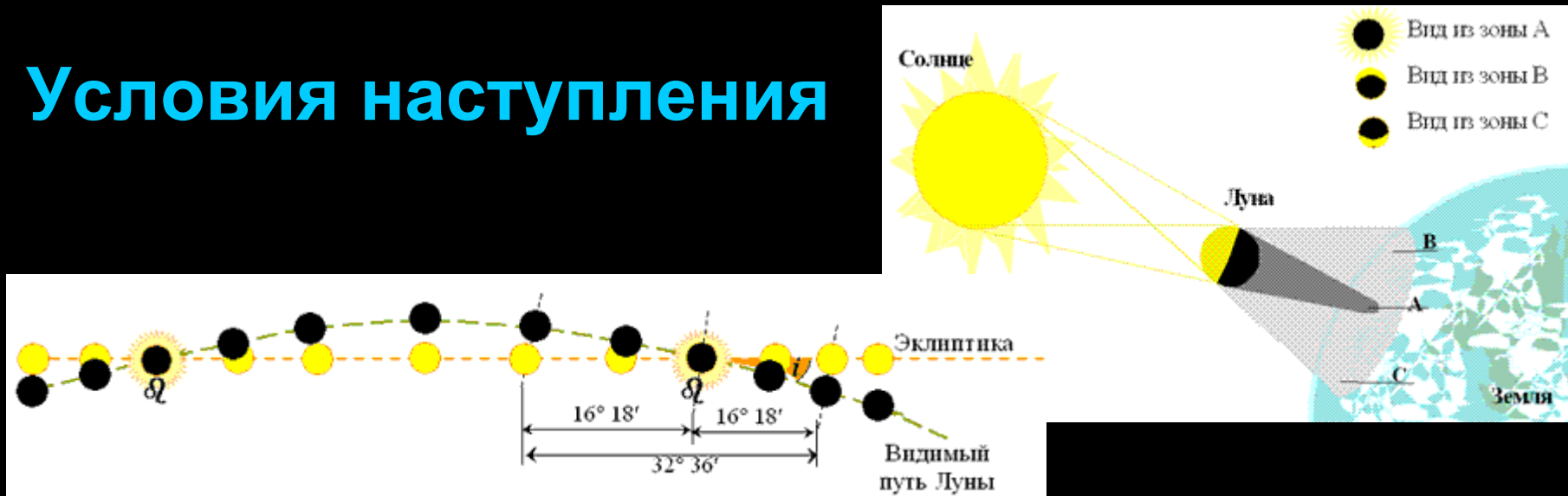




# Затмения

# Солнечные затмения

## Условия наступления

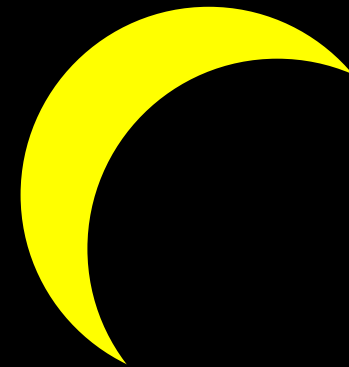
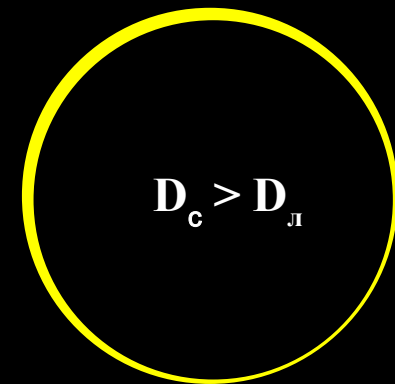


- Во время новолуний Солнце, Земля и Луна могут оказаться примерно на одной линии, и тогда на Земле наблюдается солнечное затмение
- Вследствие наклона плоскости орбиты Луны к плоскости орбиты Земли на  $5^{\circ} 29'$  мин Луна в момент новолуния не всегда находится вблизи от точки пересечения орбит.
- Если бы плоскости орбит Земли и Луны совпадали, затмения происходили бы каждое новолуние
- Солнечные затмения происходят не каждое новолуние, но, не менее 2 и не 5 пяти раз в году.

