

МЕТЕОРЫ

Павлова Е.И.

г. Королёв, МБУ ДО г.о. Королёв МО «ДЮТ», 3 класс

*Руководитель: Петрова Г.С., педагог дополнительного образования,
МБУ ДО г.о. Королёв МО «ДЮТ», г. Королёв*

Наблюдения звездного неба велись человеком с глубокой древности, просто из врожденного желания познавать окружающий мир. Со временем такие наблюдения приобрели конкретную пользу. Они давали возможность получить календарные метки внутри солнечного года. Мирозрение людей, религия были неразрывно связаны с космосом, что нашло отражение в искусстве, архитектуре и многом другом. Многотысячелетние наблюдения за космосом и чувство неразрывной связи с ним человека на Земле является частью космоса, следовательно, его творческая деятельность космична по природе.

Одним из интереснейших событий является звездный дождь.

«Огненный дождь», или, как его называют иногда, «Звездный дождь», не является таковым в полном смысле этих слов. В действительности на Землю падают не звезды и не огонь, а метеориты, которые сгорают или не до конца сгорают в земной атмосфере. Таким образом, «огненный дождь» может быть или метеорным, или метеоритным.

Люди не близкие с астрономией, часто не понимают, в чем разница между метеорами, метеоритами и метеорными телами. На самом деле за этими терминами скрывается одинаковые объекты, разные названия отражают только то, что мы видим их в разные периоды их существования. Метеорные тела – это фрагменты астероидов и комет, которые обращаются вокруг Солнца. Попадая в атмосферу Земли, они вспыхивают и оставляют в небе яркую светящуюся полосу. В этот момент жизни метеорное тело называется метеором или «падающей звездой». Если метеор сгорает в атмосфере не полностью, он падает на Землю. Тогда мы говорим о нем как о метеорите.

Основная часть

Терминология

Метеорное вещество – в межпланетном пространстве, твердые тела (метеорные тела), более мелкие, чем Малые планеты и кометы, движущиеся вокруг Солнца. При встрече с Землей метеорные тела порож-

дают Метеоры и выпадают на земную поверхность в виде метеоритов. Мельчайшие метеорные тела интенсивно рассеивают солнечный свет и наблюдаются в виде Зодиакального света.

По фотографическим и радиолокационным наблюдениям определены орбиты нескольких десятков тысяч метеорных тел.

Подавляющее большинство их движется по эллиптическим орбитам вокруг Солнца. Не обнаружены метеорные тела с безусловно гиперболическими орбитами, то есть пришедшие в окрестность Солнца из межзвездного пространства. Метеоритное вещество концентрируется в плоскости эклиптики и имеет преимущественно прямое движение, то есть тоже направление, в котором движутся планеты. Движение метеорных тел определяется гравитационным притяжением Солнца и планет, а также небгравитационными силами, возникающими в результате взаимодействия метеорных тел с электромагнитными и корпускулярным солнечным излучением (световое давление, эффект Пойтинга-Робертсона и др.). световое давление может выталкивать из Солнечной системы мельчайшие метеорные тела размерами менее 10^{-4} см. Под действием Пойтинга-Робертсона эффекта постепенно уменьшаются размеры и эксцентриситет орбиты (тем быстрее, чем меньше метеорное тело и размеры орбиты), и метеорное тело по спирали приближается к Солнцу. На пути к Солнцу оно может быть захвачено планетами; наиболее эффективен захват Юпитером. Этот «барьер» Юпитера могут пройти только очень мелкие метеорные тела. Время жизни метеорных тел во внутренних областях Солнечной системы (внутри орбиты Юпитера) много меньше возраста Солнечной системы, следовательно метеоритное вещество здесь должно постоянно пополняться. Возможны различные источники метеоритного вещества: распад комет, дробление малых планет, приток очень мелких метеорных тел с периферии Солнечной системы и др. Значительное большинство крупных метеорных тел имеет орбиты, сходные с орбитами комет (преимущественно короткопериодических), и, по-видимому, образуется при распаде комет. Комплекс орбит более мелких мете-

орных тел, наблюдаемых только радиолокационными методами, более сложен, однако меньшая точность и большая избирательность радиолокационных наблюдений метеоров не позволяют сделать однозначного вывода о происхождении таких тел. Около половины ярких метеоров, наблюдаемых фотографическим путем, относится к метеорным потокам, остальные – к спорадическим метеорам; среди более слабых метеоров доля принадлежащих метеорным потокам убывает.

