и петли расширяются до огромных размеров (сотни километров).

Диффузные формы сияния могут иметь вид пятен с нечеткими границами, напоминающих облака, освещенные луной, и вид вуали. Вуаль представляет собой протяженное однородное свечение, которое часто покрывает большую часть неба. Пятна возникают обычно в зоне полярных сияний на последней стадии развития явления.

Лучи, узкие пучки света, расположенные в пространстве вдоль силовых линий магнитного поля Земли, могут быть: короткими (яркие у нижнего края и бледнеющие с высотой), средними (одинаковая яркость по всей высоте) и длинными (обычно однородные по яркости, но довольно слабые). Могут наблюдаться пучки лучей, расположенных тесно друг около друга либо разбросанных. Лучистая структура свечения как бы соткана из массы отдельных, часто мерцающих лучей. Часто лучи наблюдаются одновременно с другими формами.

Очень красиво и эффектно пламенное сияние, которое является редким видом пульсации, одновременно происходящей на большой площади. Это явление протекает в виде волн света, вздымающихся вверх одна за другой. Такое сияние возникает при определенных условиях синхронизации пульсации и движения. Наиболее эффектная форма пламенного сияния – "корона", когда оно наблюдается в зените.

Очень важным элементом новой классификации является описание активности и яркости сияния. Спокойные формы почти не меняются или меняются очень медленно. Активная форма подвержена быстрым изменениям во времени и пространстве. Активные сияния



Полярное сияние. Автор: Владимир Панкратьев, г. Новый Уренгой

обычно яркие. Введено четыре группы активности (a1-a4), учитывающие характер движения как внутри самой формы сияния (образование складок вдоль границы, движение лучей, появление новых форм), так и при ее движении в целом. Активность полярных сияний развивается от спокойных форм, обычно с однородных дуг, затем спокойные формы образуют лучи, и завершается процесс развития облакообразными пятнами. Однако многие формы сияний исчезают, даже не успев развиться на пятна. Когда активность сияний спадает, складки исчезают, лента возвращается к однородной форме. Судя по всему, однородная структура свечения представляется собой фундаментальное свойство полярных сияний, а складки и спирали связаны с процессом роста активности явления. Основной формой свечения на вечернем небе высоких широт считается однородная спокойная дуга со средней интенсивностью. Распределение интенсивности свечения в дуге наиболее равномерное: более яркое внизу и постепенно исчезающее кверху на фоне свечения неба.

Следующим параметром, характеризующим сияния, является яркость. Яркость визуальных наблюдаемых сияний оценивается международным коэффициентом яркости. При определении яркости учитывается максимальная интенсивность в данной форме. Для самой интенсивной линии полярного сияния (5577 А), принадлежащей атомному кислороду, индекс яркости определяется по международной шкале (табл. 1); за единицу измерения принят релей (R). Новая световая единица введена специально для измерения спектральной интенсивности свечения ночного неба и полярных сияний.

### Международная шкала яркости полярных сияний

Табл. 1

Интенсивность эмиссии 5577 А, kR	Индекс интенсивности	Примечание
0.1	0	Сияние визуально не фиксируется, может быть обнаружено инструментально.
1	I	Яркость сравнима с яркостью Млечного пути.
10	II	Яркость сравнима с яркостью перистых облаков, освещенных Луной.
100	III	Яркость сравнима с яркостью кучевых облаков, освещенных Луной.
1000	IV	Яркость много больше III.

Наиболее эффективным в динамике полярных сияний являются пульсации. Пульсации – быстрые ритмические флюктуации яркости с периодом обычно от долей секунды до минуты. К определенному типу пульсирующих принадлежит, как уже указывалось, пламенное сияние. Быстрое нерегулярное изменение яркости называется "мерцанием". Пульсации сияний преимущественно с периодом 3-25 сек., сопровождающиеся аналогичными пульсациями геомагнитного поля. Пульсации большей частью сопровождают медленные вариации интенсивности свечения, но иногда появляются независимо. Высокочастотные пульсации довольно иррегулярны и появляются только при сияниях в виде слабых диффузных пятен исключительно после магнитной полуночи.