# Солнечные затмения

## Виды затмений

- Удивительно, что Луна в 400 раз меньше Солнца, но во столько же раз ближе него к Земле.
- Благодаря этому, угловые диаметры Солнца  $D_c$  и Луны  $D_l$  почти совпадают.
- Если в момент затмения  $D_c > D_l$ , наблюдается кольцевое затмение.
- Полные солнечные затмения наблюдаются, когда  $D_c \leq D_l$ .
- Частные солнечные затмения происходят, когда во время наибольшей фазы затмения диск Солнца остается в виде серпа.



# Солнечные затмения

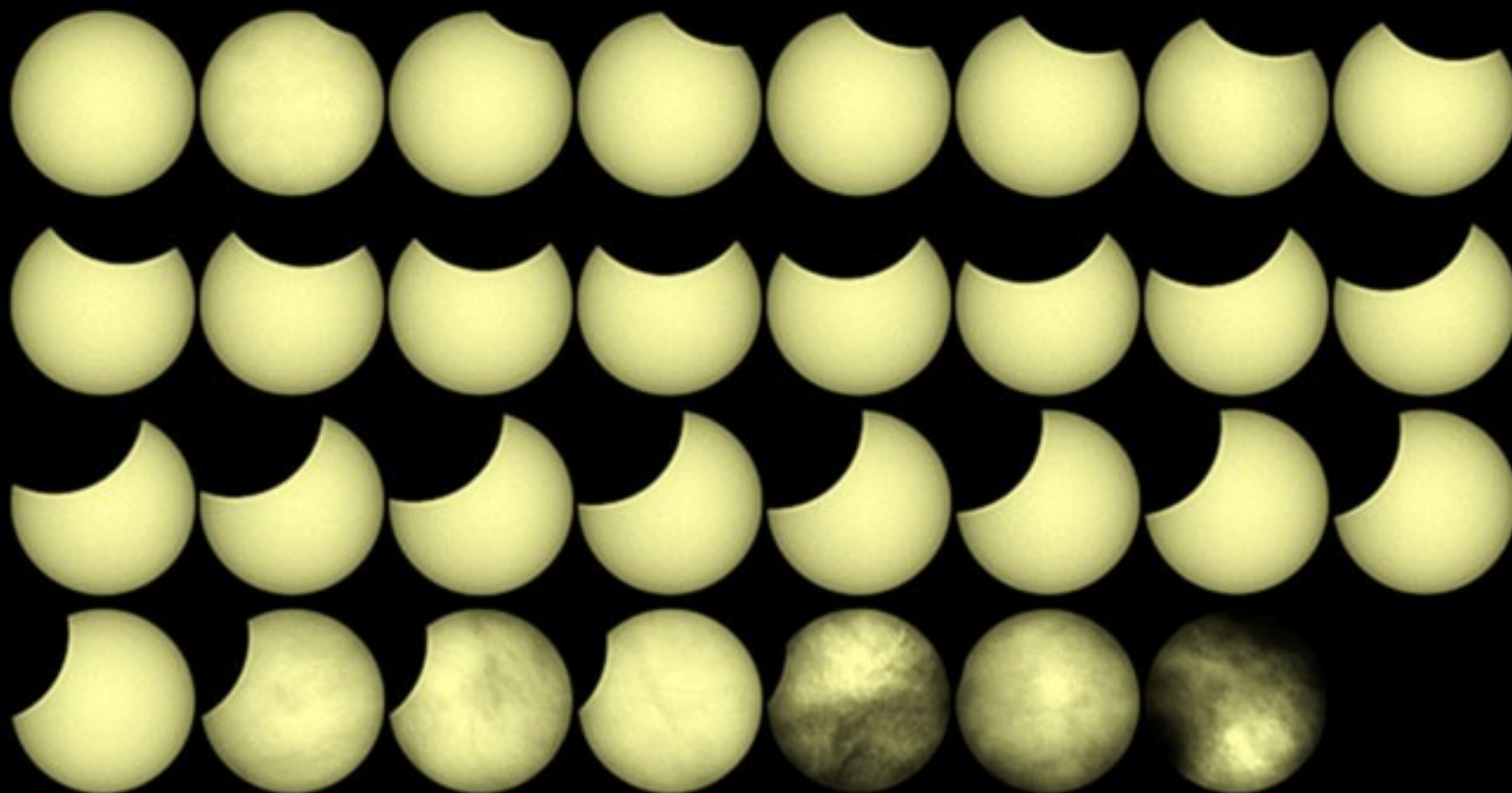
## Частные затмения

- Лунная тень перемещается по поверхности Земли со скоростью 500-1000 м/с с запада на восток, образуя полосу затмения шириной от 40 до 270 км и длиной несколько тысяч километров.
- Солнечные затмения видны не на всей Земле, а только в определенных областях, которые каждый раз меняются. Частные затмения длятся менее часа.
- Тень Луны состоит из двух частей - собственно, полной тени, и полутени.
- На обширной территории полутени наблюдаются частные солнечные затмения.
- В зоне частного затмения Луна закрывает не весь диск Солнца, а только его часть. Степень покрытия Солнца Луной характеризуется фазой затмения.