Метеорный поток – совокупность метеоров, возникающих в атмосфере при встрече Земли с метеорным роем – метеорными телами, движущимися по близким орбитам и связанными общностью происхождения. Иногда Метеорным потоком называют также и сам метеорный рой, порождающий данный Метеорный поток. Траектории всех метеоров потока почти параллельны и кажутся расходящимися приблизительно из одной точки – радианта Метеорного потока. Потоки с большим числом метеоров называют по созвездиям, в которых расположены их радианты, или по ближайшим ярким звездам. Метеорные потоки наблюдаются примерно в одни и те же даты (ежегодно или через большее число лет). По визуальным наблюдениям 19 и 20 вв. было выделено несколько сотен ночных Метеорных потоков. Радиолокационные наблюдения метеоров позволили изучать также дневные Метеорные потоки. По фотографическим и радиолокационным наблюдениям определены орбиты нескольких сотен метеорных роев; большинство из них сходно с орбитами комет (преимущественно короткопериодических). Орбиты нескольких десятков метеорных роев близки к орбитам известных комет; довольно уверенно установлена связь метеорных роев с известными кометами примерно в 15 случаях.

Метеорные рои образуются при распаде ядер комет и первоначально движутся компактной группой, занимая лишь часть орбиты кометы. При встрече с Землей такие молодые компактные рои порождают кратковременные Метеорные потоки с очень высокой численностью метеоров – метеорные дожди. Под действием гравитационных возмущений со стороны планет, Пойтинга-Робертсона эффекта и др. факторов метеорный рой постепенно растягивается вдоль орбиты, расширяется и в конечном счете распадается. Некоторые из наблюдаемых в настоящее время Метеорных потоков (например, Лириды и Персеиды) известны уже несколько тысяч лет. Некоторые метеорные рои, ранее порождавшие активные Метеорные потоки (например, Андромедиды и Бо-

отиды), удалились от орбиты Земли вследствие планетных возмущений.

Метеорный дождь (звездный дождь) – это метеорный поток с кратковременной очень высокой численностью метеоров (до 1000 и более в 1 мин). За последние 200 лет наблюдались следующие метеоритные дожди: Андромедиды (1872 и 1885), Дракониды (1933 и 1946) и Леониды (1799, 1833, 1866 и 1966).

Метеоры (от греческого *meteora* – атмосферные и небесные явления) – явления в верхней атмосфере, возникающие при вторжении в нее твердых частиц – метеорных тел.

Вследствие взаимодействия с атмосферой метеорные тела частично или практически полностью теряют свою начальную массу; при этом возбуждается свечение и образуются ионизованные следы метеорного тела.

Метеорный след – след в атмосфере, остающийся после пролета метеора. Различаются метеорные следы двух видов: пылевые и газовые, или ионизованные.

Пылевые следы образуются только яркими болидами на высоте 25-80 км в результате конденсации паров метеорного вещества в голове и следе болида, а также затвердевания капелек расплавленного вещества, сдуваемого с поверхности метеорного тела. В сумерки пылевые метеорные следы светятся вследствие рассеяния солнечного света в основном на мельчайших пылинках (размером меньше 10^{-4} см). Пылевые метеорные следы могут наблюдаться очень долго – до нескольких часов.

Ионизованные метеорные следы светятся вследствие рекомбинационных процессов, в их спектре наблюдаются линии Mg, Na, Ca, Fe и др. Ионизованные метеорные следы образуются всеми метеорами, однако невооруженным взглядом видны только следы ярких метеоров. Ионизованные метеорные следы наблюдаются от долей секунды до нескольких минут.