### Советы наблюдателю

Итак, данные Интернета по космической погоде посмотрели и решили, что шанс понаблюдать сияние есть. И погода подходящая. Уровень ожидаемых возмущений и наша геомагнитная широта «сходятся». Но возникают новые вопросы – когда выходить, куда смотреть? Существует статистика, указывающая на то, что чаще наблюдения приходится на время незадолго до местной полночи, плюс минус пару-тройку часов. Однако это не «железно», а учитывая скоротечность многих фаз сияния, трудно настроиться на такой режим. Повторюсь, в современных условиях надежнее всего ориентироваться на всплески геомагнитной активности, подключившись к какому-нибудь из онлайн-ресурсов.



Корона полярного сияния. Автор: Золтан Кенвел

сов, лучше к ближайшему магнитографу. И, как только видим рост возмущений, бросаем чай с плюшками (экипировка заранее по погоде подобрана) и вперед. Если мы живем к югу от аврорального овала, то обычно смотрим на север, ожидая увидеть в начале активной фазы зеленую дугу, надеясь на ее развитие. Очень редко, история такие случаи упоминает, сияние уходит далеко на юг, тогда не только в северном направлении, но и над головой и в южной стороне можно созерцать небесную феерию. В этом случае и цветовая гамма будет побогаче, чаще насыщаясь пурпуром, и динамика поэнергичней. Именно в такой ситуации можно увидеть над головой лучистую форму сияния в виде короны, когда

из одной точки неба выходят лучи света, переливаясь, вздрагивая и пульсируя, порой вызывающее жутковатое ощущение нахождения «под колпаком» у какого-то сверх естественного разума.

Наблюдать без фотографирования, конечно, интересно, но потом будет ли что вспомнить? Лучше работать с фотоаппаратом, еще лучше – с видеокамерой. Техника съемки близка к работе с серебристыми облаками. Но все же стоит посвятить этому отдельную статью.

#### На «закуску»: шумит или не шумит?

Чтобы привести еще чего-нибудь эдакого в наши любительские наблюдения, упомянем давнюю загадку полярных сияний. Некоторые наблюдатели сообщали, что во время сияния слышали звуки, которые, похоже, порождались самим сиянием. Сообщения эти слабо документированы и нет ни одной записи звука (говорим про акустику, не про радишумы, для которых такие записи имеются). Причем, некоторые очевидцы сообщали, что звуки слышали синхронно с пульсациями сияния прямо над головой. Однако, «точные» физики усматривают в этом невероятность, т.к. нижняя граница сияния находится на высоте 100 км и звук оттуда, при всем желании, не скоро до Земли долетит. Так что, кроме фотоаппарата, возможно, стоит еще и чувствитель-

ную звукозаписывающую аппаратуру прихватывать на наблюдения, дабы определить – шумит или не шумит?

#### Закключение

В качестве оптимистического для любителя заключения приведу пессимистическую цитату из лекции специалиста в области космической погоды Гелия Жеребцова (из цикла лекций о науке ACADEMIA на телеканале Культура, май 2010):

*"Надо сказать, что, хотя в принципе понятны все механизмы взаимодействия, сегодня убедительной хорошей модели магнитного возмущения нет. Несмотря на огромные работы, которые проводятся различными научными школами в разных странах. Парадокс, но...каждое магнитное возмущение в магнитосфере Земли проходит всегда по различному сценарию. Да, общие черты есть. И общий сценарий, известен. Но, тем не менее, магнитные бури совершенно непохожи. Это связано, наверное, с тем, что предшествовало тому или иному возмущению, какие были для этого условия. Во всяком случае, убедительной, хорошей, достоверной модели нет."*