# Солнечные затмения

## Частные затмения



# Солнечные затмения

## Кольцеобразные затмения

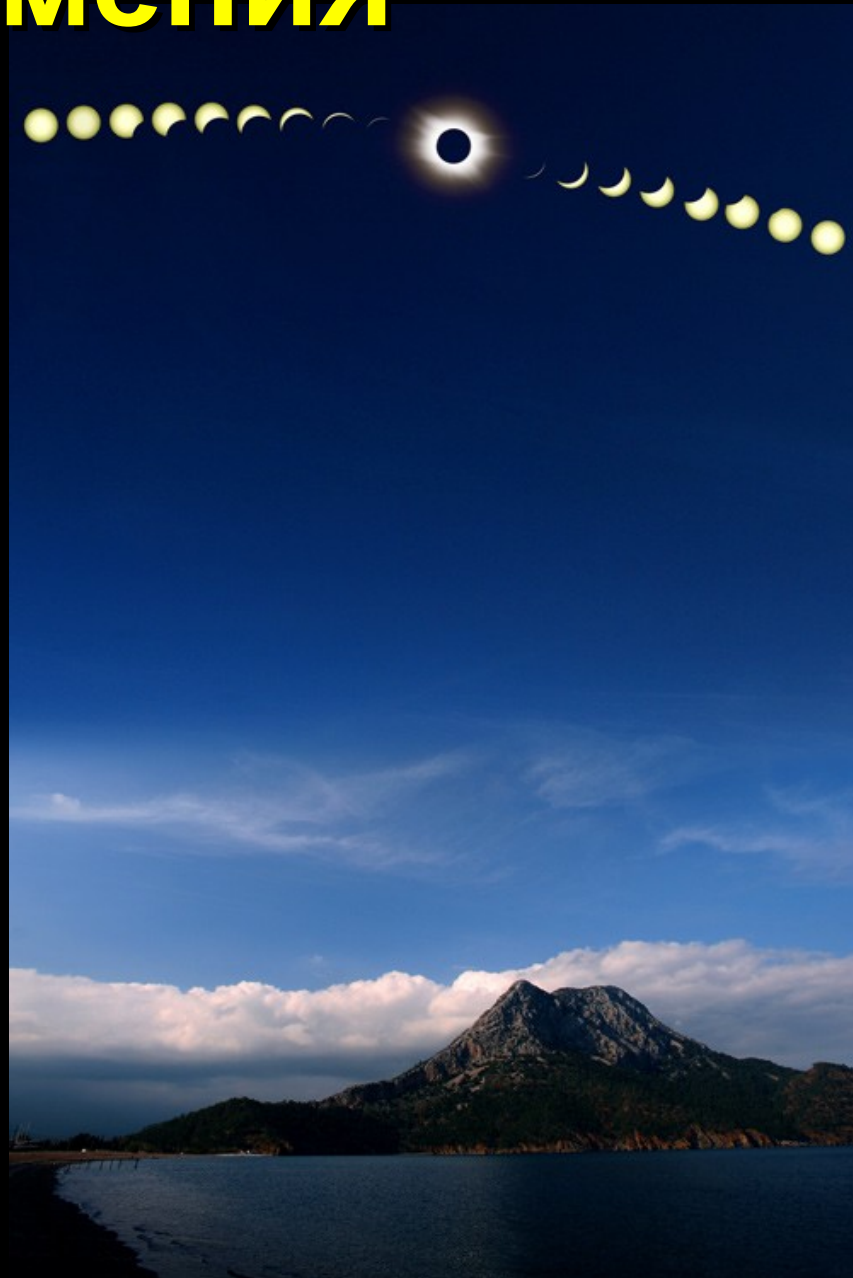


- Вследствие вытянутости орбиты Луны, время от времени, в момент новолуний угловой диаметр Луны оказывается чуть меньше углового диаметра Солнца, и во время затмения фотосфера образует вокруг нее светящееся кольцо.
- Вершина конуса лунной тени не достигает поверхности Земли.

