

ПРИРОДА

№ 10 - 1999 г.

В.Г. Сурдин

Затмения солнца

© Природа

*Использование или распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции*



Образовательный сетевой выпуск
VIVOS VOCO! - ЗОВУ ЖИВЫХ!
<http://www.accessnet.ru/vivovoco>

Затмения Солнца

В. Г. Сурдин,

кандидат физико-математических наук

Государственный астрономический институт им. П. К. Штенберга
Москва

ТЕ, КТО попал в полосу полного солнечного затмения 11 августа 1999 г., имели шанс насладиться редким природным феноменом – видом солнечной короны. И пусть говорят, что затмение Солнца – это рядовое астрономическое событие, происходящее ежегодно и даже не единожды в год. Но многие ли из нас могут похвастаться тем, что хотя бы раз в жизни имели удовольствие своими глазами видеть корону Солнца?

Даже среди астрономов, проявляющих в этом вопросе профессиональный азарт, далеко не все были свидетелями полных затмений Солнца. И дело не в том, что событие это редкое: приведенная здесь таблица показывает, что полные затмения, действительно, случаются чуть ли не каждый год. Главное препятствие для их наблюдения – малый размер лунной тени и плохая погода на Земле. Впрочем, сначала поясним, какие вообще бывают затмения.

Как известно, при солнечных затмениях Луна закрывает собою Солнце, проходя между ним и Землей. По счастливому совпадению для земного наблюдателя угловые диаметры Солнца и Луны почти одинаковы и близки к 0.5° . Именно поэтому лунный диск может точнехонько закрыть собой Солнце, оставив для любования и изучения верхние слои его атмосферы – горячую солнечную корону. Однако в течение года видимые размеры Луны и Солнца не остаются неизменными. Двигаясь по эллиптической орбите, Земля в наши зимние месяцы приближается к Солнцу, а в летние удаляется от него, так что в конце декабря угловой диаметр солнечного диска достигает $32'36''$, а в конце

июня уменьшается до $31'31''$. Луна также движется вокруг Земли по эллиптической орбите, поэтому в течение месяца ее видимый диаметр меняется от $33'32''$ до $29'20''$.

При этом движения светил не согласованы друг с другом, поэтому в моменты затмений соотношение их видимых диаметров каждый раз оказывается различным. Если в момент солнечного затмения Луна проходит перигей, то она всегда полностью затмевает Солнце; в апогее угловой размер ее диска всегда меньше солнечного, поэтому происходит кольцевое затмение (рис.1). В промежуточных случаях тип затмения зависит от текущего соотношения видимых диаметров светил (астрономы по традиции называют звезды, планеты и их спутники «светилами», хотя для Луны в данном случае более подошло бы – «темнило»).

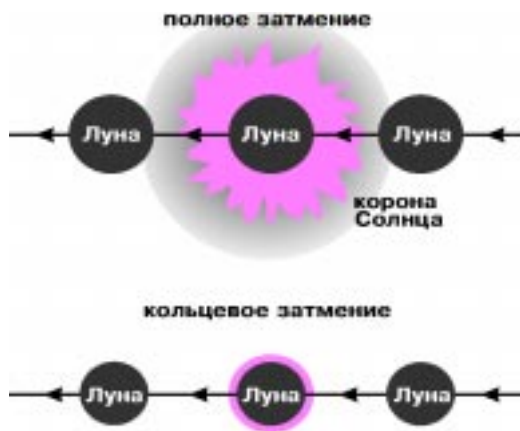


Рис.1. Полное и кольцевое затмения Солнца («вид спереди»). Полное затмение Солнца происходит, когда видимый размер лунного диска равен или чуть больше солнечного. Кольцевое затмение – когда чуть меньше.