А.Мезенцев, Петрозаводск



На снимке M1 Фолькера Венделя и Бернда Флаха-Вильгена отмечен пульсар

#### M 1 (NGC 1952)

Расстояние.....6200 световых лет  
Физический размер....10 световых лет  
RA.....5h 34.5min  
DEC....+22d 1'  
Звездная величина...8.4mag  
Угловой размер...6'x4'  
Поверхностная яркость...20mag/arcsec<sup>2</sup>

#### Записи в "личном деле" объекта.

В начале июля 1054 года, хотя возможно несколько ранее – в апреле или мае того же года, многими наблюдателями по всему земному шару (например, с территорий современных государств: Италии, Армении, Ирака, Китая, Японии и в Северной Америке) была замечена необычайно яркая новая звезда в созвездии Тельца. Необычайным этот объект был уже потому, что он мог наблюдаться невооруженным глазом даже на дневном небе, имея блеск, по оценкам того времени от -4mag до -7.5mag! Китайские астрономы наблюдали эту "внезапную гостью" с начала июля 1054 года (на дневном небе)

до 17 апреля 1056 года (уже на ночном небе) – весь этот период она была легко заметна невооруженным глазом! В Европе же все возможные наблюдения этого явления были жестко ограничены, а зачастую и вовсе пресекались на основании господствовавших в то время религиозных догм католической церкви, согласно которым, появление на небесах подобного знамения являло собой чрезвычайно плохой знак, посланный небесами всем жителям Земли...

В 1731 году английский врач и по совместительству астроном-самоучка Джон Бевис (англ. John Bevis; 1693 – 1771), ничего не ведая о событиях тех лет, открыл на том же самом месте, где ранее находилась эта необычайная звезда, новую неизвестную туманность! И независимо от него 28 августа 1758 года эту же туманность переоткрыл заново и Шарль Мессье, принимая ее по первому времени за открытую им новую комету. Вот, что писал о ней Мессье: "Туманное свечение вытянутой формы; звезд не содержит". Лишь позже, узнав о наблюдениях Бевиса, Мессье признал приоритет открывателя за англичанином.

Уильям Гершель описал эту туманность так: "Очень яркая, неправильной формы и довольно крупная по размеру", предположив также, что состоит она, в основном, из звезд. Его сын Джон описывал M1 как "поистине прекрасный объект, очень крупный, протяженный, с пятнистой структурой; размер 4'x3'." Уильям Смит (англ. William Smyth; 1788 – 1865) называл ее "жемчужно-белой овальной туманностью". В 1844 году Уильям Парсонс (англ. William Parsons; 1800 – 1867) проводил углубленное изучение "Крабовидной туманности" – именно после записок Парсонса за ней закрепилось это "прозвище". Хотя это довольно специфичное название, поскольку туманность в действительности не

#### Каталог Мессье

имеет особого сходства с крабом; M1 по мнению многих наблюдателей гораздо лучше описать как "пористая губка", в то время как Парсонс углядел такие общие черты с крабом...

Несколько лет спустя, Уильям Лассел (англ. William Lassell; 1799 – 1880), также как и Парсонс, упоминал в своих записях, произведенных во время своих наблюдений на Мальте, о некоторых довольно различных волокнах, обрывках в структуре туманности, наподобие нитей, спутанных в единый объект.