# Солнечные затмения

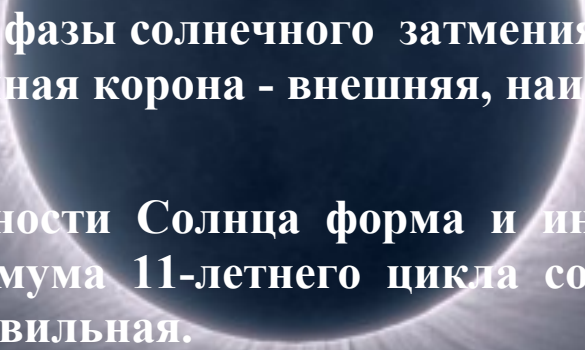
## Полные затмения

- Наиболее интересное и редкое явление - полное солнечное затмение.
- В одном и том же месте земного шара полная фаза солнечного может наблюдаться лишь раз в несколько десятков лет.
- Чтобы увидеть полное солнечное затмение, необходимо специально отправиться в полосу полной фазы затмения (шириной 30 км).
- Уникальность солнечных затмений дополняется их ничтожной продолжительностью.
- В полосе полной фазы затмение длится не более 7,5 минут!



# Солнечные затмения

## Солнечная корона

- 
- С наступлением полной фазы солнечного затмения вокруг темного диска Луны вспыхивает солнечная корона - внешняя, наиболее горячая зона атмосферы Солнца.
  - В зависимости от активности Солнца форма и интенсивность короны меняется. В период минимума 11-летнего цикла солнечной активности форма короны более правильная.
  - Кроме протяженных внешних областей, в короне наблюдаются длинные ровные нити - стримеры, а около полюсов - короткие изогнутые полосы - щеточки.
  - Помимо короны, во время полного солнечного затмения на краю солнечного диска наблюдаются яркие розоватые образования - протуберанцы. Это выбросы газа из недр солнца.



# Солнечные затмения

## Четки Бейли, бриллиантовое кольцо

• Перед моментом наступления полной фазы и перед ее окончанием наблюдается интересное явление - бриллиантовое кольцо.

• Это вспыхивает узкая полоска солнечной фотосферы, не закрытая Луной.

• Даже когда Луна полностью покрывает солнечный диск, часть его может проступить в виде ярких точек из-за неровностей лунной поверхности.

• Это явление называется "Четками Бейли".



# Солнечные затмения

## Наблюдения затмений

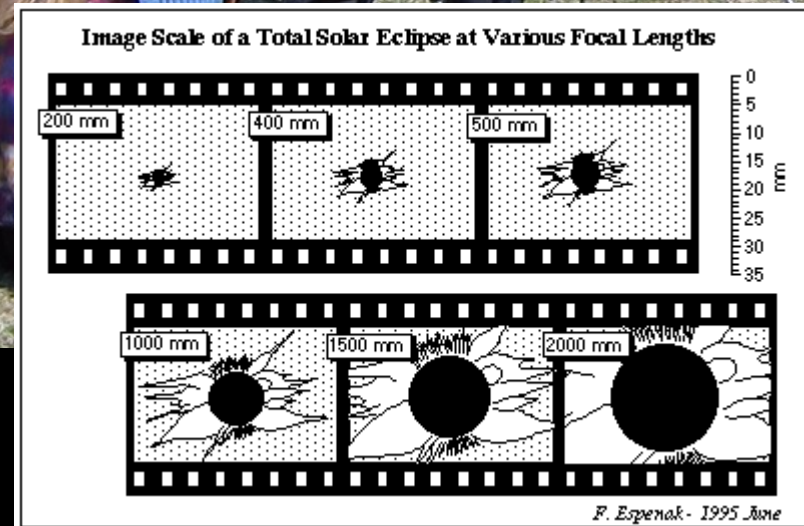
- Вследствие малой продолжительности первое в жизни полное солнечное затмение лучше пронаблюдать визуально, в бинокль. На фото не хватит времени.
- Надо заранее приготовить объективные фильтры (сварочные стекла, пленку Baader Astrosolar). С наступлением полной фазы фильтры можно снять.
- Можно попытаться отождествить созвездия, найти на небе Венеру и Меркурий.
- Во время затмения желательно назначить хронометриста, чтобы он выкрикивал отсчет времени до момента наступления полной фазы и до ее окончания.
- Можно попробовать получить снимки короны с помощью камеры (лучше цифровой), закрепленной за окуляром бинокля или подзорной трубы.
- Выдержка при чувствительности 200-400 ISO должна быть от 0,1 до -3 сек.
- Можно с успехом снимать затмение на видеокамеру