Полные затмения Солнца в недалеком прошлом и ближайшем будущем

№	Дата	Продолжительность (минуты)	Область видимости
Уже наблюдали:			
1	1950, 12 сент.	1	Арктика, Сев.-Вост. Сибирь, Тихий океан
2	1952, 25 февр.	3	Атлантика, Африка, Иран, Ср.-Зап. Сибирь
3	1954, 30 июня	3	Канада, Скандинавия, Россия, Кавказ
4	1955, 20 июня	7	Цейлон, Индокитай, Филиппины, Тихий океан
5	1956, 8 июня	5	Южн. Тихий океан
6	1958, 12 окт.	5	Экват. Тихий океан, Чили
7	1959, 2 окт.	3	Атлантика, Сев. и Центр. Африка
8	1961, 15 февр.	3	Южн. Европа, Черное море, Вост. Сибирь
9	1962, 5 февр.	4	Зондские о-ва, Новая Гвинея, Тихий океан
10	1963, 20 июля	2	шт.Аляска, Канада, Атлантика
11	1965, 30 мая	5	Новая Зеландия, Тихий океан
12	1966, 12 нояб.	2	Тихий океан, Перу, Боливия, Бразилия, Атлантика
13	1967, 2 нояб.	1	Антарктика
14	1968, 22 сент.	1	Северная Земля, Ср. Сибирь, Вост. Тянь-Шань
15	1970, 7 марта	3	Тихий океан, Мексика, Флорида, Ньюфаундленд
16	1972, 10 июля	3	Сахалин, Камчатка, Сев. Канада, Лабрадор
17	1973, 30 июня	7	Венесуэла, Сахара, Сомали, Индийский океан
18	1974, 20 июня	5	Южн. Индийский океан, Сев.-Зап. Австралия
19	1976, 23 окт.	5	Африка, Австралия, Тихий океан
20	1977, 12 окт.	3	Тихий океан, Венесуэла
21	1979, 26 февр.	3	Сев.-Зап. США, Канада, Гренландия
22	1980, 16 февр.	4	Атлантика, Конго, Индия, Китай
23	1981, 31 июля	2	Сев. Кавказ, Сибирь, Тихий океан
24	1983, 11 июня	5	Индийский океан, Ява, Новая Гвинея
25	1984, 22 нояб.	2	Новая Гвинея, Индонезия, Тихий океан
26	1987, 29 марта	1	Аргентина, Атлантика, Экватор. Африка
27	1988, 18 марта	4	Суматра, Филиппины, Сев. Тихий океан
28	1990, 22 июля	3	Финляндия, Сибирь, Сев. Тихий океан
29	1991, 11 июля	7	Гавайи, Центр. Америка, Бразилия
30	1992, 30 июня	5	Южн. Атлантика
31	1994, 3 нояб.	4	Тихий океан, Чили, Бразилия, Атлантика
32	1995, 24 окт.	2	Иран, Индия, Вьетнам, Тихий океан
33	1997, 9 марта	3	Монголия, Сибирь, Арктика
34	1998, 26 февр.	4	Тихий океан, Колумбия, Сев. Атлантика
35	1999, 11 авг.	2	Сев. Атлантика, Центр. Европа, Индия
Предстоит наблюдать:			
1	2001, 21 июня	5	Южн. Атлантика, Южн. Африка
2	2002, 4 дек.	2	Сев. Африка, Индийский океан, Австралия
3	2003, 23 нояб.	2	Антарктика
4	2005, 8 апр.	1	Сев. Тихий океан, Панама
5	2006, 29 марта	4	Сев. Африка, Турция, Россия
6	2008, 1 авг.	2	Арктика, Россия, Китай
7	2009, 22 июля	7	Индия, Китай, Тихий океан
8	2010, 11 июля	5	Южн. Тихий океан, Китай
9	2012, 13 нояб.	4	Сев. Австралия, Южн. Тихий океан
10	2013, 3 нояб.	2	Атлантика, Центр. Африка
11	2015, 20 марта	3	Сев. Атлантика, Арктика
12	2016, 9 марта	4	Суматра, Борнео, Сев. Тихий океан
13	2017, 21 авг.	3	Тихий океан, США, Атлантика
14	2019, 2 июля	5	Южн. Тихий океан, Чили, Аргентина
15	2020, 14 дек.	2	Тихий океан, Чили, Аргентина, Атлантика
16	2021, 4 дек.	2	Антарктика
17	2023, 20 апр.	1	Индийский океан, Индонезия, Тихий океан
18	2024, 8 апр.	4	Тихий океан, Мексика, США
19	2026, 12 авг.	2	Гренландия, Антарктика, Испания
20	2027, 2 авг.	6	Сев. Африка, Индийский океан
21	2028, 22 июля	5	Индийский океан, Австралия, Новая Зеландия
22	2030, 25 нояб.	4	Африка, Индийский океан, Австралия
23	2031, 14 нояб.	1	Тихий океан
24	2033, 30 марта	3	Чукотка, Аляска, Сев. Ледовитый океан
25	2034, 20 марта	4	Атлантика, Африка, Азия
26	2035, 2 сент.	3	Китай, Тихий океан
27	2037, 13 июля	4	Австралия, Новая Зеландия
28	2038, 26 дек.	2	Австралия, Новая Зеландия, Тихий океан
29	2039, 15 дек.	2	Антарктида
30	2041, 30 апр.	2	Атлантика, Африка
31	2042, 20 апр.	5	Индонезия, Филиппины, Тихий океан
32	2043, 9 апр.	1	Магадан, Камчатка
33	2044, 23 авг.	2	Сев. Америка
34	2045, 12 авг.	6	Сев. Америка, Куба, Южн. Америка
35	2046, 2 авг.	5	Атлантика, Африка, Индийский океан
36	2048, 5 дек.	3	Южн. Америка, Атлантика, Африка
37	2049, 25 нояб.	1	Аравия, Индийский океан, Индонезия
38	2050, 20 мая	1	Южн. Тихий океан