Фотография M1 была впервые получена в 1892 году, а спектральные исследования, проведенные Весто Слайфером (англ. Vesto Slipher; 1875 – 1969) в 1913-1915 гг., показали наличие в спектре линий, свойственных именно таким разделенным некоторыми областями пространства волокнам, нитям, которые задолго до этого описывали Уильям Лассел и Уильям Парсонс. Позже, наличие этих линий было объяснено эффектом Доплера и очень быстрого расширения внешних областей туманности. Не без доли сомнения, но все же, Хебер Куртис (англ. Heber Curtis; 1872 – 1942) в 1918 году классифицировал M1 как планетарную туманность(!), что по современным меркам есть грубая ошибка, которая, несмотря на это, вплоть до 1960-ых всплывала вновь и вновь в различных каталогах! Правда, все же классифицировалась она как очень необычная и исключительная планетарная туманность. Карл Лампланд (англ. Carl Lampland; 1873 – 1951) в 1921 году при сравнении на снимках сделанных в разные годы до этого обнаружил смещение границ туманности, ее расширение. В том же году Джон Дункан (англ. John Duncan; 1882 – 1967) определил скорость расширения: учитывая дату вероятного рождения туманности около 900 лет назад, она оказалась равной 0.2"/год. Кнут Лундмарк (швед. Knut Lundmark; 1889 – 1958), также в 1921 году, предложил гипотезу, не подлежащую в наши дни никакому сомнению, согласно которой M1 является остатком вспышки сверхновой звезды, произошедшей в нашей галактике в 1054 году. В 1968 году с помощью радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико) в центре M1 был открыт пульсар.

## Астрофизический взгляд

Крабовидная туманность – единственный остаток вспышки сверхновой во всем каталоге Мессье! Поскольку этот объект очень молод и находится относительно близко к нам, то он представляет собой объект экстраординарного интереса со стороны, в первую очередь, астрофизиков; и как результат: М1 – самый изучаемый объект нашей Галактики.

На данный момент, размер М1 оценивается в 10 световых лет, а масса – около 5 солнечных, при этом светимость ее порядка 1000 солнечных!

В визуальном диапазоне спектра можно выделить два компонента – источника свечения туманности. Это, прежде всего, линии Н-альфа и ОIII, представляющие внешние слои окружающие родительскую звезду, которая в 1054 году в результате стремительного превращения в сверхновую и создала мощную ударную волну, распространяющуюся в окружающее межзвездное пространство, давшую начало сегодняшней туманности. Также в спектре М1 обнаружены сильно поляризованные линии, соответствующие синхротронному излучению, которое на нашей планете существует лишь на мощных ускорителях частиц. Это излучение, по-видимому, вызвано электронами, испытывающими ускорение в жестком магнитном поле звезды-прародительницы. Следовательно, М1 может расцениваться как великокопная взрывная лаборатория для наблюдения и исследования излучения в диапазоне от радио до рентгена! Этот факт был впервые озвучен в 1953 году советским астрофизиком И.С.Шкловским.

М1 можно наблюдать и изучать по всему диапазону электромагнитного спектра: в 1948 году было обнаружено жесткое радиоизлучение, а в 1964 году и рентгеновское. А потому, Крабовидная туманность имеет множество обозначений во всевозможных каталогах: Taurus A или 3C 144(радио), Tau X-1(рентген). Мощность рентгеновского излучения превосходит оптическое примерно в сотню раз, а полная энергия излучения оценивается на уровне в  $5 \times 10^{41}$  Джоулей/сек!

Коллапсирующее ядро центральной звезды все еще обнаруживается в самом центре М1. В ее интенсивном магнитном поле заряженные частицы ускоряются в направлении магнитных полюсов, испуская излучение вдоль самой оси магнитного поля, которая наклонена относительно оси вращения нейтронной звезды, каковой (пульсаром) сейчас сама звезда-прародительница и является. Размер пульсара в М1 составляет всего лишь порядка 10 километров! При этом его яркость немногим больше, чем у нашего Солнца! А кубический сантиметр его вещества весит миллиард тонн – так велик гравитационный коллапс сверхновой!