# Солнечные затмения

## Фотографирование затмений

- Лучшее всего снимать затмения в главном фокусе телескопа, или длиннофокусного телеобъектива (с фокусным расстоянием не менее 200мм)
- Оптимальные фокусные расстояния для телеобъектива или телескопа – 500-1000. При этом корона полностью уместается в поле зрения.
- Для съемки частных фаз затмения перед объективом телескопа устанавливается пленка-фильтр Baader AstroSolar.
- Экспозиции подбираются из расчета светосилы объектива.
- При светосиле 1/10 и чувствительности 100-200 ISO частные фазы снимаются с экспозицией 1/30 – 1/10с, а полная фаза (со снятым фильтром) – 1/10-1 сек.



# Солнечные затмения

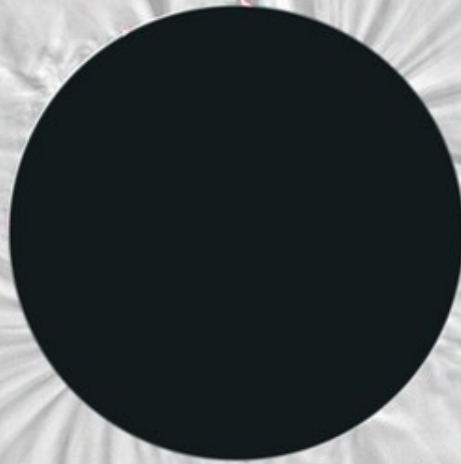
## Солнечное затмение 1 августа 2008г.

- Следующее полное солнечное затмение удобнее всего наблюдать на территории России 1 августа 2008г.
- Полоса полной фазы пройдет через город Новосибирск.
- Оно начнется на Земле в 9ч 21мин 7.3сек UT и завершится в 11ч 21мин 28сек UT.
- Продолжительность полной фазы в максимально удобной точке – 2 мин 27,2 сек.



# Солнечные затмения

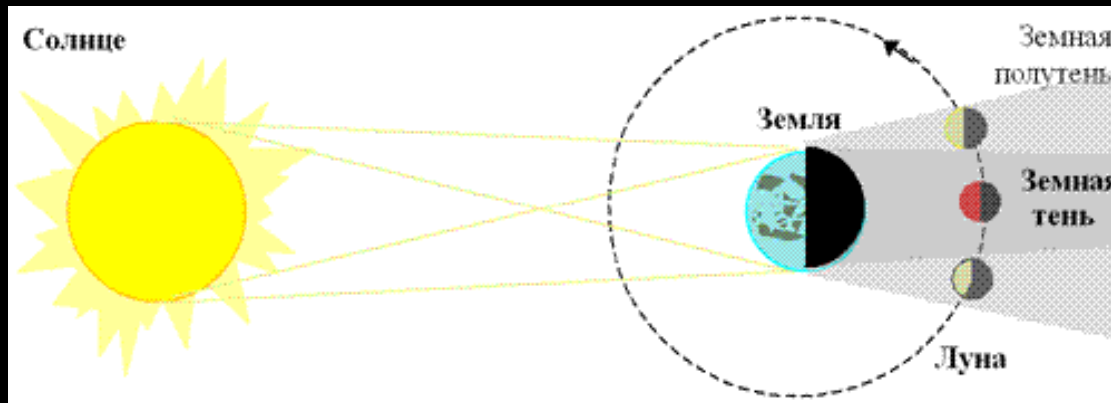
## Полные солнечные затмения XIX в



- В первой половине XXI века на территории России будут наблюдаться лишь три полных и кольцеобразных солнечных затмения
- 1.08.2008 г. - полное солнечное затмение - Арктика, Западная Сибирь
- 1.06.2030 г. - Кольцеобразное солнечное затмение - Юго-Восточная Европа, Южный Урал, Сибирь
- 9.04.2043 г. - Полное солнечной затмение - Магадан, Камчатка

# Лунные затмения

## Условия наступления



- Время от времени Луна проходит через тень Земли. Тогда происходит лунное затмение. Очевидно, что лунное затмение может происходить только во время полнолуния.
- Вследствие наклона плоскости орбиты Луны к плоскости орбиты Земли вокруг Солнца Луна в момент полнолуния не всегда находится вблизи от точки пересечения орбит и каждое полнолуние затмение не происходит.
- Тем не менее, на Земле ежегодно происходят 2-3 лунных затмения и наблюдать их можно в любой точке того полушария, которое в тот момент обращено к Луне.