Не будем забывать, что и наблюдатели на Земле располагаются на разном расстоянии от Луны: те, у кого Луна в зените, ближе к ней, чем те, кто наблюдает ее близ западного или восточного горизонта. Если конус лунной тени с трудом дотягивается до Земли в полуденной области, то в утренней и вечерней областях полной тени уже не будет (рис.2). В этом случае затмение начнется как кольцевое (а), затем станет полным (б), а позже – вновь кольцевым (в). Подобным будет, например, затмение 8 апреля 2005 г.

Земля, Луна и Солнце (именно в таком порядке) выстраиваются в одну линию в моменты новолуний. Почему же не каждое новолуние знаменуется солнечным затмением? Дело в том, что орбита Луны вокруг Земли и орбита Земли вокруг Солнца не лежат в одной плоскости: они наклонены друг к другу примерно на 5° . А видимые диаметры Луны и Солнца, напомним, составляют всего 0.5° . Поэтому наложение Луны на Солнце может наблюдаться только в том случае, если они одновременно оказываются вблизи точек пересечения лунной орбиты с эклипстикой. Эти точки пересечения называют узлами лунной орбиты (рис.3). Луна вблизи узлов бывает дважды в месяц, но Солнце – лишь дважды в год. Поэтому солнечные затмения обычно случаются два раза в году, причем, как правило, одно из них бывает кольцевое и не представляет заметного интереса ни для публики, ни для большинства ученых – ведь корона не видна!

Настолько же малоинтересно оказаться в области лунной полутени, т.е. в той области на Земле, где наблюдается частичное затмение Солнца: при этом диск Луны закрывает лишь часть солнечного диска и корона остается невидимой.

Лунная тень скользит по поверхности Земли с запада на восток примерно с такой же скоростью, с какой Луна движется по орбите: около 1 км/с . Максимальное время, в течение которого тень Луны (область полного затмения Солнца) касается Земли, составля-

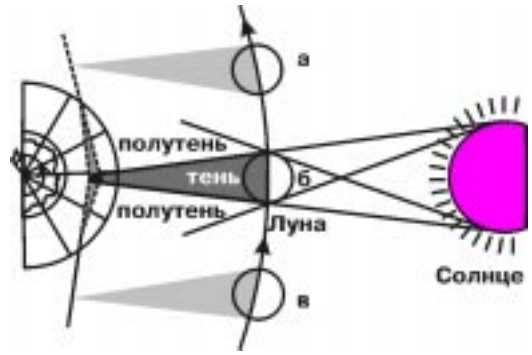


Рис.2. Полное и кольцевое затмения Солнца («вид сверху»). Бывает, что не во всех частях траектории лунная тень может «дотянуться» до поверхности Земли (б). Там, где этого не происходит, наблюдается кольцевое затмение (а, в).