Пульсар в М1 был первым пульсаром, у которого была обнаружена оптическая составляющая излучения. Это "излучение" известно как CM Тельца – звездочка 16mag, имеющая период пульсации в оптической части спектра такой же как и в радиодиапазоне – 33 миллисекунды, что делает этот объект, наряду с еще несколькими похожими пульсарами, чрезвычайно ценным для научных исследований. Современные рентгеновские наблюдения и снимки высокого разрешения от телескопа им.Хаббла показывают кольцо радиусом от 0.1 до 1 светового года высокоэнергичных частиц, окружающих пульсар; а также испускающиеся струи вещества в плоскости перпендикулярной к плоскости кольца. Прекрасно видимая структура, открытая нам в 1995 году "Хабблом", включает в себя область "ударного джета", где вещество этого джета сталкивается с окружающим пространством туманности. Скорость такой волны достигает половины от скорости света! Масса родитель-

ской звезды оценивается от 8 до 13 масс Солнца. Во время ее вспышки в качестве сверхновой, общая светимость составляла 400 миллиардов светимостей Солнца! По последним оценкам, скорость расширения туманности постоянно растет.

## Наблюдения М1

М1 – относительно слабый и самый трудный объект среди 45 объектов первого издания каталога Мессье. Бинокуляр 10x50 покажет лишь слабое маленькое пятно. В телескоп диаметром 2 дюйма (5 см) становится заметна овальная форма объекта. В 5 дюймов (13 см) туманность имеет размер около 4'x5'. Зачастую, даже с крупными апертурами сложно разглядеть структуру М1. Также в 14 дюймов (35 см) можно заметить темную "бухту" на юго-востоке туманности, делящую М1 на 2 части к югу, что, по-видимому, и навеяло Уильяму Парсонсу такое сравнение, как "Краб". В центре М1 при очень хорошем небе можно увидеть 2 звездочки 16mag:

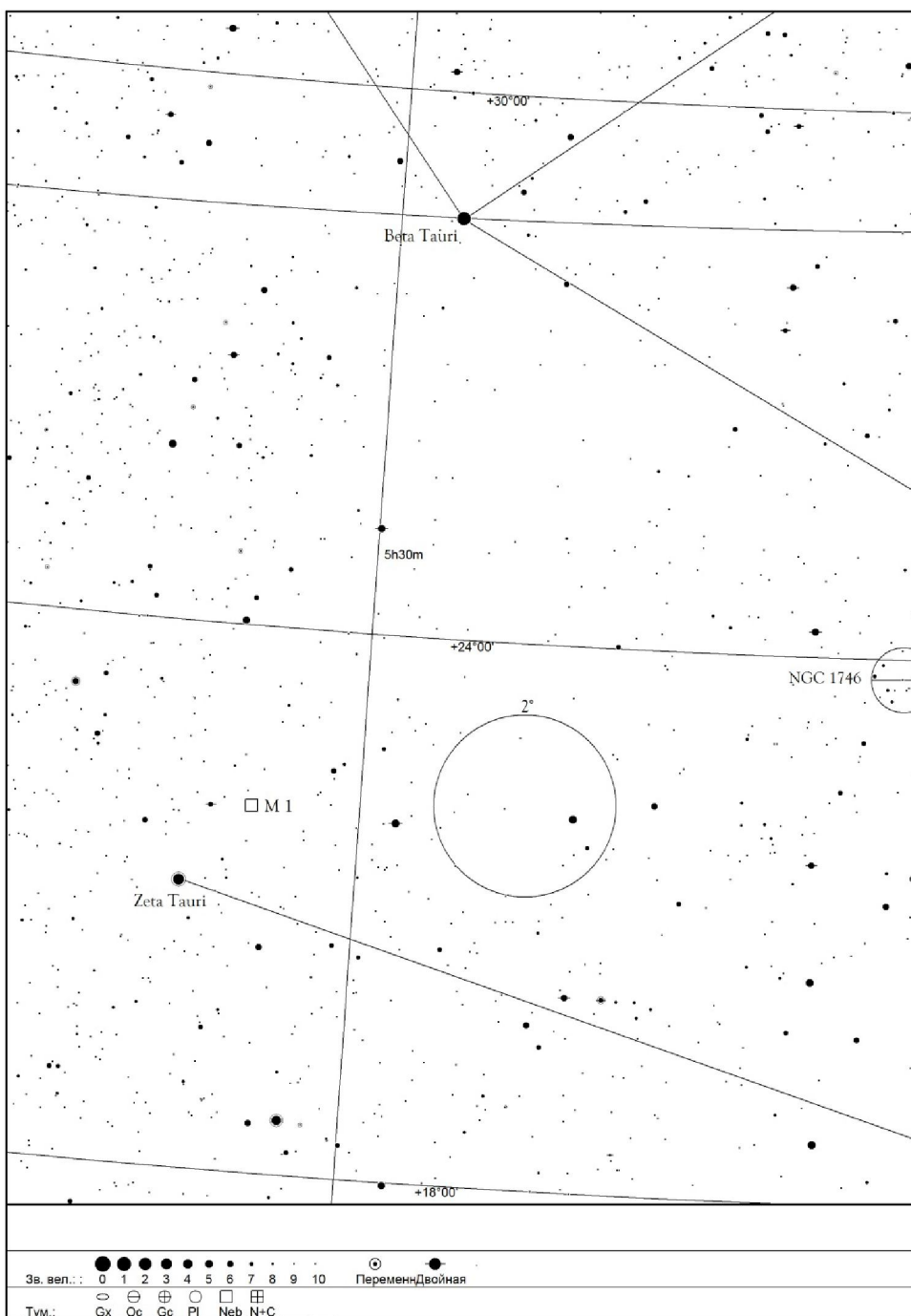
та, что несколько слабее и южнее, и есть пульсар. С применением фильтра ОIII наблюдение М1 существенно изменяется: форма туманности, как и темные области в ней, становятся едва различимы, тогда как те самые волокна, что наблюдали Уильям Парсонс и Лассел, напротив, становятся особо отчетливо заметны. Поскольку синхротронное излучение туманности жестко поляризовано, очень интересные изменения происходят во внешнем виде туманности при ее наблюдении через фильтр с переменной поляризацией под разными позиционными углами, что также весьма любопытно с наблюдательной и познавательной точки зрения.