# Лунные затмения

## Условия наступления затмений

- Промежуток времени в 27,2122 сут., за который Луна возвращается к тому же узлу своей орбиты, называется драконическим месяцем.
- Промежуток времени, за который центр диска Солнца проходит через один и тот же узел лунной орбиты, называется драконическим годом.  $T_d = 346,62$  суток.
- Солнечные затмения периодически повторяются, их наступление зависит от трех периодов: сидерического лунного месяца, драконического месяца и драконического года.
- Сарос - промежуток времени, включающий целое число сидерических месяцев, драконических месяцев и драконических лет, равный 18 годам 11,3 суткам (10,3 сут.).
- Все затмения периодически повторяются через сарос, но поскольку он не содержит целого числа суток, каждое затмение повторяется при несколько иных условиях: путь лунной тени по земной поверхности смещается на 120'.
- Располагая данными об обстоятельствах предшествовавших затмений и саросе, можно путем относительно несложных вычислений предсказывать солнечные и лунные затмения на любой промежуток времени.
- В результате расчетов было установлено, что ежегодно может произойти не менее 2 и не более 5 солнечных и не более 3 лунных затмений. На протяжении сароса происходит 41-43 солнечных и 26-29 лунных затмений.

# Лунные затмения

## Виды лунных затмений



- Тень Земли состоит из двух областей - более темной области тени, созданной конусом с вершиной, направленной от Солнца, и области полутени, созданной конусом с вершиной, направленной к солнцу.
- Полутеневое лунное затмение на Земле практически не заметно и не представляет интереса.
- Если только часть Луны проходит через область тени Земли, наступает частное лунное затмение. Наиболее захватывающее зрелище представляет собой полное лунное затмение, когда Луна полностью входит в земную тень.





# Лунные затмения

## Полное лунное затмение

- Наиболее захватывающее зрелище представляет собой полное лунное затмение, когда Луна полностью входит в земную тень.
- Это явление не столь редкое, как полное солнечное затмение, поэтому доступно каждому.
- В отличие от солнечного затмения, полное лунное затмение обычно длится более часа и может достигать максимальной продолжительности 1 час 42 мин.
- При полном лунном затмении Луна все-же остается видимой. Это происходит вследствие преломления земной атмосферой солнечных лучей.
- Так как красный диапазон света меньше всего рассеивается и поглощается земной атмосферой, Луна в момент затмения имеет красноватый оттенок.

# Лунные затмения

## Яркость полного лунного затмения

- Яркость и окраска Луны в момент лунного затмения полностью зависит от состояния земной атмосферы (зависящего от вулканической активности и интенсивности метеорных потоков) и от активности Солнца.
- В течение двух лет после минимума солнечной активности лунные затмения очень темные. Перед самым минимумом яркость лунных затмений резко падает.
- В остальное время Луна в момент лунного затмения бывает окрашена в ярко красный или оранжево-красный цвет.
- Поэтому, целенаправленные любительские наблюдения лунных затмений кроме чисто эстетического удовольствия и удовлетворения любопытства могут дать важные сведения для геофизики.



# Лунные затмения

## Наблюдения лунных затмений

• Лунные затмения - отличная область применения призматического бинокля и небольшой подзорной трубы, поскольку для их наблюдения не требуется большого увеличения и диаметра объектива.

• Для количественной оценки яркости и цвета лунных затмений используется шкала А.Данжона.

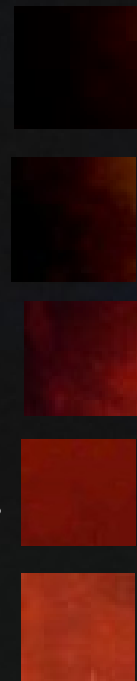
0-затмение очень темное, в середине затмения Луна почти не видна.