ет около трех с половиной часов, а полутень (область частичного затмения) задерживается на Земле примерно пять с половиной часов. Максимальный диаметр тени на поверхности Земли около 270 км . Только жители, оказавшиеся на пути тени, наблюдают полное затмение.

Поскольку Земля вращается в том же направлении, куда движется лунная тень, земные наблюдатели как бы стараются догнать ее, и некоторым это неплохо удается. Скорость вращения земной поверхности на экваторе дости-

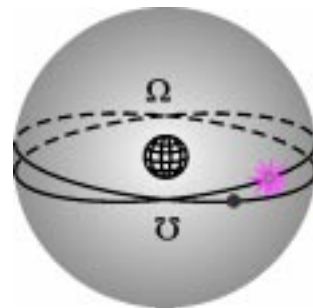


Рис.3. Видимое движение Луны и Солнца на небесной сфере. Знаками Ω и Υ отмечены восходящий и нисходящий узлы лунной орбиты.

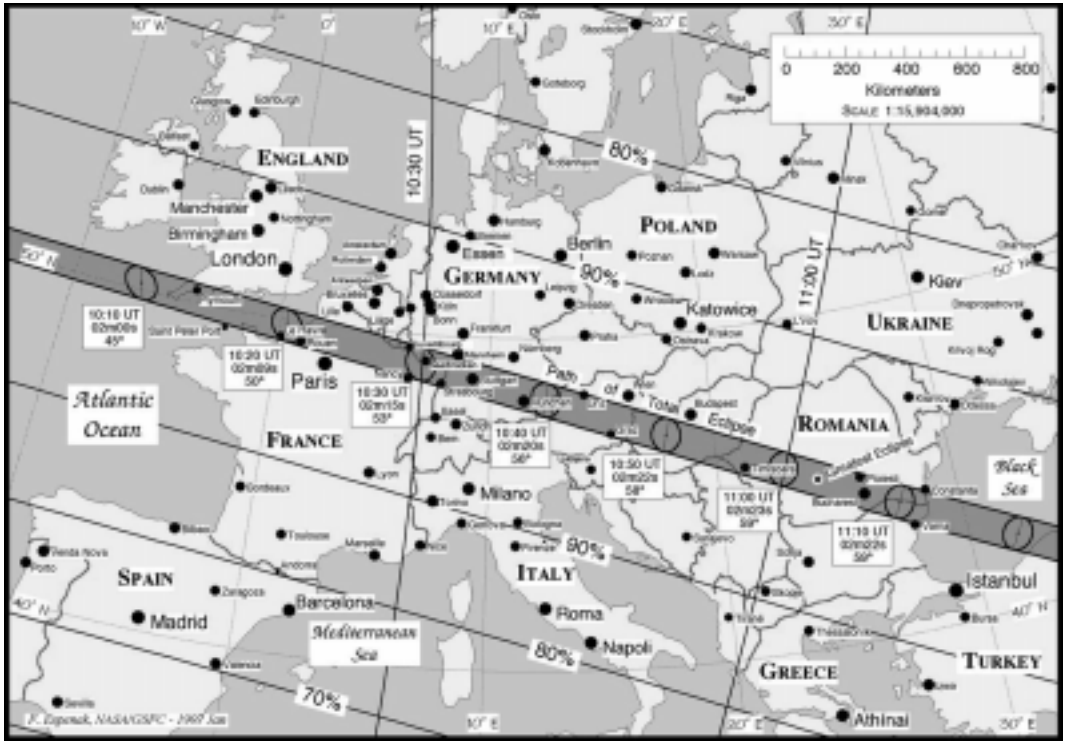


Рис.4. Карта Европы с полосой, в которой наблюдалось полное затмение Солнца 11 августа 1999 г. Отмечены также области, в которых диск Солнца в момент максимальной фазы был закрыт на 90, 80 и 70%.