Павел Жаворонков

Литература:

R. Stoyan, S. Binnewies, S. Friedrich and K.-P. Schroeder «ATLAS OF THE MESSIER OBJECTS. HIGHLIGHTS OF THE DEEP SKY».

Поисковую карту подготовил Тимур Тураев



## Гало - обзор за ноябрь

Приветствую читателей в новой рубрике «Астрономической газеты». Ранее, в 15 номере газеты, было рассказано о теории гало, в новой колонке издания ежемесячно будет повествоваться о лучших наблюдениях из мира атмосферных явлений гало. Ноябрь известен как дутсайдер по количеству наблюдений в месяц. Однако он ознаменовался открытием сезона «алмазной пыли» в северных районах.

7 ноября, восточная Небраска (США).



Исключительно редчайшие гало наблюдались Майком Холлингсхедом в штатах. На небе творилось нечто безумное! На причудливых узорах облаков возникли редчайшие виды ледяных ореолов. Главной особенностью стали яркая верхняя дуга Ловитца, образующая вместе с выгнутой дугой Перри и верхней дугой Тангента фантастический узор из цветных кристаллов. Зенитную область опоясывала солнечная петля. Вместе с паргелическим кругом небо рассекала дуга Венгера. Присутствовали 22° и 120° паргелии. Также рядом с зенитной дугой всего второй раз за историю наблюдений, были сфотографированы контактные дуги 46° гало. Данное наблюдение вызвало большой резонанс и широко обсуждается в блоге Ice Crystal Halo. Случай возникновения множества столь редких гало в перистых облаках – исключение, так как обычно подобные наблюдения характерны для алмазной пыли.

Другие фотографии и дополнительная информация на вебсайте:

[www.extremestability.com/2010-11-7.htm](http://www.extremestability.com/2010-11-7.htm)

Ночь с 8 на 9 ноября, центральная Финляндия.