1-темно серое или коричневатое; детали лунной поверхности практически не видны.

2-затмение темно серое с рыжеватым оттенком; центр затмения более темный, чем внешние области.

3-затмение кирпично-красное; тень окружена серовато-желтой каймой.

4-медно красное, очень яркое; край тени с голубоватой каймой; видны основные детали.



# Лунные затмения

## Наблюдения лунных затмений

• Также во время наблюдения затмения можно отмечать моменты прохождения по диску Луны земной тени.

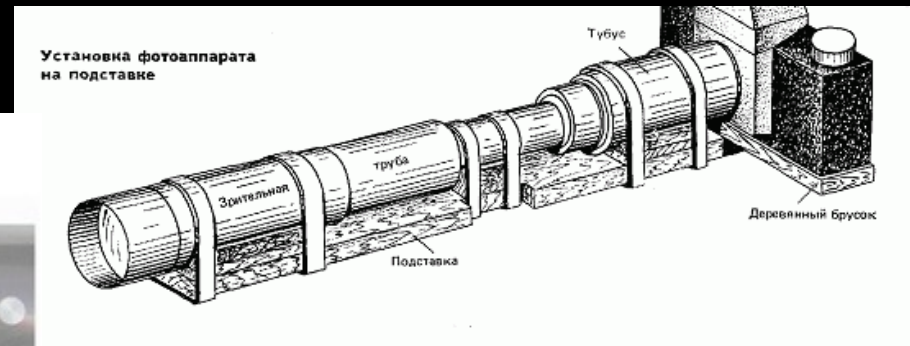
Целесообразно отмечать моменты контактов: первого-когда Луна касается тени, второго - когда Луна полностью входит в земную тень, третьего-когда Луна появляется из тени и четвертого-когда Луна полностью выходит из тени .

• Также имеет смысл отмечать моменты прохождения края тени через лунные кратеры. Это необходимо для определения различия истинных размеров земной тени от вычисленных и уточнения на основе полученных данных теории строения земной атмосферы.



# Лунные затмения

## Фотографирование лунных затмений



- Частные фазы лунного затмения можно сфотографировать методом окулярной камеры. Причем, для этого годится и бинокль.
- Выдержки для частных фаз затмения такие же, как и при обычном фотографировании Луны в сходных фазах (1/60-1/100с при ISO100-200).
- Если затмение очень яркое, можно попробовать снять и полную фазу с экспозицией в 1-5 секунд. При этом, Луна будет немного смазана суточным вращением Земли.

# Лунные затмения

## Фотографирование лунных затмений



- Полное лунное затмение 3-4 апреля 1996г.
- Объектив МТО-1000 (1000, 1/10)
- Пленка Kodak Gold 400.
- Экспозиции: 1/125-1с.
- Автор: Э.В. Важоров

# Лунные затмения

## Лунные затмения начала XXI века

Дата	UT+4, Чебоксары					Фаза
	1 контакт	2 контакт	Максимум	3 контакт	4 контакт	
04.03.2007	1ч29.9м	2ч43.7м	3ч20.8м	3ч57.8м	5ч11.6м	1.237
21.02.2008	5ч42.8м	7ч0.4м	7ч25.9м	7ч51.4м	9ч8.9м	1.111
16.08.2008		23ч35.6м	1ч10.0м	2ч44.5м		0.812
31.12.2009		22ч51.6м	23ч22.5м	23ч53.6м		0.081
15.06.2011	22ч22.4м	23ч22.0м	0ч12.4м	1ч2.8м	2ч2.4м	1.705
10.12.2011	16ч45.2м	18ч5.5м	18ч31.6м	18ч57.7м	20ч18.1м	1.110
25.04.2013		23ч51.8м	0ч7.3м	0ч23.1м		0.020
28.09.2015	5ч7.8м	6ч11.8м	6ч48.1м	7ч24.4м	8ч28.3м	1.281
07.08.2017		21ч22.1м	22ч20.2м	23ч18.6		0.251
31.01.2018	15ч47.8м	16ч15.1м	17ч29.6	18ч8.0м	19ч11.3м	1.322



# Лунные затмения

## Полное лунное затмение 28.09.2015 г.

Максимальная фаза: 1.281

Обстоятельства в  
Чебоксарах

(Время = UT + 4.0ч):