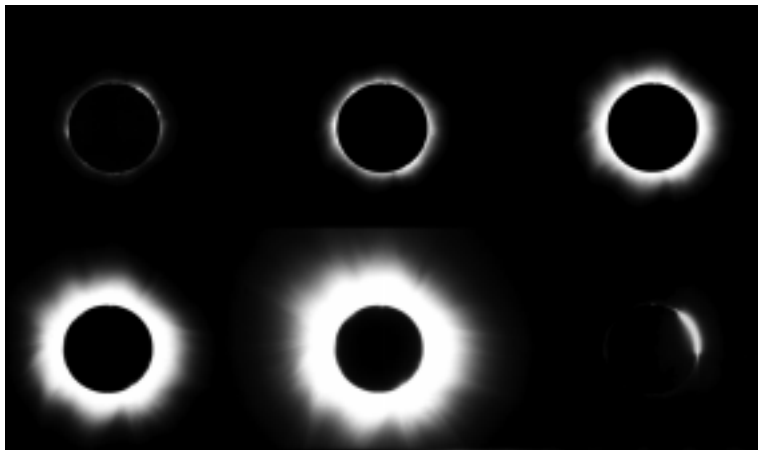


Рис.5. Фотографии солнечного затмения 11 августа 1999 г. Снимки сделаны Павлом и Романом Чагаши (Pavel and Roman Sagas) на берегу оз.Балатон в г.Шиофок (Венгрия). Чтобы увидеть сильно различающиеся по яркости внутренние и внешние области короны, ее сфотографировали 5 раз с возрастающими экспозициями (от верхнего левого к нижнему среднему изображению). Последнее (нижнее правое) фото получено сразу после окончания полной фазы затмения, когда из-за диска Луны показался край Солнца. Человеческий глаз видит корону примерно как на нижнем левом фото.

гает максимального значения 0.46 км/с, поэтому там лунная тень бежит по Земле со скоростью всего 0.5 км/с, вдвое медленнее, чем в полярных районах. В районе экватора полные затмения могут длиться до 7 мин 40 с, а на широте 45° — до 6 мин 30 с. Но эти максимальные значения достигаются редко; обычно полное затмение продолжается 2–3 мин. Желая продлить это удовольствие и детальнее изучить корону Солнца, ученые (а в последние годы еще и богатые туристы) пользуются сверхзвуковыми самолетами, способными не отставать от лунной тени часами!

Если ожидать полного затмения Солнца на одном месте, то можно его и не дожидаться: в каждой точке на Земле полное затмение происходит в среднем один раз в 360 лет. Поэтому любители редких природных явлений и астрономы (они тоже большие любители) устремляются туда, где расчеты предсказывают прохождение лунной тени. Но не всегда удача сопутствует непоседливым наблюдателям. Часто полоса затмения проходит по океану или недоступным местам — горам, джунглям. Но даже если местность проходима и доступна для завоза научной аппаратуры, необходимо серьезно подумать о погоде: облачное небо — это провал экспедиции. Поэтому по многолетним метеоданным профессионалы заранее вычисляют вероятность ясного неба в день и час затмения вдоль всей его полосы и едут туда, где эта вероятность максимальна.

Например, во время затмения 11 августа 1999 г. обычные туристы устремились в заманчивые страны Западной Европы, а исследователи Солнца отпра-



Рис. 6. Внутренняя, наиболее плотная и яркая часть солнечной короны в момент полной фазы затмения 11 августа 1999 г.

Фото: Доминик Пастернак.

вились в Румынию, Болгарию, Турцию и Иран, где ожидалась наилучшая погода и максимальная продолжительность полной фазы затмения (рис. 4). И они оказались правы (рис. 5, 6). Опытные наблюдатели знают, что хорошую погоду нужно иметь «с запасом». С началом затмения, когда поток солнечного тепла снижается, даже легкая дымка стучается в плотные облака. Москвичи, наверное, помнят, что 11 августа 1999 г. в момент максимальной фазы затмения, когда Луна закрыла 67% солнечной поверхности, над городом из обычных серых облаков пролился мощный дождь. Пошло на убыль затмение — прекратился и дождь. Так что, собираясь наблюдать затмение Солнца, подыщите для этого страну с теплым сухим климатом.