Отражение радиоволн от ионизованных метеорных следов позволяет вести их радиолокационные наблюдения. Первоначально прямолинейный и тонкий, метеорный след быстро искривляется и расширяется под действием ветра и диффузии. Оптические и радиолокационные наблюдения метеорных следов являются одним из основных средств изучения циркуляции и турбулентности атмосферы на высоте 80-110 км.

Метеорный патруль – система нескольких фотографических агрегатов, предназначенная для наблюдений метеоров. Каждый агрегат Метеорного патруля состоит обычно из 4-6 широкоугольных фотографических камер, устанавливаемых так, чтобы все они вместе охватывали возможно боль-

шую область неба. Совместная обработка снимков метеора, полученных на всех агрегатах Метеоритного патруля, позволяет определить момент пролёта, высоту (с точностью ± 100 м), скорость (с точностью 0,4%), радиант (с точностью до 3'), массу и химический состав метеора. С целью получения наибольшего числа метеорных снимков фотографирование (патрулирование) неба проводится непрерывно всю ночь со сменой кадров через каждые 0,5–1 (час.).

О некоторых метеорных потоках поподробнее.

Метеорный поток Геминиды. На данный момент это один из лучших и, наверное, самый надежный из крупнейших ежегодных потоков. Он порожден астероидом Фаэтон диаметром около 5 км, который, возможно, является выродившейся кометой. В 2018 году Международная метеорная организация прогнозировала наступление пика активности 14 декабря в 15:30 МСК. Активность этого потока остается на высоком уровне обычно около суток. В пик активности количество возрастает до 120-ти метеоров в час, на темном незасвеченном городскими огнями небе. Радиант Геминид (точка из которой вылетают метеоры) находится в созвездии Близнецы около яркой звезды Кастор. Так что наблюдать данный поток можно по всей планете кроме Антарктиды. Скорость входа метеоров в атмосферу относительно низкая и составляет 35 км/сек. Для сравнения: скорость метеоров потока Персеиды 59 км/сек.

Леониды – ежегодный метеорный поток, радиант которого лежит в «серпе» созвездия Льва. Пик потока приходится на 17 ноября, а обычная продолжительность – около четырех дней. Хотя в эти дни каждый год наблюдается лишь небольшое число метеоров, иногда отмечаются и захватывающие зрелища. Так, в 1966 г. можно было увидеть до 40 метеоров в секунду!

Метеорный ливень связан с кометой 55P/Темпеля-Тутля, впервые зарегистрированной в 1865 г., которая имеет период, равный 33 годам. Метеорное вещество сконцентрировано около кометы, а не распределено равномерно по орбите. Поэтому красивые зрелища возможны только раз в 33 года, хотя и в этом случае они не обязательны, особенно если комета проходит слишком далеко от орбиты Земли.

Персеиды – метеорный поток созвездия Персея: когда наблюдать, пик активности, расположение, связь с кометой Свифта-Таттла, исследование, интересные факты.

Персеиды – ежегодный метеорный поток, длящийся с 23 июля по 20 августа, связан с кометой Свифта-Таттла. Пик приходится на 12-13 августа. Иногда его именуют «слезы Святого Лаврентия», так как выпадает на дату его мученичества (10 августа).

Частично название происходит от греческого «Περσείδες» – «сыновья Персея». Здесь присутствует ассоциация с Персеем, потому что радиант (точка, из которой появляется поток) расположен в направлении созвездия Персей. Радиант только создает случайное выравнивание с созвездием, так как звезды Персея расположены в нескольких световых лет от нас, а сами метеоры – 100 км.

Виновица метеоров – комета Свифта-Туттля (109P/Свифт-Туттль). Персеиды – всплеск огромного количества метеоров (обледеневшие обломки и небольшие камни), сбрасываемые кометой при прохождении орбитального пути.

Скорость их движения – более 100000 миль в час. Когда начинают сгорать в атмосфере, то оставляют характерные световые полосы. Если же обломку удалось сохраниться, то он падает на поверхность уже в качестве метеорита. Хотя метеоры видны в любом участке ночного неба, все они происходят из одной точки в Персее.