Эти ледяные ореолы были сфотографированы Яри Луоманеном неподалеку от горнолыжного курорта Химос. Облако ледяных кристаллов было образовано искусственно снежными пушками. Как говорит сам Яри: «Особо впечатляющими и четкими были дуга Моиланена и солнечный столб. Температура колебалась около -7° по Цельсию». В наблюдении присутствовало множе-

ство видов; как обычные 22°, паргелический круг, паргелии и верхняя касательная дуга 22°; так и множество редкостей – дуги Парри, Моиланена, супралатеральная дуга, солнечная петля, дуги противосолнечного пункта. Также наблюдались другие гало вне лампы Яри – обильный «лес» из световых столбов наблюдался вокруг фонарей курорта.

9 ноября, Кировск.



Интересное наблюдение на алмазной пыли сделал «Snowman\_pro» в Российском заполярном городке Кировске. Помимо обычных видов – 22° гало,

верхняя дуга Тангента, паргелиев и паргелического круга, наблюдалась довольно редкая супралатеральная дуга. Самые интересные дуги наблюдения – супралатеральные дуги Перри, это редкие дуги Перри, расположенные верхней касательной 46° гало.

Ночь с 17 на 18 ноября, восточная Финляндия.



В эту ночь Марко Риконен наблюдал множество интересных гало, в самых необычных конфигурациях. Гало были сформированы алмазной пылью, прилетевшей, вероятно, с горнолыжного курорта Муставаара. Пластинчатые кристаллы доминировали в наблюдении. Возвышение луны составляло 32°, и это небесное тело окружили 22° гало, паргелии и паргелический круг, 120° паргелии, супралатеральная дуга. В небо устремляются множество фантастических световых столбов от фонарей.

Также Марко поэкспериментировал со своей лампой и получил очень впечатляющее сочетание редких видов. Так как источник света геометрически находится под горизонтом но его окружают обычные виды, то тогда над горизонтом располагаются подгоризонтные виды. Такой прием довольно часто используют для съемки суб-гало. Таким образом были получены фото множества суб-гало: паргелии, субсолнце, паргеличе-

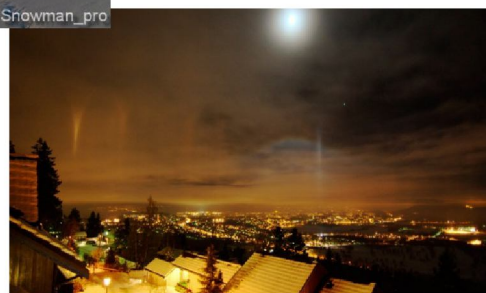
ский круг, зенитная дуга и дуги Керна.

Другие фотографии на вебсайте:

[www.raakendebogen.blogspot.com/2010/11/blog-post.html](http://www.raakendebogen.blogspot.com/2010/11/blog-post.html)



17 ноября, Осло.



Эти призрачные гало наблюдались Стейнармом Мидтскогеном в столице Норвегии также на алмазной

пыли. На фото видно, что луна отбрасывает яркую нижнюю касательную дугу 22° гало, но под ней также едва видна редчайшая нижняя дуга Перри. В глаза бросаются необычные рогатые световые столбы. Их теория довольно сложна, данный вид столбов также редок.

Никита Куланов



«Астрономическая газета»  
№17 (17), 5 декабря 2010 г.

Редакторы: А.Новичонок, А.Смирнов  
Обозреватели: П.Жаворонков, Н.Куланов  
Корректор: С.Шмальц  
Вёрстка и дизайн: А.Смирнов

Страничка газеты:  
<http://www.waytostars.ru/index.php/gazeta>

Астрономический сайт «Северное сияние»  
<http://www.severastro.narod.ru>

Для связи с нами:

[agaz@list.ru](mailto:agaz@list.ru)