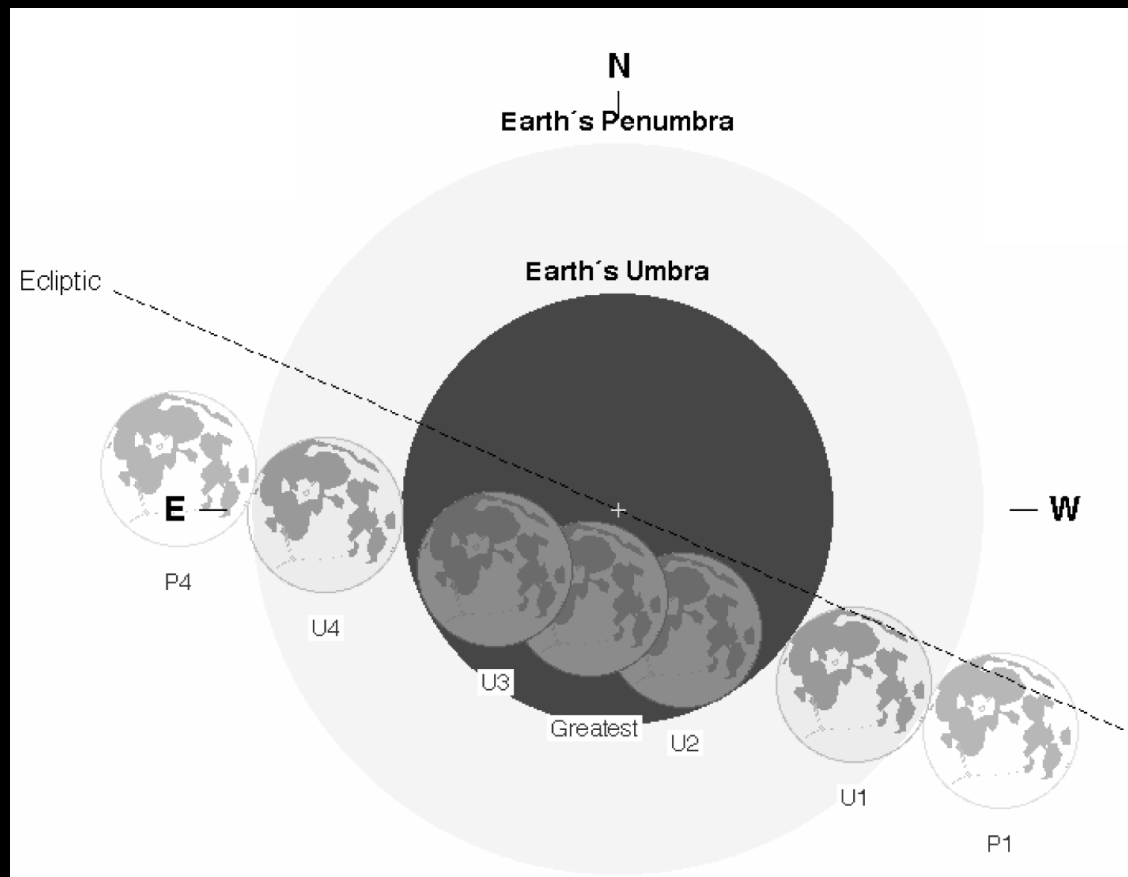
Начало частного затмения:  
5ч 7.8м

Начало полного затмения:  
6ч 11.8м

Максимальная фаза:  
6ч 48.1м

Конец полного затмения:  
7ч 24.4м

Конец частного затмения:  
8ч 28.3м





# Затмения

## Список литературы

П.Г. Куликовский. Справочник любителя астрономии -М.: УРСС, 2002

А.Н. Козловский. Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение - АстроКА, 2004. URL: <http://.astrogalaxy.ru>

Шевченко В.В. Луна и ее наблюдение. с. 126 - М.: Наука, 1986

Бронштен В.А. Как движется Луна – М.: Наука 1990.

Дагаев М.М. Солнечные лунные затмения. М.: Наука,?

Щеглов П.В. Солнечные затмения. М.:Знание, 1981

Н.Н Степанян Наблюдаем Солнце – М.:Наука, 1992

Л.Л. Сикорук, М.Р. Шпольский Любительская астрофотография - М.:Наука, 1986

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html> NASA Eclipse website – сайт обстоятельств затмений NASA.