Самые заметные метеорные потоки

Название	Обычное число метеоров в час во время пика активности	Когда наблюдать
Метеорный поток Квадрантиды	45-200	с 28 декабря по 7 января пик 3-4 января
Метеорный поток Геминиды	до 100 и более	первая половина декабря пик 13-14 декабря
Метеорный поток Персеиды	~60-100	с 17 июля по 24 августа пик ~12 августа
Метеорный поток Эта-Аквариды	до 70	с конца апреля до середины мая пик 5-6 мая
Метеорный поток Ориониды	25	пик 21-22 октября
Метеорный поток Лириды	18 (90 в 1982 г.)	15-20 апреля
Метеорный поток Леониды	20-30 (150000 в 1966 г.)	с 14 по 21 ноября

Поток обломков тянется вдоль орбиты кометы и называется облаком Персеид. Орбитальный путь Свифта-Таттла составляет 133 года. Частицы внутри облака сохранялись там тысячи лет. Пик наступает 13 августа, но в 1865 году пылевая дуга обеспечила сдвиг на один день – 12 августа.

Персеиды можно наблюдать уже с середины июля, причем во время пика скорость достигает 60 метеоров в час. Если интересуют наибольшая скорость, то лучше наблюдать за несколько часов до рассвета. Большинство метеоров сгорают на высоте в 80 км.

Лириды – метеорный поток из созвездия Лиры: когда наблюдать, пик активности, расположение, связь с кометой Тэтчер, исследование с фото, видео, интересные факты.

Лириды (апрельские Лириды) – один из старейших метеорных потоков, зафиксированные еще 2600 лет назад. Метеоры можно наблюдать с 16-25 апреля. Пик наступает с 22-23 апреля. Поток связан с кометой C/1861 G1 – комета Тэтчер. При максимуме заметно 5-20 метеоров в час. Средняя скорость – 10 метеоров в час.

Лучше всего смотреть в сельской местности, подальше от городского освещения. Очень хорошо, если не мешает свечение Луны. Наилучшее время – перед рассветом. Лириды достигают 2-й величины. Оставленные следы держатся несколько минут. Раз в 60 лет Лириды набирают большую силу. Это происходит, когда комета завершает орбиту и вызывает вспышку.

В 1922 и 1982 годах наблюдатели на пике насчитали 90 метеоров в час. В 1803 году апрельские Лириды создали метеорную бурю – до 700 метеоров в час.

Радиант лежит в направлении маленького северного созвездия Лиры. Найти его очень легко, так как вмещает яркую Вегу (5-я по яркости среди звезд), которая также формирует Летне-осенний треугольник. Радиант расположен рядом со звездой.

Комета Тэтчер (C/1861 G1) получила название в честь астронома-любителя из Америки А. Э. Тэтчера, обнаружившего ее 5 апреля 1861 года. В мае 1861 года она подошла к нам на расстояние в 50.1 миллионов км и совершила ближайший подход к Солнцу (перигелий) в июне 1861 года. Дистанция перигелия кометы – 0.9207 а.е., а афелия (максимальная удаленность) – 110 а.е. Орбитальный период – 415 лет, так что в перигелий вернется в 2276 году.

Первая запись Лирид сделана в 687 году до н.э. в Китае. «Цзо Чжуань» (важнейшее и ранее китайское произведение) упоминает, что «ночью фиксированные звезды невидимы, а в полночь падают, как дождь».

В Австралии Лириды воспринимали как царяпину глазчатой курицы (наземная австралийская птица). Апрельские Лириды совпадают с гнездовым сезоном птицы. Сама же она отобразена в виде Веги.

Заключение

Как же наблюдать метеорный поток? Очевидно, что визуально увидеть «падающие звезды» можно только в ночные часы. Наслаждаться звездопадом целесообразно в период максимального действия метеорного потока. Когда Земля, двигаясь по своей орбите, погружается в поток метеорных частиц и затем выходит из него, численность метеоров сначала возрастает, достигает максимума и затем постепенно падает. В зависимости от ширины роя и условий его пересечения с Землей звездопад может наблюдаться от 10 часов (Квадрантиды) до месяца (Персеиды).

Часы максимума звездопада могут выпасть на светлое время суток. Поэтому жителям восточного полушария может повезти наблюдать настоящий «звездный ливень» ночью, который уже закончится к наступлению ночи в западном полушарии Земли. Так что внимательней отнеситесь к информации о прогнозируемых часах пика активности в дату максимума звездопада. Даже если необычно мощный пик активности выпадает на дневные часы, метеоры не видны, но их можно засечь радаром.

Есть несколько нежелательных факторов при наблюдении потока, которые влияют на количество замеченных метеоров. Это:

1. облачность, туман, дымка, прозрачность и стабильность атмосферы;
2. наличие на небе Луны вблизи радианта потока;
3. наличие ярких искусственных источников света.

Важно также в какую часть ночи проводятся наблюдения. Число метеоров меняется в течение ночи. Перед полночью наблюдаются только те метеоры, которые создаются частицами, «догоняющими» Землю, и поэтому скорость их вхождения в атмосферу мала. После полуночи частицы и Земля движутся навстречу друг другу, и поэтому их относительная скорость равна сумме скоростей. Поскольку яркость метеора существенно зависит от скорости входа метеорной частицы в атмосферу (чем она больше, тем метеор ярче и лучше видим), наблюдаемое число метеоров возрастает после полуночи.

Высота радианта (кажущаяся точка вылета метеоров) потока тоже имеет определенное значение. Из-за поглощения света толщей атмосферы метеоры, вспыхиваю-

щие ближе к горизонту, кажутся слабее. Чем выше в течении ночи поднимается радиант потока, тем на большей части небосвода видны разлетающиеся метеоры и они наиболее яркие.

Активность метеорного потока характеризуют числом метеоров, наблюдаемых за час. Число ZHR (зенитное часовое число), приводимое обычно в справочниках, характеризуют активность потока, которую опытный наблюдатель может зарегистрировать при благоприятных условиях в направлении зенита (прямо над головой, когда толщина атмосферы не мешает наблюдению более слабых метеоров).

В общем, при соблюдении этих простых условий, вы сможете не только насладиться красивым зрелищем, но и принести пользу науке.

Для начала можно заняться простейшим подсчетом в отдельности ярких и слабых метеоров в выбранной части неба за определенные равные промежутки времени (20 минут, 30 минут, 1 час), отмечая по часам моменты начала и конца наблюдений. Эти данные помогут изучить распределение метеорных тел вдоль их орбиты, поскольку в разные годы Земля встречает различные части одного и того же роя, соответственно меняется и интенсивность метеорного потока.

Для более серьезных наблюдений необходимо определять звездную величину метеора, угловую скорость и длину, направление и зенитное расстояние. О методиках организации таких наблюдений можно прочитать в астрономических справочниках:

П.Г. Куликовский «Справочник астронома-любителя», П. Бабаджанов «Метеоры и их наблюдение», В. Цесевич «Что и как наблюдать на небе», ВАГО «Астрономический календарь. Постоянная часть». Все собранные данные отправляются в Международную метеорную организацию ИМО (International Meteor Organization).



Список литературы

1. Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия. 1969 – 1978 В.Н. Лебединец)
2. Лит.: Бабаджанов П. Б., Крамер Е. Н., Методы и некоторые результаты фотографических исследований метеоров, М., 1963;
3. Катасев Л.А., Исследование метеоров в атмосфере Земли фотографическим методом, Л., 1966.
4. М.Е. Прохоров/ГАИШ, Москва – Астрономия, астрология и интернет – 2016
5. <https://v-kosmose.com/meteoryi-i-meteorityi/>
6. <http://astro-bratsk.ru/content-observer/332-meteor-shower-observer.html>
7. <http://astronom-us.ru/meteory/schitaem-meteory.html>